

「Industry Eye」 第 17 回

マニュファクチャリング（自動車セクター）： 「自動運転技術の開発に関する自動車産 業の現状と今後の動向」

デロイト トーマツ ファイナンシャルアドバイザー合同会社
マニュファクチャリング（自動車セクター）担当
シニアアナリスト 平林太郎

I. はじめに

2016年1月15日、国土交通省は、テスラモーターズが開発した自動運転システムに対し、日本国内における公道利用を承認した。今回、同社よりロールアウトされた自動運転システムは、利用が高速道路・自動車専用道路に限られるなど、限定的な機能に止まっているものの、公道利用に対して認可が下りたことは、エポックメイキングな出来事といえる。今後は、国内における自動運転システムの搭載と公道利用による実用化が加速し、そのための完全自動運転技術の実現に向けた研究開発も進展して行くものと予想される。

自動運転技術の開発では、ハードだけではなく、ソフトに関する技術開発の重要性が高まるため、今後は、自動車、自動車部品メーカーが、ソフトに関する技術の獲得・強化を企図して、電機・IT系企業との提携や買収を進める可能性がある。また、ソフトに関する技術開発の重要性も高まることにより、自動車、自動車部品メーカーにかかる負担はこれまで以上に重くなることから、技術開発に必要な体力の獲得を企図した業界再編に繋がる可能性もあると考えられる。

そこで本稿では、自動運転技術開発の現状を整理し、今後の動向について考察したい。

II. 自動運転に関する定義の確認

自動運転の技術開発動向に入る前に、自動運転に関する定義を確認したい。確認する定義は、「自動化レベル」と「自律型と協調型の違い」の2点である。

1. 自動化レベルに関する定義

自動化レベルの定義は幾つかあるが、日本では、一般的に米 NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration: 運輸省 道路交通安全局) による定義が用いられている。具体的な定義を(図表 1)に示すが、本稿においても、自動化レベルの定義はこの NHTSA による定義を用いる。

この定義に基づくと、上述のテスラモーターズの自動運転機能や、スバルのアイサイト ver.3(共に実装済み)がレベル 2、Google Car(公道走行試験中)はレベル 3 に相当する。

(図表 1) 自動化レベルに関する NHTSA の定義

分類	概要	実現するシステム	
情報提供型	ドライバーへの注意喚起等	安全運転支援システム	
自動化型	レベル1 単独型	加速・操舵・制動のいずれかの操作を自動車が行う	
	レベル2 システムの複合化	加速・操舵・制動のうち、複数の操作を同時に自動車が行う	先進運転支援システム (ADAS)
	レベル3 システムの高度化	加速・操舵・制動を全て自動車が行う (ドライバーは緊急対応のみ)	準自動運転システム
	レベル4 完全自動運転	加速・操舵・制動を全て自動車が行う (自動車が緊急対応も行う)	完全自動運転システム

出所: NHTSA 資料よりデロイト トーマツ ファイナンシャルアドバイザー合同会社作成

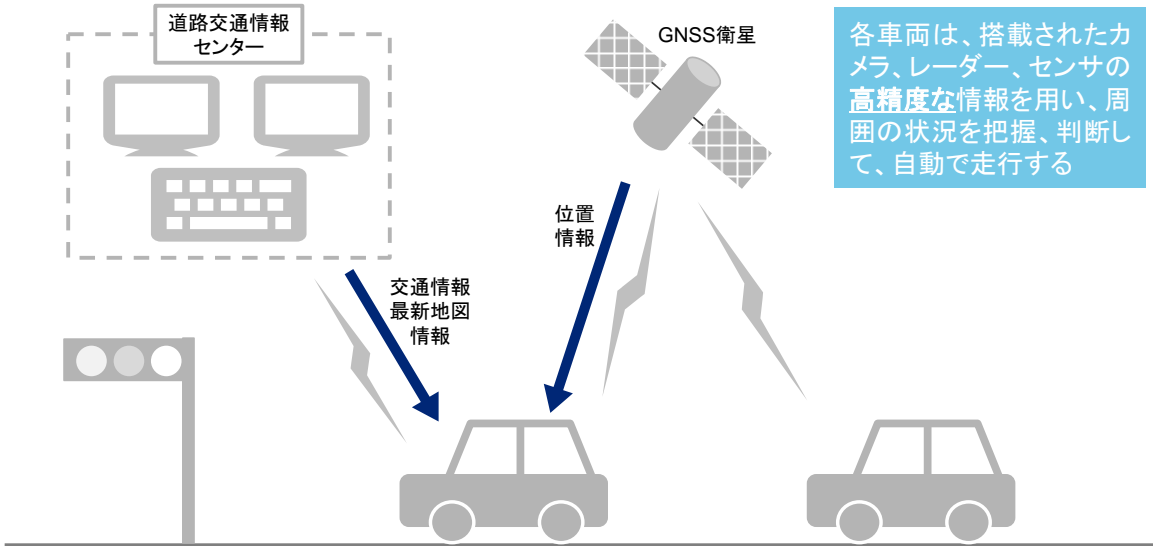
2. 自律型と協調型の違い

自動運転には、自律型(図表 2)と協調型(図表 3)の 2 つの方式があり、それぞれ開発が進められている。

自律型は、GPS と地図・交通情報の取得を除き、基本的には外部との通信を行わず、当該車両に搭載されている車載カメラ・レーダー・センサのみで周囲の状況を把握・判断し、アクセル・ブレーキ・ステアリング等の操作量を決定して自動で走行する方式である。この方式を用いた場合、通信環境が不安定な状況や、十分なインフラが整っていない地域であっても、自動走行が可能となる。

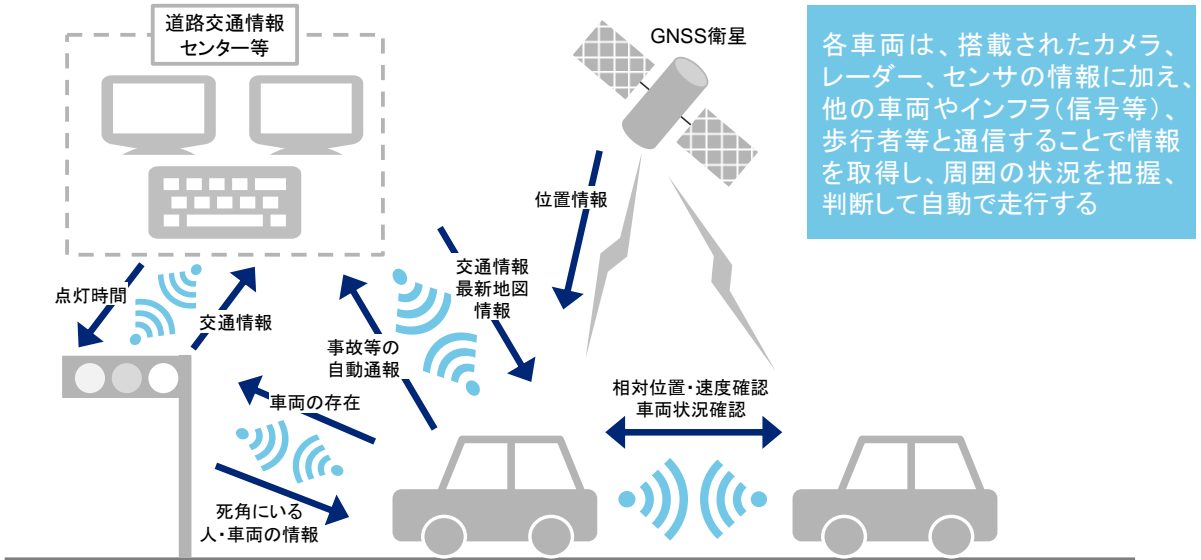
一方、協調型は、当該車両に搭載されているカメラ・レーダー・センサの情報と、GPS や地図・交通情報の取得に加え、他の車両や信号機、歩行者等と双方向的に通信を行うことで周囲の状況を把握し、操作量を決定して自動で走行する方式である。この方式を用いた場合、当該車両からは認識できない情報(例えば、物理的な死角から接近する車両の存在等)も利用できることから、より安全で効率的な自動走行が実現できる。

(図表 2) 自律型の自動運転車イメージ



出所: デロイト トーマツ ファイナンシャルアドバイザー合同会社作成

(図表 3) 協調型の自動運転車イメージ



出所: デロイト トーマツ ファイナンシャルアドバイザー合同会社作成

両方式には、それぞれメリット・デメリット(図表 4)がある。日系自動車メーカーで比較しても、日産は自律型の開発に、トヨタとホンダは協調型の開発にそれぞれ注力しており、今後規格競争が生じるとの見方もあった。しかし、足許では、自動運転の実用化に向け、自律型と協調型を融合させ、状況や環境に合わせた自動運転を行うシステムの開発が進み始めている。

(図表 4) 自律型と協調型のメリットとデメリット

方式	メリット	デメリット
自律型	<ul style="list-style-type: none"> ■ 通信環境に寄らず、自動運転が可能となる ■ インフラの整備を待たずに、自動運転を実現、市場に投入できる 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 搭載機器(カメラ、レーダー、センサ、演算装置等)に高い精度、性能が必要であり、高コストになる ■ 車両から死角となる位置等の情報は利用できないため、出会い頭や飛び出しによる事故発生の可能性は残る
協調型	<ul style="list-style-type: none"> ■ 利用可能な情報量が多く、より安全で効率的な自動運転が可能となる ■ 搭載機器の精度、性能を通信により補完することができるため、車両自体は低コスト化が可能になる 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 通信環境やインフラ整備状況次第では、自動運転が不可能になる ■ クラッキングを受けた場合、大規模な事件、テロにつながる可能性が高くなる ■ 車車間通信、路車間通信等に用いられる通信周波数は国ごとに異なっており、個別の対応が必要である

出所: デロイト トーマツ ファイナンシャルアドバイザー合同会社作成

III. 自動運転技術の開発動向

自動運転自動車では、通常の自動車に求められる基本機能(走る・曲がる・止まる)に加え、これまでドライバーが担っていた認知・判断・操作に関する機能と、それを実現するための技術が必要となる。ここでは、これらの機能と要素技術をそれぞれ確認し、その関係を整理することで、自動運転技術の実現に向けて、現時点で実現できていることと、これから取組まなければならないことを確認する。

1. 自動運転実現に必要な機能

自動運転を実現するために必要な機能は、大きく「認知・判断系機能」と「操作系機能」に分類できる。この2つに関し、具体的に必要な機能を(図表 5)に示す。

車間距離制御や車線維持支援、衝突被害軽減ブレーキ等の一部機能については、既に実用化され、市販車にも搭載されている。これらは先進運転支援システム(advanced driver assistance system: ADAS)と呼ばれ、事故の抑制や被害規模縮小等の効果を上げている。

(図表 5) 自動運転車に必要な機能

	機能名称	機能概要
認識・判断系機能	歩行者認識機能	歩行者の存在を認識し、十分な安全を確保する機能
	道路標識認識機能	道路標識を認識、理解したうえで、標識に従った運転を行う機能
	車両位置、道路状況認識機能	自車両の正確な位置および、道路交通状況を認識し、最適な経路の設定、変更を行う機能
	ドライバー状態検知	ドライバーの状態を検知し、必要であれば警告や安全な場所に移動したうえで停車する機能(自動化Level3において特に必要)
操作系機能	車間距離制御機能 (Adaptive Cruise Control : ACC)	前方を走行する車両との車間距離を一定に保つよう、アクセルおよびブレーキを制御する機能
	車線維持支援機能 (Lane Keep Assist : LKA)	必要に応じてステアリングを操作し、同一車線うでの走行を維持する機能 ACCと同時に用いられることが多い
	車線変更機能 (Automatic Lane Changing : ALC)	ドライバーの指示の下、周囲の自動車の状況を認識し、可能であれば車線の変更を行う機能
	衝突被害軽減ブレーキ機能 (Forward Collision Mitigation : FCM)	障害物を感知し、ブレーキ操作を行うことで衝突に備える機能
	右折左折機能	信号の状態、対向車、歩行者等の存在を認識したうえで、交差点を右折または左折する機能
	自動駐車機能	縦列または、直角の駐車可能なスペースがある場合に、自動でステアリング、アクセル、ブレーキを操作し、駐車を行う機能

出所:各自動車会社の HP、発表資料等よりデロイト トーマツ ファイナンシャルアドバイザー合同会社作成

2. 自動運転実現に必要な要素技術

自動運転実現に必要な技術は、大きく「認知するための技術」「判断するための技術」「操作するための技術」の 3 つに分かれる。この 3 つの技術を要素技術に細分化し、整理したものを(図表 6)に示す。

下線の箇所は、必要となる 12 の要素技術のうち、未だ開発が不十分であり、今後の自動車業界にて開発・獲得を望まれている技術である。

(図表 6) 自動運転を実現するために必要な要素技術



出所:情報通信審議会資料「交通事故死傷者ゼロに向けた自動運転・通信技術」等より、デロイト トーマツ ファイナンシャルアドバイザー合同会社作成

3. 自動運転技術の開発動向

自動運転自動車に求められる各機能に対して、どの要素技術が必要かを(図表 7)に示す。同資料によれば、「操作系機能」は、右折左折機能を除けば、現時点で自動車業界が保有する要素技術により実現可能と分かる。実際に、個別機能または複数の機能を組み合わせたシステム(ADAS) が市販車に搭載されていることからこれも確認できる。

一方で、「認知・判断系の機能」については、高精度地図・通信・情報セキュリティ・AI が必要となるため、現段階では技術の実現に至っていないことが理解できる。これらの機能を実現し、システムが主体となって状況を認知・理解した上で、操作量の決定や操作系機能の選択・切替を、十分な精度で実行可能とすることが、自動運転実現に向けた現状の課題である。

(図表 7) 自動運転実現のために必要な機能と要素技術の関係

		認知・判断系機能				操作系機能					自動運転	
		歩行者認識	道路標識認識	車両位置 道路状況 認識	ドライバー 状態検知	ACC	LKA	ALC	FCM	右折左折		自動駐車
認知技術	カメラ・レーダー・センサ	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●
	GNSS		●	●								●
	高精度地図		●	●								●
	通信+セキュリティ	▲	▲	●		▲		▲	▲	▲		●
判断技術	データ処理	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●
	制御ロジック					●	●	●	●	●	●	●
	AI	●	●	●	●					●		●
操作技術	エンジン/モーター					●				●	●	●
	ステアリング						●	●		●	●	●
	ブレーキ					●			●		●	●
	トランスミッション					●				●		●

●:機能実現に必要な要素技術 ▲:協調型における機能実現に必要な要素技術
 ●:機能実現に必要な要素技術だが、要素技術の不足により、十分な性能、精度が確保できていない箇所

IV. 自動車業界において予想される今後の動き

上述のとおり、自動運転技術を実現するためには、高精度地図・通信・情報セキュリティ・AIに関する技術を獲得し、認識・判断系の機能を確立する必要がある。一方で、日本政府が2020年東京オリンピック会場周辺での自動運転技術実用化を目標とするなど、業界における自動運転実用化に向けた動きは今後さらに加速するものと思われる。現状不足している全ての要素技術を補いつつ、過熱する開発競争を生き抜くには、自動車業界という枠を超えた協調が必要になるものと予想される。

下記(図表8)では、直近の自動運転技術開発に関する業界の動きをまとめている。前述のとおり、自動車および自動車部品メーカー各社が、自動車業界の枠を超えて異業種企業との提携や買収を進めている様子が窺える。

(図表8) 自動運転技術開発に関する最近の主な動き(提携・買収、再編、社長コメント等)

年/月	概要
2014年1月	ContinentalとHere(地図サービス)が地図データの共同開発を発表
2014年6月	NTTドコモとTesla MotorsがM2Mデータ通信に関し協業を発表
2014年12月	Mercedes-BenzとLG電子が、自動運转向けステレオカメラシステムを共同開発すると発表
2015年6月	DeNAとZMP(自動運転システム開発)が共同でロボットタクシー社を設立
2015年7月	BOSCHとTomTomが自動運转向けマップ作製技術に関して提携
2015年8月	BMW・Audi・Daimlerのドイツ自動車メーカー3社が共同でHereを買収
2015年12月	FordとGoogleが、自動運転車の開発・生産で、提携交渉を進めているとの報道
2015年12月	トヨタがPreferred Networks(AI開発ベンチャー)への出資を発表
2016年1月	Mobileyeがリリースした自律運转向けマッピング技術に関し、GM、VWとパートナーシップを締結
2016年1月	「GMとの提携範囲を人工知能等の自動運転関連技術にも拡大したい」(ホンダ 八郷社長のコメント)
2016年1月	トヨタがダイハツを完全子会社化すると発表 「自動運転など次世代技術が待ったなしの状態。自らの事業規模を超えるリソースが必要となるのは明らかだった」(ダイハツ 三井社長の会見コメント)
2016年2月	デンソーとNTTドコモが、ADASおよび自動運転技術開発で提携を発表
2016年2月	「われわれ自身で、(自動運転や情報通信分野の関連技術を)すべてまかなうことはできないのは明らかなので、これまで以上に他メーカー、他業種との協業は柔軟に取り組んでいく必要がある」(三菱自工 相川社長の決算会見でのコメント)
2016年3月	GMがクルーズ社(自動運转向けAIや地図を作製)を買収すると発表
2016年3月	フォードが自動運転技術やインターネットを使った新たなサービスの開発・投資を手がける子会社を設立したと発表

出所:各社ニュースリリース、Bloomberg、日本経済新聞朝刊等より、デロイト トーマツ ファイナンシャルアドバイザー合同会社作成

上記表を見ると、自動車業界の枠を超えた協業の動きには、以下の2つの特徴が見受けられる。

(1) 業界の枠を超えた協業は海外が先行

これまで異業種企業との業務提携を積極的に進めてきたのは主に海外メーカーであり、国内メーカーの動きはやや出遅れていたかのように見受けられる。

例えば、自動運転化に欠かせない地図技術の分野では、グローバルプレイヤーが大手 4 社 (Google・Apple・Here・TomTom) に限られることもあり、海外の自動車・自動車部品メーカー各社は、争奪戦ともいえる積極的な提携・買収の動きを見せている。典型的な例が Here のケースである。同社は、Continental が共同開発を発表 (2014 年 1 月) していたが、その後 BMW・Audi・Daimler が 3 社が共同で同社を買収 (2015 年 8 月) している。

一方、国内における地図技術の分野では、トヨタが「地図自動生成システム」を開発するなど、これまで自動車メーカーが個別開発で対応してきたが、足元では各社とも「地図は協調領域」との認識の下、関係省庁と地図メーカーとも協調して開発を進める動きが出てきており、今後、我が国においても業界の枠を超えた提携が増加すると思われる。

(2) 業務提携から資本提携へ

これまでは、開発を急ぐ姿勢から資本関係を伴わない業務提携が大部分を占めたが、今後は、技術の囲い込みや技術の優位性獲得を企図し、資本提携・買収・JV 化といった資本関係を伴う提携の動きが加速するものと考えている。

特に、自動車の特性や自動化レベルに応じた組み込みソフト等の設計・開発を進めて行く必要のある通信および情報セキュリティの分野については、自動車業界が主導し、それぞれの技術を強力なイニシアチブの元で融合させることが業界にとって有用と考える。

また、前述の地図や AI など、自動運転システムに要求される性能や規格がまだ明確化されていない技術については、市場が向かう方向を慎重に見極めつつ、要求性能の明確化・規格の策定を業界全体で取り組む必要があり、その流れの中で異業種間の再編が発生する可能性があると考えている。

参考: (図表 9) 国内・海外別および資本関係別にみる再編の動き

	国内メーカー	海外メーカー
資本関係無し (業務提携等)	<ul style="list-style-type: none"> ◆ デンソーとNTTドコモが、ADASおよび自動運転技術開発で提携を発表 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ ContinentalとHere(地図サービス)が地図データの共同開発を発表 ◆ Mercedes-BenzとLG電子が、自動運転向けステレオカメラシステムを共同開発すると発表 ◆ BOSCHとTomTomが自動運転向けマップ作製技術に関して提携 ◆ FordとGoogleが、自動運転車の開発・生産で、提携交渉を進めるとの報道 ◆ Mobileyeがリリースした自律運転向けマッピング技術に関し、GM、VWとパートナーシップを締結
	<ul style="list-style-type: none"> ◆ NTTドコモとTesla MotorsがM2Mデータ通信に関し協業を発表 	
資本関係有り (資本提携・買収・JV化)	<ul style="list-style-type: none"> ◆ DeNAとZMPが共同でロボットタクシー社を設立 ◆ トヨタがPreferred Networks(AI開発ベンチャー)への出資を発表 ◆ トヨタがダイハツを完全子会社化すると発表 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ BMW・Audi・Daimlerのドイツ自動車メーカー3社が共同でHereを買収 ◆ GMがクルーズ社(自動運転向けAIや地図を作製)を買収すると発表

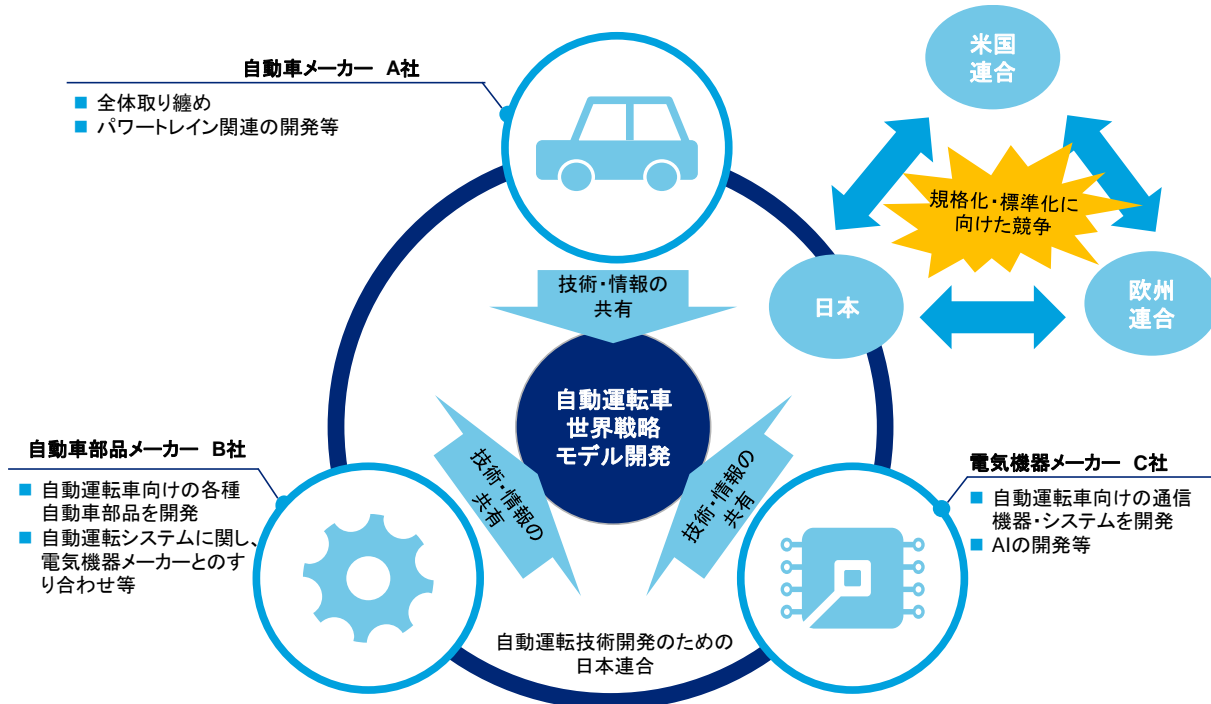
V. おわりに

ここまで確認してきたとおり、自動運転技術は、広範な領域を開発・獲得したうえで、自動運転の実現という目的のために1つのシステムとして組上げる必要がある。このため、自動運転の実現に向けては、グローバル大手の自動車・自動車部品メーカーにとっても相応の資金的・期間的な負担が求められるものと推察される。

さらに今後は、協調型自動運転実現に向けて V2V¹・V2X²に関するインフラ整備や国際規格の制定に向けた動きが生じる可能性も高く、負担の分散と規格化を有利に進めることを目的として、電機・IT系企業との提携・買収と、自動車業界の再編が同時に進むと予想される。

かかる状況下、日本の自動車および自動車部品メーカーが、新規参入も含めた競争に対し、優位性を維持・強化して行くためには、自動車業界という枠を超えた協調体制を構築し、確たる戦略と、それを実現するための明確な計画を策定した上で、スピード感を持ってこれを実行して行くことが肝要であると考えている(図表 10)。

(図表 10) 自動運転実現に向けた国内異業種提携イメージ



出所: デロイト トーマツ ファイナンシャルアドバイザー合同会社作成

本文中の意見や見解に関わる部分は私見であることをお断りする。

¹ V2V: Vehicle to Vehicle の略、自動車と自動車の相互通信(車車間通信)。

² V2X: Vehicle to X の略、自動車と道路・信号・歩行者等の相互通信。V2V を含む場合もある。

デロイト トーマツ グループは日本におけるデロイト トウシュ トーマツ リミテッド(英国の法令に基づく保証有限責任会社)のメンバーファームおよびそのグループ法人(有限責任監査法人 トーマツ、デロイト トーマツ コンサルティング合同会社、デロイト トーマツ ファイナンシャルアドバイザー合同会社、デロイト トーマツ 税理士法人および DT 弁護士法人を含む)の総称です。デロイト トーマツ グループは日本で最大級のビジネスプロフェッショナルグループのひとつであり、各法人がそれぞれの適用法令に従い、監査、税務、法務、コンサルティング、ファイナンシャルアドバイザー等を提供しています。また、国内約 40 都市に約 8,700 名の専門家(公認会計士、税理士、弁護士、コンサルタントなど)を擁し、多国籍企業や主要な日本企業をクライアントとしています。詳細はデロイト トーマツ グループ Web サイト(www.deloitte.com/jp)をご覧ください。

Deloitte(デロイト)は、監査、コンサルティング、ファイナンシャルアドバイザーサービス、リスクマネジメント、税務およびこれらに関連するサービスを、さまざまな業種にわたる上場・非上場のクライアントに提供しています。全世界 150 を超える国・地域のメンバーファームのネットワークを通じ、デロイトは、高度に複合化されたビジネスに取り組むクライアントに向けて、深い洞察に基づき、世界最高水準の陣容をもって高品質なサービスを Fortune Global 500® の 8 割の企業に提供しています。“Making an impact that matters”を自らの使命とするデロイトの約 225,000 名の専門家については、[Facebook](#)、[LinkedIn](#)、[Twitter](#) もご覧ください。

Deloitte(デロイト)とは、英国の法令に基づく保証有限責任会社であるデロイト トウシュ トーマツ リミテッド(“DTTL”)ならびにそのネットワーク組織を構成するメンバーファームおよびその関係会社のひとつまたは複数指します。DTTL および各メンバーファームはそれぞれ法的に独立した別個の組織体です。DTTL(または“Deloitte Global”)はクライアントへのサービス提供を行いません。DTTL およびそのメンバーファームについての詳細は www.deloitte.com/jp/about をご覧ください。

本資料は皆様への情報提供として一般的な情報を掲載するのみであり、その性質上、特定の個人や事業体に具体的に適用される個別の事情に対応するものではありません。また、本資料の作成または発行後に、関連する制度その他の適用の前提となる状況について、変動を生じる可能性もあります。個別の事案に適用するためには、当該時点で有効とされる内容により結論等を異にする可能性があることをご留意いただき、本資料の記載のみに依拠して意思決定・行動をされることなく、適用に関する具体的事案をもとに適切な専門家にご相談ください。