

自動運転時代の“次世代のITS通信”研究会 中間とりまとめ（案）概要

令和5年6月2日

総務省 移動通信課
新世代移動通信システム推進室

①“次世代のITS通信”の活用を想定するユースケース

2040年頃の協調型自動運転の実現には、V2X対応車載器の一定程度の普及が不可欠であることを念頭に置きつつ、

－ **導入期には、交通弱者の保護を含む安全・安心や交通流円滑化などの自動運転以外のユースケース**

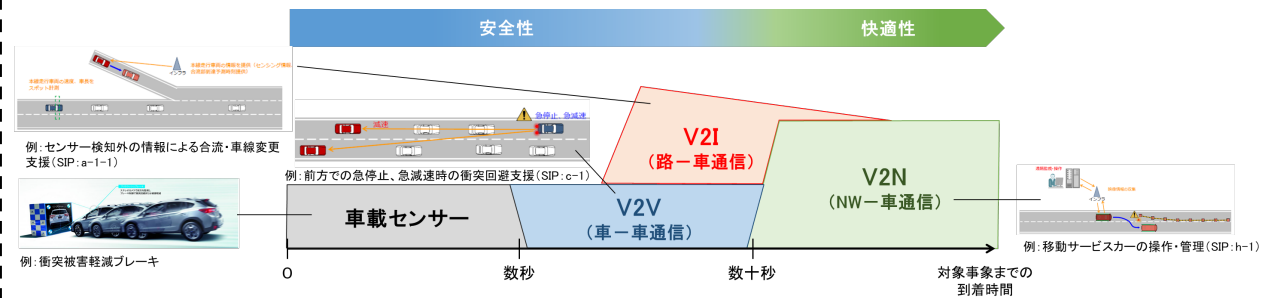
－ **普及期には、調停・ネゴシエーションなどの協調型自動運転ユースケース**

に取り組むべきであり、その検討に当たっては、既存ITS無線との連携やインフラ整備なども深堀が必要

また、車載器の普及や将来に渡って長く使うためには、**発展性や拡張性も重要**であり、安全・安心を最優先としつつ**新たなユースケースの出現にも柔軟に対応できる工夫(OTA技術など)が必要**

②V2X通信とV2N通信との連携方策など

V2X通信、V2N通信の特徴(通信エリア、遅延など)を踏まえ、**相互補完しながら活用することが重要**であり、**商用車(サービスカー)／自家用車(オーナーカー)それぞれについて連携・役割分担を検討**すべきであり、その検討に当たってはQoSを考慮したネットワークアーキテクチャの検討なども必要

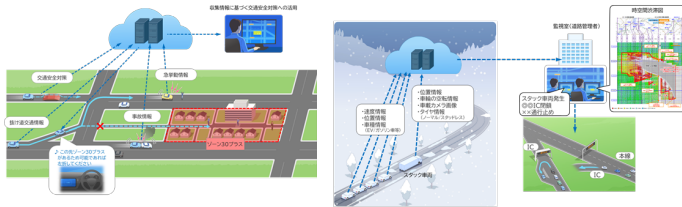


導入期

【ドライバーへの情報提供・状況把握】

V2I:安全・安心、交通流円滑化など

○交通状況データによる事故防止(イメージ) ○大雪時の正確かつ迅速な状況把握(イメージ)



普及期

【自動運転車(AI)への情報提供、AI同士の通信等】

V2I&V2V:合流・車線変更支援

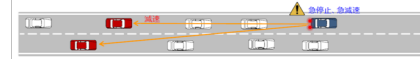
○路側管制による本線車両協調合流支援(SIP: a-1-3)
○車同士のネゴシエーションによる合流支援(SIP: a-1-4)

車載器の普及



V2V:先読み情報伝達(衝突回避支援)など

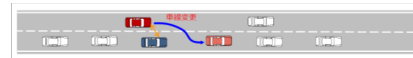
○前方での急停止、急減速時の衝突回避支援(SIP: c-1)



○ハザード情報による衝突回避支援(SIP: c-3)



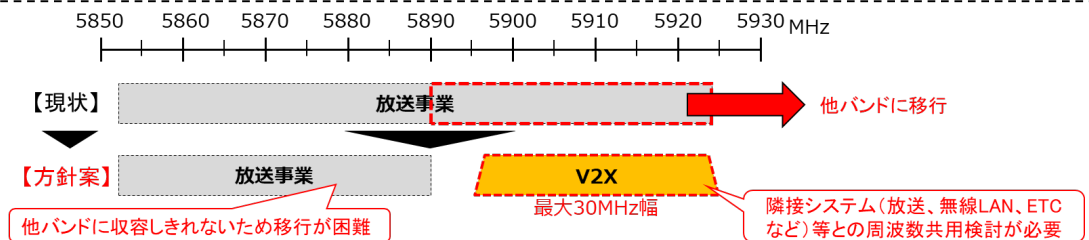
○混雑時の車線変更の支援(SIP: a-2)



③5.9GHz帯V2X通信向け割当方針、導入ロードマップの検討の方向性

諸外国との周波数調和、既存無線局との干渉などを考慮し、**5.9GHz帯V2X通信向けの割当方針として、まずは5.9GHz帯の上半分(5,895~5,925MHzの30MHz幅)を検討**すべき

導入ロードマップについては、「**協調型自動運転方式ロードマップ**」で掲げられた**目標(2030年頃の5.9GHz帯V2X通信機器の導入)に向け、実証・検証するユースケースや移行促進策などと併せて具体化**すべき



- (i) 自動運転時代のITS通信をめぐる現状など**
- (ii) 自動運転時代の“次世代のITS通信”について**
- (iii) 導入に向けた課題について**

(i) 自動運転時代のITS通信をめぐる現状など

(ii) 自動運転時代の“次世代のITS通信”について

(iii) 導入に向けた課題について

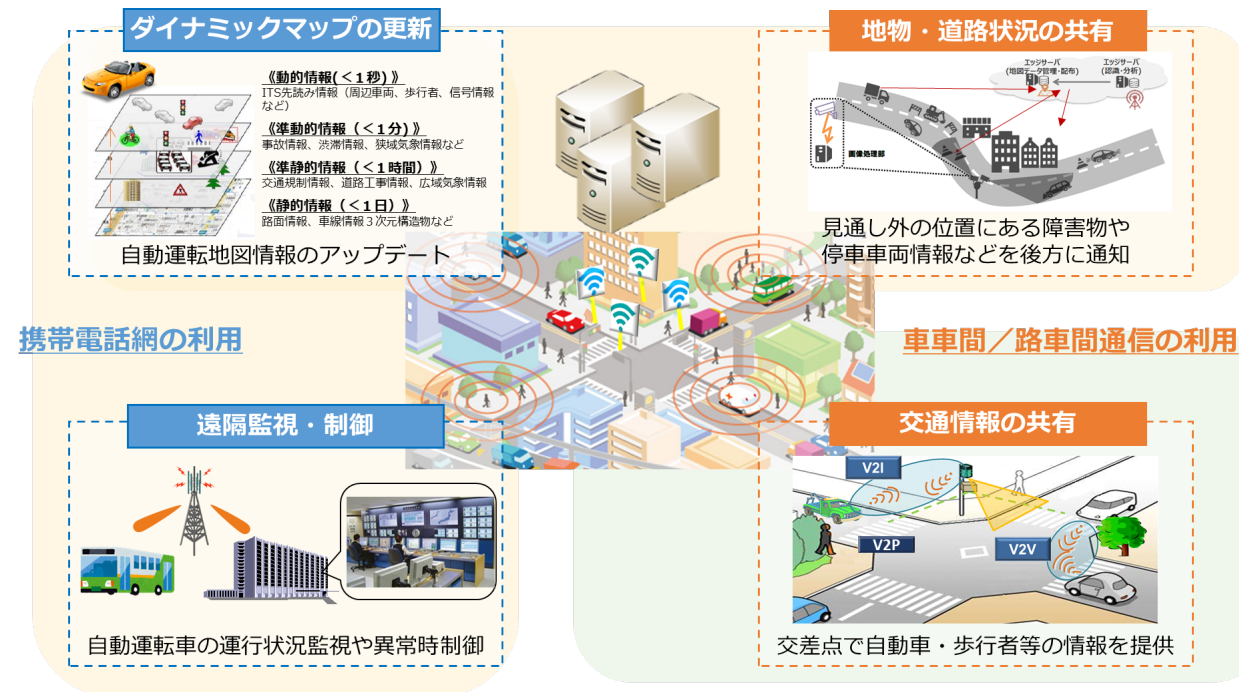
モビリティ分野における通信ニーズの高まり

- VICS(道路交通情報通信システム)、ETC(電子料金收受システム)などの情報提供・料金收受システムからはじまり、カメラやレーダーを用いた「自律型自動運転」、さらに車車間／路車間通信などを組み合わせた「協調型自動運転」への進化が期待
- 「協調型自動運転」としては、携帯電話網(V2N通信)を活用した自動運転地図の更新や遠隔監視・制御、車車間／路車間通信(V2X通信)を活用した地物・道路状況、交通情報の共有など、ユースケースに応じた通信が必要とされる

通信ニーズの高まり



自動運転に必要な通信



(参考) モビリティ分野において利用されている通信

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

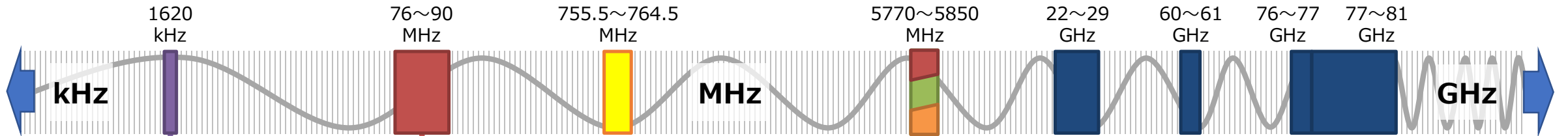
自動料金収受システム (ETC) (路側機のみ免許局)

車載レーダーシステム

24/26GHz帯UWBレーダー,
79GHz帯高分解能レーダー

60/76GHz帯長距離レーダー

電波が広範囲に伝わる



電波の直進性が高い

路側放送 (ハイウェイラジオ)

道路交通情報通信システム (VICS)

(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

官民連携による協調型自動運転の検討状況

- 内閣府戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)自動運転(2014年～)において、
 - 一官(警察庁、内閣府、デジタル庁、総務省、経産省、国交省)
 - 一民(自動車業界、電気通信業界など)
 連携によって、オールジャパンでの協調型自動運転に関する検討が進められてきた
- 2022年3月には、SIP協調型自動運転通信方式検討TFにおいて、「協調型自動運転通信方式ロードマップ」が策定され、以下の方向性を確認した
 - 一早期に開始するユースケースは既存ITS用周波数(760MHz帯)を活用
 - 一調停・ネゴシエーションの実現に向け、2030年頃から新たな通信方式(5.9GHz帯)が必要

官民の連携体制



【目的】
 協調型自動運転のあるべき姿、実現までのロードマップを描き、国際標準も考慮しつつ、**ALL JAPANとして最適な通信方式の方針を固める**

協調型自動運転通信方式ロードマップ

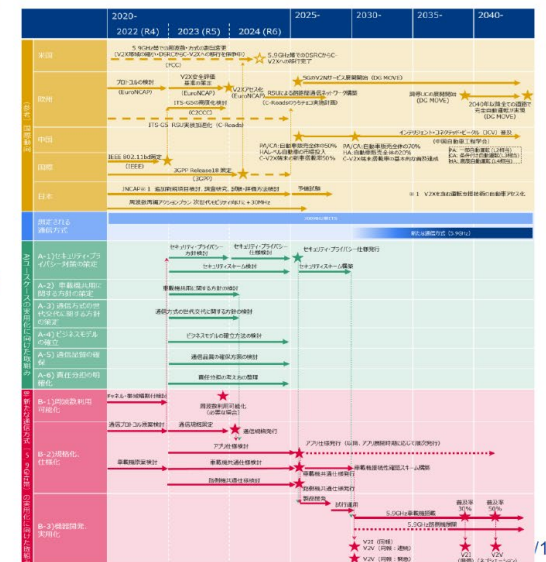
◆ 協調型自動運転通信方式ロードマップの提案

- 【ロードマップ策定のポイント】**
- 新たな通信方式が必要な時期を**2040年頃**と想定
 - 調停・ネゴシエーションのユースケース実現時期
 - 自動運転車普及率30%程度を見込む時期
 - 2040年頃に30%の協調型自動運転車普及のためには**2030年頃から新たな通信方式の導入**が必要
 - **早期に開始するユースケースについては、既存ITS無線(700MHz帯)を活用**

【新たな通信方式導入に向け解決すべき課題】

- 新たな通信帯域の確保
- 通信規格/標準化
- セキュリティ/プライバシー対策
- 通信世代交代への対応
- 他

協調型自動運転通信方式のロードマップ



協調型自動運転ユースケース

- 自律型自動運転では実現が困難な「25のユースケース」を整理
例: 車載センサー検知外情報の入手が必要なユースケース
車車間及び路車間の意思疎通が必要なユースケース

① 車載センサー検知外情報の入手が必要なユースケース

a. 合流・車線変更支援
a-1-1. 予備加減速合流支援

機能分類	a. 合流・車線変更支援
ユースケース名	a-1-1. 予備加減速合流支援
対象場所	高速道路＋一般道
対象車両	オーナー・カー
概要	本線上の計測地点での本線走行車両の速度や合流部到達予測時刻等の情報を、インフラから合流車両に提供し、合流路での予備加減速の支援を行う。

ユースケースイメージ

本線走行車両の速度、車長をスポット計測
本線走行車両の情報を提供（センシング情報、合流部到達予測時刻提供）
インフラ

通信	V2I	メッセージ	合流部到達予測時刻（本線車）
接続形態	1対多	センサーデータ	速度（本線車スポット計測）、車長
制御用途	予備加減速	リッチコンテンツ	—
即応性	要	データ量	小

a-1-2. 本線隙間狙い合流支援

機能分類	a. 合流・車線変更支援
ユースケース名	a-1-2. 本線隙間狙い合流支援
対象場所	高速道路＋一般道
対象車両	オーナー・カー
概要	本線走行車両の位置や速度等を連続的に計測した情報を、インフラから合流車両に連続的に提供し、本線走行車両の隙間を狙った合流の支援を行う。

ユースケースイメージ

本線走行車両の動きを連続的に送信
速度調整
インフラ
本線走行車両の速度、位置を連続的にセンシング（面的計測）

通信	V2I	メッセージ	合流部到達予測時刻（本線車）
接続形態	1対多	センサーデータ	速度、位置（本線車連続計測）、車長
制御用途	速度調整	リッチコンテンツ	—
即応性	要	データ量	小

③ 車車間及び路車間の意思疎通が必要なユースケース

a. 合流・車線変更支援
a-1-3. 路側管制による本線車両協調合流支援

機能分類	a. 合流・車線変更支援
ユースケース名	a-1-3. 路側管制による本線車両協調合流支援
対象場所	高速道路＋一般道
対象車両	オーナー・カー
概要	本線走行車両の位置や速度等、面的に計測した情報を、インフラから合流車両に提供すると共に、インフラから本線車両側に車間調整等を指示し、合流の支援を行う。

ユースケースイメージ

本線走行車両の情報を連続的に提供
速度調整
インフラ
本線走行車両の走行を連続的にセンシング（面的計測）
さらに、インフラから本線車両に合流支援を指示
車間維持/拡大調整
合流支援要請

通信	V2I	メッセージ	合流部到達時刻（本線車）、車間調整要求
接続形態	1対多	センサーデータ	速度、位置
制御用途	速度調整、車間調整	リッチコンテンツ	—
即応性	要	データ量	小

a-1-4. 車同士のネゴシエーションによる合流支援

機能分類	a. 合流・車線変更支援
ユースケース名	a-1-4. 車同士のネゴシエーションによる合流支援
対象場所	高速道路＋一般道
対象車両	オーナー・カー
概要	混雑した本線への合流の際、位置や速度の情報や車間調整の要求等を、本線車両と合流車両が通信し、車同士のネゴシエーションによる合流の支援を行う。

ユースケースイメージ

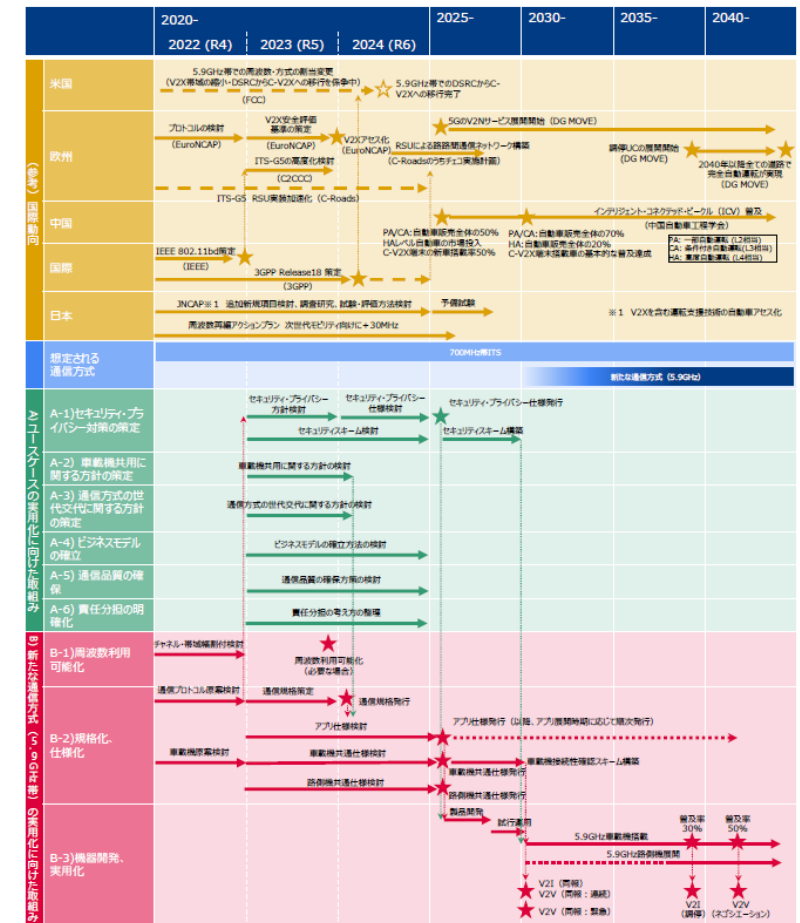
車同士のネゴシエーション

通信	V2V	メッセージ	車間調整要求、受入許可
接続形態	1対多→1対1	センサーデータ	速度、位置
制御用途	速度調整、車間調整	リッチコンテンツ	—
即応性	要	データ量	小

協調型自動運転通信方式ロードマップ

- 左記を踏まえ、通信要件等の検討を通じ、ロードマップを策定
- 2040年頃の調停・ネゴシエーションの実現に向け、2030年頃に新たな通信方式（5.9GHz帯）の導入が必要との方向性を確認

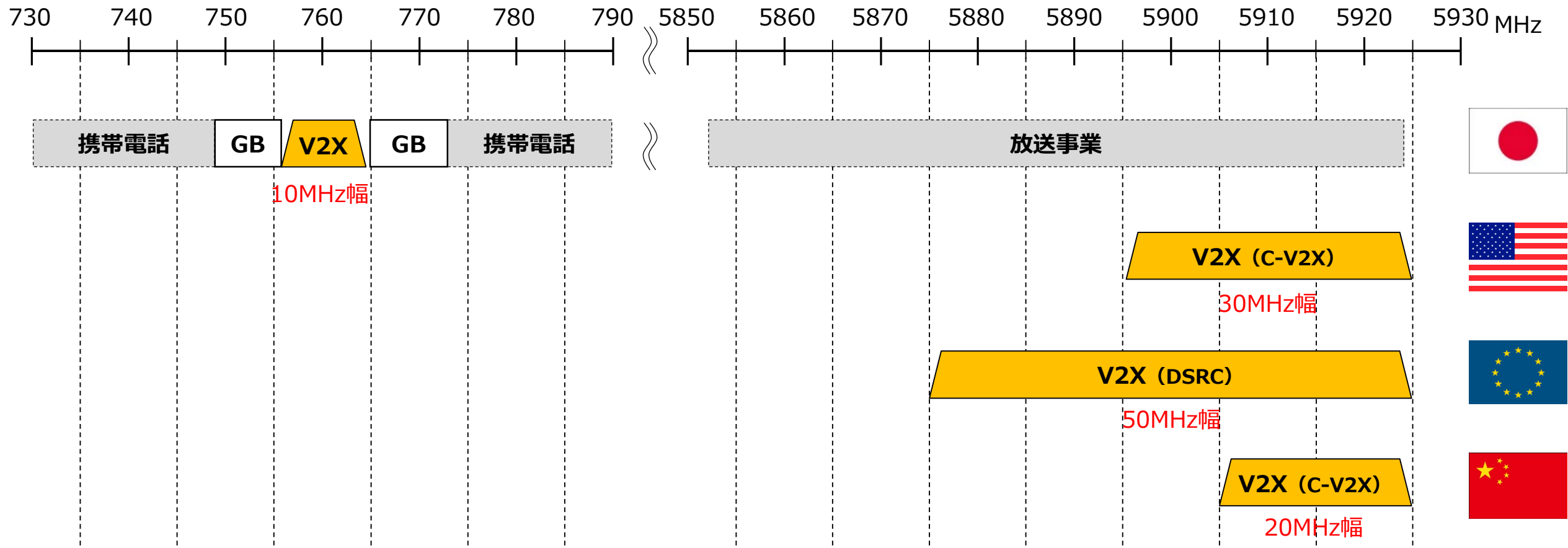
協調型自動運転通信方式のロードマップ



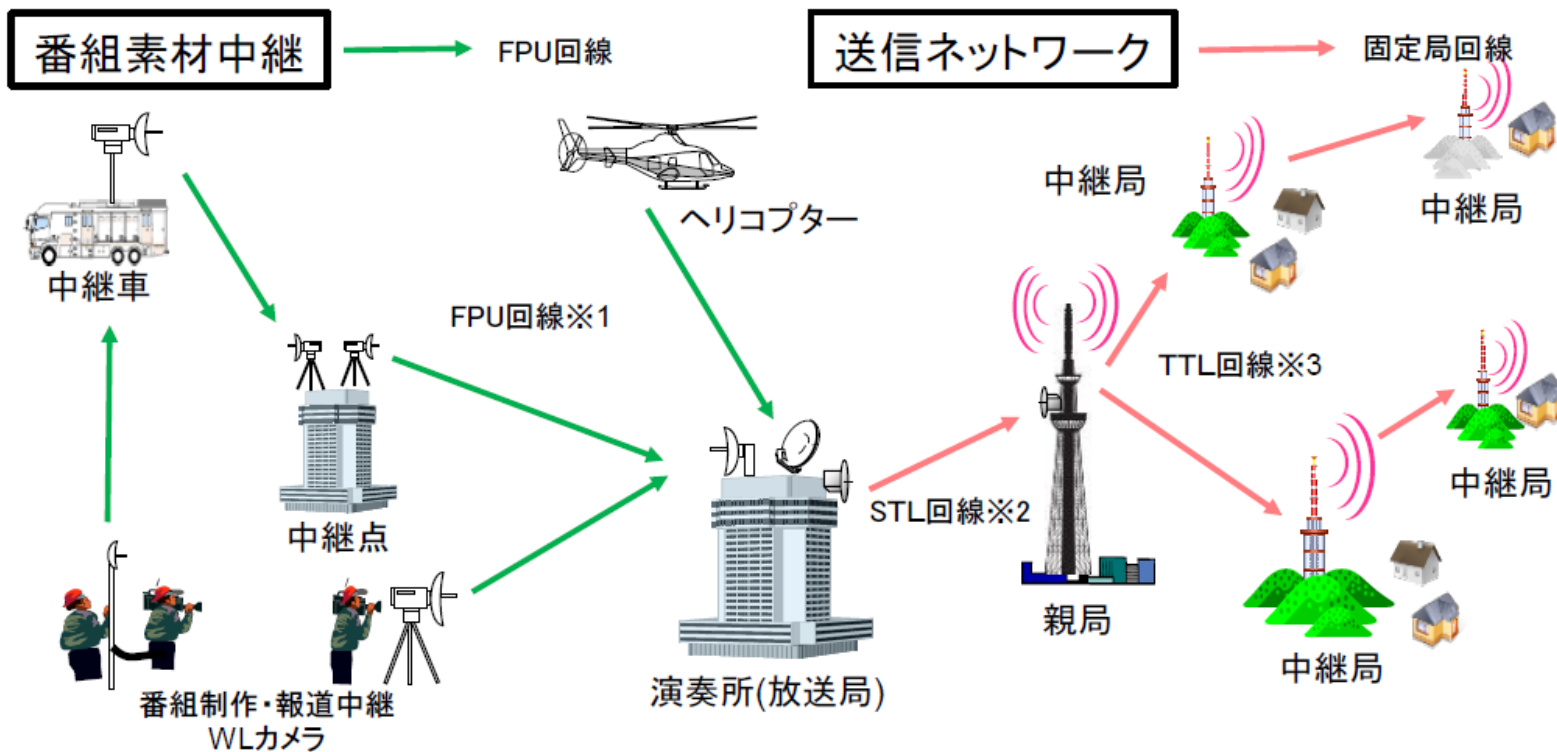
SIP自動運転 協調型自動運転通信方式検討TF「SIP 協調型自動運転ユースケース」(https://www.sip-adus.go.jp/rd/rddata/usecase.pdf) より引用
 # SIP自動運転 協調型自動運転通信方式検討TF「協調型自動運転のユースケースを実現する通信方式ロードマップ」(https://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/iinkai2/jidosoko_17/siryoy17-2-4.pdf) より引用

5.9GHz帯V2Xに関する国際的な周波数割り当ての状況

- ITU-R 勧告208「ITS用途の周波数調和」(WRC-19)を踏まえ、欧米をはじめ世界的に5.9GHz帯の周波数(5,850~5,925MHz)へのV2Xシステムの導入が本格化
 - 日本では、世界に先んじて760MHz帯(10MHz幅)へのV2Xシステムを進めているが、前述のとおり、調停・ネゴシエーションの実現には追加の周波数割り当てが必要
- 追加割り当てを行う周波数帯として、5.9GHz帯を念頭に置いた検討を行う



- 放送事業用無線システムは、国民の知る権利に応える社会インフラであり、国民の生命・財産を守る情報を確実に伝送するなど、高い公共性を有し、視聴者・リスナーの便益に直結
- 5.9GHz帯(Bバンド:5,850~5,925MHz)では放送事業用無線システムとして、固定局(STL/TTL/TSL)と移動局(FPU)をそれぞれ100局以上運用している
- STL/TTL/TSLで構成する送信ネットワークは、24時間365日電波を発射し、FPUは番組素材中継のために利用しており、24時間365日電波を発射するものではないが、緊急報道に対応するために、いつでもどこでも、速やかに電波を発射できる必要がある

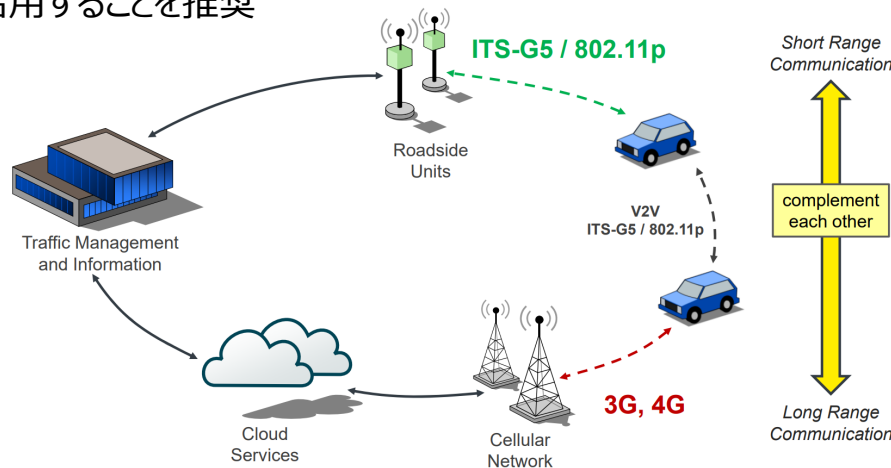


※1 FPU(Field Pickup Unit) : 番組放送素材を伝送する可搬型の伝送装置
 ※2 STL(Studio(Station) to Transmitter Link) : 演奏所(放送局)から親局へ番組を伝送する回線
 ※3 TTL(Transmitter to Transmitter Link) : 親局から中継局、中継局から中継局へ番組を伝送する回線

- 欧州委員会情報社会・メディア総局 (DG-INFO) が、2008年に5,875-5,905MHzの30MHz幅を道路ITSに割当て、2020年に5,905-5,925MHzの20MHz幅を道路／鉄道ITSに追加割当て
※道路ITSとしては、C-V2X／DSRC方式の双方を利用可能
- 欧州委員会移動・運輸総局 (DG-MOVE) は、2016年に「C-ITS Platform 最終報告(phase1)」を発表し、5.9GHz帯V2X通信とV2N通信のハイブリッド通信による展開を推奨
- 欧州委員会およびEU加盟国は、2016年に「C-ROADSプロジェクト」を立ち上げ、5.9GHz帯V2X通信 (DSRC方式) とV2N通信を組合せ、路側機を20,000kmに整備、50都市でサービス開始

C-ITS Platform最終報告

- 5.9GHz帯V2X通信とV2N通信のいずれも、様々な協調ITSサービスを完全に提供することはできないと結論付け、両通信方式を補完的に活用することを推奨



C-ROADSプロジェクト

- 欧州域内の相互互換性のある協調ITSサービスの展開を目的
- 主なユースケースとして、「道路工事警報」、「信号情報の配信による走行速度の最適化」(V2I)、「緊急車両の接近警報」(V2V)等を規定

 <p>道路工事警告 工事現場箇所の警告を送ることで、工事中の事故軽減を目的とする。</p>	 <p>コネクテッド・協調型ルート案内 コネクテッド・協調型のルート案内により、移動時間の短縮と交通流の改善を行う。</p>
 <p>青信号最適速度アドバイザー (GLOSA) 信号の青信号を予測し、ドライバーに情報を提供する。</p>	 <p>交通弱者保護 交差点における歩行者、自転車等の交通弱者の保護を行う。</p>
 <p>緊急車両接近警告 緊急車両の接近を緊急車両からドライバーに伝え、注意喚起を行う。</p>	 <p>指定車両による信号最適化要求 緊急車両や公共交通車両の交差点通過を円滑化するために信号状況を変更する。</p>

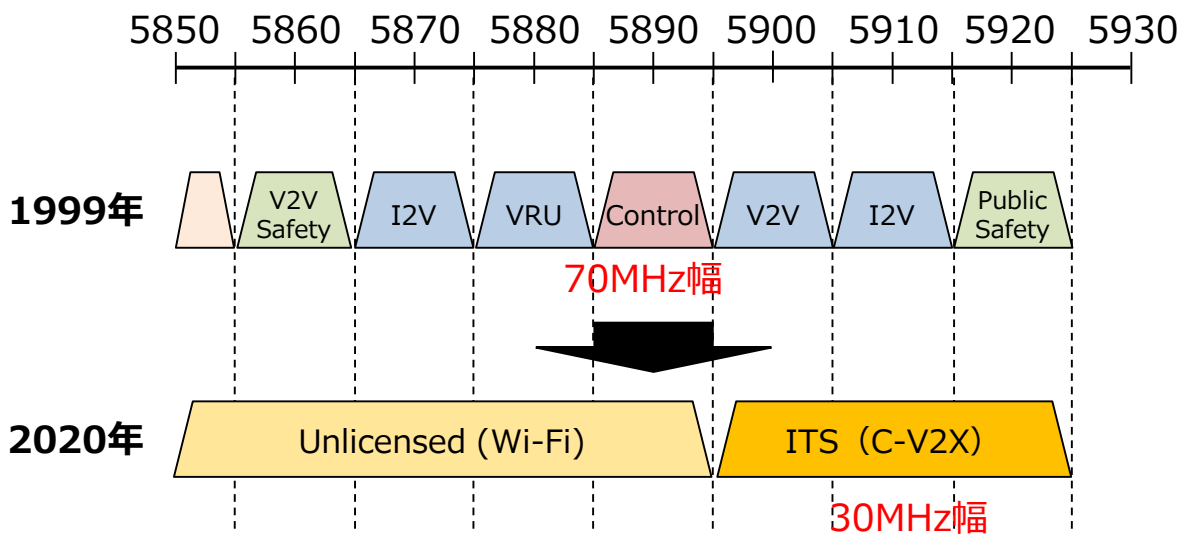
#C-Roads "Radio frequencies designated for enhanced road safety in Europe - C-Roads position on the usage of the 5.9 GHz band" https://www.c-roads.eu/fileadmin/user_upload/media/Dokumente/C-Roads_Position_paper_on_59Ghz_final.pdf

#C-Roads GERMANY "C-ITS SERVICES" <https://www.c-roads-germany.de/english/c-its-services/>

- 米国連邦通信委員会（FCC）は、1999年に5,855-5,925MHzの70MHz幅をITS（DSRC方式）に割り当てたが、2020年に5,895-5,925MHzの30MHz幅をITS（C-V2X方式）に割り変更
 ※既存DSRC方式からC-V2X方式への移行期限（2024年まで）が付与
 ※5,850-5,895MHzの45MHz幅は無線LANに割当て
- 米国運輸省（US-DOT）は、上記のFCCの決定を踏まえ、2022年にV2X Communications Summit（V2Xサミット）を開催するなど、今後のC-V2X展開に向け関係者と議論を実施

周波数割当の変遷

- 2020年のFCCの方針見直しに対して、UD-DOTなどは反発。2021年にITS Americaなどが見直し決定の取り消しを求め提訴などしたが、請求棄却された

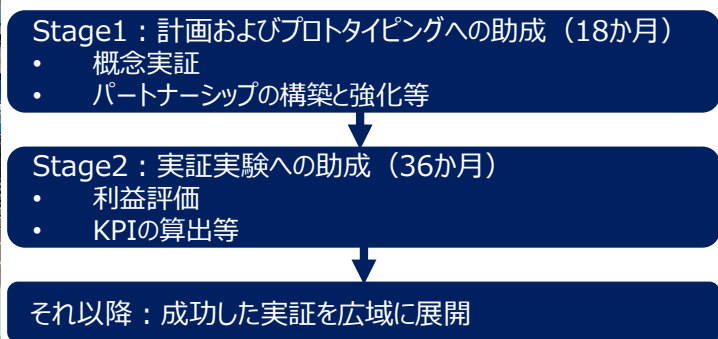


US-DOT V2Xサミット

- 今後のV2X展開に向けた関係者との議論を目的として開催
- US-DOTより、協調運転などを支援対象とする新たな補助金プログラム「SMART」が発表される（2022～26年で約1億ドルの規模の支援）



SMARTプログラムの概要



#USDOT ITS JPO ツイッター（https://twitter.com/ITS_USDOT/status/1562896400530124801?t=JKV9-H64oV9qpn96cOG9_w&s=19）より引用

#"V2X SUMMIT SPEAKER:" U.S. Department of Transportation
https://its.dot.gov/research_areas/emerging_tech/pdf/1_Levine_SMART_Overview_V2X_Summit.pdf

- 欧州においては、ドイツ・Volkswagenが、2019年にV2X車載器（DSRC方式）が標準搭載された車両を発売。以降、順次対応車種が拡大している
- 米国においては、現在のところV2X車載器（C-V2X方式）が標準搭載された車両は発売されていないが、米国・Ford等が実用化に向けて実証を推進しているところ

ドイツ・Volkswagenの動向

- 2019年よりV2X車載器が標準搭載された車両を順次販売し、現在ではGolfシリーズやIDシリーズなど幅広い車種に標準搭載
- V2X車載器により、「緊急車両の存在の警告」や「前方の車両の急ブレーキを警告」等の機能を実現



V2X車載器によるユースケースイメージ



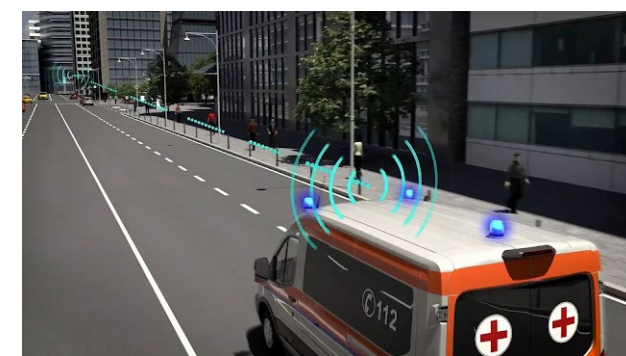
2021年発売のID.5（V2X標準搭載）

米国・Fordの動向

- 2020年のFCCの方針転換以前から、C-V2X方式によるV2X車載器の搭載を目指し、実証等を推進
- 2022年にはドイツで、C-V2X方式の車載器を活用し、緊急車両の走行時における信号機を制御する実証などを実施



二輪の存在をナビに警告する実証



緊急車両の走行支援イメージ

#“Car2X in the new Golf”、<https://www.volkswagen-newsroom.com/en/stories/car2x-in-the-new-golf-a-technological-milestone-5919>
#“new ID. Buzz”、<https://www.volkswagen-newsroom.com/en/press-releases/a-bulli-for-the-all-electric-future-world-premiere-of-the-new-id-buzz-7800>

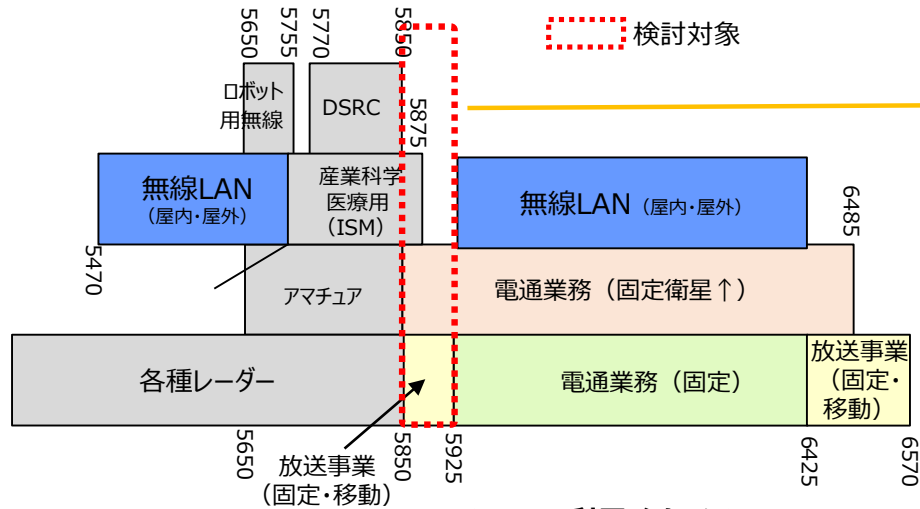
FORD MEDIA CENTER “2019 CES” https://media.ford.com/content/fordmedia/fna/us/en/permalink.html/content/dam/fordmedia/North%20America/US/Events/2019%20CES/2019-CES_SV2_3167.jpg
#“Smart tech turns the traffic lights green for emergency vehicles”、<https://fordeurope.blogspot.com/2022/03/smart-tech-turns-traffic-lights-green.html>

協調型自動運転（5.9GHz帯V2X）に関する国内の検討状況

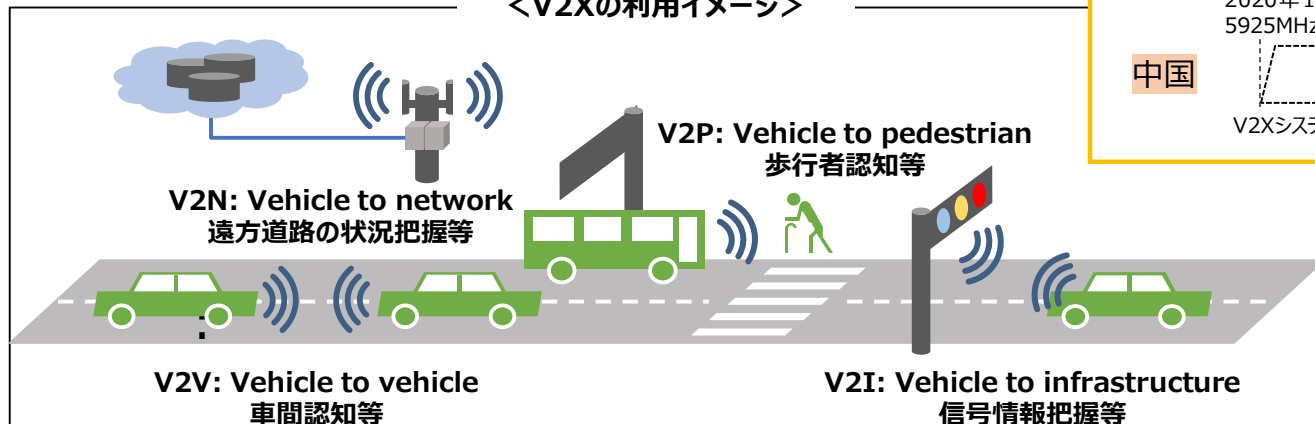
～周波数再編アクションプラン（令和4年度版）＜V2Xの検討推進＞～

V2Xの検討推進

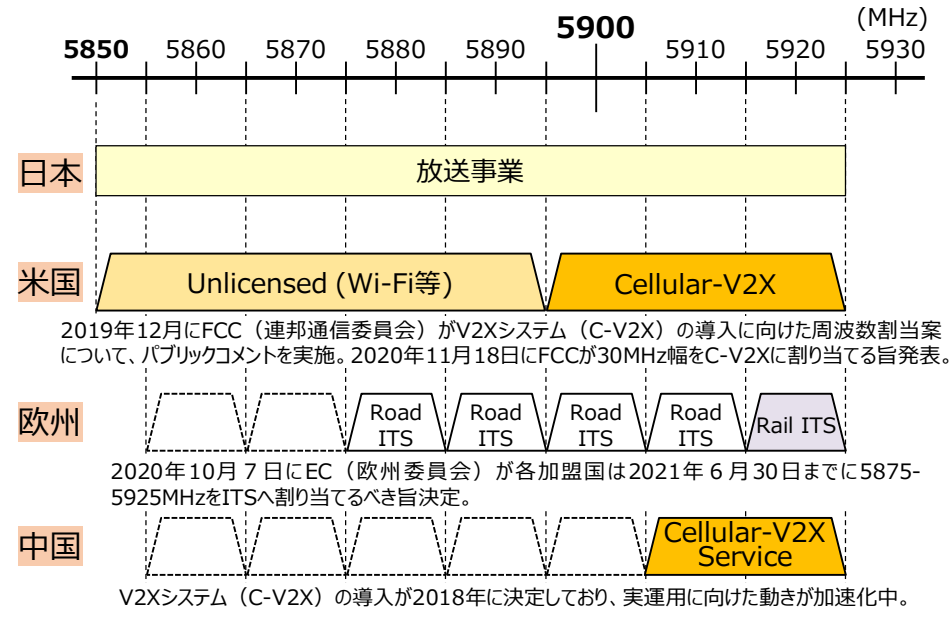
- 自動運転システム（安全運転支援を含む。）の進展・重要性を踏まえ、既存のITS用周波数帯（760MHz帯等）に加えて、国際的に検討が進められている周波数帯（5.9GHz帯）において、同周波数帯の既存無線システムに配慮しながら、V2X用通信を導入する場合における具体的な周波数の利用方策等について、一部の既存無線システムとの周波数共用不可等の検討結果や最新の国際動向・技術動向等も踏まえながら、令和4年度に検討を開始する。
- この検討結果を踏まえ、V2X用通信の具体的なサービス提供主体等が明らかになり同周波数帯へ導入することとなる場合には、既存無線システムの移行等により必要な周波数帯域幅を確保した上で、令和5年度中を目処にV2X用通信への周波数割当てを行う。



＜V2Xの利用イメージ＞



各国の周波数割当状況



V2X:

Vehicle to everythingを意味する。自動車と自動車（V2V：車車間通信）や、自動車とネットワーク（V2N）など、自動車と様々なモノの間の通信形態の総称。

ITS:

Intelligent Transport Systems の略。高度道路交通システム。情報通信技術等を活用し、人と道路と車両を一体のシステムとして構築することで、渋滞、交通事故、環境悪化等の道路交通問題の解決を図るもの。

整理すべき事項

① 自動運転時代の“次世代のITS通信”の活用を想定するユースケース

→ これまでSIP-adusなどで議論してきた自動運転に係るユースケースやロードマップ、諸外国の動向などを踏まえ、760MHz帯・5.9GHz帯V2X通信やV2N通信(5G/B5G)はじめ“次世代のITS通信”の活用を想定するユースケースは何か。また、円滑な実装・導入に向けて、どのような優先順位でユースケースに取り組んでいくべきか 等

② V2X通信とV2N通信との連携方策など

→ 事務局にて予め作成したイメージ(次頁)に基づき、V2X通信とV2N通信の連携方策、特に、V2VとV2N、V2IとV2Nそれぞれに関する連携の在り方や、連携を図るべきユースケースとしてどのようなものがあるか 等

③ 5.9GHz帯V2X通信向けの割当方針、導入ロードマップの検討の方向性

→ ①、②を踏まえ、どのような割当方針(案)、導入ロードマップ(案)とすべきか。特に、これまで策定したロードマップ等との整合性を踏まえ、5.9GHz帯V2X通信の円滑な実装・導入に向けた短期的なアクションプランは何か 等

④ 導入に向けた課題、その他推進方策(今夏以降の論点)

→ 既存無線局の周波数移行方策・費用負担の在り方やV2X通信の通信方式(C-V2X方式/DSRC方式のいずれとするか) 等

(i) 自動運転時代のITS通信をめぐる現状など

(ii) 自動運転時代の“次世代のITS通信”について

(iii) 導入に向けた課題について

研究会における主な議論

- 2040年頃の協調型自動運転(調停・ネゴシエーションなど)の実現には、車載器の一定程度の普及が不可欠。普及に時間を要する自動車関係の取組は、今から積極的に検討すべき
- 25の協調型自動運転ユースケース以外のユースケースも含めて幅広く検討すべき
- 自動運転の円滑な実装は自動車メーカーの努力だけでなく、インフラ側からの支援も重要
- 通信の活用による効果は、相手とつながって初めて効果が出るものであり、いかに普及をさせるかの検討も重要
- やはり安全・安心、交通事故の削減などのユースケースは外せない。次いで交通流円滑化(環境関係)が重要
- その際、歩行者や自転車などの交通弱者の保護の観点も検討すべきではないか
- V2Xは普及させてこそという点が重要。既存700MHz帯ITS無線との連携や路側インフラの整備などに関して、今後、深掘りすべき
- 将来に渡って長く使うことを考慮して、発展性や拡張性を持たせることはとても重要

2040年頃の協調型自動運転の実現には、車載器の一定程度の普及が不可欠であることを念頭に置き、

- 導入期には、交通弱者の保護を含む安全・安心や交通流円滑化などの自動運転以外のユースケース
- 普及期には、調停・ネゴシエーションなどの協調型自動運転ユースケース

に取り組むべきであり、その検討に当たっては、既存ITS無線との連携やインフラ整備なども深堀が必要

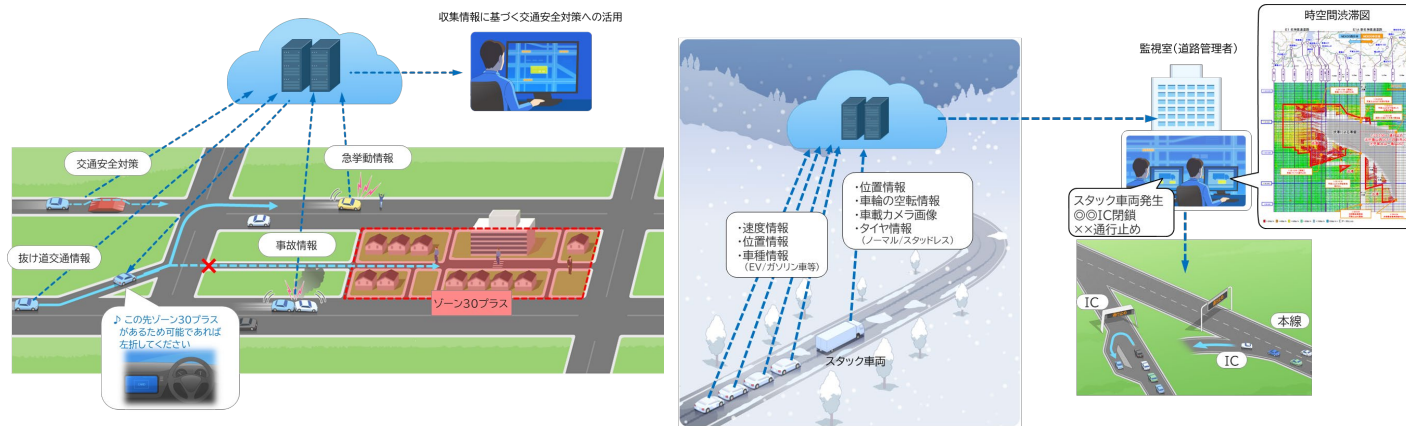
また、車載器の普及や将来に渡って長く使うためには、発展性や拡張性も重要であり、安全・安心を最優先としつつ新たなユースケースの出現にも柔軟に対応できる工夫(OTA技術など)が必要

導入期 【ドライバーへの情報提供・状況把握】

普及期 【自動運転車(AI)への情報提供、AI同士の通信等】

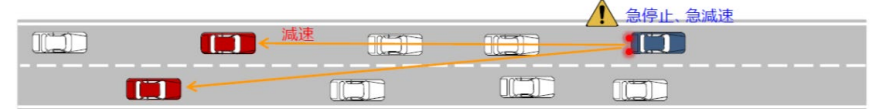
V2I:安全・安心、交通流円滑化など

- 交通状況データによる事故防止(イメージ)
- 大雪時の正確かつ迅速な状況把握(イメージ)

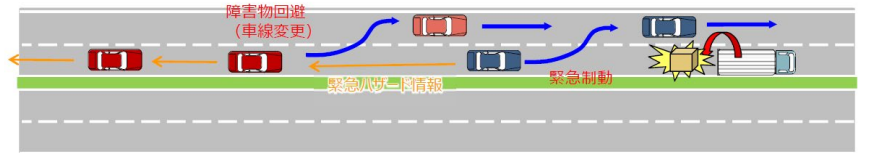


V2V:先読み情報伝達(衝突回避支援)など

- 前方での急停止、急減速時の衝突回避支援(SIP:c-1)



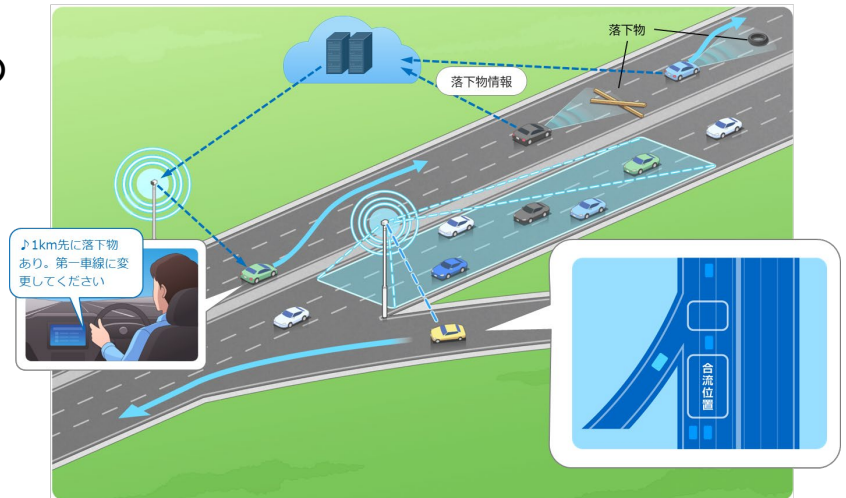
- ハザード情報による衝突回避支援(SIP:c-3)



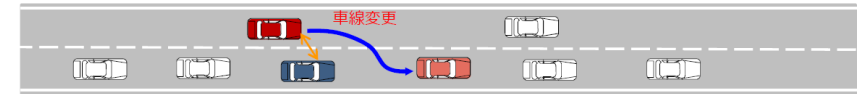
V2I&V2V:合流・車線変更支援

- 路側管制による本線車両協同合流支援(SIP:a-1-3)
- 車同士のネゴシエーションによる合流支援(SIP:a-1-4)

車載器の普及



- 混雑時の車線変更の支援(SIP:a-2)



SIP自動運転 協調型自動運転通信方式検討TF「SIP 協調型自動運転ユースケース」(<https://www.sip-adus.go.jp/rd/rddata/usecase.pdf>) より引用

国土交通省 次世代ITS検討会 第一回資料 (https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/jisedai_its/pdf01/03.pdf) より引用

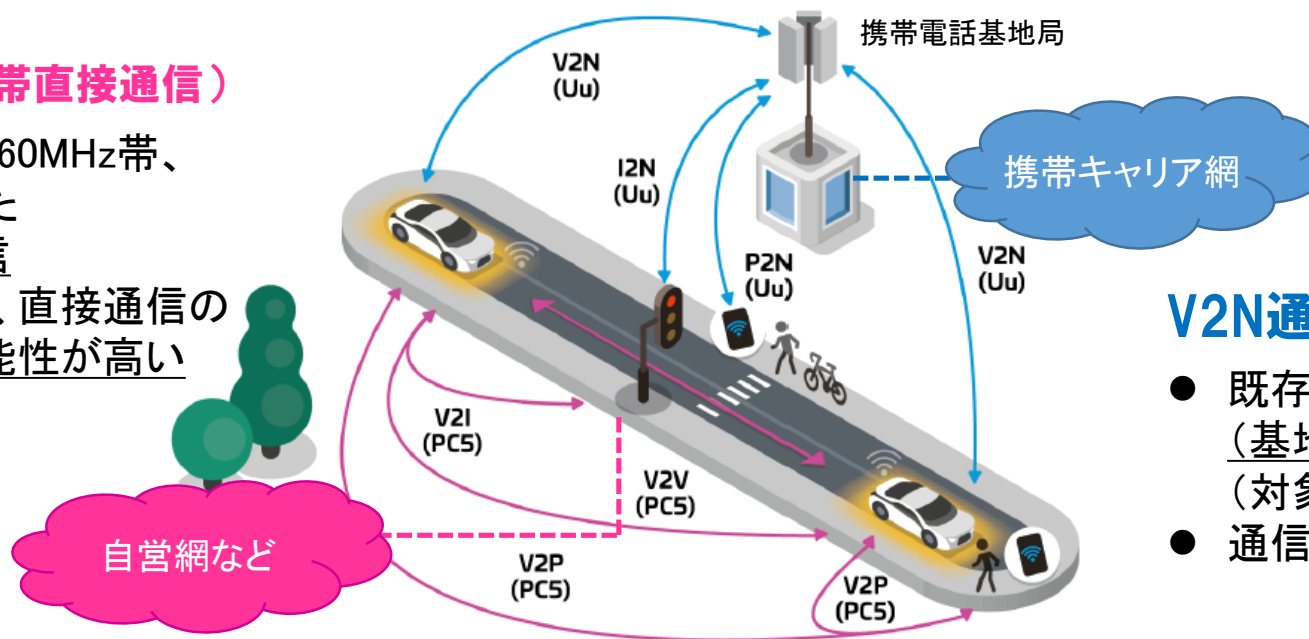
研究会における主な議論

- 車に搭載した通信システムは長く使うものであり、車ユーザーが安定して通信を使うことのできる環境が確保されていることが重要
- V2X通信、V2N通信の特徴(異なる通信エリア、遅延など)をうまく相互補完しながら活用することで、よりよいコネクテッドカー社会が実現できるのではないか。V2Nやエッジコンピューティングを利用して新たな価値創出を目指すという方向性も重要
- V2X通信とV2N通信の役割分担について、第1回の事務局資料にあったとおり、V2X通信が安全性、V2N通信が快適性を主に担っていくのではないかと考える
- V2N通信をモビリティサービスに適用していくためには、V2N通信の特性を踏まえ、具体的なユースケースに求められる通信要件への対応が必要
- QoSを考慮したネットワークアーキテクチャが必要。自動運転の進展などを考慮し、適材適所で無線システムの組み合わせるなどを検討すべき
具体的には、5GのSA構成によるネットワークスライシングなどを通じたQoS保証なども考えられるのではないか
- 通信障害が発生することは前提として、最低限のバックアップの在り方をどう実現するかなどについて議論すべき

V2X通信、V2N通信の特徴(通信エリア、遅延など)を踏まえ、相互補完しながら活用することが重要であり、商用車(サービスカー)／自家用車(オーナーカー)それぞれについて連携・役割分担を検討すべきであり、その検討に当たってはQoSを考慮したネットワークアーキテクチャの検討なども必要

V2X通信 (専用周波数帯直接通信)

- 国際的ITS用周波数(760MHz帯、5.9GHz帯など)を用いた 直接(V2I、V2V等)通信
- 通信速度・遅延などは、直接通信のため、V2Nより確保可能性が高い



V2N通信 (携帯キャリア網間接通信)

- 既存携帯キャリア網を用いた 間接(基地局を経由した)通信
(対象周波数に5.9GHz帯等は含まず)
- 通信速度・遅延などは ベストエフォート※

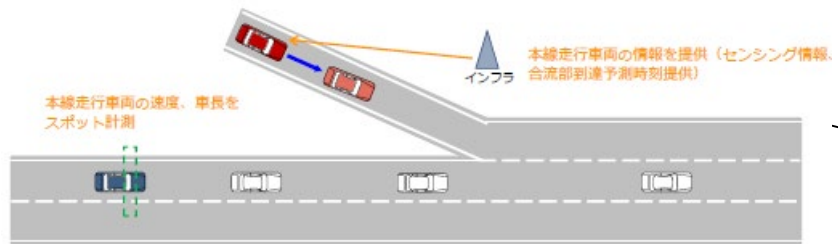
(図は通信方式をC-V2Xとした場合の例)

	周波数帯	通信方式	サービス主体	速度・遅延	携帯網の障害
V2X通信	760MHz帯、5.9GHz帯など	直接通信 (≒狭域通信)	自営も可能	(相対的に) 確保可能	影響なし
V2N通信	携帯電話用帯域 (5.9GHz帯等は含まず)	間接通信 (≒広域通信)	携帯キャリア	ベストエフォート※	影響あり

※ 将来的には、5GのSA構成によるネットワークスライスなどを通じたQoS保証なども期待

安全性

快適性



例：センサー検知外の情報による合流・車線変更
支援(SIP:a-1-1)

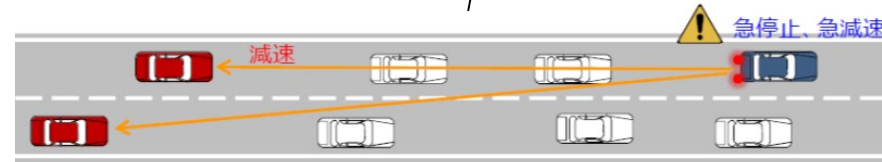
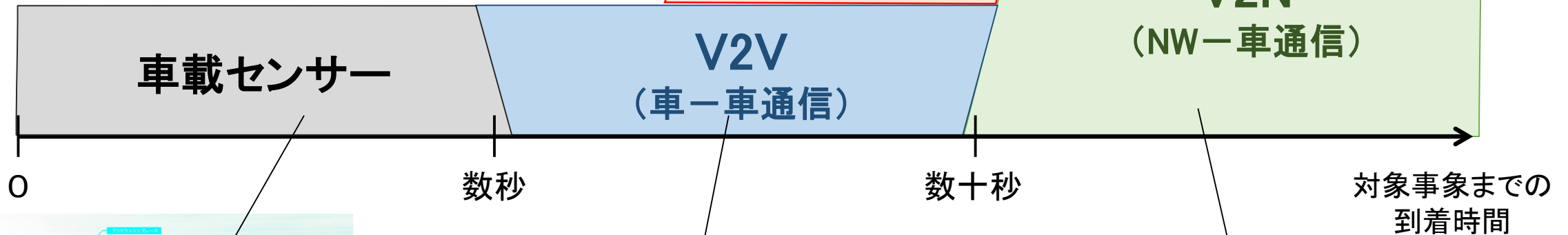


例：衝突被害軽減ブレーキ

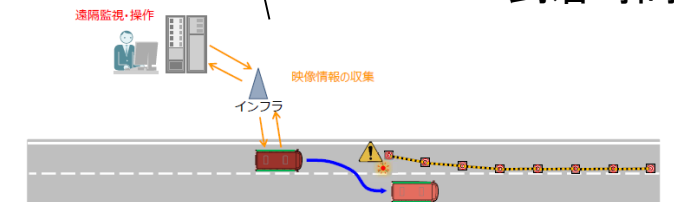
V2I
(路一車通信)

V2V
(車一車通信)

V2N
(NW一車通信)

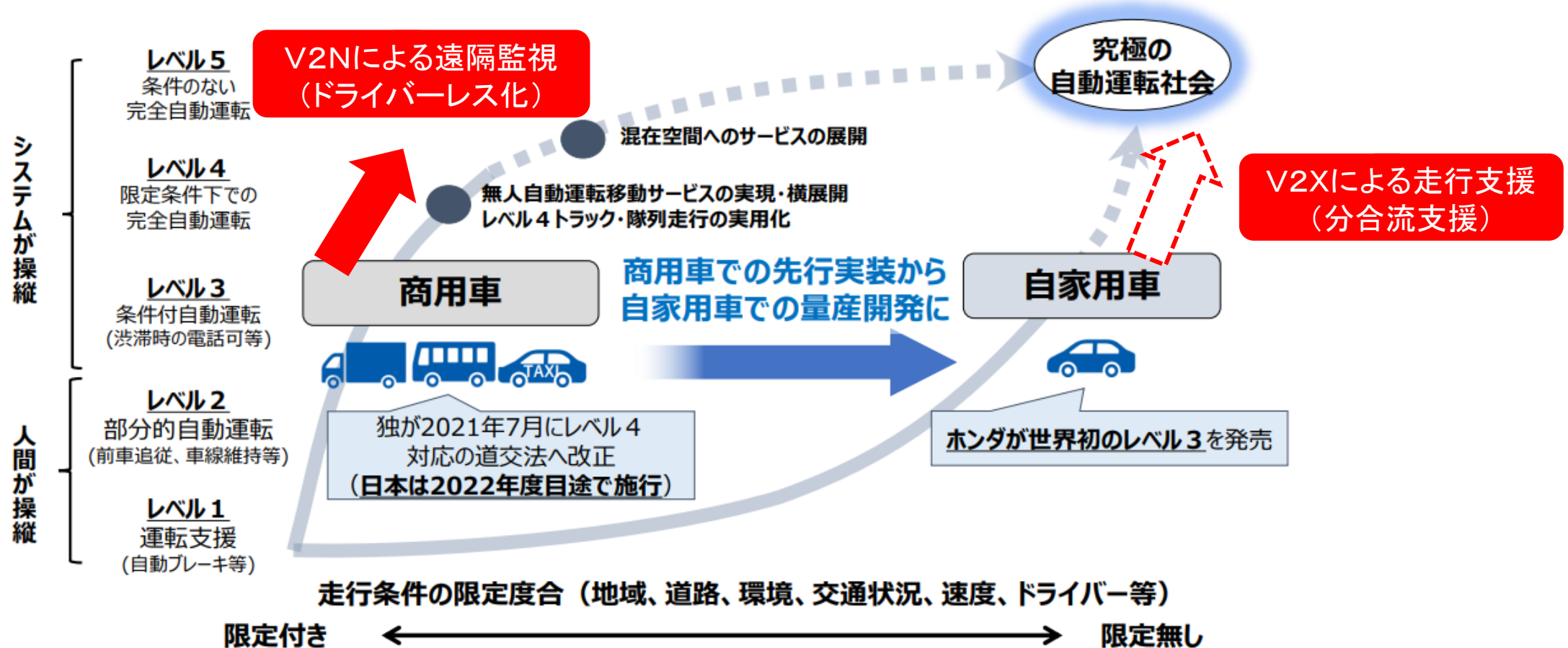


例：前方での急停止、急減速時の衝突回避支援(SIP:c-1)



例：移動サービスカーの操作・管理(SIP:h-1)

- 自動運転の社会実装に向けては、以下の2つのアプローチが存在
 - ① 限定地域における商用車（例：特定のルートを走行する自動運転バスなど）
→ 通信としては、主にV2N通信による遠隔監視（ドライバーレス化）などを担う
 - ② 限定度の緩い自家用車（例：高速道路上の自動運転車など）
→ 通信としては、主にV2X通信による走行支援（分合流支援）などを担う



	短期(既の実現しているものを含む)	中・長期
乗用車(オーナーカー)		
V2X通信	<ul style="list-style-type: none"> ● 信号情報連携(V2I) ● 緊急車両存在通知(V2V) ● 安全運転支援(V2I・V2V) <ul style="list-style-type: none"> － 出会い頭注意喚起 － 右折時注意喚起 － 道路管理への活用 (大雪時の立ち往生検知など) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 協調型自動運転(V2I・V2V) <ul style="list-style-type: none"> － 合流支援(隙間狙い、調停) － 衝突回避支援 － 車線変更(ネゴシエーション)
V2N通信	<ul style="list-style-type: none"> ● 救援要請 eCall ● 緊急車両存在通知 ● テレマティクスサービス ● 信号情報連携 	<ul style="list-style-type: none"> ● 自動運転用地図(高精度地図)情報配信

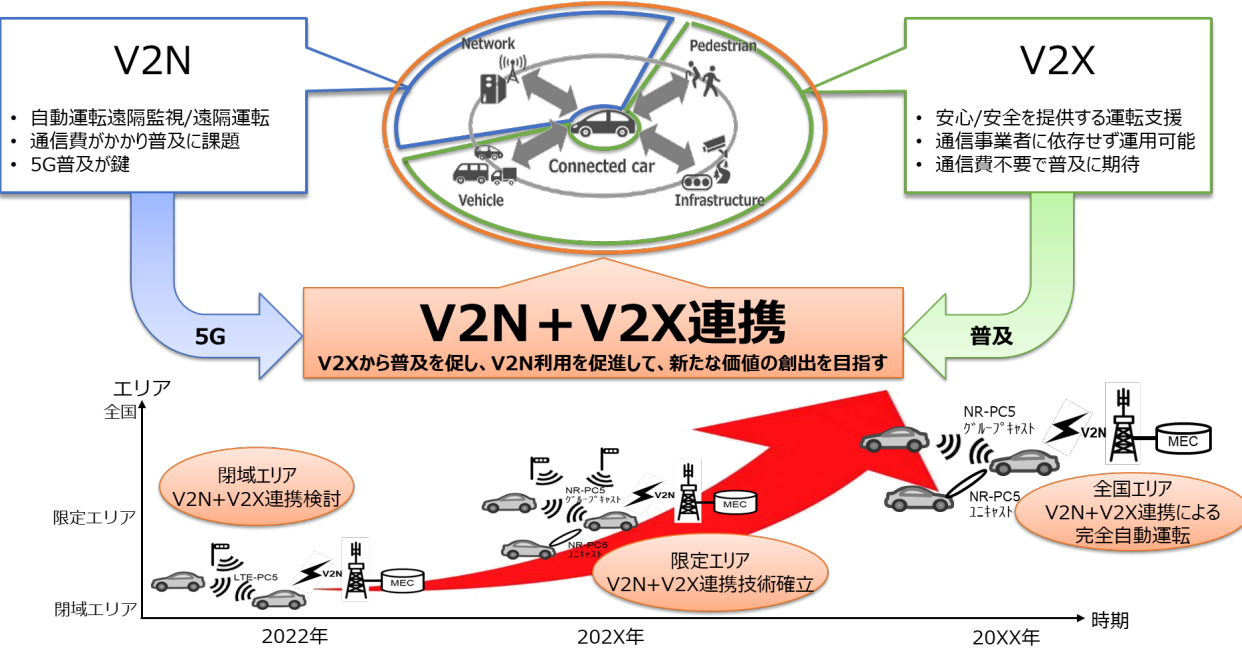
商用車(サービスカー)※ODD(Operational Design Domain)が限定されるものを想定		
V2X通信	<ul style="list-style-type: none"> ● 信号情報連携(V2I) 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> オーナーカーにおける車載器(V2V通信)普及の状況を受けて活用の進展が期待 </div>
V2N通信	<ul style="list-style-type: none"> ● 信号情報連携 ● 遠隔監視 	<ul style="list-style-type: none"> ● 遠隔制御

※ある自動運転システムが作動するように設計されている特定の条件(走行ルート、時間帯、天候など)

(参考) 通信事業者によるV2N関係の取組について

- 通信事業者においては、これまで技術開発を通じ、V2N通信を用いた遠隔監視などに取り組んできたところ
- 安心／安全を提供するV2X通信と、遠隔監視などの実現を図るV2Nを組み合わせることで、様々なユースケースに対応を図ることを検討
- 将来的には、5GのSA構成によるネットワークスライスなどを通じたQoS保証なども期待

V2XとV2Nの連携イメージ



V2Nを用いた遠隔監視実証

- 公道における自動運転車の遠隔管制に向けた実証実験※を実施
- ※ 愛知県による「平成30年度自動運転実証推進事業」



<https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2019/02/05/3599.html>

総務省「自動運転時代の“次世代のITS通信”研究会」第二回会合 株式会社NTTドコモ提出資料 (https://www.soumu.go.jp/main_content/000869189.pdf) より引用

総務省「自動運転時代の“次世代のITS通信”研究会」第二回会合 KDDI株式会社提出資料 (https://www.soumu.go.jp/main_content/000869190.pdf) より引用

(参考) 自動運転バス運行事業者による通信への期待など

- 自動運転バス運行事業者として、自動運転レベル4(限定地域における無人移動サービス)は、ドライバー不足の解決などに貢献するものであり、実現が期待される
- そのため、V2N通信に対して、ネットワークスライシング等による帯域保証(確実な遠隔監視の実現)や遅延のない通信による的確な信号情報連携などが期待
- 他方で、緊急時にも確実に接続できる冗長性や導入コストの低減などが課題

自動運転レベル4の期待

完全 Level 4 になると出来ること

1人の遠隔監視者が、n台を同時監視可能。



▶ dispatcher

→ドライバー不足などの解決に貢献

V2Nへの期待と課題

V2Nにおいては主に安全走行のための帯域保障と高速走行等にも対応できる低遅延に期待

V2Nに対する期待

V2Nにおける課題



遠隔監視

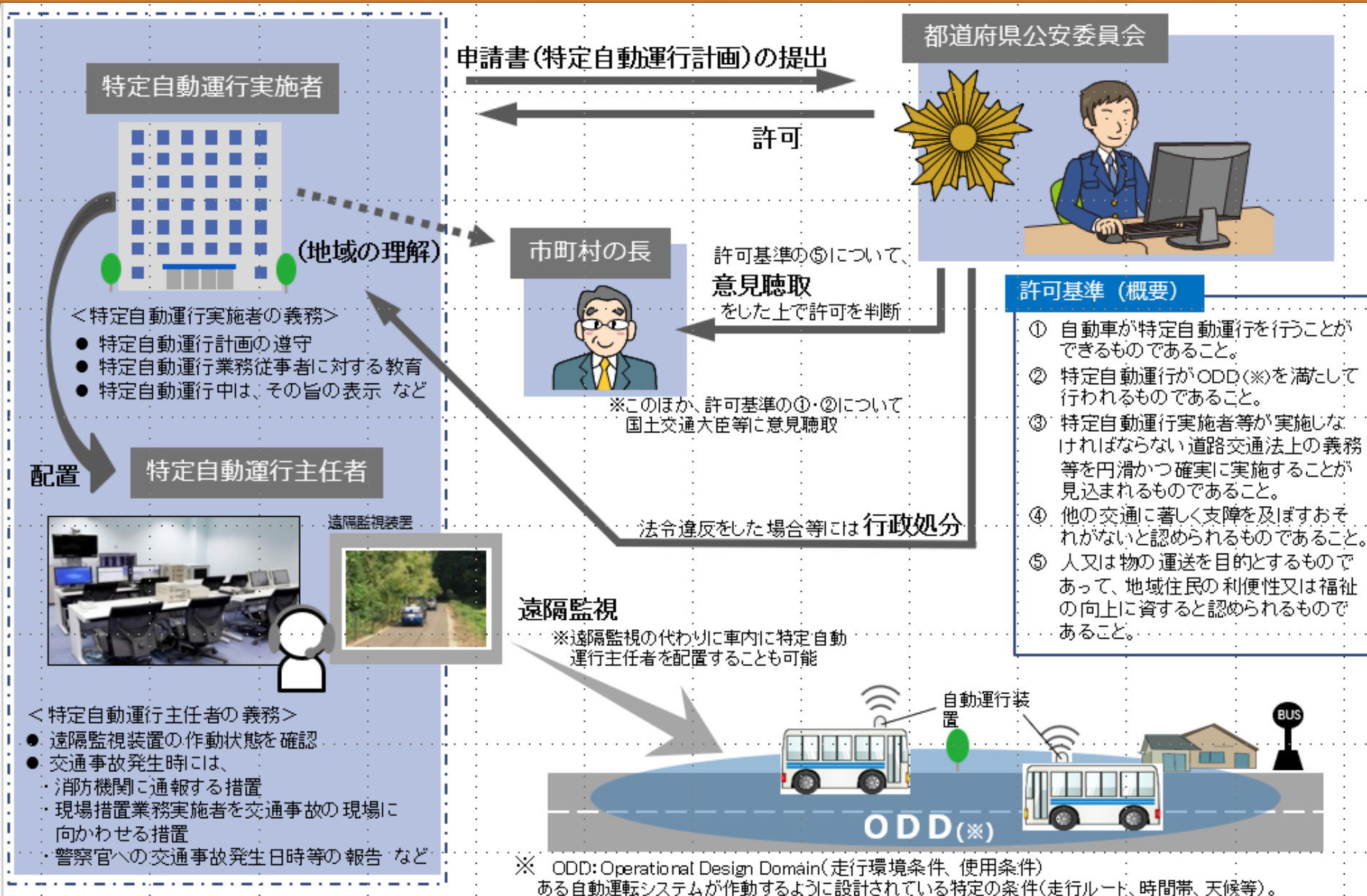
- ネットワークスライシング等による帯域保障(確実な遠隔監視の実現)
- 高精細でクオリティの高い遠隔監視の実現



信号連携等

- 遅延のない通信による的確な情報連携
- 走行時の認識に対する確実性向上

- 緊急時にも確実に接続できる冗長性
- 自動運転導入にかかるコスト低減
- 国際動向との整合性
- インフラ整備のスピード



研究会における主な議論

<割当方針関係>

- SIP自動運転ユースケースの実現には20MHz幅以上の帯域の確保が必要
- 周波数移行の困難さ、既存無線局との干渉を考慮すると、V2X通信向けに割当てられる可能性があるのは5.9GHz帯の上半分、30MHz幅くらいなのではないか
- 米国では、5.9GHz帯の下40MHz幅は無線LANに割当てられており、関連機器の国内持込の懸念があるため、安全確保にも関係するV2X通信向けの割当ては慎重になるべき

<導入ロードマップ関係>

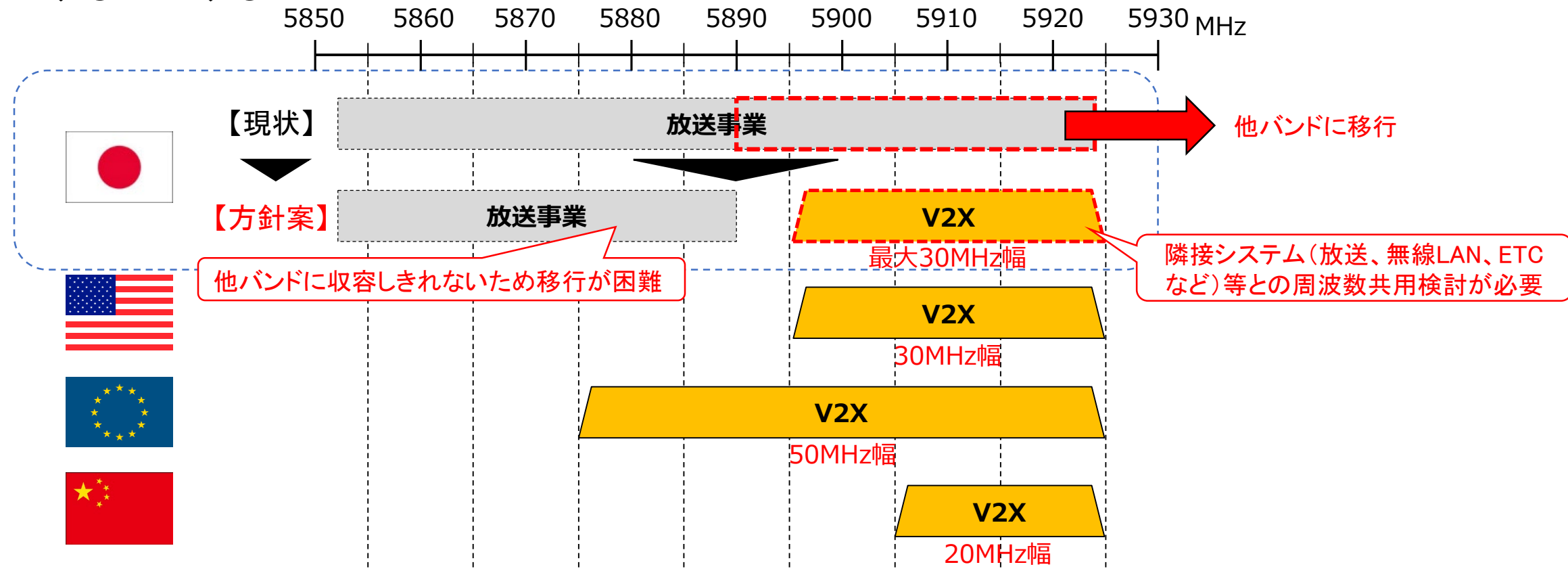
- 5.9GHz帯は放送事業者が既存サービスで使用しており、すぐにV2X通信向けに使用できる状況ではなく、過去の事例を鑑みると、周波数移行には長期間を要する可能性もある
- (国内での電波利用環境について)開発などに関して国内で検証すべきことが多々あるため、なくて困るという状態は避けたい。例えば各自動車メーカー間の車車間通信の相互接続性やインフラとの路車間通信の相互接続性等は、検証を行う必要がでてくるのでは
- 各ユースケースで求められるサービスレベルやODD(運行設計領域)が時間軸で変化するため、その変化も含めてロードマップを検討していく必要がある

諸外国との周波数調和、既存無線局との干渉などを考慮すると、5.9GHz帯V2X通信向けの割当方針として、まずは5.9GHz帯の上半分(5,895～5,925MHzの30MHz幅)を検討すべき

導入ロードマップは、「協調型自動運転方式ロードマップ」で掲げられた目標(2030年頃の5.9GHz帯V2X通信機器の導入)に向け、実証・検証するユースケースや環境整備(放送事業用無線局の移行促進策など)と併せて具体化すべき

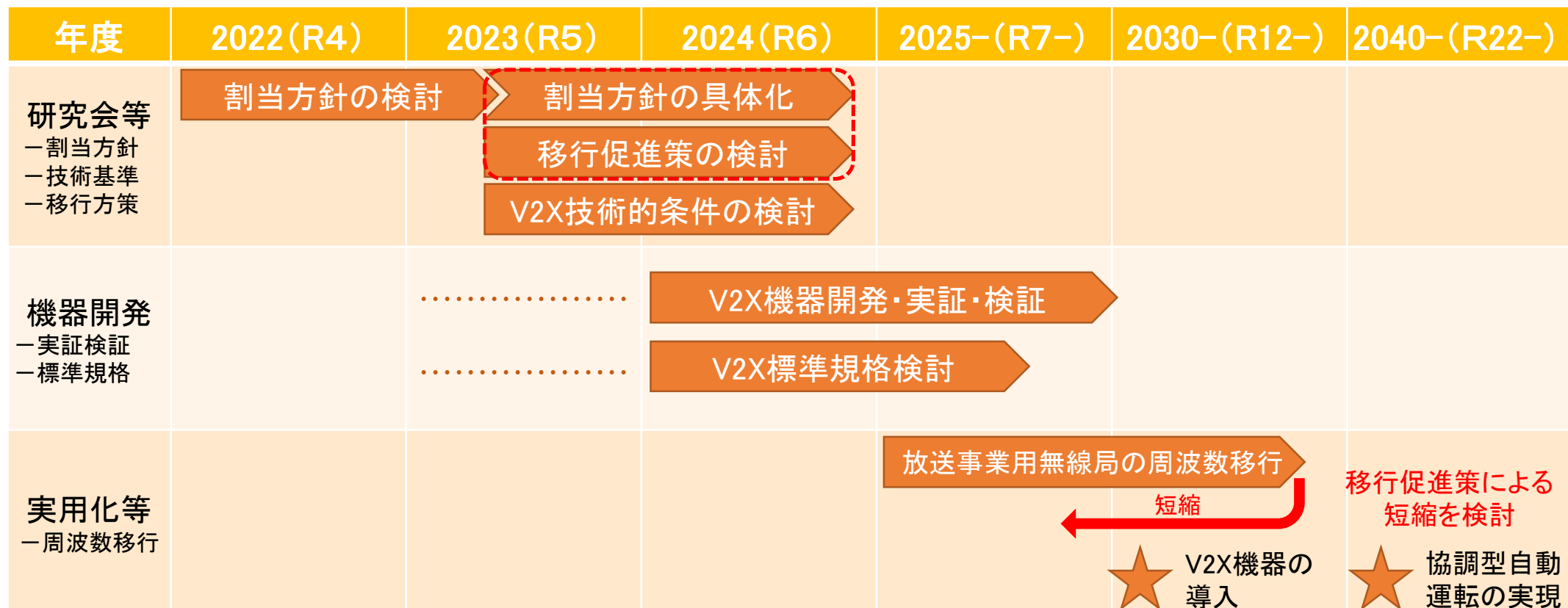
5.9GHz帯V2X通信向けの割り当て方針の検討の方向性

- 国際的な周波数調和や既存無線局との干渉などを勘案し、5,895～5,925MHzの最大30MHz幅を目処にV2X通信向けの割り当てを検討することとする
- 具体的には、① 5,888～5,925MHzを使用する放送事業用無線局の移行先周波数の確保、② 5.9GHz帯V2Xシステムの隣接システム等との技術的検討(周波数共用検討)を行ったうえで、割り当て方針を決定すべき
- なお、5,850～5,888MHzのV2X通信向け割り当ては、諸外国の動向などを踏まえ改めて検討することとする



5.9GHz帯V2X通信向けの導入ロードマップの検討の方向性

- 内閣府SIP自動運転における検討成果である「協調型自動運転方式ロードマップ」を踏まえ、
 - －2040年頃の協調型自動運転(調停・ネゴシエーションなど)の実現
 - －(協調型自動運転の実現に向けた)2030年頃の5.9GHz帯V2X通信機器の導入をメルクマールとして検討する
- 上記の実現には、**放送事業用無線局の周波数移行**を促進しつつ、5.9GHz帯V2X通信機器の実証・検証を推進する必要がある、導入ロードマップについては、**実証・検証するユースケースや環境整備(放送事業用無線局の移行促進策など)**を踏まえて具体化していくべき



(参考) 協調型自動運転ユースケース実現に必要なV2X用周波数幅

- 過年度までの調査検討を通じ、協調型自動運転ユースケース(25個)実現には、少なくとも20MHz幅以上のV2X用周波数の割当てが必要であるとの検討結果が示されている

- 帯域幅を10MHzから**20MHzに拡張**することで結果は改善。複数UCも考慮した更なる帯域確保(30MHz)が有効
- 実機による実験結果では、**机上検証の妥当性の確認**と、検証現場周囲環境含めた電波伝搬特性を把握

出典：「総務省 5.9GHz帯V2X合同調査検討会」の結果より

SIPユースケース (全25個) 各々単独における机上検証結果

No.	機能分類	UC	シミュレーション結果		No.	機能分類	UC	シミュレーション結果		No.	機能分類	UC	シミュレーション結果	
			10MHz	20MHz				10MHz	20MHz				10MHz	20MHz
1	a. 合流・車線変更支援	a-1-1	○	○	9	c. 先読み情報:衝突回避	c-1	×	○	18	e. 先読み情報:緊急車両回避	e-1	○	○
2		a-1-2	○	○	10		c-2-1	×	×	19		f. インフラによる情報収集・配信	f-1	/
3		a-1-3	△	○	11		c-2-2	○	○	20	f-2		×	×
4		a-1-4	△	△	12	c-3	△	○	21	f-3	/		/	
5		a-2	×	×	13	d. 先読み情報:走行計画変更	d-1	○	○	22	f-4		/	/
6		a-3	×	×	14		d-2	○	○	23	g. 隊列・追従走行	g-1	△	△
7	b. 信号情報	b-1-1	○	○	15		d-3	○	○	24		g-2	○	○
8		b-1-2	/	/	16		d-4	○	○	25	h. 遠隔操作	h-1	/	/
					17		d-5	○	○					

△：条件付き
×：要件整合要



テストコース/実道環境における実証実験風景

(i) 自動運転時代のITS通信をめぐる現状など

(ii) 自動運転時代の“次世代のITS通信”について

(iii) 導入に向けた課題について

研究会における主な議論

- 車に搭載した通信システムは長く使うものであり、車ユーザーが安定して通信を使うことのできる環境が確保されていることが重要（再掲）であり、その際、異なる通信方式が混在することや世代交代にどのように対応するか等の観点を考慮すべき
- 歩行者やそのほかの交通参加者（電動キックボード等）の安全確保も重要。欧州ではCPS（Collective Perception Service：協調認識）というテーマで検討がされ始めており、この点に関する議論も重要
- 車同士のネゴシエーションの際に、自分が誰と通信をしているか特定できるようにすべき
- 仮に5.9GHz帯放送事業用無線局を周波数移行することになった場合、移行先の周波数を確保し、V2X通信用のサービス提供主体を明らかにしたうえで、移行期限や費用負担など、既存事業者の不利益にならないような検討をお願いしたい
また、移行先で既存サービスを安定して提供できることも重要であり、移行先の他の無線システムとの周波数共用や再編などを踏まえ、検討が二度手間にならないようにしてほしい。また周波数移行はかなりの労力を要し、短時間で簡単にできるものではないことに注意が必要
- 出合い頭事故や右折時衝突事故の防止は、カメラなどの自律系の安全技術では防止が難しく、V2X通信の活用が期待される場所、日本の車両アセスメントとしてV2X通信を対象に含める検討が開始されている（欧州、中国で先行して検討が進められている）
- V2Xの導入・普及に必要なプロセス（対応車の投入時期等）について自動車業界による協調的・一体的な取り組みを一層強化するとともに、政府として普及に向けた取組を進めることが重要
- （V2Xシステム導入による）安全性、円滑な交通流、カーボンニュートラル、エネルギーの省力化等への効果が見える化も併せて考えるべき
- V2Xは普及させてこそが重要。既存700MHz帯ITS無線との連携や路側インフラの整備などに関して、今後、深掘りすべき（再掲）
- 将来に渡って長く使うことを考慮して、発展性や拡張性を持たせることはとても重要（再掲）
- QoSを考慮したネットワークアーキテクチャが必要。自動運転の進展などを考慮し、適材適所で無線システムの組み合わせるなどを検討すべき。具体的には、5GのSA構成によるネットワークスライスなどを通じたQoS保証なども考えられるのではないか（再掲）
- 通信障害が発生することは前提として、最低限のバックアップの在り方をどう実現するかなどについて議論していくべき（再掲）
- 自動車業界、通信業界、ユーザー企業や関係省庁が継続的にフラットに議論できる場があるとよい
- 民間事業者による700MHz帯ITS無線路側機の利用拡大も、安全・安心な社会の構築に寄与できると思うので、是非進めて頂きたい
- 無線システムの周波数や通信方式もグローバルスタンダードと整合させていくということが非常に重要

<p>短期 (今夏以降速やかに)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 関係ステークホルダーが継続的にフラットに議論できる場の検討・構築 ● 放送事業用無線局の移行先周波数に関する検討(チャンネルプラン等) ● 5.9GHz帯V2X通信のユースケース深掘り、通信方式・拡張方策などの検討 (導入効果の定量化や既存ITS無線との連携や路側インフラの整備の観点を含む) ● 5.9GHz帯V2X通信システムの隣接システムとの技術的検討(周波数共用検討) ● 放送事業用無線局の周波数移行促進策に関する検討(費用負担の在り方を含む) ● 5.9GHz帯V2X通信向け割当方針案、導入ロードマップ案の具体化 ● デジタル田園都市国家インフラ整備計画等と連携したデジタル基盤整備推進策の検討 ● 民間事業者による700MHz帯ITS無線の利用拡大に関する制度化に向けた検討
<p>中期 (向こう5年以内) #V2X導入に向けて</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 5.9GHz帯V2X通信システムに関する制度化に向けた検討 (関係省令などの改正、標準規格の策定など) # 標準規格の策定に当たっては、発展性や拡張性を考慮すること ● 5.9GHz帯V2X通信システムの導入に向けた、異メーカー間の相互接続性検証など の実証・検証環境の整備 ● 協調型自動運転の実現に向けた5.9GHz帯V2X通信やV2N通信(5GのSA構成によるネットワークスライスなどを通じたQoS保証など)に必要な技術開発、歩行者などの安全確保に向けたCPS(協調認識)実現に向けた研究開発・実証など # その際V2Nに関しては通信障害発生時における対応の在り方も検討すること
<p>長期 (向こう5年以降～) #V2X普及に向けて</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● V2X通信システムの日本の車両アセスメントへの適用に関する検討への協力 ● 5.9GHz帯V2X通信システムの多用途展開に向けた支援

(参考) 我が国の自動車アセスメントの動向

- 我が国の自動車アセスメントに関して、出会い頭・右直時の事故を削減するために、今後の実施計画を定めるロードマップにおいて、V2Xが新たな導入項目候補と位置づけられている

車両アセスメントの概要

- 市販されている自動車を対象に、衝突時の乗員や歩行者の安全性を評価する「衝突安全性評価」、被害軽減ブレーキのような事故を未然に防ぐ技術の評価する「予防安全性評価」等を行い、その結果を公表。安全技術の性能向上と普及の促進に大きな効果。
※自動車アセスメントの一環として、「チャイルドシート」の安全性比較試験(前面衝突試験、使用性評価試験)も実施。

1. 評価試験の実施

衝突試験、衝突被害軽減ブレーキ(自動ブレーキ)の試験など、様々な安全性能を評価

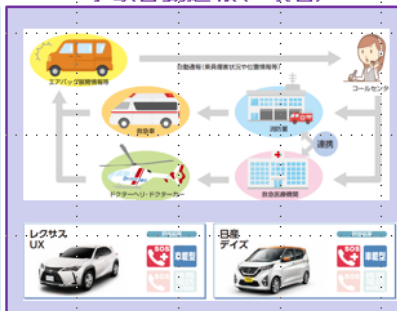
衝突安全性評価(7項目)



予防安全性評価(8項目)



事故自動通報(1項目)



2. 結果の公表

結果を車種ごとに点数化して公表。
(結果は、自動車メーカーの広報活動等で活用されている)



SUBARU
レガシィ
アウトバック

※SUBARUホームページより



『自動車安全性能2021』ファイブスター大賞受賞

自動車アセスメントロードマップ抜粋

	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度
予防・衝突等総合安全性能	2020年度～					
予防安全性評価	対車両	義務化に伴う評価方法検討				
	対歩行者(頭部)	義務化に伴う評価方法検討				
	被害軽減ブレーキ	対歩行者(頭部・肩打防止)				
	対歩行者(頭部・肩打防止)					
	対自転車	予備試験				
交差点	試験・評価方法検討/予備試験		予備試験			
高機能車行用制動灯	2019年度～					
ペダル踏み間違い・急加速抑制装置	試験・評価方法再検討		予備試験			
車線逸脱抑制装置	評価中止					
車線逸脱抑制装置-車線逸脱抑制装置	逸脱抑制装置2014年度～ 逸脱抑制装置2019年度～					
その他運転支援技術(被害軽減ブレーキ[後述時歩行者]、被害軽減ブレーキ[自転車]、V2X等)	追加試験項目検討		調査・研究(追加項目)		試験・評価方法検討(追加項目) 予備試験(追加項目)	
予防安全性評価全体の総合的な安全性能	普及期の評価方法から競争期の評価方法への変更検討 新規項目導入の際の評価(考え方)の検討					

※国土交通省ホームページ 自動車総合安全情報 より
<https://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/02assessment/index.html>