

# はじめに

近年、インターネットやスマートフォンの普及が急速に進むとともに、IoT、ロボット、人工知能、ビッグデータといった新技術の進展により、デジタル革新が急速に進み社会の前提が大きく変わろうとしています。

それは、小型化・高性能化した計測機器で精密で膨大なデータを収集し、サイバー空間上でこの膨大な情報（ビッグデータ）を人工知能が解析し、識別、予測、実行するなど判断の高度化・最適化を図り、自動制御のためのルールを推測し、サービスとして人間に様々な形でフィードバックするというサイバー・フィジカルシステムによる高度な社会、データ駆動型超スマート社会「Society5.0」の実現です。

これらのデータ駆動型超スマート社会を維持・発展させるには、人工知能やデータ分析に一定の知識をもった人材の育成が不可欠であり、既に小・中・高等学校では、プログラミング教育やデータ活用領域の充実を図り、人口知能技術を支える理数・データサイエンスの基礎と、人工知能がデータから知識を獲得するアルゴリズムを理解する素地を育成する取組が始まっています。

専修学校においても、これらのイノベーションを踏まえ、従来の専門分野の知識・技術に加え、データ駆動型超スマート社会に対応し、新しい技術を使いこなせる人材を育成する教育を確立しなければなりません。

本教育プログラムは、「人工知能や IoT に関する基礎的な知識を身につけ、その上に職種独自のイノベーションの現状と仕組みを学べば、データ駆動型超スマート社会を維持・発展させる人材が育成できる」との仮説のもと、建設エンジニアと自動車エンジニアに焦点づけて、カリキュラム開発とテキスト作成に取り組むものです。

2018 年度は、初年度で、試行錯誤しながらの取組ですが、企業、業界、行政、学校と産官学連携のもと、2 年目の実証の基となるプログラム素案を作成することができました。関係者の皆様には、ご一読いただき、ご批評をいただければ幸いに存じます。

最後になりましたが、ご尽力賜りました委員の皆様、調査協力いただきました企業の関係者の皆様に心よりお礼を申し上げますとともに、引き続きのご支援をお願い申し上げます。

2019 年 3 月

学校法人誠和学院 日本工科大学校

## 【成果物目次】

『Society 5.0 社会を支えるエンジニア育成教育プログラム開発事業』

### — ITS概論(初級編) —

第1回 「ITSの基本概念」 .....	7
第2回 「自動運転の基本」 .....	21
第3回 「ITSと自動走行システム」・「次世代ITSとAI技術」 .....	37
第4回 「実習車両による機能確認」(実習編) .....	55

### — 自動運転探究(上級編) —

第1回 「自動運転の仕組みとAI技術」 .....	75
第2回 「自動運転の仕組みと整備技術」 .....	103
第3回 「自動運転システムと自動車整備士の役割」・ 「走行支援システムの機能限界と取り扱い」 .....	117

# I T S 概論（初級編）



系	自動車系	シラバス（概要）
科	自動車整備等	人工知能やロボット等の科学技術の急速な進歩は、サイバー空間と物理的空間とが調和した「Society5.0」社会の実現を可能にしつつあり、経済発展と社会的課題の解決が期待されている。
年度	平成30年度	例えば、車両の高知能化やコネクテッド化により、交通事故件数の減少や渋滞を制御することができる。また建築現場では、ICT技術の全面的活用により、危険リスクが高い仕事を遠隔操作ロボットが行い、事故を減らしたり、UAVによる3次元測量により作業の高効率化を図るなど生産システム革命が既に始まっている。しかし、自動車整備士や建設技術者を養成する専修学校等のカリキュラムは、これらの科学技術の進歩に追いついてないのが現状であり、このままでは、「Society5.0」社会を支えるエンジニアの人材不足や専門性の欠如が大きな問題となる状況が確実に生じ、経済活動にも大きな影響を及ぼすことが予想される。
学年		専門的職業人を育成する使命がある専修学校においては、これらイノベーションの状況を踏まえ、現在の自動車整備士や建設技術者の専門教育の中に科学技術の進歩に対応する教育プログラムを付加し、「Society5.0」社会の実現を支えるエンジニアの育成に早急に取り組まなければならない。
期		目標とスキル
教科名	自動車工学	①AIや高度道路交通システムに関する基礎知識を備え、自動運転車の整備ができる自動車エンジニア
科目名	ITS概論	。
単位		評価方法
履修時間	4コマ+履修判定	筆記試験100点満点 合格点60点以上
回数	4回+履修判定	
選択		
省庁分類		
授業形態	講義・実習	
作成者	プロジェクト実施委員会	
教科書	オリジナルテキスト	

コマシラバス				
100分/コマ	コマのテーマ	項目	内容	教材・教具
1 (1コマ)	ITSの基本概念	1. シラバスとの関係	ITSの基本概念とITSを活用した安全運転支援技術の基本を学ぶ	オリジナル ・テキスト (初級編)
		2. コマ主題	ITSの進化と基本概念理解及び安全運転支援技術	
		3. コマ主題細目	①ファーストステージからセカンドステージへ ②ナビゲーションシステムの高度化 ③安全運転の支援（協調型ITS） ④安全運転の支援（ETC2.0、DSSS）	
		4. コマ主題細目深度	①ITS実用化促進から普及への道のりを理解し、今後の課題や取り組みを理解する。 ②ITSによる様々なサービスの中で、ナビゲーションの高度化による、通信型ナビゲーションの仕組みを理解する。 ③ITSを活用した安全運転支援（協調型ITS）を中心に通信によるITSの基本技術・機能を理解する。 ④ETC2.0、DSSS、ITS Connect等、の安全運転を支援するための基本技術・機能を理解する。	
		5. 次コマとの関係	ITSの安全運転支援の概念と技術を学んだあと、自動運転の意義や自動運転レベル、実用化に向けての現状を通して、自動運転の今後を学ぶ。	
2 (1コマ)	自動運転の基本	1. シラバスとの関係	自動運転とは何なのか？また自動運転が実現したら社会にどう影響を及ぼすのかを中心に、自動運転の現状を理解し、今後開発される自動運転について学ぶ。	オリジナル ・テキスト (初級編)
		2. コマ主題	自動運転の基本を学ぶ	
		3. コマ主題細目	①自動運転の意義（自動運転のレベルとは） ②自動運転のもたらす影響（交通事故への影響） ③自動運転の実用化レベルは（自動車メーカーの開発は） ④自動運転を目指す2つの流れ（運転支援か自律走行か）	
		4. コマ主題細目深度	①自動運転とは何なのか？、自動運転のレベルとは？、自動運転の効果について理解する。 ②自動運転がもたらす影響について、モビリティ社会への影響や交通事故への影響、産業構造の変化や高齢化社会への影響などのについて理解する。 ③自動運転が実用化されている現状、自動車メーカーが開発している技術、普及状況などについて理解する。 ④今後自動運転社会を目指す2つの流れについて、モビリティ企業やIT企業、運転支援か自律走行かを具体的な事例を参考に理解する。	
		5. 次コマとの関係	自動運転の概要を理解した後、自動走行システムの種類や内容、今後必要とされる環境整備について理解する。	

コマシラバス				
100分/コマ	コマのテーマ	項目	内容	教材・教具
3 (1コマ)	ITSと自動走行システム 次世代ITSとAI技術	1. シラバスとの関係	自動運転技術の協調型の重要性を理解し、先進運転支援システムについて理解する。	オリジナル ・テキスト (初級編)
		2. コマ主題	協調型自動運転支援システムの理解	
		3. コマ主題細目	①自動走行技術の概要 ②ACC技術とCAACC技術 ③自動走行に向けた環境整備 ④次世代ITS技術とAI技術	
		4. コマ主題細目深度	①自律型自動運転と協調型運転との違いについて理解する。 ②車間自動制御システムと協調型自動制御システムからADAS（高度運転支援システム）またCAACCを利用した隊列走行システムについて理解する。 ③自動運転レベル3以上の自動運転車両の安全性及びこれから必要になる自動運転に係る周辺の環境整備について理解する。 ④次世代ITS技術を活用したインフラ技術や情報セキュリティ、ICTを活用した新しい技術などについて理解する。	
		5. 次コマとの関係	先進安全運転システムに基本を学んだ後、実習車両にて、カメラ、センサーの位置確認から機能確認までを理解する。	
4 (1コマ)	実習車両による機能確認	1. シラバスとの関係	先進安全技術が搭載された実習車両を使用して、センサー、カメラの機能、取り扱い方法などを確認する。	オリジナル ・テキスト (初級編)  日産自動車 (プロパイロット)、 トヨタ自動車 (セーフティ・センス) 技術解説書
		2. コマ主題	センサー、カメラの機能確認	
		3. コマ主題細目	①日産自動車の先進安全システムの機能確認 ②トヨタ自動車の先進安全システムの機能確認	
		4. コマ主題細目深度	①日産自動車の先進安全システムの機能の確認とシステムの構成、センサー、カメラ等の配置や役割及び制御などを実習車両を使って確認する。 ②トヨタ自動車の先進安全システムの機能の確認とシステムの構成、センサー、カメラ等の配置や役割及び制御などを実習車両を使って確認する。	
		5. 次コマとの関係	履修判定試験	
5 (50分)	履修判定試験 アンケート記入	1. シラバスとの関係		
		2. コマ主題		
		3. コマ主題細目	履修判定試験	
		4. コマ主題細目深度		
		5. 次コマとの関係		

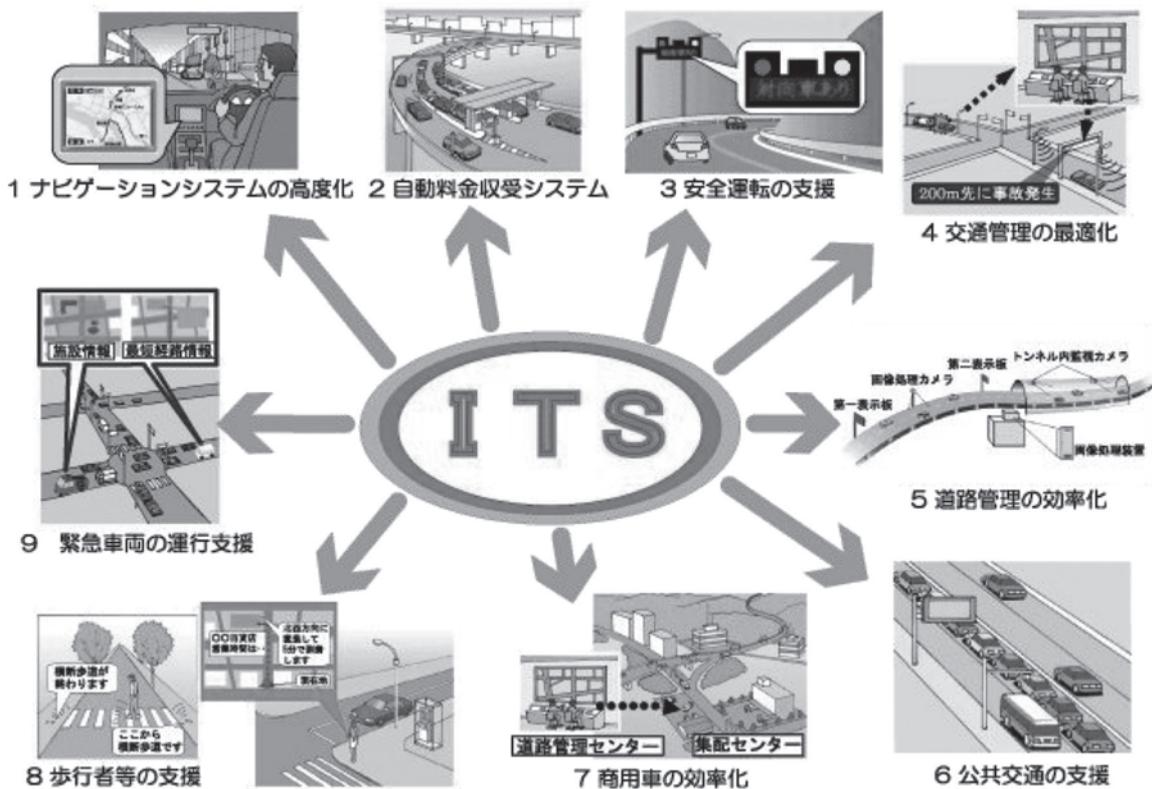


実証実験授業講座名：自動車エンジニア用カリキュラム

## — ITS 概論(初級編) —

(1,2/4コマ目)

### 1 『ITSの基本概念』 2 『自動運転の基本』



## ●シラバス

人工知能やロボット等の科学技術の急速な進歩は、サイバー空間と物理的空間とが調和した「Society5.0」社会の実現を可能にしつつあり、経済発展と社会的課題の解決が期待されている。

例えば、車両の高知能化やコネクテッド化により、交通事故件数の減少や渋滞を制御することができる。また建築現場では、I C T技術の全面的活用により、危険リスクが高い仕事を遠隔操作ロボットが行い、事故を減らしたり、U A Vによる3次元測量により作業の高効率化を図るなど生産システム革命が既に始まっている。しかし、自動車整備士や建設技術者を養成する専修学校等のカリキュラムは、これらの科学技術の進歩に追いついてないのが現状であり、このままでは、「Society5.0」社会を支えるエンジニアの人材不足や専門性の欠如が大きな問題となる状況が確実に生じ、経済活動にも大きな影響を及ぼすことが予想される。

専門的職業人を育成する使命がある専修学校においては、これらイノベーションの状況を踏まえ、現在の自動車整備士や建設技術者の専門教育の中に科学技術の進歩に対応する教育プログラムを付加し、「Society5.0」社会の実現を支えるエンジニアの育成に早急に取り組まなければならない。

●授業項目	●キーポイント	●ページ数
1 I T Sの役割	高度道路交通システム	
2 日本のI T Sの過程	過程	
3 I T S開発・展開計画9分野	ナビゲーションの高度化～緊急車両の運行支援	
4 基本概念	3つの柱	
5 セカンドステージへ	普及と社会還元	
6 I T Sを活用した安全運転支援	協調型 I T S、E T C2.0	
"	D S S S 、 I T S Connect	
7 自動運転の基本	自動運転の意義、自動運転とは	
"	自動運転がもたらす影響	
"	自動運転のレベルと実用化の現状	
"	自動車メーカーが開発・実用化している技術	
8 自動運転を目指す2つの流れ	安全運転支援	
	自立走行	

## ●授業コメント

●資格関連度	二級級自動車整備士
--------	-----------

# I ITSの基本概念

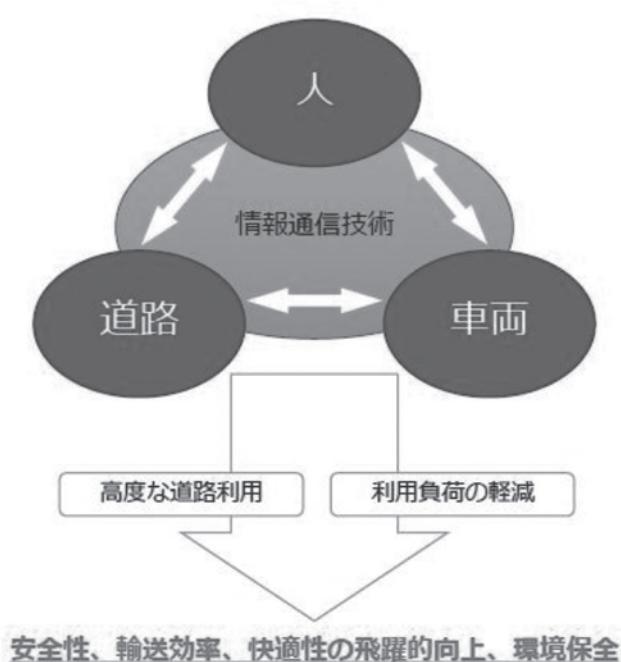
## 1 ITSの役割

### ■ ITS (Intelligent Transport Systems) 高度道路交通システム

人と道路と自動車の間で情報の受発信を行い、道路交通が抱える事故や渋滞、環境対策など様々な課題を解決するためのシステムとして考えられました。

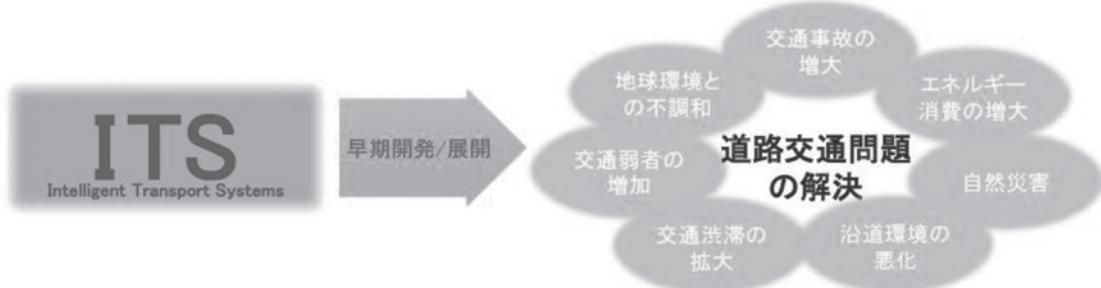
常に最先端の情報通信や制御技術を活用して、道路交通の最適化を図ると同時に、事故や渋滞の解消、省エネや環境との共存を図っていくものです。

関連技術は多岐にわたり、社会システムを大きく変えるプロジェクトとして、新しい産業や市場を作り出す可能性を秘めています。



ITSは、交通事故の増大、交通渋滞の拡大、沿道環境の悪化、地球環境との不調和、エネルギー消費の増大といった深刻な道路交通問題解決の切り札として期待されるものであることから、可能な限り早期に開発・展開を行っていく必要があり、産官学のITS関係者が共通の努力目標の下で、積極的に取り組みを行っていくことが重要です。

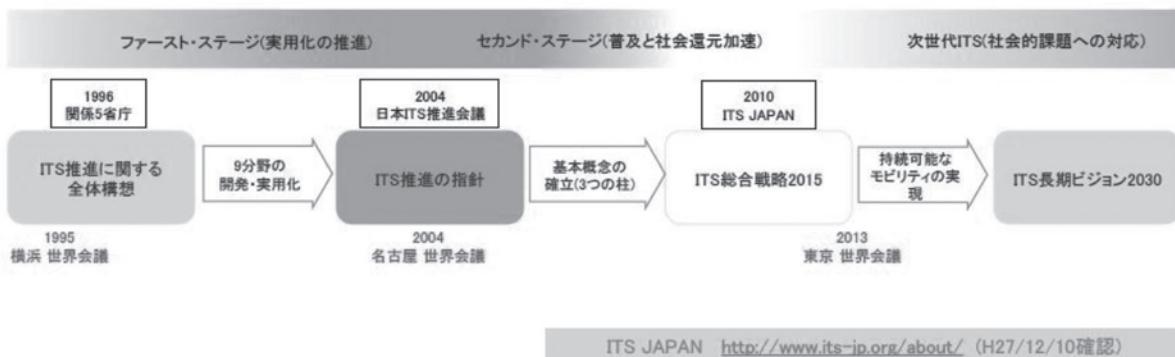
このため、9つの開発分野ごとにシステムの実用化実績や研究開発等の進捗状況、さらには、海外での類似システムの開発状況等を勘案し、システムの実用化時期等に関する開発・展開目標を設定しています。



## 2 日本のITSの過程

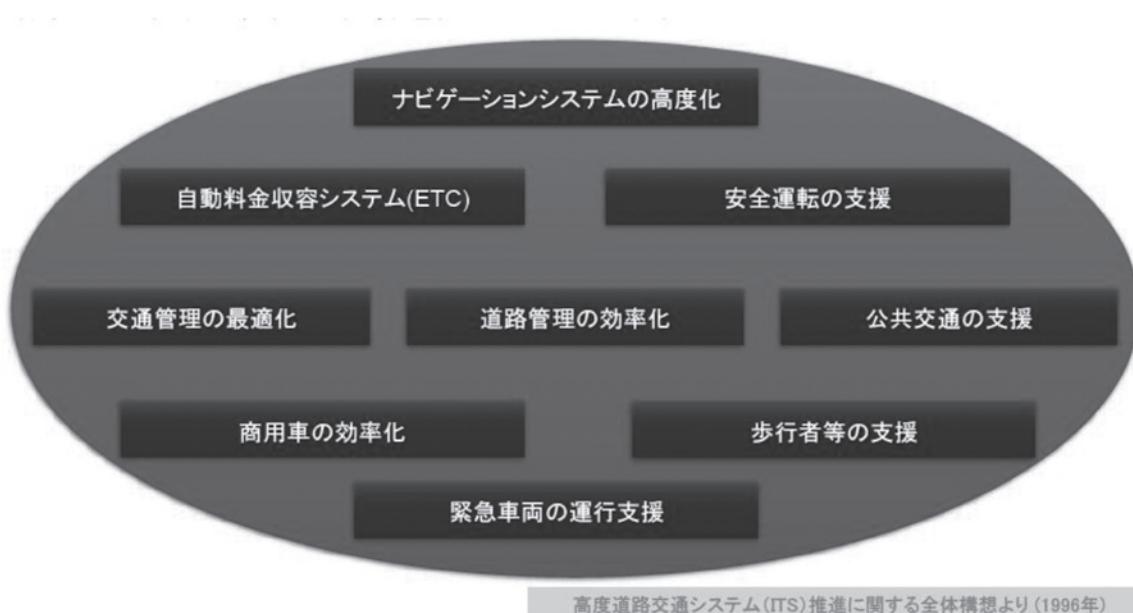
日本のITS分野の研究開発は、1970年代の初めから始まりました。当初はITSといった用語もありませんでしたが、1995年横浜の第2回世界会議を機に、日本人の研究者からITSという用語が提唱され、世界共通の用語として定着しました。

1996年7月に策定された「ITS推進に関する全体構想」により、関係省庁の動きが一本化されました。これ以降をITS推進のファーストステージとして、開発9分野を設定し、開発・実用化・普及のロードマップが策定され、産官学民協力のもと国家プロジェクトとして推進されるようになりました。



## 3 ITS開発・展開計画9分野

ITSの開発・展開計画としては、9つの開発分野ごとに開発・展開の必要性を整理した上で、各開発分野の利用者サービスに対応したITSとしてのシステムの概要及び開発・展開の目標を提示しています。



## 1. ナビゲーションシステムの高度化

### ■ 課題

交通渋滞による経済損失、時間損失

### ■ サービス

交通関連情報、目的地情報の提供

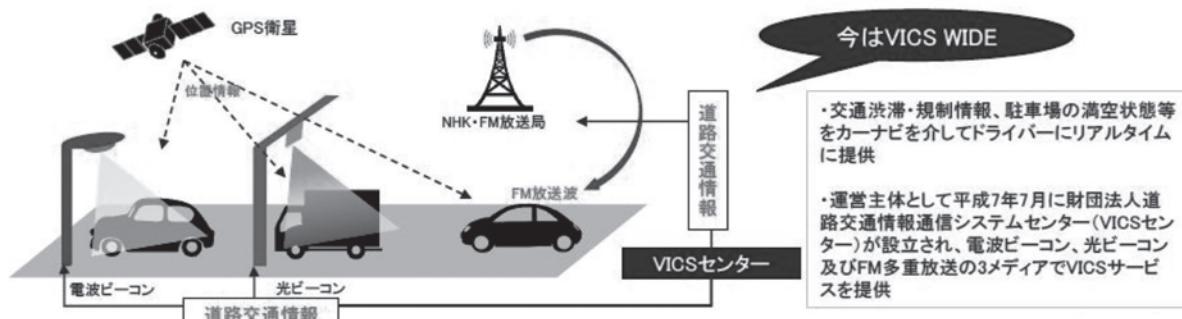


### ■ サービス概要

各径路の渋滞情報、所要時間、交通規制情報、駐車場の満空情報等をオンデマンド等に対応したナビゲーションシステムや情報提供装置により提供する。

車載機等への「交通関連情報の提供」を順次全国へ展開する。

VICSシステム (Vehicle Information and Communication System: 道路交通情報通信システム)



## 2. 自動料金収容システム

### ■ 課題

料金所での渋滞発生、管理コストの負担



### ■ サービス

自動料金収容

### ■ サービス概要

有料道路の料金所の渋滞解消及びキャッシュレス化によるドライバーの利便性向上、管理コストの低減等を図るため、有料道路等の料金所で一旦停止することなく自動的に料金の支払いを可能とする。

ETC (Electronic Toll Collection System: 電子料金収容システム)



### 3. 安全運転の支援

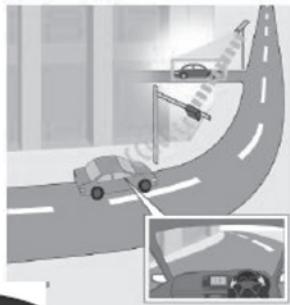
#### ■ 課題

交通事故による死亡者数の増加  
高齢化社会における事故の防止

#### ■ サービス

走行環境情報の提供  
危険警告  
運転補助  
自動運転  
車車間・路車間通信

1~5にレベル分け



DSSS  
(Driving Safety Support Systems  
安全運転支援システム)

ドライバーの認知・判断の遅れや誤り  
による交通事故を未然に防止すること  
を目的とするシステム

#### ■ サービス概要

道路及び車両の各種センサにより道路や周辺車両の状況等の走行環境を把握し、車載器、道路情報提供装置により、リアルタイムで運転中の各ドライバーに走行環境情報の提供、危険警告を行う。

車両に自動制御機能を付加することにより、自車両及び周辺車両の位置や挙動、障害物を考慮して危険な場合には自動的にブレーキ操作等の速度制御、ハンドル制御などの運転補助を行い、ドライバーの運転操作を支援。

運転補助機能を発展させ、周辺の走行環境を把握し、自動的にブレーキ、アクセル操作等の速度制御、ハンドル制御を行うことにより自動運転を実現。

### 4. 交通管理の最適化

#### ■ 課題

交通渋滞による経済損失、時間損失、沿道環境悪化、地球環境との不調和  
エネルギー消費の問題

#### ■ サービス

交通流の最適化  
交通事故時の交通規制情報の提供

#### ■ サービス概要

渋滞や環境悪化が著しい地域のみならず、道路ネットワーク全体として最適な信号制御を行う。

車載器や情報提供装置によりドライバーの経路誘導を行う。

交通事故による二次災害を防止するため、交通事故の発生を素早く検出し、それに係る交通規制を実施する。また、交通規制情報を車載器、情報提供装置等により、ドライバーに提供する。

**MODERATO**(Management by Origin-DEstination Related Adaptation for Traffic Optimization)

交差点への流入交通量と信号待ち行列長から計算される負荷率という量に基づいて、信号青時間を決定する。信号待ち行列長を考慮しているので、渋滞が発生している交差点流入路により多くの青時間を割り当てることができる。

## 5. 道路管理の効率化

### ■ 課題

道路の維持・補修など道路に関するコストの増加  
特殊車両の許可手続きの迅速化、通行許可の適正

### ■ サービス

維持管理業務の効率化  
特殊車両等の管理  
通行規制情報の提供



写真:NEXT西日本

### ■ サービス概要

路面状況や作業用車両の位置等を的確に把握し、最適な作業時期の判断・作業配置の策定車両への指示を行う。

災害時に道路施設や周辺の被災状況を把握し、道路復旧用車両の効率的配置等、迅速かつ的確な復旧体制の構築を行うなどの道路管理を行う。

特殊車両の通行許可申請及び事務処理の電子化、通行許可経路のデータベース化及び許可車両の実際の通行経路の把握、車重計等による通過車両の積載量等の自動的な把握。

雨、雪、霧、風等の状況やこれによる通行規制に関する情報を車載器、情報提供装置等でドライバーに提供する。

## 6. 公共交通の支援

### ■ 課題

バス等公共交通の定時制の損失による総輸送人員の低下

### ■ サービス

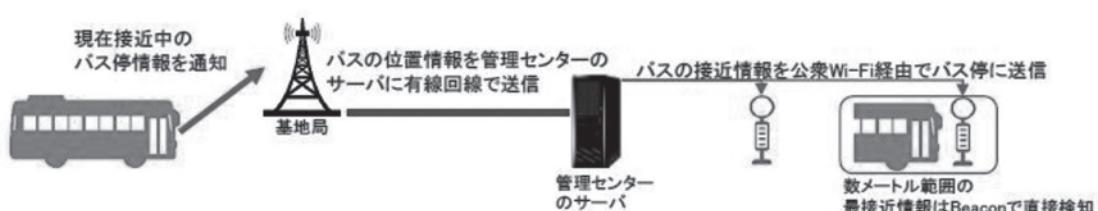
公共交通利用情報の提供  
公共交通の運行・運行管理支援

### ■ サービス概要

公共交通機関の運行状況、混雑状況、運賃、料金、駐車場等の情報を家庭やオフィスの端末、あるいは移動中の車載器、携帯端末機、道路やターミナル、バス停、高速道路のサービスエリア等に設置された情報提供装置等に提供する。

運行状況をリアルタイムに収集し、必要に応じて優先通行を実施するとともに、公共交通事業者に基礎データとして提供する。

### バス到着案内システム(京都市営バス事例)



## 7. 商用車の効率化

### ■ 課題

物流サービスの多様化と渋滞発生等による積載効率の低下  
物流事業におけるコストの増大、ドライバーの高齢化

### ■ サービス

商用車の運行管理支援  
商用車の連続自動運転

### ■ サービス概要

トラック、観光バス等の運行状況等をリアルタイムに収集し、輸送事業者等に基礎データとして提供する。

高度化・自動化・システム化された物流センターの整備、共同配送・帰り荷情報等の提供等による物流の効率化。

自動走行機能を持つ複数の商用車等が適切な車間距離を保ちながら、連続走行を行う。



## 8. 歩行者等の支援

### ■ 課題

歩行者・自転車交通事故死者の半数である65歳以上の高齢者への支援

### ■ サービス

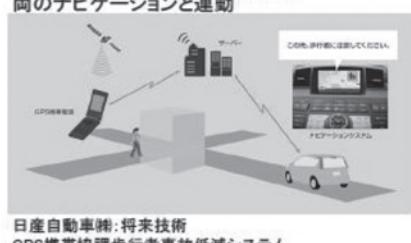
経路案内  
危険防止

### ■ サービス概要

携帯端末機や磁気、音声等を用いた施設案内や誘導による支援  
携帯端末機等による歩行者用信号の青時間の延長等の支援  
前方歩行者を検知し、ドライバーへの警告や自動的なブレーキ操作による危険防止

#### 歩行者検知システム：運転者から見えにくい場所にいる歩行者の検知

GPS携帯電話で歩行者の存在を検知し、車両のナビゲーションと連動



カメラセンサーで信号交差点や横断歩道での歩行者を検知



## 9. 緊急車両の運行支援

### ■ 課題

災害等による道路遮断等のような緊急時の対応

### ■ サービス

緊急時自動通報

緊急車両経路誘導・救援活動支援

### ■ サービス概要

車両等自ら自動的に緊急メッセージを関係機関へ通報し、災害、事故などの認知と地点等の特定までに要する時間を短縮する。

道路状況、被災状況等をリアルタイムに収集し、関係機関への伝達、復旧用車両等の現場への誘導等を迅速に行う。

### 緊急通報システム/メーデーシステム(Mayday system)



## 4 基本概念 3つの柱

### ■ ファーストステージからセカンドステージへ

ファーストステージの実用化、普及に残された課題に対して、関係者がこれまでの成果を評価しセカンドステージの取り組みの方向性として「安全・安心」「環境・効率」「快適・利便」を基本概念とする「ITS推進の指針」が取りまとめられました。この指針が、2006年1月の「IT新改革戦略」に反映され、ITSは安全・環境・利便達成に貢献する技術として位置づけられ、「世界一安全な道路交通社会」を目指すインフラ協調安全運転支援の実用化プロジェクトが官民連携のもと進められています。



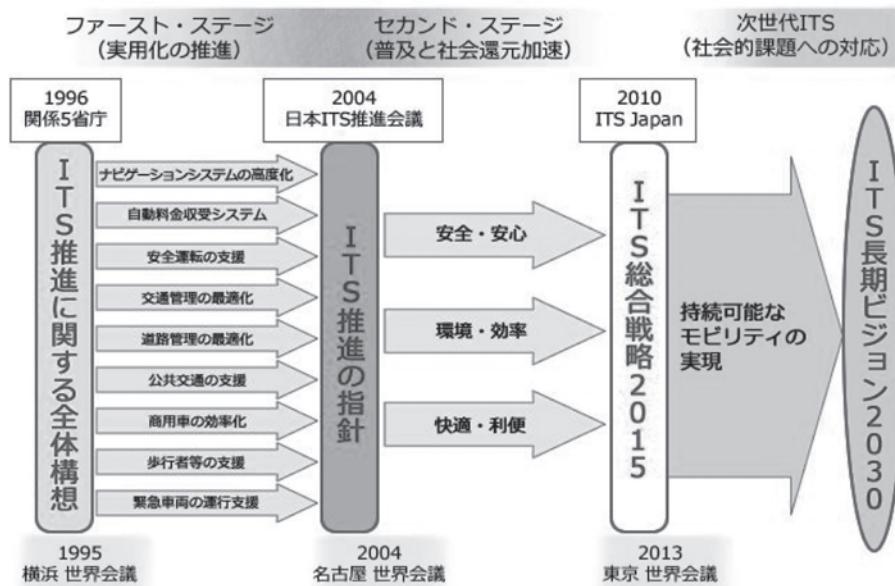
9つの分野を「安全・安心」「環境・効率」「快適・利便」の3つの柱を指針として開発・展開を行っています。



### ■セカンドステージ(普及と社会還元加速)

前項目のような産官学の継続的な取り組みの結果、VICSやETCは、急速に普及が進み、今では自動車の装備として、一般的になりました。それらのインフラや車載器をプラットフォームとして新たな取り組みも始まっています。最適なルート走行や料金所のスムーズな通行といった利用者の利便性だけでなく、渋滞の解消、交通事故削減、環境負荷軽減といった社会的効果も実現しています。

また、ビジネス面においては、カーナビやETCなど、快適・利便を中心とした車載機器の年間数千億円規模の市場が形成され、情報通信・電子決済・電子制御などが交通分野での活用が定着したことにより、テレマティクスサービスや自動車の予防安全機能など新サービスや新技術に対する市民の受容性が高まっており、市場の一層の成長が期待されます。

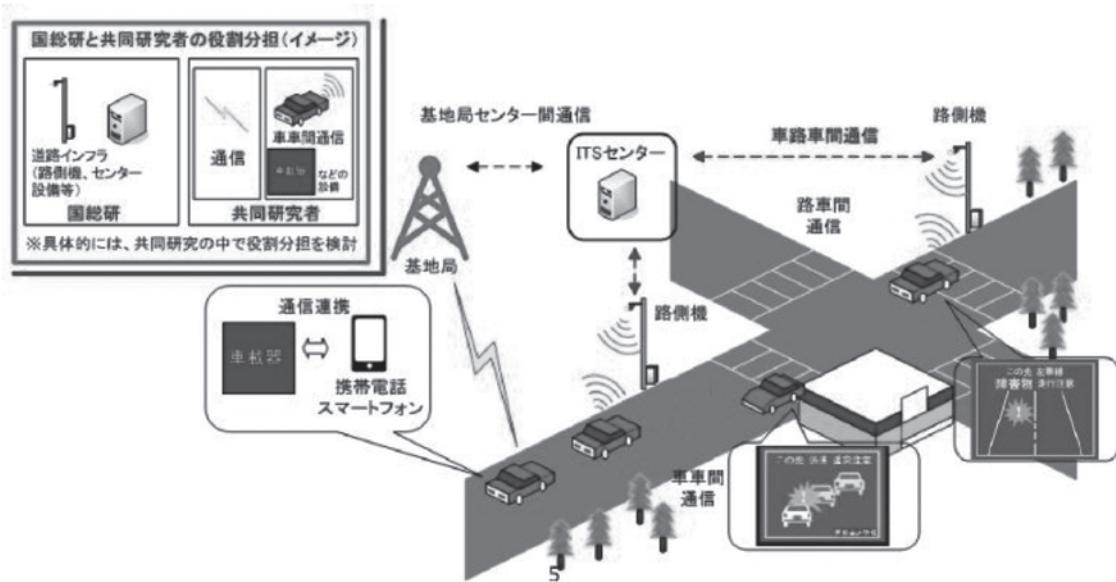


出典:ITS-TEA(一般財団法人 ITSサービス高度化機構)

## 5 ITSを活用した安全運転支援

## ■協調型ITS

「協調型ITS」とは、クルマのセンサーでは捉えきれない情報を、インフラとクルマ、クルマとクルマの双方向通信により、ドライバーに知らせることで安全運転を支援し、事故の防止につなげるシステムです。

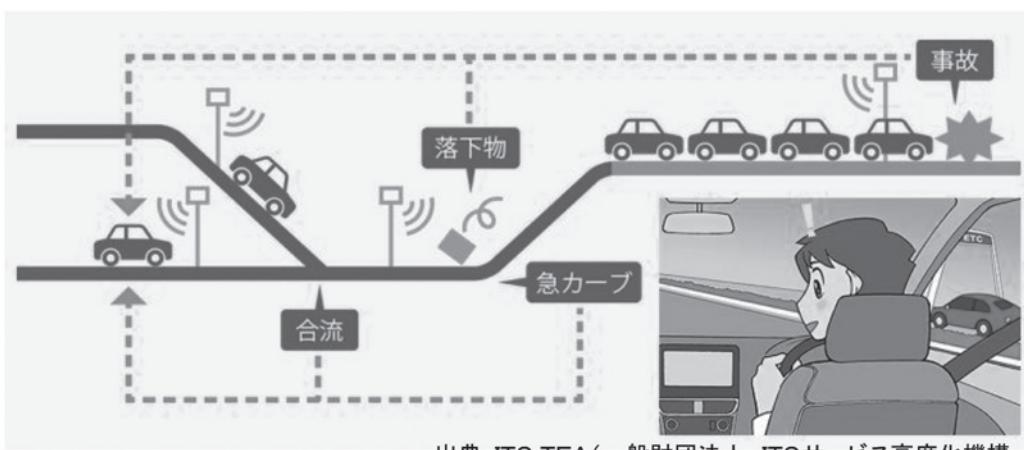


協調ITS(Cooperative ITS)は、路車間通信、車車間通信(車－インフラ－車間通信を含む)、通信方式やデータ形式などの整合を図り、両システムが連携、補完することで、様々なITSサービスアプリケーションを実現するものです。欧米では、政府方針の下、協調ITSに関する実証実験が活発に行われ、国際的に標準化が急速に進行しており、ITS技術の国際展開においても協調システムの開発は重要な役割を果たしています。

また、政府目標の「交通事故死者数の人口比世界最小(2,500人以下)」、「交通渋滞の大幅な削減」の実現や、従来的な個別システムでは実現できていないサービスの実現を目的として協調ITSの研究開発が始まっています。

■ ETC 2.0

ETC2.0は、道路側のアンテナであるITSスポットとクルマの双方向通信により、渋滞回避支援や安全運転支援、自動料金収受(ETC)を提供するサービスです。



## ①確実情報で安全運転支援

高速道路を走行中、予想していなかった車線合流や急カーブ、さらには落下物や車両事故に遭遇する場合があります。高速道路ではこのようなことが大きな事故につながることも少なくありません。ETC2.0では、走行中のリスクにつながる様々な情報をいち早くドライバーに伝えることで、運転中のヒヤリを大幅に減らします。情報伝達の確実性も高く、道路の路側情報板による情報提供では50%のドライバーしか危険を認知できないのに対して、ETC2.0の車載器は80%以上の方が危険を認知して、的確な回避行動を取ることができます。



出典:ITS-TEA(一般財団法人 ITSサービス高度化機構)

(A) カーブの先などで渋滞がある場合に、画像と音声で情報提供します。

(B) これから向かう先の雪や霧などの天候情報やトンネル内の渋滞状況も、静止画像でわかりやすくお知らせします。冬季の路面状況、降雪状況などの画像情報もチェーン着脱場の手前で提供されるので、事前のチェーン装着やルート変更の判断がしやすくなります。

(C) 監視カメラやパトロール、一般の方々からの通報で収集された障害物情報を、その障害物の手前のITSスポットから提供します。

## ②事故多発地点での注意喚起

カーブ先やトンネル出口など、見通しが悪い地点では、渋滞末尾への追突といった事故が多発します。このような場所ではETC2.0と連動したカーナビが事前に注意を喚起することで、事故の発生を防ぎます。例えば、首都高速道路における交通事故のワーストワンだった参宮橋カーブでは、カーブ先の渋滞情報の提供によって、交通事故を6割も減らすことができました。



出典:ITS-TEA(一般財団法人 ITSサービス高度化機構)

### ③災害時の安全な避難を支援

ETC2.0では、災害発生と同時に災害発生状況とあわせて緊急の規制情報や走行可能ルート、避難地情報など様々な支援情報を提供します。



出典:ITS-TEA(一般財団法人 ITSサービス高度化機構)

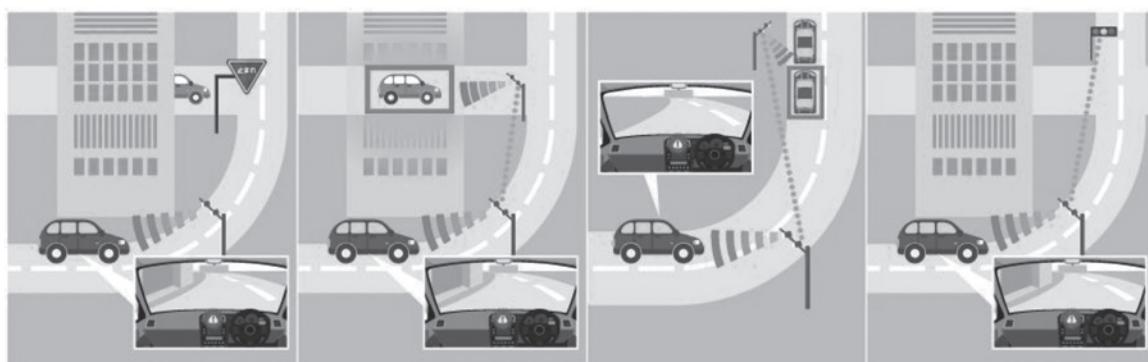
## ■DSSS

Driving Safety Support Systems

道路が車と通信する安全運転支援

安全運転支援システム(DSSS)とは、道路に設置されたセンサーヤ通信機器等(路側インフラ)と、車載器を備えた車との路車間通信により、見通しの悪い交差点等で起きやすい交通事故を未然に防止することを目的とするインフラ協調型のシステムです。

ドライバーが視認困難な位置にある車両や歩行者をセンサー等で検知し、ドライバーに知らせ、注意喚起します。



一時停止規制見落とし防止支援システム

出会い頭衝突防止支援システム

追突防止支援システム

信号見落とし防止支援システム

出典:愛知県ITS推進協議会

### ①センサ情報を用いた交差点での 安全運転支援 I

交差点右折待ち時の対向車や歩行者情報により、ドライバーの見落としを感知して、表示とブザー音で注意喚起

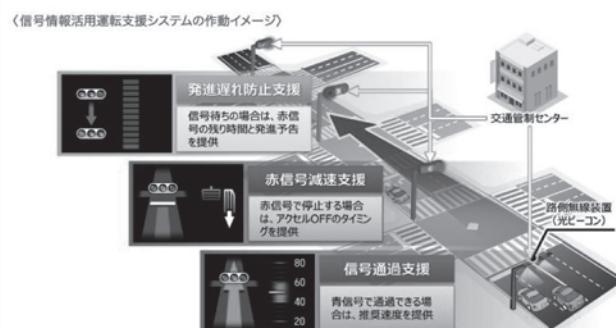


- ・右左折時衝突防止支援
- ・一時停止見落し防止支援
- ・出合頭衝突防止支援
- ・歩行者横断見落し防止支援

## ②センサ情報を用いた交差点での安全運転支援Ⅱ

交差点赤信号を確認時、ドライバーがアクセルを踏み続け、停止行動を取らなかった場合、表示とブザー音で注意喚起

- ・信号通過支援
- ・赤信号減速支援
- ・アイドリングストップ支援
- ・発進遅れ防止支援



出典: Honda

### ■ ITS Connect

ITS専用の無線通信(760MHz帯)を活用して、安全運転を支援する新しいシステムです。右折時に見えにくい対向直進車や、見通しの悪い交差点での歩行者など、クルマのセンサーでは捉えきれないクルマや人の存在、信号機の情報を把握し、事故の防止、低減に貢献します。また、通信利用型レーダークルーズコントロール機能によって、燃費の向上や円滑な走行なども可能になります。

#### ①ITS Connect の役割

##### 1 道路インフラから情報を得る路車間通信システム(DSSS)を利用

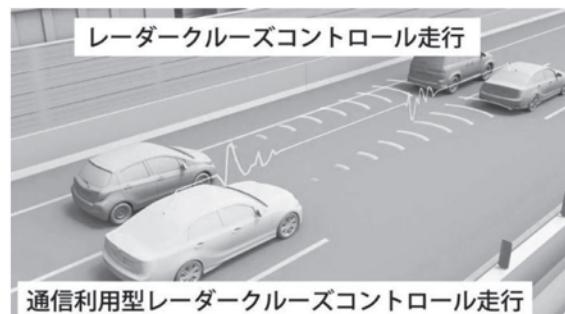
(DSSSについては前項目参照)

- ・右折時注意喚起
- ・赤信号注意喚起
- ・信号待ち発信準備案内



##### 2 車から情報を得る車車間通信システム(CVSS)

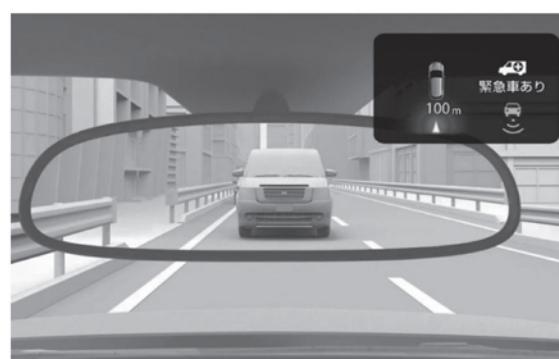
- ・通信利用型レーダークルーズコントロール



レーダークルーズコントロールで先行車両に追随している時、先行車両が通信利用型レーダークルーズコントロール対応車両であれば、車車間通信により取得した先行車両のデータ(加減速情報)に素早く反応して車間距離や速度の変動を抑制し、スムーズな制御が可能。

- ・緊急車両存在通知

サイレンを鳴らして走行する緊急車両がある場合、ブザー音と自車両に対するおおよその方向・距離・緊急車両の進行方向を表示する。



## II 自動運転の基本

### 1 自動運転の意義

#### ■自動運転の意義

自動運転の実現は、より安全で円滑な運転を車社会にもたらすことにより、我が国が抱える様々な社会課題の解決に大きな役割を果たすことが期待されている。

例えば、我が国の交通死亡事故の大部分は、「運転者に起因するもの」(ヒューマンエラー)であるが、自動運転の実用化によりヒューマンエラーに起因する交通事故を大幅に削減することが期待できる。

また、地方部をはじめ高齢化がきゅそくに進む地域においては、運転に不安がある高齢者の移動手段を確保するため、地域の公共交通サービスの維持・確保が喫緊の課題になっているところ自動運転による新たな移動サービス等、自動運転が地域での生活を支える新たな手段となることが期待されている。

さらに、少子高齢化や宅配便取扱個数の飛躍的な増大を背景として、近年トラック等のドライバー不足が我が国の経済にとって深刻な課題となりつつあるが、自動運転により、ドライバーの負担軽減や省人化が図られ、ドライバー不足解消・緩和につながることが期待されている。

この他、自動運転により、適切な車間距離や速度の制御が可能となれば、渋滞の解消・緩和にも効果があると考えられ、従来よりさらに快適な移動や輸送の効率化を実現することが期待できる。

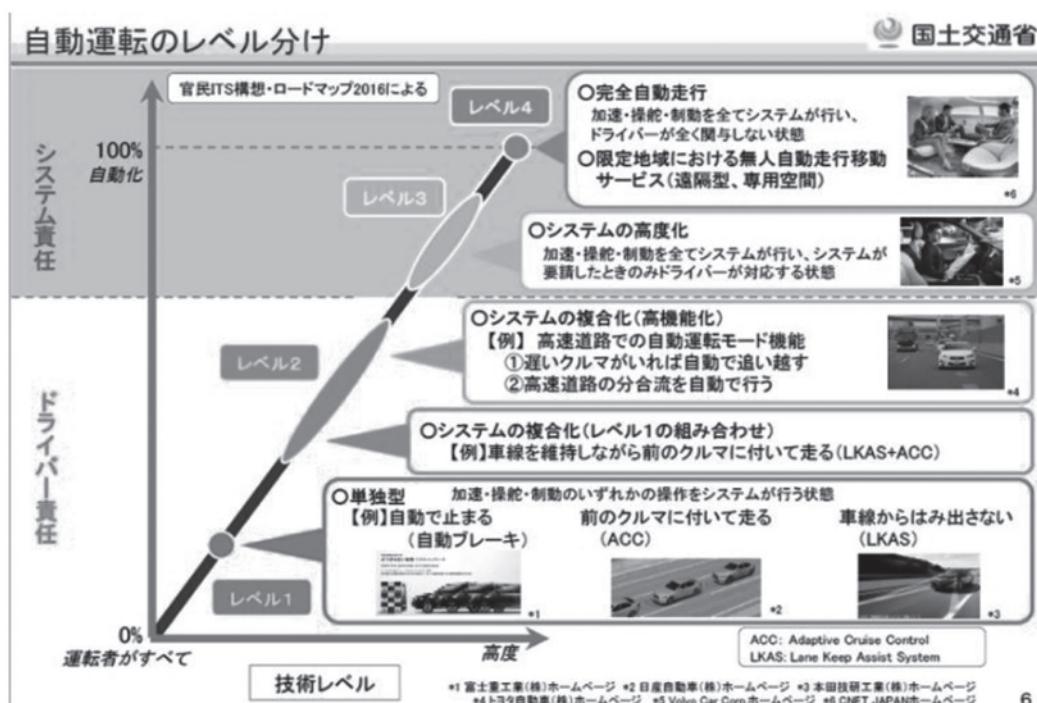
#### ■自動運転とは

自動運転車は、ドライバーの操作がなくても自動で動くクルマのこと。

「これまでドライバーが手動で行っていた運転操作を自動化してくれること」です。

常にハンドルを握り、前方や側方に注意を払いながら運転を行うのが現状としたら、完全自動では「運転席すらなくても良い」というレベルになります。

#### ■自動運転のレベルとは



## ①自動運転レベルの考え方

国土交通省は2018年11月5日までに、自動ブレーキなど安全運転支援システム搭載車を販売する際に「自動運転」という言葉を使用せず、「運転支援」などの表現を用いることで自動車メーカー側と合意したと発表した。今後は、自動運転レベル2(部分運転自動化)までのシステムに自動運転という言葉が使われないことになる。

現在市販されている国産自動車に実装されているのは、自動ブレーキやレーンキープアシストなど自動運転レベル1、2相当の技術で、事実上運転を支援する機能となる。

今回の合意により、国産メーカーは自動運転レベル2までのシステムに関しては「自動運転」とせず、「運転支援」として表記していくことになる。

## ②自動運転レベル0～5の考え方

「官民ITS構想・ロードマップ2018」に記載されているSAEを和訳した自動運転レベルの定義は、自動運転レベル0が「運転者が全ての動的運転タスクを実行する運転自動化なし」、自動運転レベル1が「システムが縦方向または横方向のいずれかの車両運動制御のサブタスクを限定領域において実行する運転支援」、自動運転レベル2が「システムが縦方向及び横方向両方の車両運動制御のサブタスクを限定領域において実行する部分運転自動化」となっており、運転主体はドライバーとなる。

一方、自動運転レベル3は「システムが全ての動的運転タスクを限定領域において実行するが、作動継続が困難な場合は運転者がシステムの介入要求などに適切に応答する条件付運転自動化」、自動運転レベル4は「システムが全ての動的運転タスク及び作動継続が困難な場合への応答を限定領域において実行する高度運転自動化」、自動運転レベル5は「システムが全ての動的運転タスク及び作動継続が困難な場合への応答を無制限に実行する完全運転自動化」と定義されており、運転主体はレベル3がシステムとドライバー混在、レベル4以上がシステムとなる。

#### ■自動運転により期待される効果は

国土交通省

\*1 平成26年実績、警察庁調べ

## 2 自動運転のもたらす影響

### ■モビリティ社会への影響

自動運転技術の実用化により、安全性の向上、運送効率の向上、新たな交通サービスの創出等が図られ、大幅な生産性向上に資する可能性が期待できる。

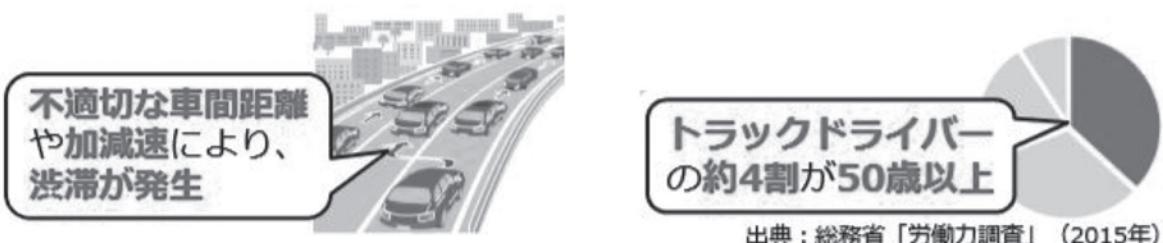
### ■交通事故への影響

交通事故のおよそ96%はヒューマンエラーに起因する。



### ■産業構造の変化

物流の流れが良くなり、効率がUPする。また高齢ドライバーに代わり、トラックの無人走行などによる、人材不足解消。



### ■高齢化社会への影響

地方の交通機関の移動手段が減少し、高齢者の足の確保が難しくなる。  
解決手段として、コミュニティバスの自立走行が期待される。



### ■自動運転の活用例

#### 【将来ビジョン】 (自動運転技術の活用例)

トラックの隊列走行



安全に効率  
良く運ぶ

ラストワンマイル  
自動走行



新たな交通  
サービス

### 3 自動運転のレベルと実用化の現状

#### ■実用化が見込まれる自動運転技術

現在(実用化済み)	2020年まで	2025年目途
<p>【レベル1】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・自動ブレーキ</li> <li>・車間距離の維持</li> <li>・車線の維持</li> </ul>  <p>(本田技研工業HPより)</p>	<p>【レベル2】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高速道路におけるハンドルの自動操作           <ul style="list-style-type: none"> <li>- 自動追い越し</li> <li>- 自動合流・分流</li> </ul> </li> </ul>  <p>(トヨタ自動車HPより)</p>	<p>【レベル4(エリア限定)】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・限定地域における無人自動走行移動サービス(遠隔型、専用空間)</li> </ul>  <p>(Rinspeed社HPより)</p>

#### ■自動車メーカーが開発・実用化している技術

	市販化※1	開発中 ※2
トヨタ ホンダ 富士重	<ul style="list-style-type: none"> <li>・車線維持+車間維持(高速道路)</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・車線維持、車間維持、車線変更、分流、合流(高速道路)【2020年頃】</li> </ul>
日産	<ul style="list-style-type: none"> <li>・車線維持+車間維持(高速道路)</li> <li>・渋滞時の前走車追従(高速道路)</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・車線維持、車間維持、車線変更、分流、合流(高速道路)【2018年】</li> <li>・交差点を含む一般道での自動運転【2020年】</li> </ul>
BMW	<ul style="list-style-type: none"> <li>・車線維持+車間維持(高速道路)</li> <li>・渋滞時の前走車追従(高速道路)</li> <li>・リモコン自動駐車</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・完全自動運転車も視野に、2021年の生産開始を目指す</li> </ul>
ベンツ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・車線維持+車間維持(高速道路)</li> <li>・渋滞時の前走車追従(高速道路)</li> <li>・車線変更(高速道路)</li> <li>・リモコン自動駐車</li> <li>・ドライバー異常時対応システム</li> </ul> 	(非公表)
特斯拉	<ul style="list-style-type: none"> <li>・車線維持+車間維持(高速道路)</li> <li>・渋滞時の前走車追従(高速道路)</li> <li>・車線変更(高速道路)</li> <li>・リモコン自動駐車</li> </ul> 	(非公表)
フォード	<ul style="list-style-type: none"> <li>・車線維持+車間維持(高速道路)</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2021年に完全自動運転車の開発を目指す</li> </ul>

※1 いずれも、ドライバー責任の下、システムが運転支援を行う機能(自動運転レベル2)

※2 各社のHP、プレスリリース等による。

8

#### ■普及状況

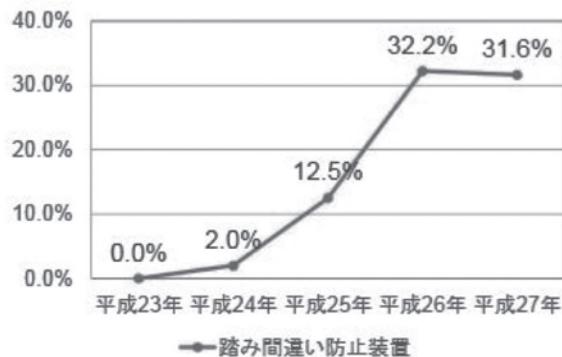
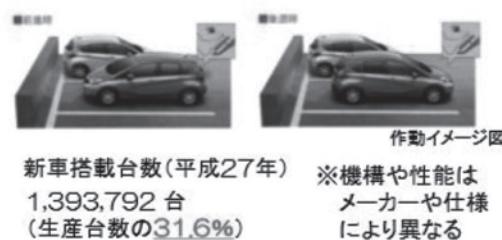
##### ①対車両自動ブレーキ

前方の車両との衝突を予測して、衝突の被害を軽減する装置。



## ②踏み間違い防止装置

アクセルの強い踏み込みを検知した場合に、加速を抑制する装置。



## ③レーンキープアシスト

高速道路走行を前提に、走行車線の中央付近を維持するよう抑制する装置。



新車搭載台数(平成27年)  
186,508 台  
(生産台数の4.2%)

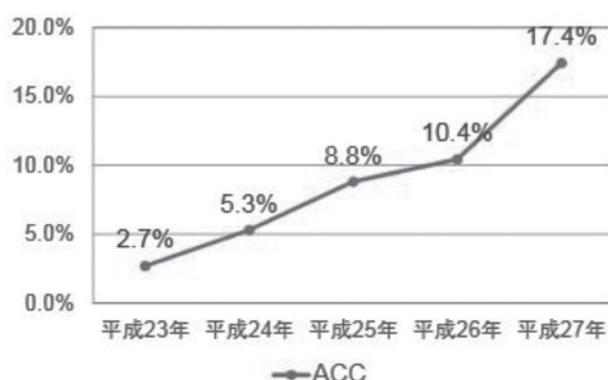


## ④ACC(アダプティブ・クルーズ・コントロール)

高速道路走行を前提に、一定に走行する機能及び車間距離を抑制する機能を持つ装置。



新車搭載台数(平成27年)  
767,688 台  
(生産台数の17.4%)



## ■今後の課題

### 【課題1】

自動運転車が満たすべき技術基準や事故時の  
賠償のルールが定まっていない。

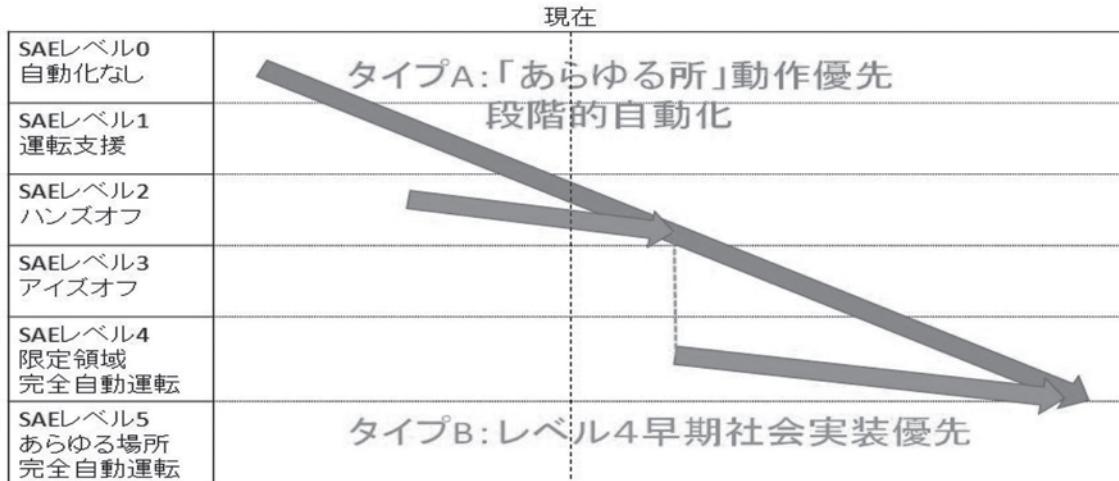
ルールの整備  
が必要

### 【課題2】

自動運転車の安全性・信頼性等について、  
社会的にまだ十分認知されていない。

システムの実証  
が必要

## 4 自動運転を目指す2つの流れ

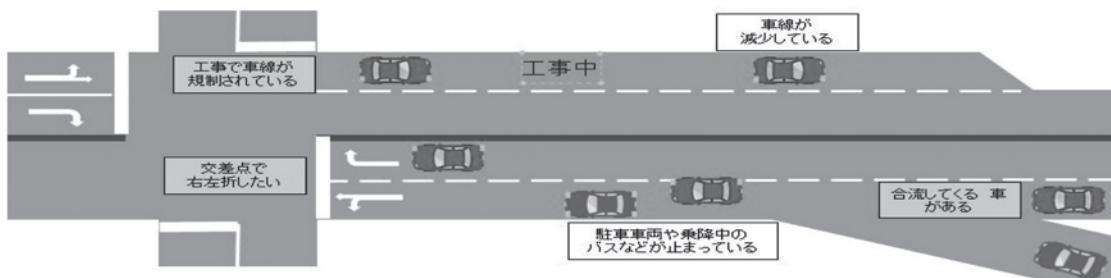


### ■タイプAについて

#### ① 特徴

- ・メーカーが開発の中心であり、運転負荷の軽減、安全の向上が主な目的。
- ・あらゆる所で動作することを目指している。
- ・運転者主体が前提のアプローチの通過点にレベル3が存在する。  
(運転者の究極の負荷軽減はアイズオフ)
- ・従来の自動車のビジネスモデルにとって合理的な流れ。  
(「あらゆる所」に行けることが売りの自動車という商品にとって、なるべく「あらゆる所」で自動運転を動作させるには、運転者がいることが重要となる)

#### ② 自動運転の技術的課題



- ・天候・季節・時間帯。
- ・地域(道路敷設を施工する自治体、施工主で微妙に異なる)
- ・他の交通(歩行者、自転車など)



あらゆる所で、すべての危険の正しい認識を保証することは極めて難しい。

### ③ 段階的自動運転高度化の背景

- ・従来の自動車は「あらゆる所」にいけることが売りだった。



- ・当然「自動運転」も「あらゆる所」で作動しなくてはならない。

「あらゆる所」で全ての危険を認識する汎用的アルゴリズムの難しさ。

\*運用環境不定で100%の安全性を保障することは極めて難しい。

- ・利用される車両の台数もコントロールできず、事故率は高くなる。



- ・安全性を証明できなければ、ドライバに補助がなくてはならない。

- ・運転支援型を目指さざるを得ない。(段階的自動運転高度化の流れ)

### ④ 人間と自動運転との間のインタラクション(相互作用)の難しさ

- ・自動運転+遠隔操縦システムにより自動運転中のドライバ挙動を評価。

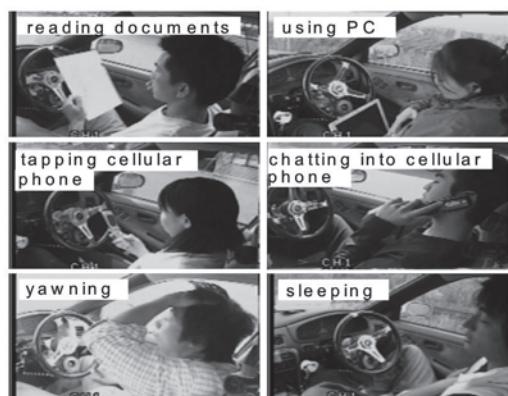
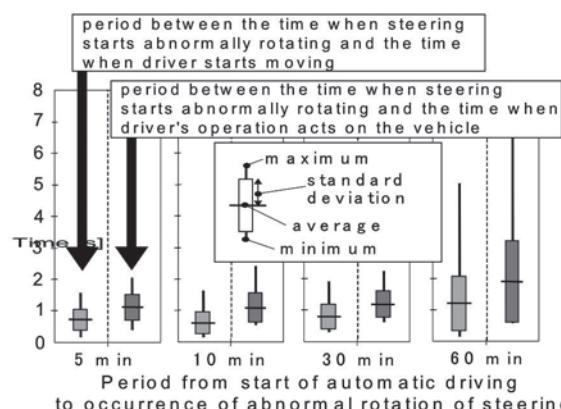
- ・HMIによる情報掲示のない状態で自動運転中に操舵異常が発生した場合の反応時間の評価。(次項目画像参照)

実験開始5分後異常発生

実験開始60分後異常発生



出典:大前学ら.“自動車の自動運転システム利用時における操舵制御異常に対する  
ドライバ反応時間の評価.”自動車技術会論文集 Vol.36 No.3 (2005): 157-162.



出典:大前学ら.“自動車の自動運転システム利用時における操舵制御異常に対する  
ドライバ反応時間の評価.”自動車技術会論文集 Vol.36 No.3 (2005): 157-162.

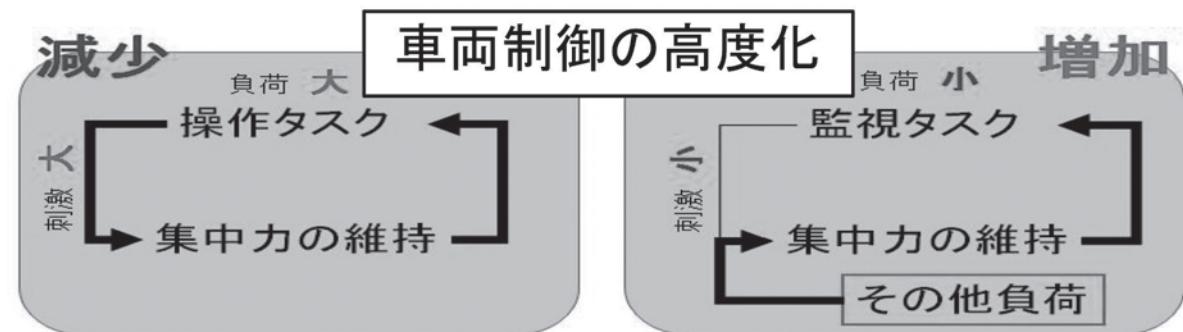
## ⑤ 段階的自動運転高度化の難しさ

- ・操作タスクは負荷が多いが、刺激が大きいため、集中維持が容易。
- ・監視タスクは負荷が少ないが、刺激が少ないと集中維持が困難。
- ・監視タスクは集中力を維持するための他の負荷が増える。

車両制御が高度化しても負荷は消えない



利用者にとての価値はあるのか？



## ⑥ 導入コスト・費用対効果の課題



出典: Carnegie Mellon Tartan Racing Wins \$2 Million  
DARPA Urban Challenge (<http://www.cmu.edu>-)



出典: Sandstorm (<http://www.cs.cmu.edu>)

- ・完全無欠のスーパー自動運転自動車の完成。しかし、価格は数千万円～数億円。



- ・自動運転自動車を買うより運転手を雇ったほうが割安かつ責任問題も明確化。
- ・仮に一般的に手が届く値段で自動運転機能を自動車に追加できたとする。



- ・それでも外界センサは汚れや傷で機能不全に陥るため、自動運転のメンテナンス周期が高くなる。



- ・自家用車としての社会的ニーズの確保は難しい？

## ■タイプBについて

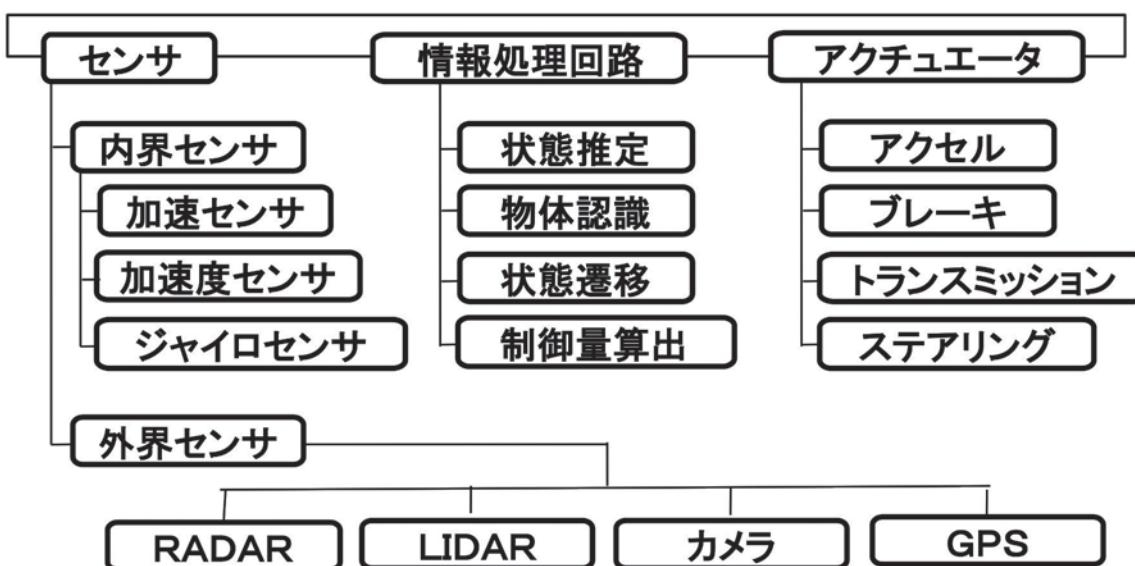
### ① 特徴

- ・IT企業、ベンチャー企業が開発の中心であり、地域の足の維持向上、安全の向上が主な目的。
- ・無人で動作できることに指向している。  
(運用場所は徐々に拡大する)
- ・段階的自動運転高度化で課題となるLV3はスキップする。
- ・既存のビジネスモデルにとらわれない組織にとって合理的。  
(「あらゆる所」に行きたい、運転する喜びの市場ではなく、地域の足としての利用を目指すことで、潜在的ニーズを満たしえる)

### ② 車両の特徴



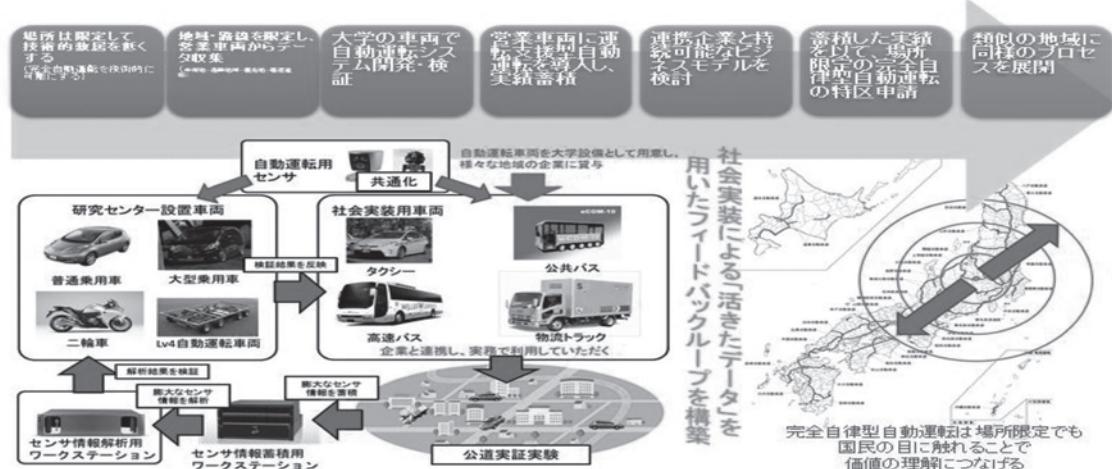
### ③ 車両のシステム構成図



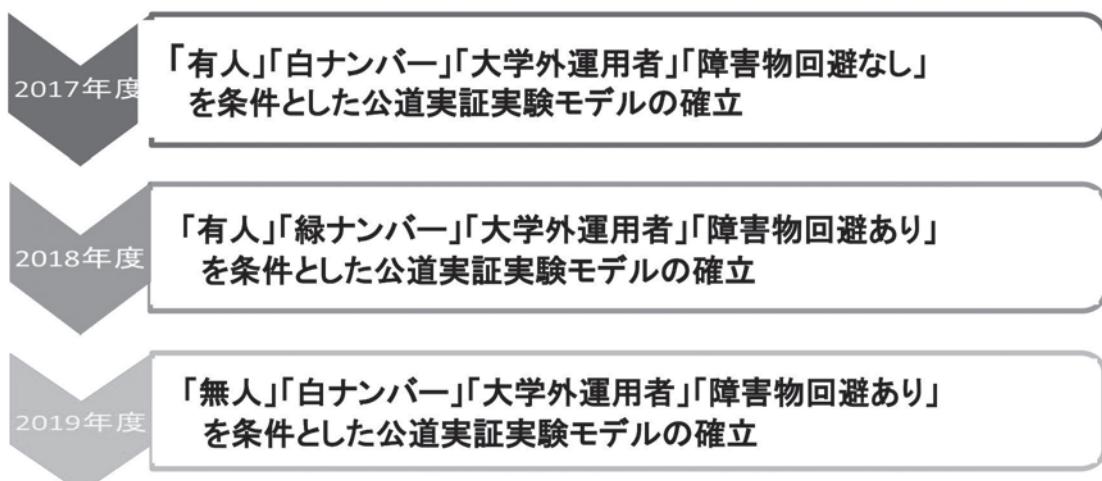
- ・タイプA、Bともシステム構成図は各社で大差は見受けられない。
- ・ただし、「あらゆる所」で動作するために、タイプAの情報処理回路は高コストで複雑である場合が多い。

## ■群馬大学の完全自律型自動運転の普及アプローチ。

### ①全体概要



### ②自動運転社会実装PJスケジュール



## ■神戸市北区での自動運転実証実験



## ①取り組み背景となる社会状況

人口減・高齢化に伴う運転手不足等により、路線バスの維持が困難になり、廃止や減便による交通空白地域が拡大し、移動に不便を抱える方が増加。

人口減少

高齢化

運転手不足

交通空白地域※1に居住する人は、全国で700万人超※2

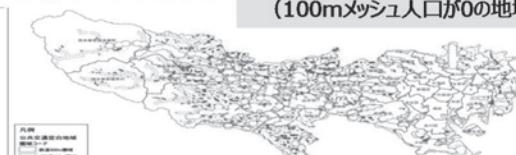
※1 交通結節点までの距離1km以上に居住する人

※2 「総務省統計局平成25年住宅・土地統計調査確報集計全国編」及び「平成26年国民生活基礎調査の概況」を基に試算

交通空白地域は、地方だけでなく都市部においても拡がっている。

＜例：東京都の交通空白地＞

図に置いて赤い箇所が公共交通空白地域  
(100mメッシュ人口が0の地域は除く)



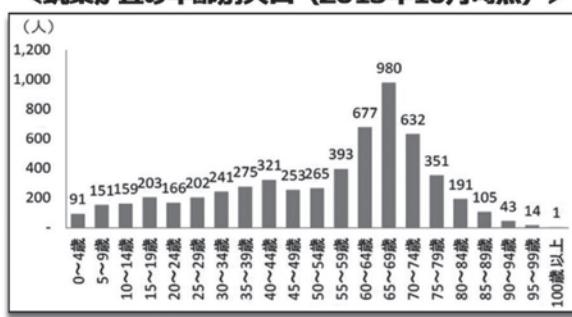
＜引用：東京都都市整備局作成資料「地域公共交通の改善」抜粋の上、一部編集＞

＜引用：2016年11月6日報道資料「ラストマイル自動運転移動サービスの実証実験概要について」抜粋＞

## ②筑紫が丘の状況とプロジェクトの目的

人口の40%が65歳以上であり、普通免許を返納するなどで  
マイカーを手放す住民も増える一方、同地区には坂道が多いことから、  
ラストマイルの移動手段の確保を望む声が高まる。

＜筑紫が丘の年齢別人口（2015年10月時点）＞



＜引用：平成27年国勢調査結果をもとに作成＞

＜筑紫が丘地域の写真イメージ＞



ラストマイル自動運転移動サービス実証実験により、  
住民の日常生活としてのラストマイル交通のニーズを満たせるかを検証

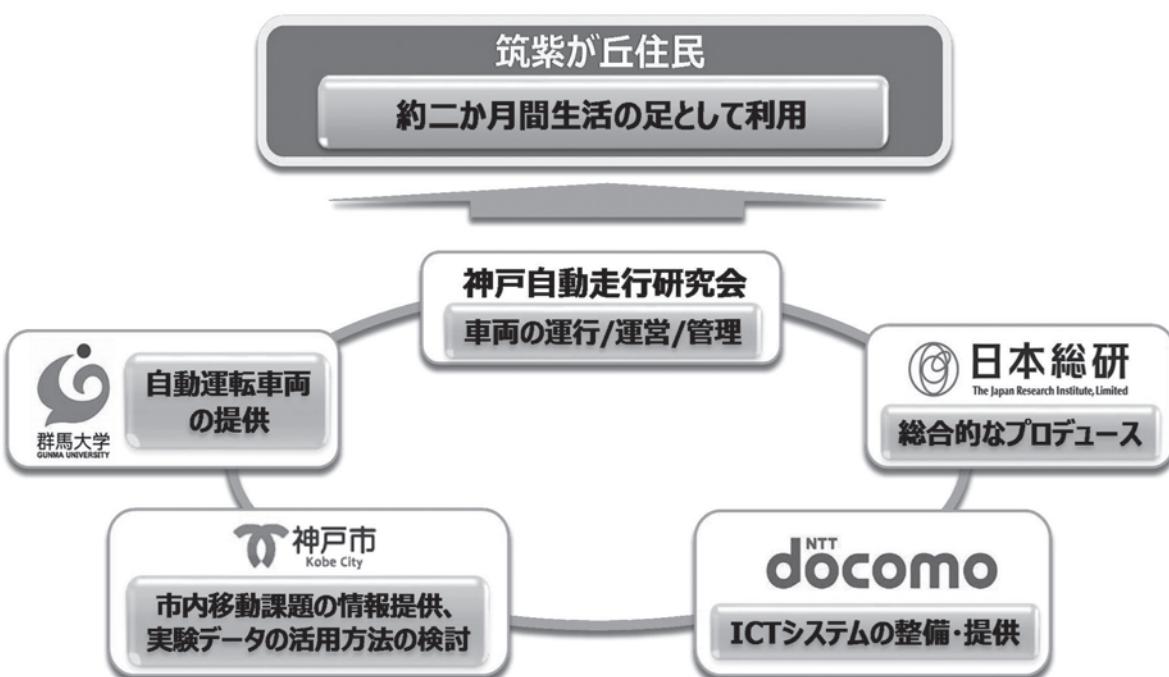
＜引用：2016年11月6日報道資料「ラストマイル自動運転移動サービスの実証実験概要について」抜粋＞

### ③住民からの声(事前ヒアリング調査結果)

地域内の移動で困っていること	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 地域内には病院に行くのも困難な人もいて、近所の人が送迎していたりする。</li><li>■ ごみステーションまで距離がある人は大変。</li><li>■ 自宅からバス停まで遠い人は車で送迎してもらっていたりする。</li></ul>
運転に対する不安	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 夜の運転は神経を使うようになった。</li><li>■ まだ運転できるがもう少し年を取って車を手放したらこの地域に住むことはとても不便になる。</li><li>■ 免許返納し、かなり不便になった。</li></ul>
地域内移動サービスのニーズがあるエリア	<ul style="list-style-type: none"><li>■ イオンや病院から遠いエリアになると不便。イオンや病院に行くというのが移動の多くだから、やはり離れているエリアの人たちは坂もあるし大変。</li><li>■ 1丁目は坂もきつい。ごみステーション行くのも遠い。</li></ul>
当サービスの必要性	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 身体が自由に動く間は特に必要性は感じないが、5年ほどしたら必要となる。</li><li>■ 高齢化率が全国に先駆けて高く、必要だ。</li></ul>

<引用：2016年11月6日報道資料「ラストマイル自動運転移動サービスの実証実験概要について」抜粋>

### ④実施体制と役割分担



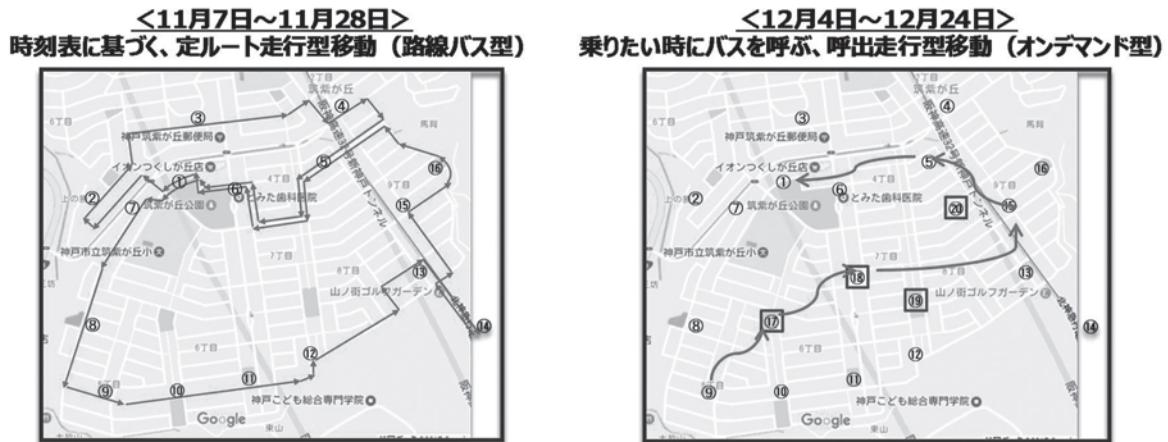
<引用：2016年11月6日報道資料「ラストマイル自動運転移動サービスの実証実験概要について」抜粋>

## ⑤運行計画概要

**運行期間：2017年11月7日～12月24日の約2か月間（運休日有）**

**運行時間：9時～17時**

**運行速度：筑紫が丘内を最速20km/h程度で運行**



<引用：2016年11月6日報道資料「ラストマイル自動運転移動サービスの実証実験概要について」抜粋>

## ⑥プロジェクトの特徴

### 特徴1 実施主体

- 住民が主体となって実施

### 特徴2 実施場所・期間

- 約6,000人（約2,000世帯）が居住する地域での実証
- 11～12月の約2か月間に渡り、実際に住民が生活に活用

### 特徴3 技術

- ① A Iを駆使した安全運行を実現する技術
- ② 自動運転技術と運転者教育
- ③ 歩行者目線の安全
- ④ 運行効率化のための技術

<引用：2016年11月6日報道資料「ラストマイル自動運転移動サービスの実証実験概要について」抜粋>

## ■神戸市北区での自動運転実証実験での群馬大学の取り組み要点

### ①自動運転技術

1、レベル4(一般車混在下で地域限定での無人走行)を目指したシステム。

※ただし、本PJでは、レベル2(運転者の監視下での有人走行)で運用。

2、定ルート走行型の全路線を自動走行可能。

※ただし、本PJでは、状況によって手動に切り替えて走行する場合があります。

3、多くの左右折や狭路を含む、全国の実証実験でも屈指の何度もを誇る路線において安定走行を実現。

住民のニーズを起点として、それに合わせ自動運転を構築するモデルを実現した、  
世界でも珍しい例

### ②自動運転車両とルート



〈自動運転車両〉※同機種 2台



〈自動運転走行可能ルート〉  
一周約8km弱 60分で周回する

### ③運転者教育

1、地域で実証実験の運転者を募集し、教育する全国初の試み。

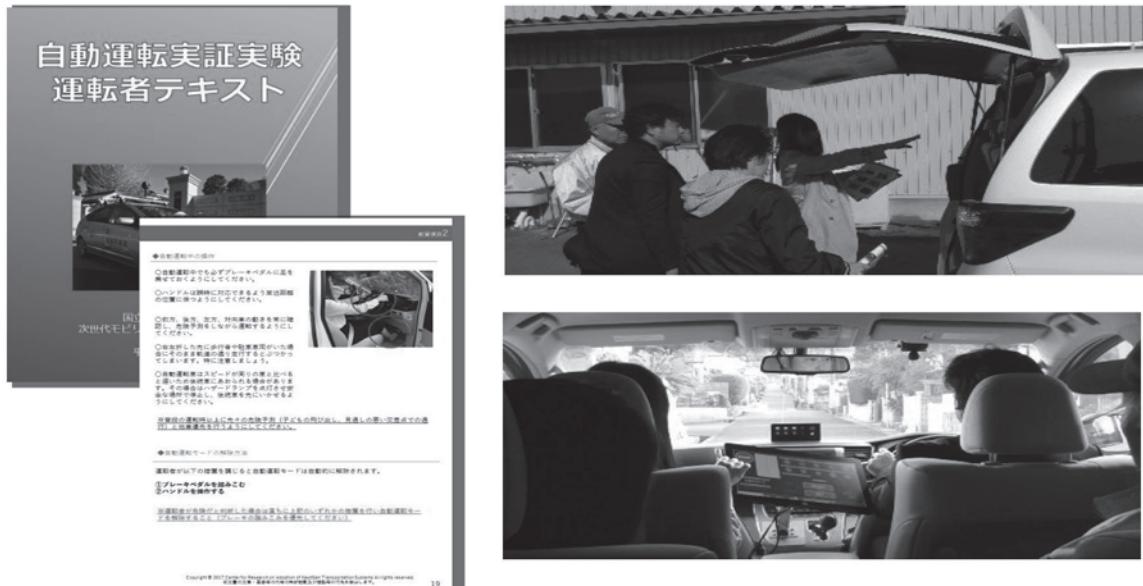
※地域に根付く自動運転移動サービス実現を可能にした。

2、自動運転実証実験運転者テキスト教育プログラムを全国初で策定し、教育を実施した。

※教育プログラムは、座学、実技、試験(筆記及び実技)、完熟走行の四項目。

3、全国で実施されている自動運転実証実験の運転者教育品質の安定化と向上のため、  
教育プログラム実施で得た成果は公開する予定。

## ④運転者教育テキスト



〈群馬大学 自動運転実証実験運転者テキスト教育プログラムに基づく教習〉

## ⑤取組から見えてきたこと

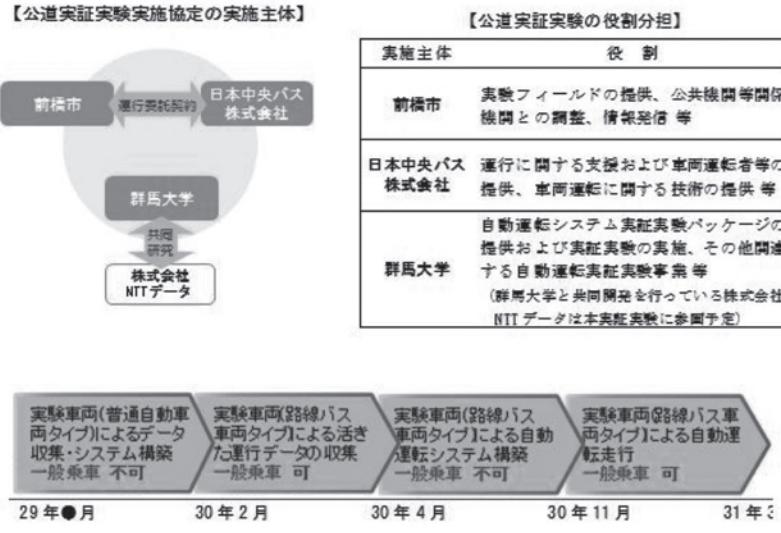
- 1、我々のシステムは大学外運用に耐える安定性を確保した。  
※運用条件等厳しい制約は設けている)
- 2、自動運転車両の運転者(運用者)教習を終了できる人は約4割(筆記の時点で6割に)
- 3、地域の高齢者が運用者としての役割を担うことは極めて難しい。
- 4、複雑な機能(障害物回避など)を付加するほど、正しく運用できる人材は著しく減る。
- 5、LV3の自動運転の実用化は極めて難しい

## ■札幌市の中心市街地での実証実験



〈自動運転車両〉

## ■前橋市での路線バスでの実証実験枠組み構築



### 参考文献及び参照記事について

自動運転LAB ~モビリティ業界テクノロジー系ニュースメディア~

「自動運転」の使用、レベル3以上のみ 国とメーカーが方針 ドライバーの誤解防止へ

ITS-TEA(一般財団法人 ITS-TEAサービス高度化機構)

- ITS-TEAの概要
- ITS/ECTとは

国土交通省

国立大学法人 群馬大学 大学院 知能機械創製部門 准教授 小木津 武樹 様

- 自動運転実証実験の現状について

実証実験授業講座名：自動車エンジニア用カリキュラム

## — ITS 概論(初級編) —

(3,4/4コマ目)

### 3 『ITSと自動走行システム』 『次世代ITSとAI技術』



## 自動走行技術の概要 次世代ITSとAI技術

### ●シラバス

人工知能やロボット等の科学技術の急速な進歩は、サイバー空間と物理的空間とが調和した「Society5.0」社会の実現を可能にしつつあり、経済発展と社会的課題の解決が期待されている。

例えば、車両の高知能化やコネクテッド化により、交通事故件数の減少や渋滞を制御することができる。また建築現場では、ICT技術の全面的活用により、危険リスクが高い仕事を遠隔操作ロボットが行い、事故を減らしたり、UAVによる3次元測量により作業の高効率化を図るなど生産システム革命が既に始まっている。しかし、自動車整備士や建設技術者を養成する専修学校等のカリキュラムは、これらの科学技術の進歩に追いついてないのが現状であり、このままでは、「Society5.0」社会を支えるエンジニアの人材不足や専門性の欠如が大きな問題となる状況が確実に生じ、経済活動にも大きな影響を及ぼすことが予想される。

専門的職業人を育成する使命がある専修学校においては、これらイノベーションの状況を踏まえ、現在の自動車整備士や建設技術者の専門教育の中に科学技術の進歩に対応する教育プログラムを付加し、「Society5.0」社会の実現を支えるエンジニアの育成に早急に取り組まなければならない。

●授業項目	●キーポイント	●ページ数
1 自動走行技術の概要	自律型と協調型	
2 ACC技術 CACC技術	ACCとCACC	
A D A S	A D A S	
"	CACCとLTC	
3 自動走行に向けた環境整備	レベル3以上の自動運転の安全性	
"	官民のとりくみ	
"	高度な自動運転に係る制度整備の検討項目	
4 次世代ITSとAI技術	社会的課題への対応	
"	ICTを活用した次世代ITS	

### ●授業コメント

●資格関連度	一級級自動車整備士・車体整備士
--------	-----------------

### III ITSと自動走行システム

#### 1 自動走行技術の概要

##### ■自律型自動運転

カメラやレーダーなどの車載システムを使って、周囲を認識して走行します。単独で機能させることが可能というメリットがあります。

各メーカーにて実用化されている自動運転技術(レベル2)はこの技術が採用されています。

##### ■協調型自動運転

外部から提供される情報を通信等を使って取得し、走行します。歩車間通信(V2P)、車車間通信(V2V)、路車間通信(V2I)の3つを含む「V2X」と呼ばれる技術が協調型では使用されます。自律型よりも広範囲の道路交通にわたる技術を得られるため、「予測」などより高度な自動運転が可能です。

しかし、車車間通信を行う場合には双方の車に同様のシステムが搭載されている必要があり、システムの普及や自動運転業界内での基準作りが必要となります。

#### 2 ACC(車間自動制御システム)とCACC(協調型ACC)

##### ■ACCとは

ACC(Adaptive Cruise Control／アダプティブ・クルーズ・コントロール)は正式名称を「定速走行・車間距離制御装置」と言い、高速道路や自動車専用道路で使用することを前提に開発されたもので、車間距離を一定に保つためのセンサーとCPU(コンピューター)が車に搭載されていて、車間距離を一定に保ちつつ、定速走行を自動でする装置です。

##### ■ACCの制御

ACCの作動は車の先端、グリルの部分に搭載した「ミリ波レーダー」と呼ばれるセンサー及び、フロントガラス上部付近に取り付けられた「光学式カメラセンサー」によって、前を走る車までの距離などを計測します。ACC作動時は、ミリ波レーダーセンサー及び光学式カメラセンサーからの要求に応じて、車は自動的にアクセルを踏み込み、減速が必要な場合は自動的に緩いブレーキがかけられます。このアクセル操作やブレーキ操作までの一連の流れがACCの行っている制御です。

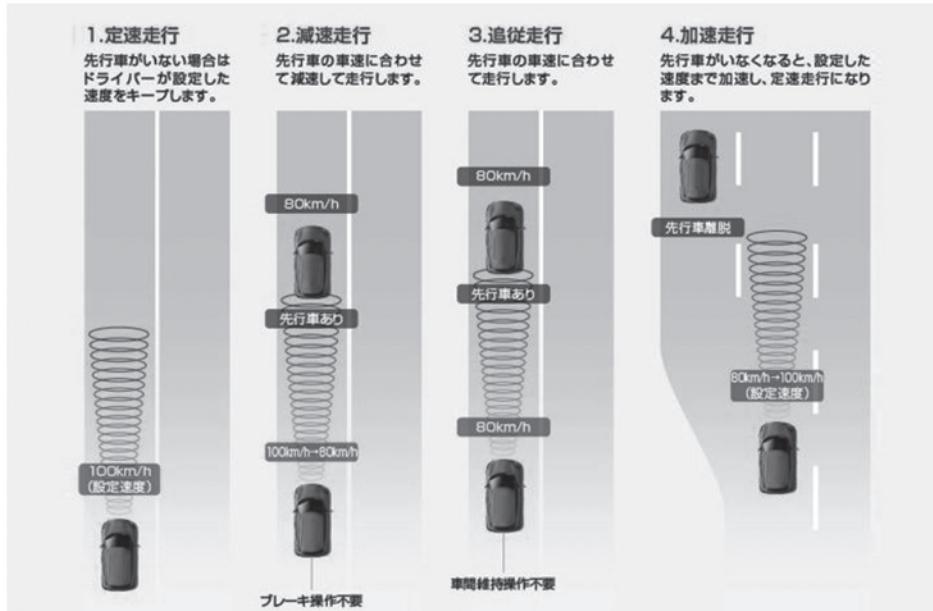
##### ■ミリ波レーダーの特徴

ミリ波レーダーセンサーの特徴は、雨や霧などの悪天候下や夜間でも影響を受けにくい点です。また、前を走行するクルマとの距離、相対速度、角度に関する情報に加えて、前走車に対して自車が近づいているのか、それとも離れているのかといった変化を瞬時に認識する能力に優れています。また、ミリ波は照射距離が200m前後と長いため、より高い車速にまで対応することも可能になります。

##### ■光学式カメラセンサーの特徴

光学式カメラセンサーの特徴は、カメラが映した情報をそのままデジタル化することができるため、車だけでなく道路の白線も認識できることです。最新の光学式カメラセンサーの中には、画像がカラー化されたものもあり、赤く点灯する前車のブレーキランプを認識することで、より素早い減速操作が可能になりました。また、光学式カメラを左右に2つ並べて搭載した「ステレオカメラ」で

は人と同じ両眼立体視ができるため、対象物を立体的に把握することができます。そのため、光学式カメラを1つだけ搭載する「単眼カメラ」に比べてきめ細やかな制御が期待できます。  
またミリ波レーダー及び光学式センサーの両方を使用したものもあります。



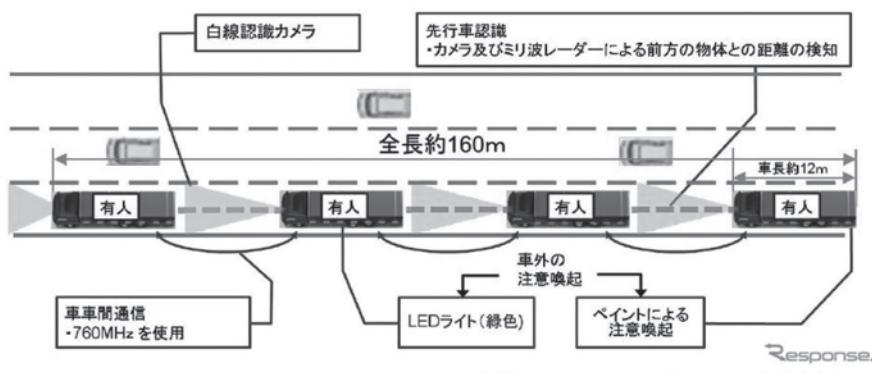
## ■CACCとは

CACC(Cooperative Adaptive Cruise Control／コーペラティブ・アダプティブ・クルーズ・コントロール)です。従来のACCの機能に加えて、前を走る車と通信する(車々間通信)ことで、ACCよりも車間距離をきめ細かく制御することができます。

日本で実用化が検討されているCACCでは、ミリ波レーダーセンサーが検知できる範囲(200m前後)内で、760MHzの無線電波を用いて前車と通信することが検討されています。

## ■CACCの特徴

CACCを使用することにより、前走車が加速したり減速したりする情報を、単独ではなく通信している複数の車との間で共有できることにあります。具体的には、従来のACCではミリ波やカメラなどのセンサーで前車の接近を検知、そのときに初めてアクセルを緩めるなどの減速操作を車が行っていました。対してCACCでは、前車がアクセル操作をやめた(アクセルペダルから足を離した)瞬間に、その情報が無線を通じて複数の後続車に伝わります。そのため、前走車が速度を落とし始めた同じタイミングで後続車もそれに合わせて速度を落とす制御を始めることができます。また前走車が加速した際も、アクセル操作をした(アクセルペダルに足をのせた)瞬間に複数の後続車にその情報が伝わるため、必要以上に車間距離が開くことがありません。タイムラグがない追従走行が可能となります。



出典:CACCシステム概要:国土交通省

## ■ADASとは

ADASとは「Advanced driver-assistance systems」の略称で、一般的に「エーダス」と呼ばれる。先進運転支援システムを指し、事故を未然に防いだり運転の負荷を軽減したりするための機能の総称である。

## ■ADASの特徴

クルマの運転には大きく「認知」「判断」「操作」の各動作が必要で、ドライバーは通常、目や耳で周囲の状況を認知し、加速や停止、右折などの判断を脳で行い、そして手や足を使ってハンドルやアクセルペダルなどを操作してクルマを制御する。

この認知、判断、制御のいずれか、あるいは全てをアシストするのがADASで、例えばカメラやレーザーなどのセンサーで前方の車両を検知した際、ドライバーに警告を出したり加減速制御を行ったりする。制御を行う場合も、あくまで運転の主体はドライバーであり、基本的にはドライバーの意思が優先される。

また、位置情報システムや通信機能を用いて交通情報をドライバーに伝えたり、居眠りなどドライバーの挙動がおかしい場合に警告を出したりするシステムなども、安全な運転を支援するものとしてADASに含まれる。



## ■ADASの種類

### ①クルーズコントロール

アクセルペダルを踏み続けることなく、セットした一定速度を維持する機能。先行車両との車間制御機能を合わせ持ったシステムはアダプティブ・クルーズ・コントロールと呼ばれ、自動ブレーキ機能なども備えている。

### ②衝突被害軽減ブレーキ(前方障害物衝突防止支援システム)

ドライバーの漫然運転などで発生する前方の車両や歩行者、障害物などとの衝突事故の低減を目的としたシステム。

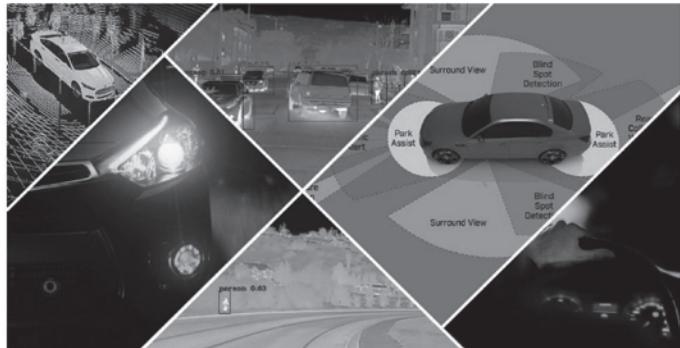
カメラやレーダーなどのセンサーにより前方の障害物を検知し、自車との距離や相対速度などを勘案した上で衝突の危険性がある場合には、ドライバーへの警告やブレーキ制御を行う。

### ③車線逸脱防止支援システム(レーンキープアシスト)

ドライバーの不注意などによる車線からの逸脱防止を目的としたシステム。  
道路上の白線の画像解析により車線に対する自車の位置と角度を計算し、逸脱の可能性を判定

する。逸脱の可能性がある場合には、ドライバーへの警告やハンドルにトルクを与えて回避操舵を行う。

同様のシステムに、車線の中央付近を維持するようにハンドル操作する車線維持支援システムもある。



#### ④駐車支援システム(パーキングアシスト)

駐車場にクルマを停める際に、ハンドルやペダルの操作支援や、周囲の状況をドライバーにわかりやすく伝えるシステム。

クルマの後方や側方、あるいは全周囲をモニターに映し出す機能や、一定の手順に従ってハンドルやブレーキなどを制御し、自動的に駐車する機能などがある。

#### ⑤ブラインドスポットモニター

運転席側や助手席側、後方を含む車外に位置する他のクルマや歩行者などを監視・検出し、ドライバーの死角を補うシステム。レーダーなどのセンサーによりドアミラーなどに移らない位置にいる他のクルマなどを検知し、車線変更や右左折時の際にドライバーに警告し、接触事故などを防止する。

#### ⑥カーナビゲーション

全地球測位システム(GPS)や道路交通情報通信システム(VICS)などにより位置情報や交通情報を入手し、安全で効率的なルートを提示するほか、交通安全支援システム(DSSS:Driving Safety Support Systems)により周辺の交通状況を配信し、渋滞末尾への追突防止や出会い頭の衝突防止など支援する。

また、従来の機能に加え、クラウドを介して各車両の走行情報を蓄積するなどコネクテッド化の一端を担うケースや、他のADASと連動するケースなどが今後増加するものと思われる。

#### ⑦車両間通信システム(車車間通信・路車間通信システム)

車両同士が無線通信によって情報をやり取りし、安全運転を支援するシステム。信号機情報や規制情報などインフラからの情報を路側機から得る路車間通信もある。

#### ⑧道路標識認識システム

カメラで速度制限や進入禁止、一時停止などの交通標識を読み取り、その情報をディスプレイに表示し、制限速度の超過などをドライバーに警告するシステム。

#### ⑨居眠り運転検知システム

カメラ画像から測定したドライバーの瞬きや表情などをAI(人工知能)を用いて解析し、眠気を感じると警告音や振動などで注意を促すシステム。また、ハンドルの操舵状況からドライバーの疲労度を計測するシステムや、警告音などでドライバーの快適性を損なうことなく覚醒状態を維持させるための眠気制御システムの開発なども進められている。

## ■CACCとLTC

LTC(レーントレースコントロール)は、自動運転技術を利用した全く新しいシステムで、カメラやミリ波レーダーの高性能化、制御ソフトの高度化などにより、あらかじめ適正な走行ラインを算出。そのラインに沿って走行するよう、ステアリングと駆動力、制動力を、全車速域で適切に制御する。

CACCによる先行車両と無線通信しながら追従走行する「通信利用レーダークルーズコントロール」と全車速域で道路の白線などをセンサーで検出し、あらかじめ算出された最適なラインを走行するよう操舵を支援する「レーントレースコントロール(Lane Trace Control)」との連携により、安全運転の支援や運転負荷の軽減を行う。

## ■隊列走行

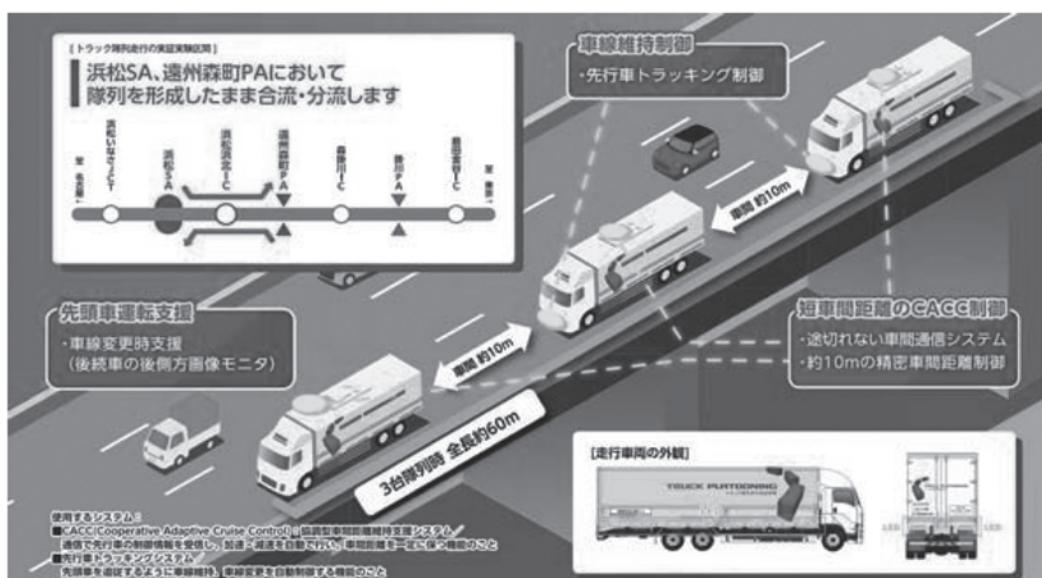
CACCとLTCを使ったトラックの隊列走行



出典:四国新聞社

### ①隊列走行の実証実験

国土交通省と経済産業省は、新東名高速道路で「後続車無人システム」を取り入れたトラック隊列走行の実証実験を行う。積載量25トン級の大型トラック2~3台が、約10メートルの車間距離を保ったまま隊列を組み、時速70キロで走行。先頭車両のみドライバーが操縦するが、後続1~2台は先頭車両と通信し、自動で追従する仕組みで、車線変更なども自動で行う。



出典:CACC隊列走行実証実験:国土交通省

### 3 自動走行に向けた環境整備

#### ■レベル3以上の自動運転車両の安全性

2020年を目指としてレベル3以上の高度な自動運転を実現するという政府全体の目標を達成するためには、安全基準や交通ルール等の多岐にわたる交通関連法規について見直しが必要となる。

レベル3の自動運転車両は、あらかじめ設定された条件においてシステムが運転操作を行うことができるが、走行環境の悪化等、システムによる運転の継続が困難になった場合には、ドライバーが適切に運転操作を引き継ぐことが必要。



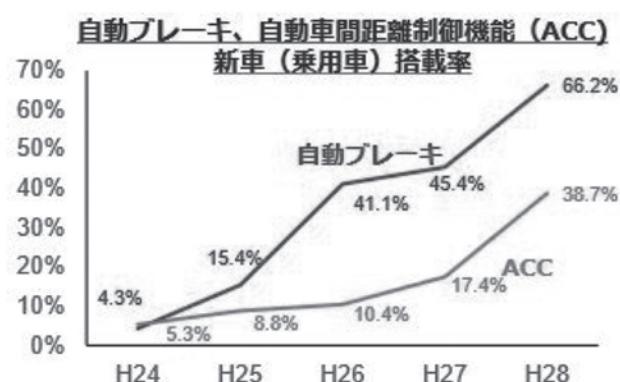
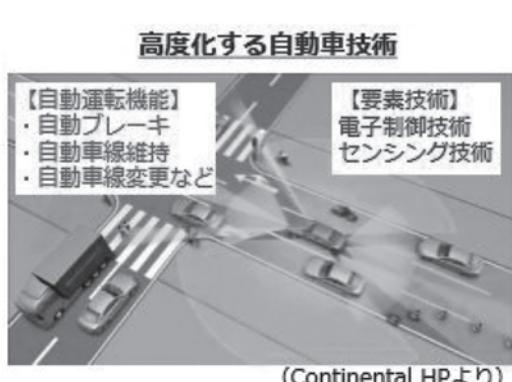
このため、レベル3の自動運転車両については、例えばドライバーが居眠りをしていないなど、システムからの運転操作の引き継ぎを適切に出来る状態にあることを監視するためのHMI(ヒューマン・マシン・インターフェイス)を搭載すること等の安全要件の設定が必要。

#### ■安全要件や安全確保のための各種方策

- ①高度な自動運転システムを有する車両の安全性に関する基本的な考え方。
- ②自動運転システムの安全性に関する要件(制御システムの安全性、サイバーセキュリティ、HMI(ヒューマン・マシン・インターフェース)等に関し、設計・開発の際に考慮すべき要件)
- ③基準適合性の確認手法、使用過程車の安全確保のあり方、ユーザーへの情報提供のあり方

#### ■自動運転技術に対応する自動車整備・検査の高度化

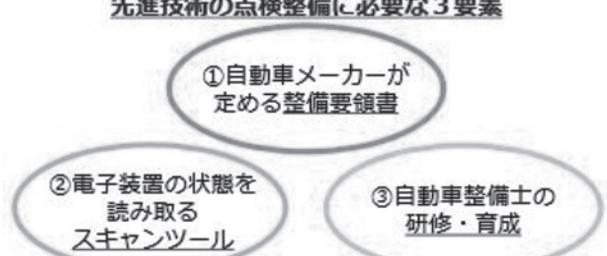
- ①自動ブレーキなど自動運転技術の進化・普及が急速に進展しているが、故障した場合には、誤作動による重大事故等につながるおそれがあることから、適切な機能確認が必要。



- ②自動車整備工場が先進技術の点検整備を適切に実施する環境を整えるため、引き続き、

#### 先進技術の点検整備に必要な3要素

- ・自動車メーカーが定める整備要領書の提供。
- ・外部から電子制御の状態を読み取るための汎用の「スキャンツール」の開発。
- ・自動車整備士の研修・育成を推進。が必要となる。

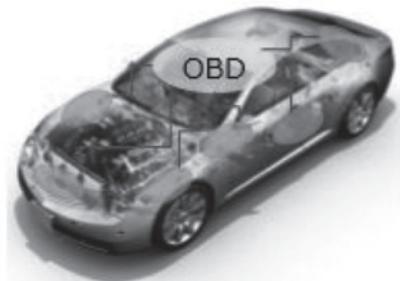


「自動車整備技術の高度化検討会」を通じて、自動車整備工場の技術力向上を支援

③現在の自動車の検査(車検)は、自動運転技術等に用いられる電子装置の機能確認には対応していないため、新たな検査手法を検討しなければならない。

### 「車載式故障診断装置（OBD）」とは

最近の自動車には、電子制御の状態を常時監視し、故障を記録する「車載式故障診断装置（OBD：On-Board Diagnostics）」が搭載されている。

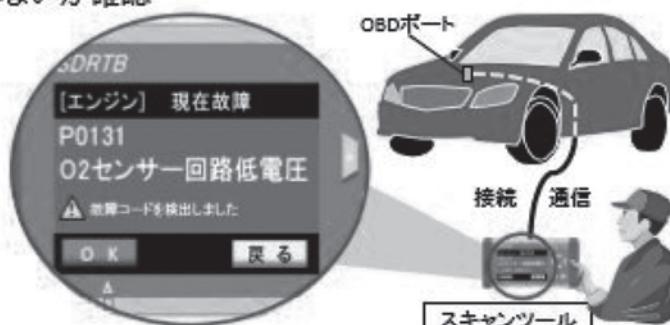


**車載式故障診断装置(OBD)：**  
自動車の電子制御を監視し、異常があった場合には「故障コード」を記録

記録された故障コードは、  
スキャンツールで読み取可能

### 車検における活用イメージ

車検時にスキャンツールを接続して基準不適合となる故障コードが残っていないか確認



「車載式故障診断装置を活用した自動車検査手法のあり方検討会」  
において、OBDを活用した新たな検査手法の検討を開始（平成29年12月～）

### ④自動運転に係るルール整備について

1、2020年を目指とした高度な自動運転システムの実現にあたっては、これまでの「ドライバーによる運転」を前提とした制度から「システムによる運転」も想定した制度へと、交通関連法規の多岐にわたる見直しが必要。

#### <政府全体の制度整備大綱>

- 2020年の高度自動運転の市場化を見据えて、交通関連法規の見直しに向けた政府全体の制度整備大綱を、2017年度目途に策定



「ドライバーによる運転」  
を前提とした制度

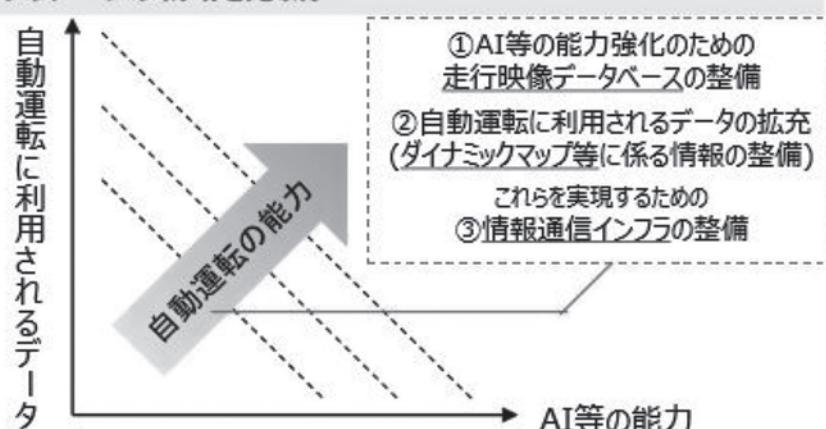
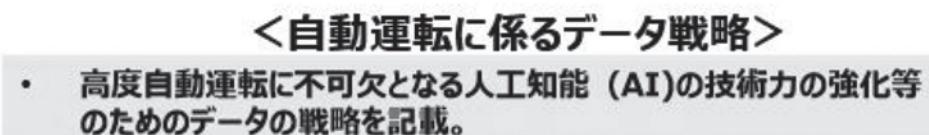
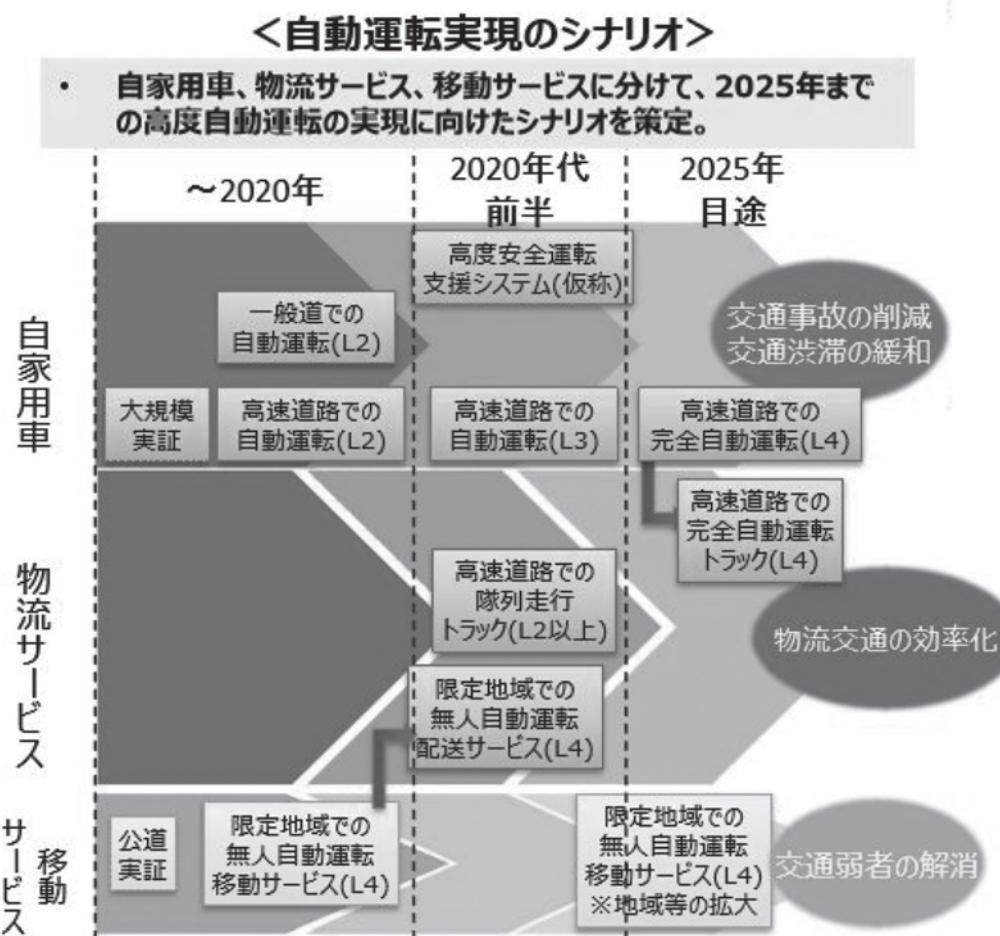
#### 政府一体による検討

自動運転車両特定  
安全基準の在り方  
交通ルールの在り方  
保険等の責任関係など



「システムによる運転」  
も想定した制度

2、「官民ITS・構想ロードマップ2017」において、高度な自動運転の実現に向けての必要処置。



3、高度な自動運転の早期実現に向けた環境整備として、国土交通省としては、今後、

- ・車両の安全確保
- ・自動運転による輸送サービスにおける安全と利便性の確保
- ・損害賠償責任の観点から、ルール整備を着実に進める。

#### 4. 高度な自動運転に係る制度整備の検討項目

＜安全基準のあり方＞

##### ■ **自動運転車の安全確保の考え方** 〈道路運送車両法等〉

安全基準の策定にあたっては、日本の世界最先端の自動車技術を世界に広げるため、引き続き国際的議論をリードする。

- ① 自動運転車が満たすべき安全性の要件を平成30年夏頃を目途にガイドラインとして取りまとめ  
(例：制御システムの安全性、サイバーセキュリティ等)
- ② 自動運転車における保安基準を、技術開発の動向や国際的な議論を踏まえ、段階的に策定
- ③ 使用過程車の安全確保策の在り方について検討
- ④ 隊列で走行する車両に係る要件の検討（車両技術）

＜交通ルール等のあり方＞

##### ■ **交通ルールの在り方** 〈道路交通法等〉

2020年の実用化等を見据えて、道路交通に関する条約（ジュネーブ条約）に係る国際的議論に当たっては、引き続き関係国と協調してリーダーシップを発揮し、その進展及び技術開発の進展等を踏まえ、安全性の確保を前提とした世界最先端の技術の実用化を目指した交通ルールの検討を行う。

- ① 道路交通に関する条約（ジュネーブ条約）に係る国際的な議論に当たっては、引き続き関係国と協調してリーダーシップを発揮する。また、国際的な議論と並行して国内法制度見直しの検討を進め、国際的な議論及び自動運転に関する技術開発等の進展を踏まえ、速やかに国内法制度を整備する。
- ② 自動運転システムが、道路交通法令の規範を遵守するものであることを担保するために必要な措置等を検討する。
- ③ 限定地域での無人自動運転移動サービスについては、当面は、遠隔型自動運転システムを使用した現在の実証実験の枠組みを事業化の際にも利用可能とする。
- ④ 隊列で走行する車両に係る要件の検討（交通ルール）

＜事故時等における責任関係＞

##### ■ **責任関係** 〈自動車損害賠償保障法、民法、製造物責任法、自動車運転死傷処罰法等〉

万が一の事故の際にも迅速な被害者救済を実現するとともに、自動運転が社会に受け入れられるために、事故時の責任関係の明確化及び事故原因の究明に取り組む。そのためのデータ取得・保存・活用についても検討する。

- ① 自動車損害賠償保障法（以下「自賠法」という。）において、自動運転システム利用中の事故により生じた損害についても、従来の運行供用者責任を維持する。
- ② 自賠法において、自動車の保有者等が必要なセキュリティ対

- ③ 自動運転車を市場化する際には、交通ルール、運送事業に関する法制度等により、様々な関係主体に期待される役割や義務を明確化していくこと等を踏まえて刑事責任についての検討を行う。
- ④ 2020年を目途に、データ記録装置の設置義務化、データの記録機能、情報保有者の事故時の記録提出の義務化の要否を検討する。

## 5. 自動運転車の安全技術ガイドライン

「自動運転車に係る制度整備大綱」を受けて、国土交通省では、国際基準が策定されるまでの間の、安全なレベル3以上の自動運転の開発・実用化を促進するため、平成30年9月に「自動運転車の安全技術ガイドライン」を策定した。このガイドラインでは、世界で初めて「自動運転システムが引き起こす人身事故がゼロになる社会の実現を目指す」という安全目標を設定し、自動運転車の開発・実用化の意義を明確化するとともに、運行設定領域(ODDの設定)やヒューマン・マシン・インターフェース、データ記録装置の搭載、サイバーセキュリティ等の10項目を対象として「自動運転車の安全性に関する要件」を設定した。

### 国土交通省の対応

#### 【基本的な考え方】

- i. 日本の優れた技術の海外普及を可能とするよう、制度面における国際的リーダーシップの発揮
- ii. 安全確保を前提としつつ技術革新が促進されるような、未来志向の制度枠組みの策定
- iii. 迅速な被害者救済の視点に立った責任関係の明確化

(ルール整備の際の配慮事項)  
・技術開発・実用化などの動向  
・国際的な議論の動向

自家用車(高速道路でのレベル3)、移動サービス(限定地域でのレベル4)、  
物流サービス(トラック隊列走行)の各項目について、  
①車両の安全確保、②自動運転による輸送サービスにおける安全と利便性の確保、③損害賠償責任、に関するルール整備を進める

### 自動運転車の安全性に関する基本的な考え方

- 「自動運転システムが引き起こす人身事故がゼロとなる社会の実現を目指す」とを目標として設定する
- 自動運転車が満たすべき車両安全の定義を、「自動運転車の運行設計領域(ODD)において、自動運転システムが引き起こす人身事故であって合理的に予見される防止可能な事故が生じないこと」と定め、自動運転車が満たすべき車両安全要件を設定し、安全性を確保する

### 自動運転車の安全性に関する要件(10項目)

※詳細は  
図4参照

自動運転車は、次の安全性に関する要件を満たすことにより、その安全性を確保しなければならない

- ① 運行設計領域(ODD)の設定
- ② 自動運転システムの安全性
- ③ 保安基準等の遵守等
- ④ ヒューマン・マシン・インターフェース(ドライバー状態の監視機能等の搭載)
- ⑤ データ記録装置の搭載
- ⑥ サイバーセキュリティ
- ⑦ 無人自動運転移動サービス用車両の安全性(追加要件)
- ⑧ 安全性評価
- ⑨ 使用過程における安全確保
- ⑩ 自動運転車の使用者への情報提供

## 自動運転車の安全性に関する要件(10項目)

自動運転車は、以下の安全性に関する要件を満たすことにより、その安全性を確保しなければならない

車両の安全性に関する項目	主な要件
① 運行設計領域（ODD）の設定	個々の自動運転車が有する性能及び使用の態様に応じ、運行設計領域（自動運転システムが正常に作動する前提となる設計上の走行環境に係る特有の条件：ODD）を定め、走行環境や運用方法を制限すること
② 自動運転システムの安全性	・制御系やセンサ系の冗長性を確保すること等によりシステムの安全性を確保すること ・設定されたODDの範囲外となる場合等、自動運転の継続が困難となった場合には、最終的に車両を自動で安全に停止させること
③ 保安基準の遵守等	・自動運転に間接する既に定められた道路運送車両の保安基準を満たすこと ・関連するISO等の国際標準等を満たすことを推奨
④ ヒューマン・マシン・インターフェース（HMI）	自動運転システムの作動状況等を運転者又は乗員に知らせるための以下の機能を有するHMIを備えること ・レベル3の自動運転車には、運転者がシステムからの運転操作を引き継ぐことができる状態にあることを監視し、必要に応じ警報を発することができる機能（ドライバーモニタリングシステム等） ・レベル4の自動運転車には、自動運転の継続が困難であるとシステムが判断し、車両を自動で停止させることをあらかじめ運転者又は乗員（運行管理者）に知らせることができる機能
⑤ データ記録装置の搭載	自動運転システムの作動状況や運転者の状況等をデータとして記録する装置を備えること
⑥ サイバーセキュリティ	サイバーセキュリティに関する国連（WP29）等の最新の要件を踏まえ、ハッキング対策等のサイバーセキュリティを考慮した車両の設計・開発を行うこと
⑦ 無人自動運転移動サービス用車両の安全性（追加要件）	無人移動サービス（レベル4）に用いられる自動運転車については、①～⑥の要件に加え、運行管理センターから車室内の状況が監視できるカメラ等や、非常停止時に運行管理センターに自動通報する機能等を備えること
⑧ 安全性評価	設定されたODDにおいて合理的に予見される危険事象に関して、シミュレーション、テストコース又は路上試験を適切に組み合わせた検証を行い、安全性について事前に確認すること
⑨ 使用過程における安全確保	使用過程の自動運転車両の安全確保の観点から、自動運転車の保守管理（点検整備）及びサイバーセキュリティを確保するためのソフトウェアのアップデート等の必要な措置を講じること
⑩ 自動運転車の使用者への情報提供	自動運転車の使用者に対し、システムの使用方法、ODDの範囲、機能限界等を周知し理解することができる措置を講じること

## ■地理空間情報活用の環境整備

自車位置がGNSSで正確に求まる高精度測位社会に向けて、引き続き電子基準点網を安定的に維持する。また、ダイナミックマップ等の地図の効率的な整備に必要な基準類を制定するとともに、ダイナミックマップを多分野で活用できるよう、基盤地図情報への整合手法を検討する。



## IV 次世代ITSとAI技術

### 1 社会的課題への対応

#### ■持続可能なモビリティ社会の実現

##### ①事故が起こった時の責任

自動運転のクルマが事故を起こしたら誰が責任をとることになるのでしょうか。  
今までであれば運転をしていたドライバーに賠償責任が発生しました。  
正しく自動運転のルールに則って、クルマを自動運転をしていたら、解釈によっては、クルマを提供する自動車メーカー側に責任がある、とも言えそうです。システムの不具合、誤作動、AIの判断ミス、などさまざまな不具合を予想することができます。

自動運転車が事故を起こしたら

- ・運転者の責任？
- ・自動車側の責任？

##### ②自動運転システムをハッキング

自動運転とは人の手を介さず、コンピューターのシステムでクルマを動かすことです。  
人の手を必要としない、ということは、人が乗っていないくてもクルマが動かせてしまいます。  
そこで懸念されているのが、遠隔操作によるクルマの盗難になります。

盗難集団にシステムをハッキングされてしまうと、かんたんに盗まれてしまうリスクが生まれます。  
遠隔操作をされた無人のクルマが勝手に動き出し、容易に他人の手に渡ってしまうかもしれませんのです。

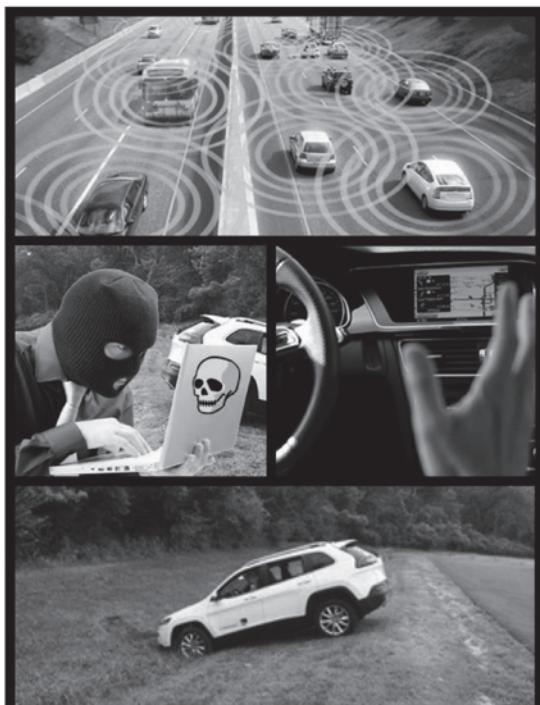
##### ③自動運転システムを武器に

ハッキングにより自動車が武器に改造されてしまうおそれがあります。

世界各地で起こる自爆テロ。自動運転車両は危険物や爆発物を運ぶための車両として、無人兵器となります。

システムがハッキングされると、さまざまなことが可能になります。

交通ルールを無視した事故や、他人の車への衝突など、自在に車をコントロールし損害をあたえます。



## ④AI(人工知能)に潜む危険性

世界中で自動運転の試験運転が行われていますが、AI(人工知能)による自動運転車だから無事故かと言えば決してそんなことはなくすでに死亡事故も起きています。

事故があっても人間の側に過失の要素が強ければAI(人工知能)の危険性のは薄れます。しかし車道に歩行者が突然飛び出してくるようなケースで、AI(人工知能)が歩行者とドライバーのどちらの命を優先するかという選択になった場合どうなるのでしょうか。

AI(人工知能)の合理的な判断が、車体とドライバーの安全を優先して歩行者の命を軽んじるような挙動をしたとなれば、それはAI(人工知能)に潜む危険性を示すことになります。

またAI(人工知能)は、膨大なデータからディープラーニングでさまざまな概念や仕組みを学ぶのがAI(人工知能)となります。間違った情報によるAI(人工知能)の暴走が起こる可能性があります。

## ⑤インフラの整備

自動運転はクルマだけが進化すればいいというわけではありません。絶えず変化する交通事情に対して、クルマと通信する信号機器が必要になります。一時停止ラインで止まるには、クルマと通クルマと通信する明確な標識が必要です。

自動運転を車輛に内蔵されたレーダーとカメラだけで実現させるには限界があります。街中にあるたくさんのインフラ公共物にも協力してもらわなくてはならないのです。その他にもナビを随時更新するシステム、通行場所の詳細な情報、GPS衛星、あらゆるものと共に立してはじめて高度な自動運転が成り立ちます。これらのインフラを整備するには膨大なお金がかかります。



## ⑥法律の整備

現在自動運転(自立走行)している車の多くは、建設現場など閉塞された所に限られます。一般道路で走行できる完全自動運転車は、法的に規制されており走ることができません。

一般人が公道で走行できる自動運転車はジュネーブ道路交通条約で、一単位として運行される車両、または連結車両には、それぞれ運転者がいなければいけない。など厳格に運転者について規制があります。

## 2 ITS技術とAI技術

### ■ICTを活用した次世代ITS

#### ①目的

自動走行システムには、、、

- ・交通事故の削減
- ・交通事故の削減
- ・環境負荷の低減、
- ・高齢者等の移動支援
- ・運転の快適性の向上

という効果が期待され、特に超高齢化社会を迎える中、世界一安全な道路交通社会を目指す我が国にとって、関連技術の開発やその普及に向けた環境整備は極めて重要である。

自動走行システムを実現するためには、従来の自動車単体での運転支援技術(自律型)の更なる高度化に加え、車と車、インフラ、歩行者等をつなぐ高度な無線通信技術を活用した運転支援技術(協調型)の早期実用化が不可欠である。

#### ②次世代ITSの実現に向けて

安全・安心、円滑な道路交通の実現のため、ITSスポットサービスの普及促進を行うとともに、ビッグデータである車両の走行履歴や挙動履歴等の大量のプローブ情報を収集・分析することで、きめ細やかな道路管理等に資する取組みが進められている。

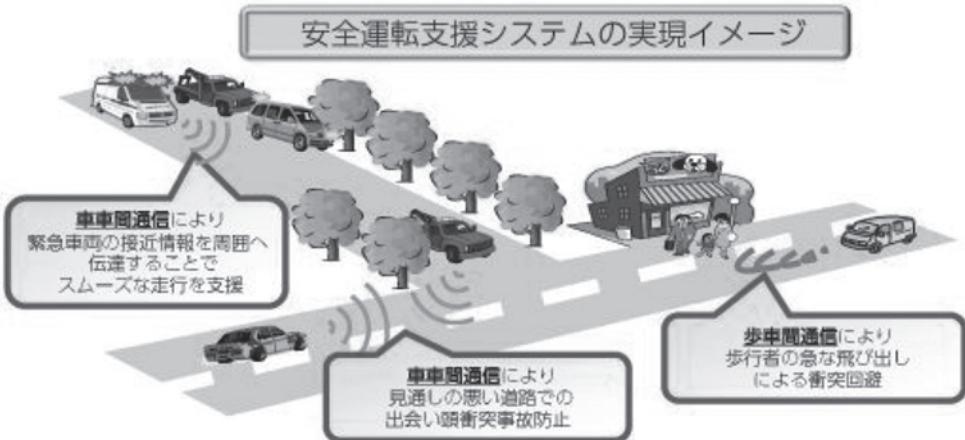
また、ACC(車間距離制御システム)搭載車両を使用した渋滞解消について、官民連携による技術検討及び開発を進めるとともに、高速道路上の自動運転に関する課題整理等が国によって行われている。

#### ③先進安全自動車(ASV)の推進

ASV推進計画に基づき、ICT技術等の先進技術を利用してドライバーの安全運転を支援する先進安全自動車(ASV)の開発・実用化・普及が進んでいる。具体的には、ドライバー異常時対応システム、ドライバーの過信、システムの複合化、車車間通信・歩車間通信等の通信利用型安全運転支援システムの開発促進が今後の課題となる。また、車車間・路車間・歩車間通信でやりとりする情報やインフラレーダーで収集する情報等を組み合わせたシステムを開発し、ICTを活用した高度な安全運転支援システムの実現を目指しています。

#### ④国の政策的位置づけ

「日本再興戦略」(平成25年6月14日閣議決定)において、車車間通信、路車間通信等を用いた安全運転支援装置・安全運転支援システム及び自動走行システム、渋滞予測システム、物流システムの構築によるヒト・モノの安全・快適な移動の実現を国家プロジェクトとして進めることとされている。また、世界最先端IT国家創造宣言(平成25年6月14日閣議決定)において、車の自律系システムと車と車、道路と車との情報交換等を組み合わせ、運転支援技術の高度化を図るとともに、実用化に向けた公道上での実証を実施することとされている。



## ⑤自動走行システムに必要な車車間通信・路車間通信技術

自動走行システムの実現に必要な高い信頼性を有する車車間通信・路車間通信技術を確立するため、公道における実証実験を通じて、多数の自動車が存在する状況等において車車間通信・路車間通信のメッセージセットの妥当性や、アプリケーションの成立性の検証を行うとともに、通信された情報を自動車の制御に反映するために必要な通信技術の開発を行い、その結果を踏まえ通信プロトコルを策定する必要がある。

### ・車車間通信の技術的課題

車車間通信を利用した自動運転(自動走行)・安全運転支援システムの実用化するためには、車車間通信に必要とされる性能要件の明確化が必要である。具体的には、多数の自動車が存在する状況において、対象とする自動車の情報を的確に伝えるための要件や、車載機搭載車両と非搭載車両が混在している状況で必要とされる要件、様々な場面における支援に必要な情報をドライバーへ報知するタイミングや方法等の要件を検討し、実用化に向けたガイドラインを策定する必要がある。

### ・車路間通信の技術的課題

自動運転(自動走行)を実現するためには、路側に設置したセンサにより自動車の見通し外も含めた周囲の状況を把握し、自動車に対して交通事故防止に資する交通情報をリアルタイムに提供することが不可欠である。そこで、電波を活用し、「右・左折時衝突防止支援システム」や「歩行者横断見落とし防止支援システム」など、交差点において刻々と変化する安全情報を自動車に提供するシステムに必要な路車間通信の要求条件の検討を実施する。

具体的には、車車間/路車間の混在環境条件での通信性能の要求条件の検討を実施する。

### ・車車間通信及び車路間通信の通信技術的課題

交差点、合流部等が混在する複雑な道路環境下および、日々刻々と変化する交通状況の中、多様な車両等が存在する公道において、自動走行システム・700MHz 帯安全運転支援システムを実現していくためには、車同士、車両と路側装置間で多数の情報を伝達し合う環境下においても、車両の適切な通信相手を判断し、確実に動作を可能とする通信プロトコルの開発が必要である。

## ⑥歩車間通信技術の開発

見通しの悪い交差点等で発生する歩行者・自転車事故を削減するため、歩行者・自転車の位置・速度等の情報を自動車に提供し衝突を回避するなどの歩車間通信技術について、専用端末を利用した直接通信型、携帯電話ネットワーク利用型のそれぞれについて開発を行う必要がある。

歩行者・自転車等は、自動車に比べ移動の自由度が高く、従来のGPSをベースにした位置計測技術では精度が不十分である。このことから、準天頂衛星などを複合的に組み合わせる方法や新たな方式を考案するなどの高度位置精度技術の開発が必要である。

## ⑦インフラレーダーシステム技術の開発

交通事故死者数削減のため、人や車といった小さな対象物を検知可能な79GHz 帯高分解能レーダーを用いて、交差点等の様々な交通環境や気象・環境条件下で信頼性高く対象物検知・識別を行うことが可能なインフラレーダーシステムの実現に向けて、検出信頼性、耐干渉性および耐環境性に優れたインフラレーダー技術の開発を行うとともに、安全運転支援に資するための路車連携技術の開発を行う必要がある。

### 参考文献及び参照記事について

自動運転LAB ~モビリティ業界テクノロジー系ニュースメディア~

【最新版】ADASとは？ 読み方や定義、機能は？ 自動運転との違いは？

トヨタ自動車株式会社

PRIUS ZVW5# 電子技術マニュアル

日産自動車株式会社

セレナ サービス技術資料

文部科学省委託事業  
『Society5.0社会を支えるエンジニア育成教育プログラム開発事業』

実証実験授業講座名：自動車エンジニア用カリキュラム

## — ITS 概論(初級編) —

(4/4コマ目)

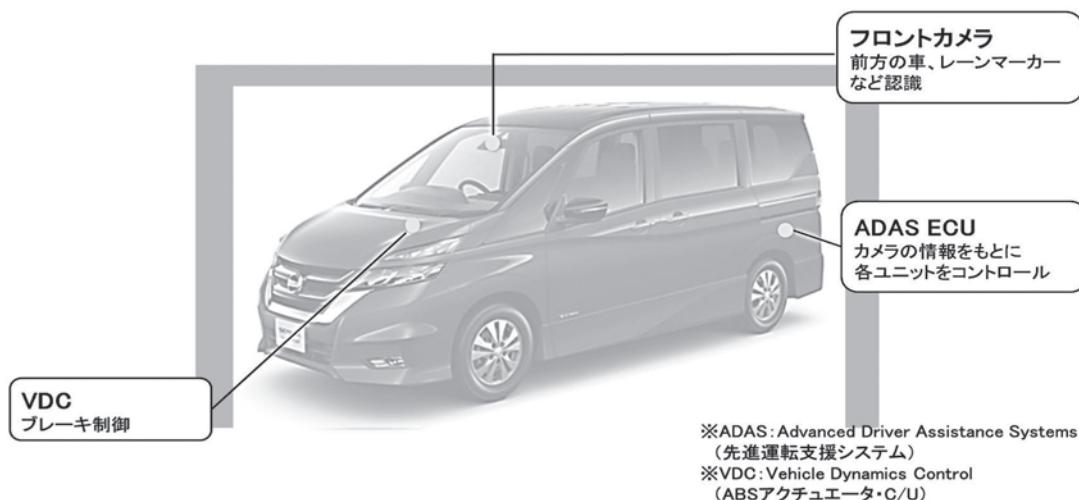
### 4 『実習車両による機能点検』



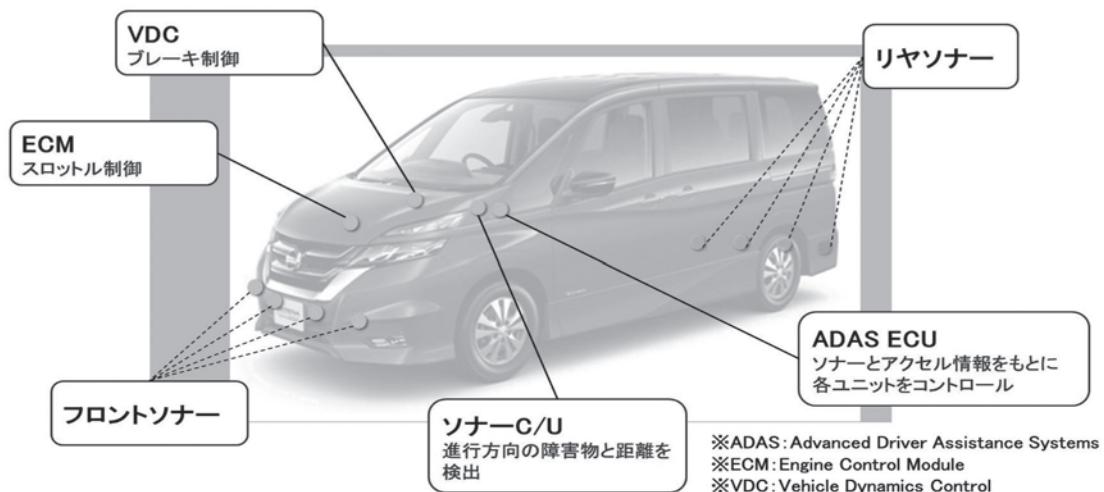
## V 実習車両による機能確認

### 1 センサー・カメラ位置及び機能確認(日産:セレナ)

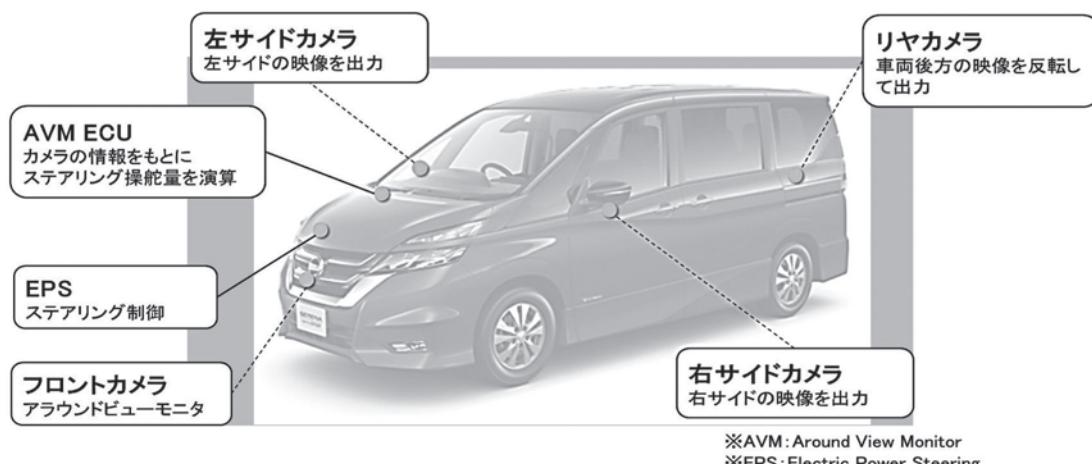
#### ■インテリジェントエマージェンシーブレーキ・システム



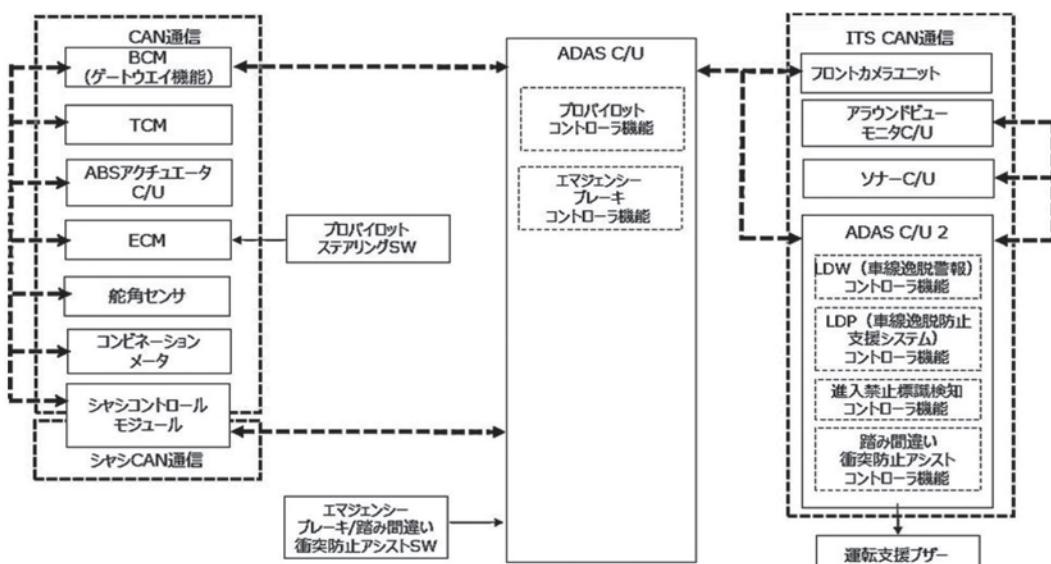
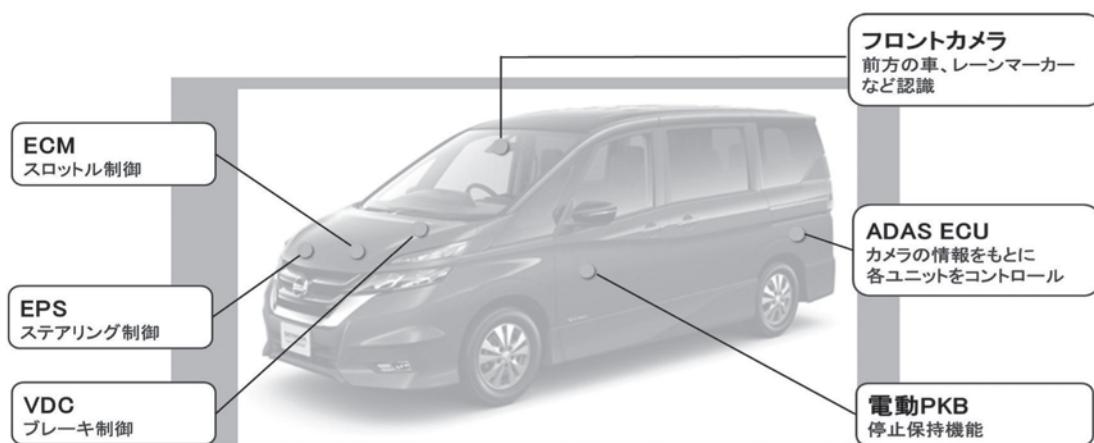
#### ■踏み間違い衝突防止アシスト・システム



#### ■インテリジェントパーキングアシスト・システム



## ■プロパイロット・システム



## ■各部品の役割

コントロールモジュール	役割・機能
ADAS (Advanced Driver Assistance Systems) C/U	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プロパイロット車は2つのADAS C/Uを搭載している。</li> <li>・ADAS C/Uは、各C/UからのCAN通信信号を基に下記システムを制御する。           <ul style="list-style-type: none"> <li>—プロパイロット</li> <li>—エマージェンシーブレーキ</li> </ul> </li> <li>・ADAS C/U 2は、各C/UからのCAN通信信号(ADAS C/U経由)を基に下記システムを制御する。           <ul style="list-style-type: none"> <li>—踏み間違い衝突防止アシスト</li> <li>—LDW(車線逸脱警報)</li> <li>—LDP(車線逸脱防止支援システム)</li> <li>—進入禁止標識検知</li> </ul> </li> </ul>
フロントカメラ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・車両前方の先行車や歩行者の有無を検知し、先行車や歩行者を検知しているときは距先行車や歩行者までの距離も計測する。</li> <li>・車両瀬前方のレーンマーカ(白線、黄線)状態を検出する。</li> <li>・検出した車両前方情報をADAS C/Uに送信する。</li> </ul>
ECM	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プロパイロット許可信号などをADAS C/Uに送信する。</li> <li>・ADAS C/Uからのプロパイロット作動信号に基づき、電子制御スロットルを制御する。</li> </ul>

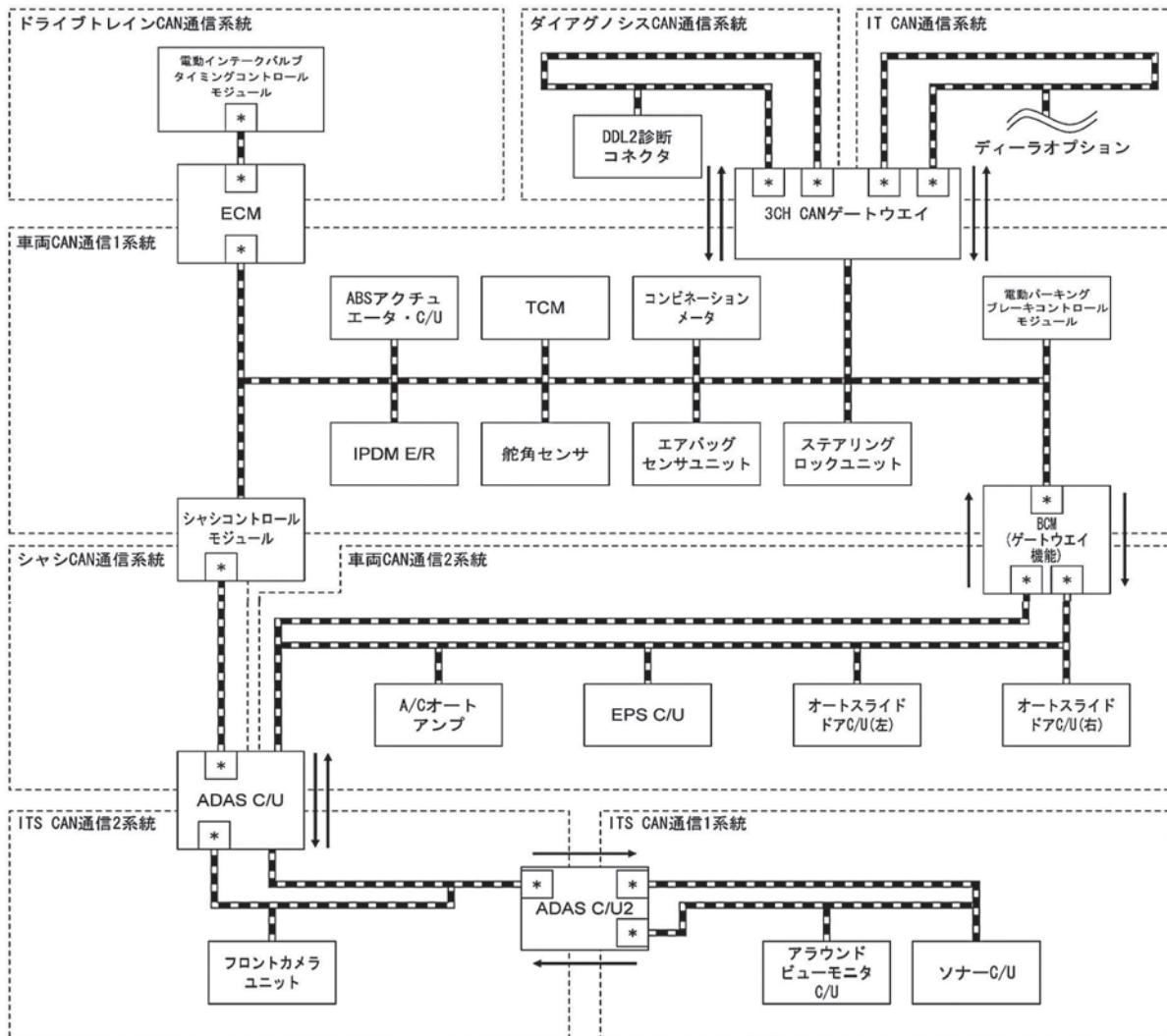
コントロールモジュール	役割・機能
EPS	<ul style="list-style-type: none"> <li>ステアリングトルク信号などをADAS C/Uに送信する。</li> <li>ADAS C/Uからのプロパイロット作動信号に基づき、電動パワーステアリングを制御する。</li> </ul>
VDC	<ul style="list-style-type: none"> <li>車輪回転センサ信号、及びVDC、TCS、ABSシステムの作動状態などをADAS C/Uへ送信する。</li> <li>シャシコントロールモジュール経由で送信されてきたブレーキ液圧指令信号に基づき、ブレーキ制御を行う。</li> </ul>
電動PKB	<ul style="list-style-type: none"> <li>電動パーキングブレーキ作動信号をADAS C/Uに送信する。</li> <li>シャシコントロールモジュール経由で送信されてきた電動パーキングブレーキ作動要求信号に基づき、電動パーキングブレーキの制御を行う。</li> </ul>
舵角センサ	ステアリングホイールの回転量、回転速度、回転方向を検出し、ADAS C/U に送信する。

## ■システムの制御

車速・車間制御	ステアリング制御	
○	○	「両側に白線があって、先行車がいるシーン」が最もプロパイロットのサポートを体感することができる
○	△ 待機	<ul style="list-style-type: none"> <li>両側の白線を検出しなくなった・車両が約50km/hを下回っている場合に、先行車を検出しなくなった</li> <li>方向指示器が作動しているとき</li> <li>ハンドルを持っていない、または操作していないとき</li> </ul>
○	解除	<ul style="list-style-type: none"> <li>ワイパーを低速で作動させたとき</li> <li>走行車線内にレーンマーカーに見えるようなものがあるなど、レーンマーカーが正しく検出できない状態が長時間続いたとき（雪のわだち、濡れた路面が周辺の光の反射している、消し忘れのレーンマーカーなど）</li> </ul>
△ 待機	○	・アクセルを踏んだ

車速・車間制御	ステアリング制御	
解除	解除	<ul style="list-style-type: none"> <li>プロパイロットスイッチを押した</li> <li>CANCELスイッチを押した</li> <li>ブレーキを踏んだ（停止時を除く）</li> <li>運転席、助手席、後席、またはバックドアのいずれかのドアを開けたとき</li> <li>運転席のシートベルトを解除したとき</li> <li>先行車を検出していないときに、車速が約25km/hを下回ったとき</li> <li>インテリジェントクルーズコントロールにより自車が停止後、約3分が経過したとき</li> <li>セレクトレバーをD又はL以外にしたとき</li> <li>電動パーキングブレーキをかけたとき</li> <li>VDCをOFFにしたとき</li> <li>VDC/TCSが作動したとき</li> <li>タイヤが空転したとき</li> <li>雨、雪、霧または、カメラ前方のウィンドシールドの凍結、汚れ等で、カメラの視界が確保できなくなったとき</li> <li>ワイパーを高速で作動させたとき</li> <li>インテリジェントパーキングアシストの制御を開始したとき</li> </ul>

## ■CANの接続

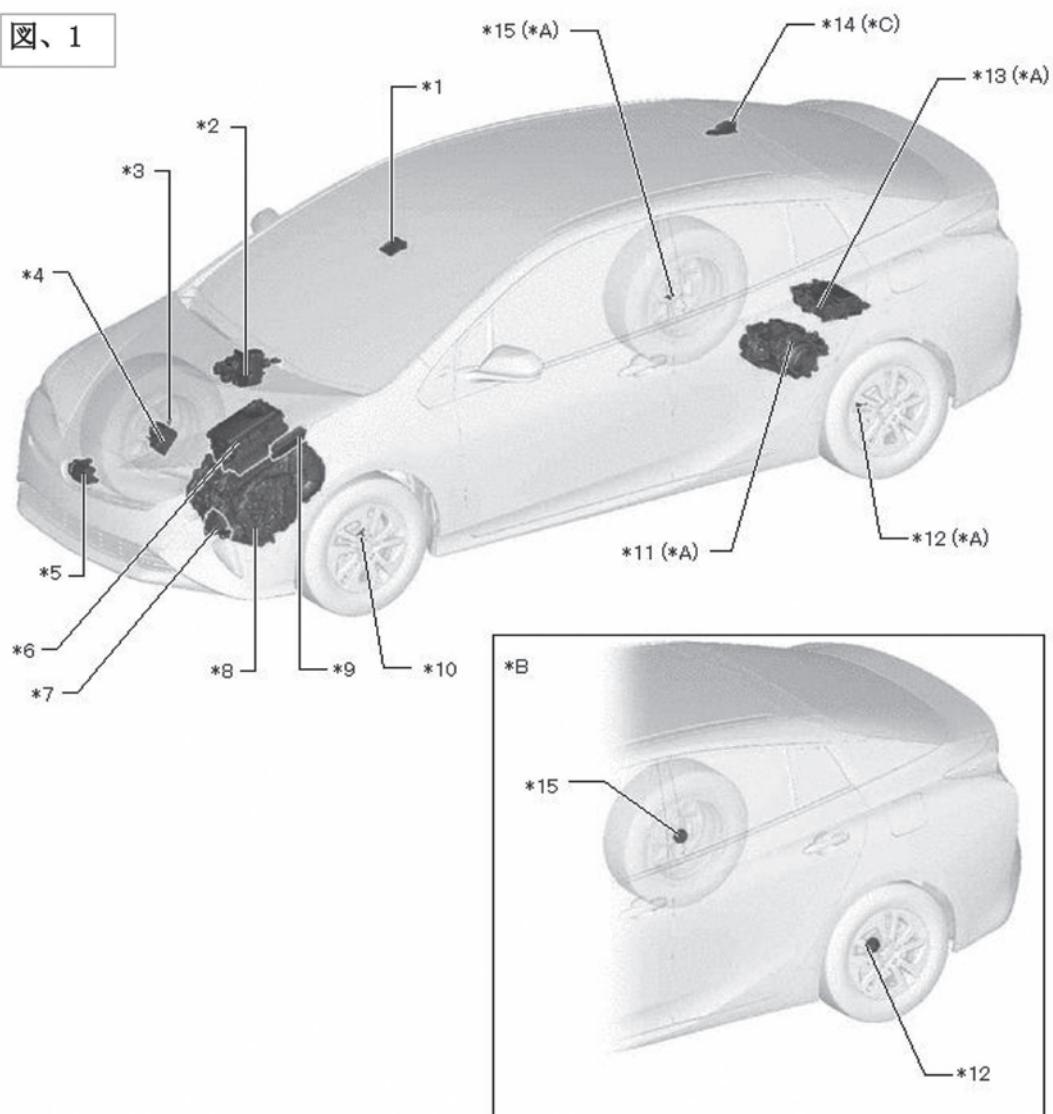


注意)各システムの作動の概要については、上級編『自動運転の仕組みとAI技術』  
14: 自動運転社会を目指す2つの流れを参照のこと

## 2 センサー・カメラ位置及び機能確認(トヨタ:プリウス)

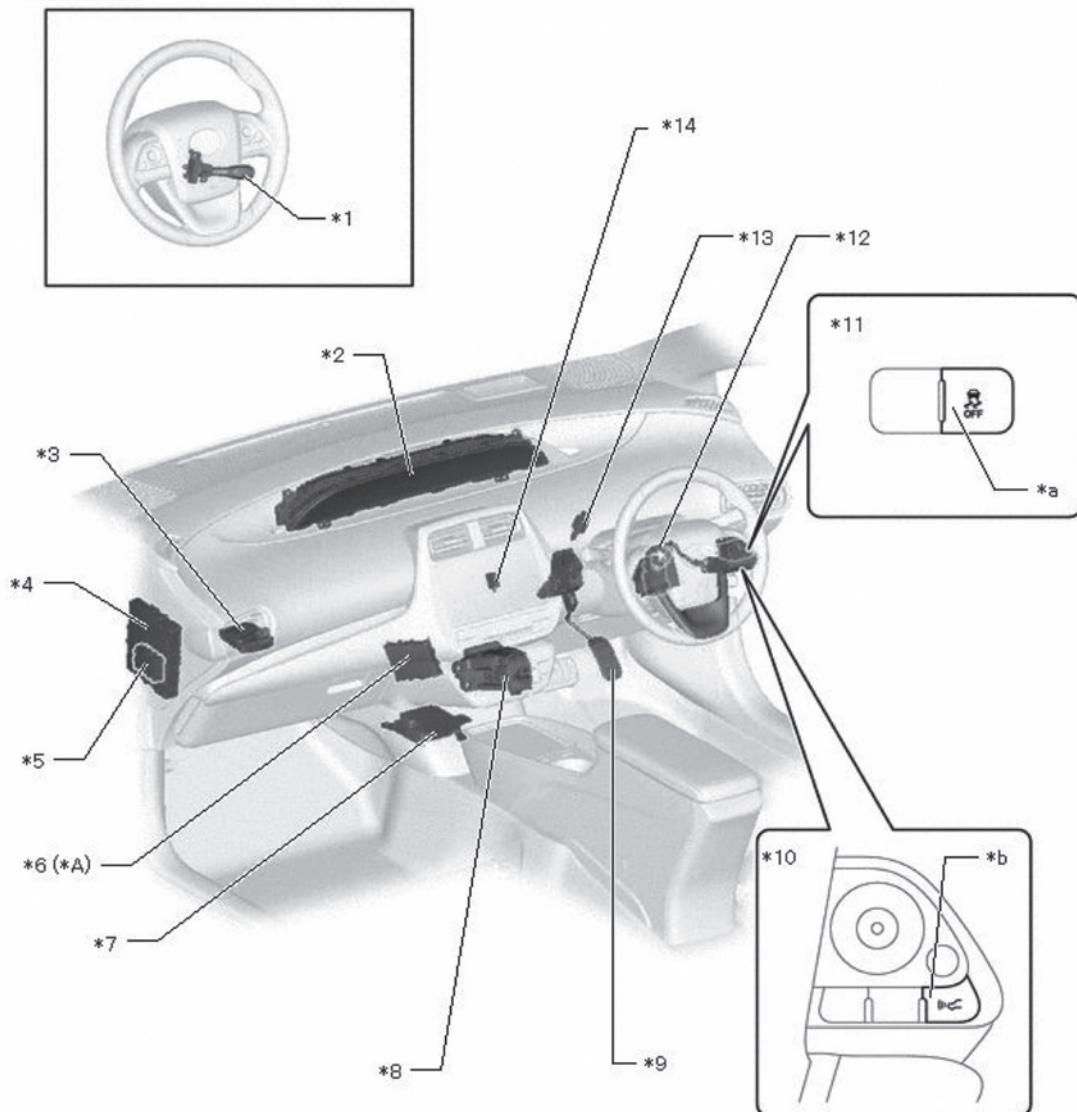
### ■レーダークルーズコントロール・システム

図、1



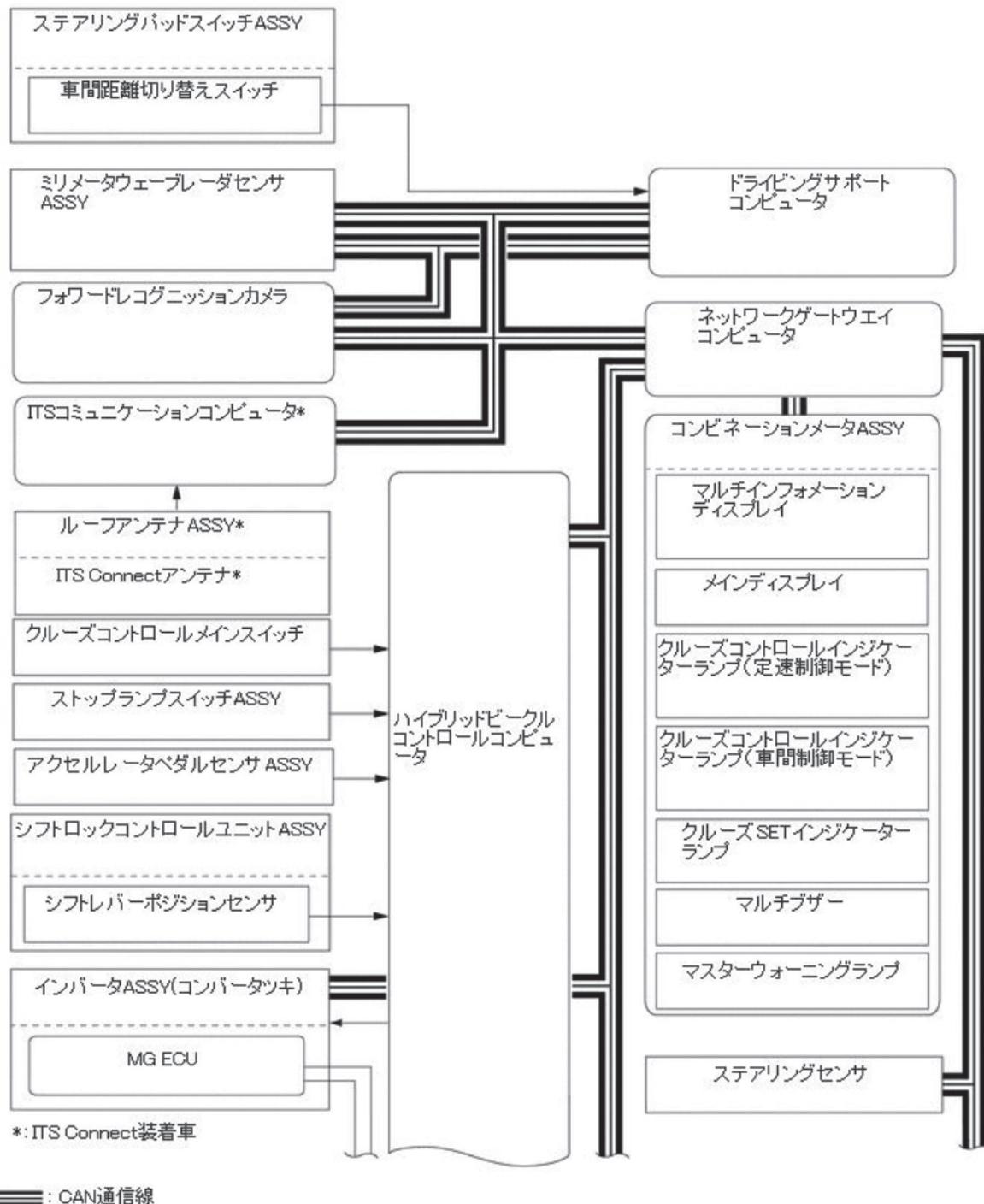
*A	4WD車	*B	2WD車
*C	ITS Connect装着車	-	-
*1	フォワードレコグニッショングループセンサ	*2	ブレーキブースタASSY(マスタシリンダツキ) ・スキッドコントロールコンピュータ
*3	フロントスピードセンサRH	*4	スロットルボデーASSY ・スロットルコントロールモーター ・スロットルポジションセンサー
*5	ミリメータウェーブレーダセンサASSY	*6	インバータASSY(コンバータツキ) ・MG ECU
*7	パーキングロックアクチュエータ(シフトコントロールアクチュエータASSY)	*8	ハイブリッドビークルトランスアクスルASSY
*9	エンジンコントロールコンピュータ	*10	フロントスピードセンサLH
*11	リヤトラクションモータ	*12	リヤスピードセンサLH
*13	ハイブリッドモータコントロールインバータASSY RR	*14	ルーフアンテナASSY ・ITS Connectアンテナ
*15	リヤスピードセンサRH	-	-

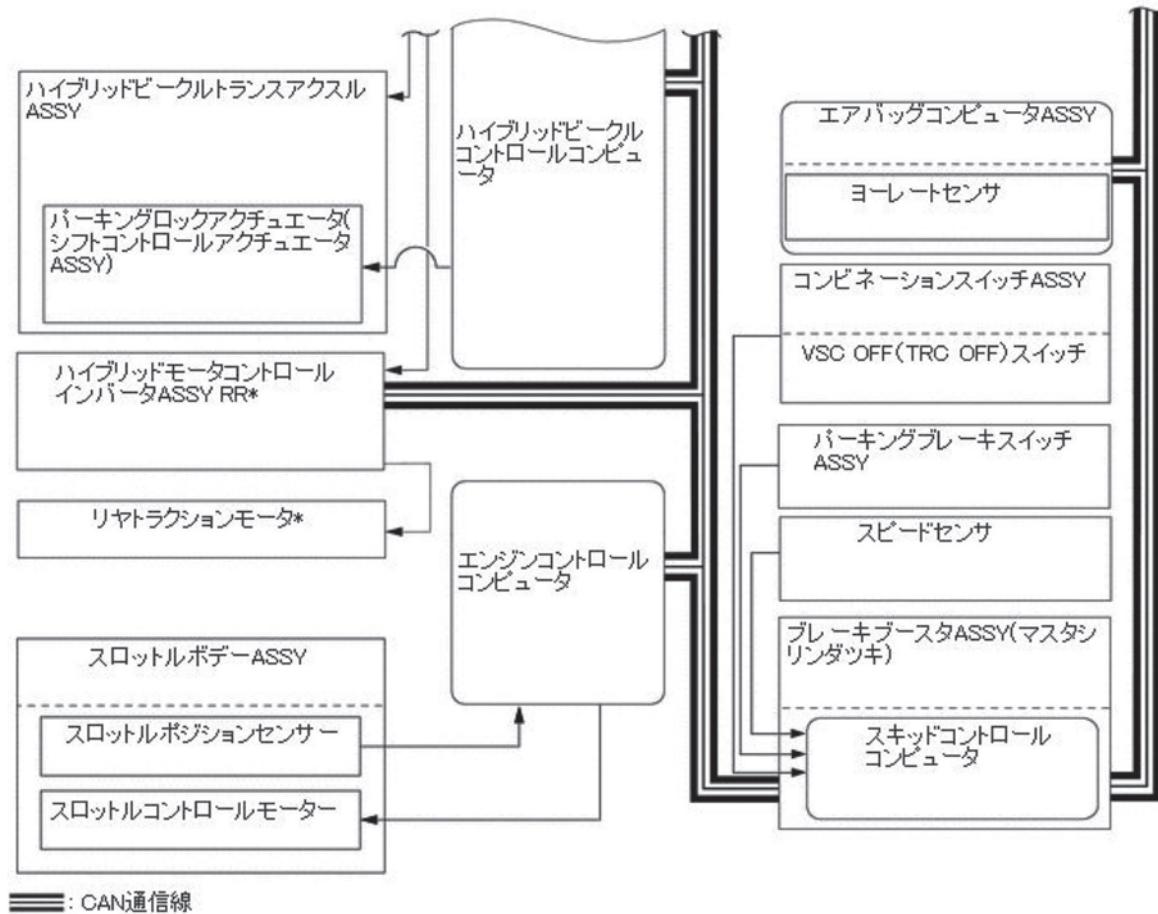
図、2



*A	ITS Connect装着車	-	-
*1	クルーズコントロールメインスイッチ	*2	コンピューションメータASSY ・ クルーズコントロールインジケーター ランプ(車間制御モード) ・ クルーズコントロールインジケーター ランプ(定速制御モード) ・ クルーズSETインジケーター ランプ ・ マルチインフォメーションディスプレイ ・ メインディスプレイ ・ マスター ウォーニングランプ ・ マルチプザー
*3	ドライビングサポートコンピュータ	*4	ハイブリッドビークルコントロールコンピュータ
*5	ネットワークゲートウェイコンピュータ	*6	ITSコミュニケーションコンピュータ
*7	エアバッグコンピュータASSY ・ ヨーレートセンサ	*8	シフトロックコントロールユニットASSY ・ シフトレバーポジションセンサ
*9	アクセルレータペダルセンサASSY	*10	ステアリングパッドスイッチASSY
*11	コンピューションスイッチASSY	*12	ステアリングセンサ
*13	ストップランプスイッチASSY	*14	パーキングブレーキスイッチASSY
*a	VSC OFF(TRC OFF)スイッチ	*b	車間距離切り替えスイッチ

## ■システム図(レーダークルーズコントロール・システム)





\*: 4WD車

## ■主要部品の機能

構成部品	主要機能
ブレーキブースタASSY (マスターシリンダ) (図1-*2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ドライビングサポートコンピュータからの要求駆動力信号に応じて、ブレーキ制御を行います。</li> <li>ブレーキ制御時は、ストップランプを点灯させます。</li> </ul>
スキッドコントロールコンピュータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>車輪速信号をドライビングサポートコンピュータへ送信します。</li> <li>停止保持制御時にブレーキホールド機能による、車両停止判断とブレーキ制御を実施します。</li> </ul>
ミリメータウェーブレーダ センサASSY (図1-*5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ミリ波帯の電波を前方に放射し、その反射波から前方物体の距離、方向を測定し、同時に相対速度を演算します。</li> <li>測定した結果(距離、方向、相対速度)をドライビングサポートコンピュータへ送信します。</li> </ul>
フォワードレコグニッショ ンカメラ (図1-*1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>前方画像情報を取り込んで、前方物体や道路の車線を検知します。</li> </ul>

ハイブリッドビークル コントロールコンピュータ (図2-*4)	・各スイッチ・センサおよびコンピュータからの信号により、ハイブリッドコントロールシステムを制御します。 ・ドライビングサポートコンピュータへ、実発生駆動力情報および実現可能駆動力情報を送信します。
インバータASSY (コンバータツキ) MG ECU (図1-*6)	・ハイブリッドビークルコントロールコンピュータからのモータ駆動要求信号を受信し、要求に応じたトルク指示をハイブリッドビークルトランスアクスルASSYとハイブリッドモータコントロールインバータASSY RRに出力します。
ハイブリッドモータコントロールインバータASSY RR*1 (図1-*13)	・インバータASSY(コンバータツキ)からのモータ駆動要求信号を受信し、要求に応じたトルク指示をリヤトラクションモータ*1に出力します。
リヤトラクションモータ*1 (図1-*11)	・ハイブリッドモータコントロールインバータASSY RRからのモーター駆動要求信号を受信し、要求に応じたトルクを出力します。
エンジンコントロール コンピュータ (図1-*9)	・ハイブリッドビークルコントロールコンピュータからの要求駆動力信号に応じて、スロットルコントロールモーターを制御します。
(スロットルボデーASSY)	
スロットルコントロール モーター	・エンジンコントロールコンピュータからの信号に応じてスロットルコントロールバルブを設定開度に調整します。
スロットルポジションセンサー (図1-*4)	・スロットルバルブ開度を検知し、エンジンコントロールコンピュータへ出力します。
ドライビングサポート コンピュータ (図2-*3)	・システム制御状態の表示要求、警報要求の各信号を出力します。 ・ミリメータウェーブレーダセンサASSYやフォワードレコグニッショカメラからの情報により追従車両を決定し、目標車間距離になるように駆動力を制御します。
クルーズコントロール メインスイッチ (メインスイッチ・操作スイッチ一体)	・レーダークルーズコントロールシステム電源のON/OFF、車速設定、加速、減速、および制御キャンセルの各操作を行います。
メインスイッチ (プッシュタイプ)	・メインスイッチを1.5秒以上押し続けることで車間制御モード、定速制御モードの切り替えを行います。
操作スイッチ (3方向レバータイプ) (図2-*1)	メインスイッチON時に操作することにより、ハイブリッドビークルコントロールコンピュータへ各スイッチ操作信号をへ出力します。 --SETスイッチ：減速制御/車速セット --RESスイッチ：加速制御/復帰制御 -CANCELスイッチ：制御解除
ステアリングパッドスイッチ ASSY ・車間距離切り替えスイッチ (図2-*10)	車間制御モードによって追従走行する場合の設定車間距離(時間)を、スイッチを押すごとに3段階に切り替え、スイッチ操作信号をドライビングサポートコンピュータへ出力します。

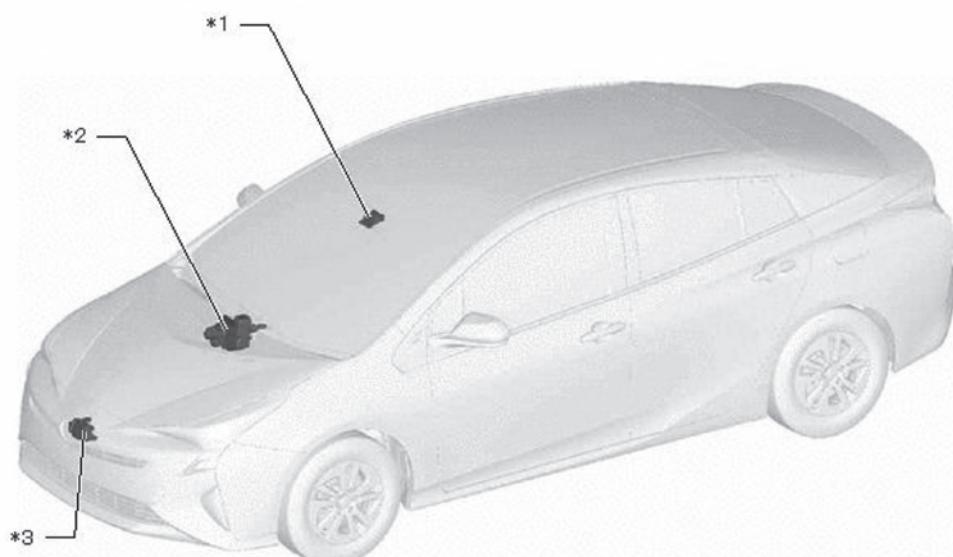
アクセルレータペダル センサASSY (図2-*9)	アクセルペダル踏み込み量を検知し、ハイブリッドビークルコントロールコンピュータへ出力します。
ストップランプスイッチASSY (図2-*13)	ブレーキペダルが踏まれたことを検知し、ハイブリッドビークルコントロールコンピュータへ制御解除信号を出力します。
コンビネーションメータASSY	
マルチインフォメーション ディスプレイ (図2-*2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・クルーズコントロールシステムの作動状態を表示します。</li> <li>・クルーズコントロールシステム異常発生時、マルチインフォメーションディスプレイに「クルーズ システムチェック 販売店で点検してください」を表示します。</li> </ul>
メインディスプレイ	通信利用型レーダークルーズコントロール作動時にITS Connectアイコンが点灯します。*2
クルーズコントロールインジケーター <sup>ランプ</sup> (定速制御モード)	定速制御モード時にクルーズコントロールインジケーター <sup>ランプ</sup> (定速制御モード)が点灯します。
クルーズコントロールインジケーター <sup>ランプ</sup> (車間制御モード)	車間制御モード時にクルーズコントロールインジケーター <sup>ランプ</sup> (車間制御モード)が点灯します。
クルーズSETインジケーター <sup>ランプ</sup>	車速セット時にマルチインフォメーションディスプレイ内のクルーズSETインジケーター <sup>ランプ</sup> が点灯します。
マスターウォーニングランプ	システム異常時に点灯します。
マルチブザー	<ul style="list-style-type: none"> <li>・オートキャンセルなどにより、システムがキャンセルされた場合、ブザーにより運転者に通知します。</li> <li>・追従車との車間距離が短くなったことをブザーを吹鳴することで警告します。</li> </ul>
エアバッグコンピュータASSY ヨーレートセンサ (図2-*7)	ヨーレートを検知し、ドライビングサポートコンピュータに出力します。
シフトロックコントロール ユニットASSY・シフトレバーポジションセンサ (図2-*8)	シフトポジションを検知し、ハイブリッドビークルコントロールコンピュータへシフトポジション信号を出力します。
スピードセンサ (図1-*10・12・15)	車輪速を検知し、スキッドコントロールコンピュータに出力します。
パーキングロックアクチュエータ(シフトコントロールアクチュエータASSY) (図1-*7)	ハイブリッドビークルコントロールコンピュータからの信号によりパーキングロックが作動します。
パーキングブレーキスイッチASSY (図1-*14)	パーキングブレーキの作動状態を検知した場合、レーダークルーズコントロールシステムをキャンセルします。

コンビネーションスイッチ ASSY・VSC OFF(TRC OFF)スイッチ (図2-*11*a)	VSC OFF(TRC OFF)信号をスキッドコントロールコンピュータに出力します。
ルーフアンテナASSY*2・ ITS Connectアンテナ*2 (図1-*14*c)	通信利用型レーダークルーズコントロールに必要な情報を受信し、ITSコミュニケーションコンピュータに出力します。
ITSコミュニケーションコンピュータ*2 (図2-*6)	ルーフアンテナASSYからの信号により必要な情報を受信し、通信利用型レーダークルーズコントロールを制御します。

\*1: 4WD車 \*2: ITS Connect装着車

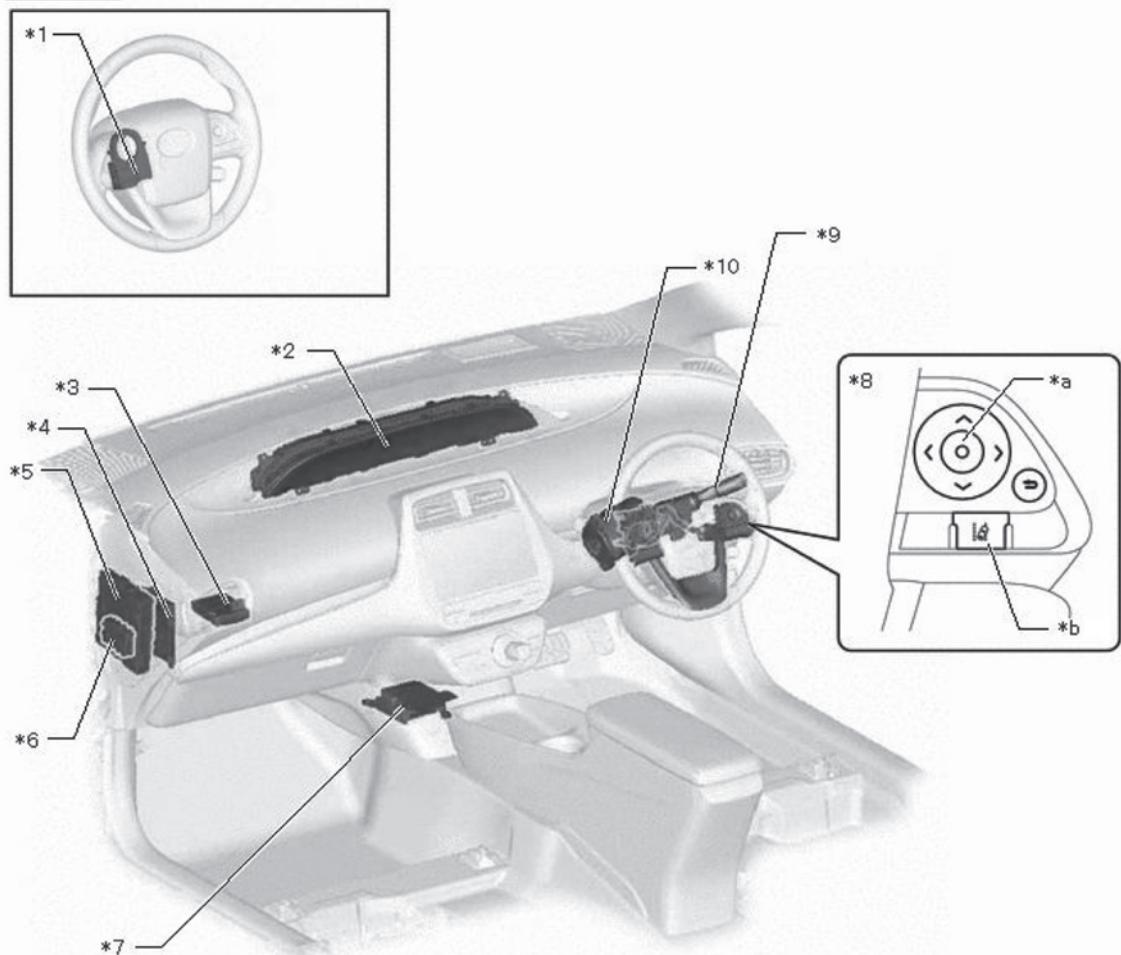
### ■クルーズコントロール レーンディバーチャーアラートシステム(ステアリング制御付)

図、3



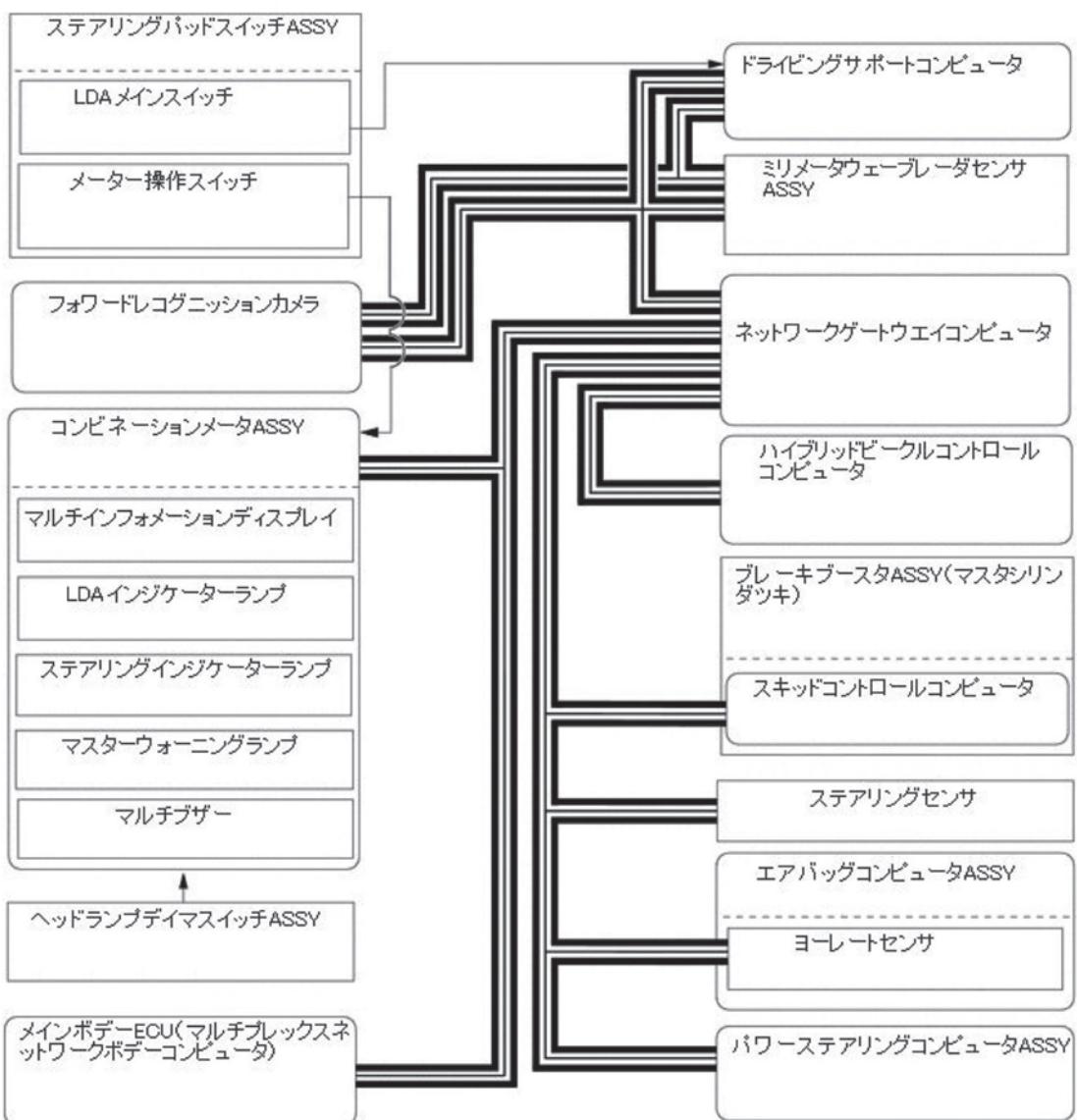
*1	フォワードレコグニッショカメラ	*2	ブレーキブースタASSY(マスタシリンダツキ) ・スキッドコントロールコンピュータ
*3	ミリメータウェーブレーダセンサASSY	-	-

図、4



*1	ステアリングセンサ	*2	コンビネーションメータASSY ・ LDAインジケータランプ ・ ステアリングインジケータランプ ・ マルチインフォメーションディスプレイ ・ マルチブザー
*3	ドライビングサポートコンピュータ	*4	メインボディECU(マルチブレックスネットワークボデーコンピュータ)
*5	ハイブリッドビークルコントロールコンピュータ	*6	ネットワークゲートウェイコンピュータ
*7	エアバッグコンピュータASSY ・ ヨーレートセンサ	*8	ステアリングパッドスイッチASSY
*9	ヘッドランプディマスイッチASSY	*10	パワーステアリングコンピュータASSY
*a	メーター操作スイッチ	*b	LDAメインスイッチ

## ■システム図(クルーズコントロール レーンディパーチャーアラートシステム) (ステアリング制御付)



：CAN通信線

### ■主要部品の機能

フォワードレコグニッション カメラ  (図3-*1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>前方道路映像を取得し画像処理を行うことで、走行レーンの車線幅・道路曲率・ヨー角・走行レーン中央からの車両オフセット位置などの情報を生成します。</li> <li>車線情報やターンシグナルランプ作動状態などの信号を入力し、操舵力信号を生成してパワーステアリングコンピュータASSYへ送信します。</li> </ul>
-------------------------------------	--

フォワードレコグニッショ ン カメラ  (図3-*1)	・マルチインフォメーションディスプレイ表示要求信号 やブザー吹鳴要求信号をコンビネーションメータASSYへ送信します。
ミリメータウェーブレーダ センサASSY  (図3-*3)	前方車両の情報をフォワードレコグニッショカメラへ 送信します。
ドライビングサポート コンピュータ  (図4-*3)	・LDAメインスイッチの状態信号をフォワードレコグニッ ションカメラに送信します。 ・プリクラッシュセーフティシステムやレーダークルーズ。 コントロールシステムなどのブザー吹鳴要求信号をフォ ワードレコグニッショカメラに送信します。
ステアリングパッド スイッチASSY LDAメインスイッチ  (図4-*8、*a*b)	レーンディバーチャラートシステムのON/OFFを切り 替えます。
メーター操作スイッチ  (図4-*7)	車線逸脱警報機能およびふらつき警報機能のカスタ マイズ設定を行います。
エアバッグコンピュータ ASSY  (図4-*7)	ヨーレート信号や減速加速度をフォワードレコグニッショ ンカメラに送信します。
ステアリングセンサ  (図4-*1)	舵角量と操舵方向を検知し、フォワードレコグニッショ ンカメラへ操舵角信号を出力します。
ブレーキブースタASSY (マスタシリンダツキ) スキッドコントロール コンピュータ(図3-*2)	車輪速信号をフォワードレコグニッショカメラに 送信します。
ハイブリッドビークルコント ロールコンピュータ  (図4-*5)	シフトポジション情報やアクセル開度情報などをフォワ ードレコグニッショカメラ(カメラセンサ)へ送信します。
コンビネーションメータASSY  (図4-*2)	ヘッドランプディマスイッチASSYからのターンシグナル スイッチ操作信号をフォワードレコグニッショカメラへ 送信します。
コンビネーションメータASSY LDAインジケーターランプ ステアリングインジケータ ーランプ	車線逸脱警報機能の起動状態を表示します。 ハンドル操舵の作動状態を表示します。
マルチインフォメーション ディスプレイ	・システムの制御状態を表示します。 ・フォワードレコグニッショカメラからの信号により、 フェイル内容を表示します。

マルチブザー  (図4-*2)	・フォワードレコグニッショングループからの信号によりブザーを吹鳴します。 ・システムの一時停止や異常時をマルチブザーにより、運転者に知らせます。
ヘッドランプディマ スイッチASSY  (図4-*9)	ターンシグナルスイッチ操作信号をコンピューションメータASSYへ送信します。
パワーステアリング コンピュータASSY  (図4-*10)	・フォワードレコグニッショングループからの信号により、パワーステアリングモータを制御します。 ・トルクセンサからの操舵トルク信号により、パワーステアリングモータを制御します。 ・ドライバーのステアリング操作を検知し、フォワードレコグニッショングループへ送信します。
メインボディECU (マルチプレックスネット ワークボデーコンピュータ)  (図4-*4)	仕向け先情報などを、フォワードレコグニッショングループに送信します。
ネットワークゲートウェイ コンピュータ  (図4-*6)	CAN通信のゲートウェイ機能。

参考文献及び参照記事について

自動運転LAB ~モビリティ業界テクノロジー系ニュースメディア~

【最新版】ADASとは？ 読み方や定義、機能は？ 自動運転との違いは？

トヨタ自動車株式会社

PUIS ZVW5# 電子技術マニュアル

日産自動車株式会社

セレナ サービス技術資料

# 自動運転探究（上級編）



系	自動車系	シラバス（概要）
科	自動車整備等	人工知能やロボット等の科学技術の急速な進歩は、サイバー空間と物理的空間とが調和した「Society5.0」社会の実現を可能にしつつあり、経済発展と社会的課題の解決が期待されている。
年度	平成30年度	例えば、車両の高知能化やコネクテッド化により、交通事故件数の減少や渋滞を制御することができる。また建築現場では、ICT技術の全面的活用により、危険リスクが高い仕事を遠隔操作ロボットが行い、事故を減らしたり、UAVによる3次元測量により作業の高効率化を図るなど生産システム革命が既に始まっている。しかし、自動車整備士や建設技術者を養成する専修学校等のカリキュラムは、これらの科学技術の進歩に追いついてないのが現状であり、このままでは、「Society5.0」社会を支えるエンジニアの人材不足や専門性の欠如が大きな問題となる状況が確実に生じ、経済活動にも大きな影響を及ぼすことが予想される。
学年		専門的職業人を育成する使命がある専修学校においては、これらイノベーションの状況を踏まえ、現在の自動車整備士や建設技術者の専門教育の中に科学技術の進歩に対応する教育プログラムを付加し、「Society5.0」社会の実現を支えるエンジニアの育成に早急に取り組まなければならない。
期		目標とスキル
教科名	自動車工学	①AIや高度道路交通システムに関する知識を備え、自動運転車の仕組みや整備技術を習得し、高度な整備ができる自動車エンジニア。
科目名	自動運転探究	
単位		
履修時間	9コマ+履修判定	
回数	4回+履修判定	
選択		
省庁分類		
授業形態	講義・実習	評価方法
作成者	プロジェクト実施委員会	筆記試験100点満点 合格点60点以上
教科書	オリジナルテキスト	

コマシラバス				
100分/コマ	コマのテーマ	項目	内容	教材・教具
1 (2コマ)	自動運転の仕組みとAI技術	1. シラバスとの関係	自動運転に必要なAI（人工知能）をはじめ、位置特定技術や通信技術、ダイナミックマップなどの自動運転に必要な仕組みを理解する。	オリジナル ・テキスト (上級編)
		2. コマ主題	自動運転に必要な技術（仕組みと構造）及び社会にもたらす影響	
		3. コマ主題細目	①自動運転に必要な技術 ②自動運転の仕組み ③自動運転が社会にもたらす影響 ④自動運転社会を目指す2つの流れ	
		4. コマ主題細目深度	①自動運転に必要なAI（人工知能）、機械学習と深層学習、ニューラルネットワーク、位置特定技術、通信技術、ダイナミックマップなどの基幹技術について理解する。 ②自動運転の仕組み（認知・判断・操作）の重要性及び自動運転に必要なセンサーについて理解する。 ③自動運転が社会にもたらす影響について、各国の取り組みや、公共交通や物流、交通事故などにもたらす影響について理解する。 ④自動運転社会を目指す2つの流れについて、安全運転支援か自律走行かに分けて、内容を理解する。	
		5. 次コマとの関係	自動運転に必要な技術を理解した後、自動運転に大切な仕組み（認知・判断・操作）の制御について理解する。	
2 (2コマ)	自動運転の仕組みと整備技術	1. シラバスとの関係	自動運転に必要な仕組み（認知・判断・操作）の制御を司るセンサー、カメラを使った制御について理解する。	オリジナル ・テキスト (上級編)
		2. コマ主題	自動運転に必要な制御（速度・ステアリング・HMI）について理解する。	
		3. コマ主題細目	①ステアリング制御 ②速度の制御（アクセル・ブレーキ） ③運転操作支援（HMI） ④車線維持制御 ⑤自動運転の機能安全（フェイルセーフ）	
		4. コマ主題細目深度	①自動運転に使用されるステアリング制御について、カメラやセンサーからの入力の仕組みと、コンピュータによるアルゴリズムの種類について理解する。 ②自動運転に使用される速度制御について、PID制御を中心に理解する。 ③自動運転に必要な運転操作支援についてHMIについて理解する。 ④自動運転に必要な車線維持制御について、センサー・アルゴリズムについて理解する。 ⑤自動運転の機能安全（フェイルセーフ）について、自動車メーカーの事例を参考に理解する。	
		5. 次コマとの関係	自動運転に必要な仕組み、技術、制御を理解した後、実際の車両にて、機能安全及びセンサー・カメラの調整について習得する。	

コマシラバス				
100分/コマ	コマのテーマ	項目	内容	教材・教具
3 (3コマ)	自動運転システムと自動車整備士の役割 走行支援システムの機能限界と取り扱い	1. シラバスとの関係	自動運転システムを採用した車を使用し、システムの点検方法、手順、留意点などを取得する。	オリジナル・テキスト(上級編)
		2. コマ主題	カメラ・センサーの調整と作動しない条件	
		3. コマ主題細目	①自動運転システムと自動車整備士の役割 ②走行支援システムの機能限界と取り扱い	日産自動車(プロパイロット)、トヨタ自動車(セーフティ・センス)技術解説書
		4. コマ主題細目深度	①日産自動車の先進安全システムの機能の確認とシステムの構成、センサー、カメラ等の配置や役割及び制御などを確認し実際にカメラ・レーダーの調整実習を実習車両を使って習得する。 ②トヨタ自動車の先進安全システムの機能の確認とシステムの構成、センサー、カメラ等の配置や役割及び制御などを確認し実際にカメラ・レーダーの調整実習を実習車両を使って習得する。	実習車両2台
		5. 次コマとの関係	先進安全運転システムに基本を学んだ後、実習車両にて、カメラ、センサーの位置確認から機能確認までを理解する。	
4 (2コマ)	走行支援システムの機能不全時の取り扱い 実走行による機能確認	1. シラバスとの関係	先進安全技術が搭載された実習車両を使用して、センサー、カメラの機能、取り扱い方法などを確認する。	オリジナル・テキスト(上級編)
		2. コマ主題	センサー、カメラの機能確認	
		3. コマ主題細目	①日産自動車の先進安全システムの機能不全確認 ②トヨタ自動車の先進安全システムの機能不全確認 ③機能確認のための試乗確認	日産自動車(プロパイロット)、トヨタ自動車(セーフティ・センス)技術解説書
		4. コマ主題細目深度	①日産自動車の先進安全システムの機能の確認とシステムが不全になった場合の留意点などを実習車両を使って確認する。 ②トヨタ自動車の先進安全システムの機能の確認とシステムが不全になった場合の留意点などを実習車両を使って確認する。 ③先進安全装備車及び自律運転装備車による実際の機能確認のための試乗。	
		5. 次コマとの関係	履修判定試験	実習車両
5 (50分)	履修判定試験 アンケート記入	1. シラバスとの関係		
		2. コマ主題		
		3. コマ主題細目	履修判定試験	
		4. コマ主題細目深度		
		5. 次コマとの関係		



実証実験授業講座名：自動車エンジニア用カリキュラム

## —自動運転探究「自動運転の走行支援システム」(上級編)—

(1,2/9コマ目)

### 1 『自動運転の仕組みとAI技術』



# I 自動運転に必要な技術

## 1 人工知能(Artificial Intelligence)

### ■汎用人工知能

人間そのもののように振る舞ったり、行動したりすることができる機械・機能

### ■特化型人工知能

人間が頭を使って行っている作業や業務を自動化する機能



### ■代表的な5分類

①「言語」を扱う人工知能…………文章や言葉の認識、分析、生成

- ・文章を読み込み、構文を解析する。
- ・意味のある文章を生成する。

②「音声」を扱う人工知能…………音声の認識、分析、生成

音声を認識して、文章に変換する。

③「画像」を扱う人工知能…………画像や映像の認識、分析、生成

画像や映像の中に存在するものを認識する。  
画像や映像を加工、生成する。

④「制御」を扱う人工知能…………自動車、家電、機械設備などの制御や操作

自動車、家電、機械設備などの制御(IoT)

⑤「最適化や推論」を扱う人工知能…複雑な課題を解決するための、推論エンジン的な役割

検索エンジンの結果やネット掲載広告の最適化  
囲碁や将棋やコンピュータゲームの攻略

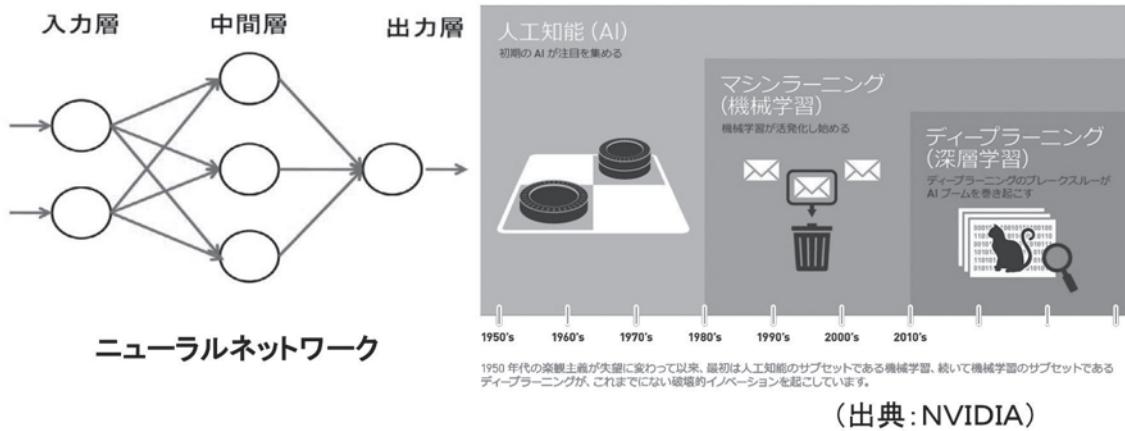
## 2 機械学習と深層学習

### ■機械学習

人工知能分野におけるジャンルの一つ。世の中の特定の事象についてデータを解析し、その結果から傾向や法則を学習して、判断や予測を行う方法。

### ■深層学習

ニューラルネットワーク関数(神経回路網を数式的なモデルにしたもの)を活用するのが代表的。学習能力を持ち、必要とされる機能を提示されるサンプルに基づき自動形成・数値化する。

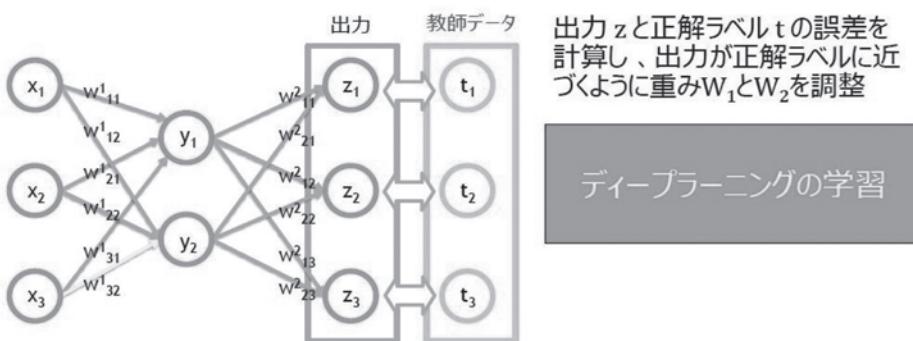


### ■ニューラルネットワークとは

- ①人間の脳の仕組み(ニューロン間のあらゆる相互接続)から着想を得たもの。
- ②脳機能の特性をコンピュータ上で表現するために作られた数式モデル(数値化)。
- ③入力層、出力層、隠れ層からなり、層と層の間にはニューロン同士のつながりの強さを示す“重み”があり、バイアスとともに調整する。

## 重み係数の調整

ニューラルネットワークの構造



(出典:NVIDIA)

※他にディープニューラルネットワーク(DNN)、再帰型ニューラルネットワーク(RNN)あり。

### 3 位置特定技術

#### ■位置特定技術

##### ①車両の現在位置を正確に知る

「ローカライゼーション(localization)」や「マッピング(mapping)」と呼ばれる。その名前の通り、車両がその時点で走行または駐車している位置を特定するための技術。この位置特定技術はほかの自動運転技術と同様、完全自動運転の実現にはより高い精度が求められる。位置特定にはGPS(全地球測位システム)などが活用されることが多いが、高精度(HD)地図を使った自車位置の推定技術も進化している。

##### ②GNSS

GNSS:Global Navigation Satellite System

米国のGPS(32)のみならず、ロシアのGLONASS(24)、欧州のGalileo(30)、中国の北斗(35)の4つのグローバル軌道衛星群と、日本の準天頂衛星QZSS(7)、インドのIRNSS(7)の特定地域衛星群に加えて米国、欧州、日本が持つ補強衛星群(SBAS)を含めた測位衛星の総称。

##### ③GNSSとGPS

人工衛星を使った測位システムのことを「GPS(Global Positioning System)」と呼ぶことが一般に浸透しているが、アメリカの衛星測位システムの名称がGPSである。

GNSSで、グローバル軌道衛星群と呼ばれるのが、GPS、GLONASS、Galileo、BeiDouで、日本の準天頂衛星を使ったQZSSは、「特定地域衛星群」を呼ばれる。

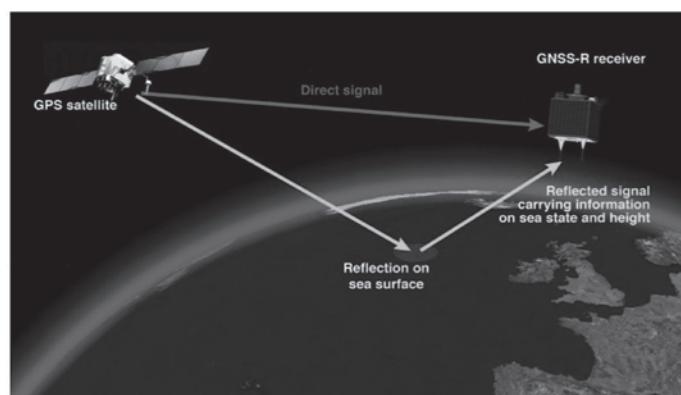
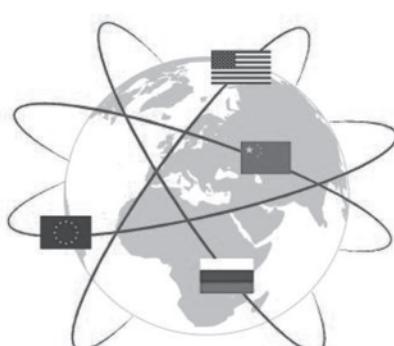
アメリカのGPSが、軍事用と民生用のふたつの異なる枠組みのサービスを提供していることはよく知られている。民生用では暗号化されたコードが使用されていて、わざと精度を下げている。軍事用では数十センチ精度の測位が可能である。

現在では、コードに依存することなく、搬送波(キャリア)を利用するDGPS(Differential GPS)という相対測位方式を使うことで、民生用でも精度の向上が見込まれる。

##### ④DGPS

Differential GPSまたはRTK-GPS:Real Time Kinematic GPS

GPSで取得した測位地に加え、他のGPSで取得した測位値(基準点)との誤差・差分から精度を上げる補正手法。



## 4 認識技術

### ■障害物や歩行者などの動きを知る

「パーセプション(perception)」と呼ばれる認識技術で、障害物の位置や動きを認識したり、周辺の歩行者や自転車の状況を把握したり、道路などの状況を確認したりと、求められる解析対象は多岐にわたる。センサーとして搭載されるのは、ステレオカメラやレーダー、光技術を活用したLIDAR(レーザーレーダー)などがある。

カメラ、LIDAR(光を使った検出・測距技術)、レーダー、GPS(全地球測位システム)、慣性航法ユニットINUなどを含む車両センサーのデータと「マッピングとポジショニング」システムから収集した情報を組み合わせ、車両の状況と周辺環境と位置関係情報を認識・判断します。これには、インフラ、車両、歩行者、自転車など、静的、動的あらゆる障害物の位置と動きが含まれる。このシステムは、解析に複雑かつ膨大な量のデータを要することから、自動運転の実現において最も難しいステップである。

(※カメラ、センサーについては次章:自動運転に必要なセンサーにて)

## 5 予測技術

### ■事故リスクや危険可能性を予測

「プレディクション(prediction)」と呼ばれる。人工知能(AI)も活躍する技術領域である。予め歩行者や自転車の飛び出しや事故が発生する可能性などを予測し、諸条件が重なったときにシステム側で減速するなどの処理を行う。さらに、自動運転で走行時の天候や路面状況、災害情報も鑑みて発生しうる危険を予測する。

プレディクション(予測機能)は、他の車両、歩行者、自転車等が現れそうな場合の自動画像化を支援します。複数のプレディクションが存在する場合もある。

(これは、ハイポセシス(仮定)とも言われている)

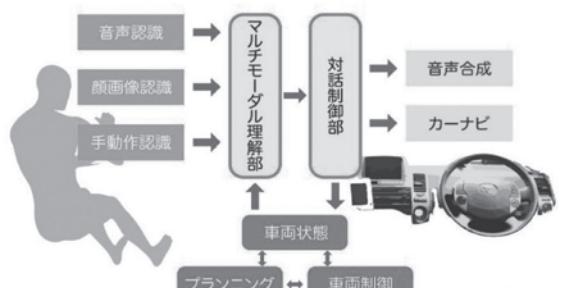
## 6 プランニング技術

### ■状況に応じた走行ルートの決定

プランニング技術は、どの車線・経路を走行したら最も安全かなどを自動運転車のシステム側がリアルタイムに算出し、実際の走行ルートに反映させていくための技術。近くを走る走行車両や障害物・歩行者・自転車の位置を認識技術を活用して検知することなどにより、膨大なデータを基に総合的に安全な走行車線やルートが判断される。プランニング技術で技術的ハンドルが高いとされることの一つが、自動運転車両が予想外の事態に陥ったときの対応である。

どの車線を走行するか、他の走行車両などの移動体に対応しながら、どこへ移動させるか、障害物との間にどれだけ空間があるかといったことを緻密に判断し、一つないし複数の車両の安全な走行経路を決定します。プランニングシステムでは、路上の他の車両が視界から遮られたり、予想外の動きをしたりする場合など、

不確実な状況下においても、  
安全に車両を誘導する方法を  
判断しなければなりません。  
複数のハイポセシスによって、  
他の車両、歩行者やその他の  
動きによって、複数のプランを  
提示し、最終的な選択肢を提案  
する。



出典:RESPONSE

## 7 ドライバーモニタリング技術

### ■運転者の状況を監視

ドライバーモニタリング技術とは、特に自動運転レベル2(部分運転自動化)からレベル3(条件付き運転自動化)へのステップアップに必要とされる技術である。自動運転レベル3では、走行の責任主体はシステム(車)側にあるが、緊急時には運転手(人)が運転操作を担う。そのためシステム側は、自動走行時には運転手の状況を常に監視することが必要である。

## 8 通信技術

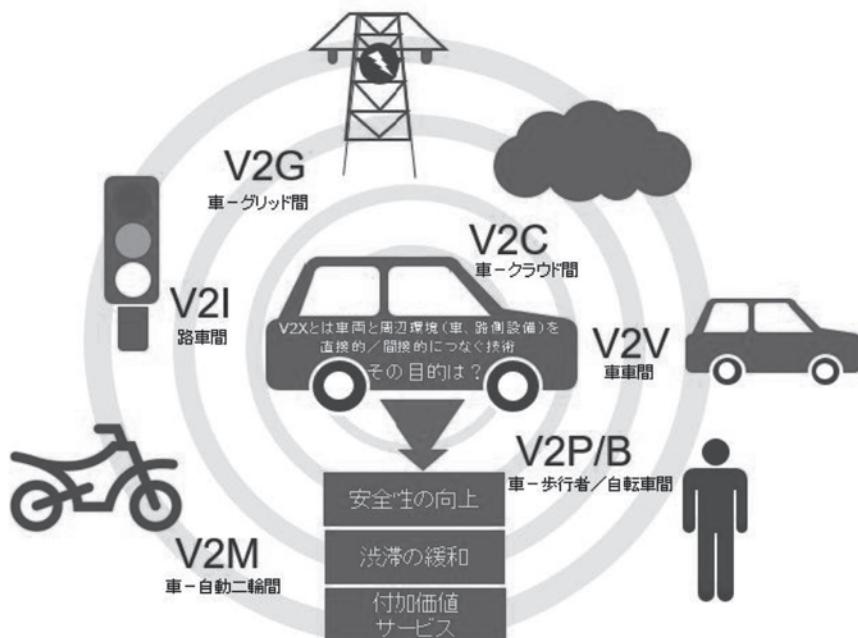
### ■クラウドや車・歩行者間を繋ぐ

自動運転を実現するためには、車両に搭載された技術やシステムだけではなく、外部と通信ネットワークでつながる必要がある。例えば「Cloud-to-Car」と呼ばれる技術がある。車両センサーで検知した情報がクラウド上に送信されて混雑状況や事故状況などに関するビッグデータが作られる。それぞれの自動運転車はそのビッグデータから必要な情報を取得し、事故リスクなどを避けた走行を実行する。車一車間(V2V)、道路一車間(V2I)、歩行者-車間(V2P)、車-ネットワーク間(V2N)をつなぐ「V2X通信」と呼ばれるシステムの開発も必要になる。

### ■車車間通信、路車間通信

#### ① V2V、V2X: 車車間通信

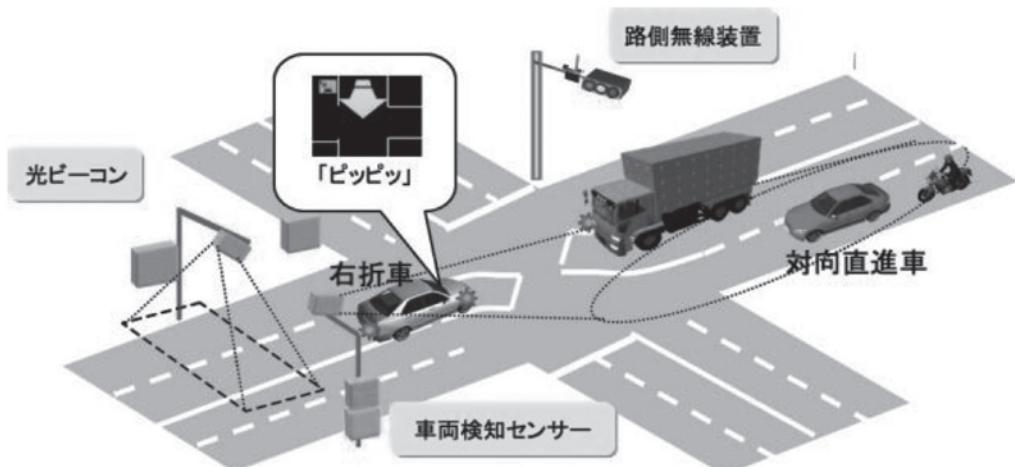
車両同士の無線通信により、周囲の車両の情報(位置、速度、車両制御、情報等)を取得し、必要に応じて運転者に安全運転支援を行うシステム。



出典: 株式会社データリソース

#### ② R2V: 路車間通信

車両とインフラ設備(路側機等)との無線通信により、車両がインフラからの情報(信号情報、規制情報、道路情報等)を取得し、必要に応じて運転者に安全運転支援を行うシステム。



※)右折時に死角に入る直進車両を知らせる 出典:日本経済新聞

### ③ 無線通信

DSSSではこれまで、無線通信に近赤外線の光ピーコンを使っていた。無線通信を光ピーコンから700MHz帯の電波に置き換えることになる。700MHz帯の電波は回折性に優れ、通信対象が建物や大型車の陰に隠れた場合でも通信しやすくなっている。

	700Mhz 帯	5.8GHz 帯
電波の特徴	電波の回り込みがあり、ビル影、大型車の後方などにも回りこむ	電波の直進性が強く、ビル影、大型車の後方には回り込みにくい
通信距離	～数百m程度	～数十m程度
伝送速度	10Mbps 程度	4Mbps 程度
課題	・電波が飛びすぎるため、車車間通信システムの相互干渉回避が必要	・車車間通信に使用する場合、路社間通信システム(ETC等)との干渉回避が必要

## ■ 5G通信 : Fifth Generation

5Gは、現在規格の検討が進められている次世代の通信システム。  
10Gbpsを超えるような超高速データレートやさらなる低遅延化、超多数の端末接続のサポートといった幅広い要求条件を考慮した研究開発が進められている。

### ① 自動運転における5Gの期待される役割

#### ・車載センサー

超高速かつ大容量、遅延も少ない5Gの導入により、センサーからのデータを効率的にクラウドへ伝達し、社内での処理能力を上回る性能を発揮できるようになる。

#### ・車車間通信と路車間通信

車載センサー以外からもリアルタイムで必要な情報を受信し、瞬時に判断を下せる。  
詳細な地図データなど追加情報の受信や、ソフト・ハードのアップデート、サイバーセキュリティの強化も実施できるようになる。

#### ・反応の高速化

人間が反応できるより速いペースで自動運転車に指令を送ることができる。  
車両間の通信により、自動車は、安全な車間距離の維持が可能となり、事故の減少や交通渋滞の緩和につながる。

## 9 ダイナミックマップ

道路及びその周辺に係る自車両の位置が車線レベルで特定できる高精度三次元地理空間情報(基盤的 地図情報)及び、その上に自動走行などをサポートするために必要な各種の付加的 地図情報(例えば、速度制限など静的情報に加え、事故・工事情報など動的情報を含めた交通規制情報など)を載せたものである。

従来の平面的な地図情報に対し、各車線やガードレール、道路標識、横断歩道などさまざまな情報をより正確な位置で記録した空間的な地図。

HDマップとも言い、ダイナミックマップの基盤となる部分である。

### ■地図情報の取得

高精度3次元地図はカメラ、レーザースキャナーなどの3次元計測器、GPSなどの衛星測位機器などで構成されるMMS(Mobile Mapping System)という計測システムを用いて構築される。このシステムを搭載した車両を走行させることで、道路の形状といった路面情報や、車線情報、標識などの道路の周辺環境を、効率的に3次元データとして取得することが可能となる。

立体的な3次元データは、高速道路とその高架下の一般道の識別や立体交差の識別などのために、高さの情報を含む周辺環境のデータを取得することが可能で、これも自動運転には欠かせない情報となる。

### ■地図情報のしくみ

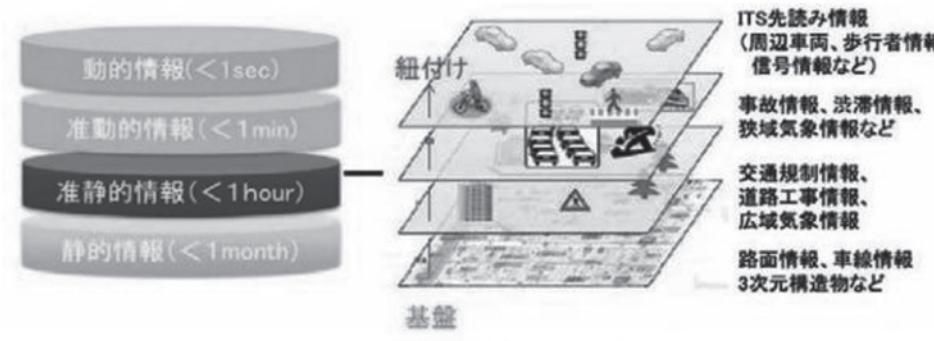


図2. ダイナミックマップ

出典:ITUジャーナル Vol45 No 7

#### ① 静的情報

道路や道路上の構造物、車線情報、路面情報、恒久的な規制情報など、1ヶ月以内の更新頻度が求められる情報。いわばダイナミックマップのベースとなる地図情報。

#### ② 準静的情報(准静的情報)

道路工事やイベントなどによる交通規制情報、広域気象情報、渋滞予測など、1時間以内での更新頻度が求められる情報。

#### ③ 準動的情報(准動的情報)

観測時点における実際の渋滞状況や一時的な走行規制、落下物や故障者など一時的な走行障害状況、実際の事故状態、狭域気象情報など、1分以内での更新頻度が求められる情報。

#### ④ 動的情報

移動体間で発信・交換される情報や信号現示情報、交差点内歩行者・自転車情報、交差点直進車情報など、1秒単位での更新頻度が求められる情報。

## ■ダイナミックマップの必要性

ダイナミックマップの高精度3次元地図と、全球測位衛星システム(GNSS)や車載センサーから得られるデータを照らし合わせることで、自車位置と周辺環境の把握をより正確に行うことができる。また、ダイナミックマップの動的情報をもとに、周辺車両などの挙動を推測することで、見通しの悪い交差点などのセンサーの死角を補い、高い安全性を確保することも可能となる。

## 10 バイワイヤ化

バイワイヤとは「by wire」、ワイヤは電線のことを意味し、自動車における機械式制御を電気信号に置き換えて制御する技術を指します。もし、車を電気信号で制御できるようになれば、AIが自動運転における「操作」を行いやすくなります。つまり、バイワイヤは「認知」、「判断」、「操作」の間をつなぐ「伝達」をスムーズに実現するために必要な技術。

### ■進化するバイワイヤ

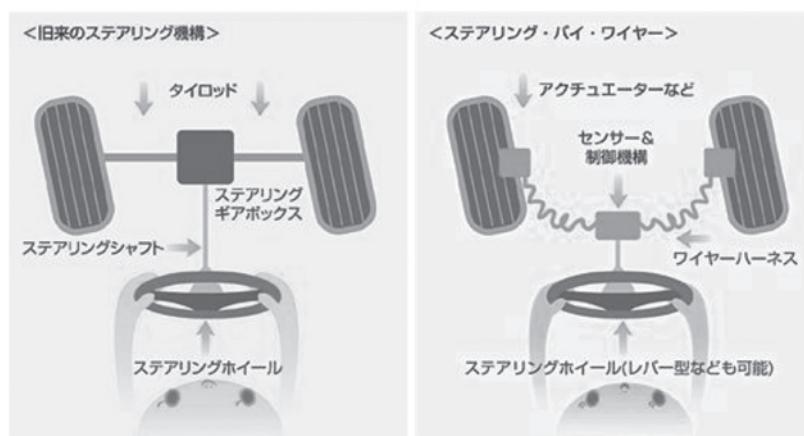
車両の『電動化』が進むにつれて、これまでヒトが操作してきた「走る(アクセル)」「曲がる(ハンドル)」「止まる(ブレーキ)」の機能を自動で電子制御する技術で、特に『バイワイヤ化』のシステムが現在導入検討されつつある。

バイワイヤ化は従来の機械式制御に置き換わり、電線内(電線=ワイヤ)を通る電気信号で制御するシステムのこと、もとは飛行機に搭載されているオートパイロット機能に実用化されており、この技術をクルマに応用展開し自動運転を実現するというものである。

機械式制御を電子制御する際に、特に『安全性能』が重要視されます。例えば、信号通信の遅延はそのまま制御の遅れに直結しますし、電子信号が正しいかどうかを判断する制御回路を組む必要があります。そのためシステムとしては、「機能安全」と「フェールオペレーション」への対応が要求されています。自動車業界では、機能安全はそのシステムの役割、故障率とその故障による人命への影響などからASIL(Automotive Safety Integrity Level: 安全要求レベル)で定義されており、A,B,C,Dの4段階にシステムごとに付与される。

またフェールオペレーションは、システム故障後におけるオペレーション機能のことで、例えばハンドルの故障など人命に重大な影響を与えるシステムに対しては故障後も動作し続ける”システムの冗長化”が要求されます。これは単純にシステムを2つ搭載することで実現できますが、コスト面から各社ソフトウェアでの対応やその他システムとの相互補完で補う検討も進められているのが現状である。

ステアリング・バイ・ワイヤーとは？



出典:TDK Techno Magazine

## 11 自動運転のしくみ

運転行動は、ドライバーによる「認知・判断・操作」のプロセスで実現されています。

自動運転システムの場合は、カメラ、レーザレーダおよびミリ波レーダなどの周辺認識センサの入力情報を用いて、自動運転システムが「認知・判断・操作」を行う必要があります。

### ■認知

①自分の車の周りの状況について知ることが求められる。

自動車においては、ドライバーは

- ・自車の周りの環境(車、人、標識など)
- ・自車のいる位置(走行場所、走行エリア(直進路、交差点など))
- ・自車の挙動(加速中、減速中など)

を把握しているため、次の動作(加速、減速、曲る)を決めることができます。

ドライバーは、自分の目や方向感覚、土地勘やそれまでの経路の情報、アクセル・ブレーキの踏みしろ、ステアリングの角度から現在の状況を把握することができます。

### ■判断

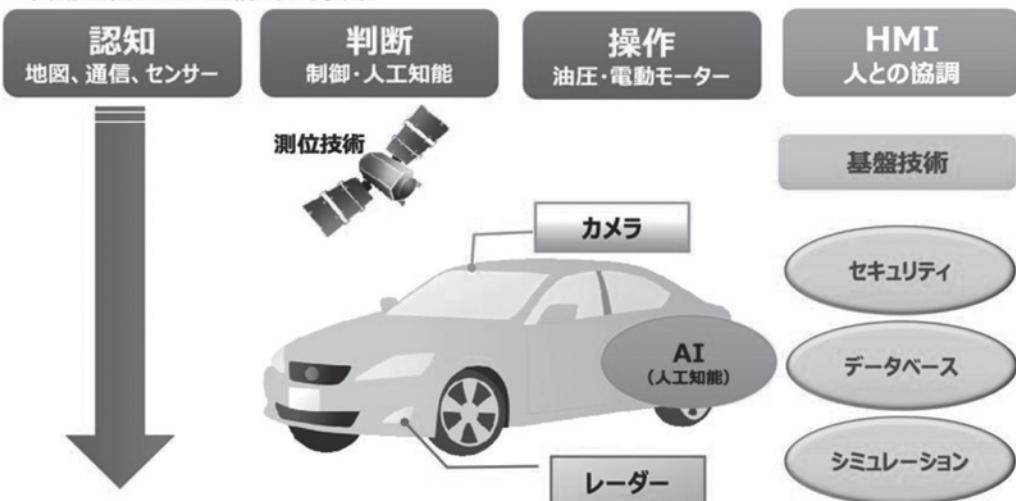
自動運転を行う上で、上記のようなセンサや情報を使って、周辺の状況や次のアクションを判断する必要があります。

認知で得られた情報から、次に加速すべきか、減速すべきか、曲るべきか、を判断するため、機械的なアルゴリズムや、人工知能を用いた判断アルゴリズムが用いられています。

### ■操作

操作においては、主に人が操作するアクチュエーターをプログラムで動かすことが求められます。そのため、シンプルに表現すると、自動運転車両に於いての操作は、アクセルブレーキ、ステアリングを動かすことになります。

#### ■自動運転システムを構成する要素



自動走行システムには、

高度な、「自己位置推定」・周辺環境認知が重要

・高精度なデジタル地図

が必要

出典:価格Comマガジン

## 12 自動運転に必要なセンサー

### ■一般的な自動運転車両



出典:日経BP

### ■自動運転の「認知」の基本

自車の周囲の状況を正しく認知することは、すべての基本。この部分の進化こそが、予防安全技術の高度化、そして自動運転の実現に大きく影響していると言えます。

では、そもそも『認知』のためにはクルマは一体、何を見なければいけないのでしょうか。自分自身の運転シーンを思い浮かべてみると、車道では周囲の車の存在が挙げられます。周辺車両がいる場合は、その車と安全な距離を保ち、追従していくというのが運転行動の基本です。つまり周辺の車両を確認し、それとの距離を検知するのが、基本機能となります。そのためのデバイスの一つとして、レーザーレーダー、あるいはLIDARと呼ばれる装置があります。1996年に、トラックの前方車間距離警報用として用いられて実用化されました。この頃にはまだ前方車両の存在を検知すると、緩やかな減速感によってドライバーに注意を促すというレベルであった。

自動運転車や先進運転支援システム(ADAS)などでは、高精度カメラや光の先進技術を活用したレーザーレーダであるLIDAR(ライダー)などのセンサーを活用し、車両周辺の環境を認識する。AI(人工知能)が自動運転車の「脳」なら、自動運転車の「目」はこれらのセンサーである。

### ■センサーの種類

#### ① Millimeter Wave : ミリ波レーダー

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。現状利用されているミリ波レーダーは、前方検出用には76GHz、後方や側方用には24GHzが多く用いられている。

ミリ波レーダは電波を使って検出するので、光源や天候に影響を受けずに検出特性を維持できたり、正確に対象物までの距離を計測できたりするメリットがある。しかし、物体の識別が困難だったり、電波の反射率の低い段ボール箱や発泡スチロールなどの検出が難しかったりするデメリットもある。

#### ② Camera : カメラ

周囲の車両、歩行者、交通標識、道路上の白線などを検出・認識。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も利用されている。

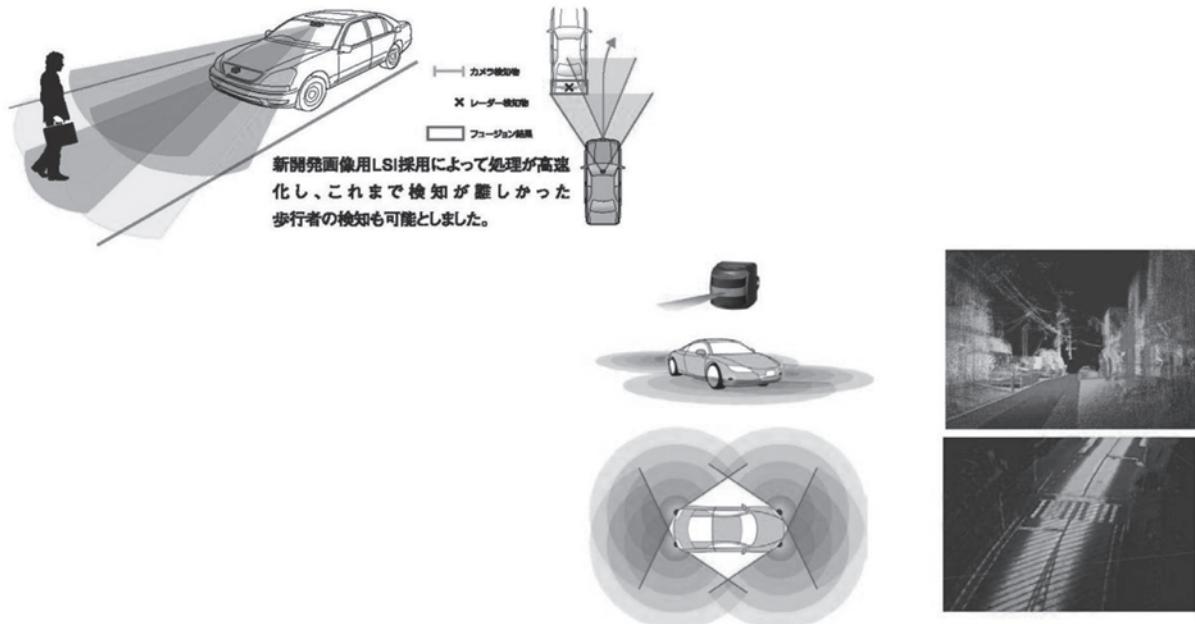
一般的に自動運転やADAS向けのカメラは車内にあるルームミラーの裏側などに配置されており、車両の進行方向を向いている。その場合、前方カメラはウインドガラスを挟んで前方の画像を撮影し、人工知能(AI)や画像処理用プロセッサが撮影した画像・映像の解析をリアルタイムで行う。この過程を経て、車両の前方に車両や障害物や人がいるかを検知することができる。

標識もカメラが認識することができるので、車両速度をコントロールすることにも利用できる。道路上ある白線の認識にも活用でき、車両のレーン逸脱を防ぐことにもつなげることが可能である。

単眼カメラでは一般的に対象物までの距離の計測はできないが、複眼カメラではズレた視点から同時に撮影を行うことによって、距離を計測することも可能になると言われている。またカメラを使って前方だけではなく、路面の解析も行うことも可能とされる。

一方、カメラで画像・映像を撮影するということは、基本的には人の目で見るという仕組みと類似の原理であることから、夜間や逆光に加え、濃霧、豪雨、豪雪などの悪天候の場合は検出能力が低下することが課題の一つとされている。

### ステレオカメラとミリ波レーダーによる検知



### ③ LiDAR : Laser Imaging Detection And Ranging

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。高精度3次元地図などもこの技術で作られ、自動運転において、最も重要度の高いセンサー。

「スキヤンLiDAR」と呼ばれるセンサーもあり、こちらは対象物の方位も検出できる。検出する方法は、可動ミラーを用いて細く絞ったレーザ光の方向を変更してスキャンする。Lidarはミリ波レーダと比較すると、波長の短い電磁波となる赤外光を用いるため、検出の際の空間分解能が高い。

LiDARはレーザ光を使うため、電波の反射率が低い段ボール箱、木材、発泡スチロールなども検出が可能となっている。高い空間分解能で距離と方位を検出するまたスキヤンLiDARは、対象物の検出以外にも、対象物間のフリースペースも検出できる。

## 13 自動運転が社会にもたらす影響

### ■自動運転実現への各国の取り組み

#### ①アメリカ

Googleによるグーグルカーの公道走行試験開始の意向を示しています。また、カリフォルニア州では自動運転に関する法律が施行されました。(ただし、レベル4の公道走行は認めていません。)さらに、ネバダ州ではレベル4も特別な免許を持つドライバーがいることを前提に公道試験を許可している。

また、テスラが完全自動運転を可能にした車を開発中である。

#### ②イギリス

運輸省が自動運転技術の実証実験を実施予定です。また、無人運転以外の自動運転は国内の特認・基準緩和制度等により走行可能とするプロセスを明示予定である。

#### ③ドイツ

ベンツがフランクフルトで自動運転車(ドライバーあり)で約100km公道を走行しました。自動運転車はドライバーありを前提に国内法の特別扱いで認可されている。

#### ④日本

日本では、政府が自動運転技術を推進する方針を立てています。しかし上で述べた各国と比較して、具体的な法整備の構想がない、公道走行試験の見通しが立っていないなど、自動運転技術の実現にはまだまだ課題が多いのが現状である。

### ■自動運転がもたらす影響

自動運転レベル3(条件付運転自動化)搭載車がいよいよ市場に登場し始め、運転を支援するシステムから完全自動運転へまた一步前進した。法整備や国際的なルールづくりも待ったなしの状況で、より高レベルな自動運転車の実用化も現実味を帯びてきました。また、レベル4での自動運転も、技術的には問題ない段階まで到達しそうに思われます。同じルートを通るバスや、地域に限定したタクシーであれば、その地域で取得したデータを深層学習させることで、誤った判断をしなくなり、地方では、過疎地域でのバスやタクシーへの自動運転システムの使用が近づいていくと思われる。

#### ①公共交通への導入

無人での自動運転は、定められた道を定められた時間に定期運行する公共交通機関との相性が良い。地方の公共交通サービス存続に貢献する観点からも早い実施が望まれる。



## ②物流コストの低減

隊列走行するトラックの自動化が欧州やアメリカで商用化に向けて開発が行われているがこれが実現すれば、物流業界の人手不足と人件費の削減に大きく貢献する。

## ③カーシェアリングなどの利便性UP

自動運転技術の進展により、カーシェアやライドシェアの利便性も高まる。運転に不慣れなペーパードライバーも気軽に利用でき、「スマートフォン1つで車を呼び出して目的地へ」といった使い方も想定される。ICT(情報通信技術)機能を搭載したコネクテッドカーの技術も高まるにつれ、利用者同士の情報も共有され、より効率的な配車も可能となる。

## ④交通事故の減少

警察庁交通局が発表した統計をみると、2017年中に発生した交通事故は47万2165件あり、このうち信号無視や漫然運転などの法令違反は44万7089件だった。運転に関する法令違反は、基本的に自動車が犯すものではなく、故意かどうかはともかく、ドライバーが犯す人為的なものだ。このドライバーの役割が人からシステムへ移行することで、故意や不注意といった原因が排除され、交通事故の大幅な減少に期待が持たれる。

## ⑤渋滞の緩和

渋滞の発生原因として、先行車のブレーキ操作が後続車へ連鎖して広がっていくケースや、道路工事や事故などで物理的に交通そのものがストップしているケース、年末年始や大型連休などのときに道路の輸送キャパシティを大きく超えてしまうケースなどが挙げられる。

## ⑥運転からの解放

車間距離を一定に保つACC(アダプティブ・クルーズ・コントロール)などにより、運転に関わるドライバーへの負担はすでに軽減されているが、完全自動運転が実現すれば、ドライバーは運転そのものから解放される。長距離運転時の疲れや見知らぬ土地を走行する際の緊張などが軽減されるだけでなく、極論すれば、電車やタクシーに乗っている状態と変わりないため、食事をしたり仕事をしたりしながら移動することができる。こうして、車内で過ごす時間的有效に活用することができるようになる。



## 14 自動運転社会を目指す2つの流れ

### ■自動運転実現へ

自動運転車を実現するための技術開発プロジェクトは、自動車メーカーや自動車部品サプライヤーだけでなく、センサー開発企業、人工知能(AI)開発企業、クラウド事業者など、さまざまな事業分野に属する企業が始まっている。こうした動きと並行して、自治体や政府組織が参加する自動運転車の共同プロジェクトも世界中で立ち上がっている。

各企業が掲げる自動運転の開発目的はさまざまだが、最も多くの企業が掲げる目的は、交通事故と交通事故死傷者数の削減である。

自動運転が交通事故削減につながるという考えは、交通事故原因の大半がドライバーの過失に基づく「ヒューマンエラー」であるという各種調査機関のデータに基づいている。前項の自動運転がもたらす影響の④交通事故の減少でも記載したが、自動運転を導入することでドライバーのヒューマンエラーをなくすことができるなら、交通事故の大幅削減は十分に期待できることになる。

また、交通事故のほかにも課題がある。渋滞や二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)削減といった都市交通問題である。都市交通に適した自動運転車を開発し、新しい都市交通システムを作ろうという取り組みである。それらの活動で共通しているのは、ドライバーレスの完全自動運転技術を備えた小型電動バスを開発し、それを活用することで都市交通の利便性、効率性、安全性を高めようとしていることである。

日本では高齢化問題も自動運転の導入による改善が期待されている分野だ。自動車関連の高齢化問題は、

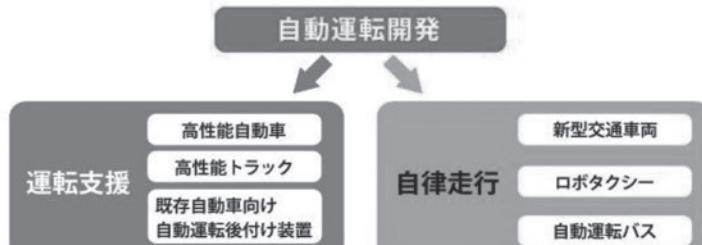
①職業ドライバーの高齢化が進んでドライバー不足が進むこと。

②加齢によって身体能力に衰えが生じるため移動弱者が増加すること。

の二つがある。これらは独立した問題だが、地方の過疎地域などでは、ドライバー不足や経営難でタクシーやバスの営業が少なくなる中で、運転免許を返納するなどして自家用車での移動が難しくなった高齢者が増えており、複数の問題が重なり合うことで深刻化している。ここに完全自動運転車が登場すれば、職業ドライバー不足と移動弱者支援の両面で有力な解決策となる。

自動車メーカーが、市販車に実装する自動運転機能については、先行車との間に安全な車間距離を維持する機能、車線中央の走行を維持する機能、渋滞時に先行車を自動追従する機能などに加えて、自動駐車と高速道路での車線変更や危険回避の自動実行機能の実装が始まっている。自動車メーカー各社は2020年頃に高速道路での自動運転の実現を目指し開発を進めている。

各技術開発プロジェクトが目指している自動運転車の姿は大きく二つに分かれる。それは、人間のドライバーが乗ることを前提とするかしないかの違いである。SAEの自動運転レベルに照らして言えば、ドライバーが存在するケースはレベル0~3で、ドライバーが存在しないケースはレベル4~5となる。



## ■自動運転実現への2つの流れ

自動車メーカーや自動車部品サプライヤーは、基本的にドライバー支援を目的に自動運転技術の開発を進めている。これに対し、最初からドライバーレスの完全自動運転車を作ることを目的とする取り組みもある。

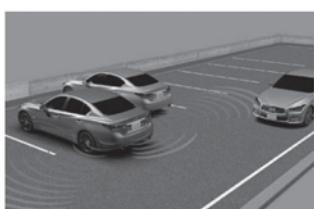
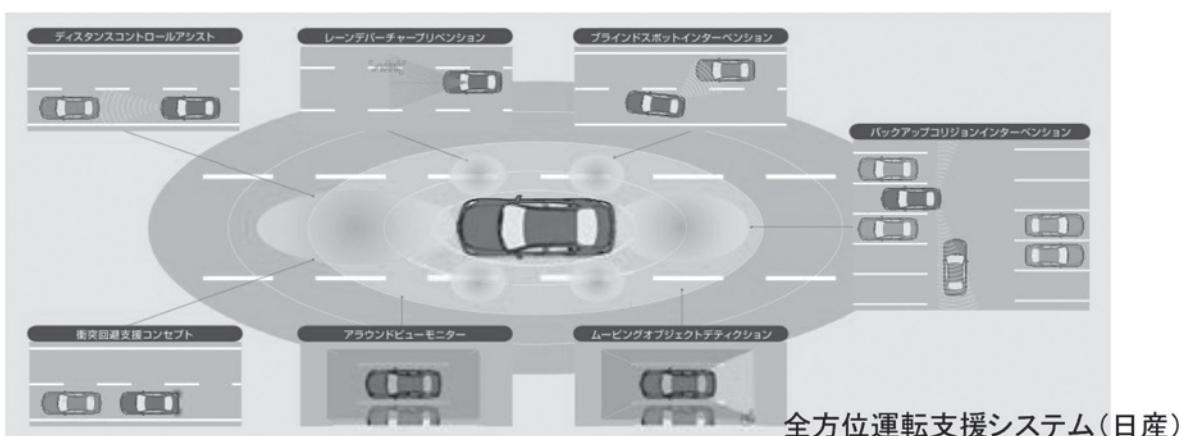
運転支援と自律走行、それぞれの開発は、条件と優先すべき事項に違いがあるため、同じ技術を用いる部分はあっても、できあがった自動車の特性は違ったモノとなる。ドライバー支援を優先して自動運転車を開発する自動車メーカーは、できるだけ今ある自動車の能力や快適さを維持したいと考えている。これに対して自律走行を目指す企業は、今ある自動車よりも劣る部分がいくつかあったとしても、そうした部分が受け入れられると考えている。運転性能、巡航速度、乗り心地を我慢しても、ドライバーレスで安全に、効率的に、手軽に移動できることを優先する。

といった観点から、バス・タクシーには自律走行での開発が進むと思われる。

## ■運転支援

ADAS(先進運転支援システム)は、AD(自動運転)の大きな概念の一部となります。自動運転はその自動化の程度により5つのレベルに分類されており、レベル1～2は「運転支援」と位置付けられ、システムが判断するいわゆる「自動運転」はレベル3以上となっています。ADASとは、あくまで「運転支援機能」であり、ヒトが自動車を運転する際に、いかに事故を回避し、快適に目的地にたどり着くようにできるかを支援する機能を指します。

あくまで主体はドライバーであるヒトであり、それをサポートする機能と言えます。



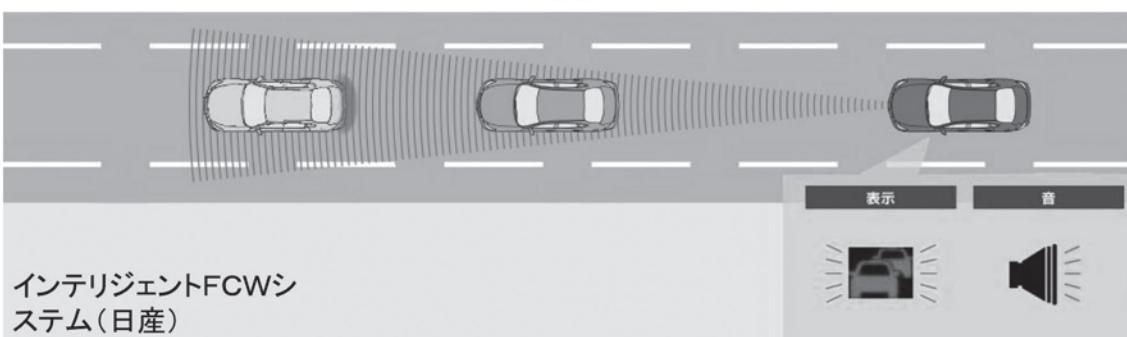
後退時衝突防止支援  
システム(日産)



後退時車両検知警報  
システム(日産)



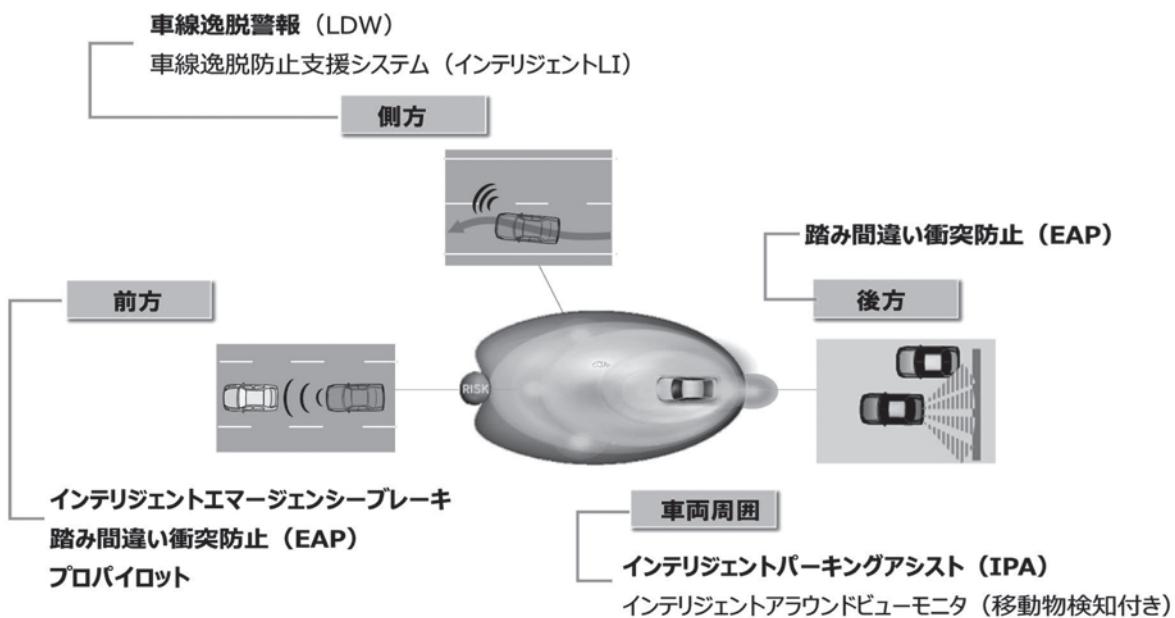
後側方衝突防止支援  
システム(日産)



出典:日産自動車

## ■日産自動車の先進運転支援

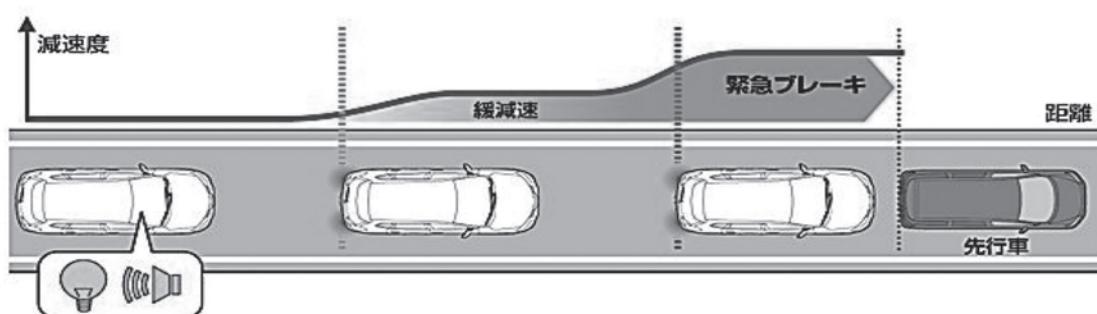
先進技術を駆使して、衝突回避性能を向上させさまざまな運転シーンで 安心ドライブをサポート



### ①インテリジェントエマージェンシーブレーキ

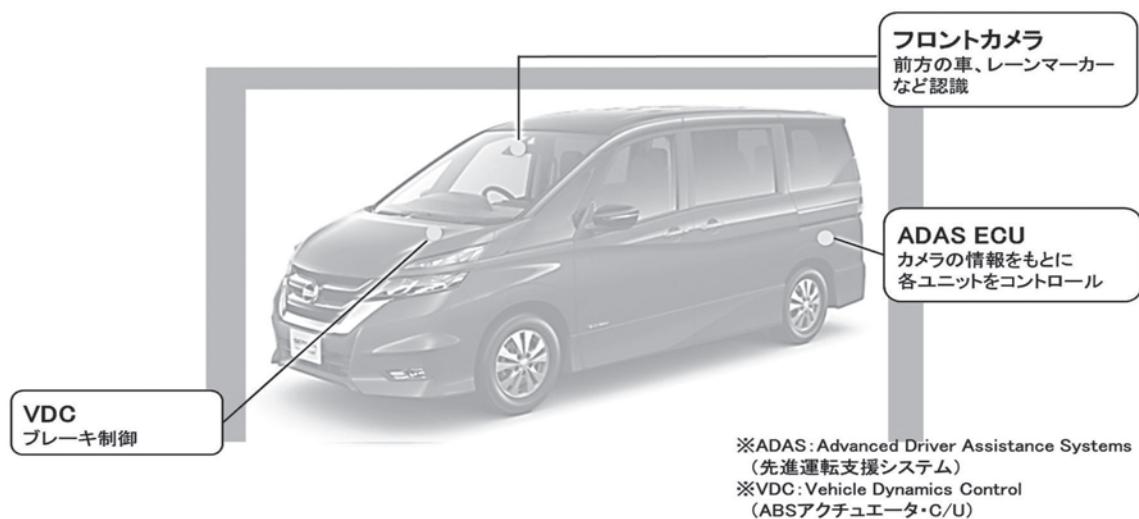
#### 1. 概要

- フロントガラス上部のマルチセンシングフロントカメラにより、前方の車両や歩行者を検知し、衝突の可能性が高まるとメータ内ディスプレイ表示やブザーによりドライバに危険を回避操作するように促す。
- ドライバが安全に減速できなかった場合に、緊急ブレーキを作動させて減速、衝突を回避するか、衝突時の被害を軽減する。
- 車速約10km/h～80km/hの範囲で作動。  
(車速60km/h以上では、歩行者に対しては作動しない。)



## 2、システム構成

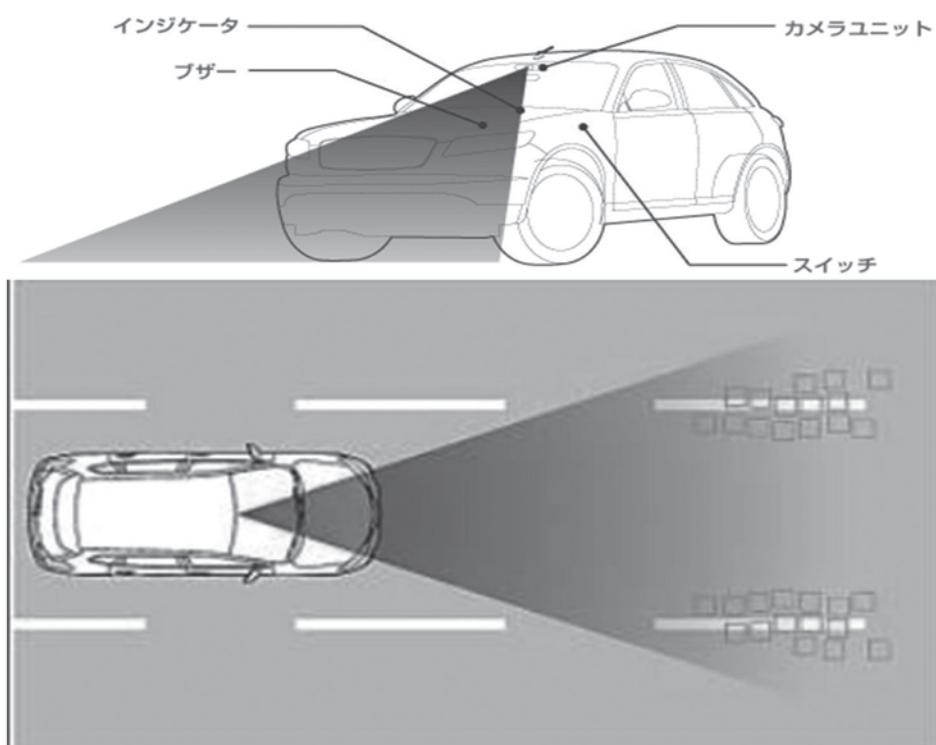
- フロントカメラで前方車両や歩行者の有無と距離を計測
- 衝突の危険が高まるときブレーキを制御



## ②車線逸脱警報

### 1、概要

- フロントガラス上部のマルチセンシングフロントカメラにより、走行車線のレーンマーカ（車線）を検知し、右側もしくは左側のレーンマーカに近づいたと判断すると警報音とともにメータ内のLDW表示をオレンジ色に点滅させ運転者に警報する。
- 車速60km/h以上で作動。



### ③踏み間違い衝突防止アシスト

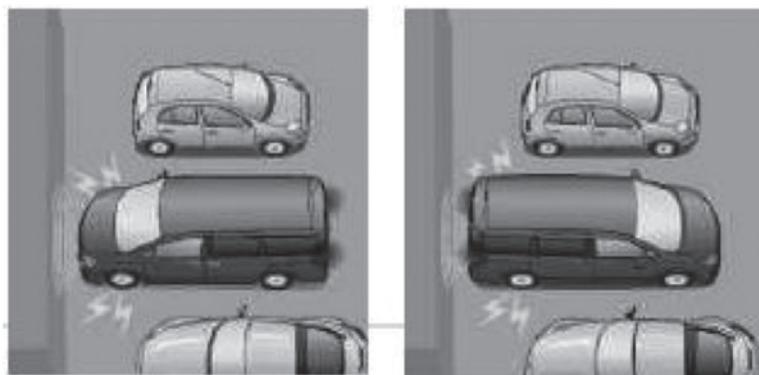
#### 1、概要

##### ○低加速抑制機能

- 停止中、または前進、後退での低車速(約15km/h未満)走行中、バンパーに取り付けられたソナーにより進行方向に壁などの障害物を検知している場合に、アクセルペダルが素早く深く(約1/2以上)踏み込まれたとシステムが判断すると、約6秒間自動でエンジン出力を抑制したり、ブレーキをかけることで車速が上がることを抑える。

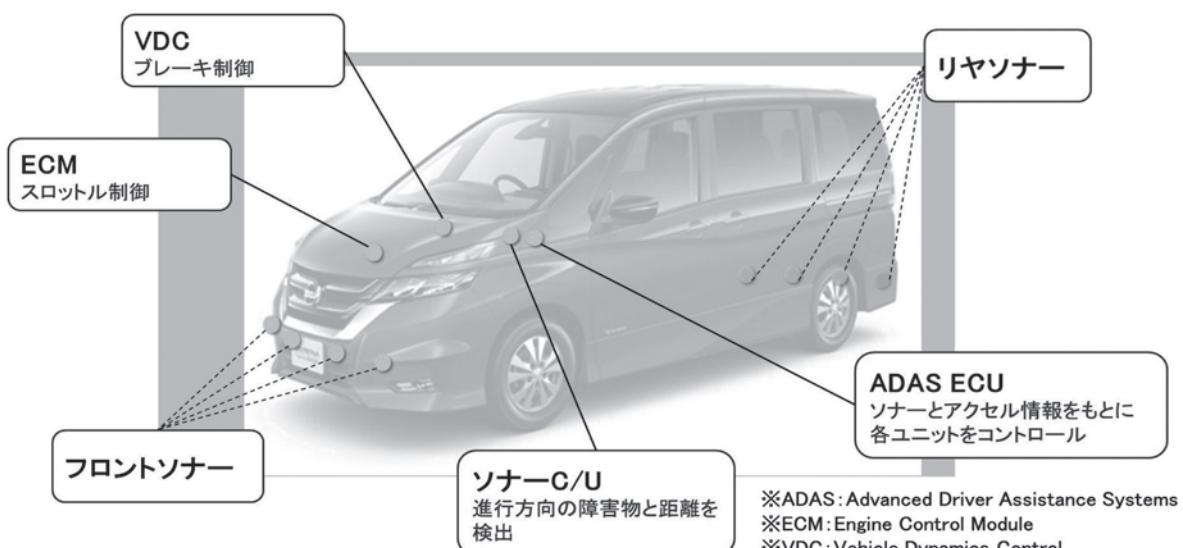
##### ○低速衝突軽減ブレーキ機能

- 前進または後退での低速走行(約2km/h~15km/h未満)中、バンパーに取り付けたソナーにより進行方向の障害物を検知し、障害物に衝突する恐れがあるとシステムが判断すると、運転者へ音と表示で警報するとともに、自動的にエンジン出力の制御、およびブレーキをかけて衝突を回避、または被害を軽減させる。



#### 2、システム構成

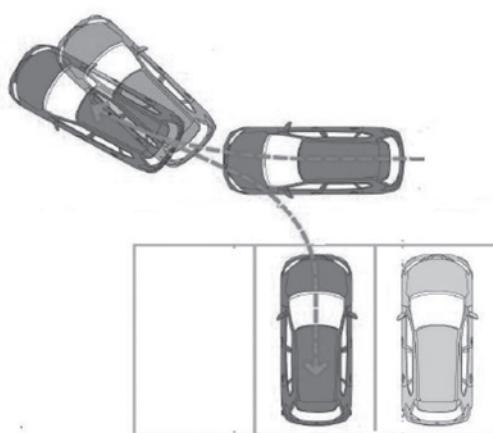
- ソナーセンサで進行方向の障害物の有無と距離を計測
- ブレーキペダルと間違えてアクセルペダルが踏まれるとエンジン出力を抑制
- 障害物と衝突の恐れがあるとブレーキを作動



#### ④インテリジェントパーキングアシスト

##### 1. 概要

- 縦列駐車や車庫入れ時にシステムがステアリングを操作し、運転者のステアリング操作を補助する機能である。
- アラウンドビューモニタ上で目標とする駐車位置を設定すると、モニタ上に車両周辺の状況や予想進路線、切り返し目安枠などを映し出し、システムが運転者のステアリング操作を補助しながら、設定した駐車目安枠付近に駐車するために運転操作をガイドする。

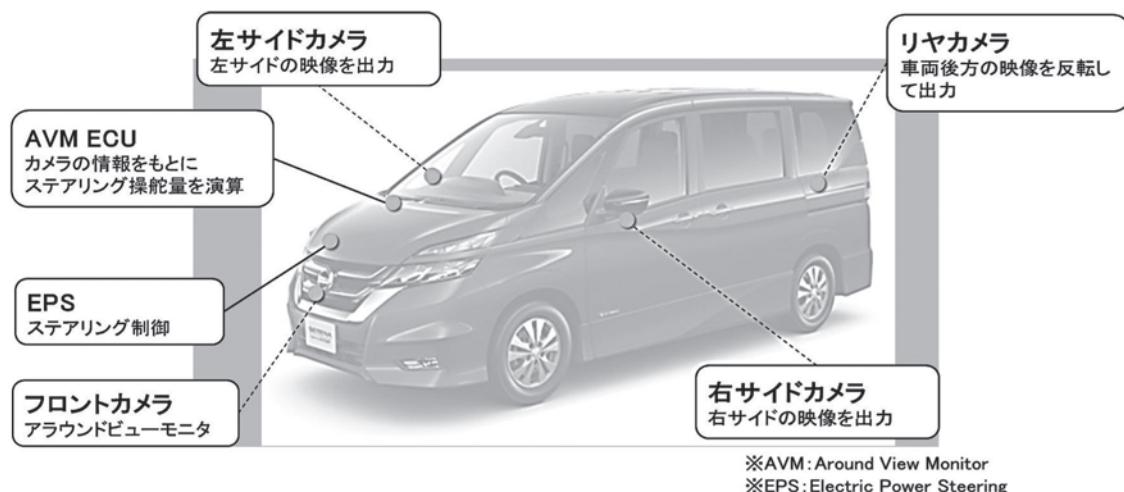


- ①駐車スペースの近くで車を止め、IPAを設定
- ②クリープで走行、ブレーキで速度調整
- ③シフトをRレンジにする
- ④クリープで走行、ブレーキで速度調整

注意：自動で障害物を回避する機能はない。  
車両の操作をするときはドライバーの目視により常に周囲に注意すること。

##### 2. システム構成

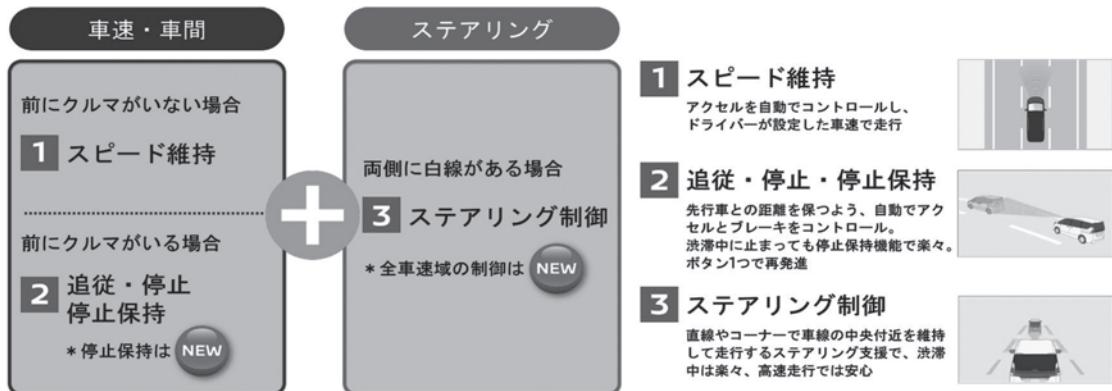
- アラウンドビューモニタの映像から目標駐車枠に駐車するために必要なスペース、ステアリングの操舵量を演算
- 舵角指定信号に応じてEPSがステアリングを操作



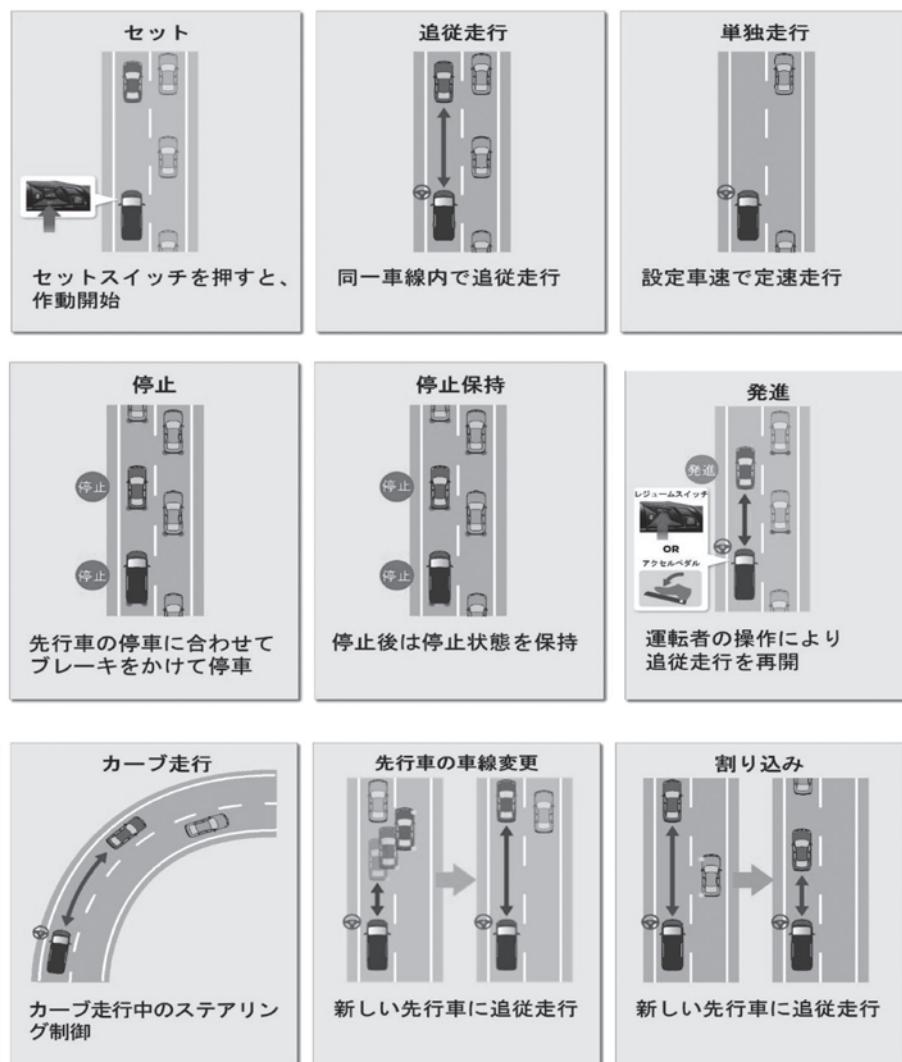
## ⑤プロパイロット

### 1. 概要

- 設定した車速(約30~100km/h)を上限に、車間距離を保つように制御
- 車線中央を走行するようにステアリングを制御(約50km/h以下では先行車がいる場合のみ作動)
- 淀滞時のステアリング・アクセル・ブレーキを支援する

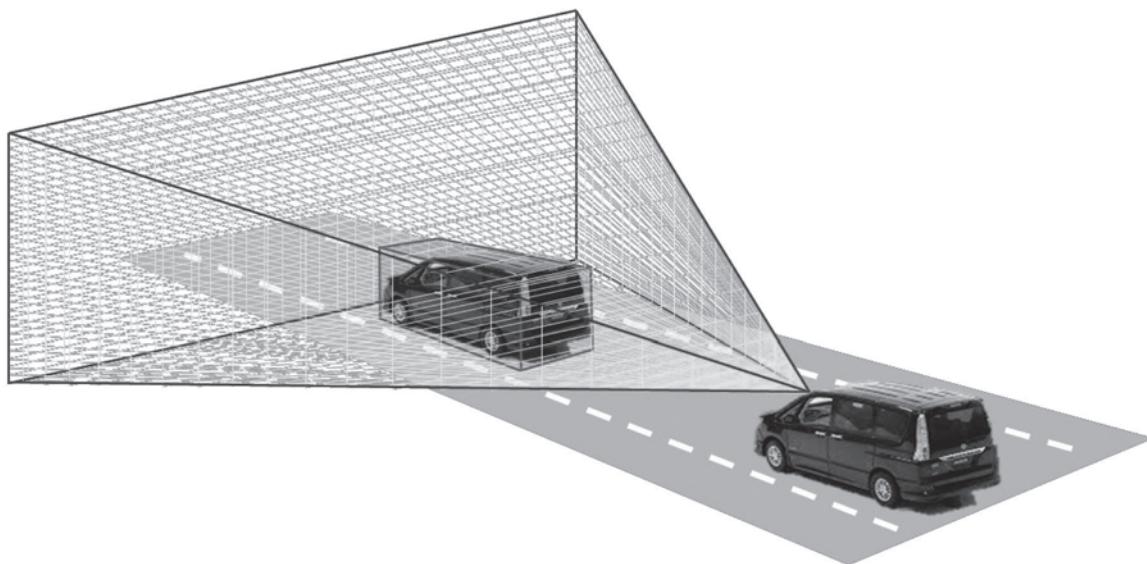
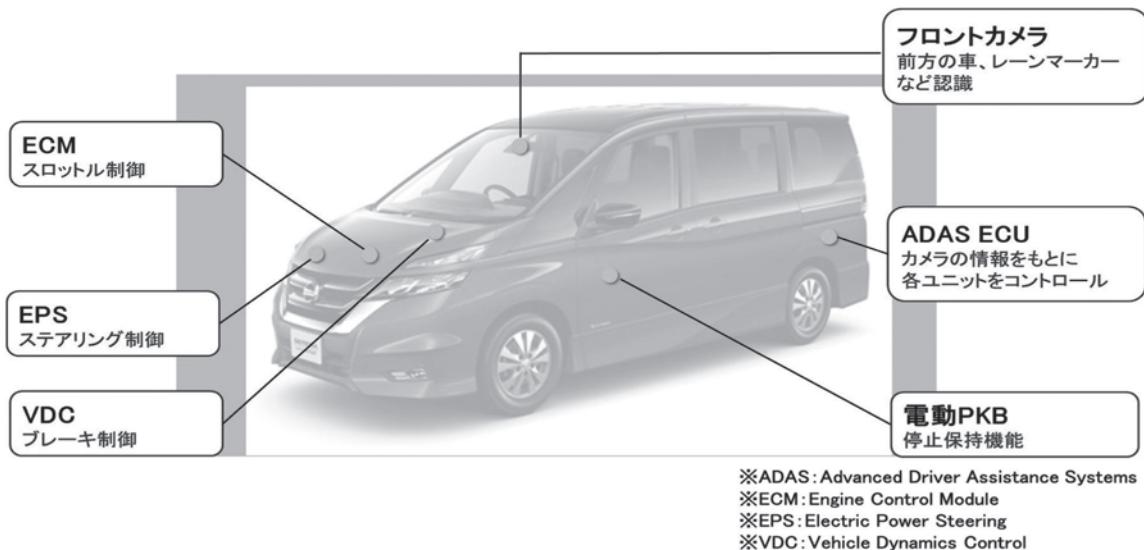


### ○具体的な走行シーン



## 2、システム構成

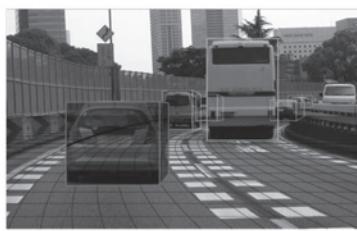
- フロントカメラで前方車両との距離や車線内の自車位置を計測
- ステアリング・アクセル・ブレーキを制御し走行



- 日本の道路と交通を熟知した日産の自動運転技術に、モービルアイ社の技術を活用した独自の画像解析技術を融合。
- 前方車両や白線を瞬時に三次元把握し、正確に制御する。



混み合った交通状況でも周囲の車両を正確に把握



コーナーでも、白線と周囲の車両を正確に把握



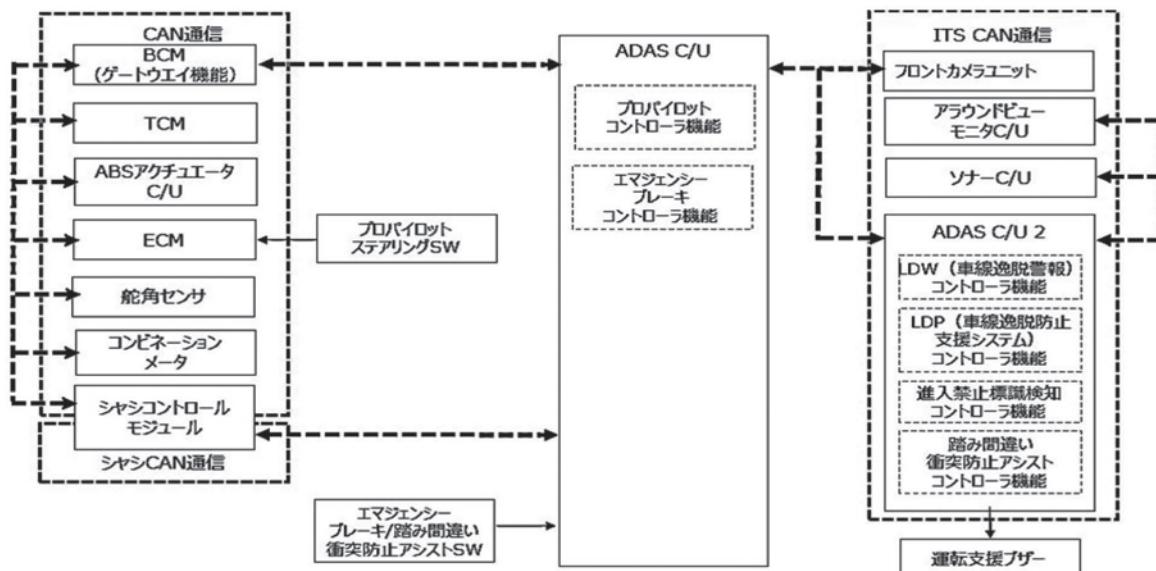
割り込んできた車両を素早く検知

## ○メータ表示



- 1: プロパイロット表示灯  
プロパイロットのオン・オフ状態を表示
- 2: 先行車表示  
先行車を検出すると点灯
- 3: 車線表示  
車線を検出すると点灯
- 4: ステアリング制御表示  
ステアリング制御の状態を表示
- 5: 設定車速表示  
ドライバが設定した車速を表示
- 6: 車間設定表示  
ドライバが設定した車間を表示
- 7: パイロットドライブガイダンス表示  
プロパイロットの使い方を表示

## 3. システム図



## 5. インテリジェントクルーズコントロール

- フロントカメラユニットにより、先行車との距離を測定し、運転者がセットした車速を上限として、車速に応じた車間距離を自動的に保ちながら走行する。

## ○定速走行

先行車を検出していないとき、運転者がセットした車速(約30~100km/h)で定速走行する。



## ○追従走行

- ・先行車を検出しているとき、運転者がセットした車速(約30~100km/h)を上限に、車速に応じた車間距離を保つように車間制御を行い走行する。



## ○追従走行⇒停止

- ・先行車が停止したとき、先行車に続いて自車も停止する。停止後は停止状態を保持する。



## ○停止⇒追従走行

- ・先行車が発進したとき、RES/+スイッチを押すか、アクセルペダルを踏むと停止状態を解除し、再び追従走行を開始する。



- プロパイロットのメインスイッチを押す(1.5秒未満)と、セット待機状態になる。

待機状態でセットスイッチが押されるとADAS C/Uは下記のように制御を行う。

走行状況	制御内容
定速走行	現在の走行車線と設定車速を比較して、設定車速に近づくようにECMに指令を送り、電子制御スロットルを制御する。
追従走行	先行車の車速変化に合わせて適切な車間距離を保てるようにECMやVDC(ABSアクチュエータ・C/U)に指令を送り、車速を制御する。
追従走行⇒停止	先行車が停止した場合は、VDC(ABSアクチュエータ・C/U)に指令を送り、自車もそれに応じて停止する。停止した後もその状態を保持する。
発進⇒追従走行	先行車が発進した場合は、RES/+スイッチを押す又はアクセルペダルを踏むとECMやVDC(ABSアクチュエータ・C/U)に指令を送り、再度追従走行を開始する。

## 6.ハンドル支援機能

- フロントカメラユニットにより、走行車線のレーンマーカを検出し、車線中央付近を走行するようステアリングを制御し、運転者のハンドル操作を支援する。  
(約50km/h以下では前方に車両がいる場合のみ作動する)
- 直線路では走行車線を維持するように操舵を支援する。
- 曲線路では走行車線を維持するようにカーブに合わせて操舵を支援する。





- プロパイロットのメインスイッチを押す(1.5秒未満)と、セット待機状態になる。
- 待機状態でセットスイッチが押されるとADAS C/Uは下記のように制御を行う。

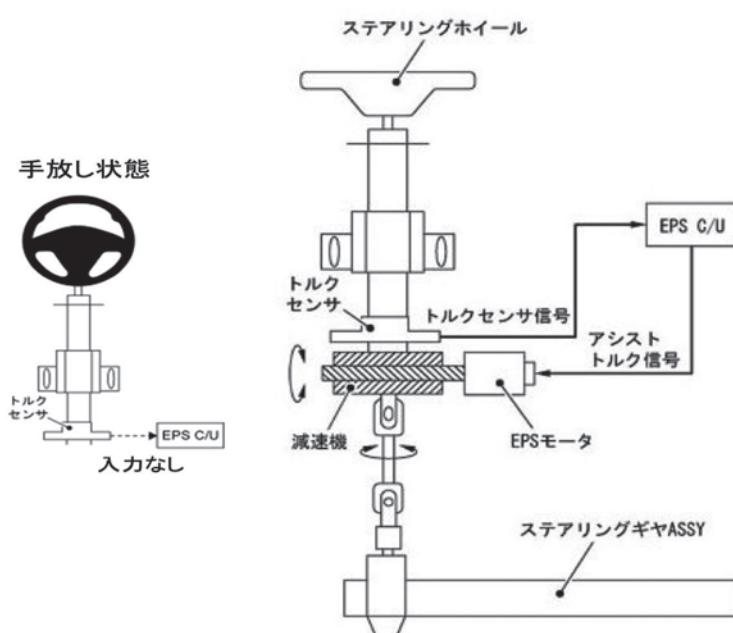
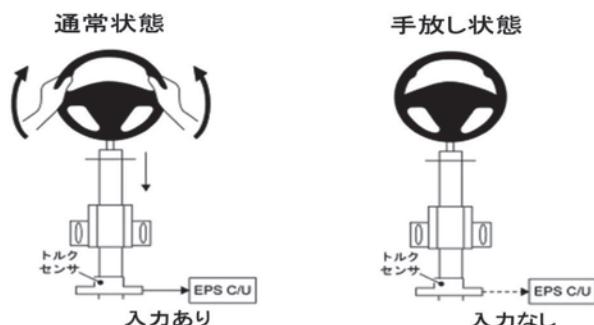
走行状況	制御内容
制御中(直線路)	フロントカメラユニットが検出したレーンマーク検出信号を基に、車両が走行車線を維持するようにEPS C/Uに指令を送り、操舵を支援する。
制御中(曲線路)	フロントカメラユニットが検出したレーンマーク検出信号を基に、車両が走行車線を維持するようにEPS C/Uに指令を送り、カーブに合わせて操舵を支援する。
制御待機中	ターンシグナル表示灯信号を受信した場合、ハンドル支援機能を一時的に解除する。
制御復帰	車線変更を修了し、フロントカメラユニットからレーンマーク検出信号を受信すると、ハンドル支援機能を復帰させる。

## 7. 手放し警報

ハンドル支援制御中、運転者がステアリングホイールから手を放している状態を検出した場合、車両情報ディスプレイに警告を表示する。

トルクセンサ出力信号が規定値以下の状態を継続した場合、ADAS C/Uが手放し状態と判断する。  
注)ステアリングを軽く握っている場合や、触っている状態では、トルクセンサの信号が入力されず、手放し状態と検知する。

### ●手放し検知



## ■自律走行

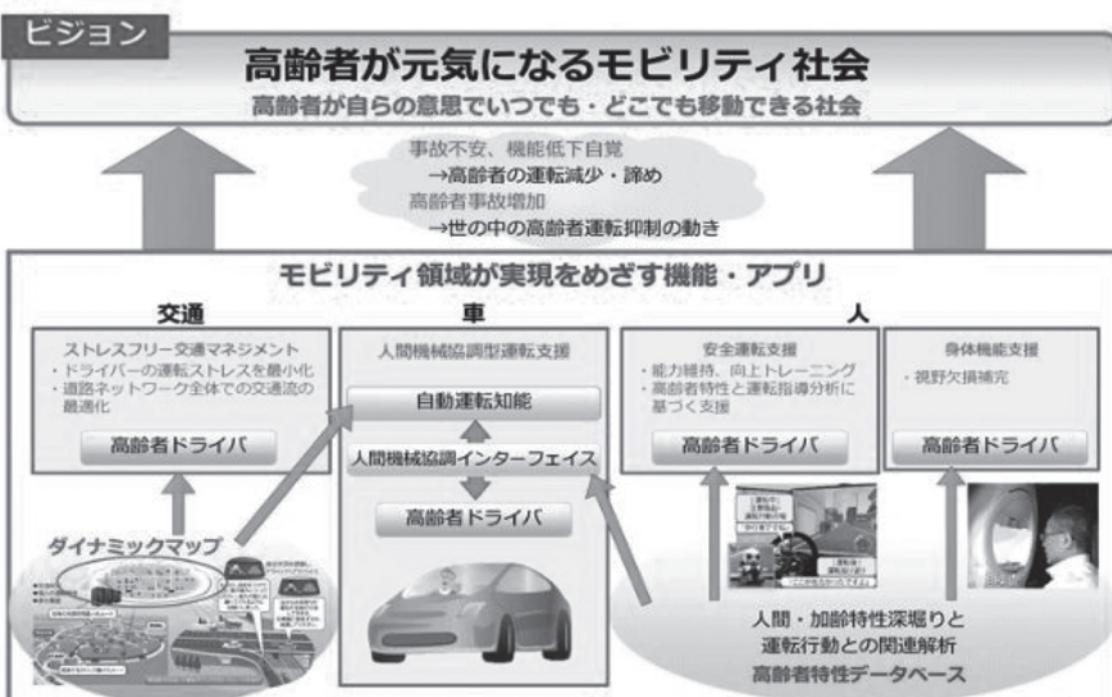
自律走行は、測域センサやカメラ、GPSなど各種センサから得られる画像や位置情報を基に経路を追従し、障害物を避けながら決められた目的地を目指すことです。

自律走行は、舗装路、未舗装路、市街地などを人の手を借りずに安全に走行できるものです。高齢者や身障者の方が安全且つ気軽に移動できるツールとなる自動車の開発が各地で進められています。

## ■自動運転開発における名古屋大学の取り組み

### ①ビジョン

モビリティ研究は名古屋COIの中核であるモビリティに関する研究部門になります。本研究は名古屋COIのビジョン「高齢者が元気になるモビリティ社会」を実現するために、高齢者のモビリティ維持の阻害要因になっている、交通事故と運転ストレスの半減を目指とし、車、人、交通の三つの領域からのアプローチを行っています。モビリティ研究は、車の領域に対応する知能化モビリティ研究、人の領域に対応する人間・加齢特性研究、交通の領域に対する交通・情報システム研究の3研究6グループから構成されます。



(出典:名古屋大学ホームページより)

### ②自律走行の目指す方向

知能化モビリティ研究では、安全を確保した上でドライバの個性・能力に合わせて運転を楽しむことができるモビリティのための高度な支援技術を確立します。そのために、1)周囲の環境を理解する機能(環境理解), 2)状況を適切に判断し計画・制御する機能(車両制御), 3)ドライバの個性・能力に合わせて上手な運転に誘導する機能(人間機械協調), 4)それらの機能をリアルタイムで実現するための実装技術(車載情報基盤)を開発します。特に、過去の運転環境や運転行動などの大規模な蓄積データ(クラウド化されたデータなど)を活用して各機能の高度化を図ります。このようなモビリティ技術の知能化により、人々の活動やコミュニケーションを促進し、いつまでも活き活きと健康で暮らせる社会の実現を目指します。

### ③ゆっくり自動運転

ゆっくり自動運転®は、低速度で人や社会と協調する自動運転技術で、無人運転による地域内移動サービスを提供することができます。超小型車からバスまで様々な車両に適用でき、ラストマイル交通、地域内巡回交通、カーシェアリング回送、自動バレーパーキングなどへの応用が考えられます。昨今、様々な移動手段の情報・予約・決済を一括のアプリで処理できるMaaS(Mobility as a Service)が世界的に注目されています。

名古屋大学COIでは、交通不便地域における高齢者等の移動困難者を主な対象としたモビリティサービス“Mobility Blend®”を構築しており、その中のラストマイル交通など単純な輸送部分を順次ゆっくり自動運転に置き換えていくことを計画しています。

地域に即した総合的な移動サービスにおける自動運転のあり方を検討することで、ゆっくり自動運転の社会実装を目指します。 (出展:名古屋大学ホームページより)



(出典:名古屋大学ホームページより)

## 参考文献及び参照記事について

### 自動運転LAB ~モビリティ業界テクノロジー系ニュースメディア~

#### 【最新版】自動運転に必須の7つの先端技術 認識・予測技術や位置特定技術、AI技術

- 位置特定技術 ■プランニング技術
- 認識技術 ■ドライバーモニタリング技術
- 予測技術 ■通信技術

#### 【最新版】自動運転車の実用化による10のメリットとは？社会や人への恩恵は？

- 自動運転がもたらす影響
  - ①公共交通への導入 ④交通事故の減少
  - ②物流コストの低減 ⑤渋滞の緩和
  - ③カーシェアリングなどの利便性UP ⑥運転からの解放

#### 【最新版】自動運転の最重要コアセンサーまとめ LiDAR, ミリ波レーダ、カメラ

- 自動運転の「認知」の基本

兵庫ベンダ工業 取締役、名古屋大学未来社会創造機構 モビリティ領域 本丸 勝也様  
自動運転に求められる技術・環境(と、ちょっとだけAIのお話)

近畿日産自動車株式会社、アフターセールス部

- 名古屋大学関連

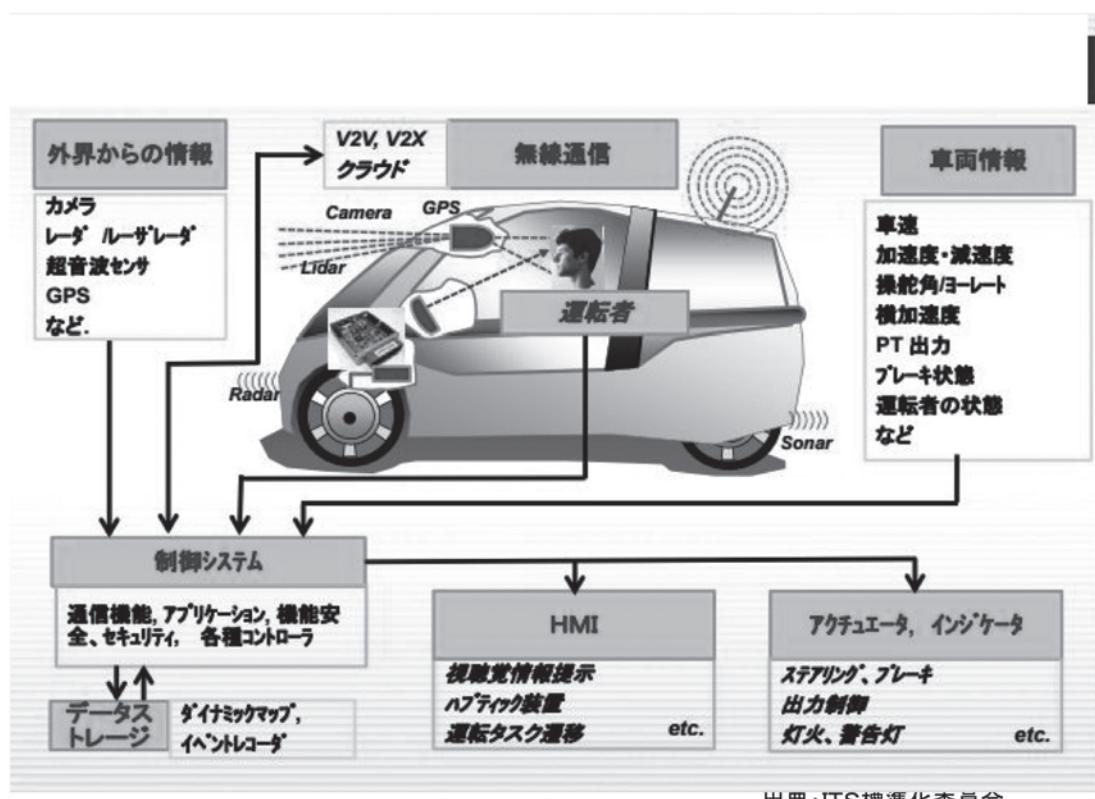
NVIDIA JAPAN より  
これから始める人のためのディープラーニング基礎講座

実証実験授業講座名：自動車エンジニア用カリキュラム

## —自動運転探究「自動運転の走行支援システム」(上級編)—

(3,4/9コマ目)

### 2 『自動運転の仕組みと整備技術』



## II 自動運転の仕組みと整備技術

### 1 ステアリング制御

#### ■概要

ステアリング技術で、自動運転の筋肉と小脳を担う。

自動運転車のセンサーは人間の知覚に、判断を担うコンピュータは頭脳に例えられます。

ステアリング制御としては、ドライバーを模擬した前方注視モデルという手法が一般的です。これは予測される将来位置と基準となる道路白線との誤差をフィードバック量に用いる制御手法です。

基本的な制御手法の考え方は、入力として与えられた目標軌跡とセンサーによる現在値を比較して、その誤差によって制御信号を計算し、制御対象に送ることで車の制御を行います。

これらを実現するために、センサーライズムの制御と制御用アルゴリズムの解説を行います。

#### ■カメラセンサーからの入力の仕組み

##### ①上記を基にした適正制御の計算式とコンピュータによるアルゴリズムの種類

###### ・ローカライゼーションとマッピング

車両がどこに位置しているかを判定します。このシステムでは、ゼロから、もしくは既存の信頼性が高いとされている情報を基準に周辺環境の特殊な高精度のマップを作成し、その地図内で車両の位置を特定する技術を必要とします。

このシステムは、センサーが収集したデータを、自動運転車が正確に判断することを支援します。(センサー制御)

つまり車両から見えてる周辺情報を直接地図上の情報と照らし合わせればいいわけです。今見えてる情景とマッチする箇所が地図上にあるってことは、今その箇所にいるってことに他ならないのです。車両から見えてる風景とそのままマッチングができるような地図を作る為には、自動運転車が“目”の役割として使ってるセンサーと同じのを用いて地図の方も作製しなければいけません。これを可能としたのがLIDARです。車載LIDARから得た点群情報と、同じくLIDARで作製された地図上の点群情報を照らし合わせて自己位置推定を行います。



上の画像を見ると、地図上の点群情報(灰色部分)では遠くの建造物や木までもカバーしているのがわかります。これは自動走行前に、地図を作製する為(=LIDARデータを書き集める為)だけの目的で道路を走らせたからです。そしてそこに車載LIDARからの点群情報(カラー部分)を上から当てはめて、例えば建造物の壁の沿い具合などから計算して車両の自己位置を推定しています。このマッチングの際の計算方法は現在色々な手法があり、少しでも正確にかつ速く計算できるよう開発が進められています。

## ・パーセプション(認識技術)

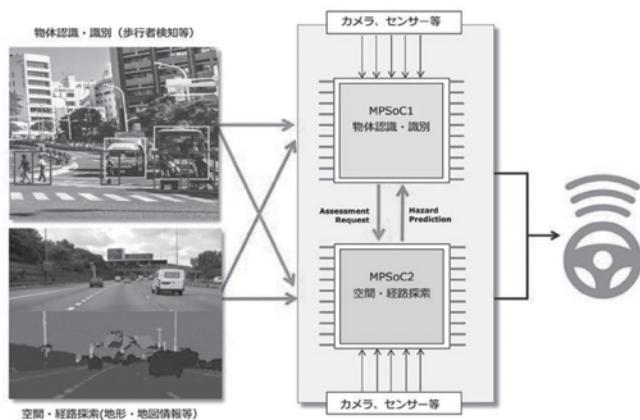
カメラ、LiDAR(光を使った検出・測距技術)、レーダー、GPS(全地球測位システム)、慣性航法ユニット(INU)などを含む車両センサーのデータと「マッピングとポジショニング」システムから収集した情報を組み合わせ、車両の状況と周辺環境と位置関係情報を認識・判断します。これには、インフラ、車両、歩行者、自転車など、静的、動的あらゆる障害物の位置と動きが含まれます。このシステムは、解析に複雑かつ膨大な量のデータを要することから、自動運転の実現において最も難しい技術となります。

つまり、LiDARセンサーやレーダー、カメラなどの車載デバイスから取得した情報から、ニューラルネットワークを用い、道路や周辺状況をリアルタイムに認識できる車の知覚技術を構築することです。また、歩行者や道路上の障害物を把握するには、高度な正確性が欠かせません。移動する物体の位置や動きを予測しなければなりませんから。これに対しての認識技術が大切になります。



## ・プレディクション(予測機能)

他の車両、歩行者、自転車等が現れそうな場合の自動画像化を支援します。複数のプレディクションが存在する場合もあります。(カメラ・認知アルゴリズム)  
プレディクションは、人工知能(AI)が最も活躍する技術領域となっています。予め歩行者や自転車の飛び出しや事故が発生する可能性などを予測し、諸条件が重なったときにシステム側で減速するなどの処理を行う。さらに、自動運転で走行時の天候や路面状況、災害情報も鑑みて発生しうる危険を予測する。安全走行のためには欠かせない技術の一つであります。危険予測にはAI技術も活用される。



© 空間・経路探索：出典元 University of Cambridge

## ・プランニング

どの車線を走行するか、他の走行車両などの移動体に対応しながら、どこへ移動させるか、か、障害物との間にどれだけ空間があるかといったことを緻密に判断し、一つないし複数の車両の車両の安全な走行経路を決定します。

プランニングシステムでは、路上の他の車両が視界から遮られたり、予想外の動きをしたりする場合など、不確実な状況下においても、安全に車両を誘導する方法を判断しなければなりません。複数のハイポセシス(仮定)によって、他の車両、歩行者やその他の動きによって、複数のプランを提示し、最終的な選択肢を提案します。

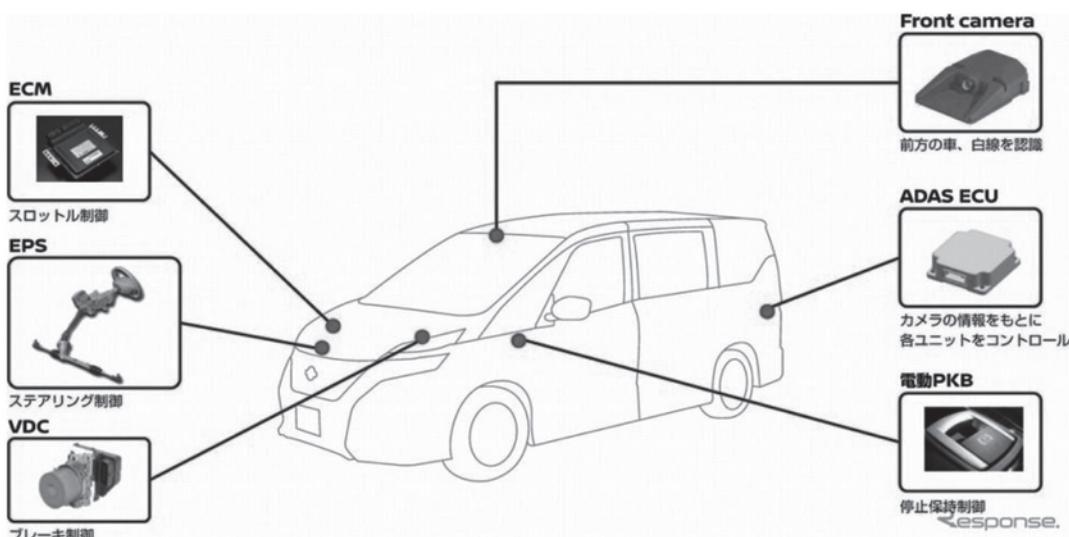
言い換えると、どの車線・経路を走行したら最も安全かなどを自動運転車のシステム側がリアルタイムに算出し、実際の走行ルートに反映させていくための技術のことである。近くを走る走行車両や障害物・歩行者・自転車の位置を認識技術を活用して検知することなどにより、膨大なデータを基に総合的に安全な走行車線やルートが判断されます。プランニング技術で技術的ハードルが高いとされることの一つが、自動運転車両が予想外の事態に陥ったときの対応などである。プランニング技術にもAI技術は関わってくることになる。(アルゴリズム)

## ・コントロール

絶えず更新されるリアルタイムデータを基にプランニングシステムが設定する想定進路を実際に走行することです。これは、車両走行機能に指示を出すアクチュエータを通じて行われます。

このアクチュエータとして電動パワーステアリング(EPS)は不可欠な構成デバイスの1つとなります。操舵力をアシストするだけだった従来のパワーステアリングから、ステアリングの操舵角度を制御する機能、さらには操舵の結果として車両挙動を制御する機能が付加されることになり、制御の精度、信頼性、失陥時の対応など、従来と違う機能も求められるようになっています。

先進運転支援システム(ADAS)においては、ステアリングシステムと駆動システム、ブレーキシステム等との協調制御が重要となり、ステアリング操作を機械式制御から電子制御に置き換えるステアバイワイヤ(Steer-by-Wire)の導入も進んでいます。一方で、高度なADAS/自動運転が進むと、システムの電気的な断線、エラー、故障だけで制御やアシストが利かなくなるため、従来よりもシステム故障時の影響が大きくなる可能性があります。EPSで危険回避時に電気的なエラーが起きると、甚大な被害が発生する恐れがあることが今後の課題である。(アクチュエータ制御プログラム)



出典: Response

## ※EPSについて

ADAS(Advanced driver-assistance systems)においては、ステアリングシステムと駆動システム、ブレーキシステム等との協調制御が重要であり、ステアリング操作を機械式制御から電子制御への置き換えが進んでいる。操舵力をアシストするだけだった従来のパワーステアリングから、ステアリングの操舵角度を制御する機能、操舵の結果として車両挙動を制御する機能が付加されている。ステアリングだけでなく、機械式制御から電子制御に置き換えていくことをバイワイヤ化(by-Wire)と言う。



DENSOが開発した2系統EPS  
出典:DENSO

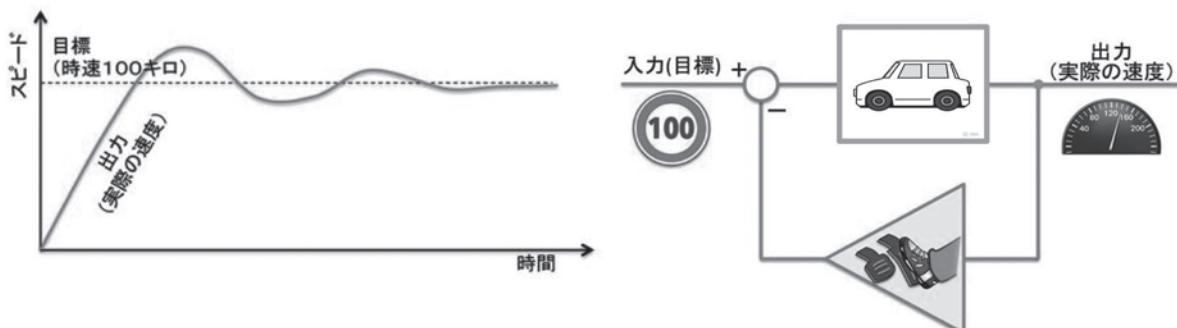
## 2 速度制御

### ■概要

車の走行で速度を調整するには、アクセル、ブレーキになります。これを自動で動かすにはそれぞれに何か駆動装置をつければ済みます。あとは、速度を制御するためにペダル類を操作し、進行方向を望む方向に向ける制御のためにハンドルを操作します。ただしこの2つ、同じ「制御する」といっても目標に合わせるために必要な操作と使うべき制御が少し異なっています。

ものを目的のとおりに動かすためにさまざまな制御手法があります。フィードバック制御と分類されるものでは、制御したい対象の状態をセンサで読み取り、指定された目標と一致するように、対象を操作(動作の指示)します。これは、アクセルは踏むほど速くなり、ハンドルも回すほどカーブするため、単調性があります。対象に単調性がある場合、とても適応しやすくなります。代表的なフィードバック制御にPID制御と呼ばれる手法があり、多くのところで用いられています。

アクセル/ブレーキの制御は、目標車速に自車速を近づけるPID制御による速度制御が行われるとともに、前方に車両が存在する際には、ACCと呼ばれる車間を一定に保つ制御が行われるが、車間距離が広いこともあり、一般的には制御は行われない。



## ■PID

本来走りたい走行ラインに対して車がずれた位置にあるとします。走行ラインの左側に車があるため、ハンドルを右に切れば走行ラインに戻れるはずです。人間なら、今までの運転経験を基に適切にハンドルを操作するでしょう。しかし、ロボットのように自動で運転する場合、「ハンドルの角度を何度にするか」を数値として算出する必要があります。



この算出方法として使うのが、「PIDコントロール(Proportional Integral Derivative Control)」と呼ばれる方法です。PIDコントロールは「Proportional(比例)」「Integral(積分)」「Derivative(微分)」の3つの要素から構成されています。

各要素を順番に積み上げていきながら、PIDコントロールの処理内容を計算します。

## ■P(比例) I(積分) D(微分) コントロール(アルゴリズム)

PDコントロールによって理論上は走行ラインに沿ってスムーズに走るようステアリングを操作できるようになります。しかし、実際にはもう一つ解決しなければならない問題があります。

それは「機械的」な狂いです。例えば、車のホイールの取付角度が悪いと、ステアリングを切ってないにも関わらず、左へ左へと曲ってしまう場合があります。こうした機械的な狂いがあると、PDコントロールだけではうまく走行ラインに乗せられず、ずれた位置を走り続けます。

機械的な狂いによって発生する問題を解消するため、Iコントロールを追加する必要があります。IはIntegral(積分)のIです。

移動の開始以降に測定したすべてのCTE(Cross Tracking Error)の量を累積(積分)し、その累積量に比例して操舵を補正します。

※ CTE:「走行ラインから車がどれだけ離れているか」を測定した距離情報。

## ■アクチュエータ

実際にアクセル/ブレーキ制御は、アクチュエータによって行われます。また、アクチュエータは、車両の物理的な操作、スロットルバルブの開閉、車輪の回転、またはブレーキの制御に使用されます。自動運転車の動作の多くはコンピュータによって非常に高速度で実行されますが、アクチュエータの作動は、車両のダイナミクス(動き)およびアクチュエータ自体の速度といった物理的制約によって制限されます。そのため、自動運転システムでは、コマンドの発信と車両の物理的応答(車両が実際に動くこと)との間の時間差を考慮する必要があります。

### 3 運転操作支援

#### ■概要

ヒューマン・マシン・インターフェース(HMI)は業界内で統一されていないため、ドライバーがシステムを即座に正しく理解し使用することが難しい状況であることがわかっています。

業界内でより高度な自動運転技術の搭載が進む中、自動車メーカー各社には各種自動運転技術に対して正しくユーザが理解できるような対策が求められています。

例えば、緊急時などドライバーの介入が必要となった際に、システムはその一連のプロセスをわかりやすく運転者に提示し、システムからドライバーに操作をスムーズに引き継げるようにならなければなりません。

人と車両との間で、正確かつ確実な情報のやりとりができるようにします。走行制御の切り替えをする場合など、ドライバーと車両との間のコミュニケーションは特に重要ですが、他のドライバーや歩行者など車両とその外部にいる人間とのコミュニケーションも、同様に重要になります。

先進運転支援システムからの運転者への情報は

- ・情報供給:通常の交通状況や道路環境情報
- ・注意喚起:衝突の危険性が高まった際に、注意を喚起
- ・警報:衝突の危険性が一定以上高まった際に、回避操作の指示

これらの情報を車から運転者に伝達する場合は、視覚、聴覚、触覚などを介して伝達します。車載システムから伝達される情報が、運転者の運転行動に誤解や混乱を与え、ネガティブな影響を与えることなく、正確に認識されADASの機能を有効活用させるためには、視聴覚情報を始めとしたインターフェース設計に注意と工夫が必要となります。

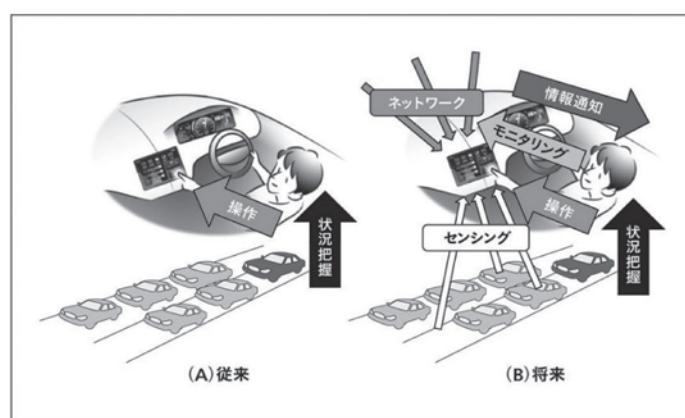
HMIは、人と機械が装置やソフトウェアを介して情報を交換します。自動車の場合は、運転者が運転時に操作するステアリング、アクセル、ブレーキや自動車の状態を示す各種計器などが該当します。また緊急ブレーキ時など前車との車間距離や自車の速度に基づいて、衝突までの切迫度や情報の意味をドライバーが正しく理解しなければなりません。提供された情報に基づいて、運転者が適切なブレーキペダルの制御やステアリングの操作ができるように、情報の緊急性、重要性に応じた視覚的、聴覚的表示方法を決定する必要があります。

このように視聴覚表示の物理的特性を重大性や緊急性に則した形で決めなければ、事故発生までの緊急性や伝達情報の意図を誤って読み取り、ブレーキペダルの誤操作等が起こる危険があります。このような場合のHMIには状況の深刻度や切迫度が適切に伝わる表示形式を採用することが需要です。

ADAS(先進運転支援システム)のHMI(ヒューマンマシンインターフェース)を設計する際は、運転者の年齢が及ぼす影響についても

考慮する必要があります。

とりわけ高齢者は、運転時に情報処理する量とスピードが、若い頃より低下する傾向があります。そのため、一度に提示する情報量を限定したり、情報の深刻度や切迫度に即した伝達方法を探ったりする等の注意が必要となります。



出典:HITACHI

①車載HMIの設計について、次のようなポイントについて検証。

- ・ドライバーの適切な行動を促すシステム
- ・ドライバーのシステムに対する理解度
- ・システムの使いやすさ(ユーザビリティ)

## ■自動車のHMIの課題

①計器・車載表示機の位置(視認性)

②車載機器によるディストラクション(運転以外に意識が向けられ運転パフォーマンスが低下)

③自動運転のヒューマンファクター

## ■自動車の車載機器ヒューマンインターフェースの考慮事項

①ディスプレイ

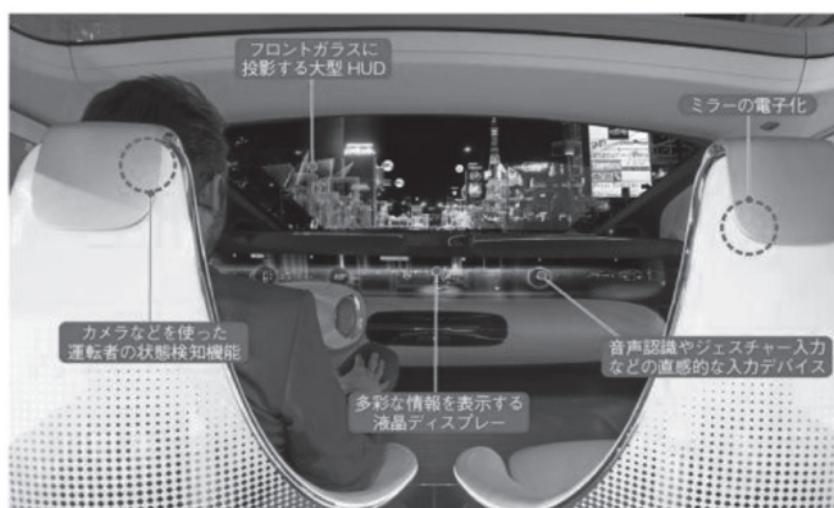
- ・ディスプレイ・サイズ、文字サイズ(JIS S 0032)、コントラスト、視認性、音量、聴取性(高齢者特性)
- ・ディスプレイ位置:視野角(JAMA:30度以内)
- ・情報量:短時間で読み取れるような表示(2秒以内、JAMA:文字数30以内)

②タスクの複雑さ

- ・タスクは20秒以内に収まるように(AAM)
- ・総視聴時間は8秒以内に(JAMA)
- ・タスク終了間を持たせる(チャンク化)

③操作

- ・目を離し易い操作フィードバック(音や振動)

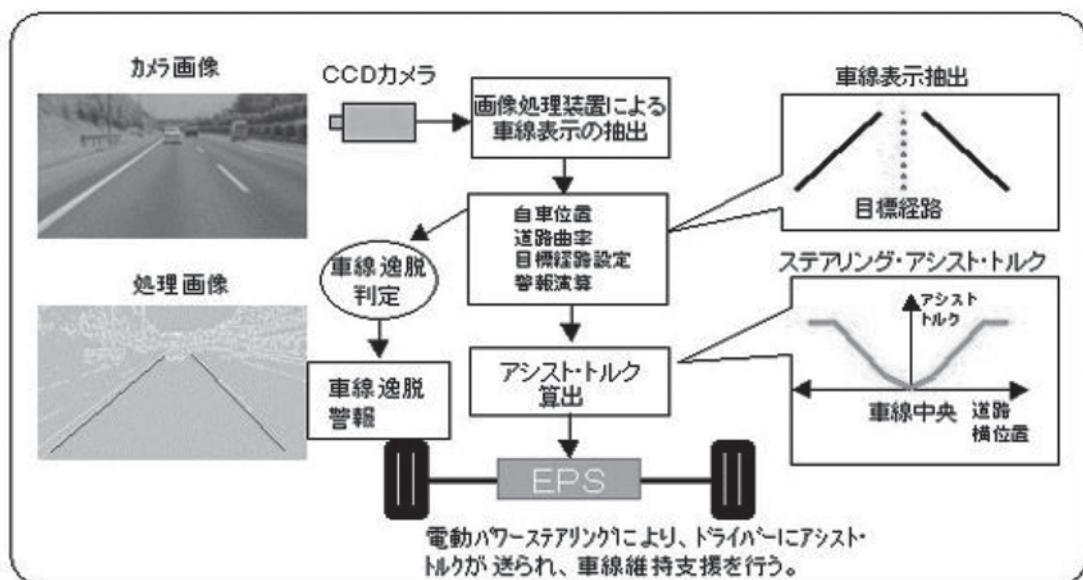


## 4 車線維持制御(センサーリズム)

### ■概要

車線維持制御システムは、走行区画白線と前輪タイヤとの間隔が常に一定になるようタイヤ操舵(そうだ)角度を自動制御するものである。区画白線と前輪タイヤとの間隔を正確に検出するとともに太陽光や雨による影響を避けるため、小型カメラが路面に対してほぼ垂直に車両側面に取り付けられている。このカメラ画像により、区画白線がリアルタイムで認識されるとともに、白線と前輪タイヤ間の距離(以下、横偏差)が1~2cmの精度で検出される。検出された横偏差を用いて車両運動モデルに基づいた非線形制御アルゴリズムにより最適な前輪タイヤ角度が算出されるとともに、ステアリングコラムに取り付けられた操舵モーターにより前輪タイヤが操舵される。

また曲線部を走行する場合、人間が真下の白線を見ただけでは運転できないのと同様、フィードバック制御だけでは制御系の遅れ要素等のため、走行速度が高くなるにつれ制御性が低下し、最終的には白線を追従できなくなる。この問題を解決するため、道路の曲率に応じてあて舵を行うフィードフォワード制御が同時に行われている。



## 5 自動運転の機能安全(フェイルセーフ)

### ■概要

自動運転レベル3以上のシステムでは制御システムが故障した場合、危険な状態になる可能性が高いため、極めて信頼性の高いシステムを構築する必要がある。

「フェイルセーフ」は航空機には半世紀以上も前から採用されており、事故を未然に防いでいる。これからの自動運転システム設計にあたって、弱点とも考えられる部分がこの安全性を担保する「フェイルセーフ」の重要性にある。

フェイルセーフとは、「装置やシステムは“必ず故障する”」ということを前提にした基本設計思想である。だからもし、誤操作・誤動作による障害が発生した場合でも、常に安全側に制御するように設計されている。例えば現在の自動車は、エンジンが故障してからなくなっても、最寄りの整備工場まで走行できるように最低限の機能が作動するようになっている。世の中の製造物はフェイルセーフの考え方のもと作られており、だからユーザーは無意識に信頼して使うことができるのである。

問題は、自動運転システムの基幹部品破損時、安全にドライバーへ運転を引き継ぐ技術も、その「フェイルセーフ」が十分発揮されるシステムになっているか否かである。

## ■トヨタ自動車のフェイルセーフ(プリウス)

定速制御モード:1				
状況	マルチインフォメーションディスプレイ表示	マスター ウオーニングランプ	クルーズコントロールインジケーター	ウォーニングブザー
<p>クルーズコントロール走行中、下記の状態になった場合、記憶車速を消去し、クルーズコントロール制御を解除する。再度IG ONするまでクルーズコントロール制御を禁止する。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ストップランプスイッチASSYの断線または短絡</li> </ol>	“クルーズシステムチェック販売店で点検してください”	点灯	消灯	警告音“ポン”
<p>クルーズコントロール走行中、下記状態になった場合、記憶車速を消去し、クルーズコントロール制御を解除する。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 走行車速が低速リミット(約40 km/h)を下回ったとき</li> </ol>	-	消灯	点灯	-
<p>クルーズコントロール走行中、下記の状態になった場合、記憶車速を消去し、クルーズコントロール制御を解除する。再度IG ONするまでクルーズコントロール制御を禁止する。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. HVシステム異常</li> </ol>	-	消灯	消灯	-
<p>クルーズコントロール走行中、下記の状態になった場合、過積載、記憶車速が高過ぎるなどのおそれがあるため、記憶車速を消去し、クルーズコントロール制御を解除する(再セット可能)。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 走行車速がセット車速より-16 km/hになったとき</li> </ol>	-	消灯	点灯	-
<p>クルーズコントロール走行中、下記の状態になった場合、記憶車速を消去し、クルーズコントロール制御を解除する。IG OFFにするまでクルーズコントロール制御を禁止にする。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ストップランプ入力回路異常時</li> <li>2. キャンセル回路異常時</li> <li>3. ブレーキシステム異常時</li> <li>4. ブレーキアクチュエータASSY(スキッドコントロールコンピュータ)とエンジンコントロールコンピュータ通信異常時</li> <li>5. ブレーキホールドシステム異常時</li> </ol>	“クルーズシステムチェック販売店で点検してください”	点灯	消灯	警告音“ポン”
<p>クルーズコントロール走行中、下記の状態になった場合、クルーズコントロール制御(記憶車速は保持)を解除する。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. VSCが作動</li> <li>2. TRCが一定時間作動</li> <li>3. ICS(インテリジェントクリアランスソナー)制御が作動</li> <li>4. DSC(ドライブスタートコントロール)制御が作動</li> <li>5. パーキングブレーキが作動</li> <li>6. TRC/VSC OFF状態</li> </ol>	-	消灯	点灯	-

車間制御モード:1

状況	マルチインフォメーションディスプレイ表示	マスター ウオーニングランプ	クルーズコントロールインジケーター	ウォーニングブザー
レーダークルーズコントロール走行中、下記の状態になった場合、記憶車速を消去し、クルーズコントロール制御を解除する。再度IG ONするまでクルーズコントロール制御を禁止する。 1. ストップランプスイッチASSYの断線または短絡	“クルーズシステムチェック販売店で点検してください”	点灯	消灯	警告音“ポン”
レーダークルーズコントロール走行中、下記の状態になった場合、記憶車速を消去し、クルーズコントロール制御を解除する。再度IG ONするまでクルーズコントロール制御を禁止する。 1. HVシステム異常時	-	消灯	消灯	-
レーダークルーズコントロール走行中、下記の状態になった場合、セット車速を記憶したまま、クルーズコントロール制御を解除する。 1. 追従走行中に走行車速が約40km/h未満となり、先行車を検知できないとき 2. 走行車速が低速リミット(約40 km/h)を下回ったとき	-	消灯	点灯	-
<b>参考:</b> 先行車を再検出したときは、再セット、リジューム可能				
レーダークルーズコントロール走行中、下記の状態になった場合、記憶車速を消去し、クルーズコントロール制御を解除する。再度IG ONするまでクルーズコントロール制御を禁止する。 1. ストップランプ入力回路異常時 2. キャンセル回路異常時 3. ミリメータウェーブレーダセンサ異常時 4. ミリメータウェーブレーダセンサのビーム軸ずれ発生時 5. ブレーキホールドシステム異常時	“クルーズシステムチェック販売店で点検してください”	点灯	消灯	警告音“ポン”
レーダークルーズコントロール走行中、下記の状態になった場合、記憶車速を消去し、クルーズコントロール制御を解除する。クルーズコントロールメインスイッチをOFFし、再度クルーズコントロールメインスイッチをONするまで制御禁止にする。また下記の状態から復帰するまで、制御禁止となる。 1. ミリメータウェーブレーダセンサの汚れ発生時	“レーダー汚れ清掃必要”	点灯	消灯	警告音“ポン”
<b>参考:</b> フロントグリルの雪、水滴付着によってフェイルセーフになる場合もある。				

## 車間制御モード:2

<p>レーダークルーズコントロール走行中、下記の状態になった場合、クルーズコントロール制御(記憶車速は保持)を解除する。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. VSCが作動</li> <li>2. TRCが一定時間作動</li> <li>3. IOS(インテリジェントクリアランスソナー)制御が作動</li> <li>4. DSC(ドライブスタートコントロール)制御が作動</li> <li>5. パーキングブレーキが作動</li> <li>6. TRC/VSC OFF状態</li> </ol>	<p>-</p>	<p>消灯</p>	<p>点灯</p>	<p>-</p>
<p>停止保持中に下記の状態になった場合、クルーズコントロール制御を解除する。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ストップランプスイッチASSYの断線または短絡</li> <li>2. キャンセル回路異常時</li> <li>3. ミリメータウェーブレーダセンサ異常時</li> <li>4. ミリメータウェーブレーダセンサのビーム軸ずれ発生時</li> <li>5. ブレーキホールドシステム異常時</li> <li>6. ミリメータウェーブレーダセンサの汚れ発生時</li> <li>7. 悪天候のため車間距離測定が極端に不安定な場合</li> <li>8. レーダークルーズコントロールが一時的にブレーキを使用できない場合</li> <li>9. ミリメータウェーブレーダセンサのビーム軸ずれの自動補正中</li> <li>10. カメラセンサ故障/カメラセンサー時使用不可時</li> <li>11. エンジン始動後のシステムチェック中</li> </ol>	<p>“クルーズシステムチェックブレーキを踏んでください販売店で点検”</p>	<p>点灯</p>	<p>消灯</p>	<p>警告音“ピーッ ピーッ ピーッ ピーッ”</p>
<p>停止保持中に下記の状態になった場合、クルーズコントロール制御を解除する。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 運転席シートベルトを着用していない</li> <li>2. 運転席ドアが開いた</li> <li>3. 長時間停車状態が検出されたとき</li> <li>4. 急坂路判定されたとき</li> <li>5. 先行車を検知できないとき</li> </ol>	<p>“クルーズ終了[P]に切替えましたブレーキを踏み発進時はシフト操作”</p>	<p>消灯</p>	<p>点灯</p>	<p>-</p>

## ■自動運転が解除される条件(プリウス)

### 1、道路状況や走行状況による条件

#### ① 悪天候時(雨・霧・雪・砂嵐のときなど)

・先行車との車間距離が正確に測定できない場合があります。

#### ②フロントグリルおよびミリメータウェーブレーダセンサASSYに雨滴・雪などが多量に付着しているとき

・先行車との車間距離が正確に測定できない場合があります。

#### ③交通量の多い道や急カーブのある道

・道路状況にあった速度で走行できないため、思わぬ事故につながるおそれがあります。

#### ④凍結路や積雪路などの滑りやすい路面

・タイヤが空転し、車のコントロールを失うおそれがあります。

#### ⑤急な下り坂

・先行車がいないときは、エンジンブレーキが十分に利かないためセットした速度を超えてしまい、思わぬ事故につながるおそれがあります。(このような場合はブレーキ制御は行われません。)また、先行車がいて追従制御が行われているときでも、減速するタイミングが遅れ思わぬ事故につながるおそれがあります。

#### ⑥頻繁に加速・減速を繰り返すような交通状況のとき

・交通状況にあった速度で走行できないため、思わぬ事故につながるおそれがあります。

#### ⑦高速道路などでインターチェンジ・パーキングエリア・サービスエリアなどへ進入する

(本線からはずれる)とき

・本線上でレーダークルーズコントロールシステムによりセット車速よりも遅い車に追従走行していたときは、自車が本線からであることにより先行車がいなくなり、セット車速まで加速するため、思わぬ事故につながるおそれがあります。

#### ⑧急な上り坂・下り坂が繰り返される道路

・先行車を検知できず、先行車に接近しすぎて思わぬ事故につながるおそれがあります。

#### ⑨道路形状

・(コーナー・左右コーナーの連続している道路・コーナーの出入り口などで車線幅が狭い道路など)や、自車の状況(ハンドル操作や車線内の位置・事故や故障などで走行が不安定な状況など)によっては、一時的に隣の車線の車両や周辺のものを検知して、制御・接近警報が作動したり、一時的に先行車が検出できず、先行車に接近する場合があります。

## 2. システムの誤作動による条件

①フォワードレコグニッショングループ、ミリメータウェーブレーダセンサASSYにより車両後端からの反射電波とカメラの映像処理を使用し制御を行っていますので、下記の場合は先行車を正確に検知できず、車間距離が適切に保てなくなる場合があります。

- ・先行車や他車線の車両が道路上の水や雪を巻き上げて走行しているとき
- ・先行車が空荷のトレーラーなど、極端に車両後端面積が小さいとき
- ・デッキルームや後席に極端に重い荷物を積んで、自車が大きく傾いているとき

②ミリメータウェーブレーダセンサASSYは前面の汚れを自動で判断し、運転者に知らせる機能を備えていますが、万能ではありません。状況によってはセンサーの窓部が汚れていても検知できない場合があります。また、アルミ箔が付いた菓子袋等が密着した場合や、氷・つらら・氷雪などが付着した場合も検知できない場合があります。

・このような状況では、車間距離が適切に保てなくなるおそれがありますので、常に前方に注意してください。また、汚れを検知した場合、レーダークルーズコントロールシステムは自動的に解除されます。なお、センサー前面やミリメータウェーブレーダセンサASSY用グリルカバーは、常にきれいにしておいてください。

③近距離ではレーダーの検知範囲が狭いため、間近で割り込んでくる先行車の検知が遅れたり、車間距離が適切に保てない場合があります。

④停車中の車両や自車よりも極端に遅い車両に対しては、レーダークルーズコントロールシステムの制御も接近警報も行いません。料金所や渋滞の最後尾で停車中や極端に車速の遅い車両などには十分に注意してください。

実証実験授業講座名：自動車エンジニア用カリキュラム

—自動運転探究「走行支援システムの  
機能限界と取り扱い」(上級編)—  
(5~7/9コマ目)

- 1『自動運転システムと自動車整備士の役割』
- 2『走行支援システムの機能限界と取り扱い実習』



# I 自動運転システムの実習方法・手順

## 1 初期設定作業からの流れ及び点検方法

### ■作業開始前の注意事項

安全な作業の徹底及び車両の損傷を防ぐための注意事項について

- ① このマニュアルは、専門技術を習得した、有資格者の整備士を対象に作られている。
  - ・適切な整備及び修理は、作業する整備士の安全並びに、車両の安全性と信頼性を確保するうえでかかすことができません。
  - ・このマニュアルに記載されている内容は、整備及び修理を行う上で遵守すべき手順です。手順に従い整備及び修理する場合は、目的に合わせて専用に設計した工具を適切に使用してください。
  - ・このマニュアルは整備及び修理作業中に事故が起きないよう、また不適切な作業により車両が損傷し、安全性と信頼性がそこなわれないように、禁止事項を遵守すること。

## 2 実習での着眼点

近年の自動車技術の電子化、高度化に伴い、以下の作業が分解整備の対象となる装置の取り外しを伴わない整備または改造であっても、当該装置の作動に影響を及ぼすおそれがあり、その結果として保安基準適合性におおきな影響をあたえるものが増加している。

先進技術にかかる装置の整備に対しては、このような状況を踏まえ、細心の注意を払って整備する必要があるため、本実習では、自動運転システムについて学んだことを実際の整備実習にてしっかりと確認することが大切である。

先進安全技術のエーミング（機能調整）作業は現在、分解整備作業ではありません。エーミングに限定した新たな制度や資格を創設することも現在は検討段階となっています。整備と板金塗装（BP）業界が緊急自動ブレーキなどの点検や修理、調整を確実かつ円滑に行えるようにすることが大切です。

エーミングは、レーダーセンサーや音波センサーがついた外装類の脱着、カメラがついたフロントガラスの交換などのほか、フレーム修正を伴う板金塗装などを実施した際、先進安全装置を正しく作動させるために行う校正作業のこと。国交省はすでに、センサーやカメラなど検知システムの交換や修理などの作業を分解整備と位置付け、これらの作業を実施できるのは認証事業者に限る方向で検討を始めています。新たにエーミング作業も分解整備の定義に加えることで、安全性確保をより確実なものにすることは、今後の整備業界にとっても非常に大切なことと思われます。

このような背景も踏まえて、先進安全技術に対しての構造・機能を十分理解し、適切な取り扱いを学んだうえで、しっかりと調整作業ができるようエーミング作業を習得してください。

## 3 実習での留意点

今回の実習で作業するエーミング作業の実施には外部故障診断機（スキャナツール）やターゲット広い作業スペースなどが必要で、正確に作業するための知識も欠かせません。

今後、各自動車メーカーの定める作業スペース（※例えば今回実習作業するトヨタの場合、水平な場所に車両を設置して車両前方に縦横3mのスペースを確保。）等の環境整備のほか、事故車両などはエーミング作業する前に、ボディーアライメントやホイールアライメントを測定することも必要となってきます。今後、メーカーの情報開示と共に、自動車整備の在り方も大きく変わろうとしています。

## ■エーミング作業とは

先進安全技術に使用されるカメラやミリ波レーダー、超音波センサー、赤外線センサーといった検知デバイスが正しく作動するための校正作業のこと。フレーム修正を伴う車体修正や鈑金塗装の後はもとより、フロントガラスを交換した後、バンパーを脱着しただけでもエーミング作業が必要となります。

## II 走行支援システムの機能限界と取り扱い

### 1 日産自動車(プロパイロット)

#### ■制御機能(機能しない条件)

- ・先行車が急ブレーキを踏んだ場合
- ・自車の直前に急な割り込みがあった場合
- ・レーンマーカーが擦れている、または汚れている場合
- ・道路構造物(壁、ガードレール、ポールなど)とレーンマーカーが極端に近い道
- ・急なカーブを走行する場合
- ・急な勾配の坂道、急な下り坂

#### ■プロパイロット制御が開始できない条件

- ・インテリジェントパーキングアシストが作動しているとき
- ・VDCをOFFにしたとき
- ・VDC/TCSが作動した時
- ・タイヤが空転したとき
- ・雨、雪、霜、またはカメラ前方にフロントガラスの凍結、汚れなどでカメラの視界が確保できなくなったりしたとき
- ・ワイパーを高速で作動させたとき

#### ■プロパイロットが正しく機能しない条件

- ・タイヤの空気圧が適正ではない
- ・摩耗しているタイヤ、スペアタイヤのような非常用タイヤ、タイヤチェーンを装着しているときや、純正品以外のタイヤを使用しているとき
- ・純正品以外のブレーキ部品やサスペンション部品を使用しているとき
- ・カメラの視界を妨げるようなものを取り付けたとき
- ・けん引しているとき
- ・先行車が背景と似た色合いで区別ができないとき
- ・先行車が建物や街路樹などの影と重なっているとき
- ・先行車と自車の間に水蒸気や煙などがあるとき
- ・車高の低い車
- ・最低地上高(地面から車体までの高さ)が極端に低いもしくは極端に高い車両
- ・特殊な形状の車両(タンクローリー、サイドカーなど)
- ・前方の至近距離に割り込んだ車両
- ・自車の正面から横にずれた位置に存在する車両
- ・後端面積が小さい車両(空荷のトラックなど)
- ・リヤタイヤから車両後端までが長い車両
- ・四輪車以外の車両(二輪車など)
- ・荷台から荷物やホロがはみ出している車両

- ・バンパ形状などにより、タイヤが見えにくい車両
- ・レーンマークが消えかかっている、汚れていて不明瞭なとき
- ・レーンマークが多重に描かれているとき
- ・消されたレーンマークが、薄く残っているとき
- ・料金所や交差点手前などでレーンマークがない、またはレーンマークが大きく変化しているとき
- ・工事などで車線内に複数のレーンマークがある道を走行しているとき
- ・道路構造物、街路樹、建物などの影が差している路面を走行しているとき
- ・合流、分岐路を走行しているとき

### ■前方センシング装置に係る整備・点検に際して

#### ①エマージェンシーブレーキ方式

3つの方式のエマージェンシーブレーキが存在する。

##### ■ ミリ波レーダー



フロントバンパー内に設置



##### ■ カメラセンサー



フロントガラスに設置



##### ■ 赤外線レーダー



フロントガラスに設置



## ■構成部品の取り扱いについて

以下は、先進運転支援システム(ADAS)に用いられる前方センシング装置に係る整備や調整作業において、特有の注意事項であり十分な配慮が必要である。

作業にあたっての特記事項	懸念事項
・作業にあたっては、レーザレーダを直視しない。	眼を傷める恐れ。
・レーザレーダやカメラにダメージを与えると、レンズ部分に汚れや傷を付けない様に注意して取り扱う。	精密部品のため性能に悪影響を与える恐れがある。
・フロントガラスやフロントグリル等、センシングデバイス周辺の部品交換時は、純正指定品を使用する。	本来のシステムの性能を保証できなくなる。

## ■診断作業を受けるに際しての問診について

作業にあたっての特記事項	懸念事項
・システムの動作異常の訴えによる点検・整備の依頼を受ける際は、症状に関する問診を十分におこない、車両取説書や整備書の記載事項を十分に確認する。	システムの作動条件が、カーメーカ毎に様々であり、必要でない診断作業を行なう原因になる。
センシングデバイスの前方に、アクセサリ等の後付け部品が取り付けられていない事を確認する。	システムの作動条件に抵触している可能性も考えられ、誤った故障診断につながる恐れがある。

## ■整備/点検/調整作業においての注意事項

作業にあたっての特記事項	懸念事項
・エーミング作業においては、車両の姿勢条件や、作業場の環境に十分に注意する。 ・ターゲットの設置位置は、整備要領に従う。	正確なエーミング調整を実施するために、整備書に記載の作業環境や手順を遵守する必要がある。これが不十分の場合、システム本来の認識性能を確保できなくなる恐れがある。
・エーミング作業用ターゲットは、各車両メーカー指定のものを使用し、混用しないようにする。	正確な調整作業ができない、もしくは、調整が完了しない。
・不完全な整備・調整状態でシステムを作動させないようにする。	複数の関連システム間での連携制御で機能するしくみである事から、複数のユニットで故障検知/故障コード発生し、不必要的診断作業を行なう原因になる。

## 日産 セレナ カメラ・エーミングの作業

フロントカメラユニットを脱着、又は交換、ウインドシールドガラス(フロントカメラ取付部位)の脱着、又は交換した場合、必ずカメラエーミング調整を行う。

○:適用

部品名	作業内容		付帯作業	未実施時の現象／作動しないシステム
	交換	取り外し		
フロントカメラユニット	○	○	カメラエーミング調整	<ul style="list-style-type: none"><li>LDW(車線逸脱警報)</li><li>LDP(車線逸脱防止支援システム)</li><li>進入禁止標識検知</li><li>エマージェンシーブレーキ／踏み間違い衝突防止アシスト</li><li>プロパイロット</li></ul>
ウインドシールドガラス	○	○	カメラエーミング調整	<ul style="list-style-type: none"><li>LDW(車線逸脱警報)</li><li>LDP(車線逸脱防止支援システム)</li><li>進入禁止標識検知</li><li>エマージェンシーブレーキ／踏み間違い衝突防止アシスト</li><li>プロパイロット</li></ul>

### ※注意

- カメラエーミング調整は水平な場所で行うこと。
- カメラエーミング調整を行うときはCONSULTを使用すること。  
(CONSULT以外の方法では調整できない。)

## 作業手順

### 2 自己診断実施

ADAS C/U、及びフロントカメラユニットの自己診断を実施する。

#### DTCが検出されているか？

- 両方のユニットに”C1B01”、及びADAS C/Uのみに”C1B00”以外のDTCを検出



DTC順一覧表から該当する故障診断を行う。

- 両方のユニットに”C1B01”、及びADAS C/Uのみに”C1B00”を検出、又はDTCを検出していない。



### 3 カメラエーミング事前準備

#### (1) カメラレンズ及びウインドシールドガラス点検

カメラのレンズ、ウインドシールドガラスに汚れ、異物の付着はあるか？

・YES(カメラのレンズが汚れている場合)→フロントカメラを交換し(2)へ

・YES(ウインドシールドガラスが汚れている場合)→ウインドシールドガラスを清掃する。

・NO→(2)へ

#### (2) フロントカメラユニットの取り付け状態点検

フロントカメラユニットの取り付け状態を点検する。

(取り付け位置、ブラケットとの組み付け状態、ブラケットの曲がり)

正しく取り付けられているか？

・YES→(3)へ

・NO→フロントカメラユニットを正しく取り付ける。

#### (3).車高点検

①.タイヤ空気圧を規定値に調整する。

②.車高(ホイールアーチ高さ)を点検する。

項目	基準値	
	2WD	4WD
駆動方式		
タイヤサイズ	195/65R15	195/60R16
フロント(Hf)	694 mm	700 mm
リヤ(Hr)	698 mm	708 mm
	704 mm	711 mm

-参考-

・測定は空車状態で行うこと。（空車状態とは燃料満載、冷却水、オイル類は、規定量の状態である。ただし、スペアタイヤ、ジャッキ、車載工具は車両より降ろした状態とする。）

・タイヤの摩耗等により基準値と一致しないことがあるが、異常ではない。

点検結果は正常か？

・YES→点検終了

・NO→車高(ホイールアーチ高さ)に関する部品を点検する。

(4) Pレンジにし、パーキングブレーキを解除する。

(5) インストルメントパネル上に不要なものがないか確認する。

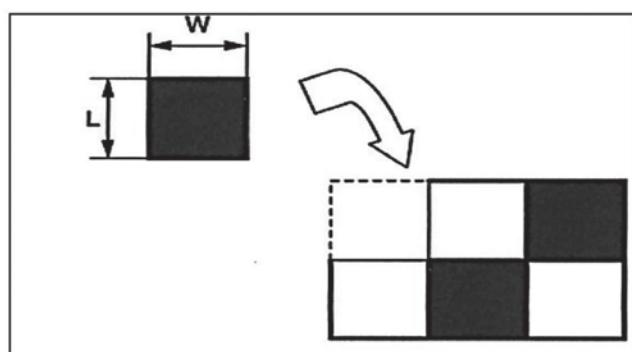
#### 4 カメラエーミング調整治具作成

カメラエーミング調整は、下記の治具、及びターゲットを作成し行う。

(1) ターゲット作成のために、120mm×120mmの白と黒の紙を6枚用意する。

参考：倍率を調整し、サービススマニュアルのターゲット見本を黒い紙に印刷する。

(2) 360mm×240mmのターゲットを作成するために、3枚の白と黒の紙をテープで組み合わせる。

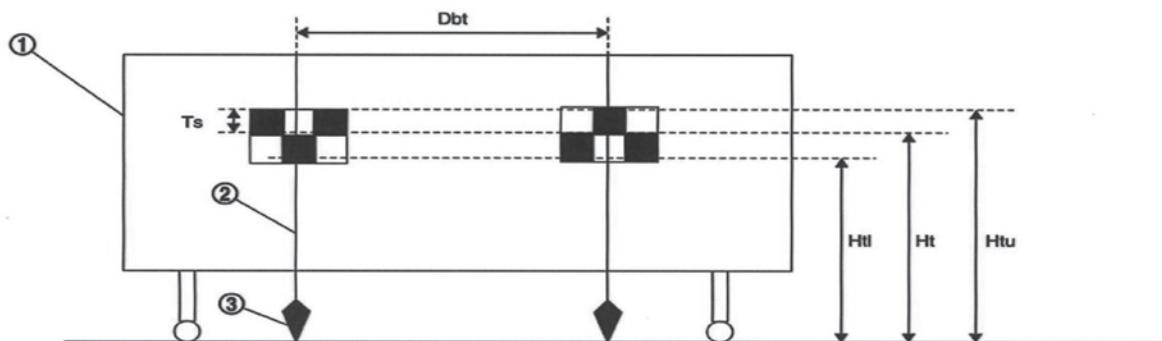


(3).透明テープ、又は両面テープなどで印刷したターゲットをボードに貼り付ける。

-参考-

・ホワイトボード等のターゲット周辺が一様に単色なものを使用する。

・ターゲットの上下や左右の模様の違いに注意する。



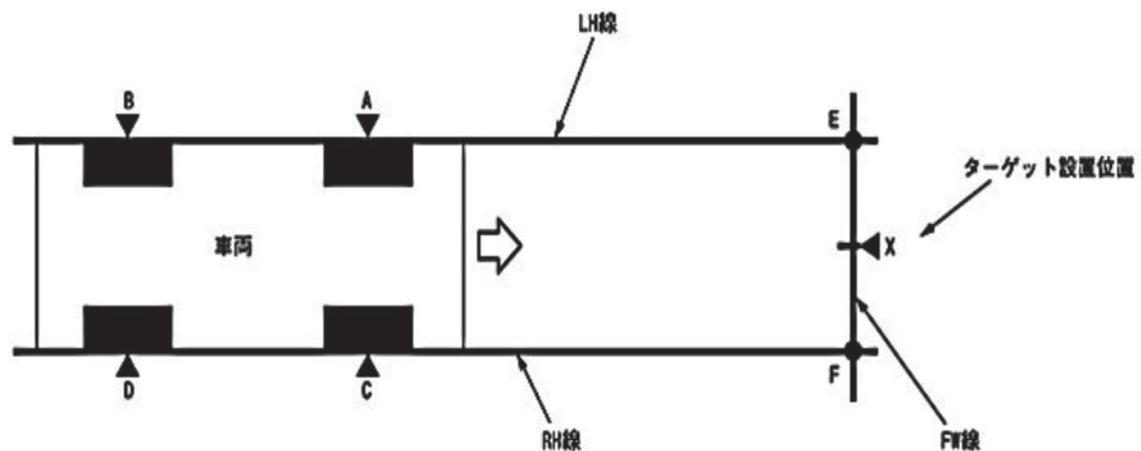
① ボード ② ひも ③ おもり

ターゲット模様1辺(Ts)	: 120 mm
ターゲット下端高さ(Htl)	: 1,180 mm
ターゲット中心高さ(Ht)	: 1,300 mm
ターゲット上端高さ(Htu)	: 1,420 mm
左右ターゲット中心間距離(Dbt)	: 720 mm

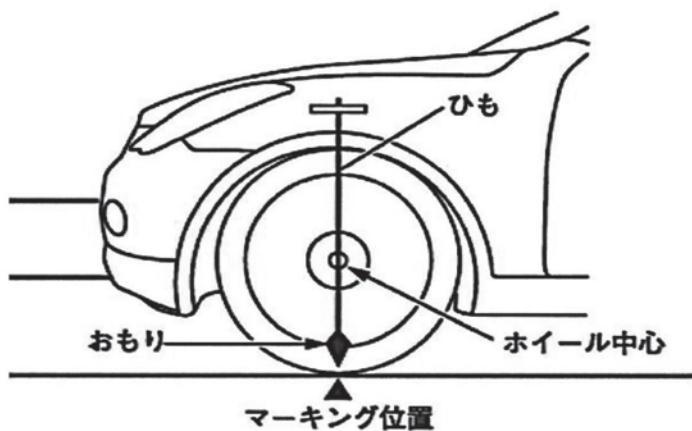
## 5 ターゲット設置

### ※注意

- 調整は車両前方5m、幅3mまでが見通せる水平な場所で行うこと。
- ターゲットは、必ず明るい場所に設置すること。  
(明るさが不足すると調整できない場合がある。)
- それぞれのターゲットを照明で照らす場合、明るさの差異が無いようにすること。
- ターゲットの上下左右周辺に光源が無いようにすること。  
(光源があるとターゲットが検出できない可能性がある。)
- 太陽の位置を確認し、太陽光が車両前方から直接入らないように注意する。
- ターゲットの上下左右周辺に似た模様の白黒パターンがある場合、ターゲットを検出できない可能性がある。(単一色の壁の逆側に車両を置くことが望ましい)



(1)各ホイール中心位置にマーキングする(A,B,C,及びDの各点)



### -参考-

ホイール中心を通るようにおもりをつけたひもをフェンダに貼り付けてマーキングする位置を決める。

(2)A点とB点を通るようにLH線を引く。

### -参考-

車両前端から約4m以上線を引く。

(3) LH線のA点から車両前方3000mmの位置にE点をマーキングする。

(4) C点とD点を通るようにRH線を引く。(手順2と同様)

-参考-

車両前端から約4m以上線を引く。

(5) RH線のC点から車両前方3000mmの位置にF点をマーキングする。

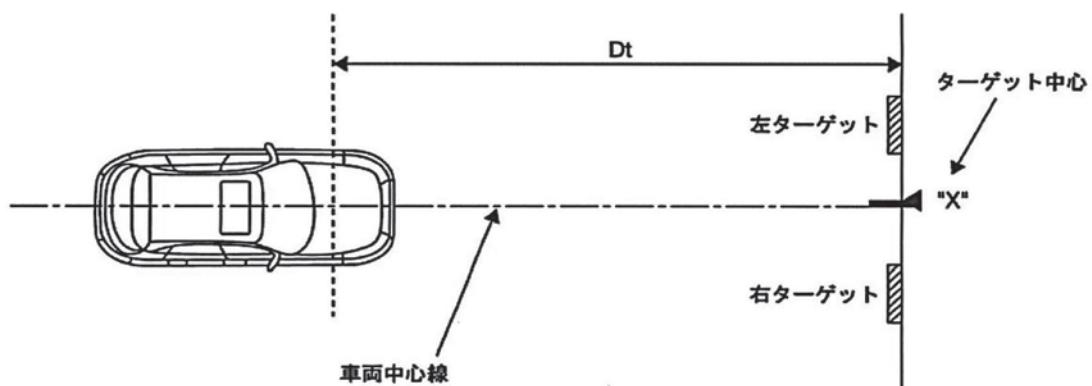
(6) E点とF点を通るようにFW線を引く。

(7) FW線のE点とF点の中央にX点をマーキングする。

※注意

E-X間とF-X間の距離が同じことを確認すること。

(8) X点から左右同じ距離の位置にターゲットを設置する。



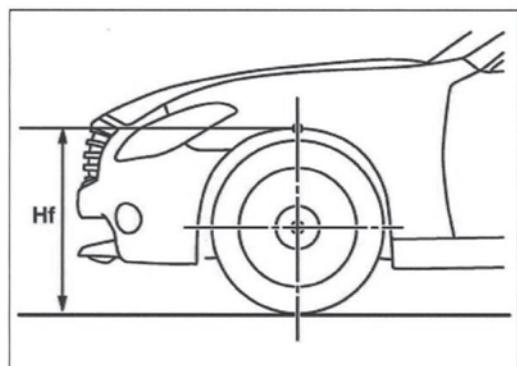
## 6 カメラエーミング調整

※注意

カメラエーミング調整は空車状態で行うこと。

### (1) 車高点検

車高(ホイールアーチ高さ)を測定し、Dh値を算出する。



$$Dh(\text{mm}) = (H_{fl} + H_{fr}) \div 2 - 702$$

H<sub>fl</sub> : 左前輪ホイールアーチ高さ(mm)

H<sub>fr</sub> : 右前輪ホイールアーチ高さ(mm)

## (2) カメラエーミング調整

※注意

CONSULTの操作は車両の外で行うこと。(車両姿勢を変えないこと)

①CONSULTを接続し、"レーンカメラ"の"作業サポート"を選択する。

②"カメラエーミング"を選択する。

③下記の状態を確認する。

- ・ターゲットが正確な位置に設置されていること
- ・車両が停止していること

④"開始"を選択してカメラエーミング調整を開始する。

※注意

ターゲットを設置していない状態で"開始"を選択しないこと。

"開始"を選択した後、5秒以上経過させること。

⑤テスト項目1で算出した"Dh"値を入力する。

⑥下記項目を入力し"開始"を選択する。

Htu	:	1420mm
Htl	:	1180mm
Dt	:	3000mm
Ts	:	120mm
Dbt	:	720mm
VP	:	0

⑦表示された項目を確認する。

- ・"正常に終了しました": "完了確認"を選択する。

⑧"正常に終了しました"が表示されていることを確認して"完了確認"を選択する。

## 7 自己診断実施

CONSULTを使用し"レーンカメラ"の自己診断を実施する。

DTCが検出されているか？

YES→DTC順一覧表から該当する故障診断を行う。

NO→4へ

## 8 作動点検

LDW(車線逸脱警報)が正常に作動することを確認する。

→作業終了

## 9 トヨタ自動車(トヨタセーフティセンスP)

■前方の安全を見守る、高精度な「2種類の目」。

Toyota Safety Sense Pとは、先進の歩行者検知機能を搭載した衝突回避支援パッケージです。車速が高い事故ほど重大事故につながるというデータをはじめ、さまざまな交通事故統計を分析し発生割合の高い事故に対応する4つの先進的な安全機能をパッケージ化。最先端の技術革新の成果を組み入れ、ドライバーの安全運転を多面的にサポートすることができます。

Toyota Safety Sense Pでは、ミリ波レーダーと単眼カメラを併用した高精度な検知センサーを開発。それに基づく統合的な制御により、クルマだけではなく、歩行者の認識も可能になり、事故の回避や衝突被害の軽減を支援します。

「ミリ波レーダー」は遠方の先行車検知に有効で、雨、霧、降雪などの周辺環境の影響を受けにくく、「単眼カメラ」は物体の形や大きさが識別でき、クルマや白線、対向車のランプだけでなく歩行者も認識できます。この特性の異なる2種類のセンサーが、卓越した認識能力と信頼性の高いシステムの作動を可能にしています。

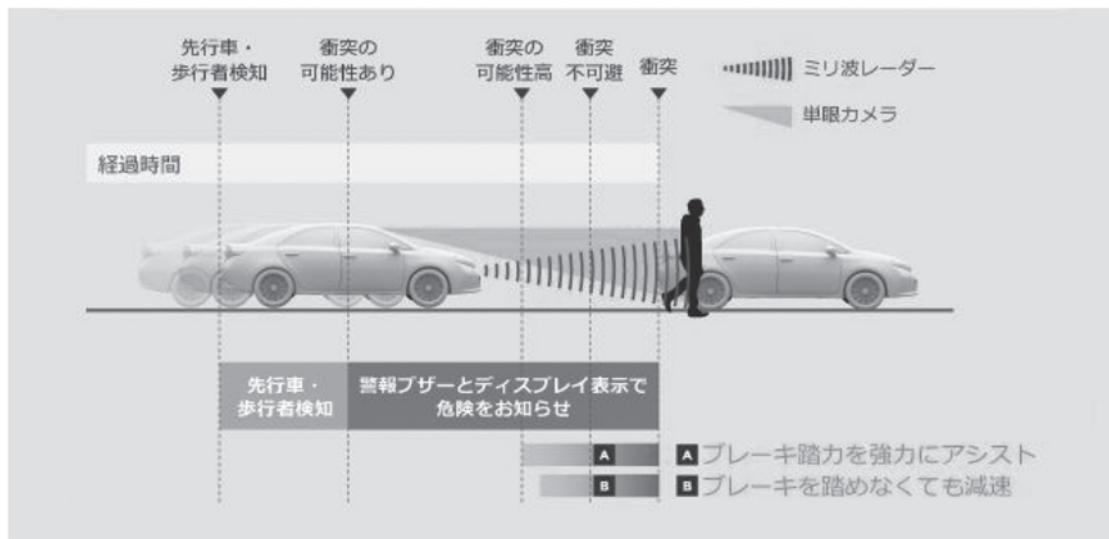


(トヨタ自動車HPより)

### ①プリクラッシュセーフティシステム(歩行者検知機能付衝突回避支援型)

市街地走行から高速走行の広い車速域で、先行車や歩行者に対する衝突事故回避を支援。

2種類のセンサー(ミリ波レーダーと単眼カメラ)で先行車両や歩行者を検知し、衝突の可能性がある場合、ブザーやディスプレイ表示でドライバーに警報します。衝突の可能性が高いと判断すると、ブレーキを踏む力を強力にアシストして衝突回避を支援(ブレーキアシスト)、さらに衝突が避けられないと判断すると自動ブレーキを作動させて、衝突回避や衝突被害の軽減を図ります。歩行者に対しては、約10~80km/hの速度域で自動ブレーキが作動し、約30km/hの減速が可能。例えば、歩行者との速度差が約30km/hの場合は衝突回避を支援します。先行車に対しては、約10km/h以上の幅広い速度域で自動ブレーキが作動し、約40km/hの減速が可能です。

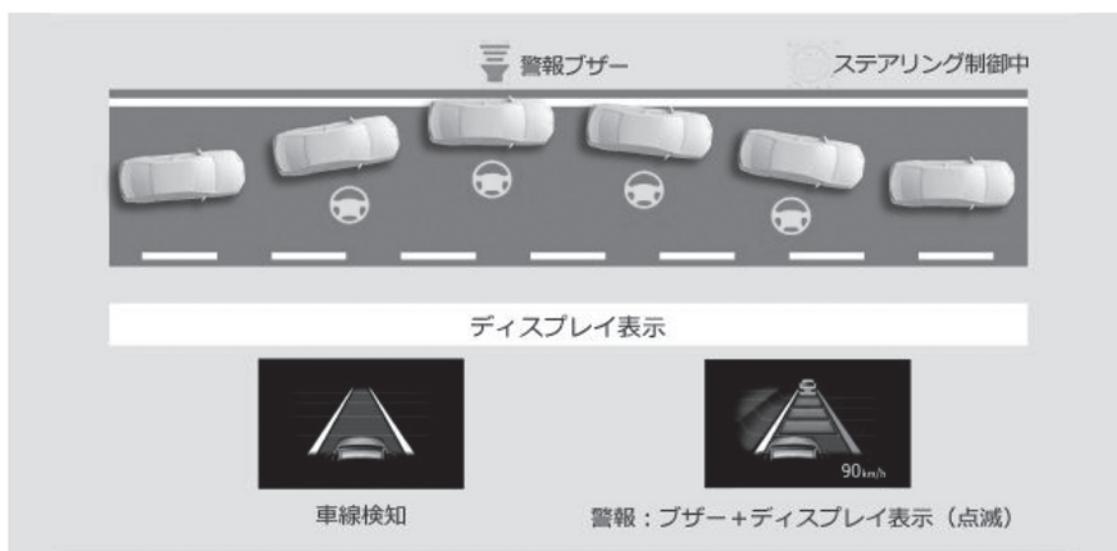


(トヨタ自動車HPより)

## ②レーンディパーサーチアラート(ステアリング制御付)

意図しない車線逸脱の危険をブザーとディスプレイ表示でドライバーに知らせる。

単眼カメラで道路上の白線(黄線)を認識し、ドライバーがワインカー操作を行わずに車線を逸脱する可能性がある場合にブザーとディスプレイ表示で警報し、車線逸脱による事故の回避を支援します。さらに、電動パワーステアリングを制御することで、車線逸脱を回避しやすいよう、ドライバーのステアリング操作をサポートします。

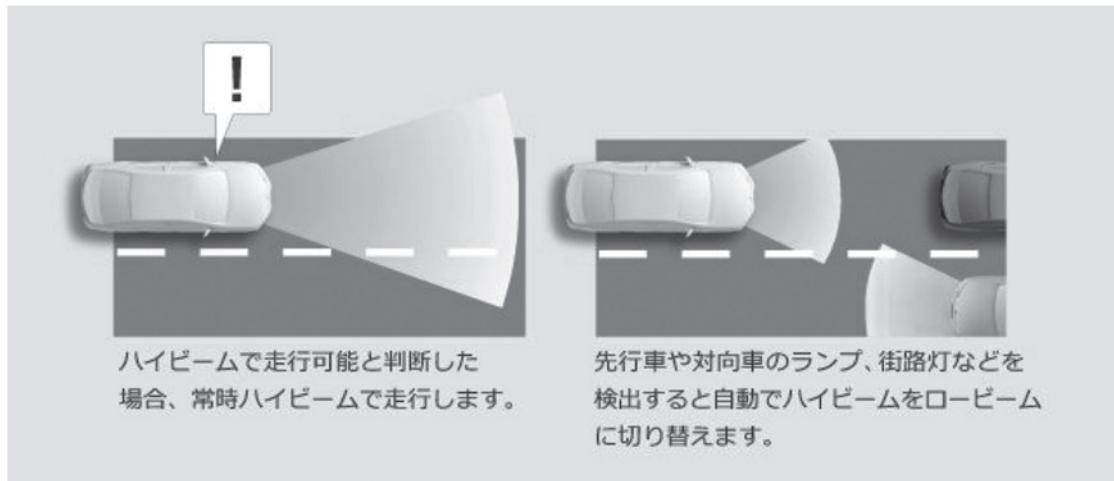


(トヨタ自動車HPより)

### ③オートマチックハイビーム

ハイビームとロービームを自動で切り替え、夜間の歩行者の早期発見に寄与。

単眼カメラによって周囲の明るさや対向車のヘッドライト、先行車のテールランプを検知し、ハイビームとロービームを自動で切り替えます。切り替え忘れを防ぐ他、手動操作の煩わしさを軽減し、ドライバーの前方視界確保をアシスト、歩行者などの早期発見に寄与します。

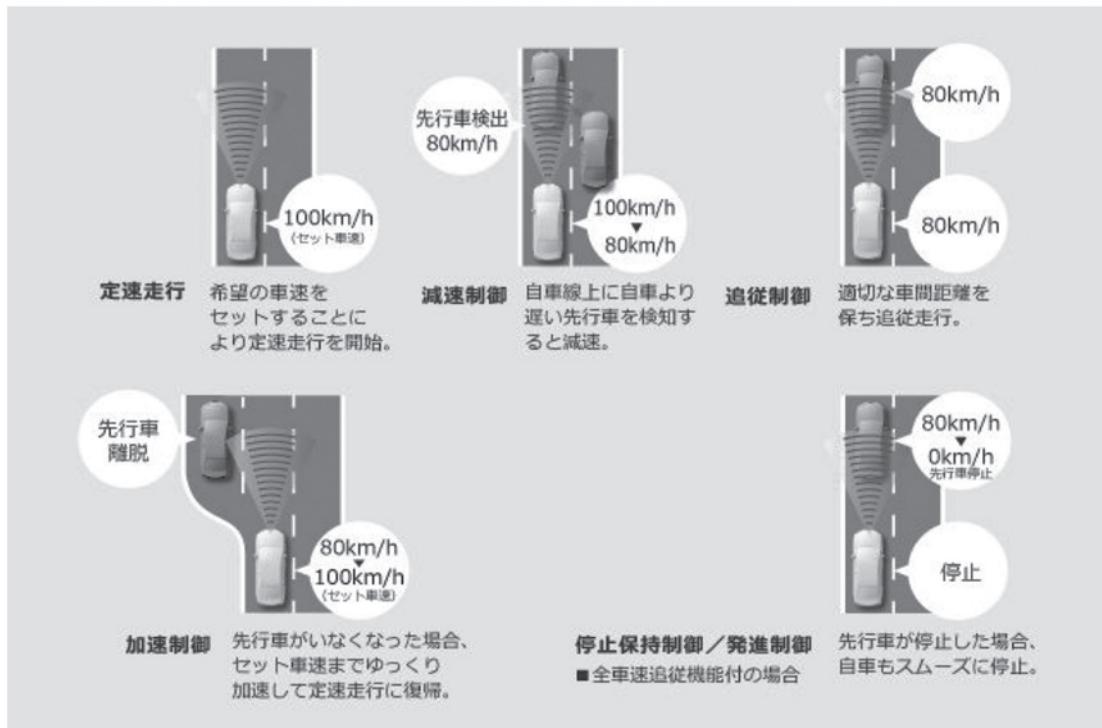


(トヨタ自動車HPより)

### ④レーダークルーズコントロール(ブレーキ制御付／全車速追従機能付)

車間距離を保って追従走行し、長時間の運転負荷を軽減。

ミリ波レーダーで先行車との車間距離を検知し、設定車速(約50～100km/h)の範囲内で先行車の車速に併せて速度を調節することで一定の車間距離を保ちながら追従走行ができます。また、前方車両の車線変更をミリ波レーダーとともに単眼カメラで検知し、よりスムーズな加減速制御を実現します。



(トヨタ自動車HPより)

## 10 先進安全装置の取り扱い留意点

### ■プリクラッシュセーフティシステム(歩行者検知機能付衝突回避支援型)

- ・補機バッテリマイナスター脱着または補機バッテリ上がりを起した場合は、ステアリングセンサ0点補正が必要となる。
- ・以下のような場合は、プリクラッシュセーフティシステムが正常に作動せず、思わぬ事故につながり、重大な傷害におよぶか、最悪の場合死亡につながるおそれがあるため、必ずプリクラッシュセーフティシステムをOFFにする。
  - ・けん引されるとき
  - ・けん引するとき
  - ・トラック、船舶、列車などに積載するとき
  - ・車両をリフトで上げて、ハイブリッドシステムを始動しタイヤを空転させるとき
  - ・点検でシャーシダイナモやフリーローラーなどを使用するとき
  - ・事故などにより、フロントバンパーASSYやラジエーターグリルに強い衝撃が加わったとき
  - ・事故や故障で自車の走行が不安定なとき
  - ・オフロード走行やスポーツ走行をするとき
  - ・タイヤの空気圧が適正でないとき
  - ・著しく摩耗したタイヤを装着しているとき
  - ・メーカー指定サイズ以外のタイヤを装着しているとき
  - ・タイヤチェーンを装着しているとき
  - ・応急用タイヤやタイヤパンク応急修理キットを使用しているとき
  - ・車両にミリメーターウェーブレーダーセンサASSYやフォワードレコグニションカメラをさえるような装備品(除雪装置など)を一時的に取り付けているとき

### ■単眼カメラ(フォワードレコグニションカメラ)取り替え時

- ・フォワードレコグニションカメラ脱着、取り替え時は光軸調整が必要となる。  
\*詳しくは次章3のレコグニションカメラ/ターゲット位置記憶及び光軸学習参照
- ・フォワードレコグニションカメラ脱着、取り替え時に光軸調整を行わずにシステムを作動させるとダイアグノシスコード “C1AA9” が出力される。
- ・フォワードレコグニションカメラ取り替え時は、必ず新品と取り替えする。
- ・フォワードレコグニションカメラ取り替え時は、レンズを汚したり、キズを付けたりしない。
- ・一度衝撃の加わったフォワードレコグニションカメラは、再使用しない。
- ・シャーシダイナモーターなどの走行時は、フォワードレコグニションカメラの前をふさいでフォワードレコグニションカメラが撮影できないようにする。

## ■ ウィンドシールドガラス取り替え時

- ・フォワードレコグニションカメラが搭載されたウィンドシールドガラス取り替え時は光軸調整が必要となる。
- ・フォワードレコグニションカメラが搭載されたウィンドシールドガラス取り替え時は必ずフォワードレコグニションカメラ用トヨタ純正ウィンドシールドガラスと交換する。フォワードレコグニションカメラ用トヨタ純正ウィンドシールドガラス以外のウィンドシールドガラスには、フォワードレコグニションカメラ搭載ブラケットがないため、フォワードレコグニションカメラを搭載できない。
- ・フォワードレコグニションカメラ用トヨタ純正ウィンドシールドガラス以外のウィンドシールドガラスにフォワードレコグニションカメラを搭載すると、ウィンドシールドガラスの透過率と黒色セラミックの形状により、フォワードレコグニションカメラを使用するシステムが正常に作動しないおそれがある。
- ・ウィンドシールドガラス外側のフォワードレコグニションカメラ前部には、ステッカー(透明な物を含む)を貼らない。

## ■ ミリ波レーダー(ミリメーターウェーブレーダセンサーASSY)取り替え時

- ・ミリメータウェーブレーダセンサASSY交換の際は、必ず新品と交換する。別車両に組み付いていた製品を搭載すると、ミリメータウェーブレーダセンサASSYの内部記憶情報と車両からの情報が不一致になり、ダイアグノシスコードを出力するおそれがある。
- ・ミリメータウェーブレーダセンサASSYを脱着した場合、必ずミリメータウェーブレーダセンサASSYの光軸調整を行う。

\*詳しくは次章4のミリメーターウェーブレーダセンサ光軸調整参照

※ミリメータウェーブレーダセンサの汚れ検知機能について。

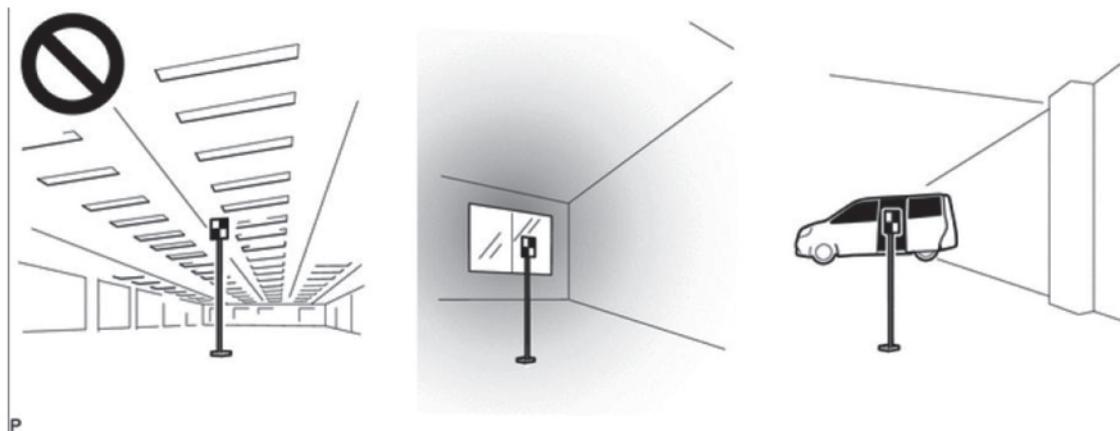
- ・ミリメータウェーブレーダーセンサは前方の汚れ検知機能を備えているが、状況によってはセンサ前面またはミリメータウェーブレーダセンサ用グリルカバーの前後面が汚れていても、汚れを検知出来ない場合がある。
- ・金属や金属コーティングのビニール袋が密着した状況では汚れが検知出来ないおそれがある。
- ・氷、つららなどが付着した状況では、汚れが検知出来ない場合がある。

## 11 レコグニションカメラ/ターゲット位置記憶及び光軸学習

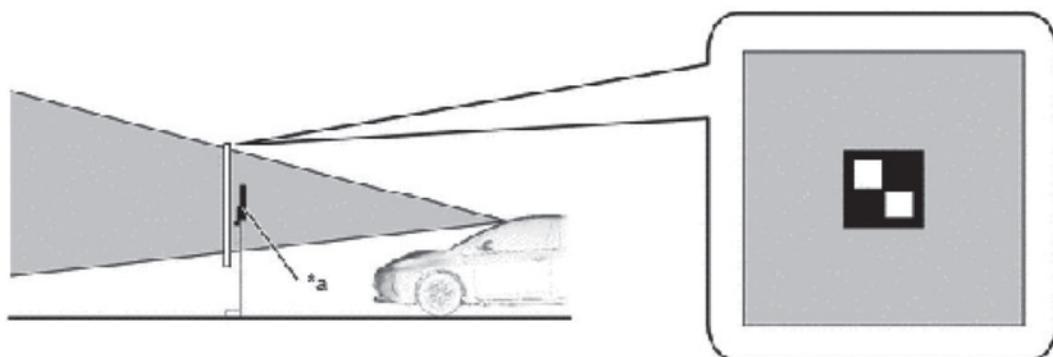
フロントガラス交換や脱着した場合と、新品のフォワードレコグニションカメラに交換した、場合にフォワードレコグニションカメラに車両方向と水平を覚えさせ、各運転支援システムを正しく作動させることが必要になる。

### ■フォワードレコグニションカメラの特性(ターゲット設置時の注意)

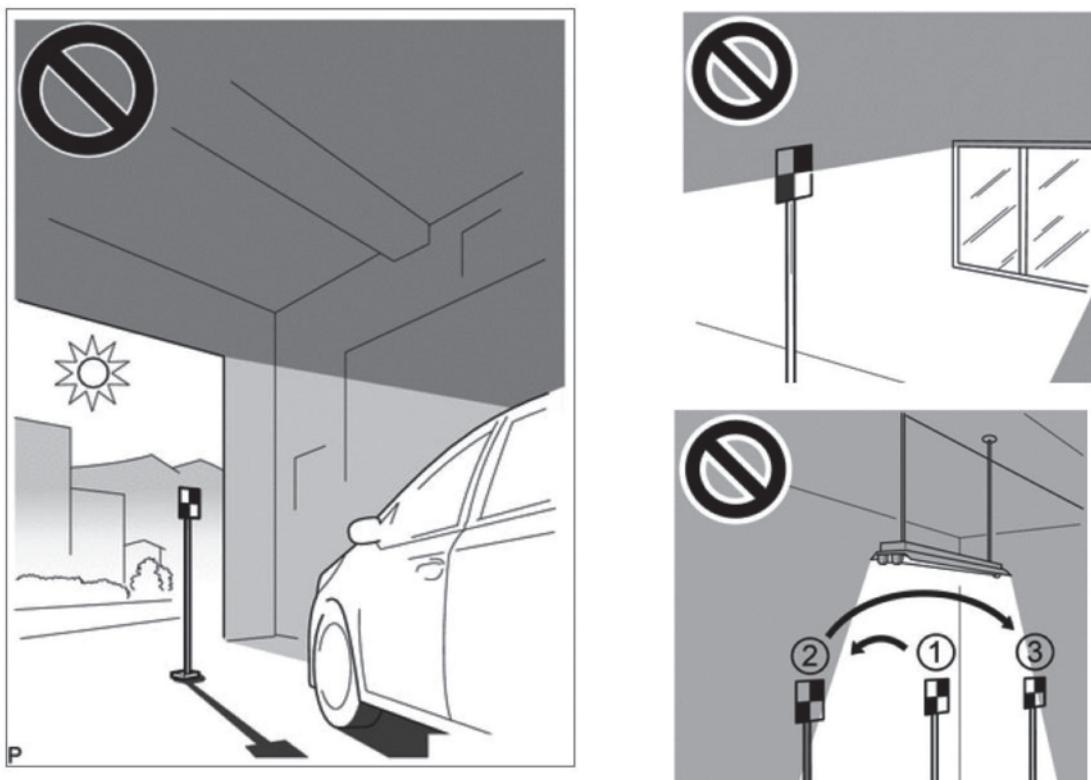
- ①光軸調整時、フォワードレコグニションカメラが取り込んだ映像を画像処理する中で色の濃淡の差が大きい部分をターゲットと認識するため、ターゲット広報に蛍光灯の配列や、窓や光の反射物、車両(白いボディと黒い窓または車室内の影)などがある場合、濃淡の差が大きい部分と認識し、ターゲット以外をターゲットと誤認識する可能性がある。



- ②フォワードレコグニションカメラがターゲットを検索する範囲の背景を隠すことで、ターゲット後方にあるコントラストの差が大きい物(蛍光灯、窓、光の反射物、車両の白いボディと黒い窓または車室内の影など)が隠れ、ターゲットを認識しやすくなる。



③逆行状態や、窓から入る光が部分的にターゲット表面にあたっている場合。ターゲット表面に光のムラがあると、カメラ画像上でターゲット白黒部分のコントラストの差が小さくなり、ターゲットを認識しない場合がある。



④ターゲットが暗い場合や、ターゲットの影が壁に映っている場合、ターゲットを認識しない場合がある。



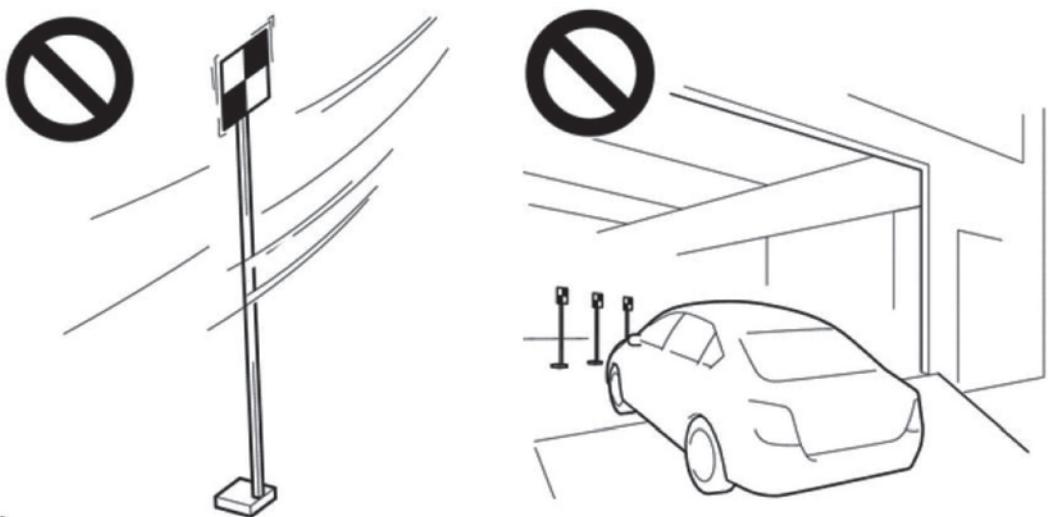
⑤ターゲットの表面上にセロテープやラミネート等の光沢物がある場合、その部分に光が反射するカメラは反射物を画像処理により白色と認識するため、ターゲットを認識しない場合がある。



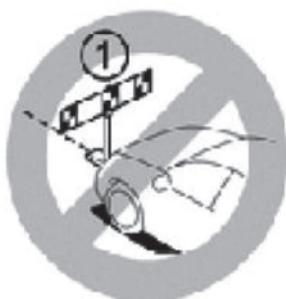
⑥ターゲットの境界部分に、にじみやゆがみがある場合、ターゲットを認識しない場合がある。



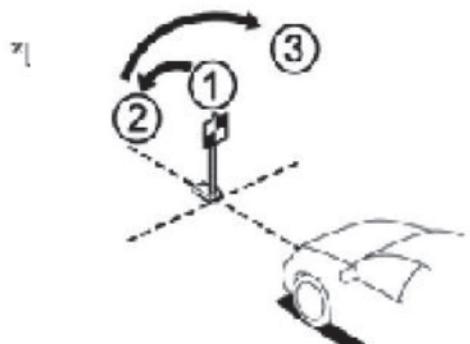
⑦風や人の動きなどでターゲットが揺れていたり、車両とターゲット設置個所に段差がある場合。



⑧フォワードレコグニションカメラの光軸学習は、“順次認識”で行う。



一括認識  
ターゲットの認識回数 1回

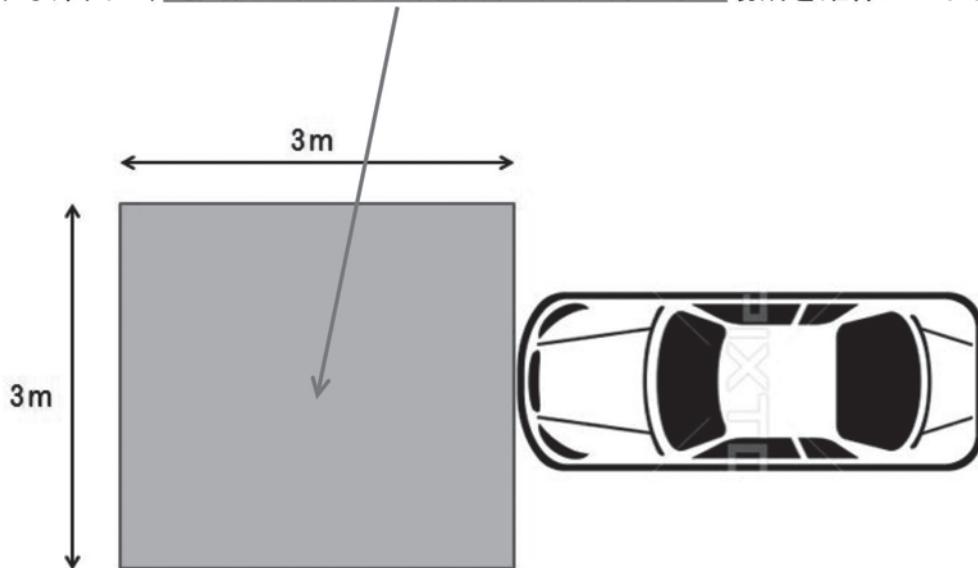


順次認識  
3回

## 12 レコグニションカメラ/ターゲット位置記憶及び光軸学習作業

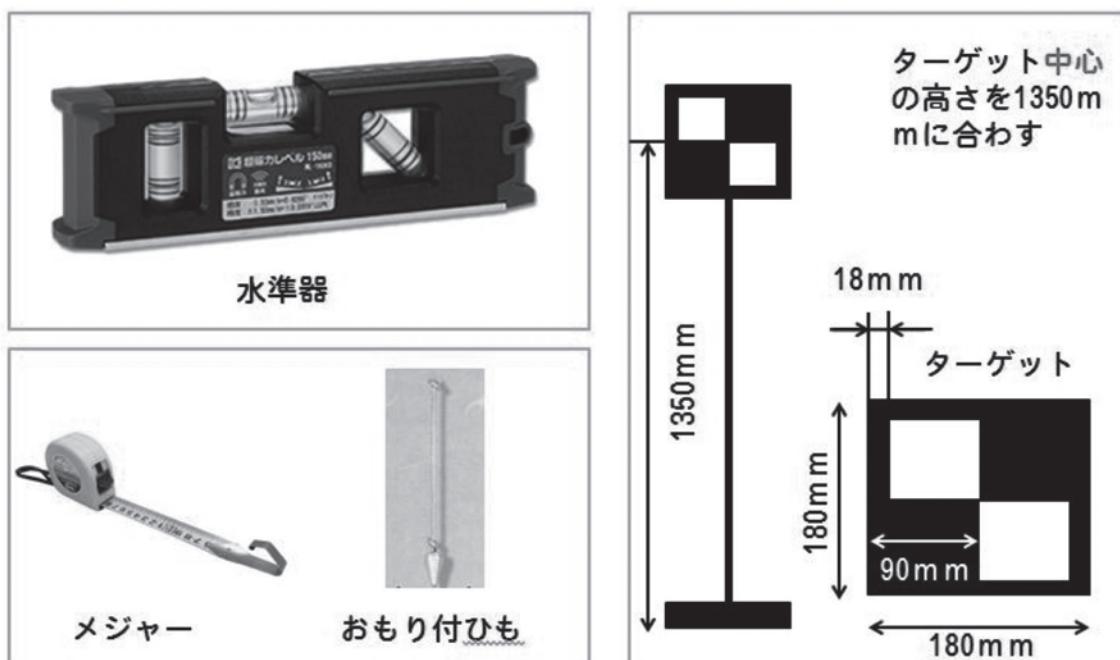
### ①事前準備1

水平な床面で、周囲および床面に反射物や光沢物がない場所を確保して下さい。(下図参照)



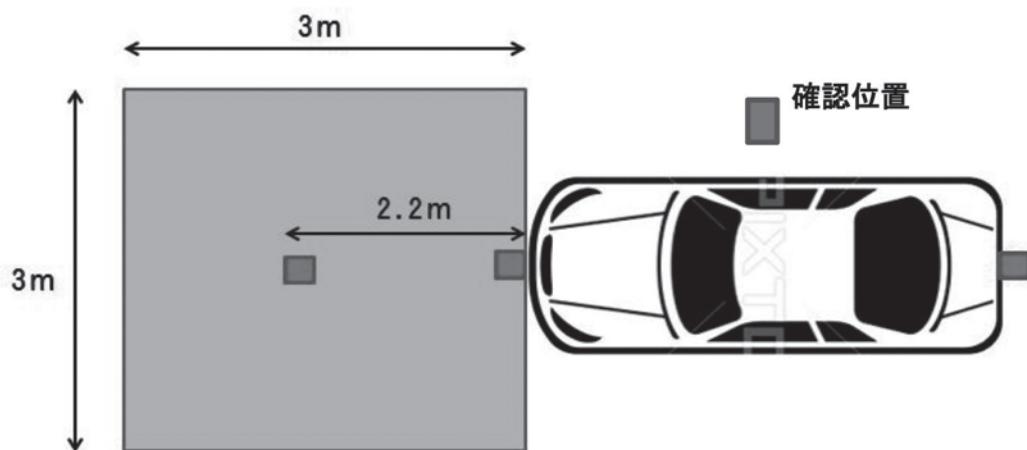
### ②事前準備2

使用機器を確認してください。(下図参照)



### ③事前準備3

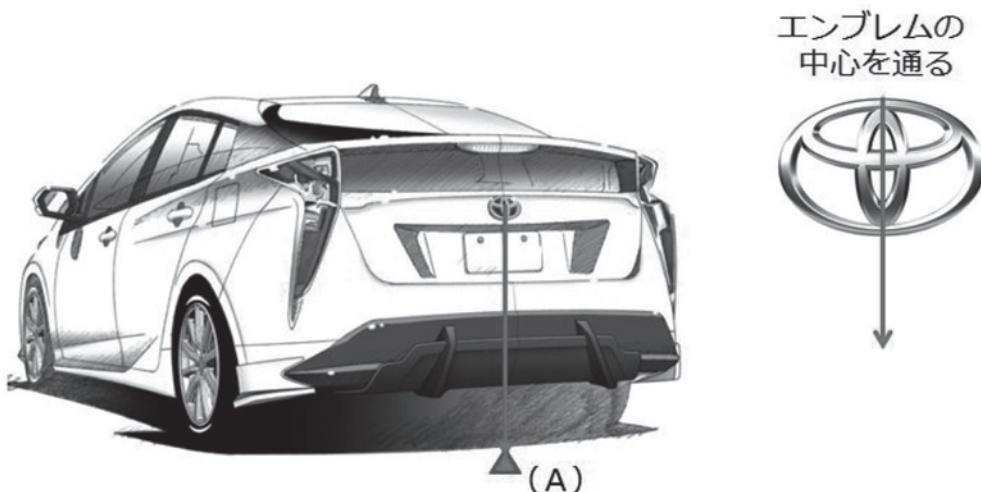
事前準備1にて測定した床面を水準器にて水平を確認してください。(下図参照)



### ④事前準備4

事前準備3にて水平を確認した床面にマーキングを実施してください。(下図参照)

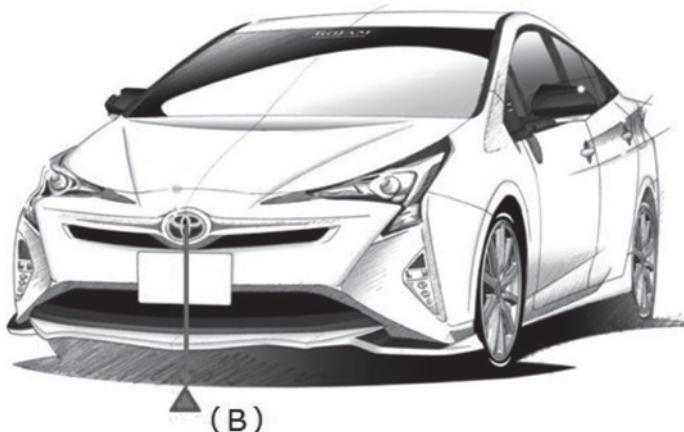
(後方)



▲ マーキング位置(A)

(前方)

エンブレムの  
中心を通る

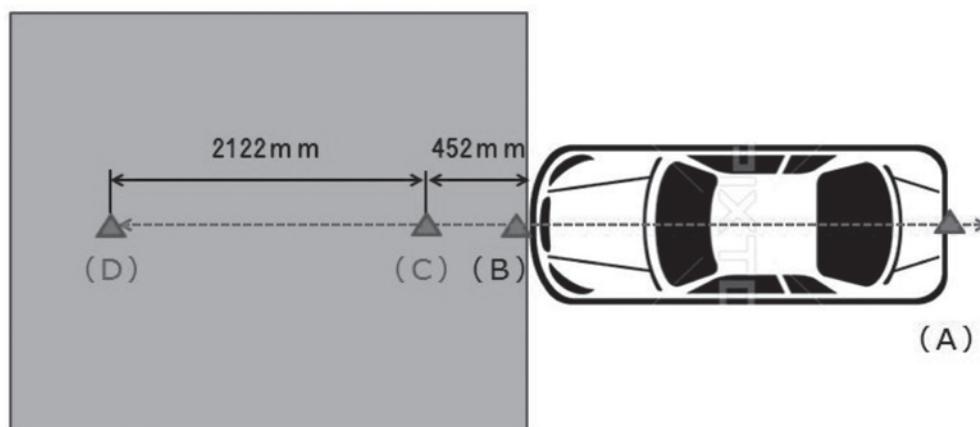


▲マーキング位置(B)

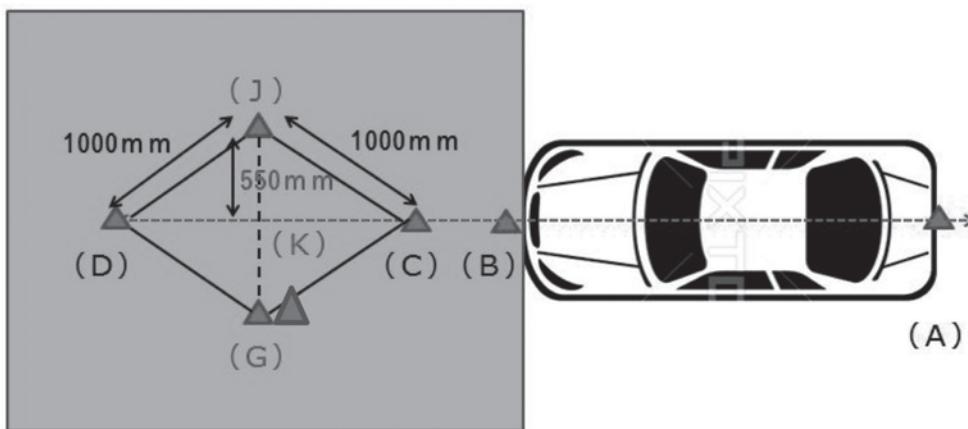
## ⑤事前準備5

事前準備4にてマーキングした床面に基準線を引き、下図のように基準点を順番にマーキングして下さい。

- (A)点から(B)点通り、前方に2.2m以上線を引いて下さい。
- (C)点、(D)点を上記の線上にマーキングして下さい。



(C)点、(D)点から、1000mmの位置で交差する(G)点、(J)点をマーキングして下さい。  
(G)点、(J)点を結んで交差した(K)点をマーキングして下さい。



(注意事項)

各点の距離の許容範囲は±3mmとし、許容範囲外の数値の場合は再度、A点からマーキングし直す。

## ⑥事前準備後の最終確認事項

- ・すべてのドアを閉めて下さい。
- ・車両には乗車せずに作業を実施して下さい。
- ・車両には作業中寄りかからないで下さい。
- ・作業中は調整エリアに立ち入らないで下さい。
- ・作業中は故障診断機の電源を切らないで下さい。

## ⑦調整作業1(レコグニションカメラ/ターゲット位置記憶)

故障診断機を車両に接続してください。(下図参照)

\*今回使用する故障診断機は、バンザイ製MST-3000、もしくはツールプラネットTPM-R

故障診断機を接続後、イグニッションスイッチをONしてください。



(ブレーキを踏まずにプッシュスタートスイッチを2回ON)

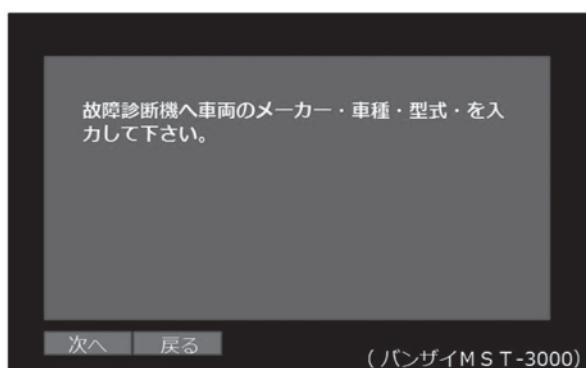
## ⑧調整作業1-2

故障診断機へ車両のデータを入力してください。(下図参照)

\*今回使用するトヨタプリウスPHVのデータは下記を参照

(参考)

車種 : プリウスPHV  
グレード : A(レーザーパッケージ)  
車両型式 : DLA-ZVW52-AHXGB(L)  
エンジン型式 : 2ZR-FXE  
年式 : 2017年~



故障診断機へ車両のデータを入力後作業サポートを選択してください。



## ⑨調整作業1-3

故障診断機へ作業内容のデータを入力してください。(下図参照)

作業サポート → 前方認識カメラ → レコグニションカメラ/ターゲット位置記憶を選択

故障診断機の画面に表示された条件を確認して下さい。



## ⑩調整作業1-4

故障診断機へ各種数値データを入力してください。(下図参照)

・カメラの高さ : 1288mm	・カメラと前輪間距離 : 735mm
・カメラの横位置 : 7mm	・ピッチオフセット角 : 0°
・カメラのヨー角 : 0°	・カメラとレーダー間 : 1625mm
・カメラのピッチ角 : -2.42°	
・ターゲット高さ : 1350mm	
・ターゲットまでの距離 : 3000mm	
・ターゲット間距離 : 550mm	
・ターゲットサイズ : 180mm	
・車両の車幅 : 1761mm	

次へ 中止 (パンザイMST-3000) 次へ 中止 (パンザイMST-3000)

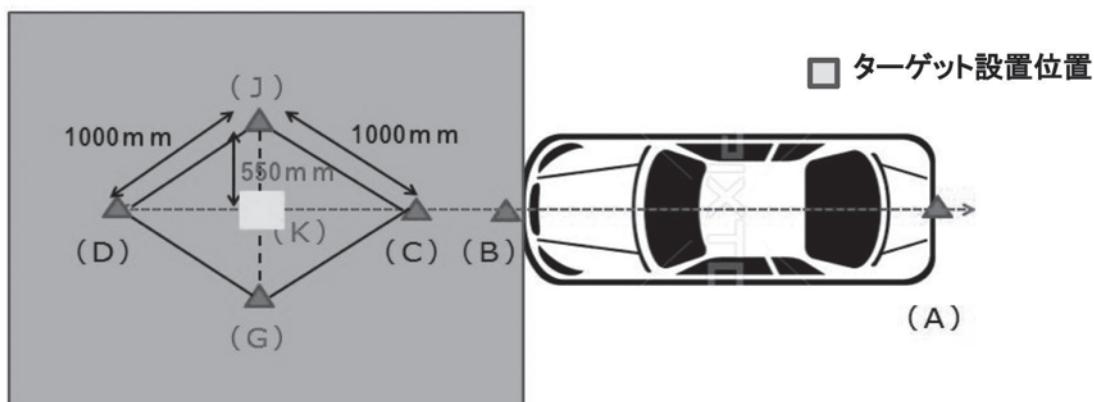
(入力内容)

- ・カメラの高さ : 1288mm
- ・カメラの横位置 : 7mm
- ・カメラのヨー角 : 0°
- ・カメラのピッチ角 : -2.42°
- ・ターゲット高さ : 1350mm
- ・ターゲットまでの距離 : 3000mm
- ・ターゲット間距離 : 550mm
- ・ターゲットサイズ : 180mm
- ・車両の車軸 : 1761mm
- ・カメラと前輪間距離 : 735mm
- ・ピッチオフセット角 : 0°
- ・カメラとレーダー間 : 1625mm

上記各種数値データを入力することにより、レコグニションカメラ/ターゲット位置記憶が完了する。

## ⑪調整作業2(レコグニションカメラ光軸調整)

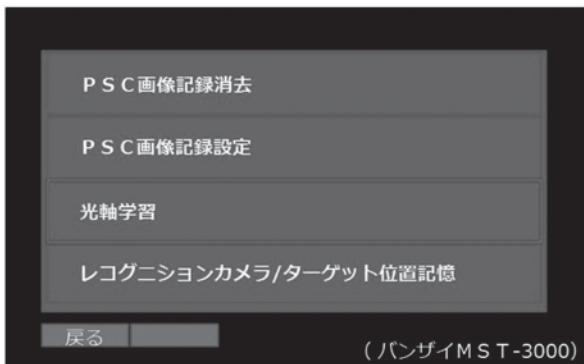
事前準備5で行った、マーキング(K)点にターゲットを設置する。



## ⑫調整作業2-1

故障診断機へ作業内容のデータを入力してください。(下図参照)

作業サポート → 前方認識カメラ → 光軸学習を選択

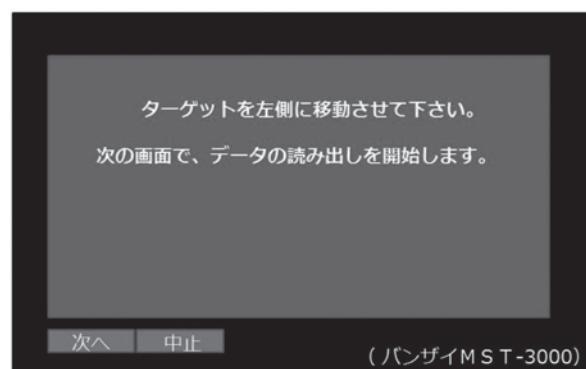


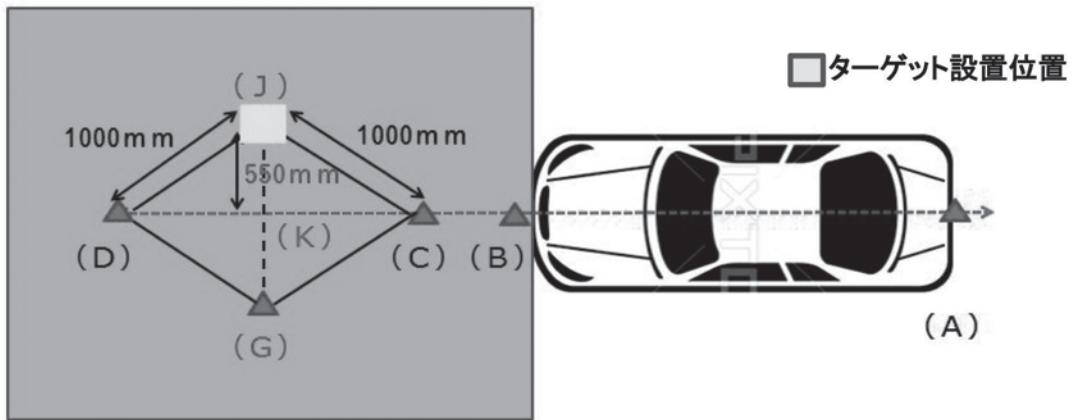
ターゲットの認識方法を選択(順次認識)

故障診断機の画面に表示された条件を確認して下さい。

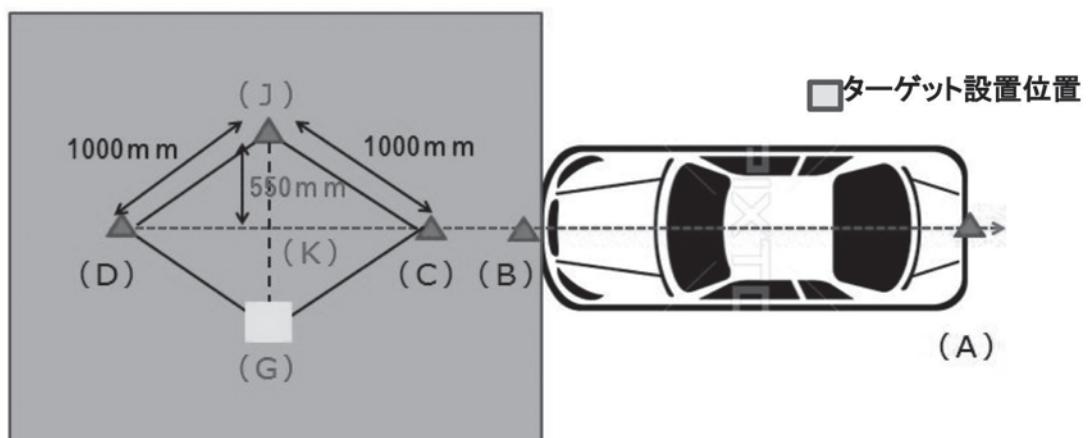
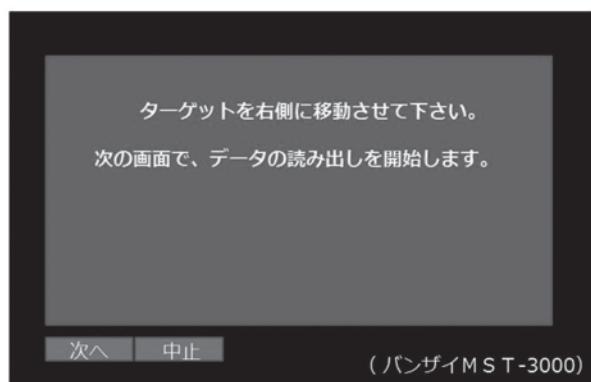


しばらくして(K)点での光軸学習が終了すると次の(J)点へターゲットを移動させる。





しばらくして(J)点での光軸学習が終了すると次の(K)点へターゲットを移動させる。



### ⑬光軸学習に失敗した場合のエラーメッセージ確認事項

\*イグニッションスイッチOFF→ONしてから再度入力し直す。

- ・ターゲット高さは適切か？
- ・ターゲット各設置ポイントは適切か？
- ・黒色部分が右上にある正しい向きにターゲットは設置されていますか？
- ・周囲の明るさは十分ですか？
- ・ターゲット周辺に反射物や光沢物はありませんか？
- ・壁にターゲットの影が映っていませんか？
- ・ウィンドシールドガラスは汚れていませんか？

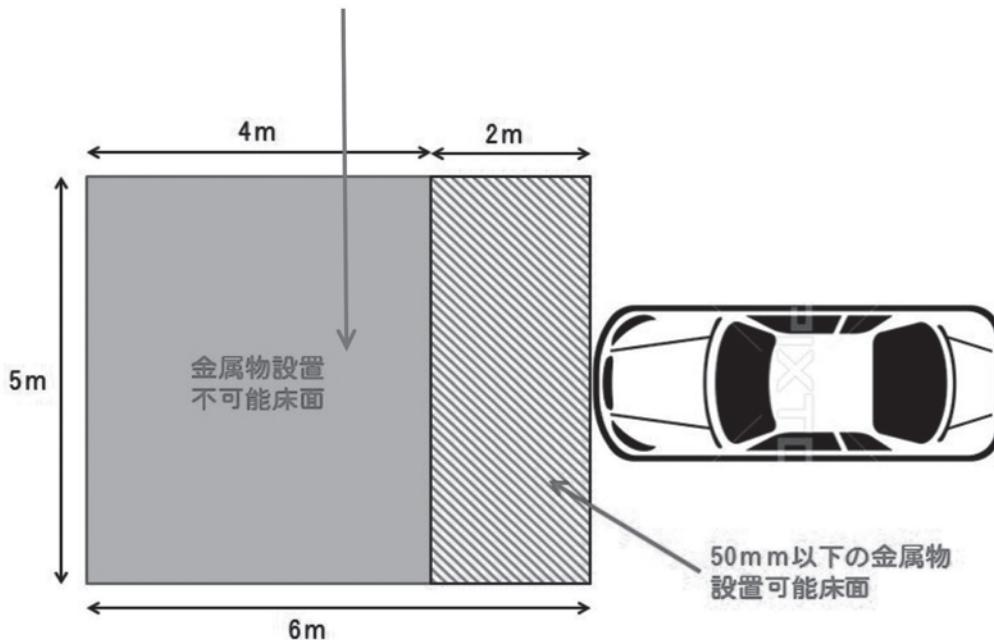
## 13 ミリメーターウェーブレーダーセンサーASSY調整

ミリメーターウェーブレーダーセンサーASSY脱着や取り替え時には、光軸調整が必要となる。

### ■ミリメーターウェーブレーダーセンサーASSY調整作業

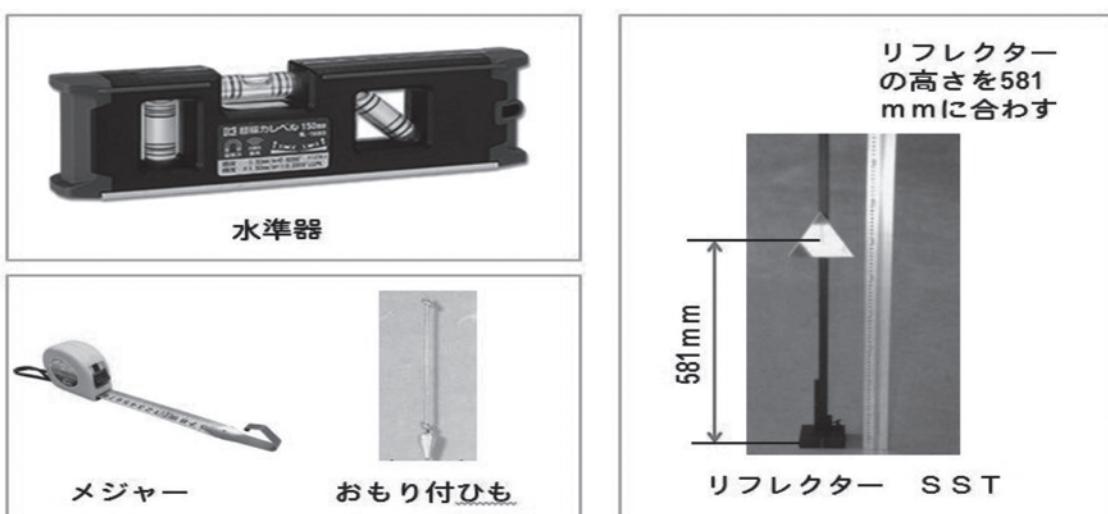
#### ①事前準備1

水平な床面で、周囲および床面に金属物がない場所を確保して下さい。(下図参照)



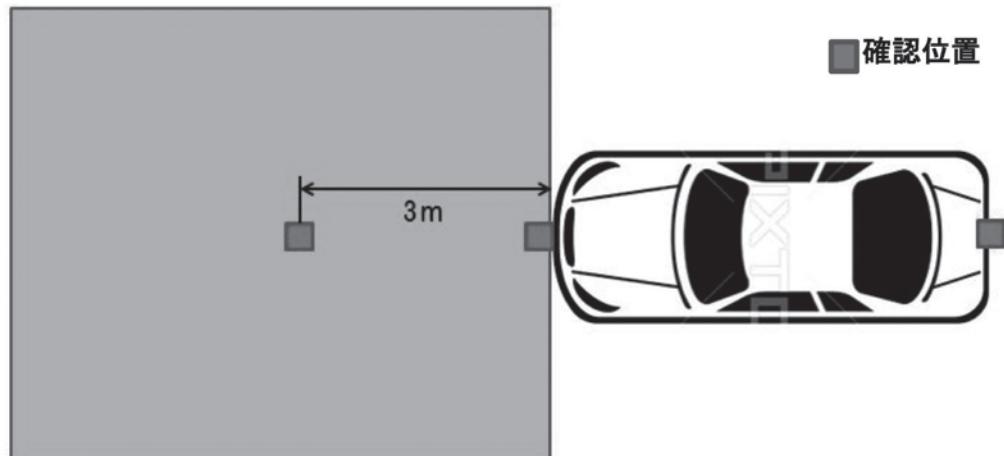
#### ②事前準備2

使用機器を確認してください。(下図参照)



### ③事前準備3

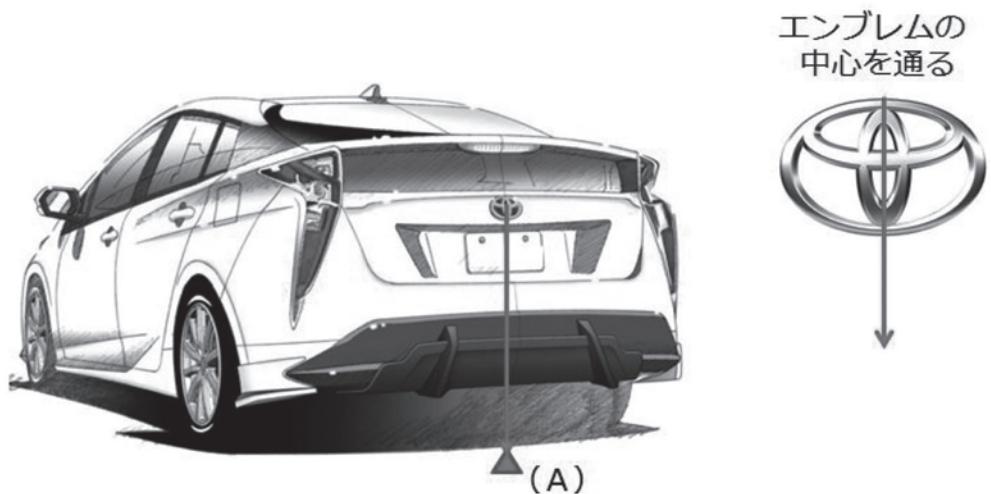
事前準備1にて測定した床面を水準器にて水平を確認してください。(下図参照)



### ④事前準備4

事前準備3にて水平を確認した床面にマーキングを実施してください。(下図参照)

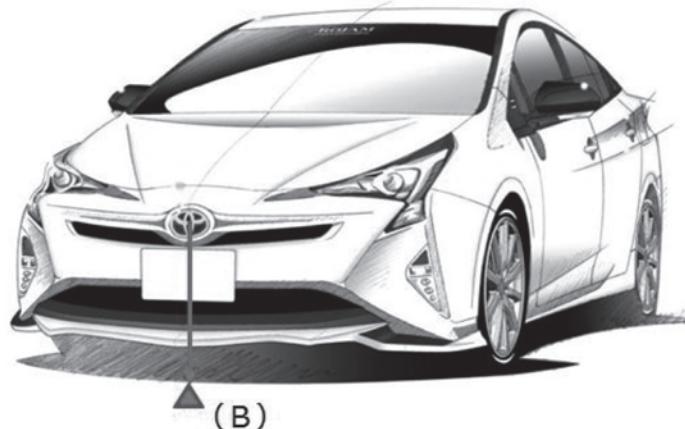
(後方)



▲マーキング位置(A)

## (前方)

エンブレムの  
中心を通る



▲マーキング位置(B)

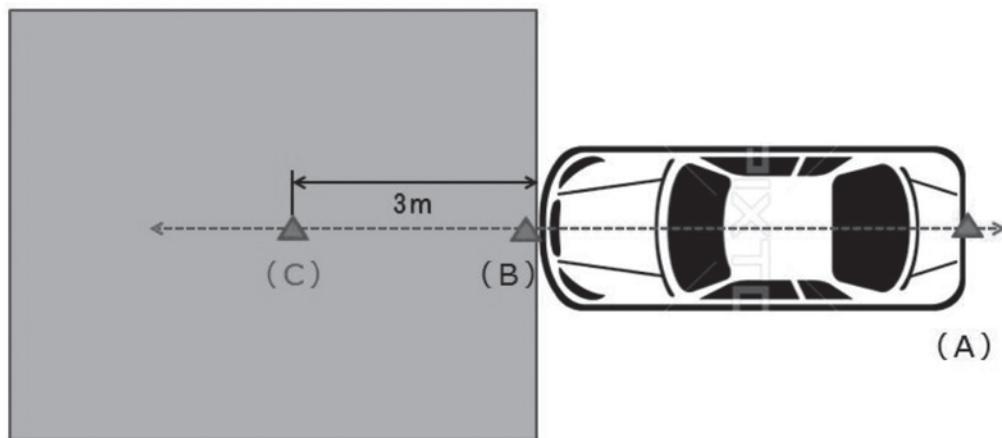
## ⑤事前準備5

事前準備4にてマーキングした床面に基準線を引き、下図のように基準点を順番にマーキングして下さい。

(A)点から(B)点通り、前方に3.0m以上線を引いて下さい。

(C)点を上記の線上にマーキングして下さい。

(C)点上にリフレクターを設置して下さい。



## ⑥事前準備後の最終確認事項

- ・すべてのドアを閉めて下さい。
- ・車両には乗車せずに作業を実施して下さい。
- ・車両には作業中寄りかからないで下さい。
- ・作業中は調整エリアに立ち入らないで下さい。
- ・作業中は故障診断機の電源を切らないで下さい。

## ⑦調整作業1(ミリメーターウェーブレーダーセンサーASSY調整)

故障診断機を車両に接続してください。(下図参照)

\*今回使用する故障診断機は、バンザイ製MST-3000、もしくはツールプラネットTPM-R)

故障診断機を接続後、イグニッションスイッチをONしてください。



(ブレーキを踏まずにプッシュスタートスイッチを2回ON)

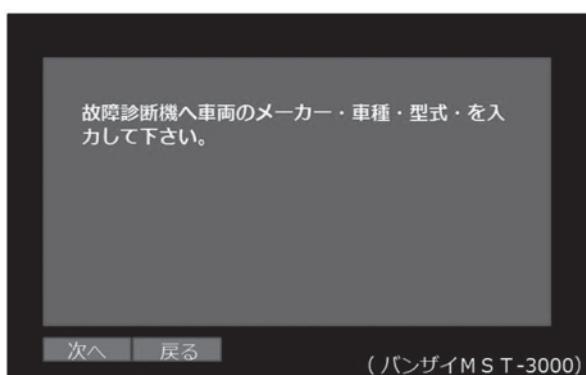
## ⑧調整作業1-2

故障診断機へ車両のデータを入力してください。(下図参照)

\*今回使用するトヨタプリウスPHVのデータは下記を参照

(参考)

車種 : プリウスPHV  
グレード : A(レーザーパッケージ)  
車両型式 : DLA-ZVW52-AHXGB(L)  
エンジン型式 : 2ZR-FXE



故障診断機へ車両のデータを入力後作業サポートを選択してください。



## ⑨調整作業1-3

故障診断機へ作業内容のデータを入力してください。(下図参照)

作業サポート → プリクラッシュ2 → 前方レーダー光軸調整を選択

The first screenshot shows the 'PriCrash2 → Front Radar Axis Adjustment' selection screen. The second screenshot shows the 'Control Mode Transition' screen with three options: 'Front Radar Axis Adjustment', 'Front Radar Axis Offset Confirmation', and 'Front Radar Axis Alignment Confirmation'. The 'Front Radar Axis Adjustment' option is highlighted. Both screenshots include '次へ' (Next), '戻る' (Back), and '(パンザイ M S T-3000)' buttons.

故障診断機の画面に表示された条件を確認して下さい。

The first screenshot displays a list of conditions to be confirmed: 'The function adjusts the front radar's axis offset.', 'Please confirm the following conditions.', and a list: 'Working area is level', 'No metal objects around the vehicle', 'Tire air pressure is at specification', 'Driver seat is at zero', 'Parking status', and 'IG ON (Engine OFF/READY OFF)'. The second screenshot provides instructions: 'Check if a taget is set according to the repair manual.', 'The next screen will start the axis adjustment.', 'Note: During adjustment, radar transmitters emit signals. Operators must stay 20cm away from the transmitters.' Both screenshots include '次へ' (Next), '中止' (Cancel), and '(パンザイ M S T-3000)' buttons.

## ⑩調整作業1-4

故障診断機へ作業内容のデータを入力してください。(下図参照)

作業サポート → プリクラッシュ2 → 前方レーダー光軸ずれ量確認を選択

光軸ずれ量を修理書等で確認する。



(参考データ)

光軸ずれ量 : 左右(水平)  $-0.5^{\circ}$  ~  $0.5^{\circ}$

光軸ずれ量 : 上下(垂直)  $-0.5^{\circ}$  ~  $0.5^{\circ}$

## ⑪調整作業1-5

故障診断機へ作業内容のデータを入力してください。(下図参照)

作業サポート → プリクラッシュ2 → 前方レーダー光軸補正量確認を選択

光軸補正量を修理書等で確認する。



(参考データ)

光軸補正量 : 左右(水平)、上下(垂直)とも  $0^{\circ}$

## 14 ミリメーターウェーブレーダーセンサーASSY調整作業時のエラー表示

(参考資料)

エラーコード No	エラー項目	要因	点検個所
1	ターゲットなし異常	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リフレクターが正しく設置されていない</li> <li>・ミリメーターウェーブレーダーセンサーASSYまたはラジエータグリルエンブレムASSY前後面の汚れ、水滴、雪の付着</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リフレクターの設置位置確認</li> <li>・ラジエータグリルエンブレムASSY及びミリメーターウェーブレーダーセンサー ASSYを清掃する</li> <li>・フロントバンパーASSY及びラジエータグリルサブASSYたてつけ確認</li> </ul>
2	ターゲット距離異常	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リフレクターが正しく設置されていない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リフレクターの設置位置確認</li> </ul>
3	ターゲットが複数	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リフレクターの周囲に別の反射物が存在する</li> <li>・作業者が横切る</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・周囲の反射物を撤去</li> <li>・光軸調整中は調整エリアへの侵入禁止</li> </ul>
4	ターゲットが移動	<ul style="list-style-type: none"> <li>・光軸調整中にリフレクターが移動する</li> <li>・光軸調整中にリフレクターが揺れている</li> <li>・作業者が横切る</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リフレクターの設置位置確認</li> <li>・風などで揺れない状態で調整実施</li> <li>・光軸調整中は調整エリアへの侵入禁止</li> </ul>
5	モーター不具合	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ミリメーターウェーブレーダーセンサーASSYの異常(モーター)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・イグニッションOFF/ON後に再度、光軸調整</li> <li>・ダイアグコードの確認</li> </ul>
6	角度異常	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リフレクターが正しく設置されていない</li> <li>・ミリメーターウェーブレーダーセンサーASSYの光軸自動補正範囲外</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リフレクターの設置位置確認</li> <li>・ミリメーターウェーブレーダーセンサーASSY取り付け状態確認</li> <li>・フロントバンパーASSY及びラジエータグリルサブASSYたてつけ確認</li> </ul>
7	レーダー異常	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ミリメーターウェーブレーダーセンサーASSYの異常</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ダイアグコードの確認</li> </ul>

8	レーダー汚れ	・ミリメーターウェーブレーダーセンサーASSYまたはラジエータグリルエンブレムASSY前後面の汚れ、水滴、雪の付着	・ラジエータグリルエンブレムASSY及びミリメーターウェーブレーダーセンサーASSYを清掃する
9	温度異常	・ミリメーターウェーブレーダーセンサーASSY周囲温度が作動範囲外	作動可能温度となるまで待機(-30~50°C)
10	電圧異常	・IG電圧がミリメーターウェーブレーダーセンサーASSY周囲温度が作動範囲外	・バッテリ電圧を確認
11	通信異常	・DSS通信異常(DSSからミリ波のCAN通信が異常)	・コネクタのかん合確認
12	軸ずれ(上向き)	・ミリメーターウェーブレーダーセンサーASSYの光軸、自動補正範囲外(上向き)	・フロントバンパーASSY及びラジエータグリルサブASSYたてつけ確認 ・手動軸切り替えを実施
13	軸ずれ(下向き)	・ミリメーターウェーブレーダーセンサーASSYの光軸、自動補正範囲外(下向き)	・フロントバンパーASSY及びラジエータグリルサブASSYたてつけ確認 ・手動軸切り替えを実施
14	車速異常	・車速を検知している	・車両を停止させる
15	その他	・モード移行エラー ・ヨーレートセンサー異常 ・車両が揺れている	・再度、光軸調整を実施 ・ダイアグノーシスコードを確認 ・車両を停止させる

エラーが出た場合、再度状況を確認し、光軸調整を実施する。

## 参考資料

トヨタ自動車株式会社 発行 サービスマニュアル(電子マニュアル)  
トヨタ自動車 HP

日産自動車株式会社 発行 サービス技術マニュアル(電子マニュアル)  
日産自動車 HP

本報告書は、文部科学省の生涯学習振興事業委託費による委託事業として、《学校法人誠和学院 専門学校日本工科大学校》が実施した 平成30年度「専修学校による地域産業中核的人材養成事業」の成果をとりまとめたものです。

平成30年度 文部科学省委託事業「専修学校による地域産業中核の人材養成事業」  
～Society5.0等対応カリキュラムの開発・実証～

---

Society5.0社会を支えるエンジニア育成事業 ITS・自動運転概論テキスト素案

---

2019年 3月発行

発行所・連絡先

学校法人誠和学院 専門学校日本工科大学校  
〒672-8001 兵庫県姫路市兼田383-22  
TEL 079-246-5888 FAX 079-246-5889  
<http://www.seigaku.ac.jp/>

---

本書の内容を無断で転記、転載することを禁じます。