

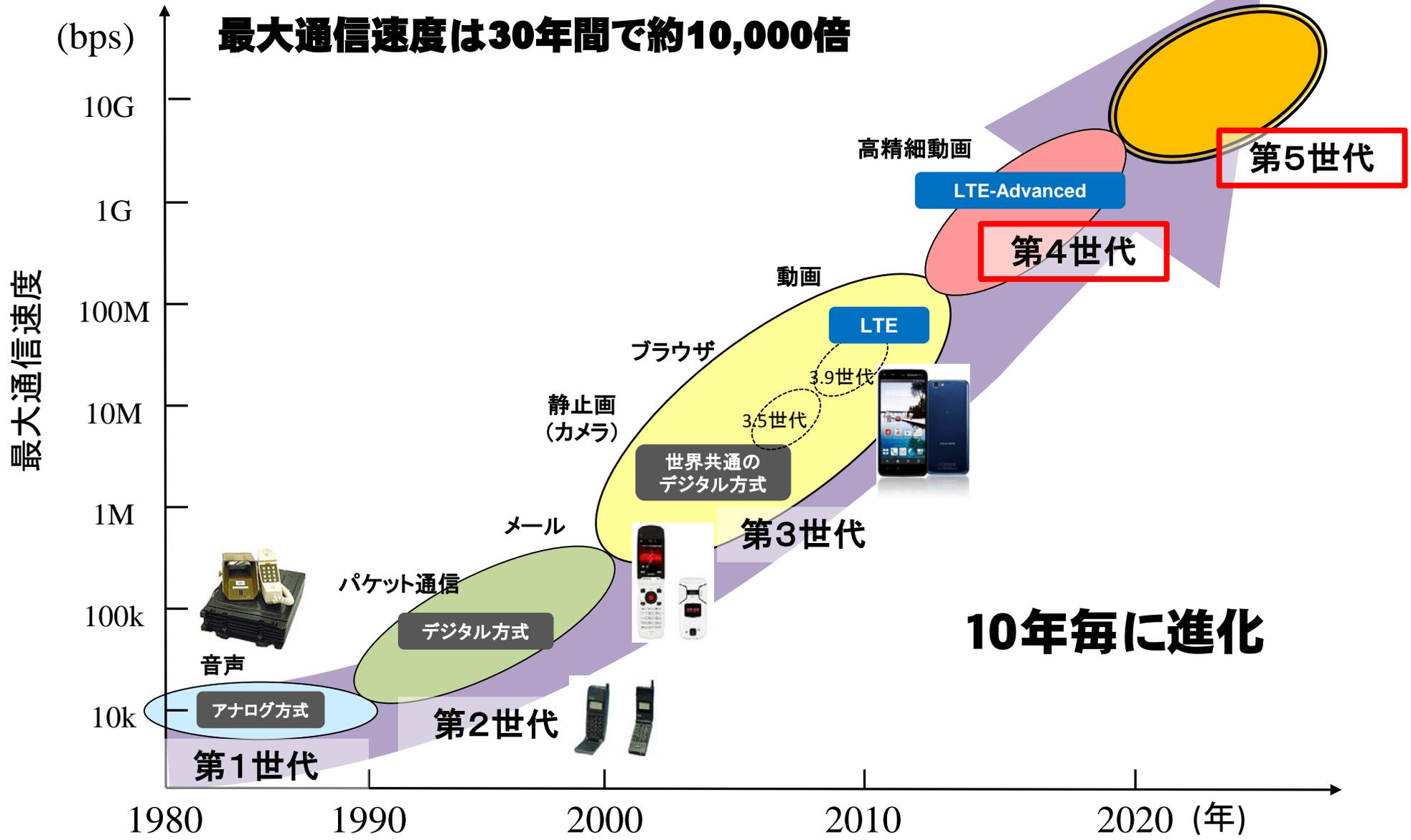
第5世代移動通信システム（5G） 高度道路交通システム（ITS） の現状と国際動向

平成28年2月1日

事務局

I . 第5世代移動通信システム(5G)

II . 高度道路交通システム(ITS)



5Gの要求条件

✓ 5Gに求められる要件条件: ←国際電気通信連合 (ITU)で議論
有線に匹敵する「**超高速**」、「**超低遅延**」、センサーネットワーク等における「**多数同時接続**」

<主要性能>

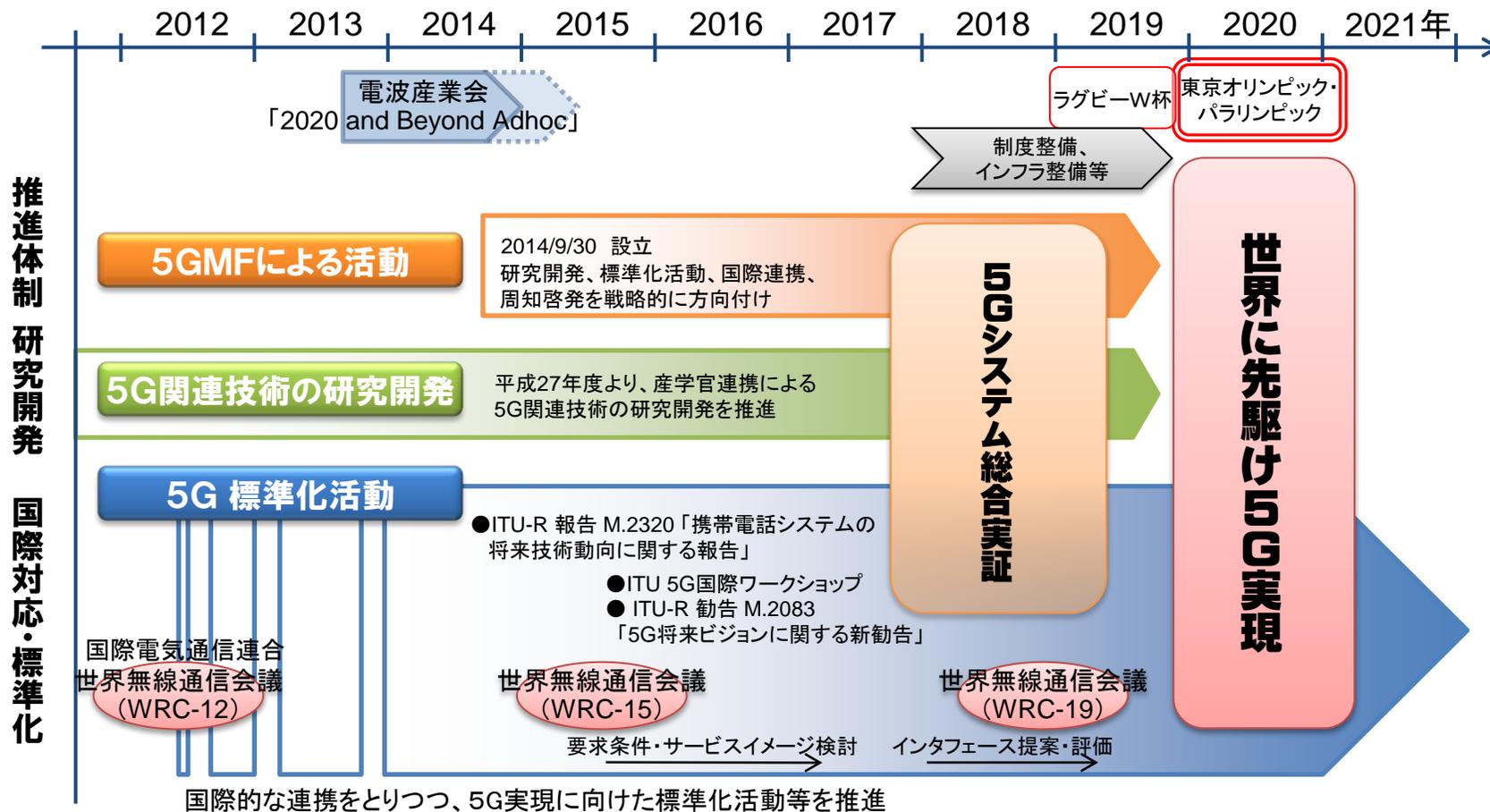
- ・最高伝送速度 10Gbps ※ (現行LTEの100倍)
- ・100万台/km²の接続機器数 (現行LTEの100倍)
- ・1ミリ秒程度の遅延 (現行LTEの1/10)

✓ 5Gは、「**超高速+IoTの基盤技術**」として大きな市場を創出することが期待



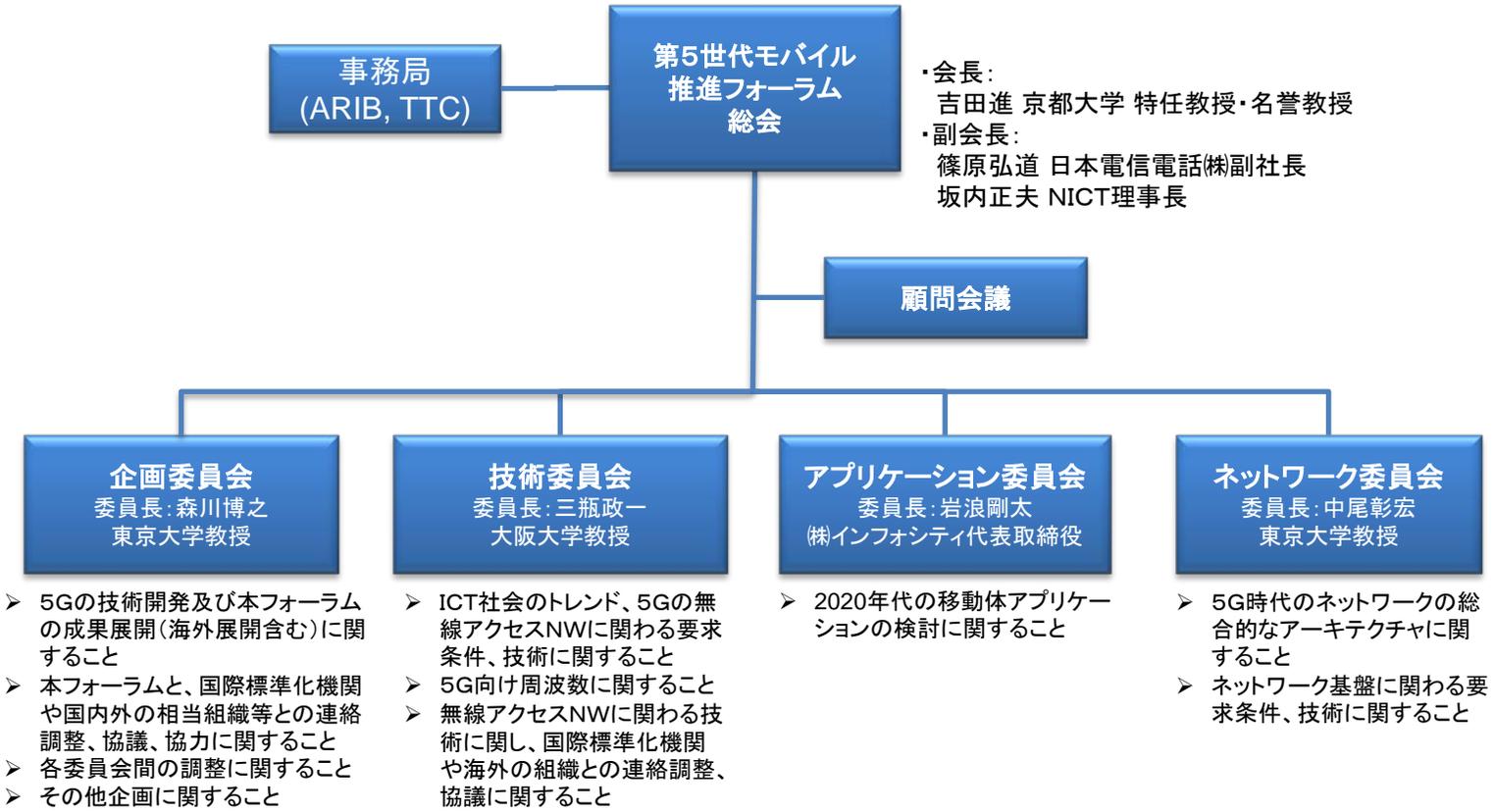
5G推進ロードマップ

- ✓ 2020年の実用化に向け、以下の3つを柱として推進
 - ① **第5世代モバイル推進フォーラム（5GMF）** による活動
 - ② 産学官連携により、**5G関連技術の研究開発を推進**
 - ③ ITU等における**5G標準化活動**
- ✓ 5Gによって実現可能となる新たなサービス・利用シーンの提示を含め、2017年度から東京・地方都市で「**5Gシステム総合実証**」を実施



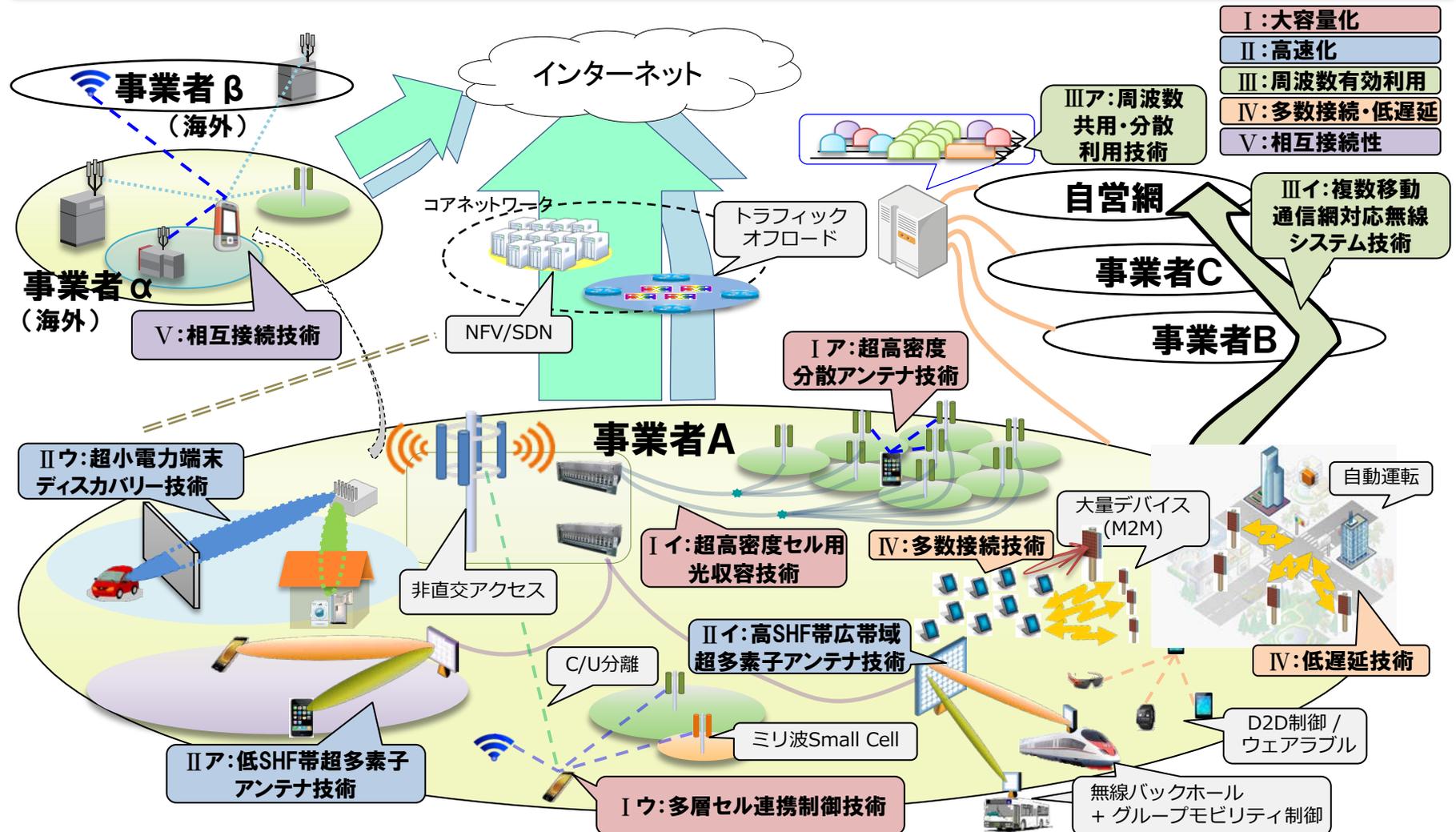
第5世代モバイル推進フォーラム

- 電波政策ビジョン懇談会の中間とりまとめにおいて、第5世代移動通信システム(5G)の導入に向けて**産学官が連携して取り組みを推進**するとの提言を受け、5Gの研究開発・標準化の方向付けを行い実用化を推進することを目的として「**第5世代モバイル推進フォーラム (5GMF)**」を設立 (**2014年9月**)
- 4つの委員会を設置し、国際連携の推進、研究開発及び標準化、アプリケーション、無線と有線の連携の検討を行う
- 電気通信事業者、通信機器メーカー、アプリケーション・コンテンツ関連企業、大学・研究機関等が参加



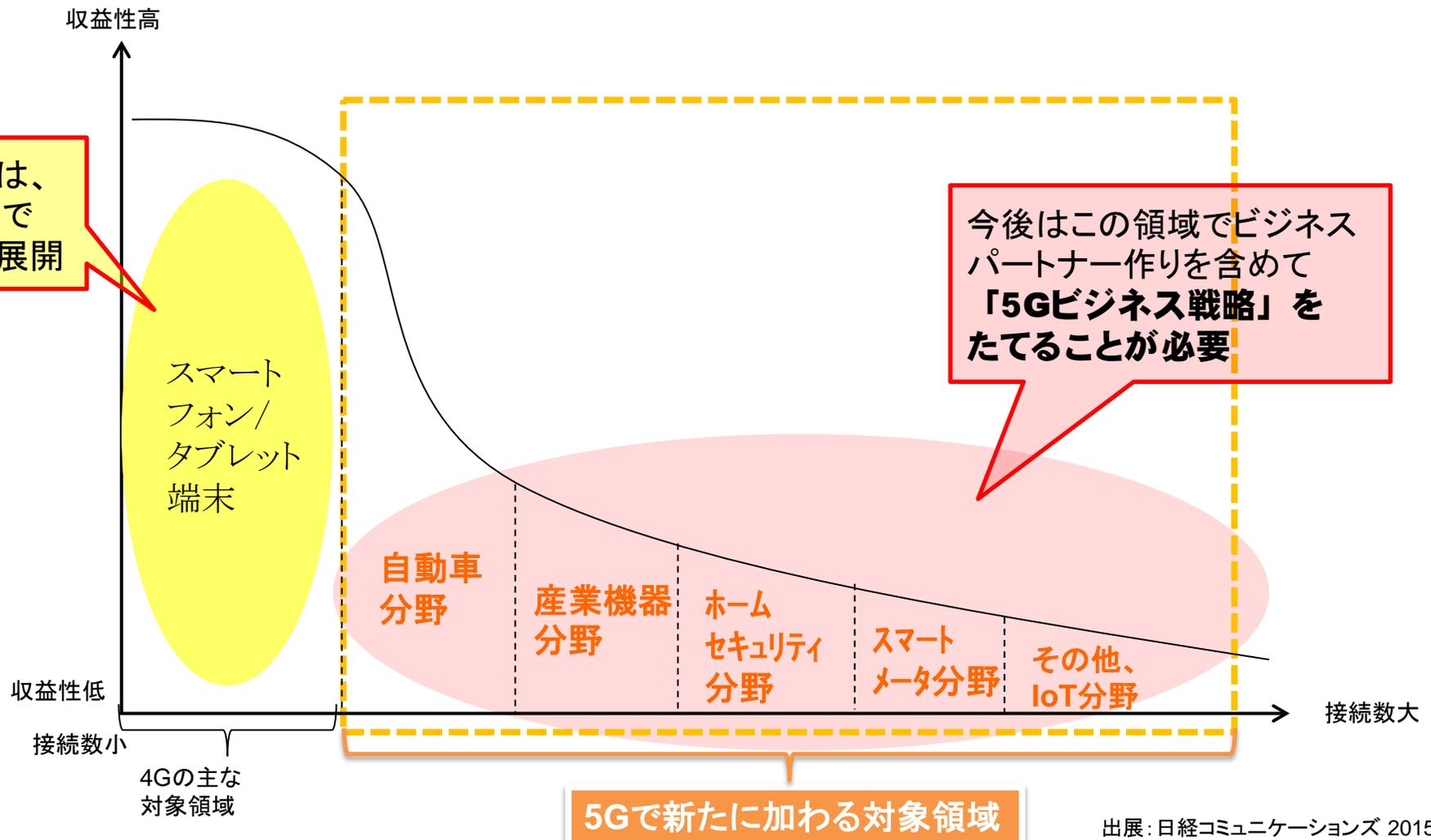
5G実現に向けた研究開発の推進

- ✓ 平成27年度より、電波利用料を活用し、特に重要性が高い「大容量化」、「高速化」、「周波数有効利用」を課題とした研究開発を実施（H27年度予算額 約26億円）
- ✓ 平成28年度からは、「多数接続・低遅延」、「相互接続性」に関する新たな研究開発にも取り組む予定（H28年度予定額 約30億円）



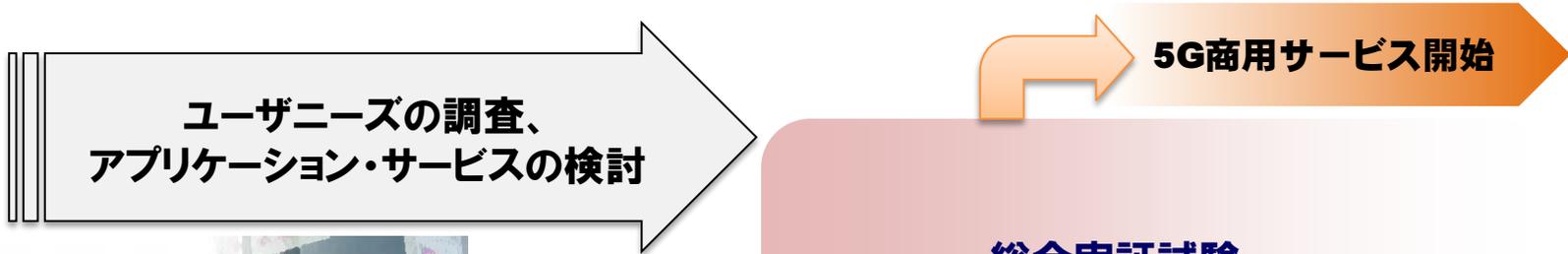
産業構造の変化への対応

- ✓ 5Gの時代には、スマートフォンといった従来型の端末をベースとしたビジネスだけでなく、**IoTや自動車、産業機器、スマートメータ**といった新しい分野の**市場創出**が期待。
- ✓ 幅広い産業界とのパートナーシップを検討し、**5Gによる収益構造の変化への対応**が必要。



5Gシステム総合実証試験

- ✓ 産学官の連携により、ワイヤレス、ネットワーク、アプリを連携させた**総合的な実証試験を2017年度より東京（東京オリンピック・パラリンピック競技大会を意識）及び地方都市で実施**
- ✓ **5G研究開発プロジェクトの成果を適用**させるとともに、世界中の企業や大学など関係者が参加できるオープンな環境を構築し、5Gの研究開発や標準化活動を推進



実証イメージ

総合実証試験
サービス・機能検証
 ～無線＋ネット＋アプリ～

- 新規分野での様々な5Gアプリケーション
- ITS、医療・健康・美容・高齢者支援、セキュリティ・レジリエンス、サイネージ、エネルギー、農業、教育関係など
 - 東京オリンピック・パラリンピック競技大会を想定したアプリケーション

総合実証試験
 無線＋ネットワーク連携

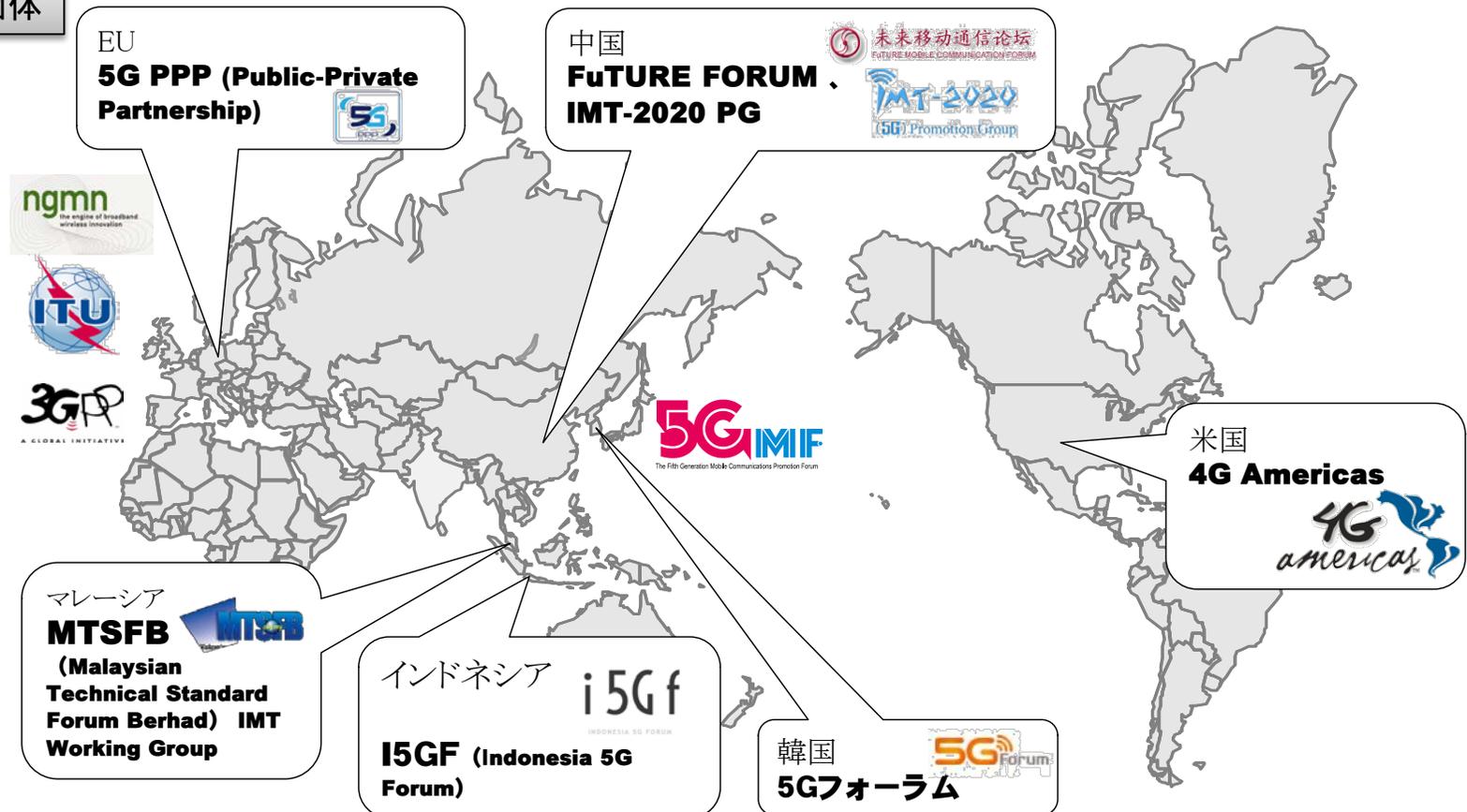


FY2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
--------	------	------	------	------	------	------	------

5Gに関する各国の活動状況

- 2020年頃の5G実現に向けて、主要国において産学官の連携による5G推進団体が設立。
- 5Gの要素技術、要求条件等を取りまとめるとともに、研究開発を推進。
- ワークショップ開催や、MoU締結等により、国際連携も強化。
- 各国において、5G実証実験の具体化に向けた取組を本格化。

世界各地の5G推進団体



欧米の動向

- 【米国】** ○ 周波数に応じて技術を特定しない技術中立性や、フレキシブルな規制 (flexible rules) を重視。
SharedやUnlicensedといった免許モデルも検討。
- 必要周波数帯域幅は500MHz～2GHz。特に有力と考える周波数帯は、27.5-28.35 GHz, 37-40 GHz。
 - 5Gの商用サービス開始は2020年以降。2018年以降にフィールドトライアルを計画。
- 【欧州】** ○ 5G-PPPの研究開発等の取組に対して、Horizon2020を通じて、2020年までに7億ユーロを投資予定。
民間からは30億ユーロ以上を投資予定。日、韓ともそれぞれ共同研究を実施。
- 2020年以降、5G商用インフラを整備。2018年から実証実験を予定。
 - 「Vertical」をキーワードとして、自動車をはじめICT以外の分野との連携を重視。

通信事業者、ベンダー等の主な取組

【4G Americas (業界団体)】

- ・米国の通信事業者、ベンダー等からなる4G Americaにおいて、5Gの要求条件、候補周波数、5Gの主要技術等を検討し、ワークプログラムや白書を取りまとめ。

【ベライゾン (通信事業者)】

- ・アルカテル・ルーセント、エリクソン、ノキア、クアルコム、インテル及びサムスンは、5G実現に向けたチームを2015年9月に設置。
- ・ベライゾンの施設2箇所にて5Gテストベッドを構築。パートナー企業とともに、2016年から5Gの実証試験を開始予定。

【英国サリー大学】

- ・英国サリー大学は、産業界と連携し、50百万ポンド以上を投資し、無線アクセス技術や5Gネットワークアーキテクチャ等の研究を行う5Gイノベーションセンター(5GIC)を推進。
- ・ボーダフォン、BT、テレフォニカ、ファーウェイ、富士通、サムスン等が参加。2015年から本格的に実証等を開始。

【エリクソン (ベンダー)】

- ・各国の通信事業者と連携し、超高速通信を実現する5Gテストベッドを開発し、実証を推進し、3GPP等の議論を主導。
- ・5G PoCネットワークを構築し、産業界、事業者、研究機関等と共同で新たなユースケース、アプリケーション、ビジネスモデル等を研究、検討。

韓国の動向

- 5G研究開発プロジェクト(Core Technology Project, Giga Korea Project)を通じて、2020年までに4.9億ドルを投資。5Gの新たな市場を創出するため、中小企業の参加を促進し、技術移転を支援。
- 5Gシステムについて、2018年の平昌オリンピックで実証を行い、2020年の商用サービス開始が目標。平昌オリンピックでは、28GHz帯で5Gネットワークを構築し、20Gbpsを目指す。
- 産学官の連携団体である5Gフォーラム等を通じ、米国、EU、中国との国際連携を推進。

通信事業者、ベンダー等の主な取組

【KT（通信事業者）】

- ・ 2015年7月、5G テストベッドを開設。サムスン、エリクソン、ノキアと連携。
- ・ 2016年テストイベント、2017年2回目のテストイベント、2018年に5G実証本番、2020年に商用化。
- ・ オリンピックの5G実証は、3GPP Rel.14ベース。実証結果は、Rel.15へフィードバック。
- ・ 2015年9月、オリンピック会場で5G実証を実施。

【SKテレコム（通信事業者）】

- ・ 5Gテストベッドを構築し、サムスン、エリクソン、ノキア、インテル、ローデ・シュワルツと連携。
- ・ 6GHz以下はLTE-A。6GHz以上はNew RAT。
- ・ コアネットワークを仮想化し、サービスに応じたQoEを提供。IoTにも対応。
- ・ サービスはVR、4K、ホログラム、遠隔制御、IoT。

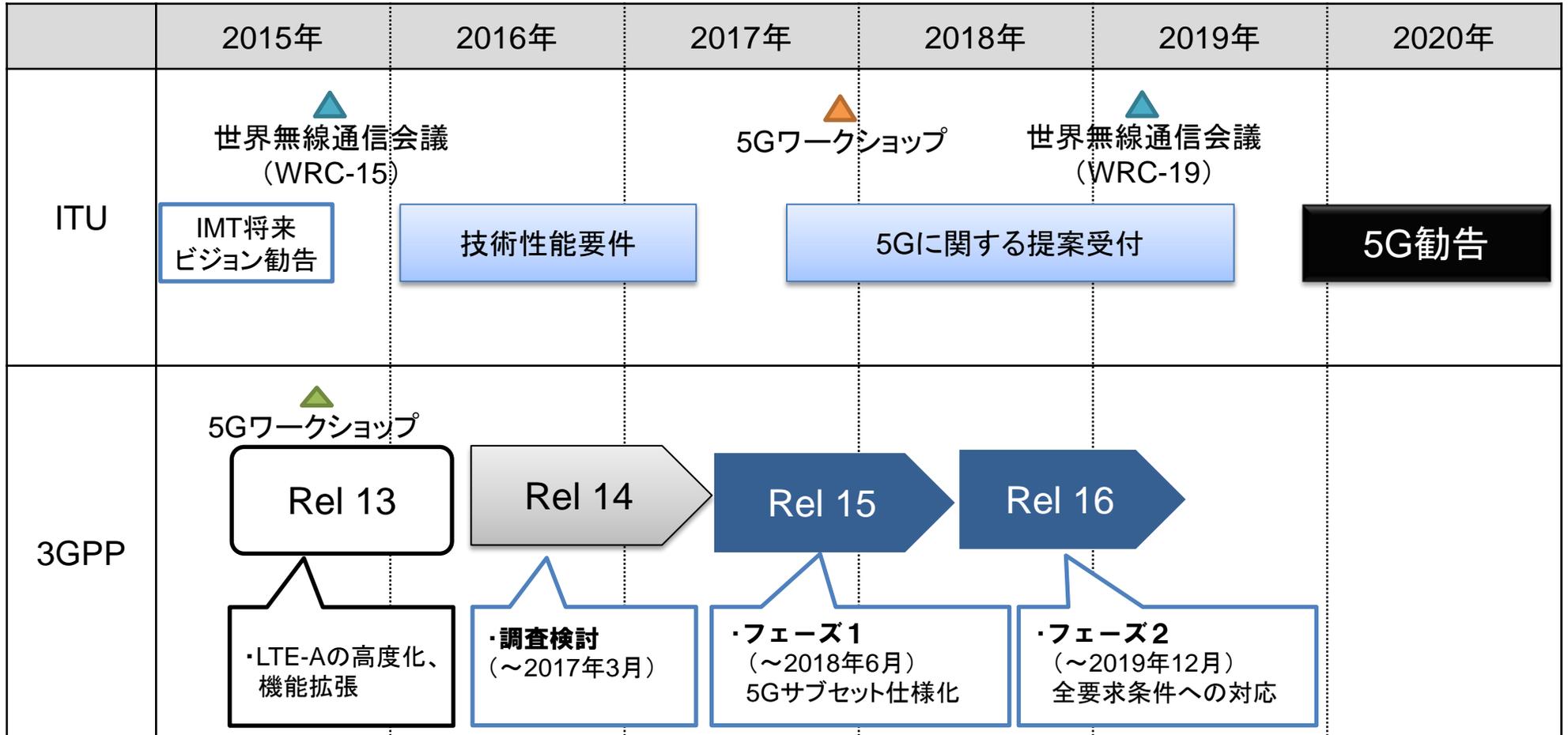
【サムスン（ベンダー）】

- ・ 5G用周波数として、28GHz帯を米国等と連携して推進。同時に28GHz帯前後の帯域や6GHz以下の利用も想定。当面は、5Gの高速化に注力。
- ・ 3基地局でのハンドオーバー実証等、様々な5G実証実験を実施。
- ・ KT、SKテレコムその他、ベライゾン、ドコモ、Tモバイル、KDDI等のキャリアと連携。

【平昌オリンピック組織委員会】

- ・ 平昌オリンピックでは、プレスセンター、空港等で5Gの実証を計画。
- ・ ホログラム、スーパーマルチビュー、VR等のサービスを想定。
- ・ 来場者に5Gを利用したGiga WIFIを提供。

- ITU(国際電気通信連合)や3GPP※等において、2020年までの5G実現に向けて標準化作業が本格化
 - ・ITU: 2017~2019年に5G(IMT-2020)に関する提案受付を行い、2020年までに勧告化
 - ・3GPP: 5Gに関する調査検討を経て、フェーズ1(2018年)、フェーズ2(2019年)の2段階で標準化

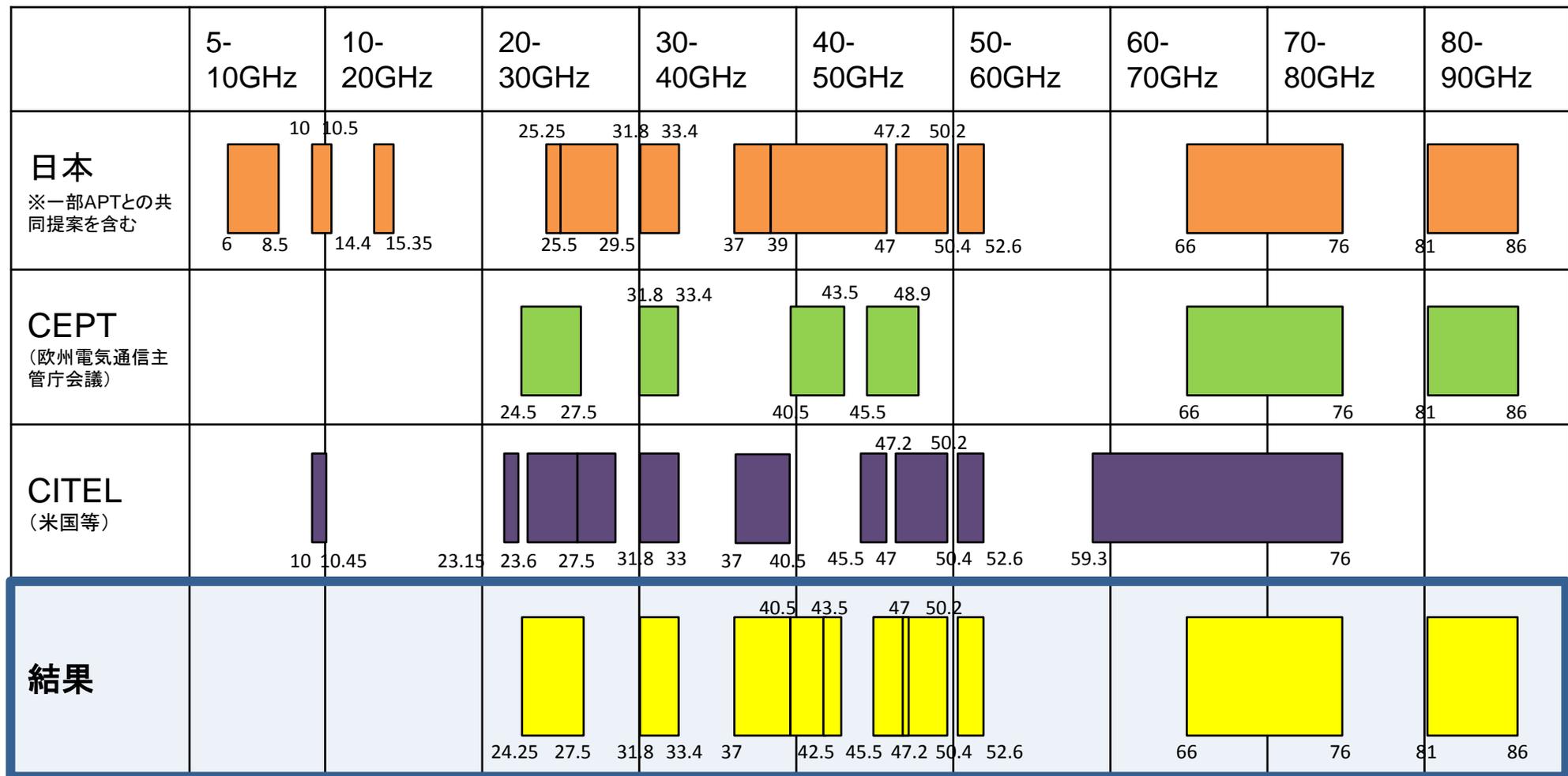


※3GPP(3rd Generation Partnership Project)とは、3G、4G等の仕様を検討・開発し、標準化することを目的とした標準化団体。日本、米国、欧州、中国、韓国の標準化団体によるパートナーシッププロジェクトであり、1998年設立。

第5世代移動通信システム(5G)用の候補周波数帯

○世界無線通信会議(WRC-15)では、第5世代移動通信システム(5G)で使用する周波数について、次回会合(WRC-19)で決定することを合意

○我が国の提案を概ね反映する形で候補周波数帯(11バンド)が特定。今後、国際電気通信連合で詳細な検討を行っていくこととなった。



I . 第5世代移動通信システム(5G)

II . 高度道路交通システム(ITS)

○ITS(高度道路交通システム)は、情報通信技術を用いて「人」、「道路」、「車両」を結び、交通事故、渋滞などといった道路交通問題の解決を目的とする新しい道路交通システム。

○ITS関係省庁として、内閣府、警察庁、経済産業省、国土交通省と連携して推進。

今後市場拡大が期待されるITS

安全運転支援システム



車と車の通信、道路と車の通信により、周辺の車両や歩行者、信号情報等を把握し、ドライバーに注意喚起等の運転支援を行うシステム。

自動走行システム



安倍総理の自動走行車試乗(2013.11)

通信やセンサー等の情報を基に、ドライバーに代わってアクセル・ブレーキ・ハンドルの一部又は全部の操作を自動的に行うシステム。

《現状》

- VICS(渋滞情報サービス)、ETCが広く普及。車と車が直接通信する安全運転支援システムが世界初の実用化(昨年10月)。
- 内閣府「戦略的イノベーションプログラム」(SIP)にて、「自動走行システム」の産学官連携の研究開発を推進。

《市場の見通し》

- 準自動走行システム(ドライバーの監視下での動作が前提)は2018年頃に実用化され、2025年の搭載車数は約362万台に拡大と予測。(矢野総合研究所(2015年7月):自動運転システム世界市場に関する調査結果2015)
- 完全自動走行は2020年代後半以降に順次実現される見込み。(内閣府:SIP「自動走行システム」研究開発計画)

○自動走行などの次世代ITSの実現に向け、関係するICTの研究開発や実証実験等に取り組み、世界最先端のITSの実現を目指す政府全体の取組みに寄与する。

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4800万台:2015年9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收受システム。
(約7100万台:2015年12月末※ETC2.0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

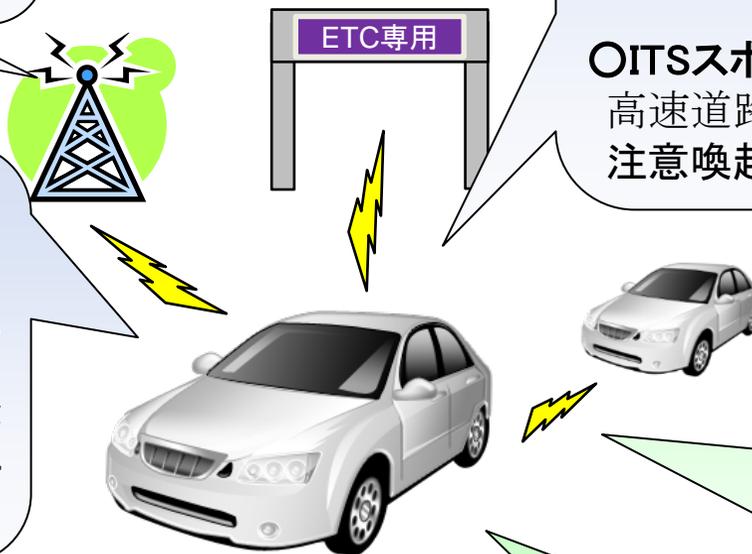
○車車間・歩車間通信等

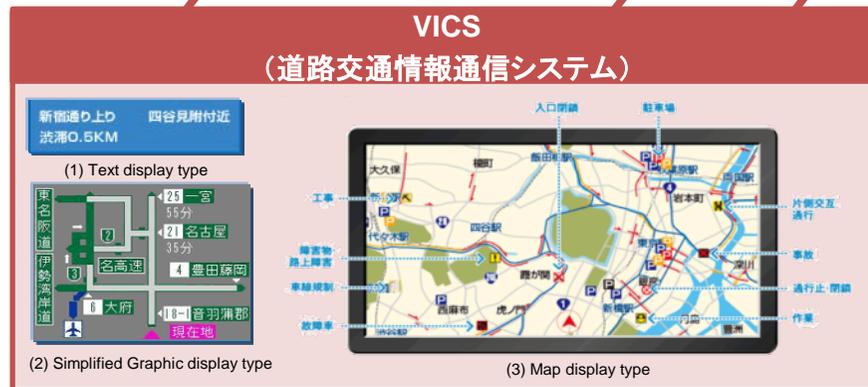
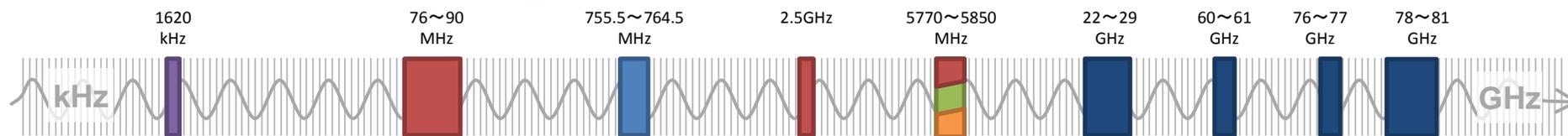
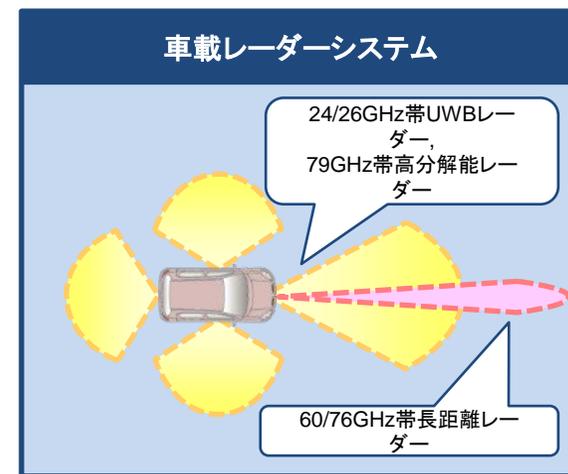
位置・速度情報等をやりとりし、出会い頭の衝突等を回避。

左右・後方の障害物の自動検知

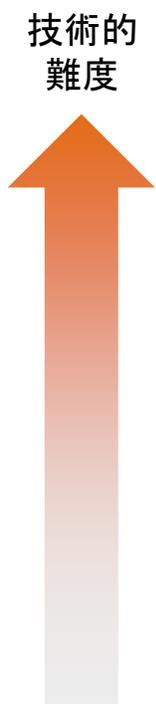
○車載レーダー(電波、超音波)・カメラ

障害物の検知、ドライバーへの注意喚起等。





「自動走行システム」等の自動化レベル (2015年6月 IT総合戦略本部「官民ITS構想・ロードマップ2015」より)



自動化レベル	システムの区分		概要	市場化期待時期
レベル4	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	2020年代後半以降※1
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	2020年代前半※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	2010年代半ば～2017年まで
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	既に実用化(一部)
— (情報提供等)			運転者への 注意喚起 等	

※1 完全自動走行システム(レベル4)の市場化については、試用時期を想定。今後、必要に応じて見直し。

※2 2020年の東京オリンピック・パラリンピックで、東京において準自動走行システム(レベル3)を先駆けて実用化する。

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



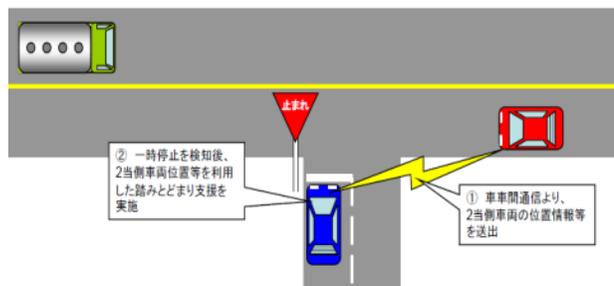
電波による「認知」



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)

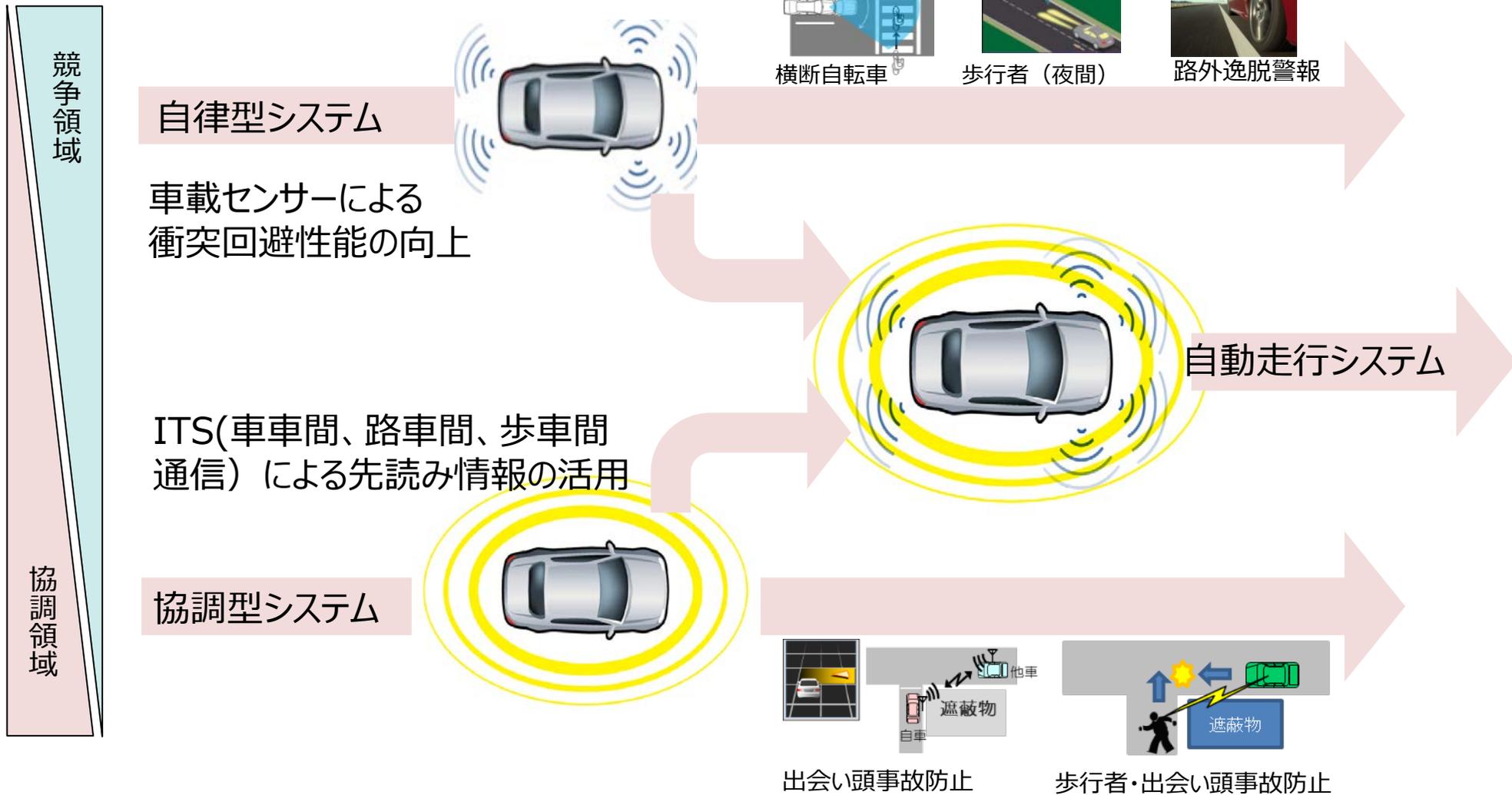
「判断」

「操作」

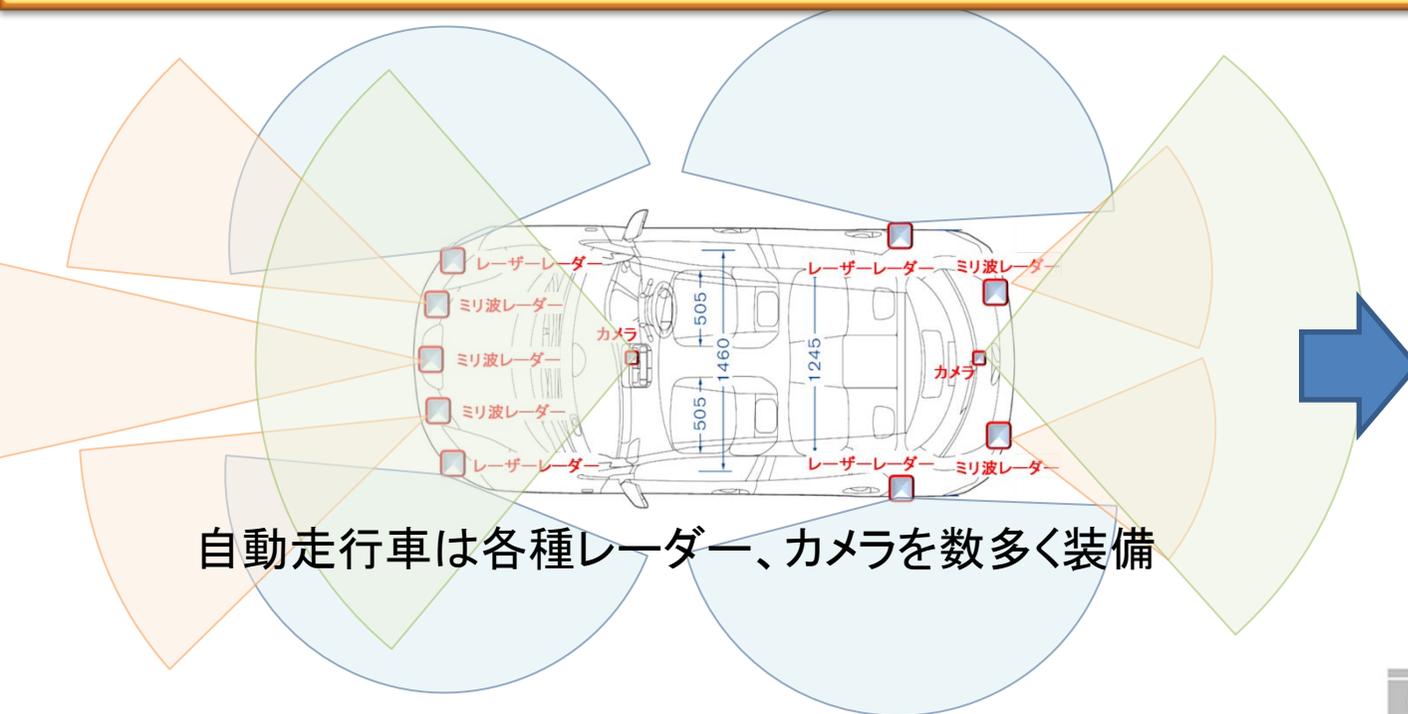


【さまざまな“自動走行”(例)】

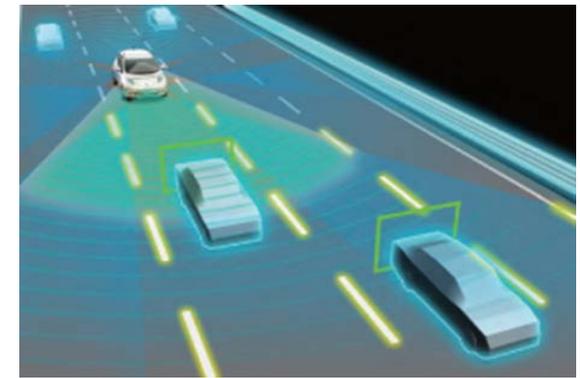
- 高速道路において
 - ・ 高速走行状態での自動走行
 - ・ 低速走行状態での自動走行
 - ・ 渋滞状況下での自動走行
 - ・ 隊列走行
- 一般道(混合交通)において
 - ・ 市街地での自動走行(歩行者、自転車と共存)
- 駐車場において
 - ・ 自動駐車
- あらゆる状況下で
 - ・ さまざまな走行状態に柔軟に対応する汎用的な自動走行



自動走行車の基本的な仕組み



自動走行車は各種レーダー、カメラを数多く装備

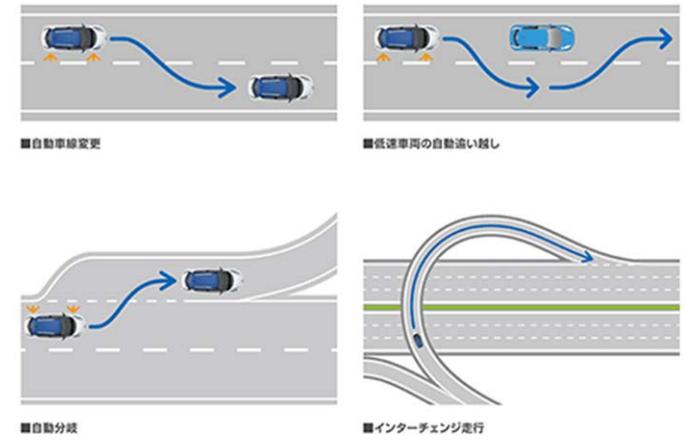
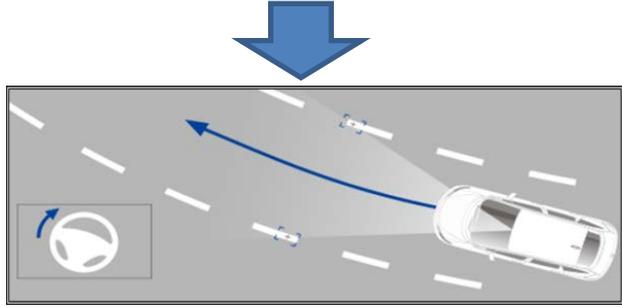


周囲の状況を適切に把握



カメラ・レーダー情報

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

※各自動車メーカーHPより抜粋

市販の安全運転支援システムの例

プリクラッシュセーフティシステム作動イメージ

この図は、プリクラッシュセーフティシステムの作動イメージを示しています。左側の車両は進行中であり、右側の歩行者を検知するセンサーが示されています。センサーには「ミリ波レーダー」と「単眼カメラ」が示されています。検知の経過は「先行車・歩行者検知」、「衝突の可能性あり」、「衝突の可能性高」、「衝突不可避」、「衝突」という段階を経て進みます。この過程で「警報ブザーとディスプレイ表示で危険をお知らせ」し、ブレーキアシスト（A）や減速（B）が行われます。

1 ミリ波レーダー
2 単眼カメラ
3 プリクラッシュセーフティシステムスイッチ
システムのOFFおよび警報タイミング（遠い・中間・近い）の変更が可能です。

自動ブレーキシステム（歩行者検知機能付／ミリ波レーダー＋単眼カメラ方式）

レーダークルーズコントロール作動イメージ

この図は、レーダークルーズコントロールの作動イメージを示しています。4つの運転モードが示されています：1. 定速走行（100km/h セット車速）、2. 減速制御（100→80km/h）、3. 追従制御（80km/h）、4. 加速制御（80→100km/h セット車速）。各モードの説明とセンサーの作動状況が示されています。

希望の車速をセットすることにより定速走行を開始。
自車線上に自車より遅い先行車を検知すると減速。
適切な車間距離を保ち追従走行。
先行車がいなくなった場合、セット車速までゆっくり加速して定速走行に復帰。

レーダークルーズコントロールスイッチ

レーダークルーズコントロール(ブレーキ制御付)

- 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、10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

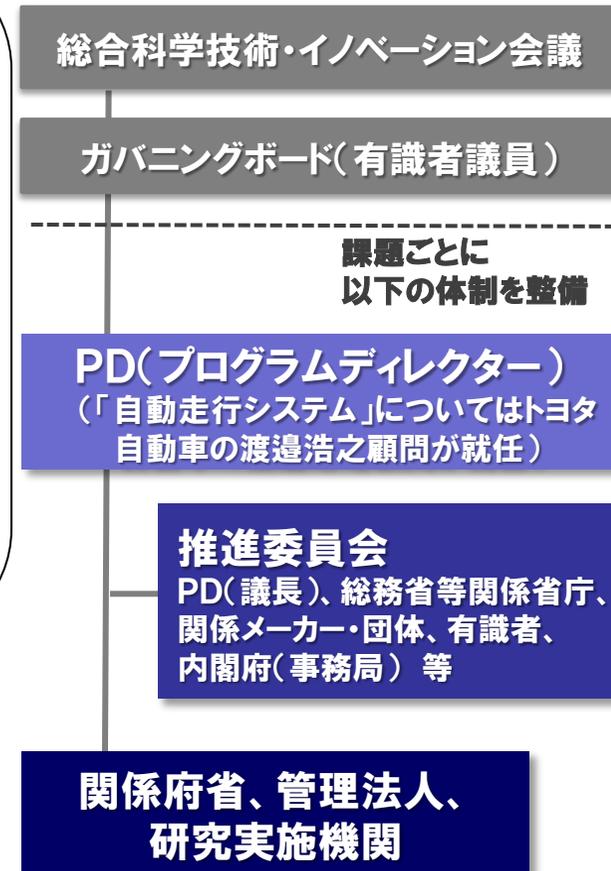
交通事故や渋滞を抜本的に削減し、移動の利便性を飛躍的に向上させる自動走行等の新たな交通システムを実現

【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



総合科学技術・イノベーション会議

ガバニングボード(有識者議員)

課題ごとに
以下の体制を整備

PD(プログラムディレクター)
 (「自動走行システム」についてはトヨタ自動車の渡邊浩之顧問が就任)

推進委員会
 PD(議長)、総務省等関係省庁、
 関係メーカー・団体、有識者、
 内閣府(事務局)等

関係府省、管理法人、
 研究実施機関

ダイナミックマップとは

- 「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。

自動走行用ダイナミックマップ(SIPで開発:地図データの構造化等)



《動的情報(<1sec)》

ITS先読み情報(周辺車両、歩行者情報 信号情報など)

《准動的情報(<1min)》

事故情報、渋滞情報、狭域気象情報など

《准静的情報(<1hour)》

交通規制情報、道路工事情報、広域気象情報

《静的情報(<1month)》

路面情報、車線情報3次元構造物など

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

海外の取り組み事例

～ 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て走行経路を算出

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

(Web記事等の情報をもとに作成)

1. 米国 “ITS Strategic Plan”

- 米国連邦運輸省(USDOT)にて、2015-2019 ITS Strategic Planを作成。
- 本Planでは、安全性やモビリティシステムの効率といった戦略テーマと実行プログラムを推進。

2. 米国 “M City”

- ITS Strategic Planのもと、ミシガン州にて実証実験を推進。
- ミシガン大学は約130,000平方メートルの敷地に、直線路、市外路、トンネル、踏切など多様な走行環境を再現した“M City”を整備。
- 交通管制システム、路車間通信システム、高精度デジタル地図や交通シミュレーションなどのITS研究基盤も整備。
- ミシガン大学が擁する研究者や15のリーダー企業などにより、多面的な研究を同時に行う産学官連携体制を構築。



3. 欧州 “Horizon 2020”

- 欧州のフレームワークプロジェクトは、2014年から新たな枠組みであるHorizon2020がFP7の後継として開始。
- 本フレームワークの下で、自動走行の取り組みが、FP7でのAdaptIVe、VRA、AutoNet2030、Companion等技術検証のプロジェクトから、インフラの準備、公道での実証試験、受容性の評価などの実用化を想定したプロジェクトへ展開。

⇒自動走行の研究開発は、主要国でも官民を挙げた大規模プロジェクトが始動