

「700MHz帯高度道路交通システムの高度化に関する技術的条件」 の検討開始について

1 検討の背景

700MHz帯高度道路交通システムは、路車間サービスを提供する基地局と、路車間サービス及び車車間サービスを利用する車載器で構成され、同システムの搭載車については、昨年（平成27年）10月に市販が開始されたところである。

同システムにより交通事故の抑止を促すためには、車載器のみならず路側機も含めて同システムの普及を促進するとともに、安全運転支援に係るサービスの多様化を図ることが必要とされている。また、近年、自動走行に関する研究開発等の進展に伴い、様々な道路交通情報の適時取得に対するニーズも高まりつつある。

このような状況の中、同システムを高度化し、道路交通情報の広域提供や強靱なITSインフラの構築を可能とするため、路路間通信の導入について検討を行い、既存無線局への影響等を考慮しつつ、必要な技術的条件の策定を行うものである。

2 検討内容

平成21年7月28日付諮問第2029号「ITS無線システムの技術的条件」のうち「700MHz帯高度道路交通システムの高度化に関する技術的条件」

3 検討体制

陸上無線通信委員会（主査：安藤 真 東京工業大学 理事・副学長 産学連携推進本部長）において検討を行う。

4 答申を予定する時期

平成29年2月頃

背景

- 700MHz帯高度道路交通システムは、路車間サービスを提供する基地局と、路車間サービス及び車車間サービスを利用する車載器(免許を要しない無線局)で構成され、平成23年に制度化。昨年9月に国際標準化(ITU-R勧告M.2084)。
- 同システムの搭載車は、昨年10月より市販開始。
- 自動走行に関する研究開発等の進展に伴い、様々な道路交通情報の適時取得に対するニーズが高まりつつある。
- 基地局間通信(路路間通信)の導入による路車間サービスのさらなる高度化、ITS(高度道路交通システム)インフラの強靱化に向けた、電波利用に係る環境整備について、技術的検討が必要。

主な技術的条件の改定

●路路間通信の導入

既存のサービスに有害な影響を与えない範囲内で基地局相互間を接続する路路間通信を認めることにより、

- ①緊急車両接近情報の広域提供
- ②信号情報の広域提供
- ③ITSインフラの強靱化 を実現

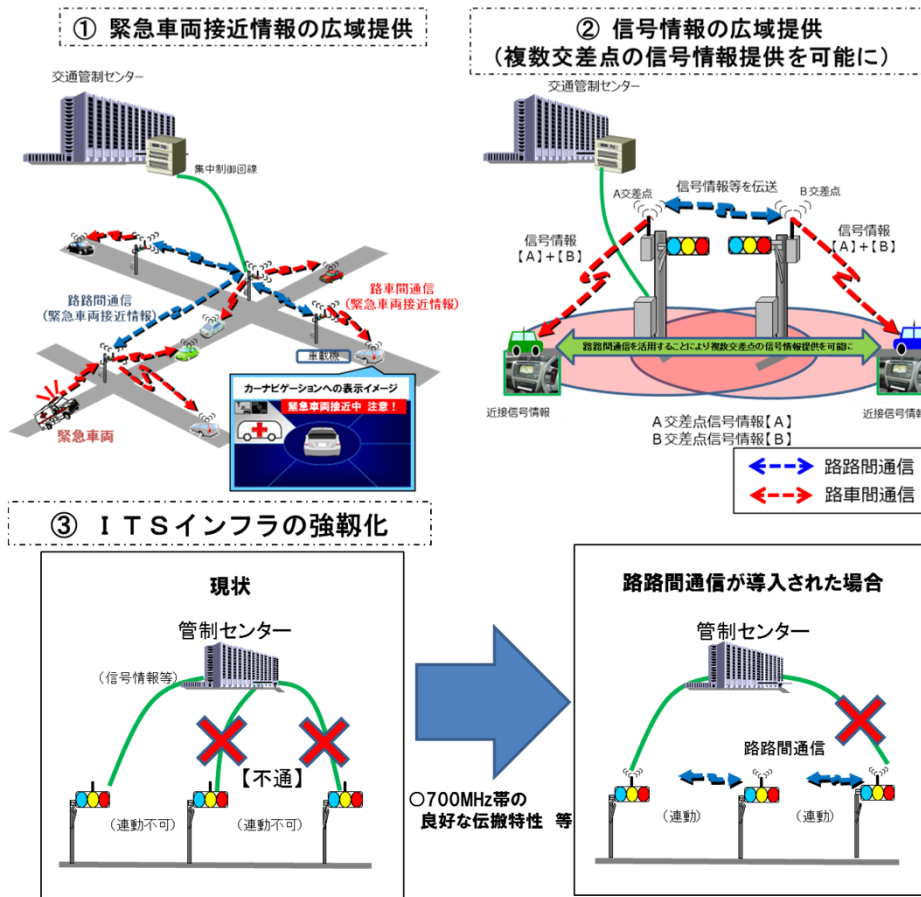
具体的検討課題等

●具体的検討事項

- 路路間通信において使用される無線システムの技術的条件
- 路車間通信サービス、車車間通信サービスとの周波数共用条件

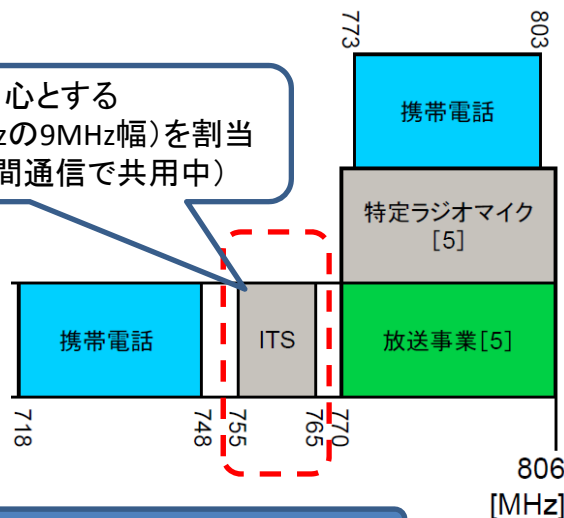
●今後の予定

- 2017年2月頃 報告書とりまとめ
- 2017年2月頃 情通審技術分科会一部答申



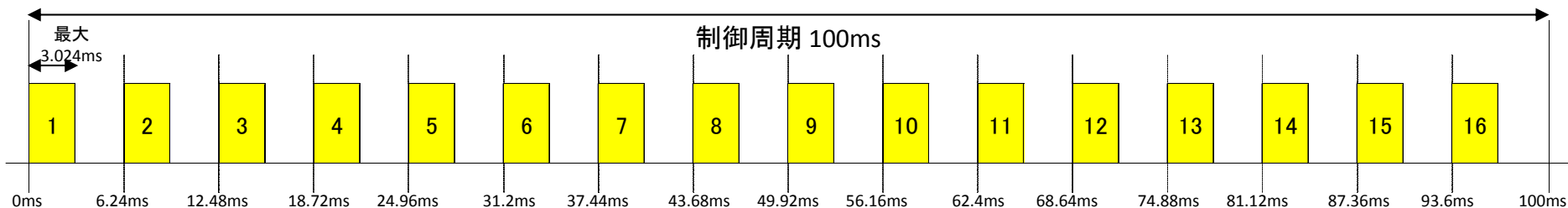
割当状況

760MHzを中心とする
1波(755.5~764.5MHzの9MHz幅)を割当
(路車間通信と車車間通信で共用中)



路車間通信で利用できる通信リソース(スロット)の一部を路路間通信でも活用したいというニーズあり

現状の共用(路車間通信と車車間通信)方法



- 100msを1つの制御周期単位として、その中で路車間通信に利用できる時間帯をスロットとして予め定義している。
 - 6.24msおきに16個のスロットを定義(1スロットあたり最大3.024ms=連続送信可能時間)。
(最大3.024ms × 16スロット = 最大48.384ms → 最大48.384%の時間を路車間通信に利用可能)
- 路車間通信で個々の基地局は、任意の100ms中最大10.5msまでしか使用できない(最大3.47スロット)。
- 車車間通信は、CSMA/CA※方式により、電波の空いているときに行うことができる。個々の車載器は任意の100ms中最大0.66msまで使用可能。(連続送信可能時間:最大0.33ms)
 - 基地局過密エリアでも、全体の50%以上の時間を車車間通信に利用可能
 - 基地局が全く無いエリアでは、全ての時間を車車間通信に利用可能

車車間メッセージサイズ:最大100Byte
路車間メッセージサイズ:最大7kByte

※CSMA/CA: Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidanceキャリアセンスによる衝突回避機能

2015年10月、トヨタ自動車が760MHzを利用した車車間通信システム及び路車間通信システムに対応した車の販売を開始。ITS専用周波数を利用した車車間、路車間通信の実用化は**世界初**。

ITS Connectとは？

ITS(高度道路交通システム)専用周波数(760MHz)を利用した車と車、車と路側インフラ設備をつなぐ無線システム。様々な情報提供等により安全で円滑な運転を支援。

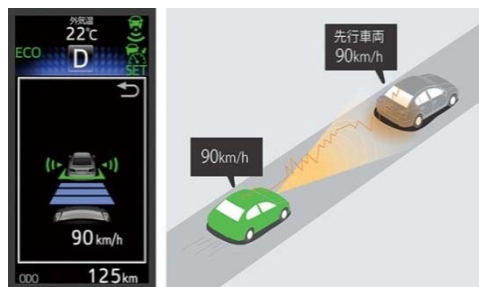
対応車では、ディスプレイ表示や音声を通じて、運転者に対する注意喚起・情報提供等を実施。

【車車間通信システム】



緊急車両存在通知

緊急走行車(本システム対応車両)が周辺にいる場合に、自車に対するおよその方向・距離、緊急車両の進行方向を表示



通信利用型レーダークルーズコントロール

先行車が本システム対応車両の場合、先行車両の加減速情報を用い、車間距離や速度の変動を抑え、スムーズな追従走行を実現

【路車間通信システム】



赤信号注意喚起

赤信号(本システム対応信号)の交差点に近づいてもアクセルペダルを踏み続けるなど、ドライバーが赤信号を見落としている可能性がある場合に、注意喚起



信号待ち発進準備案内

赤信号(本システム対応信号)で停車したとき、赤信号の待ち時間の目安を表示



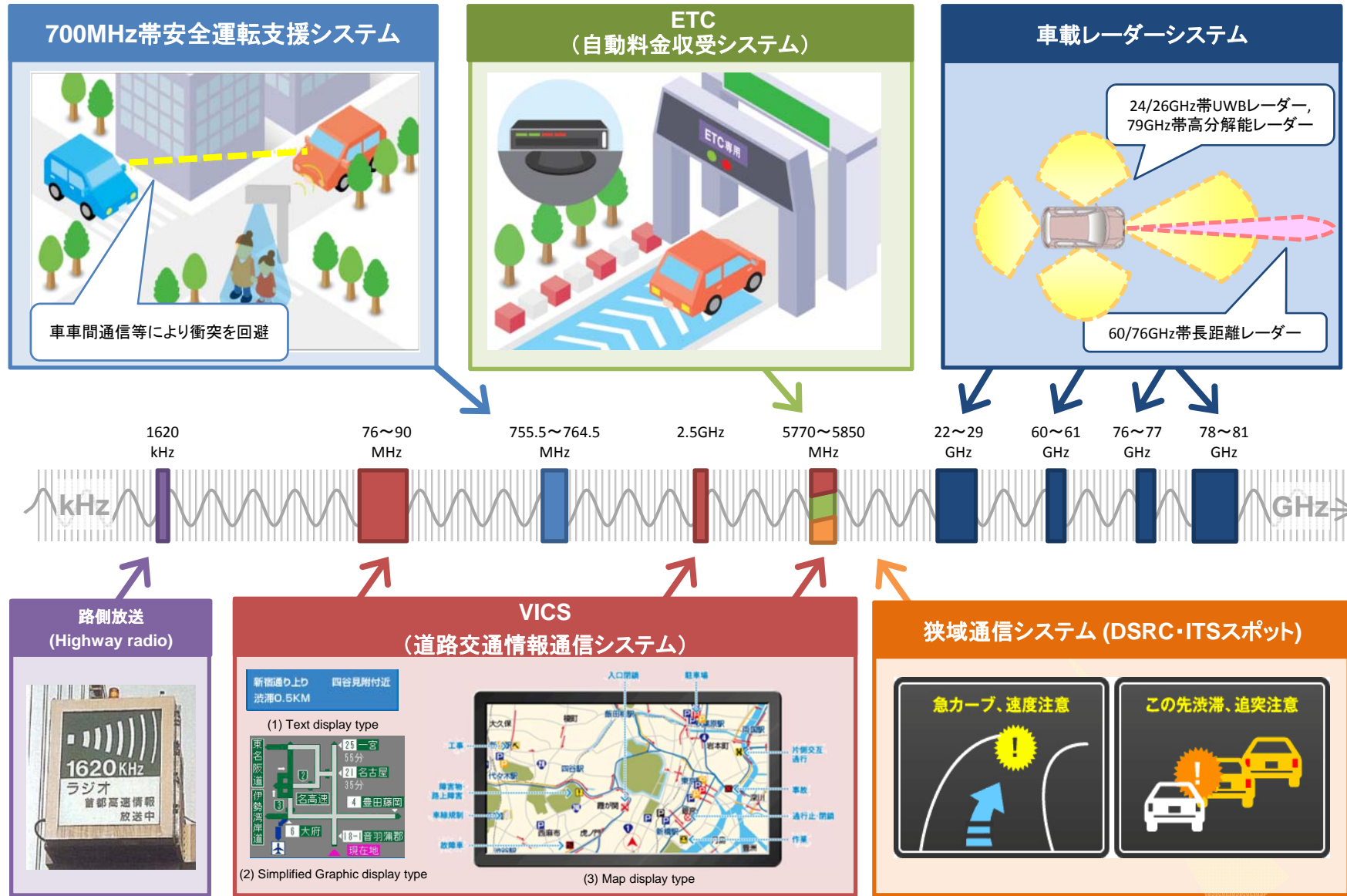
右折時注意喚起

交差点(本システム対応信号)で右折待ち停車時に、対向車線の直進車や、右折先に歩行者がいるにもかかわらず、ドライバーが発進しようとするなど、見落としの可能性のある場合に、注意喚起

(交差点に設置された車両検知機等の情報を取得して実現)

參考資料

ITSにおいて利用している周波数



道路交通情報

OVICS (1996年～)

FM多重放送、電波ビーコン、光ビーコンで情報配信。
(約5000万台:2016年3月末)

プローブ情報

○携帯電話ネットワーク等

自動車メーカー等では、収集したプローブ情報(各車両の位置・速度情報等)を基に自社の顧客向けの**道路交通情報の提供サービス**等を実施。

前方車両等の自動検知

○車載レーダー(電波、超音波、赤外線)・カメラ

車両等を検知し、ドライバーへの注意喚起、車間距離の維持、緊急時のブレーキなど運転支援。

狭域通信システム

○ETC (2001年～)

有料道路等での自動料金収受システム。(約7600万台:2016年8月末
※ETC2.0、再セットアップ含む。)

○ITSスポット (2011年～)

高速道路上の事故多発地点の手前での**注意喚起**など、**運転支援情報**を提供。

安全運転支援システム

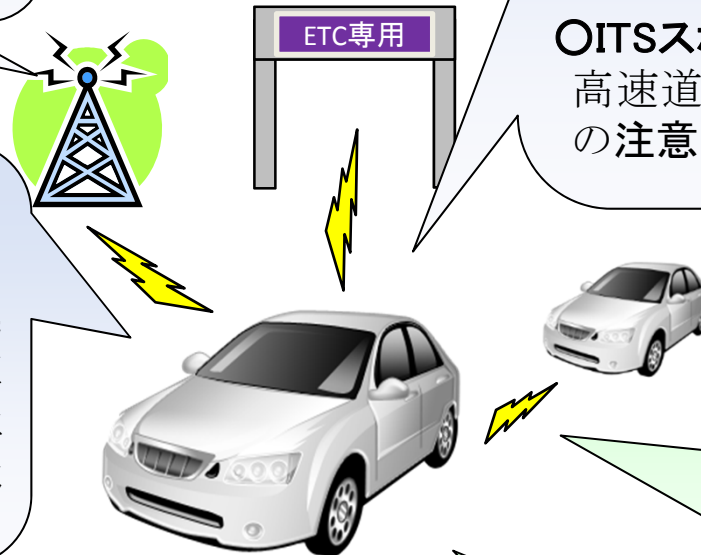
○車車間・歩車間通信等

位置・速度情報等をやりとりし、**出会い頭の衝突**等を回避。

左右・後方の障害物の自動検知

○車載レーダー(電波、超音波)・カメラ

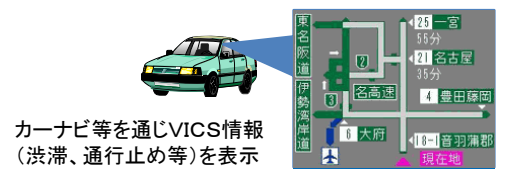
障害物の検知、ドライバーへの注意喚起等。



次世代ITS(高度道路交通システム)の実現イメージ

既に全国普及が進展
渋滞対策等に効果

渋滞情報の提供や料金決済など
個々のサービス提供



VICS



ITSスポット

近年、各自動車メーカー
が競って導入を推進

カメラやレーダーによる車載センサを
活用した高度な運転支援(自律型)



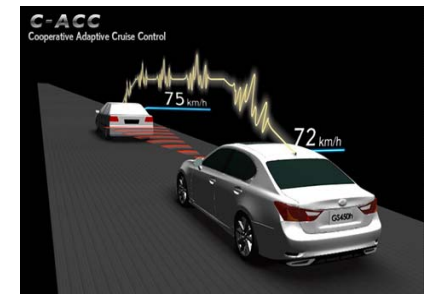
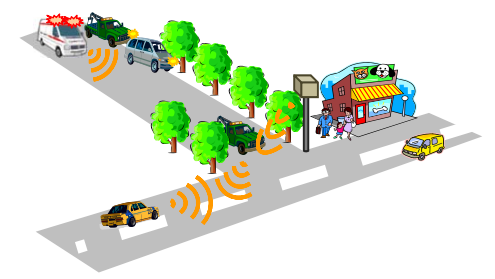
衝突被害軽減ブレーキ



車線逸脱防止システム

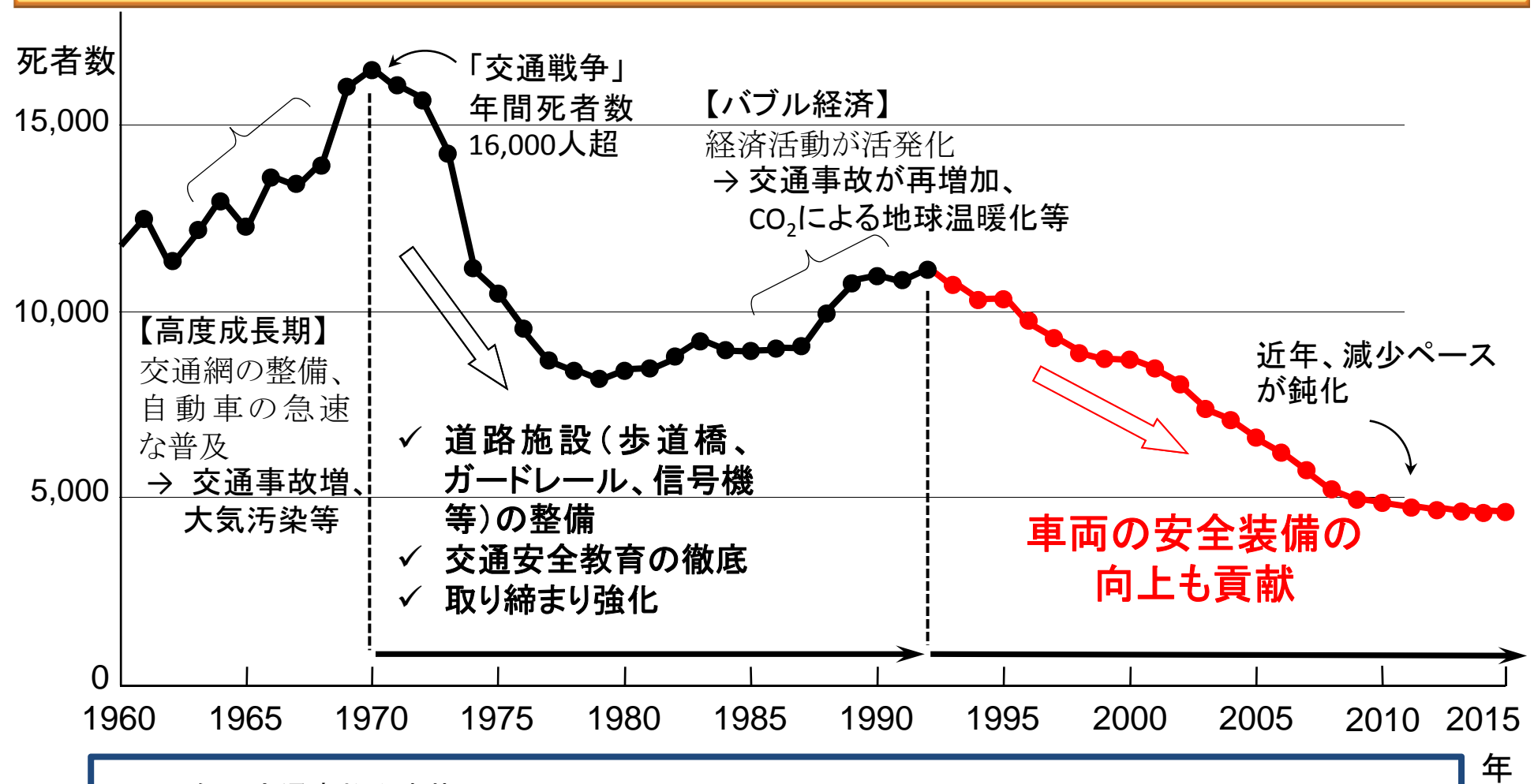
2020年までに世界一安全な
道路交通社会を実現

車車間通信、高分解能レーダー等を
複合的に組み合わせることによる
非常に高度な運転支援や自動走行
(自律型+協調型)



自動走行システム

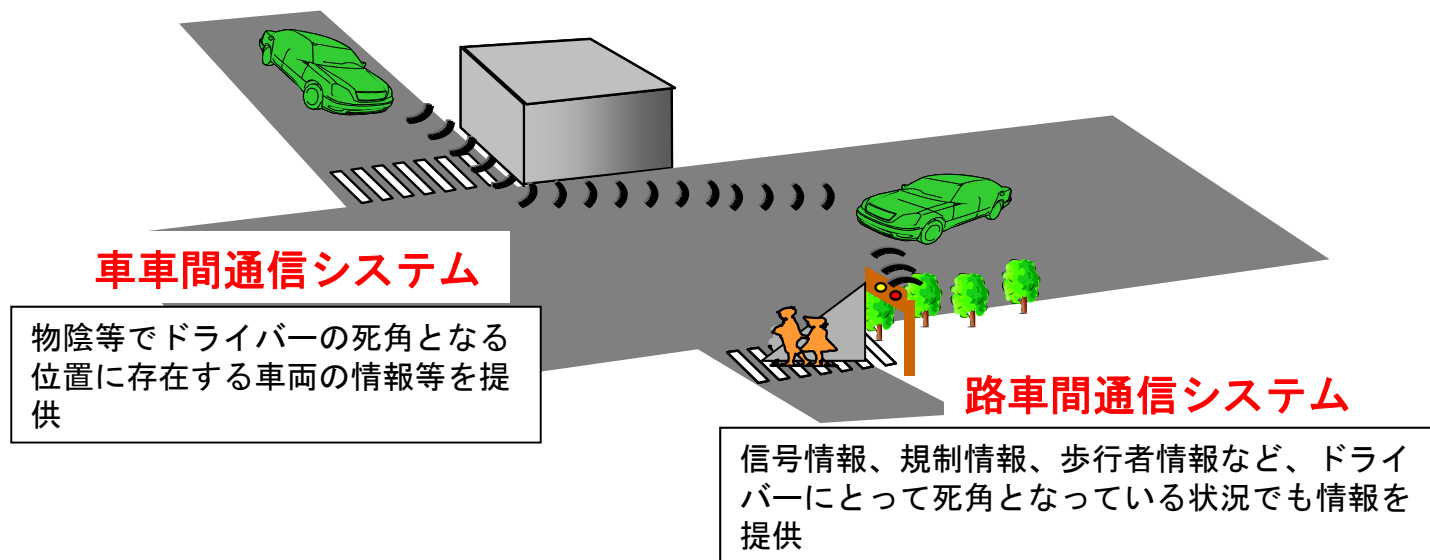
交通事故死者数の推移と対策



<2015年の交通事故発生状況>

- 交通事故の発生件数 53万6,899件
- 交通事故による死者数 4,117人 …漫然運転、脇見運転、安全不確認が大きな事故要因
⇒ 近年減少傾向にはあるが、依然として厳しい状況。ITSによる安全確保が喫緊の課題。
- **出会い頭や右折時の衝突事故：車両相互の死亡事故の約5割、重傷事故の約6割
⇒ 見通しの悪い交差点等の事故防止の取組が重要。また歩行者(特に高齢者)に関する対策も急務。**

◆ 車車間・路車間通信のイメージ



	システム概要	システムの特徴
車車間通信	車載器（陸上移動局）どうしが直接通信を行い、周囲の車の情報（位置、速度等）を入手し、必要に応じて安全運転支援を行う。	インフラ整備に係わらず不特定の場所で利用可能。
路車間通信	路側機（基地局）と車載器の通信により、インフラからの情報（信号情報、規制情報、歩行者情報等）を入手し、必要に応じて安全運転支援を行う。	路側機設置箇所確実に情報提供が可能であり、事故多発地点での効果が期待される。

2015年世界無線通信会議(WRC-15:11月2日~27日 於:ジュネーブ)において
自動車に利用されるレーダーを高性能化する周波数拡大について合意

- ・レーダー用周波数の拡大により、自動車レーダーを高性能化し、自動車の安全性向上への貢献や自動運転の実用化を加速するものと期待。

79GHz帯(77~81GHz)高分解能レーダー

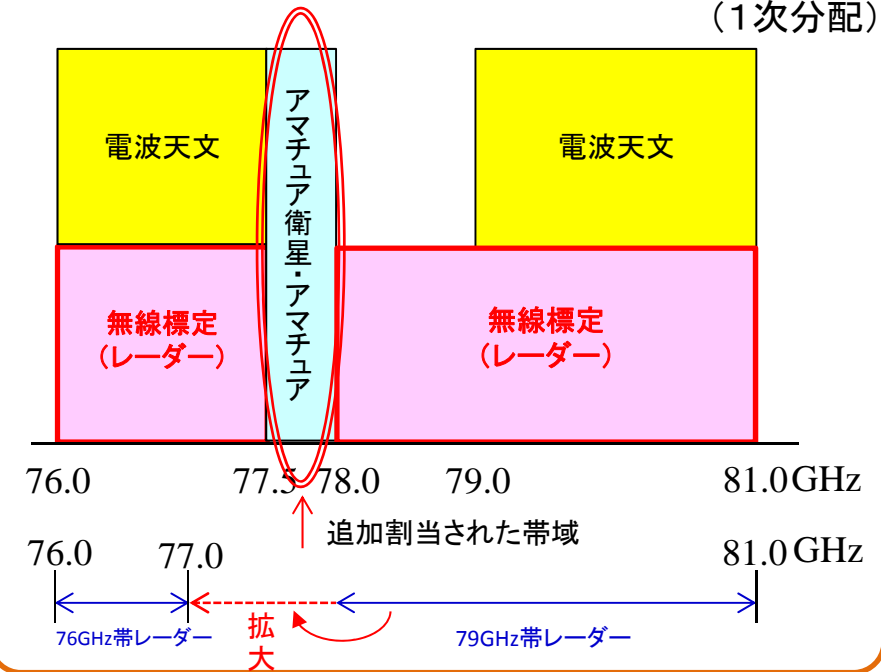
特徴

- ・小型の対象物を把握できるよう高性能化し、歩行者等の把握が容易になることが期待
- ・広帯域を活かした高信頼性検知の向上



◆現在の76~81GHzにおける周波数国際分配

(1次分配)



割当周波数の拡大により、自動車の安全性向上への貢献や自動運転の実用化を加速

安全運転支援から自動走行への発展

「自動走行システム」等の定義(2016年5月 IT総合戦略本部「官民ITS構想・ロードマップ2016」を基に作成)

技術的 難度	レベル		システムの 区分	概要	実現が見込まれる技術 (例)	市場化等 期待時期
	↑	レベル4 ※1	完全自動走行システム	自動走行システム	加速・操舵・制動を 全てドライバー以外が行い、ドライバーが全く関与しない状態 ※システム責任	完全自動走行システム (非遠隔型)
					無人自動走行移動サービス(遠隔型等)	限定地域 2020年まで※3
レベル3		準自動走行システム	加速・操舵・制動を 全てシステムが行い、システムが要請したときのみドライバーが対応する状態 ※システム責任、監視義務なし(システム要請前)		自動パイロット	2020年目途※2
レベル2			加速・操舵・制動のうち 複数の操作を一度にシステムが行う状態 ※ドライバー責任、監視義務あり		準自動パイロット	2020年まで※3
		自動レーン変更			2017年	
		追従・追尾システム	市場化済			
レベル1	安全運転支援システム	加速・操舵・制動の いずれかの操作をシステムが行う状態 ※ドライバー責任	緊急自動ブレーキ	市場化済 (一部)		
— (情報提供等)		運転者への 注意喚起等 ※ドライバー責任	赤信号注意喚起 右折時注意喚起			

※1 車両内にドライバーは存在しないものの車両外(遠隔)にドライバーに相当する者が存在する「遠隔型自動走行システム」についてもレベル4に相当すると見なし、今後、その位置付け・定義について検討、見直しを行う。

※2 民間企業による市場化が可能となるよう、政府が目指すべき努力目標の時期として設定。

※3 東京オリパラが開催される2020年までを目標に、高速道路における準自動パイロットや限定地域での無人自動走行サービス等の市場化等を目指す。

走行速度や交通環境等に応じ、さまざまな自動走行が想定される。

さまざまな走行状態

高速走行



低速走行、渋滞



駐車



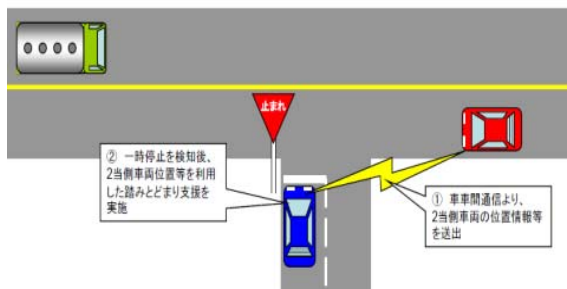
電波による「認知」



レーダによる車間距離測定(イメージ)



レーダによる周囲監視(イメージ)



車車間通信等による情報入手(イメージ)

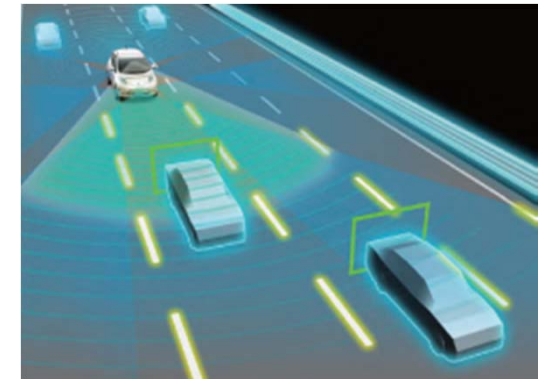
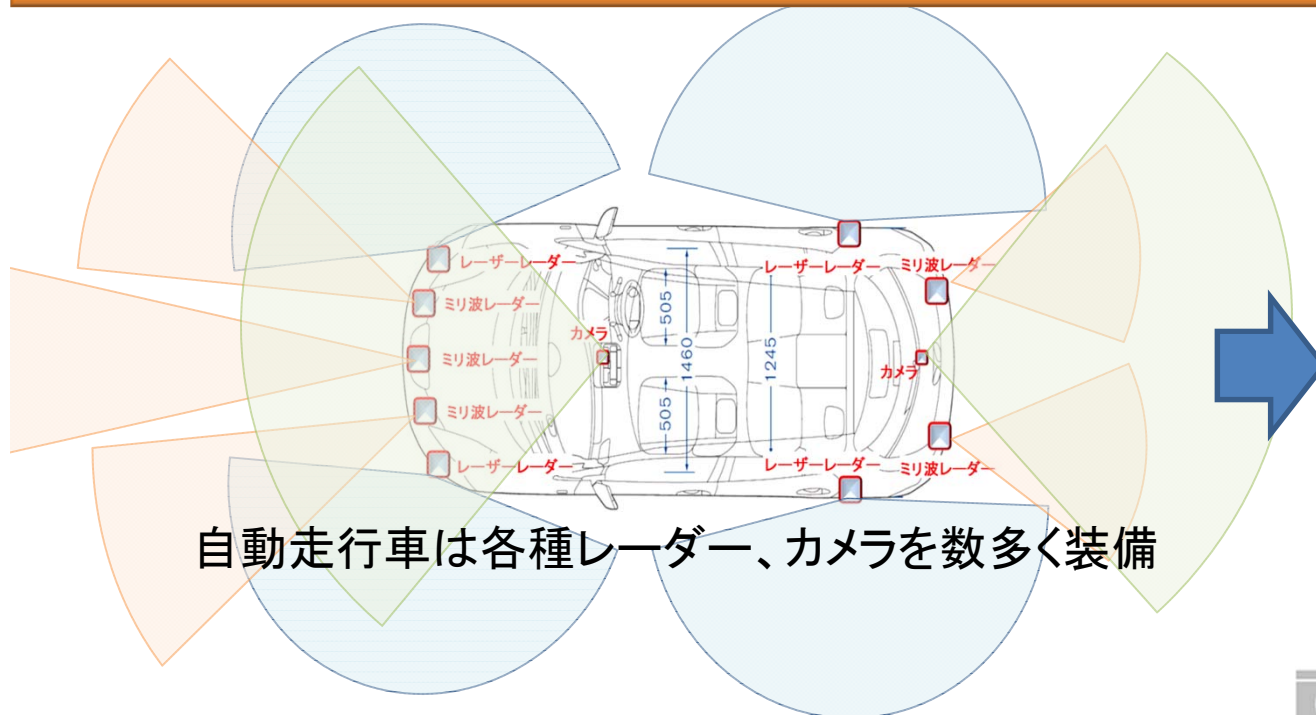
「判断」

「操作」

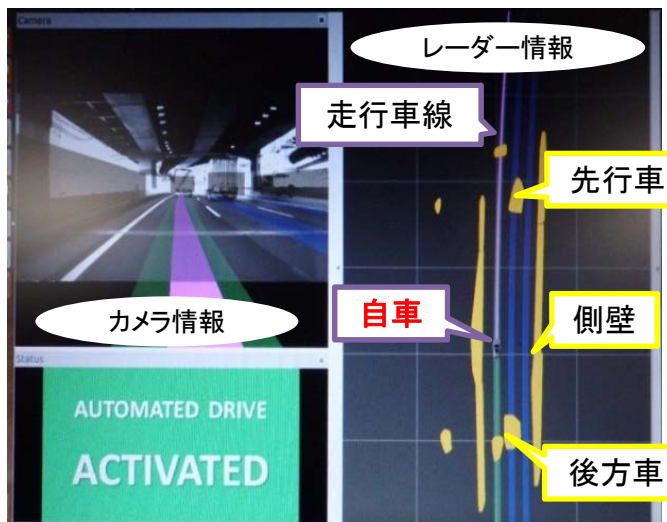


【さまざまな“自動走行” (例)】

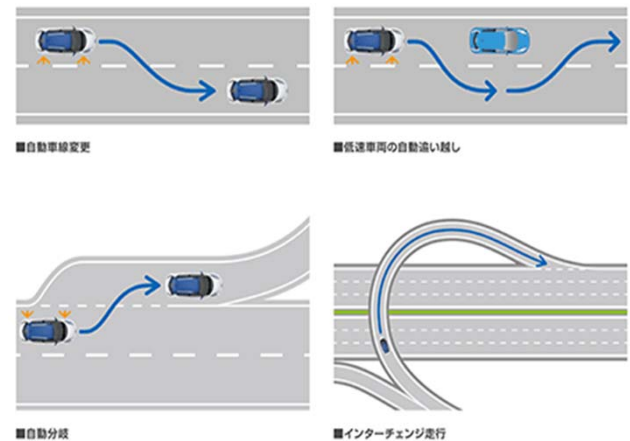
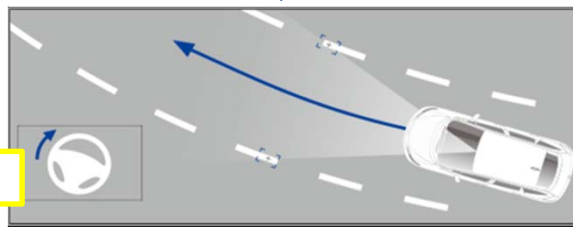
- 高速道路において
 - ・ 高速走行状態での自動走行
 - ・ 低速走行状態での自動走行
 - ・ 渋滞状況下での自動走行
 - ・ 隊列走行
- 一般道(混合交通)において
 - ・ 市街地での自動走行(歩行者、自転車と共存)
- 駐車場において
 - ・ 自動駐車
- あらゆる状況下で
 - ・ さまざまな走行状態に柔軟に対応する汎用的な自動走行



周囲の状況を適切に把握

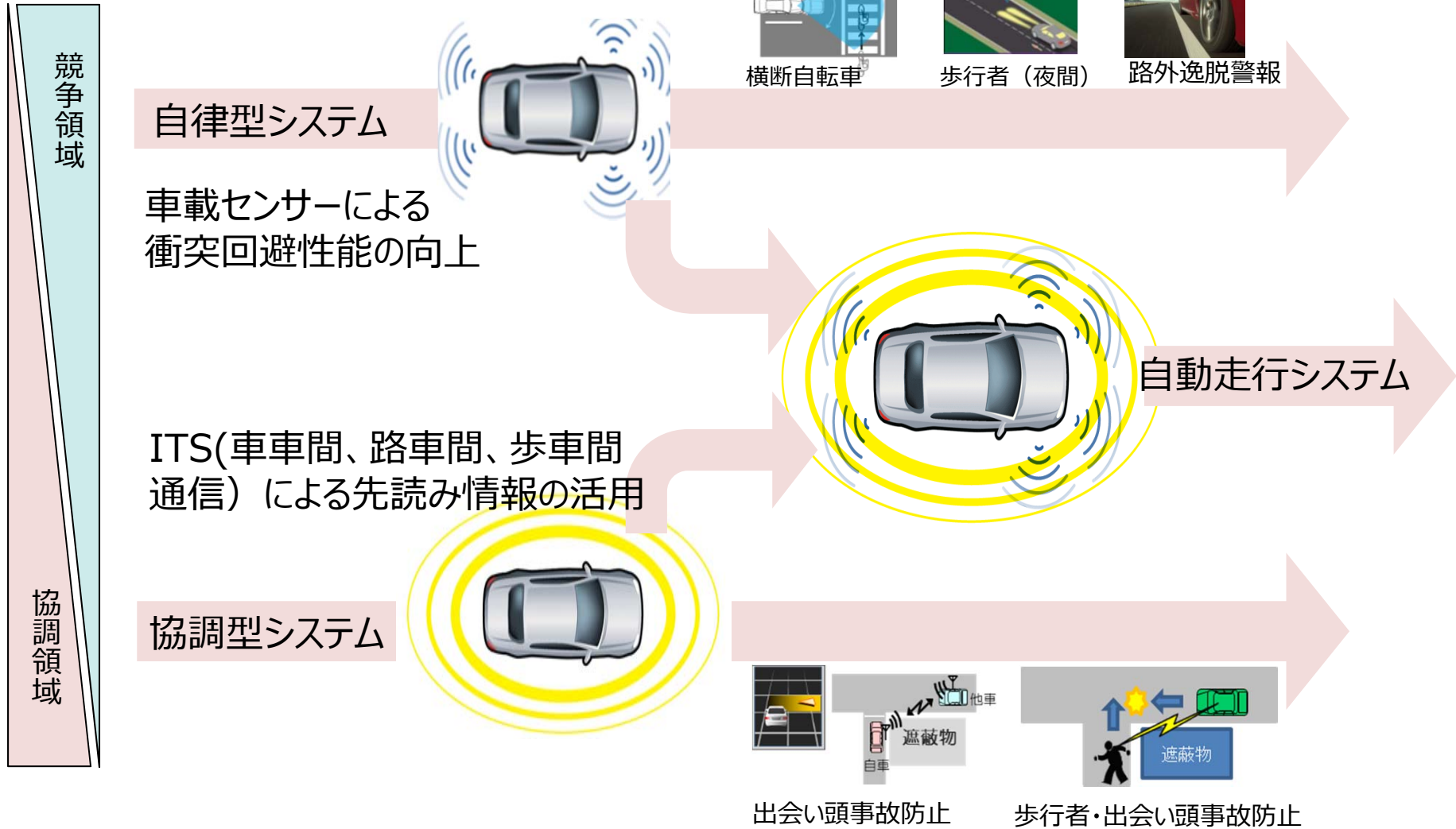


自動走行車は、地図情報と周囲の情報を突き合わせて走行方法を判断、操作



様々な状況に対応出来るよう研究開発が進められている

カメラ・レーダー情報



※USDoT及びSIP資料より抜粋

「戦略的イノベーション創造プログラム」(SIP)

16

- 内閣府の総合科学技術・イノベーション会議では、府省・分野の枠を超えた横断型のプログラムとして、「戦略的イノベーション創造プログラム」(SIP)を創設。
- ITS関係(自動走行システム)を含め、11課題を設定。内閣府はこれらの推進のため、昨年度から予算に「科学技術イノベーション創造推進費」(500億円)を計上。このうち「自動走行システム」には平成26年度は約25億円、同27年度は約23億円、同28年度は約26億円を配算。

<参考>SIP課題一覧(11課題)

課題名
革新的燃焼技術
次世代パワーエレクトロニクス
革新的構造材料
エネルギーキャリア
次世代海洋資源調査技術
自動走行システム
インフラ維持管理・更新・マネジメント技術
レジリエントな防災・減災機能の強化
次世代農林水産業創造技術
革新的設計生産技術
重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保

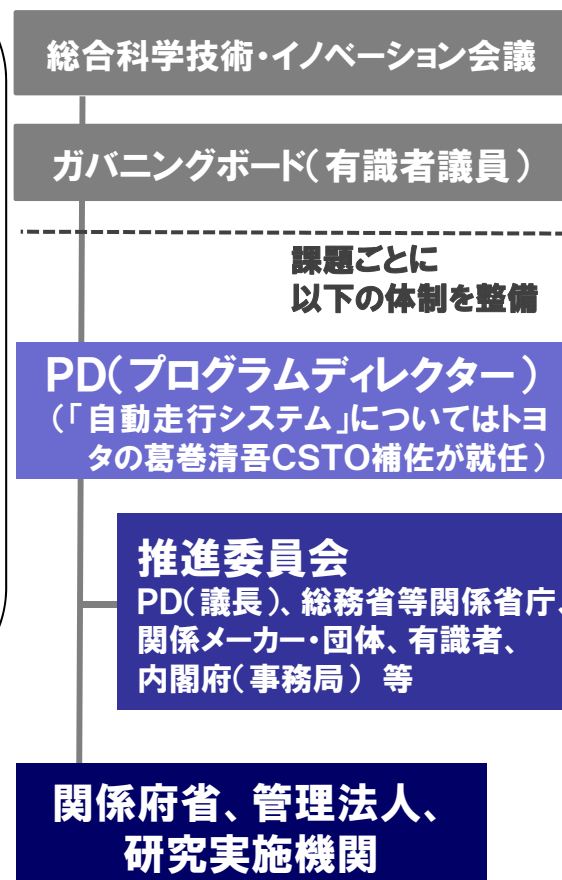
交通事故や渋滞を抜本的に削減し、移動の利便性を飛躍的に向上させる自動走行等の新たな交通システムを実現

【自動走行・重要5課題】

- ①ダイナミックマップ
- ②HMI(Human Machine Interface)
- ③セキュリティ
- ④歩行者事故低減
- ⑤次世代都市交通

自動走行システムの実現により、
①交通事故死者低減、②渋滞緩和、③高齢者移動支援に貢献することを目指す

<参考>実施体制



- 「ダイナミックマップ」とは、刻々と変化する動的情報も含んだ高度な地図データベースであり、自動走行に不可欠な構成要素。
- GPSとの補完により、GPSの精度が十分ではない環境下でも、「ダイナミックマップ情報」と車両に搭載されている「センサー情報」を突き合わせて、自車の正確な位置推定を行うことができる。
- 自車のセンサーが届かないところの状況(曲がり角の先の道路状況等)をダイナミックマップを通じて把握することができる。



ダイナミックマップデータベースの整備、
ダイナミックマップそのものの更新・配信の方法が課題



自動走行車

自動走行実現に向けたグローバル競争 ～ Googleによる自動走行技術の開発 ～

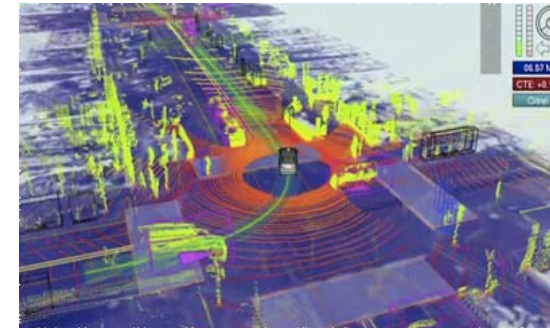
2014年 googleがハンドル等が無い“完全自動走行”
試作車を公開(5月)



- ✓ ルートを入力し、「発進」や「停止」のボタンを押すだけで自律的に走行
- ✓ 最高速度は時速25マイル(約40キロ)
- ✓ 試作車を100台規模で製造、今後2年以内にカリフォルニア州で小規模な試験運用を開始

注) 一方、カリフォルニア州は、同州において自動走行車にステアリングやブレーキ等、ドライバーが緊急時に対応できる装備が無い車は、公道走行できなくなる法案を発表(2015年12月16日DMV法案)

内部処理(イメージ)



- ✓クラウドから道路構造データ等を含む地図情報を読み込み
- ✓自車周辺の状況をカメラ等でセンシングした結果と組み合わせ、走行経路を算出

2015年6月、自動走行車の最新モデル「Prototype」を米シリコンバレー地域の公道で試験する計画を表明。

- 車の安全性を確認するだけでなく、地域住民の車への反応も検証
- 自動走行車を公共交通のインフラとして利用する方式も検討