

車載市場の事業開発シナリオ



晝間敏慎



青嶋 稔



下 寛和

CONTENTS

- I 車載市場における事業機会と開発構造の変化
- II 日本イメージング産業の現状と課題
- III 事業開発のシナリオ

要 約

- 1 車載市場におけるイメージング産業の事業機会は飛躍的に高まっている。先進運転支援システム（ADAS）の導入により、イメージング技術は欠かせないものになっているためである。しかしながら、運転支援システムの導入を支える世界の先進技術企業は、従来のカメラによる画像認識処理だけではなく、ミリ波レーダーやレーザーレーダーからの情報を含めた複合認識を行う統合制御ユニットなどに注力領域をシフトし始めるなど、技術トレンドの大きな変化が現れており、日本のイメージング産業はこれらの変化に対して大きな遅れをとっている。
- 2 こうした中、日本のイメージング企業は、高性能イメージセンサー、高画質カメラの開発によって、デジタルカメラ、スマートフォン用イメージセンサーなどの分野では市場で高いシェアを保有しているが、車載市場においては中心的地位を獲得できず、デバイスメーカーに甘んじている。その理由としては、①ビジネスサイクルの問題、②ビジネスリスクの問題、③電子アーキテクチャーの変化などへの圧倒的な対応遅れ、が挙げられる。
- 3 事業開発のシナリオとして大事になるのが、①パートナーの見極めと画像認識データの蓄積、②カメラとレーザーレーダーなどを組み合わせた先進的画像処理・認識技術の開発、③ROIなど事業評価の開発、を行うことである。車載市場で事業開発を行うためには、デジタルカメラや事務機とはまったく異なる信頼性と長期の開発期間が求められる。経営者はこうしたことを明確に自覚した上で、事業開発に取り組むことが必要となる。

I 車載市場における 事業機会と開発構造の変化

1 車載事業における事業機会

車載市場におけるイメージング産業の事業機会は飛躍的に高まっている。なぜならば先進運転支援システム（ADAS）の導入が進み、自動車運転の安全性を向上させるために、イメージング技術が欠かせないものとなっているからである。安全性を向上させるためには、高感度・高ダイナミックレンジ・高速の車載カメラ・CMOSセンサーなどの撮影技術、取り込んだ画像から意味のある情報を抽出する画像処理技術などが必要となる。こうした技術は自動運転などの技術進化のために必須であり、今後、市場がさらに拡大すると予想される。

調査会社であるIHS Automotive社によると、2016年の世界の自動車販売台数は、前年比2.7%増で9000万台を突破するものと予測されている。さらに、16年から21年までの年平均成長率を3%と予測しており、19年には1億台を超え、21年には1億500万台に達するとしている。それに伴い、16年に5000万台を超えた車載カメラ台数は年平均14.9%のペースで成長し、21年には1億台を超えると予想されている。また、視界補助カメラ（リアビューカメラ）と高級車向けの画像認識カメラが普及することで、自動車の台数に対する車載カメラ台数の割合を示す投入率は17年には70%を突破、さらに21年には100%に達すると予想されている。

こうした車載市場の成長にもかかわらず、日本のイメージング企業は事業機会を十分捉えることができていない。日本のイメージン

グ企業はカメラ、イメージングセンサーといったデバイスを供給しているが、開発構造の変化の中で、もはやこうしたデバイスの性能上の差異は重要性が低下している。その背景となる開発構造の変化を次に述べる。

2 車載事業における 開発構造の変化

自動運転に向けた認識・判断技術の採用と、カーシェアリングを発端にした自動車の所有・利用形態の本格的な変革の兆しを受け、現在自動車産業は変革の真っ只中にある。中でもイメージング技術に対する期待が高まっており、外部環境認識、車内のドライバーの状態や意図を把握するための、本格的な技術の採用が既に始まっている。

車内環境のイメージング処理は、ドライバーの意図の把握を目指している。たとえば現在、開発競争が進む自動運転機能は、緊急時にはドライバーの操作を無視して、より安全な操作を行うが、ドライバーの状態を把握しないと、操作をドライバーに戻してよいのかどうかを判断できない。そのため、ドライバーの状態を把握することが必須となっており、イメージング技術の重要性は増している。

一方、世界の主要自動車メーカー（以下、OEM）およびこれを支えるシステムサプライヤー（以下、Tier1）、さらにはシステムを構成する部品のサプライヤー（以下、Tier2）は、レベル3と呼ばれる半自動運転を2020年前後に、レベル4と呼ばれる完全自動運転を25年前後に実用化させ、量産出荷することを予定している（表1）。

こうした、完全自動運転化の実現に向け

表1 自動運転のレベル定義

自動運転のレベル	事故責任の考え方	概要
レベル4 すべての状況で、すべての操作が自動化された「完全自動運転車」	事故はドライバーの責任ではない	すべての状況で、すべての操作が自動化され、車が必要に応じて乗客に指示を仰ぐが、人が操作する必要はない。 ドライバーは事故を心配して周辺を注視する必要がない。睡眠も可能
レベル3 高速道路など一部の状況ですべての操作が自動化され、車が警告を発するまで、ドライバーはハンドルから手を離してよい「半自動運転車」	ドライバーは車が判断を求めた場合に備えて周辺を注視していなければならない。事故はドライバーの責任になり得る	高速道路上など一部の状況では、すべての操作が自動化され、ほぼ自動で運転が可能（多くの自動車会社が「自動運転」と呼ぶ最初のレベル）
レベル2、レベル1 (操舵、加減速、停止、発進など) 運転操作の1つもしくは複数が自動化された「部分自動運転車」	ドライバーは事故が発生しないように周辺を注視し、必要に応じて危険を回避する責任がある。事故はほぼドライバーの責任となる	(ハンドル操作、加減速、停止、発進など) 運転操作の複数の操作が自動化されている。一部で市販が始まり、多くのメーカーが販売を計画しているレベル（自動運転と呼ぶメーカーとADASと呼ぶメーカーが混在）
レベル0 衝突安全機能以前の自動化機能	事故はほぼ常にドライバーの責任	ABS、オートクルーズなど既に普及している機能

て、カメラ、ミリ波レーダー、レーザーレーダーなどの自動車のセンサー制御に関する電子アーキテクチャーは、図1のように変化する見通しである。

まず、外部環境認識用センサーは、①カメラ、②ミリ波レーダー、③レーザーレーダー、の3種類となる（一部のセンサーは複数搭載される）。

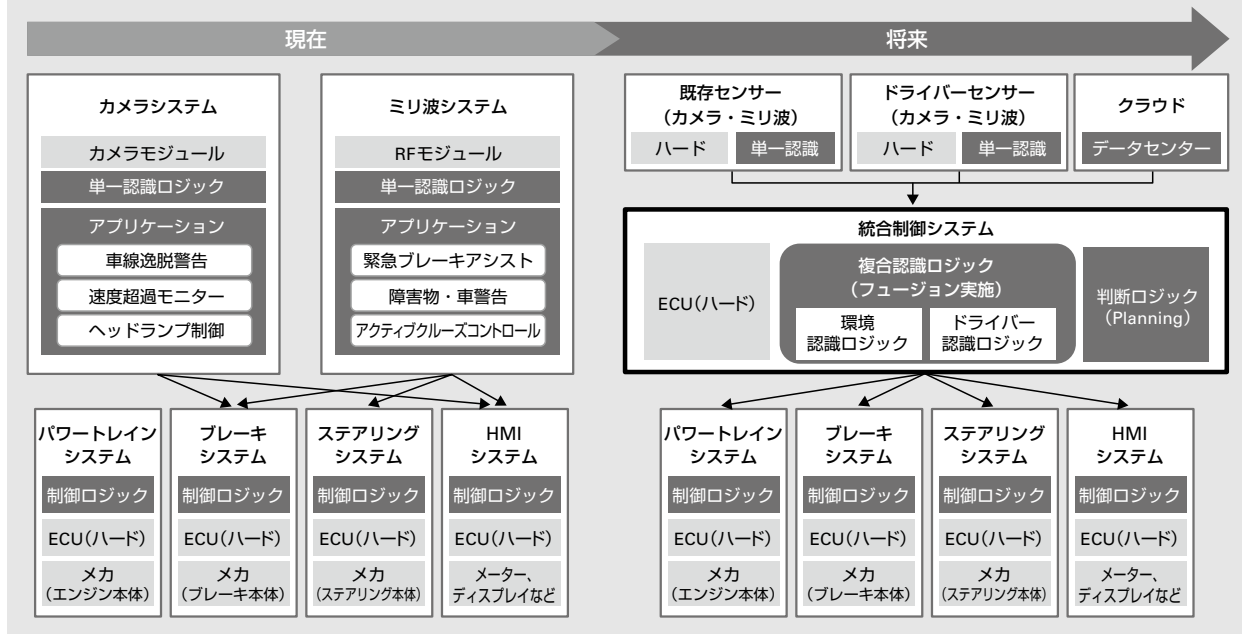
また、カメラやミリ波レーダーなど、個別センサーに基づいて個別アプリケーション機能を実現しているECU（Electronic Control Unit：電子制御ユニット）が再構成される。将来、センサーは個別センサー単位の前処理のみを行い、車両制御に直結する複合的な認識と車両制御判断・ハンドルやブレーキ操作の判断は統合制御システムで行うようになる。すなわち、衝突回避などの自動運転に関連するアプリケーションが、センサーユニットから統合制御システムに移行することになる。

こういったアーキテクチャー変化は、主要

なOEM、ITベンダーのすべてに共有されている想定である。この流れを受け、カメラセンサー向け認識処理で最も大きなシェアを誇るモビルアイも、従来のカメラによる画像処理・認識だけではなく、ミリ波レーダーやレーザーレーダーからの情報を含めた、複合認識を行う統合制御システムなどに注力領域をシフトし始めている。モビルアイは、イスラエルに研究開発拠点をもち、ADASの発展に大きく貢献している企業であり、カメラでの衝突防止・軽減を実現し、市場で圧倒的なプレゼンスを獲得した企業である。

自動運転車を市販するには、夜間や悪天候、さらには世界各国の道路・交通環境などにしっかりと対応する必要がある。さまざまな状況をカメラだけで画像処理・認識するには、極めて高精細で、暗視性能や視界不良時の性能が極めて高い、結果として極めて高価なカメラが必要になる。そのため、主要OEMは既に自動運転機能の低コスト化を目

図1 自動車のセンサー制御に関する電子アーキテクチャー変化の見通し



指しているが、安価なカメラ、安価なミリ波レーダーからの情報を統合制御ユニットで複合的に組み合わせて認識・判断を行うことで、より安価にさまざまな状況に適切に対応できるシステムを構築できると想定している。このような環境において、車載イメージングに求められる機能は、カメラなど単体での性能の良さから、統合制御システムのシステム構築力による認識・判断の向上へとその開発の重点領域がシフトしている。

II 日本イメージング産業の現状と課題

第I章で述べた状況の中、日本のイメージング企業も車載におけるイメージング事業機会を捉えようとしているが、前述したモバイルアイが、ADASで採用されるイメージング技術において、先行して積み重ねてきた大規

模な走行実績に基づく画像認識・処理技術により、現在の圧倒的な地位を獲得している。

これに対して、日本のイメージング産業は、高性能イメージセンサー、高画質カメラの開発によってデジタルカメラ、スマートフォン用イメージセンサーなどの市場で高いシェアを保有しているが、車載市場においては中心的地位を獲得できず、デバイスメーカーに甘んじている。その理由として、①ビジネスサイクルの問題、②ビジネスリスクの問題、③電子アーキテクチャーの変化などへの圧倒的な対応遅れ、が挙げられる。

1 ビジネスサイクルの問題

車載エレクトロニクスの開発は、技術確認を行う「研究・開発期」と、想定した機能がきちんと実現できることを検証する「先行開発期」、市販品を開発する「量産開発期」という3つの時期に分けられる。一般的にそれ

図2 車載エレクトロニクスの開発期間

先端領域での開発連携における、欧米OEM、欧米Tier1、欧米半導体・ソフトウェアエンジニアリングメーカーの役割			
	OEMの役割	Tier1の役割	プロセッサベンダーの役割 ソフトウェアエンジニアリングベンダーの役割
研究・開発	<ul style="list-style-type: none"> どのような機能のユニットを作りたいかなど商品コンセプト・商品企画の初期案の提示 必要な要求水準（品質など）の提示 <p>開発をリード</p>	<ul style="list-style-type: none"> 量産時を見据えた参画（同席） このタイミングでの関与度は低い 	<ul style="list-style-type: none"> OEMのニーズを満たす上で、活用可能な技術や実現可能性・時期などの情報をOEMに提供 <p>開発をリード</p>
先行開発	<ul style="list-style-type: none"> 半導体／ソフトウェアエンジニアリングメーカーから提供される試作品が自分たちの要求に適合しているか評価 技術全体を理解した上で問題の優先順位付けと対応案の協議 <p>開発をリード</p>	<ul style="list-style-type: none"> 量産開発プラン作りのため参画 このタイミングでの関与度は低い 	<ul style="list-style-type: none"> コンセプト・企画案を基に、試作品を開発（チップ、ボード、アプリケーションに加え、OEM内での開発支援も提供） <p>開発をリード</p>
量産開発	<ul style="list-style-type: none"> Tier1のユニット開発を管理 車両適合開発の実施 <p>開発をリード</p>	<ul style="list-style-type: none"> 量産プランにのっとり、量産設計・車両適合などを分担 チップは半導体メーカー提供、ソフトはソフトウェアエンジニアリング/OEM提供（Tier1提供品も存在） <p>開発をリード</p>	<ul style="list-style-type: none"> 半導体の量産設計・製造を実施 PFソフト、アプリケーションソフトを開発・提供（チップ、ボード、アプリケーションに加え、OEM内での開発支援も提供）

出所) 各社に対するインタビューや公開情報より作成

それぞれの期間は3～5年の期間をかけて行われる（図2）。

つまり、研究開発から先行開発、量産開発へと進展させるには最長10年以上の月日がかかり、その長さはコンシューマーエレクトロニクスや事務機器の開発サイクルよりも圧倒的に長い（デジタルカメラの開発で2～4年）。このため、車載領域でOEMと技術確認から発売までのプロセスをともに歩むことは、長い期間の投資が必要となり、開発からコスト回収までのスパンの長さが、日本のイメージング産業における車載事業を展開する上での大きな障壁となっている。

2 ビジネスリスクの問題

さらに車載事業においては、ビジネスリスクの大きさが問題となる。これが日本のイメ

ージング企業が、車載イメージング事業に参入する際の障壁となっている。デジタルカメラや事務機を使用しても直接的に生命にかかわることはないが、自動車では、仮に画像処理・認識を誤れば生命にかかわるからである。車載イメージングの信頼性を高めるために、自動運転での技術開発においてさらなる高度な画像処理・認識技術が求められている。たとえば、雪の日の車線と雪との識別や豪雨や逆光といった状況など、自動車が走行するありとあらゆるシーンを想定しなければならない。

ビジネスリスクの高さゆえ、性能はカタログスペックではない、より実績に基づいたものを求められる。それには米国、欧州、中国など、さまざまな国と地域でのさまざまな天候、時間帯での走行による画像処理・認識デ

ータの蓄積も必要となる。つまり、OEMはそのようなデータを蓄積し、対応する性能を装備していなければ車載における「信頼性がある技術」とは考えないのである。そこがデジタルカメラや事務機を扱う事業とは大きく異なる点である。

3 電子アーキテクチャーの 変化などへの圧倒的な対応遅れ

従来、先進的な車載エレクトロニクス開発は、OEMとTier1の共同開発で進められるのが一般的であった。米国でも欧州でも日本でも、OEMとTier1は研究・開発期から量産開発期まで共同で開発を進めてきた。だが約10年前、自動ブレーキなど自動運転機能の一部である衝突安全機能の開発において、特に欧州のトップOEMはTier1とではなくNVIDIAやモビルアイといった、従来Tier2に位置づけられてきた先進技術企業との研究・開発や先行開発をスタートさせた。そして量産開発については、これら先行開発までの成果である、OEMが先進技術を有するNVIDIAやモビルアイとともに決定したアーキテクチャーを前提に、安価で高い信頼性のある設計・製造・評価することをTier1に委託するのである。

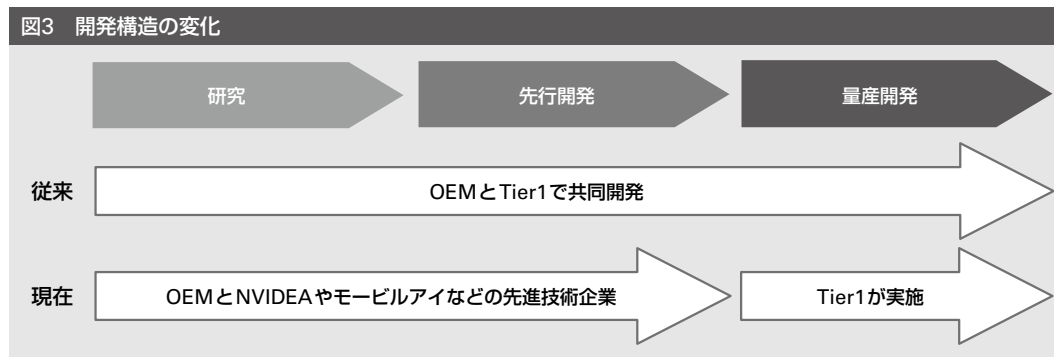
つまり、これまで先進技術の開発を行うOEMとの共同開発で先進技術を手に入してきたTier1は、独自にこれらの技術開発を行うことを余儀なくされ始めたのである。その結果として、大手Tier1は当該領域の人材の大量採用や関連技術を持つ企業の買収を進めることになる。

前述の通り、自動運転系のアプリケーションが個別センサーから統合制御ユニットに移行し始めるということは、個別センサー自体がコモディティ化するということである。この結果、個別センサーの開発がOEMとNVIDIAやモビルアイなどの先進技術企業との共同開発から、Tier1の安価なコモディティ品の購買へと移行することが予想される(図3)。

逆に、先進技術開発を行うOEMと先進企業の競争ポイントは、統合制御ユニットに加え、これらの認識や判断を世界中の道路や交通環境でいかに高い信頼性で機能するかを保証する点に移り始めている。すなわち、走行実績の蓄積量に注目が集まっている。言い換えると、特定の国や交通環境に限定して画像認識ができるかどうかというレベルで、技術力や競争力の向上を図る段階からは脱しつつあると考えるべきである。

たとえば、一部の先進技術企業の場合、主

図3 開発構造の変化



要OEMを上回る走行実績を既に蓄積し、この実績やデータによってOEMが開発したアルゴリズムを補完できることを要件としてアピールしている。さらに、こうした状況は、カメラでの画像処理・認識だけでなく、ミリ波レーダーやレーザーレーダーのデータを含めた複合認識にまで及びつつある。

前述の開発構造の変化は、PCや携帯電話で一般化したアーキテクチャーを決める先進技術企業と、決まったアーキテクチャーをOEMに代わって組み立てるEMSの関係に極めて似ている。つまり、車載エレクトロニクスに本格的なデジタル化の波と付加価値シフト・産業構造変化が到来しつつあると考えるべきである。

よって、自動運転を実現していくためには、世界中の道路や交通環境での走行実績の蓄積量を持っており、またそれらにおける画像認識が可能な技術を提供できるプレイヤーの付加価値が圧倒的に高まっていく。

自動車の開発期間は長いため、10年後に市販される製品は、OEMにとって既に研究開発段階にはなく、特定のパートナーとの先行開発が始まりつつある。冒頭で述べたように、先進技術開発を行うOEM各社は2025年前後に自動運転車の市販を予定しており、求められる技術レベルは基礎技術の発案ではなく、低コスト化と信頼性検証の段階にあると考えるべきである。

日本のイメージング産業はこうした車載事業における電子アーキテクチャーの変化に完全に乗り遅れており、いまだにカメラなどのデバイス販売に甘んじている。このままだとTier1への安価なコモディティ品の提供企業という位置に甘んじ続けなければならないと

いう厳しい環境下にある。

Ⅲ 事業開発のシナリオ

統合制御ユニットにより複数のセンサーが制御され、センサーがコモディティ化される時代を前提とすると、カメラ単品などデバイスとしての性能だけで差別化して勝ち残っていくことは非常に厳しい時代になっているというのは、前述した通りである。ここでは、統合制御システムによる新しい電子アーキテクチャーにおいて、レベル4を目指した10年以上先を見据えた事業開発について論述する。

事業開発のシナリオとして、①パートナーの見極めと画像認識データの蓄積、②カメラとレーザーレーダーなどを組み合わせた先進的画像処理・認識技術の開発、③ROIなど事業評価の開発が想定される。

1 パートナーの見極めと 画像認識データの蓄積

前述のように、世界中の道路や交通環境での走行実績をいかに蓄積するかを考えなければならない。言い換えると、特定の国や交通環境で画像認識ができる、できないというレベルで技術力や競争力の向上を図る段階からは脱しつつあり、世界中のあらゆる地域、交通環境での走行実績の蓄積が必要となる。どんなに優れた画像処理・画像認識技術があってもデータの蓄積がなければ採用に至らないのである。

しかしながら、イメージング産業のメーカーが単独で走行実績を蓄積することは難しいため、OEMやTier1の状況を精査し、各社の

開発体制、保有技術から自社で補完できることを明確に捉えてパートナーシップを組んだ上で、10年以上先を見据えた商品開発、走行データの蓄積を進めなければならない。

2 カメラとレーザーレーダーなどを組み合わせた先進的画像処理・認識技術の開発

自動運転を実現するために車載イメージング技術に求められる要求水準は、これまで述べてきたように極めて高い。たとえば、車載カメラを使用することで、路上に駐停車している車両や側道の歩行者、障害物の画像認識を行うことはできるが、路面そのものの状況を細かく把握することは難しい。カメラで路面のコンディションを捉えた場合、光の反射の仕方によっては、水たまりがくぼみに見えたり、対向車が飛ばしてくる水しぶきが障害物に見えたりすることがある。本来は安全であるはずの水たまりや水しぶきも、認識精度を上げない限り車両のスムーズな走行を妨げてしまう要因となる。

また、ミリ波レーダーにも限界がある。ミリ波帯の電波を用いているため、降雨や霧の中でも100m前方の障害物を検知することができ、衝突安全システムに採用されているケースも多いが、レーダーが届いていない車両の横から接近してくる物体の検知はできないなどの問題がある。実際に米フロリダ州の高速道路で発生した、自動運転中のテスラモデルSの死亡事故は、高速道路とT字路で接続している支線から突如トレーラーが飛び出てきたことが事故原因の一つといわれている。

そういった意味では、赤外線や可視光線を

使って車両の周囲360度の状況を3Dデータで捉えることのできるレーザーレーダー（LiDAR）の果たす役割は大きい。レーザーレーダーによって、水たまりに関しても実際に水面の下にくぼみがあるのかどうかということや、車両の前方だけでなく横から接近してくる物体の検知も可能となる。

実際に、自動運転車の走行試験の分野で先行するグーグルの自動運転カーは、カメラ、ミリ波レーダー、レーザーレーダーの3つを併用することで走行上の安全性を確保している。各種報道などで見かけるレクサスやプリウスを改造した自動運転車には複数のカメラが搭載され、人間の目と同じように視差を利用して物体の立体情報を得ることができる。また、周囲の物体およびその動きを正確に認識するために、フロントバンパー、リアバンパーにはレーダーを、屋根には物体認識の心臓部ともいべきベロダイン製のレーザーレーダーを搭載している。これにより、車両の周囲360度、最高で200m先の物体まで認識することができる。事実、この技術・システムによって、グーグルはカリフォルニア州の公道における自動運転車の走行実験で、ダイムラーやボッシュなどとの競争でも圧倒的に低いドライバー介入度を達成している。

自動運転時代には、これまでのハード面での車の性能だけではなく、いかに安全で、かつ人間の運転と同じような自然な操作による快適な乗り心地を実現するかが競争要因になると考えられる。そのため、カメラやミリ波レーダー、レーザーレーダーなど複数のソースを組み合わせた正確な物体認識技術と、物体の動きを先読みして自車の動き方を制御する統合的な自動運転走行システムの構築が求

められる。分かりやすい例では、ボールが道路に転がってきて、子供がそれを追いかけてくる画像を認識した場合、人間であれば子供が道路に飛び出してくる可能性がまず頭をよぎり、速度を落とすだろう。同じように自動運転車にも、画像の連続的な動きから少し先の未来の動きを予測して危険を察知した場合、あらかじめ回避行動を想定した動きを取ることが期待されている。

トヨタ自動車傘下の研究機関である米国トヨタ・リサーチ・インスティテュートのアドバイザーで、スタンフォード大学人工知能研究所所長Fei-Fei Li氏は、歩行者を単に歩行者と認識するだけでなく、「歩きスマホをしていて車に気づかず、誤って道路に飛び出してくる危険がある」など、持ち物や視線、歩き方までも認識することで歩行者の動きを予測するようなAIの研究を行っている。また、道路の合流箇所ではほかの有人ドライバーの車がどう動こうとしているかを画像の連続データから判断し、車の動き方を変えるような技術の研究も行っている。この技術が完成すれば、高速道路の合流箇所での渋滞や市街地での玉突き事故の減少につなげることができると期待される。

こうした環境において、日本のイメージング産業は、カメラだけでなくミリ波レーダー、レーザーレーダーを組み合わせた形で、いかに安全性の高いシステムを構築できるかという視点に立った開発を行うべきである。たとえばコニカミノルタは、逆光に弱いカメラ、物体を認識しづらいミリ波レーダーを補完するものとして、特殊な赤外半導体レーザー光源系と特殊な走査光学系を組み合わせた

「3Dレーザーレーダー」を開発し、事業展開している。これにより、レーザーの出力光を上下左右に振って空間を帯状にスキャンし、広い領域を高い分解能で、高速かつリアルタイムに検出可能なシステムを開発している。

こうした技術は、事務機メーカーである同社がレーザープリンターの開発で培ってきた光学系の高精度な走査技術と、さまざまな光学技術を組み合わせることに成功したからである。つまり、日本のイメージング産業は、カメラの技術だけでなく高精度の走査技術など、その保有する光学技術を統合的に活かすことによって、統合制御システムの開発に付加価値の軸足が移行していく時代に合わせた、パートナー企業との共同開発に取り組むべきであろう。より具体的にいえば、製品を安価に提供するのではなく、統合制御の考え方に整合し、カメラ、ミリ波レーダー、レーザーレーダーの組み合わせで制御が行われることを前提としてこれらのセンサーを組み合わせ、いかに画像処理・認識のレベルを向上させていくかを一つのシステムとして研究開発していくことをOEMもしくはTier1と共同で進めていくことが必要となる。

こうして開発された技術が、レベル3以降、レベル4時代において採用され、先進的画像処理・認識技術の実現に寄与することを目指して、開発を進めることが求められている。

3 ROIなど事業評価の開発

車載市場でのイメージングは自動車の開発期間が長いことから、10年以上の歳月をかけた事業開発となる。そのため、10年以上の時間軸でROI（投下資本利益率）を考え、取り

組むことが重要である。しかしながら、これまでのカメラや事務機の事業における技術・製品開発と比較するとサイクルは長く（デジタルカメラで2～4年程度）、その長い時間軸に耐えられる事業評価の仕組みが必要となる。開発投資のリターンが得られるのは10年以上先であり、その間、死亡事故などのリスクすらある自動車に求められる安全性を確実にものにしつつ、長い歳月をかけた開発とさまざまな地域での走行試験、画像処理・認識の積み重ねによる検証作業が必須となる。こうした事業には、過去の製品とはまったく異なる信頼性と開発期間が求められるということを、経営者自身が十分自覚した上で、事業開発に取り組むべきであろう。

著者

晝間敏慎（ひるまとしみつ）
グローバル製造業コンサルティング部上級コンサルタント
専門はエレクトロニクス産業全般

青嶋 稔（あおしまみのる）
コンサルティング事業本部パートナー
専門は精密産業、ICT産業、重電業界、自動車関連産業における戦略策定、M&Aなど

下 寛和（しもひろかず）
グローバル製造業コンサルティング部上級コンサルタント
専門は自動車関連製造業におけるサプライチェーン改革、プライシングマネジメント、ビッグデータ分析およびそのための基盤構築支援など