

# 自動運転の実現に向けた情報通信の動向と総務省の取組

令和3年11月17日  
総務省 総合通信基盤局 電波部 移動通信課  
新世代移動通信システム推進室  
(高度道路交通システム推進室)

井出 真司

**I. ITS用通信に関する国際動向**

**II. 自動運転社会実現に向けた総務省の取組**

**III. 5G時代のConnected Car、自動運転の展望**



# I. ITS用通信に関する国際動向

## II. 自動運転社会実現に向けた総務省の取組

## III. 5G時代のConnected Car、自動運転の展望

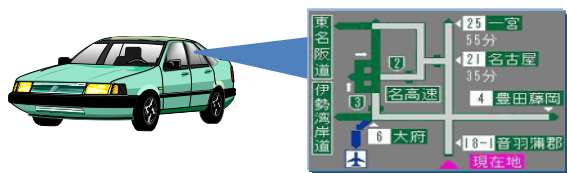


## 自動運転の高度化

### 情報提供・料金收受

#### ハイウェイラジオ・VICS

光ビーコン 電波ビーコン FM多重



カーナビ等を通じVICS情報（渋滞、通行止め等）を表示

#### ETC

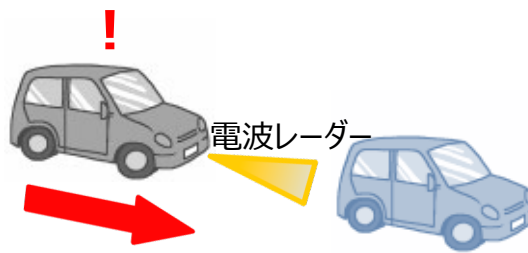


自動料金收受

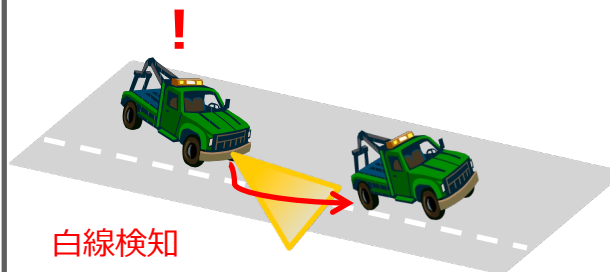
### 自律型自動運転

#### 車載センサー

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



衝突被害軽減ブレーキ



白線検知

車線逸脱防止システム

### 協調型自動運転

#### V2X通信

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



コネクテッドカー



自動運転システム



### 700MHz帯安全運転支援システム (路側機のみ免許局)

車車間通信等により衝突を回避

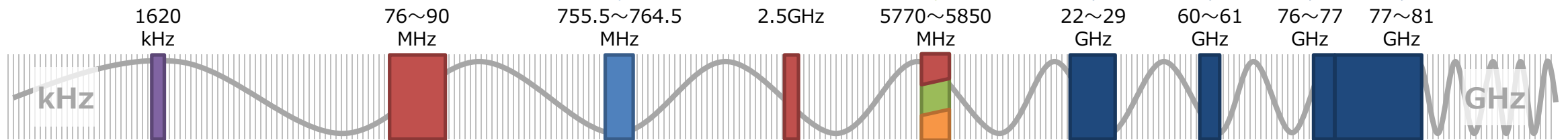
### 自動料金収受システム (ETC) (路側機のみ免許局)

ETC専用

### 車載レーダーシステム

24/26GHz帯UWBLレーダー,  
79GHz帯高分解能レーダー

60/76GHz帯長距離レーダー



### 路側放送 (ハイウェイラジオ)

1620 KHz  
ラジオ  
首都高速情報  
放送中

### 道路交通情報通信システム (VICS) (路側機のみ免許局)

新道通り上り 四谷見附付近 渋滞0.5KM

(1) 文字表示

(2) 簡易図形表示

(3) 地図表示

### 狭域通信システム (DSRC・ETC2.0) (路側機のみ免許局)

急カーブ、速度注意

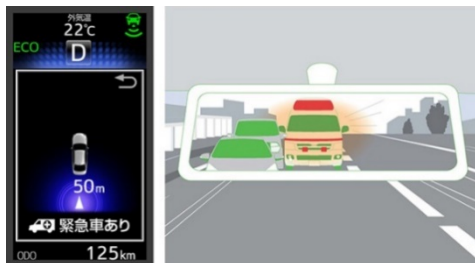
この先渋滞、追突注意

平成27年9月30日、トヨタ自動車が760MHz帯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開始を発表。ITS専用周波数を利用した車車間通信の実用化は世界初。

## ITS Connect

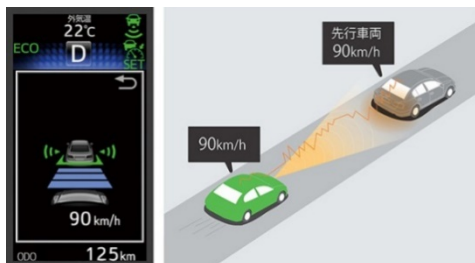
- ITS専用周波数（760MHz帯）を利用した車と車、車と道路をつなぐ（V2X）無線システム。様々な情報提供等により安全で快適な運転を支援。
- 対応車では、メーターパネルの表示や音声を通じて、運転者に対する注意喚起・情報提供等を実施。

### 【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】

（交差点に設置されたレーザー車両検知機の情報取得して実現）



#### 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。

## ダイナミック・マップ更新



### 《動的情報( < 1秒 )》

ITS先読み情報(周辺車両、歩行者、信号情報など)

### 《準動的情報( < 1分 )》

事故情報、渋滞情報、狭域気象情報など

### 《準静的情報( < 1時間 )》

交通規制情報、道路工事情報、広域気象情報

### 《静的情報( < 1日 )》

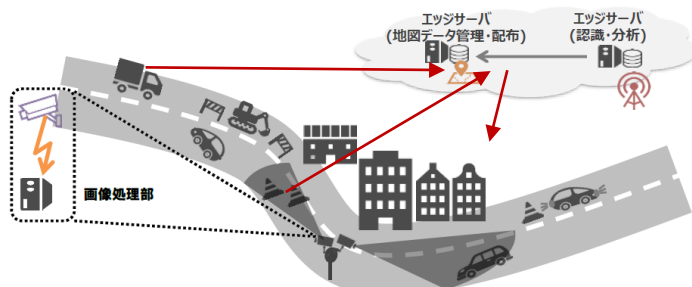
路面情報、車線情報 3次元構造物など



地図情報のアップデート

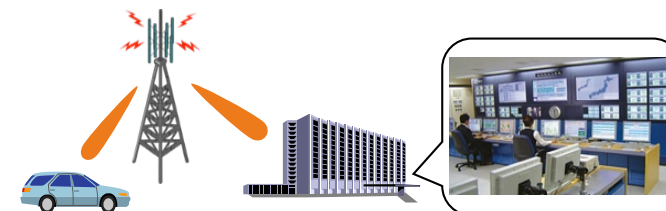


## 地物・道路状況の共有



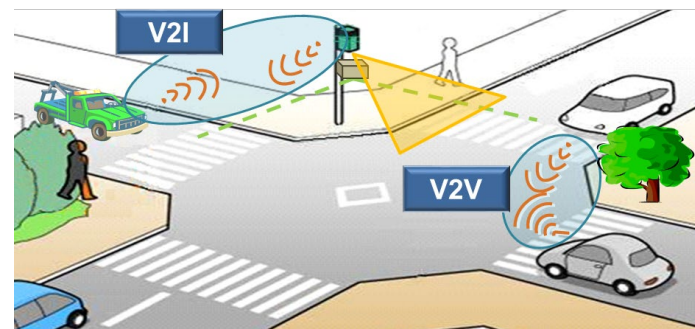
見通し外的位置にある障害物や停車車両情報などを後方に通知

## 遠隔監視・制御



自動運転車の運行状況監視や異常時制御

## 道路・周辺情報の配信



交差点において歩行者情報など周辺情報を配信



# V2X (Vehicle-to-Everything) : 車両と様々なモノとの通信の総称





### Setting

キーのエントリーと音声・生体認証によってドライバーを雄二さんと認識いたしました。全てのインターフェイスを雄二様に設定いたします。マイナンバーも承り済みです。それでは運用開始いたします。

### Hello

おはようございます。今日はお友達の幸子さんのお誕生日です。プレゼントなど手配はどういたしますか？ちなみに去年はバラの花、一昨年はお菓子を送っていらっしゃいます。最近話題のおすすめをお示ししましょうか？

### Entertainment

雄二さんのお好みのジャンルから新譜のハイレゾ音源をピックアップしてございます。リストはこちらの画面です。よろしければ読み上げます・・・お聞きになる曲があればお申し付けください。決済の準備をし、チャージいたします。・・・認証をお願いします。・・・頂きました。

### Event

昨日ご指示を頂いた□□様との明日のお食事ですが、□様のお好みは最近の彼女のSNSの内容から推察しますと「和食」で、特に魚を中心に「おいしい」と評価されることが多くなっています。今回は最近人気の○○でのお懐石はいかがでしょうか？この店の口コミは4.8点で一番の人気メニューは○○です。・・・はい承知いたしました。・・・予約完了いたしました。

### Business

今日のご訪問先企業、◎◎商事の鈴木部長は直近のご昇格で役員になられています。この訪問の道中に最近SNSで話題の人気のスイーツがありますが、ご購入にお持ちになりますか？それでは、注文し受け取りの予約をしておきます。

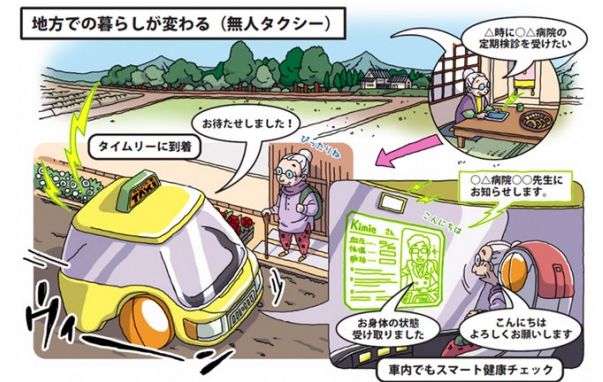
### SNS

昨日行かれたドライブの時に、○○川沿いの桜の写真を車載カメラで撮影しておきました。大変きれいな写真だと思います。ご覧ください。一言添えて●●にアップされますか？

### Enhanced Sensor

周囲の車からの情報で、この先を左折すると道路の陥没がありますので回り道をします・・・一度ルートを外れますが、200M程の遠回りとなります。ご安心ください。

## 快適なエージェントドライブ



無人タクシー



前方車両の視界の共有  
仏Valeo社のXtraVue (CEATEC 2018)

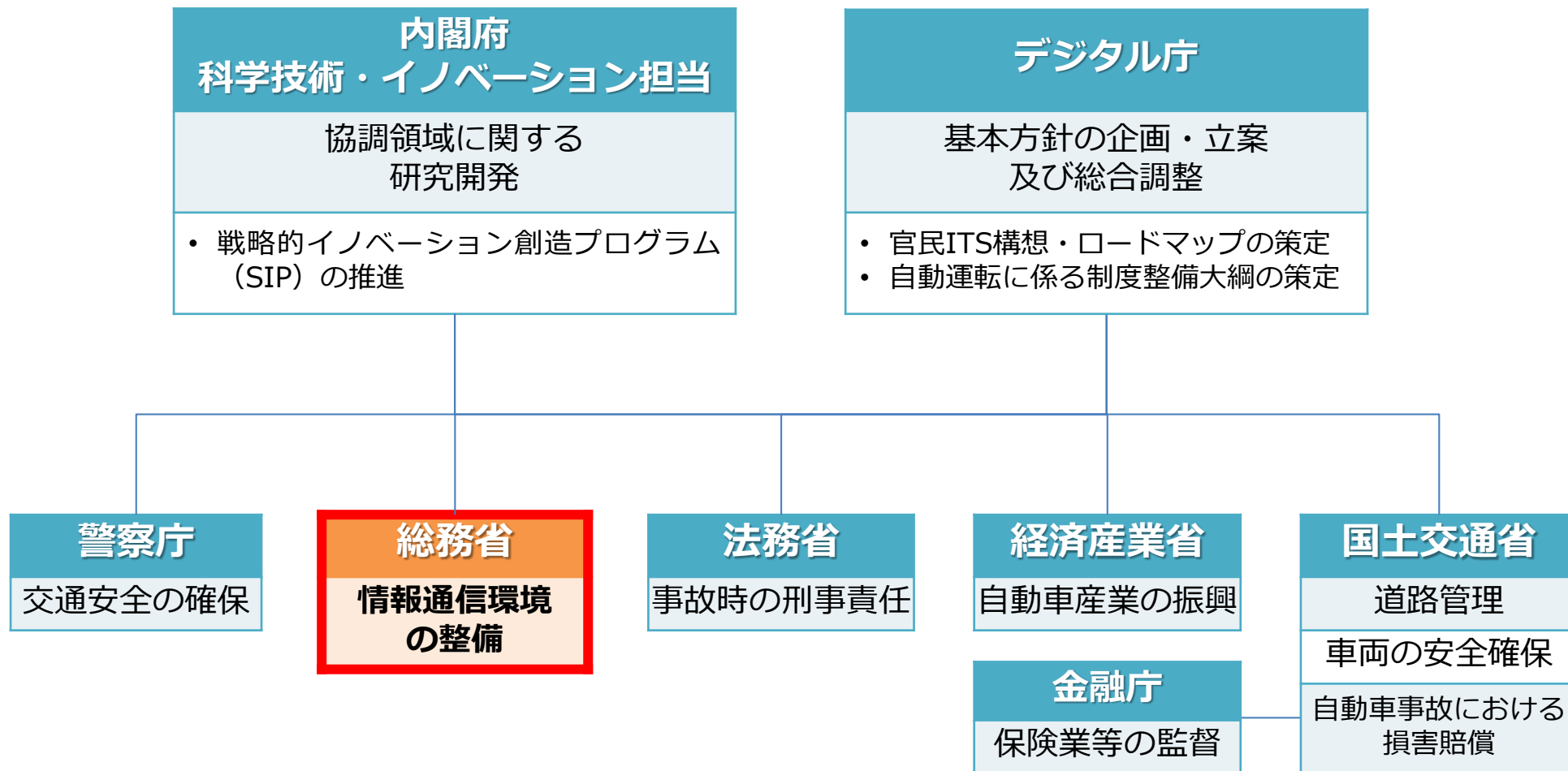
# I. ITS用通信に関する国際動向

## II. 自動運転社会実現に向けた総務省の取組

### III. 5G時代のConnected Car、自動運転の展望



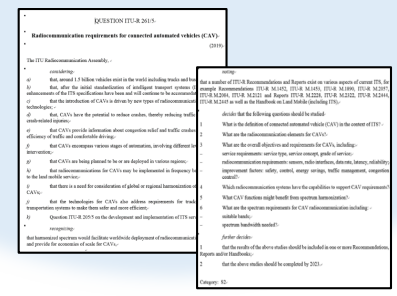
ITSの推進は、各政府戦略において重要課題として位置付けられており、内閣府及びデジタル庁の下、警察庁、総務省、経産省、国交省等が連携して取り組んでいる。



総務省は、関係するステークホルダーとともにITS無線システムの推進に取り組んでいる。

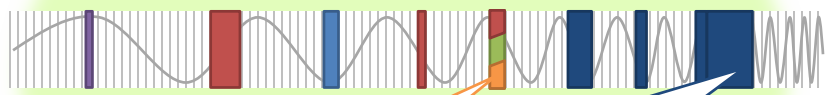
## 国際標準化

ITUなどの国際機関における標準化プロセスへの参画



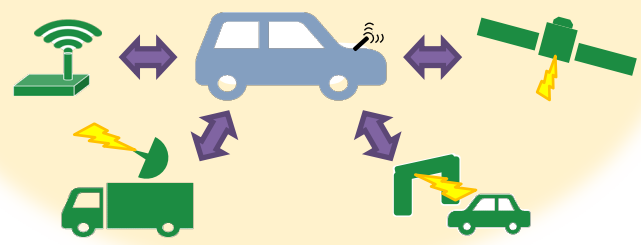
## 制度整備

周波数割当て及び電波の効率的利用の促進



## 研究開発及び実証

新たな無線技術に係る研究・技術調査

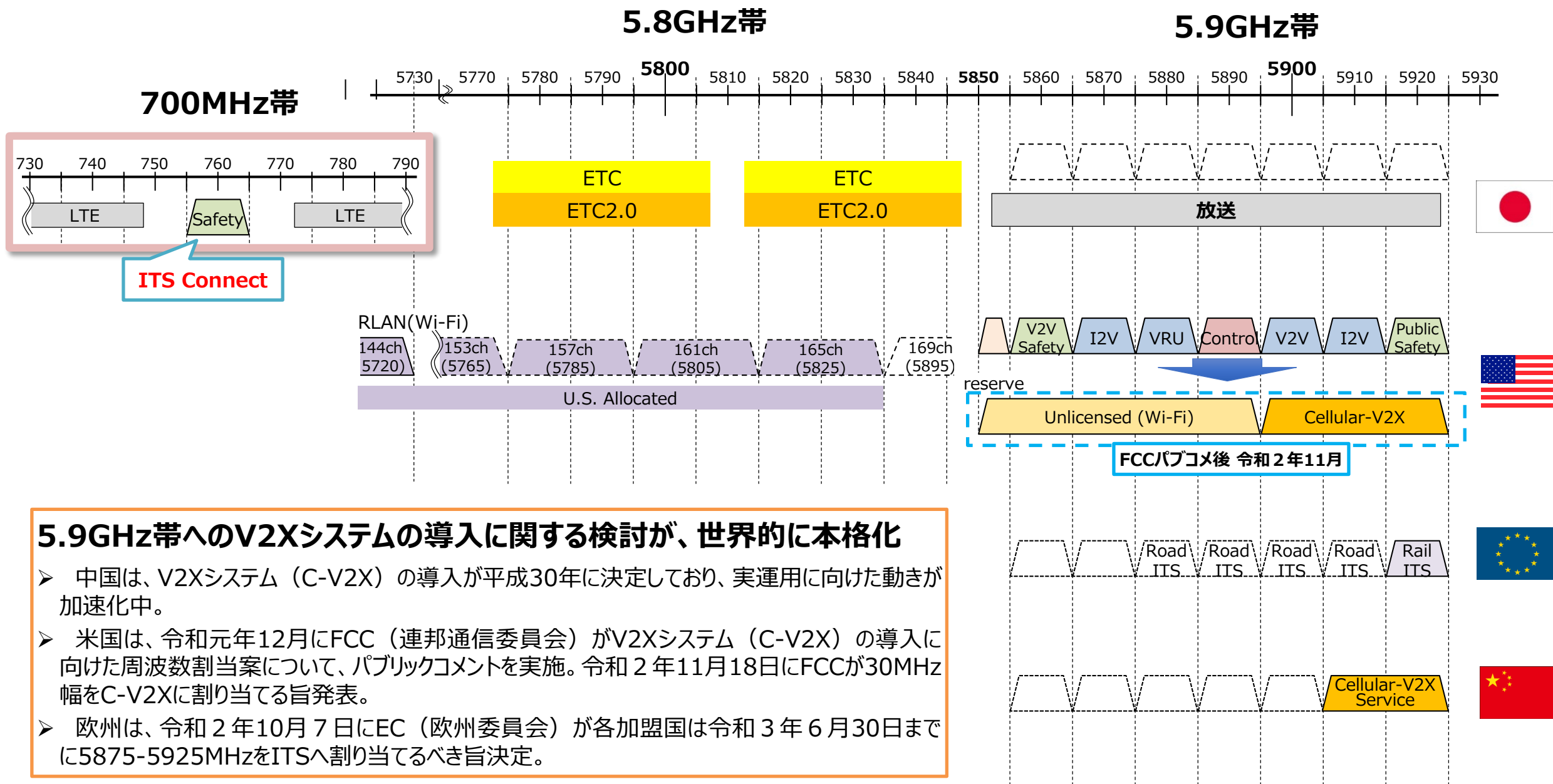


## 国際協調

様々な課題解決に向けた国際的なITSの利用促進







## 5.9GHz帯へのV2Xシステムの導入に関する検討が、世界的に本格化

- 中国は、V2Xシステム (C-V2X) の導入が平成30年に決定しており、実運用に向けた動きが加速化中。
- 米国は、令和元年12月にFCC (連邦通信委員会) がV2Xシステム (C-V2X) の導入に向けた周波数割当案について、パブリックコメントを実施。令和2年11月18日にFCCが30MHz幅をC-V2Xに割り当てる旨発表。
- 欧州は、令和2年10月7日にEC (欧州委員会) が各加盟国は令和3年6月30日までに5875-5925MHzをITSへ割り当てるべき旨決定。

## 令和2年度改定版（令和2年5月13日公表）

### ○第3章 重点的取組 Ⅲ 自動運転社会に向けた取組

自動運転システム（安全運転支援を含む。）の進展・重要性を踏まえ、既存のITS用周波数帯（760MHz帯等）に加えて、国際的に検討が進められている周波数帯（5.9GHz帯）において、同周波数帯の既存無線システムに配慮しながら、V2X用通信を導入する場合に必要な既存無線システムとの周波数共用等の技術的条件について、令和3年度末までに検討を行う。

また、その検討結果を踏まえ、同周波数帯にV2X用通信を導入する場合の周波数共用及び移行・再編など周波数割当て方針について、令和4年度内を目処に結論を得る。

### ○第4章 各周波数区分の再編方針 Ⅶ 5.85～23.6GHz帯 具体的な取組

#### ⑤ 放送事業無線局、固定衛星業務 [5.9GHz 帯]

自動運転システム（安全運転支援を含む。）の進展・重要性を踏まえ、既存のITS用周波数帯（760MHz帯等）に加えて、国際的に検討が進められている周波数帯（5.9GHz帯）において、同周波数帯の既存無線システムに配慮しながら、V2X用通信を導入する場合に必要な既存無線システムとの周波数共用等の技術的条件について、令和3年度末までに検討を行う。

また、その検討結果を踏まえ、同周波数帯へV2X用通信を導入することとなる場合には、既存無線システムの移行等により必要な周波数帯域幅を確保した上で、令和5年度内を目処にV2X用通信への周波数割当てを行う。

## 令和3年度改定版（令和3年11月12日公表）

### ○第4章 各周波数区分の再編方針 Ⅶ 5.85～23.6GHz帯 具体的な取組

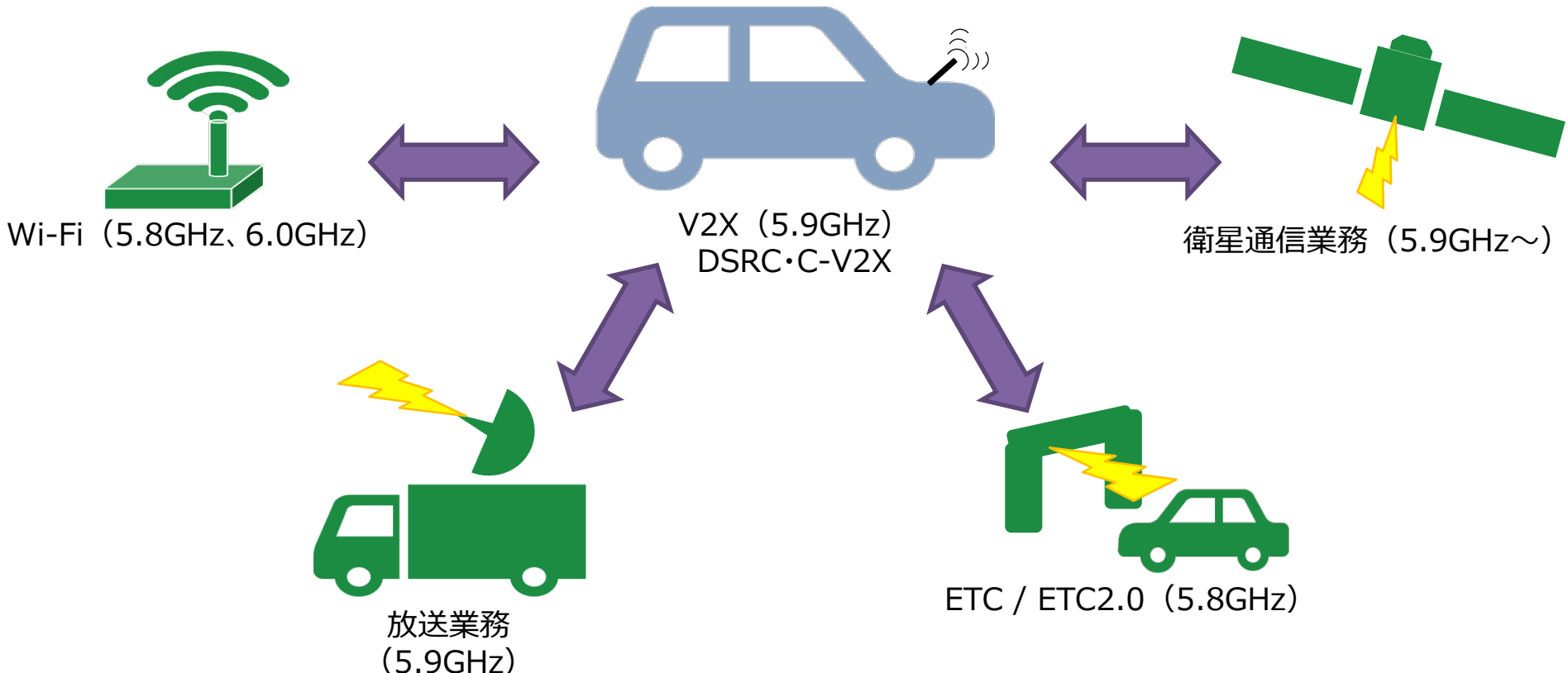
#### ② V2X [5.9GHz 帯]

自動運転システム（安全運転支援を含む。）の進展・重要性を踏まえ、既存のITS用周波数帯（760MHz帯等）に加えて、国際的に検討が進められている周波数帯（5.9GHz帯）において、同周波数帯の既存無線システムに配慮しながら、V2X用通信を導入する場合に必要な既存無線システムとの周波数共用等の技術的条件について、令和3年度末までに検討を行う。

また、その検討結果を踏まえ、同周波数帯へV2X用通信を導入することとなる場合には、既存無線システムの移行等により必要な周波数帯域幅を確保した上で、令和5年度内を目処にV2X用通信への周波数割当てを行う。

- 今後見込まれる通信トラフィックの急激な増大に対応するため、次世代V2Xシステムの導入に必要な技術試験（電波関係）を令和2年度から実施。
- 具体的には、5.9GHz帯に次世代V2Xシステムを導入した場合の同周波数帯及び隣接周波数帯における既存システムに与える電波干渉の影響を検証し、導入に係る技術的条件（電波強度や置局に係る制約、干渉回避技術など）を明確化。

## 既存無線システムとの共用可能性に関する技術的検討を行う。



※cross-ministerial Strategic Innovation promotion Program：内閣府の研究開発事業である戦略的イノベーション創出プログラム

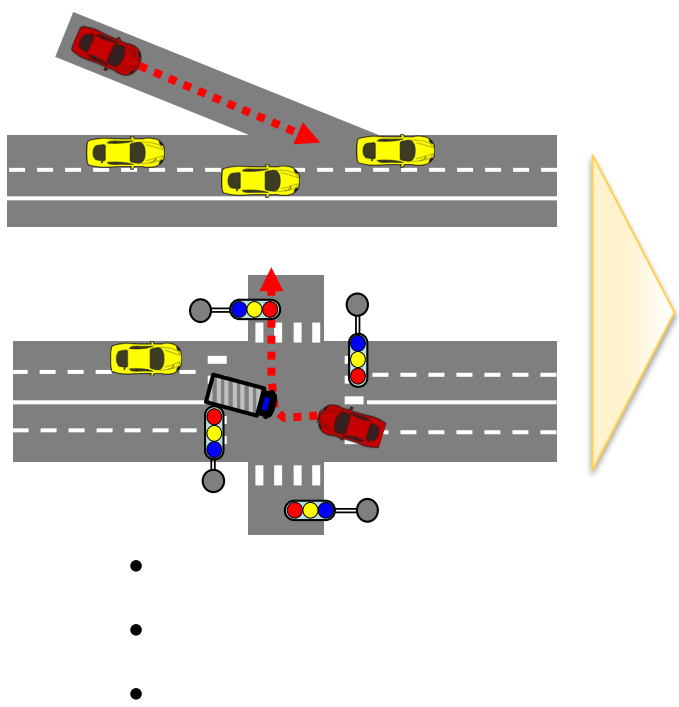
- V2X通信を活用するユースケースについて、令和元年度における検討を経て25ケース策定。
- 令和2年度からは、各ユースケースについて760MHz帯のDSRC及び5.9GHz帯のC-V2Xによる通信に求められる要求条件を技術的に検討し、高度な自動運転社会の実現に必要な情報通信技術ロードマップ（案）を策定する。

## ユースケース例

25ユースケース

本線への合流

右折時



## ロードマップ（案）の例

		20XX 導入期	20XX 展開期	20XX 成熟期
自動運転車普及率				
技術要件	車車 / 路車	路車	路車	
	情報項目 / 情報量	合流地点到達予測時刻	合流地点到達予測時刻	
通信要件		本線平均速度	本線現在車速	
	遅延	XX ミリ秒		
	データ量	XX bps		
	連送	X 回 / 100 ミリ秒		
	パケット到達率	XX %		
	到達距離	XX m		
通信方式	狭域通信	ARIB STD-T75 ARIB STD-T109		
	広域通信	LTE 5G		
	周波数	XX	XX	
	帯域	YY	YY	

→760MHz帯のDSRC及び5.9GHz帯のC-V2Xによる通信に求められる要求条件を整理

→5.9GHz帯へのV2X導入可能性を技術的に評価

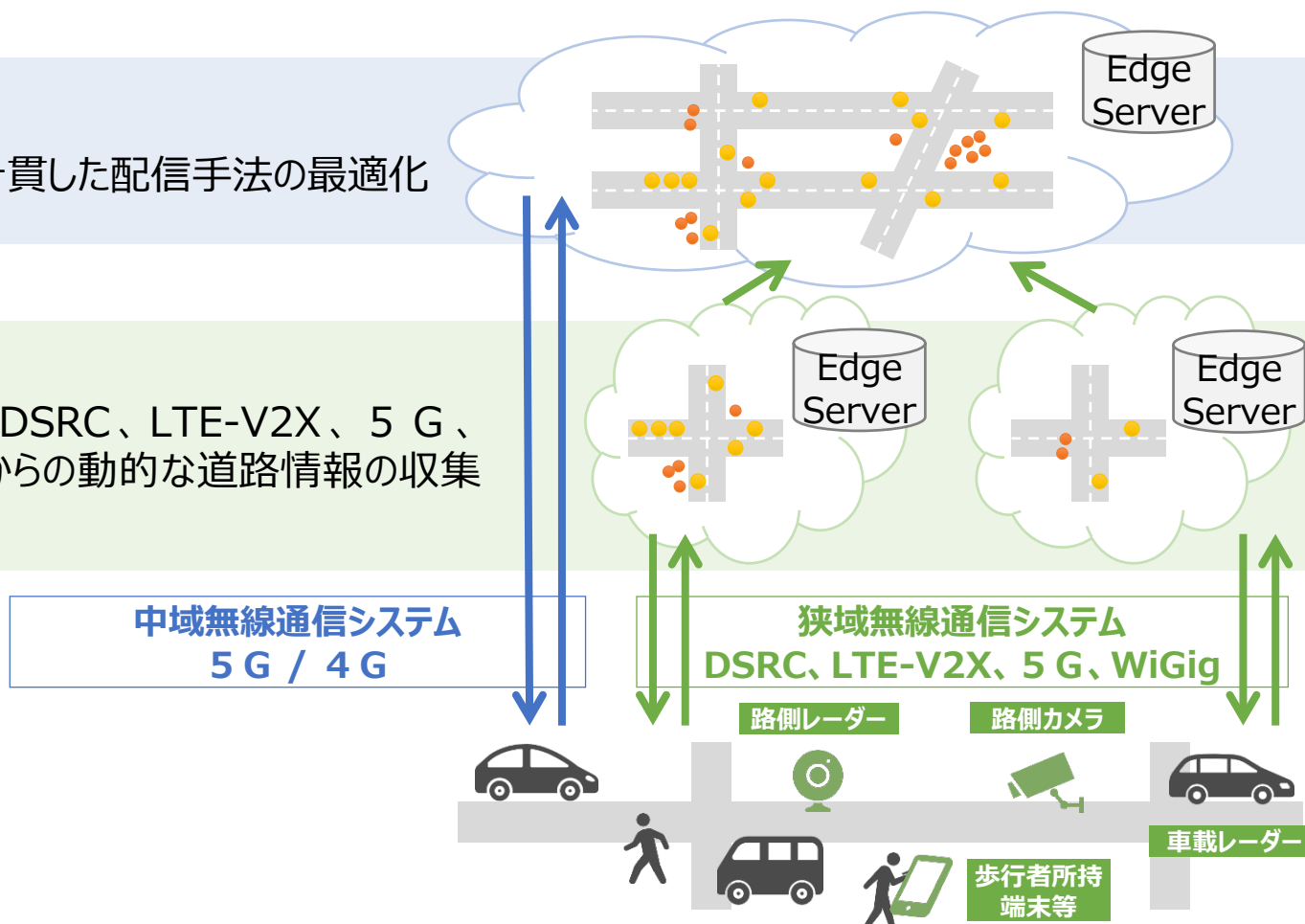
安全で安心な自動運転の実現に向け、外部の動的情報を連続的かつ正しく認知するため、狭域・中域エリアに応じた情報の収集/統合/分析を行い、車両に配信する技術の研究開発を実施。

## 中域エリア

複数の中域エリアに対する一貫した配信手法の最適化

## 狭域エリア

異なる無線通信方式（DSRC、LTE-V2X、5 G、WiGig）を用いるシステムからの動的な道路情報の収集及び統合手法の最適化



複数のソースから生成されたデータをまとめ、状況に応じて分析・最適化を行い、自動運転車に提供する。

## 緊急車両接近通知

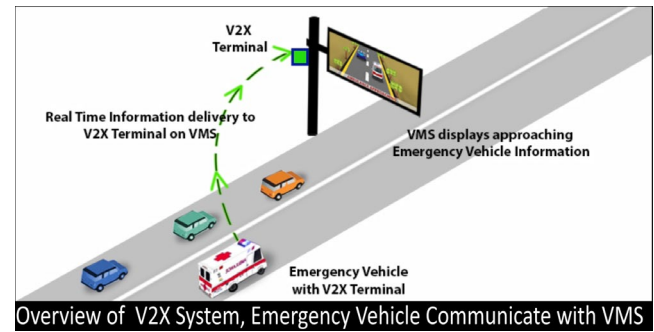
（実証実験@インド、令和2,3年度）

### 目的

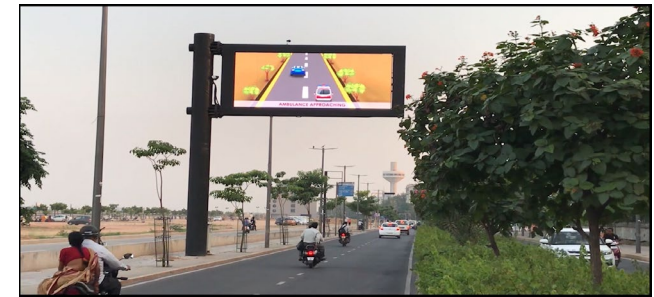
道路混雑が引き起こす緊急車両延着の解消

### 概要

緊急車両が路側機に接近した際に路側機がその旨を道路情報板に表示することで、他車両が迅速に緊急車両に進路を譲ることが可能となり、緊急車両の早期到着が実現される。



緊急車両及び道路情報板向けV2Xシステム



グジャラート州アーメダバード市における実証の様子

## RFIDタグを用いた安全運転支援

（実証実験@フィリピン令和2年度）

### 目的

交差点における四輪車と二輪車の衝突事故の見通し外車両の認知による防止

### 概要

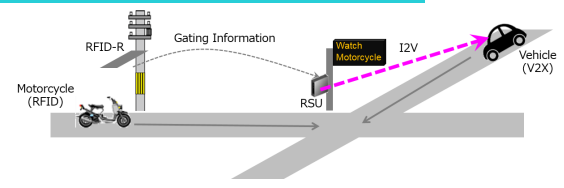
#### パッシブ方式RFIDタグ及びセンサーの利用

路側機が、RFIDタグ又はセンサーを通じて二輪車の位置情報及び速度情報を取得し、これらの情報を四輪車へ通知し、又は道路情報板で表示する。

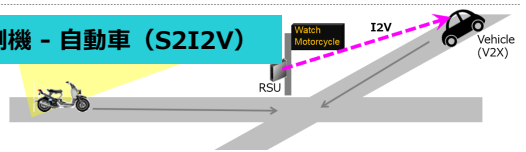
#### アクティブ方式RFIDタグの利用

二輪車付近の四輪車が、二輪車の位置情報及び速度情報を収集し、これらの情報を車車間通信を通じて他の自動車に通知する。

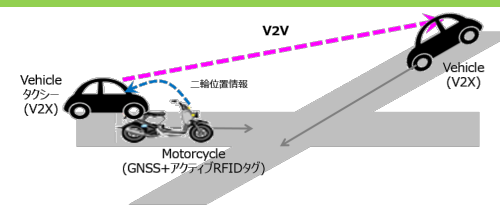
#### RFID読取装置 - 路側機 - 自動車 (M2I2V)



#### センサー - 路側機 - 自動車 (S2I2V)



#### RFID (アクティブ) - 路側機 - 自動車 (M2I2V)





## WRC-19 議題1.12

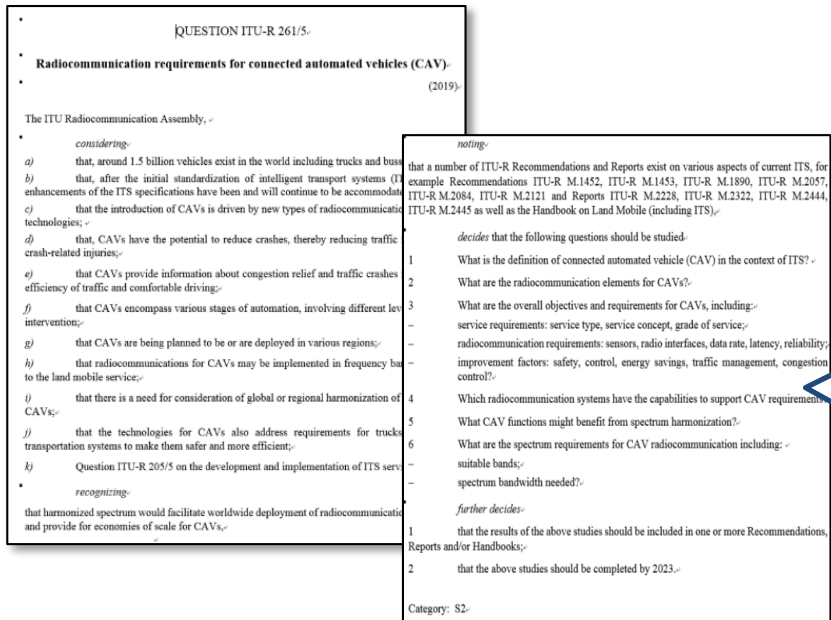
ITU-R 地上業務研究委員会（SG5）において、既存の移動業務に対する周波数割当ての中でITSの発展を促すため、技術的事項の研究を行い、世界的又は地域的な周波数利用の調和について検討するもの。

## WRC-19会合の結果：勧告208

加盟国は、ITSへの周波数割当てを計画する際に、国際的又は地域的に調和する周波数帯の使用を検討することを勧告する勧告208が承認された（調和する周波数帯として、我が国でITSに割り当てられている760MHzと5.8GHzを含む勧告ITU-R M.2121が指定されている。）。

## 研究課題261

WRC-19会合では、SG5の新たな研究課題として、研究課題261「無線技術を活用した自動運転車（Connected Automated Vehicle: CAV）に求められる無線通信」が併せて承認された。WRC-23会合の開催年である令和5年までにCAVに求められる通信要件（周波数帯含む。）の検討を終える予定とされている。



- ### ITU-R SG5 研究課題 261 :
- #### Radiocommunication requirements for connected automated vehicles (CAV)
- 主な検討事項
    - ✓ Connected Automated Vehicleの定義
    - ✓ CAVにおける無線通信要素
    - ✓ CAVに係るサービスや通信の要求条件
    - ✓ 要求条件を満たす無線通信システム
    - ✓ 周波数協調が必要なCAVの機能
    - ✓ 要求条件に応じた適切な周波数帯域及び帯域幅
  - 2023年までに検討を完了する

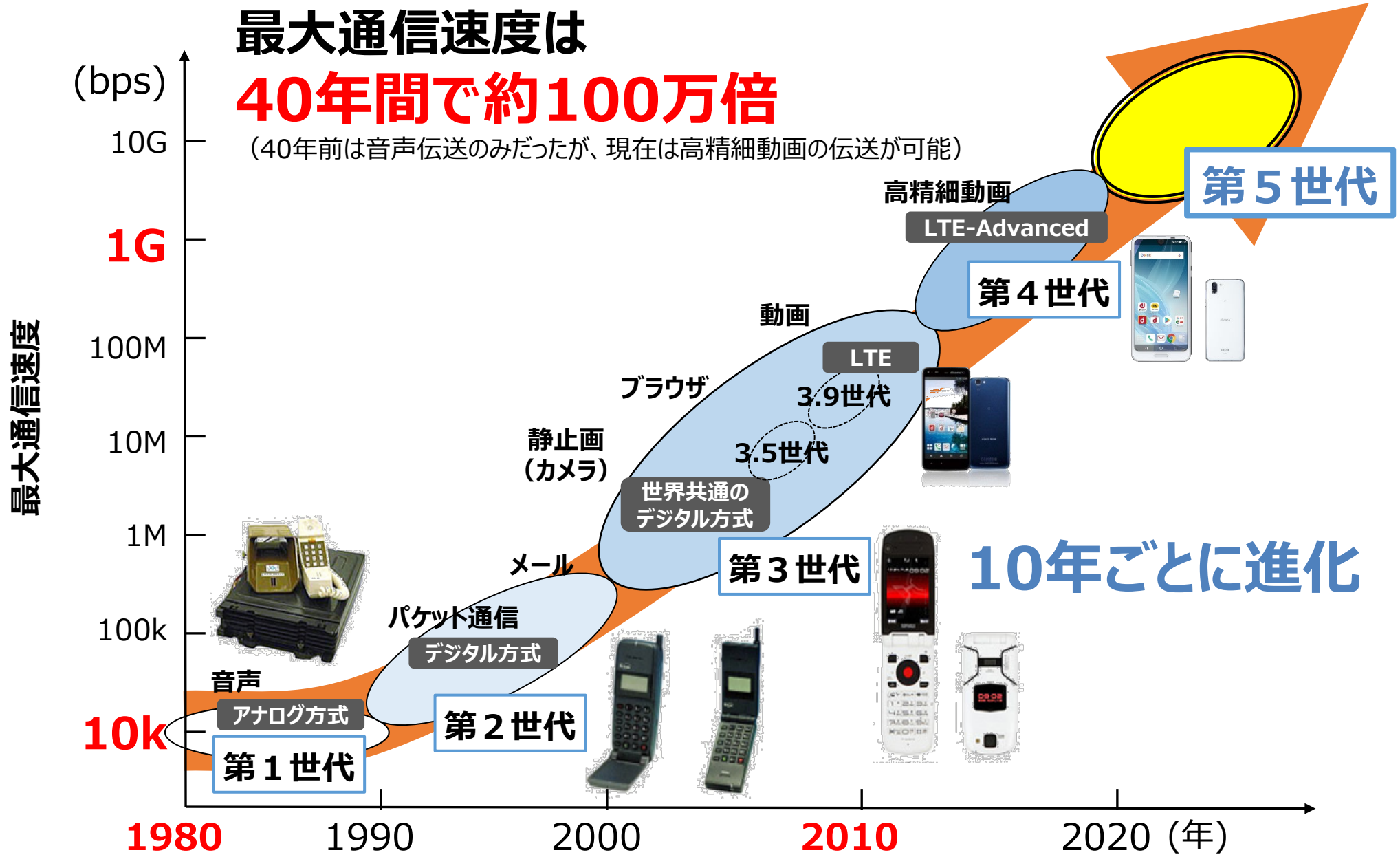
**I. ITS用通信に関する国際動向**

**II. 自動運転社会実現に向けた総務省の取組**

**III. 5G時代のConnected Car、自動運転の展望**



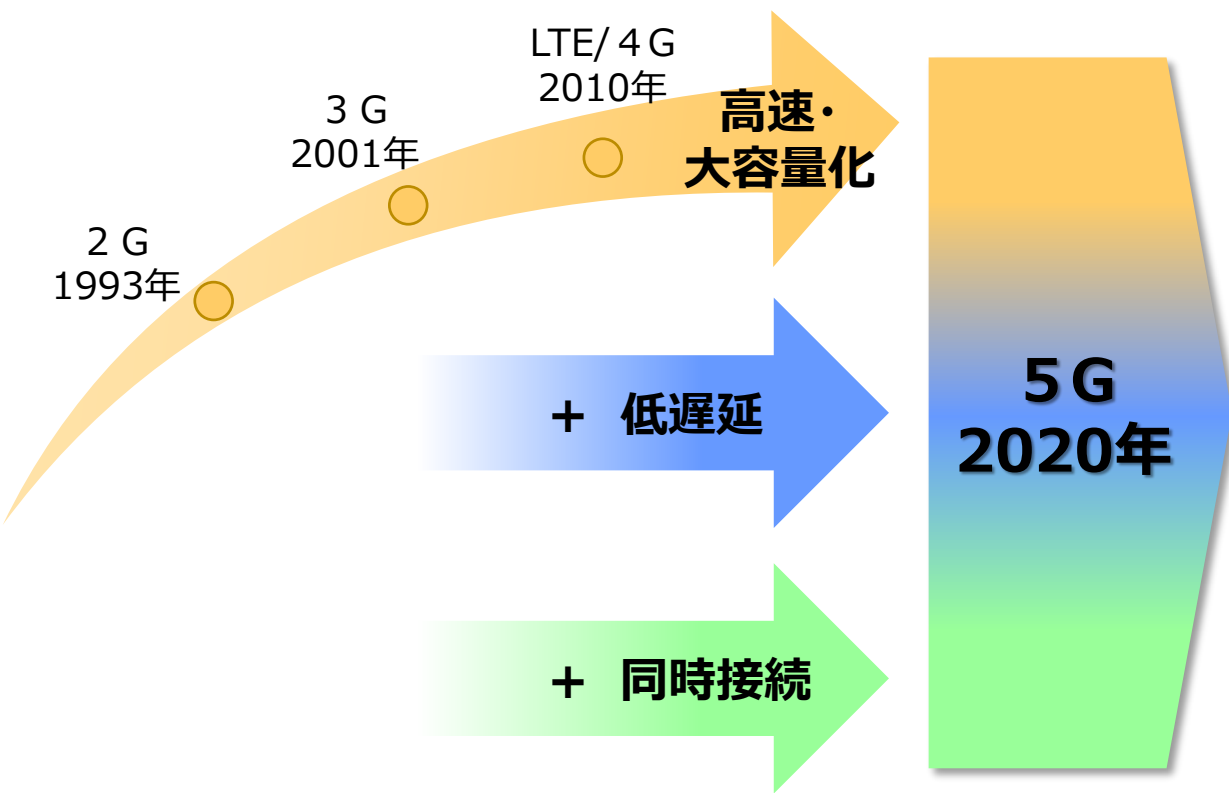




■ <5Gの主要性能>

超高速	➔	最高伝送速度 10Gbps
超低遅延		1ミリ秒程度の遅延
多数同時接続		100万台/km <sup>2</sup> の接続機器数

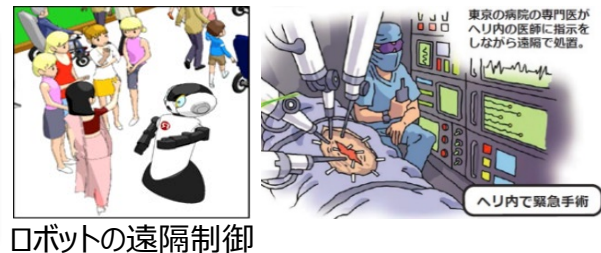
## 5Gは、AI/IoT時代のICT基盤



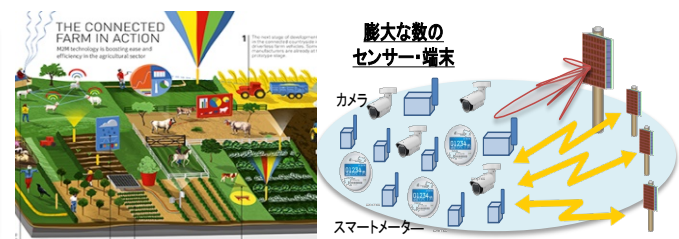
超高速



超低遅延



多数同時接続

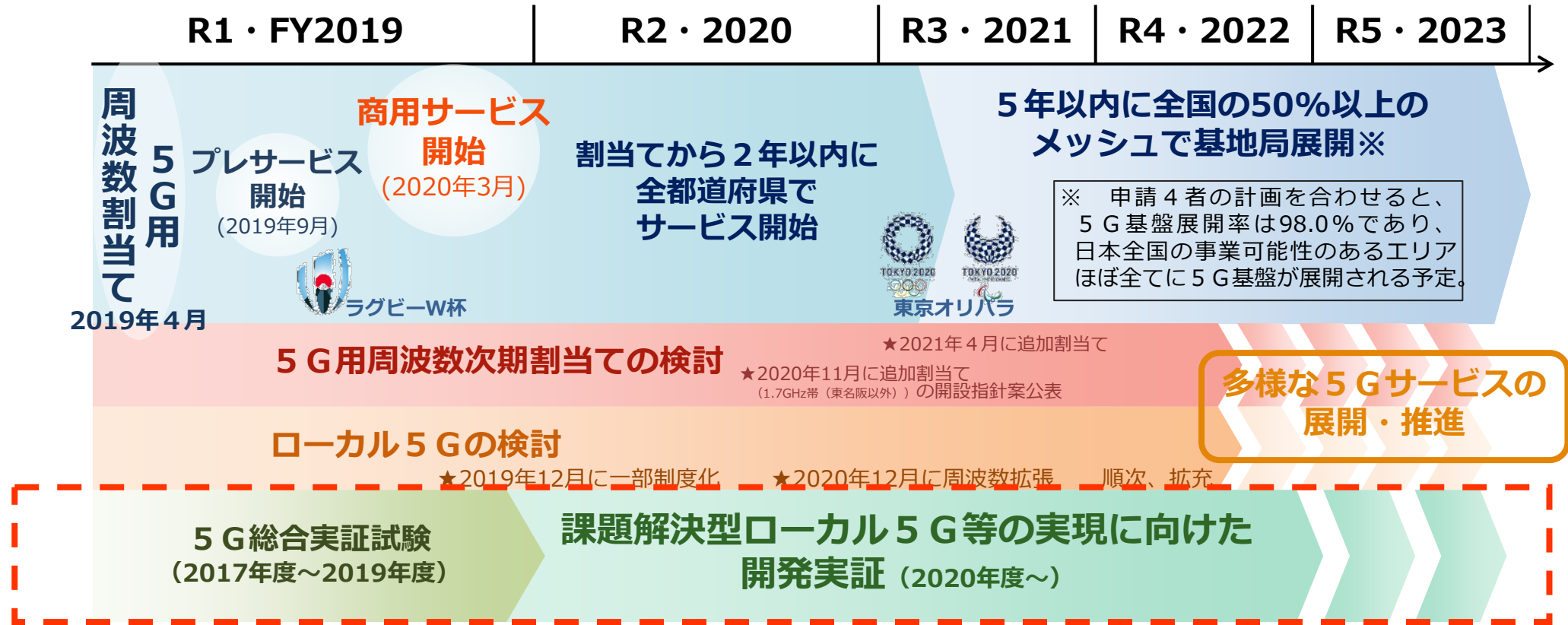


社会的なインパクト大



- 周波数割当て・ローカル5 Gの制度化**  
 平成30年4月に、5 G用周波数割当てを実施。同年12月にローカル5 Gを一部周波数で制度化。令和2年12月に、ローカル5 G用周波数を拡大。令和3年4月には5 G用周波数を追加割当て(※)。
- 5 Gの普及展開・高度化に向けた研究開発、開発実証の実施**  
 5 Gの高度化に向けた研究開発や課題解決型ローカル5 G等の実現に向けた開発実証を実施。
- 国際連携・国際標準化の推進**  
 主要国と連携しながら、5 G技術の国際的な標準化活動や周波数検討を実施。

※1.7GHz帯（東名阪以外）の帯域





- 物流分野においては、トラック運転者不足の問題が顕在化。
- 一方でeコマース(電子商取引)の発展等により更なる物流需要の増大が見込まれることから、**物流の担い手不足への対応は喫緊の課題。**

⇒ **トラック隊列走行の早期実現が求められている。**

- 後続車両の安全確認には、先頭車両に対して後続車のカメラ映像の配信が必要。
- 効率的な運搬には車間距離の削減が必要なため、先頭車両と連動した後続車両の操作が必要。

**超高速・超低遅延での車車間通信が必要**

➡ **5 G による車車間通信**

トラック隊列走行の実証実験を新東名高速道路において実施（令和2年2月）。



先頭車両の運転席には、2台目以降のカメラ映像が5 Gで低遅延伝送されて表示される。

**トラック隊列走行の実現により、一層安全かつ効率のよい運搬が可能**

- 地域や産業の個別のニーズに応じて、地域の企業や自治体等の様々な主体が柔軟に構築可能。
- 通信事業者のエリア展開がすぐに進まない地域でも 5 G システムを構築・利用可能。
- 他の場所の通信障害や災害、ネットワークの輻輳などの影響を受けにくい。

## ローカル 5 G 活用事例

港湾管理者が導入  
ターミナル遠隔監視



医療機関が導入  
遠隔診療



CATVで導入  
4 K・8 K 動画



ゼネコンが建設現場で導入  
建機遠隔制御



事業主が工場へ導入  
スマートファクトリ



自治体による  
テレワーク環境の整備



自治体等が導入  
河川等の監視



センサー、4K/8K

農家が農業を高度化する  
自動農場管理



令和2年度から、ローカル5 Gによる様々な課題解決や新たな価値の創造等の実現に向け、現実の利活用場面を想定した開発実証を実施。

## 令和3年度実証案件

分野	採択件数	実証例
インフラ	7件	ローカル5 Gを活用した操船支援情報の提供及び映像監視による港湾内安全管理の取組
工場	4件	中小企業における地域共有型ローカル5 GシステムによるAI異常検知等の実証
防災・減災	3件	道路における災害時の被災状況確認の迅速化及び平常時の管理・運営の高度化に向けた実証
農業	3件	新型コロナからの経済復興に向けたローカル5 Gを活用したイチゴ栽培の智能化・自動化の実現
スマートシティ	2件	スマートシティにおける移動体搭載カメラ・AI画像認識による見守りの高度化
スポーツ	2件	スタジアムにおけるローカル5 G技術を活用した自由視点映像サービス等新たなビジネスの社会実装
その他、建設、林業、観光・文化、交通及び医療・ヘルスケア分野で各1件		



<p><b>実証地域</b></p>	<p>群馬県前橋市</p>	<p><b>実施コンソーシアム</b></p>	<p>（一社）ICTまちづくり共通プラットフォーム推進機構、前橋市、群馬大学、日本電気(株)、(株)NTTドコモ</p>
<p><b>地域課題等</b></p>	<p>住民への移動手段の確保やドライバーへの負担軽減に向けた自動運転技術における遠隔監視・操縦管制の仕組みの実現</p>		
<p><b>実施概要</b></p>	<p>課題実証：自動運転車両に搭載したカメラ及び路側カメラで撮影された映像を用いた自動運転の継続の可否の判断支援、遠隔監視センターからの自動運転車両の遠隔監視・操縦管制に関する実証                  技術実証：路上における電波伝搬特性評価を実施するとともに、公道におけるキャリア5Gを活用した実用性の検証及び遠隔監視・操作・路車間協調通信のローカル5G環境下での性能評価を実施</p>		



自動運転バス



**【遠隔監視・操作】**  
 試験路施設をローカル5Gエリア化、フルHDモニターにより目視（高速・大容量）

キャリア5G基地局



**【路車間通信】**  
 エッジコンピューティング等も利用し、道路側のセンサー情報（死角情報把握含む。）と自動運転車両の連携実証（大容量・低遅延）

**ローカル5Gとキャリア5Gの将来的な連携による自動運転の実現に向け、試験路実証の実施及び前橋市内公道における市民を乗せた自動運転バス実証（通常運行の緑ナンバーバス）を実施する。**





令和2年度

地域課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証

モビリティ・インフラ

### 5G

- **高速大容量・超低遅延・多数同時接続**が特長の5G展開がスタート
- 従来より高い周波数帯を使うため、**より稠密な基地局設置が必要**
- 設置に当たり、各社は**設置場所管理者と個別調整を実施**

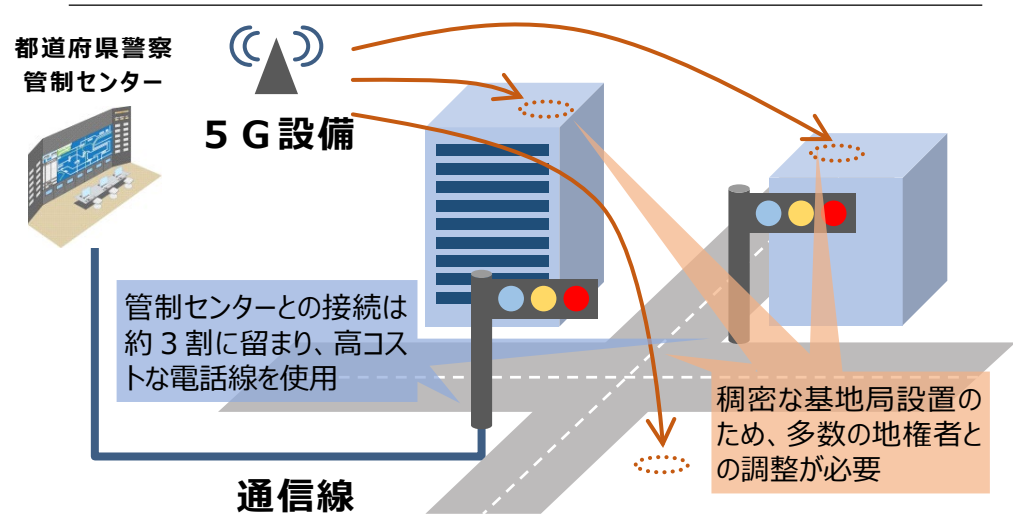
### 交通信号機

- 都道府県警察が整備、運用、管理する**約21万基の信号機**のうち、**集中制御が可能な交通信号機は3割程度**
- 5Gを利用した**交通信号機の集中制御エリアの拡大**、**自動運転社会を見据えた、より安全で円滑な交通実現への期待**

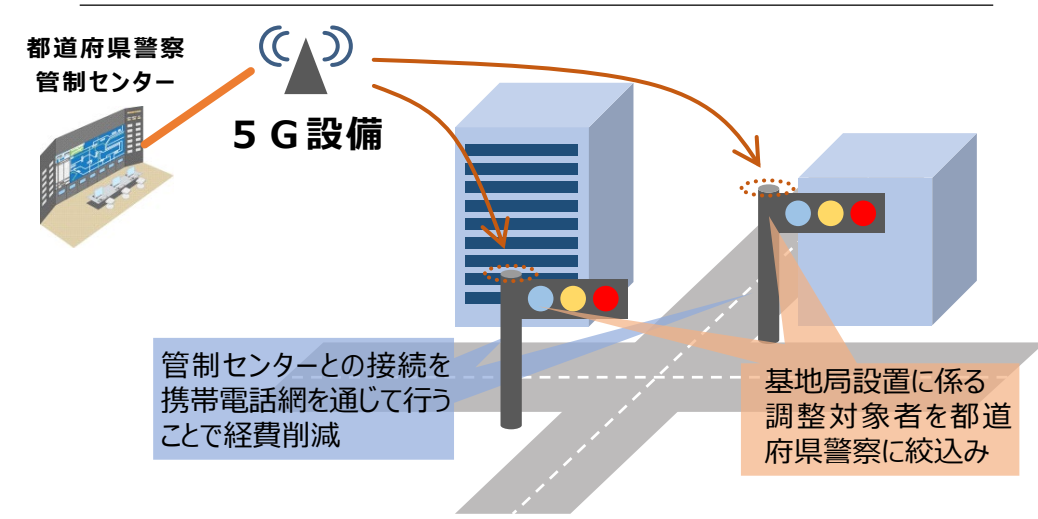
## 交通信号機を活用した5Gネットワークの構築

- 交差点周辺の5Gエリア化による**インフラ展開の加速**
- 基地局設置場所確保に際しての**調整が容易に**
- **5Gの特長を活かしたセキュアで遅延の少ない信号機集中制御化の実現**
- **信号機制御にかかる費用の削減**

現状

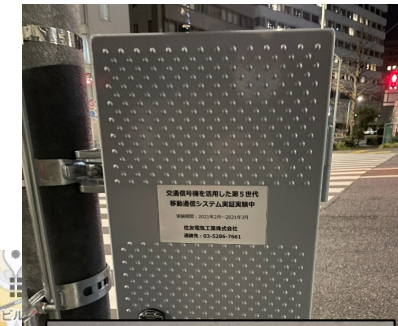
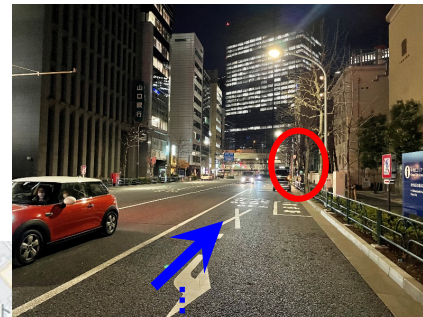


将来像

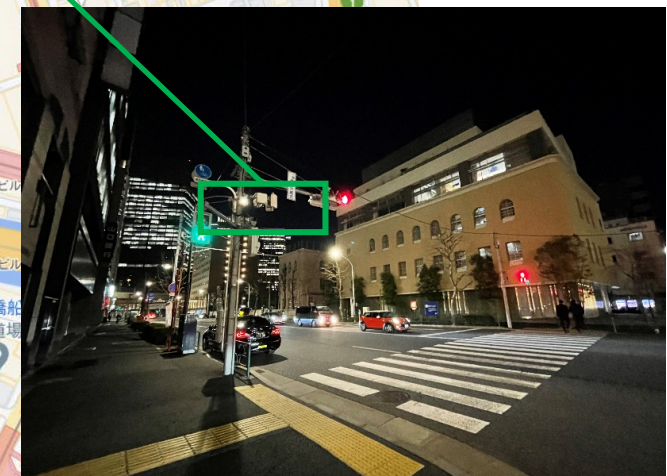
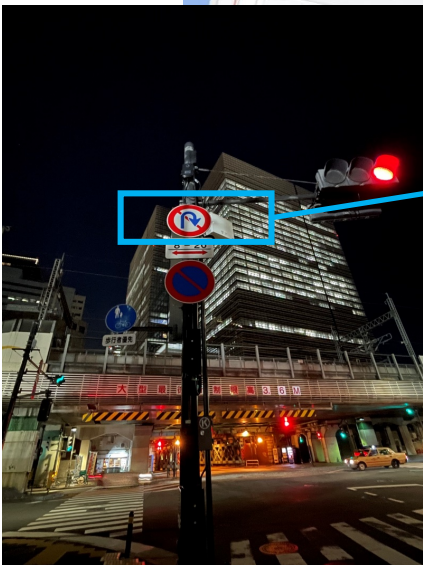




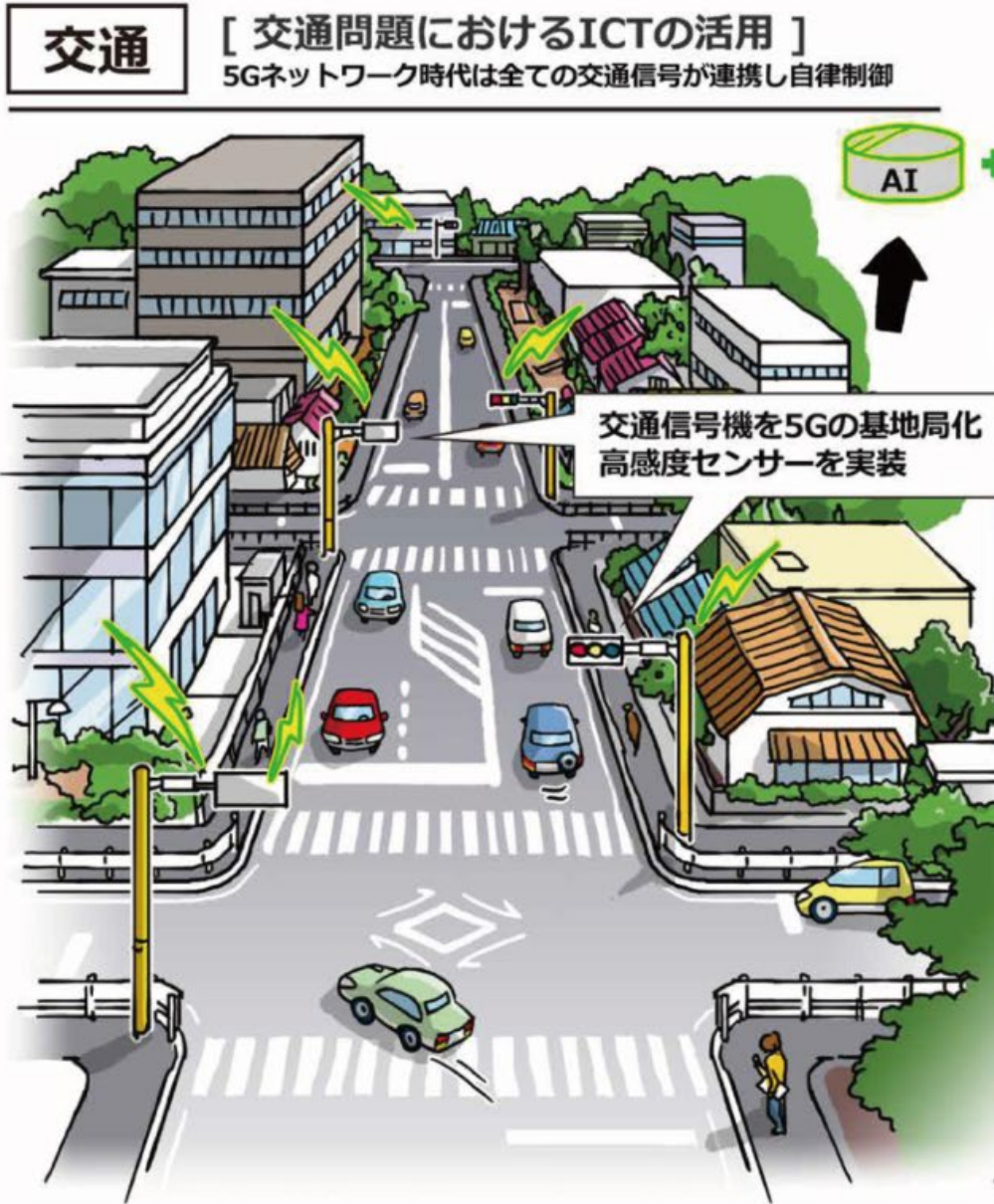
# 【参考】信号機に設置された5G機器の現地写真（東京都）



交通信号機を活用した第5世代  
移動通信システム実証実験中  
実験期間：2021年2月～2021年3月  
住友電気工業株式会社  
連絡先：03-5286-7661







**各種センサー情報** + **交通量リアルタイム解析**

各種センサー情報を収集し  
道路交通管理や事故防止などに  
活用する

交通状況把握による  
動的・自律的な信号制御を行う



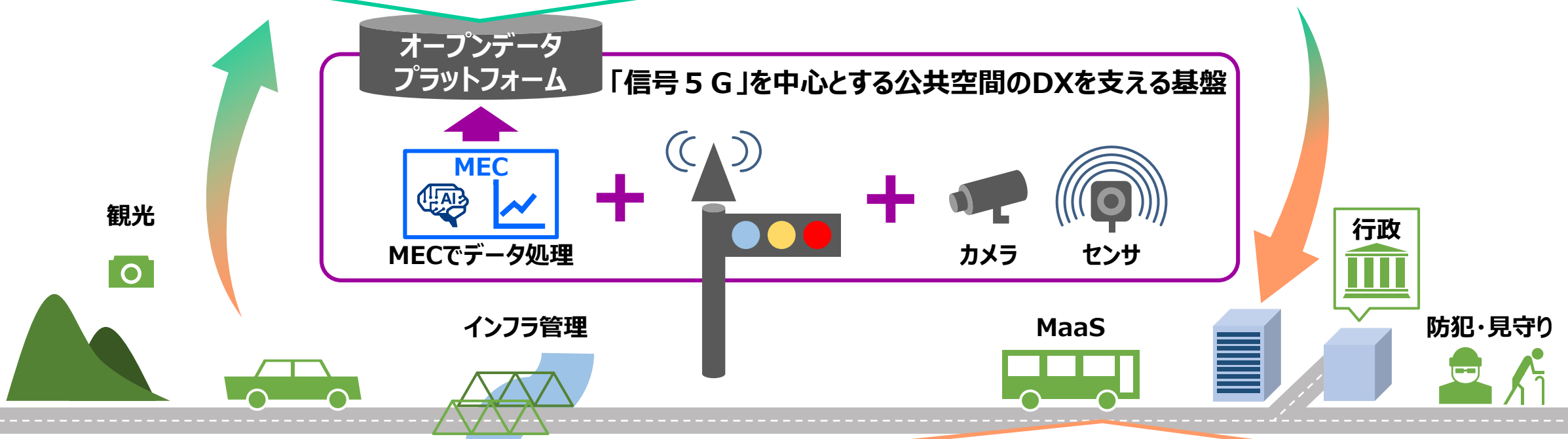
**渋滞のないprogressive信号制御**



- 「信号 5 G」 にカメラやセンサなども加えることで、5 Gエリアの拡大に加えて公共空間のDXが加速。
- 得られるデータをAI解析して活用することにより、交通以外の様々な分野への波及が期待。

## サイバー空間

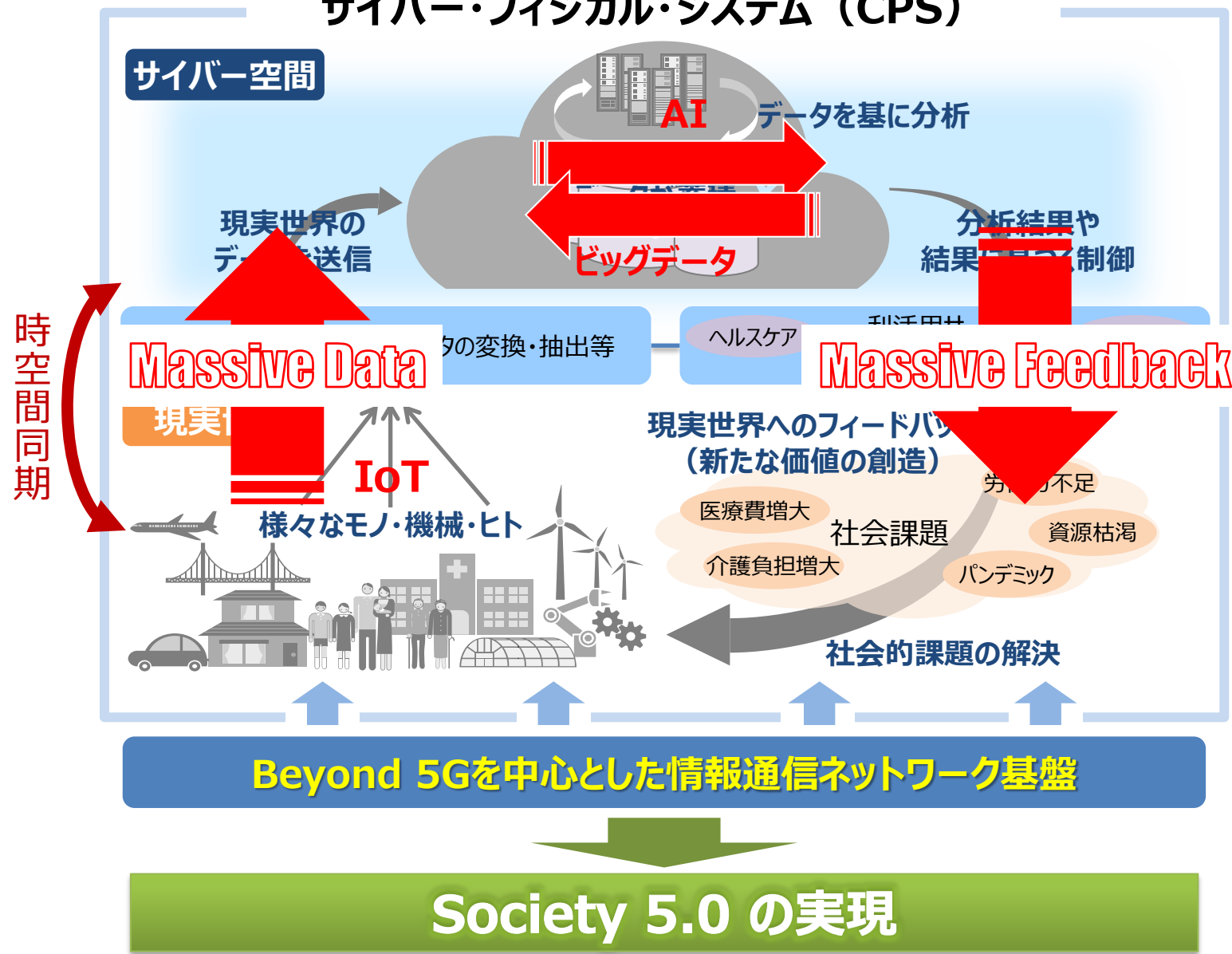
収集したデータをAIにより解析、オープン化し、公共性の高いデータをプラットフォームとして保持、提供。



5 Gネットワークを通じてデータを収集。オープンデータプラットフォームから得られるデータを様々な分野に還元、活用。

## フィジカル空間

## サイバー空間と現実世界（フィジカル空間）が一体化する サイバー・フィジカル・システム（CPS）



## 2030年代の社会像

強靱で活力のある社会

*Inclusive*  
包摂性

あらゆる場所で、都市と地方、  
国境、年齢、障害の有無といった  
様々な壁・差違を取り除き、  
誰もが活躍できる社会

*Sustainable*  
持続可能性

社会的なロスがない、便利で持続  
的に成長する社会

*Dependable*  
高信頼性

不測の事態が発生しても、安心・安全  
が確保され、信頼の絆が揺るがない人  
間中心の社会

御清聴ありがとうございました。

