

自動運転に対応した道路空間に関する検討会  
(第2回)



# 安全運転支援技術における“通信の可能性”

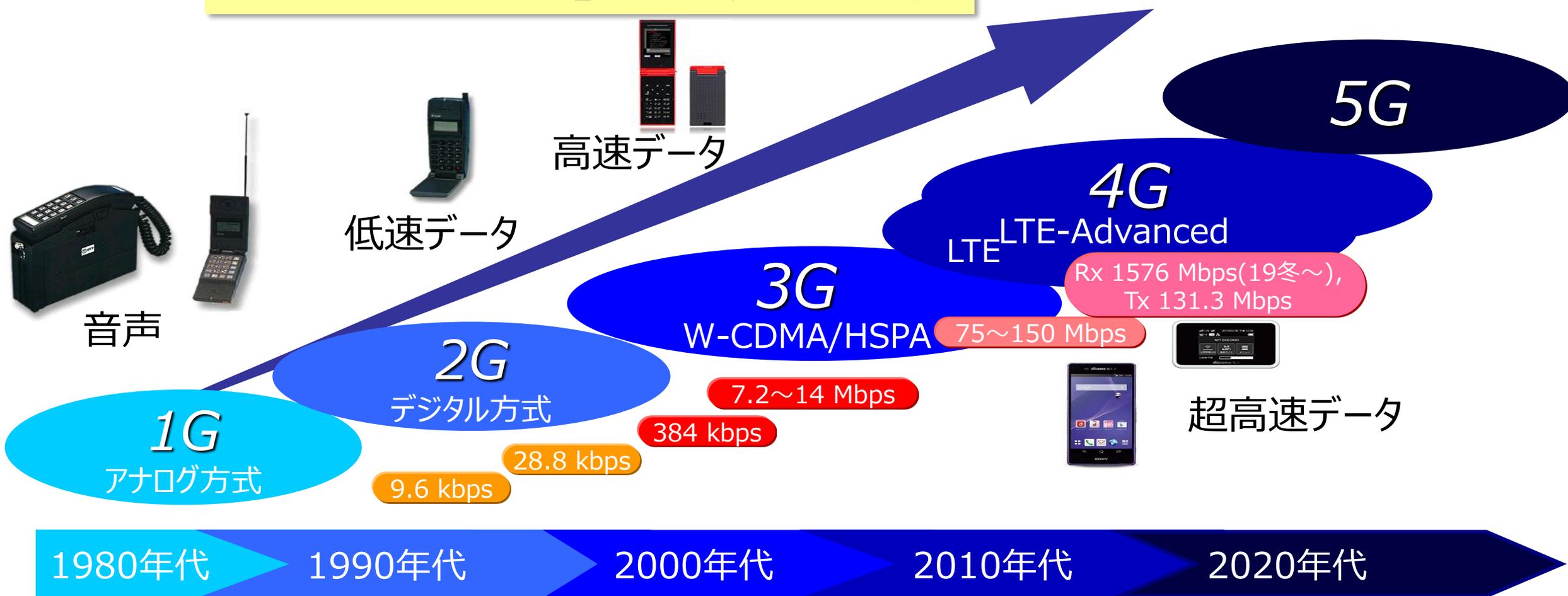
2019年8月28日  
株式会社NTTドコモ

- 5Gの未来とリアル
- 2025年頃の活用イメージ
- その他のセルラー関連技術 (<2025)

# 5Gの未来とリアル

# 移動通信システムの進化

「高速・大容量」へと着実に進化



概ね10年毎に大きな進化を果たす

## 1. 増加するパケットトラフィックへの対応

超高トラフィックエリアにおいても十分な設備容量を確保

## 2. 5Gの特徴を活かし業界とのコラボレーションによる新産業の創出

企業や地方自治体等とのコラボレーションにより産業の最適化・新たな産業創出と、社会的課題の解決・地方創生に貢献



# 5Gがめざす世界

高精細・大容量映像配信

高速・大容量

ピークレート: 20Gbps\*



4K/8Kストリーミング

スタジアムソリューション

スマートシティ・スマートホーム

AR/VR

自動運転支援

遠隔医療

農業ICT

高信頼・低遅延

無線区間の伝送遅延: 1ms以下\*

多数の端末との接続

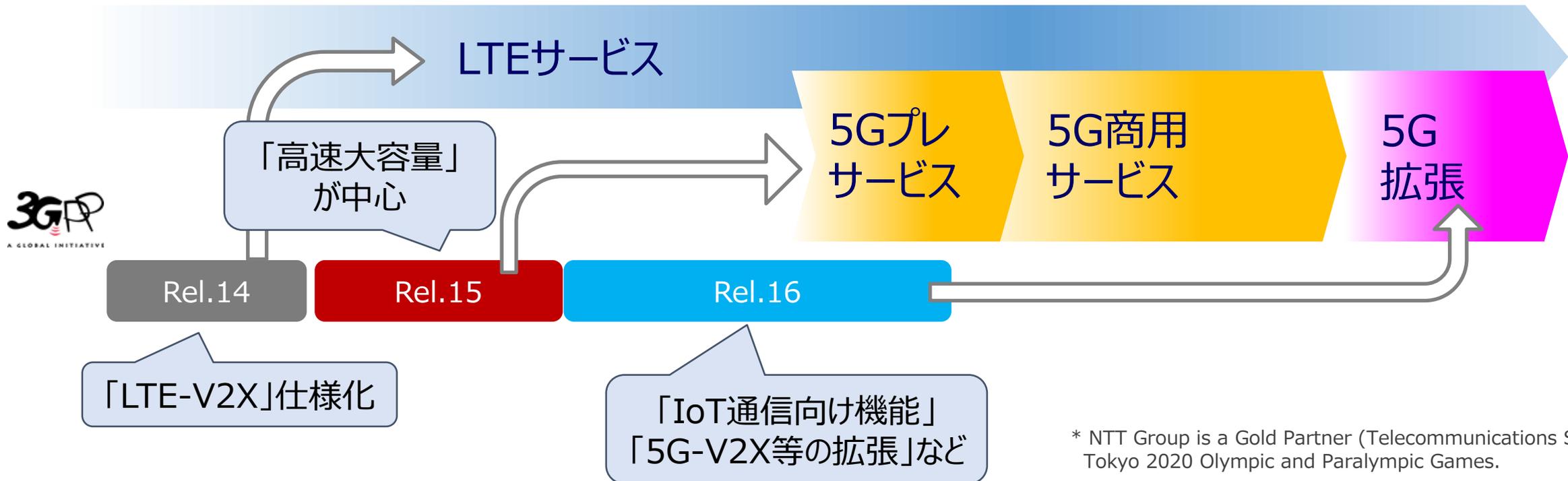
同時接続数:  $10^6$  デバイス/km<sup>2</sup> \*

リアルタイム伝送

IoTへの対応

# ドコモの5G導入スケジュール

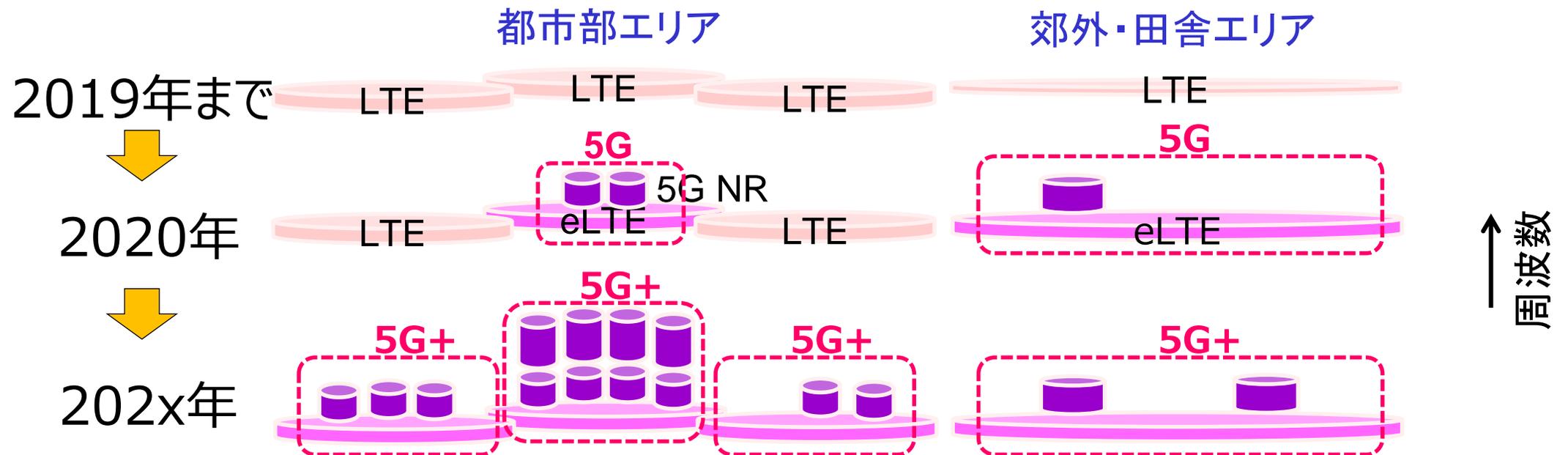
2019年9月：『プレサービス』実施  
2020年春：『商用サービス』開始



\* NTT Group is a Gold Partner (Telecommunications Services) of Tokyo 2020 Olympic and Paralympic Games.

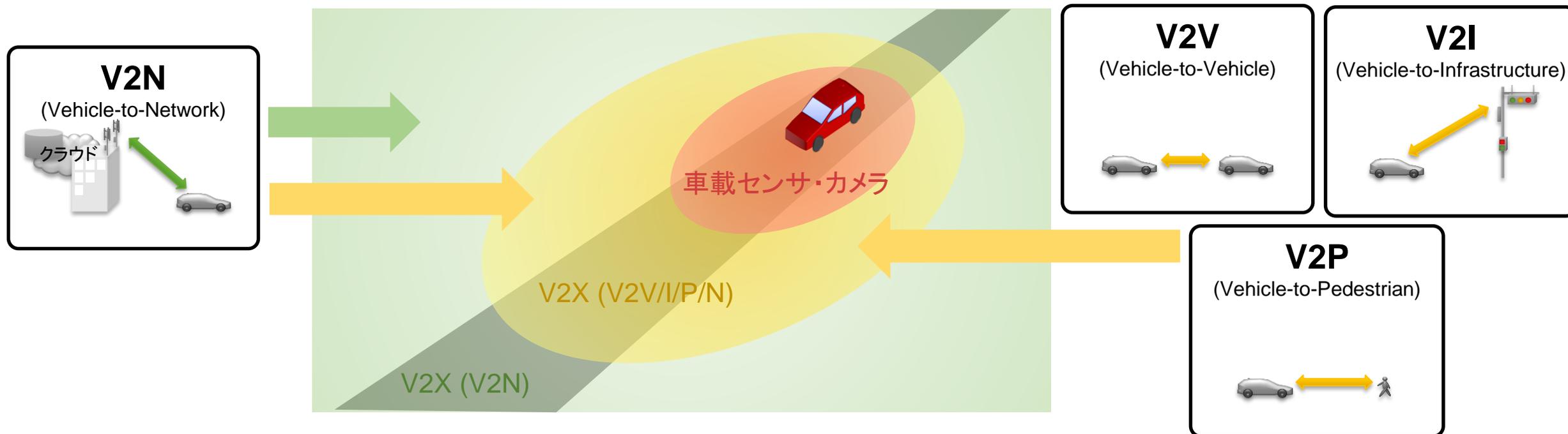
# 5Gの展開イメージ

- ① 2020年、高速・大容量化を最も必要とするエリアから5G導入
  - 5Gの新たなセルを、高度化したLTE（eLTE）のセルにオーバーレイして導入
  - 5G NRとeLTEは密に連携して運用
  - オリンピック・パラリンピックの施設付近でも導入
  - 地方創生に貢献するため、郊外・田舎での導入も考慮
- ② その後、5Gのエリアを郊外、田舎まで拡大。都市部では、さらに高い周波数でかつ広い帯域幅を有する周波数帯（ミリ波）を活用してさらに高速・大容量化。5Gをさらに拡張した技術（5G+）を導入



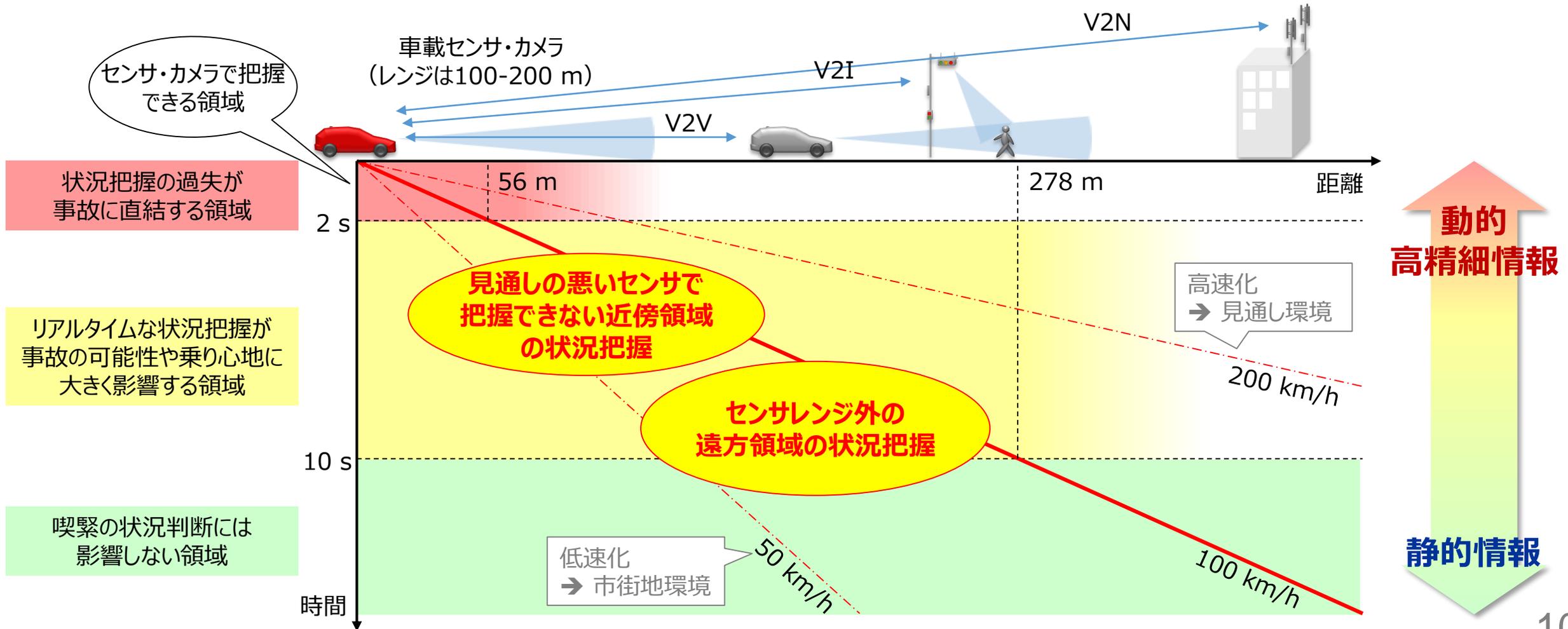
# セルラーV2X

- LTEまたは5Gを用いたV2X。Rel.14（2016年）でLTE-V2Xは仕様化済
- 基地局経由通信と直接通信双方をサポート
- 広域の情報は携帯基地局との通信がカバー（V2N）
- 近傍の情報は車載センサによるセンシングでとらえられない領域が主なターゲット（V2X）



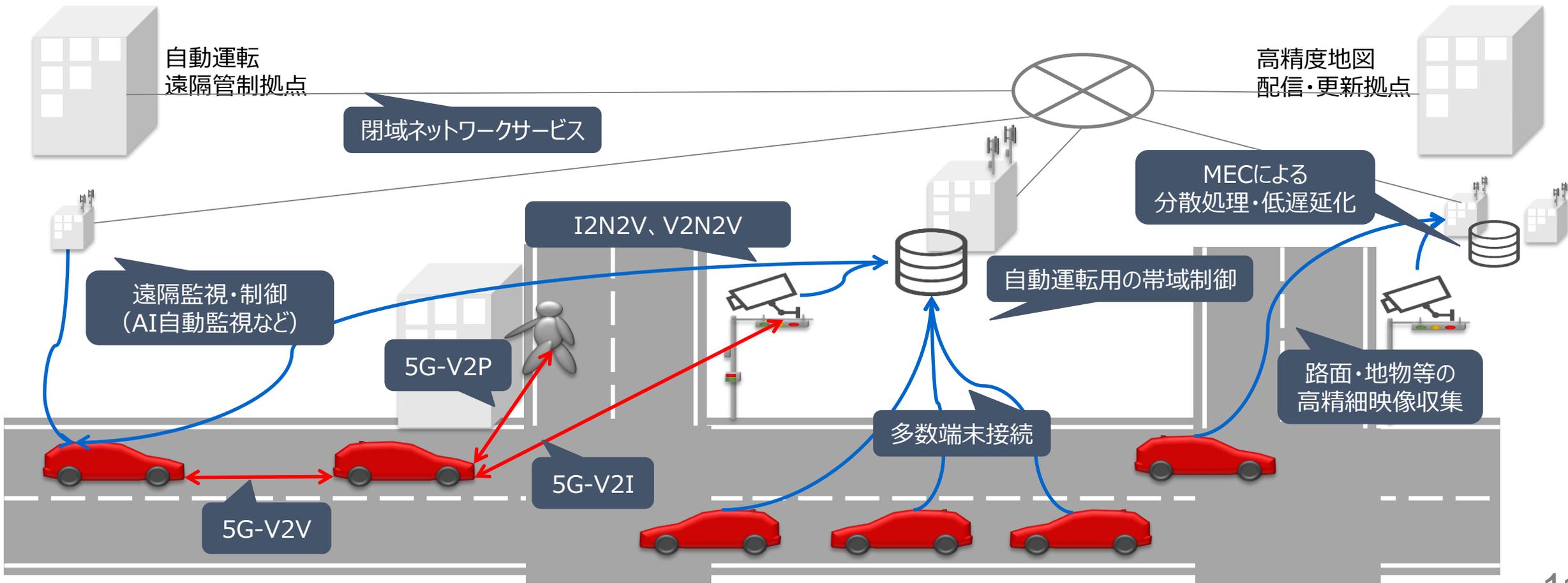
# セルラーV2Xのカバレッジ

- 車載センサ・カメラで把握できない近傍領域
  - レンジ外の遠方領域の把握
- などでセルラーV2Xが有効利用できる可能性がある



# 5Gの将来の可能性

- 現状の高度ITSシステムや自動運転の取組みに加え、  
将来のフルスペック5G環境下においては、自動運転・安全運転支援に関しても、  
車両による自律走行を支援する形でさまざまな事に貢献できる可能性がある  
※技術開発・国際標準化・実NWへの実装それぞれにおいて、すべてが実現される事を保証するものではありません

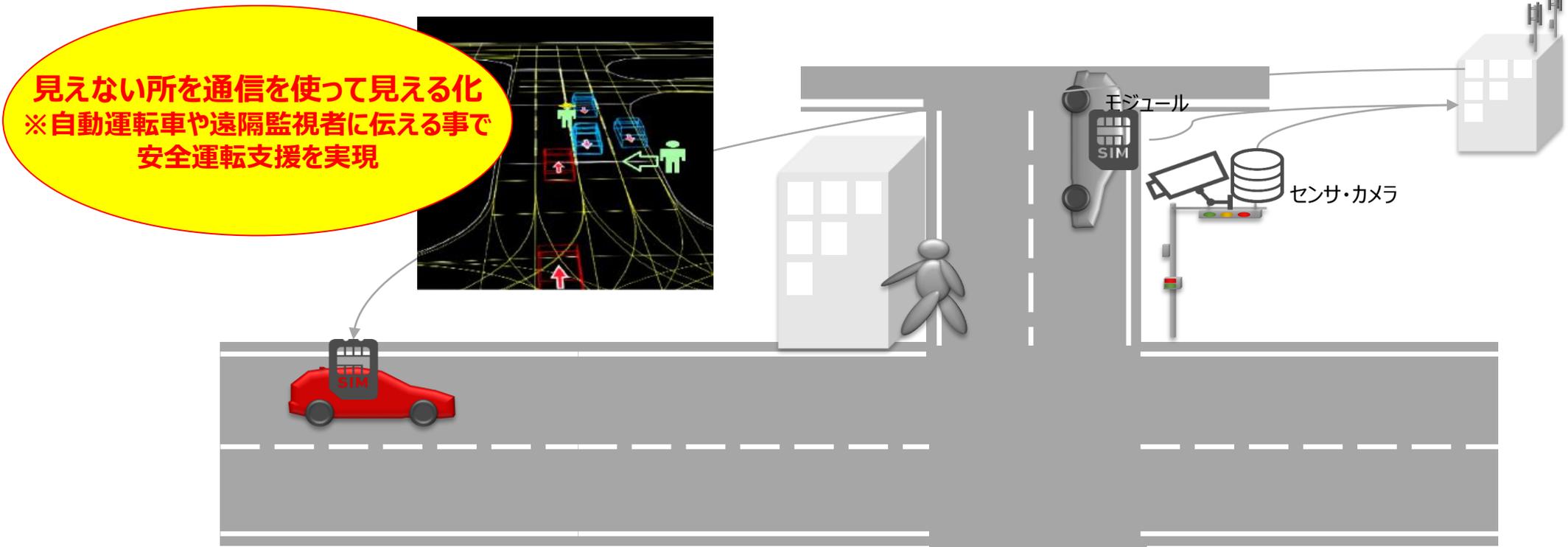


# 2025年頃の活用イメージ

- 5Gエリア展開は5年で97%（ドコモにおける計画値）  
但し10kmメッシュ単位の計画値。すべての道路空間で面的に使える事と同義ではない
- 5G-V2X（直接通信）は3GPPでRel.16として仕様策定予定  
実際の導入に際しては、周波数・運用形態・ビジネスモデルなどの課題解決が必要  
上記に加え、自動運転に利用する通信に関しては責任分界点の整理が必要
- 自動車への通信モジュール搭載は近年、順次進められている  
但しV2X（直接通信、LTE）が可能なモジュール搭載はこれから
  
- そのため、2025年時点での現実的な環境・技術要件は、
  - ・LTEベースを基本に、基地局経由の通信技術の適合（例：V2N2V、I2N2V）
  - ・5Gが使える箇所は更に高度に（例：一部インフラ設備で高精細映像伝送も）

# 2025年頃の活用イメージ①

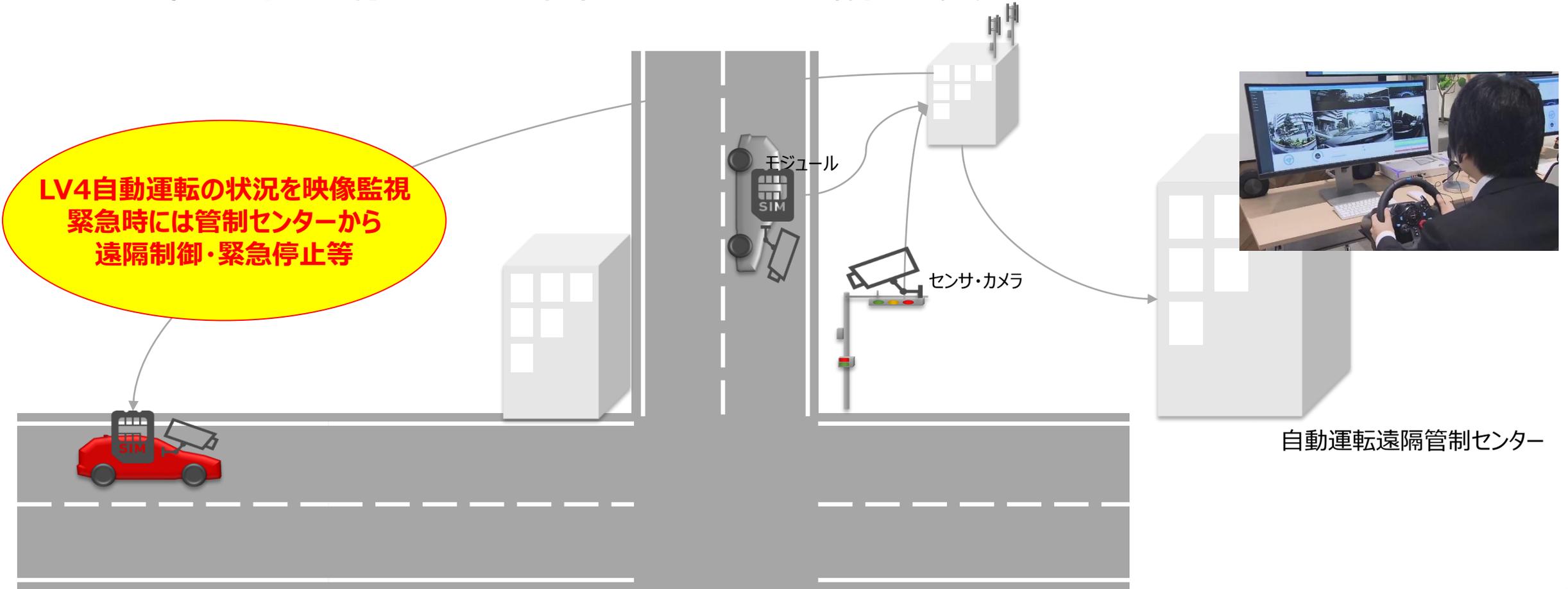
- 車載カメラ・センサで把握できない領域の把握をLTE（一部5G）で
  1. 見通しの悪い交差点に設置されたセンサ・カメラ情報を、車に送信（I2N2V）
  2. 車内に搭載した通信モジュールにより、近傍・遠方の車の位置を把握（V2N2V）



# 2025年頃の活用イメージ②

## ■ 限定地域LV自動運転を支える遠隔監視・遠隔制御をLTEで

1. 車載カメラの映像をLTEで送信し、遠隔で監視
2. 緊急時には停止などの制御を、LTEで遠隔から実施



# その他のセルラー関連技術 (<2025)

# GNSS位置補正情報配信基盤

- 国土地理院が提供する電子基準点や独自固定局（携帯電話基地局などに設置）を運用して位置補正情報を配信することで、誤差数cmの高精度位置測位をめざす。
- 将来は自動運転などへの活用も期待。

## 報道発表資料



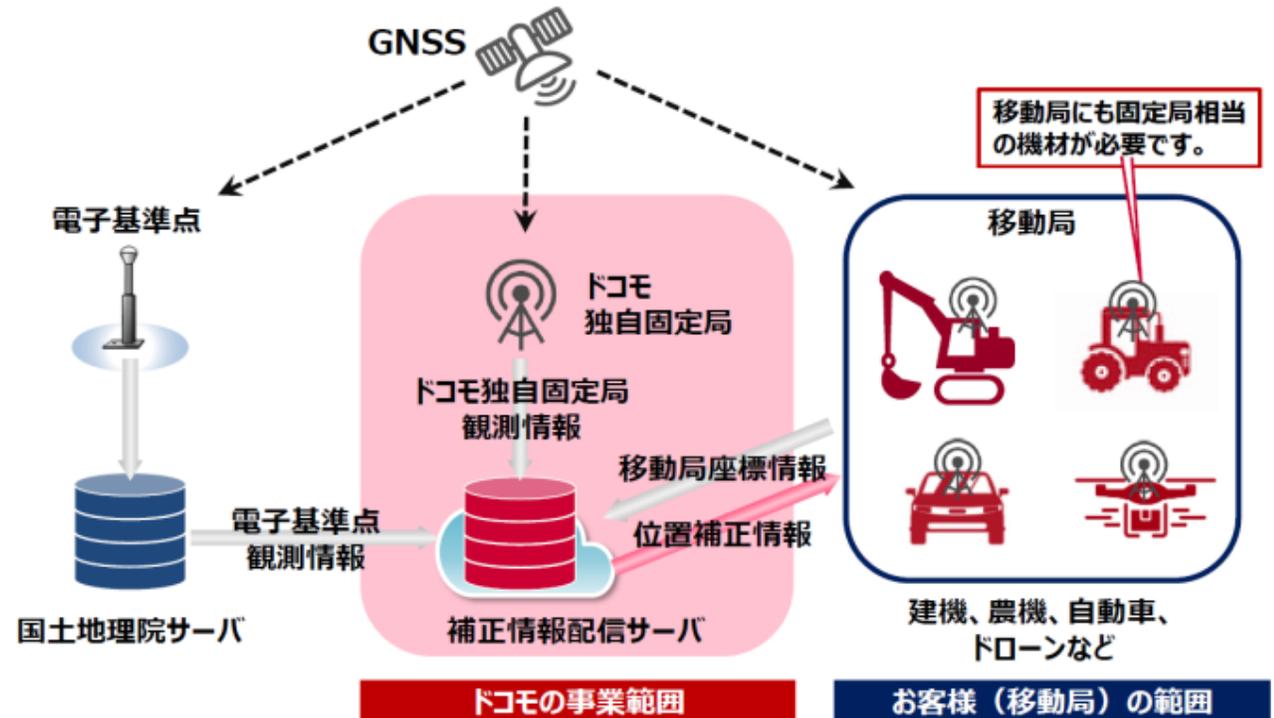
### 「GNSS位置補正情報配信基盤」の提供開始

-高精度位置情報を活用した新たなビジネスシーン創出をめざして-  
<2019年5月28日>

株式会社NTTドコモ（以下、ドコモ）は、測位衛星システムGNSS※1を活用することで誤差数センチメートルの高精度で測位することができる技術の検証を2019年3月より実施してまいりましたが、一定の成果をあげることができたため、このたび「GNSS位置補正情報配信基盤」（以下、本基盤）として、2019年10月1日（火曜）※2から提供開始いたします。

昨今、各業界で取り組みが加速している既存製品のIoT機器化において、「高精度位置情報」に対するニーズが高まっています。特に建機業界などにおいては、労働力不足に対応したICT建機の普及による効率的な施工管理のために、数センチ単位での高精度な位置情報の把握が必要とされています。

電子基準点とドコモ独自固定局の観測情報を補正情報配信サーバーに収集し、補正情報として移動局へ提供する仕組みです。



# 東京湾アクアラインAI渋滞予知

- NEXCO東日本様と東京湾アクアラインで実証実験中のAI渋滞予知をリニューアル（12/21報道発表）
- 渋滞の開始・ピーク・終了時刻、ピーク時の渋滞距離に加えて30分単位の所要時間、交通需要を予測



トピックス



2018年12月21日  
東日本高速道路株式会社  
株式会社NTTドコモ

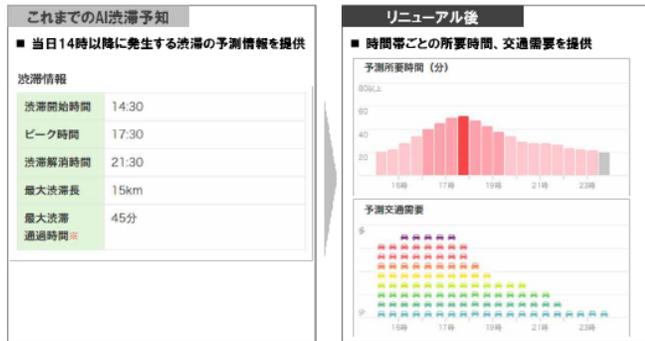
QA 東京湾アクアラインの「AI渋滞予知」が30分ごとの通過所要時間提供へ  
～当日の人出から交通需要を予測する世界初の技術により新たな実証実験開始～

東日本高速道路株式会社（以下、NEXCO東日本）と株式会社NTTドコモ（以下、ドコモ）は、東京湾アクアライン（以下、アクアライン）で実証実験中の「AI渋滞予知」<sup>※1</sup>をリニューアルし、時間帯別のアクアライン通過に要する時間（以下、所要時間<sup>※2</sup>）と交通需要<sup>※3</sup>の提供を2018年12月22日（土）から開始します。

アクアラインでは、携帯電話ネットワークの仕組みを利用して作成されるリアルタイム人口統計<sup>※4</sup>（以下、人口統計）とNEXCO東日本が保有する過去の渋滞実績および規制情報等をかけ合わせ、ドコモが人工知能（AI）技術を用いて開発した「AI渋滞予知」により帰宅時間帯の渋滞を予測する実証実験を、2017年12月から行っています。実験を通じて、お客さまには渋滞の開始時刻やピーク時の渋滞距離などの情報をNEXCO東日本のお客さま向けWEBサイト「ドラぶら」で配信しています。

今回のリニューアルは、人口統計により把握した当日の人出から数時間先までの高速道路の所要時間および交通需要を予測する世界初<sup>※5</sup>の技術により実現したもので、30分ごとの通過所要時間などをお伝えすることが可能となります。

両社は実証実験の検証の後、本格導入と他路線への展開に向けた検討を進めていきます。



2017年12月より進んでいた「AI渋滞予知」実証実験のお客さまアンケートの結果では、全体の約90%のお客さまから、特にアクアラインの利用頻度が高いお客さま<sup>※6</sup>の場合は約95%の方から、今後もアクアライン利用時に、「AI渋滞予知」を活用したいとの意向を頂きました。また、「AI渋滞予知」への今後の期待として、時間帯ごとの情報提供と、所要時間の提供に関する強いご要望を確認できました。

別紙1

## 新技術の概要

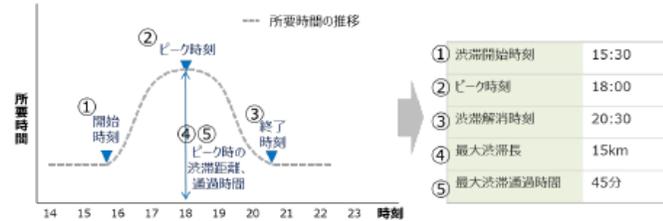
### 1. 内容

「AI渋滞予知」は正午時点の房総半島一帯における人出に基づき、14時から24時までのアクアライン上り線<sup>※</sup>における渋滞を予測し、NEXCO東日本のお客さま向けWEBサイト「ドラぶら」で情報配信を行うことにより、お客さまの行動変化や渋滞緩和効果などを検証するものです。

これまでの「AI渋滞予知」が渋滞の開始時刻、ピーク時刻、終了時刻、ピーク時の渋滞距離の配信を行っていたのに対し、本実験では30分単位の所要時間、交通需要を配信します。これにより利用者が通行時の予定を立てやすくなるのと同時に、交通需要が多く混雑が予想される時間帯が分かることで、それらの時間帯を避けた利用がしやすくなります。

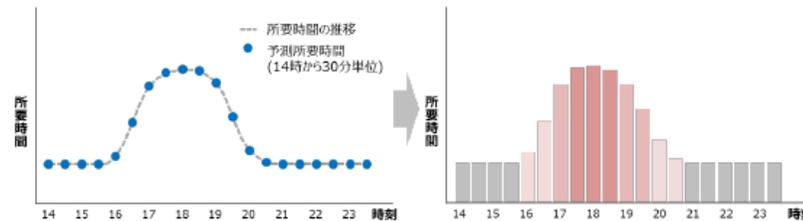
### これまでの「AI渋滞予知」で配信している渋滞予測情報

- 渋滞の開始時刻、ピーク時刻、終了時刻、および、ピーク時の渋滞距離、通過時間を予測し配信



### リニューアル後の「AI渋滞予知」で配信する予測所要時間

- 14時以降の所要時間の推移を30分単位で予測し配信



※ アクアラインとは、神奈川県川崎市から千葉県木更津市へ至る高速道路です。上り線とは、木更津から川崎に向かう車線になります。

- 当面、5Gは高速大容量機能のみ、エリア整備には時間を要する
- 2025年時点では、LTE・5Gのハイブリット環境が前提
- 実導入には整理すべき課題がある

# 参考

# 自動車 × 通信の主な世界動向

自動車と通信の融合に向けた取組みが、グローバルに加速している  
ドコモも国内外の主要団体にて積極的に活動中

米国	欧州	中国	日本	
 <p>2015 – 米運輸省・高速道路交通安全局が車車間通信規格DSRCの新車搭載義務化を提唱</p>  <p>2016.10 – 5G AmericasがV2X白書を公開</p>	 <p>2016.11 – ECが European Automotive Telecom Allianceを発足し、産官学で車と通信の融合を推進 2018.4 – ECが新車へのeCall搭載を義務化</p>  <p>蘭Rotterdam～奥Vienna間の高速道路をITS CorridorとしてITS-G5トライアル中</p>  <p>2015 – ドイツが高速道路A9をITSやLTE のトライアルに解放、Deutsche Telekom, Nokia, Continental等がデモの他、EricssonがLTE実験設備を展開</p>  <p>2015.10 – 欧州5G R&amp;D推進団体が白書を公開</p>	 <p>中国運輸省が「Made in China 2025」を発表し、5つのパイロット都市を指定、更にCCSA, C-ITS, TIAA, SAE Chinaが連携し複数のプロジェクトを発足</p>	 <p>戦略的イノベーション創造プログラムにて産学官連携で、デジタル地図、自動運転などを検討中</p>  <p>自動車と通信業界で相互理解促進のための勉強会を実施中</p>	
<h2>グローバル</h2>				
 <p>2017.3 – Rel-14 LTE V2X標準化(コア仕様)完了 2017.5 – Rel-15 LTE V2X拡張技術仕様化開始</p>	 <p>2016.9 – Audi, BMW, Daimler, Ericsson, Huawei, Intel, Nokia, Qualcommが5G Automotive Associationを発足、2017現在、加盟社数60を超え、3GPPベースのセルラーV2Xを推進</p>	 <p>UN ECEのWP29自動車基準調和世界フォーラムにて、自動運転に纏わるregulationを検討中</p>	 <p>2016.6 – 世界の主要オペレータ28社の連盟NGMNがV2X Task Forceを発足 2016.9 – 白書を公開</p>	 <p>2017.8 – Toyota, Toyota ITC, Denso, Ericsson, Intel, NTT, NTT DOCOMOが自動車big dataを扱うnetwork/ computing基盤の確立に向けたconsortium設立推進を発表</p>

# 配信情報の有効範囲と賞味期限

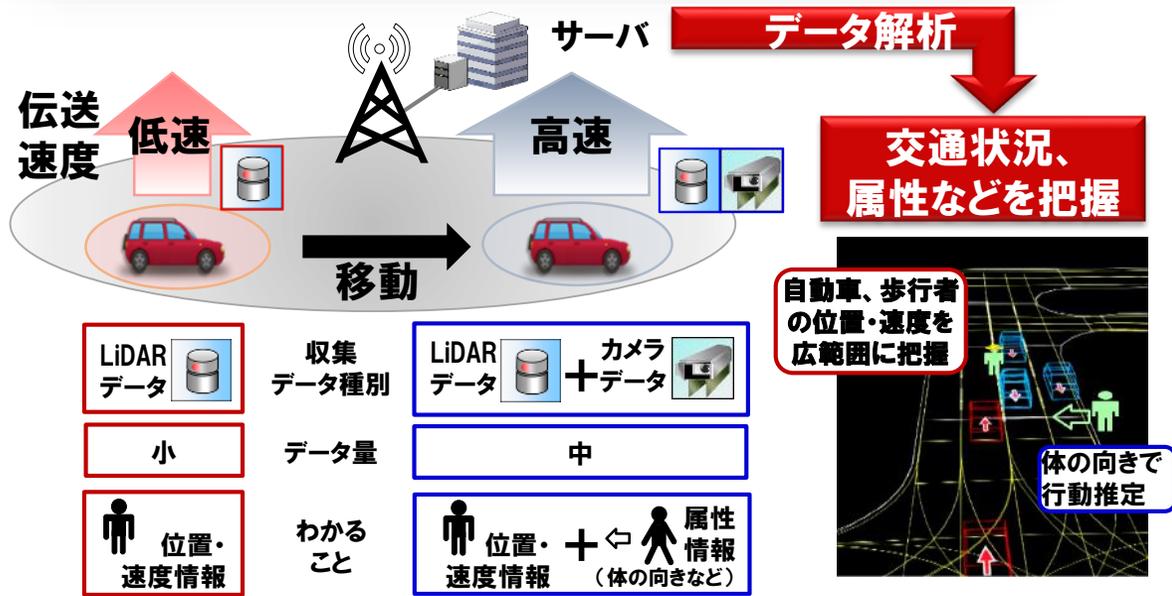
配信情報には、内容と移動速度に応じた「有効範囲」と「賞味期限」がある

	配信情報	所要レート
動的情報	協調制御（車間ネゴシエーション）	~2.5 Mb/s ×台数
	センサデータ <ul style="list-style-type: none"> <li>点群、動画、空間占有、オブジェクトデータなど</li> <li>情報ソース：車載センサ、インフラ側センサ</li> <li>複数ソースのデータを統合して配信する方法もある</li> </ul>	0.5 ~ 50 Mb/s ×台数 （情報の内容に依る）
	軌跡計画	~12.5 Mb/s ×台数
	簡単な意図情報 <ul style="list-style-type: none"> <li>車線変更、減速など</li> </ul>	~50 kb/s ×台数
	信号情報（信号色）	~1 kb/s ×信号数
準動的情報	事故、渋滞、空駐車、狭域気象情報など	
準静的情報	工事、道路規制、広域気象情報など	
静的情報	路面、車線、構造物、周辺施設情報など ※「2. 地図・車両メンテ系通信」と被る部分あり	

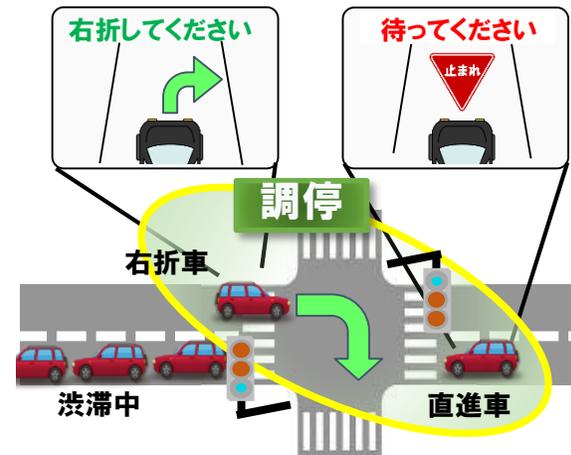
有効範囲	賞味期限
50 m	100 ms
}	}
500 m	1 s
300 m	1 s
}	}
100 km	1ヶ月

- 車両及び路側機からの大容量のセンサ情報を5Gにより収集・解析し、交通状況を把握。衝突の可能性のある車両にのみ情報配信するなど、情報の配信先とタイミングの適応制御を検討
- 変動する通信回線の伝送速度に応じて、伝送するセンサ情報の取舍選択・レート制御を検討
- 交通状況から危険推定を行い通知、更には危険状態にさせない推奨行動の提案を検討
- 協力パートナー：住友電工

## 伝送速度に応じた収集データの選択



## 交通状況を基に危険状態にさせない推奨行動提案



## 交差点での推奨行動提案例

- ① サーバは交通状況から、直進車の前方が渋滞のため、交差点を渡りきれないと推定
- ② 直進車には「停止」、右折車には「右折」の推奨行動を提案
- ③ 両車(運転者)が提案に合意すれば、推奨行動に従って通行

# セルラーV2X実証例② 共同トライアル

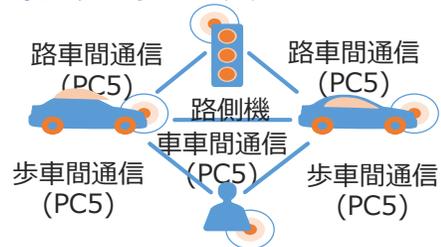
- Continental, Ericsson, 日産自動車, 沖電気工業, Qualcommと日本初のセルラーV2X実証実験計画を2018年1月に発表
- Rel. 14 LTE仕様を用いた直接通信と、ドコモの商用LTE-A網を用いた基地局経由通信の補完的利用を実証
- 走行試験を2018年7月～10月で実施
- ミリ波レーダー、レーザー scanner (LIDAR) やカメラシステムなど、車両に搭載されたセンサー技術の補完としての利用が期待されている



## 直接通信

- 3GPP Release 14で仕様化 (2016年9月)
- 低遅延な車車間、路車間、歩車間通信
- ITS専用帯域を利用 (例、5.9 GHz)

### PC5インターフェース



## 携帯基地局経由通信

- 既存の携帯電話網を使用した広域通信
- 携帯電話事業者の免許帯域を使用

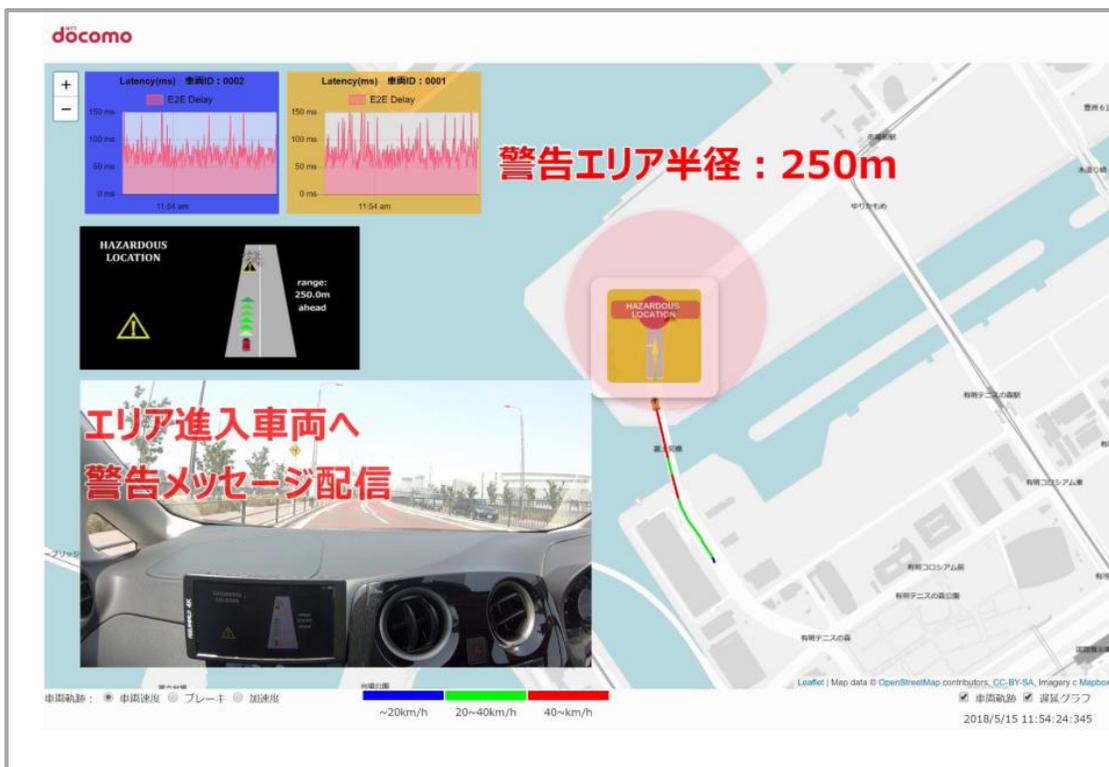
### Uuインターフェース



## 走行コース



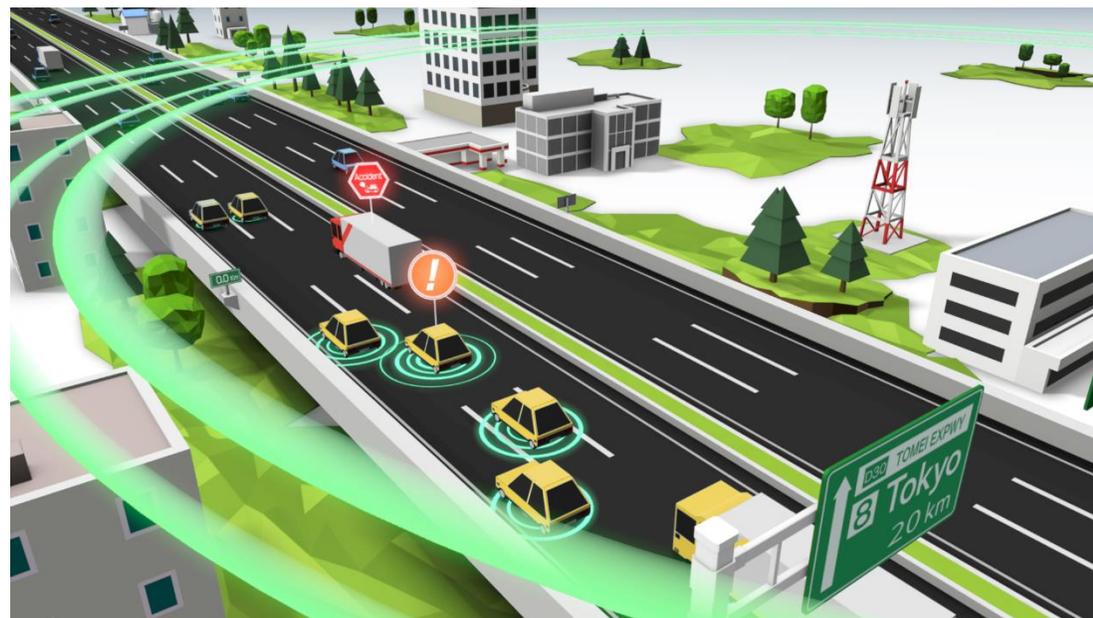
- LTE回線経由でGPS/車両情報を収集し、車両安全に関わる警告メッセージをリアルタイムに配信するシステム
- クライアント側では、警告メッセージの表示に加えて全車両の広域地図での表示や車両状態の表示が可能



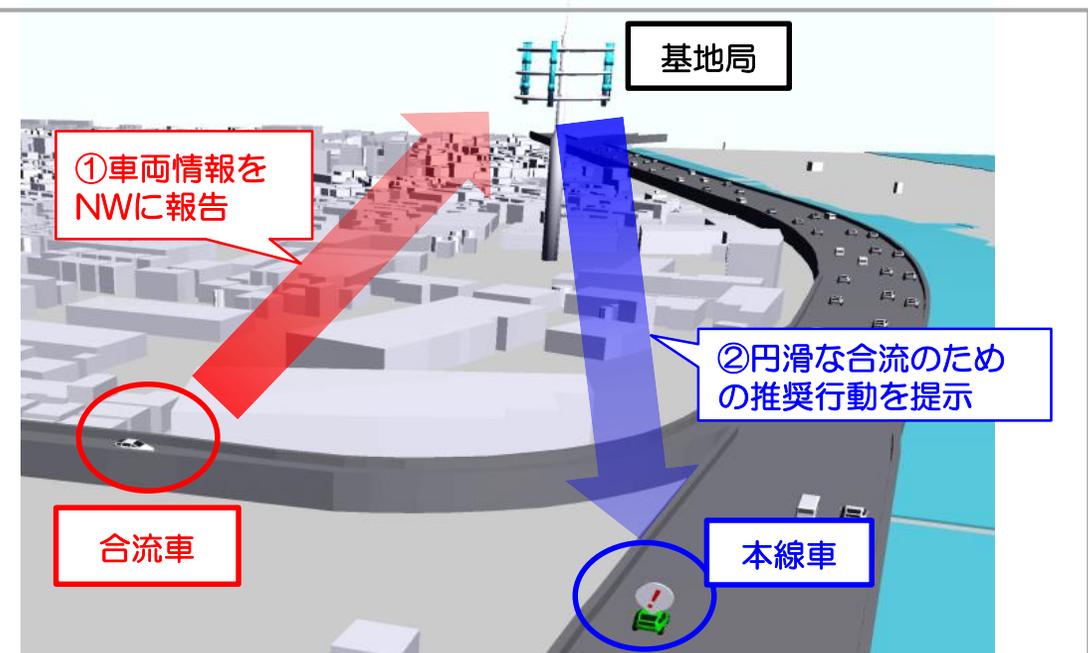
※ 説明テキストや車載カメラ映像は動画編集で合成したものです

■ セルラ網を使った交通管制により渋滞の発生を予防することを旨としたV2N (Vehicle-to-Network) のシミュレーション

- ① 故障車情報配信：高速道路上で発生した故障車両の情報をネットワークがリアルタイムに把握し、上流の車両に対して余裕をもったタイミングでの車線変更を促す
- ② 高速道路合流支援の可視化：V2Nを使った交通管制により円滑な合流を目指す



故障車情報配信



高速道路合流支援の可視化

ご静聴ありがとうございました。

