

セルラー通信技術を用いた ITS・自動運転の高度化に 向けた課題調査報告書 更新概要

ITS情報通信システム推進会議
高度化専門委員会 セルラーシステムTG

セルラー通信技術を用いた ITS・自動運転の
高度化に向けた課題調査報告書

2021 年 1 月

ITS 情報通信システム推進会議
セルラーシステム TG



© ITS Info-communications Forum

https://itsforum.gr.jp/Public/J7Database/p66/Cellular_system_202101.pdf

背景（諸外国）

- ・ 通信を用いた安全運転・自動運転支援の研究開発・政策議論・実証がグローバルに活発化。
- ・ セルラーV2Xに関しては大きな期待があり、実運用を踏まえた検証および展開が進められている一方、地域ごとに事業性、運用等の検討が必要である。

● 3GPP:

- 狭域通信：LTE V2X仕様策定済み / 5G NR V2X Rel.16策定済、Rel.17策定中
- 広域通信：5G NR 仕様策定済

● 中国:

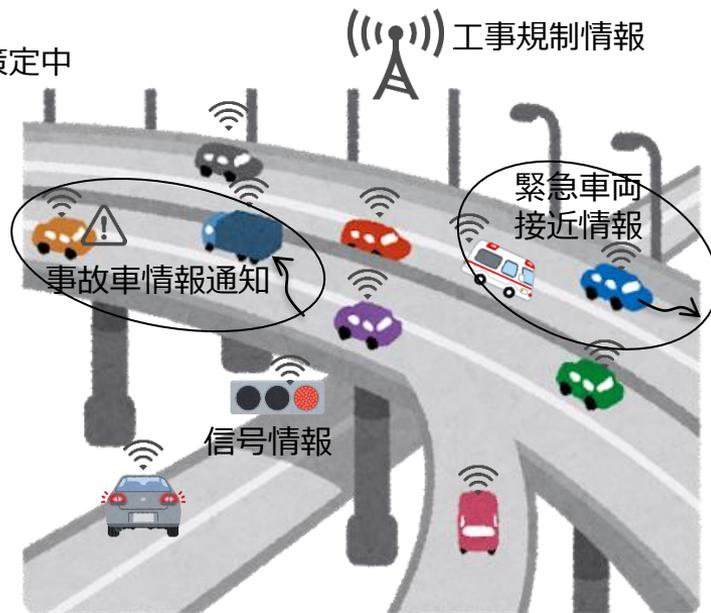
- Wuxi（无锡）をはじめ、中国の各地で大規模な実証実験や商用向けの展開が実施中

● 米国:

- FCCが5.9 GHz ITS帯域幅を30 MHzに縮小し当該帯域の技術をC-V2Xとする1st R&Oを発行

■ 欧州:

- 5.9 GHz ITS帯域の制度、標準化は技術的に中立



背景（日本）

- ・グローバルで検討中のサービスの一部は既存ITS技術で実用化済み。
- ・将来の協調型自動運转向けユースケースの検討、既存ITSの対応範囲及び将来V2X通信に係る検証等、官民一体の取組が進展中。

- **内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)**

- 東京臨海部における自動運転の実証実験、協調型自動運转向け通信方式の検討、等

- **総務省**

- 5.9 GHz帯V2X用通信システムに関する技術的検討
- 協調型自動運转向けユースケースの既存ITSでの対応範囲の検証

- **ITS情報通信システム推進会議**

- 無線方式検討TG： SIP協調型自動運転ユースケースの無線通信要件の検討

【セルラーシステムTG】

- ・ セルラー通信技術を用いたITS・自動運転の高度化に向け、システム全体での検証、技術以外の諸課題（ビジネスモデル、インフラ整備、相互接続・セキュリティ等の運用管理体制、責任分界等）を含め検討中

セルラー-V2Xの概要と本報告書の目的

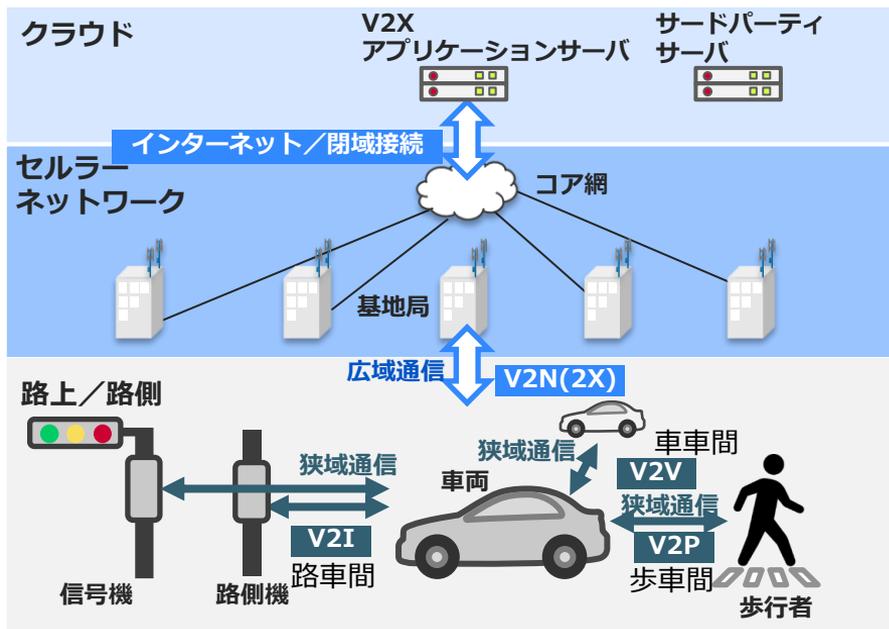
セルラー-V2Xの概要

広域通信：Network/Internet接続や広域情報配信、見通し外通信に適する。

狭域通信：基地局を経由せず端末間で直接通信。広域通信より低遅延。緊急を要する通信への活用を想定。

本報告書の目的

セルラー-V2Xの有効性評価や課題の対応検討の加速を目指し、技術概要、想定ユースケース、通信アーキテクチャ、ビジネスモデル、課題を整理した報告書を作成。



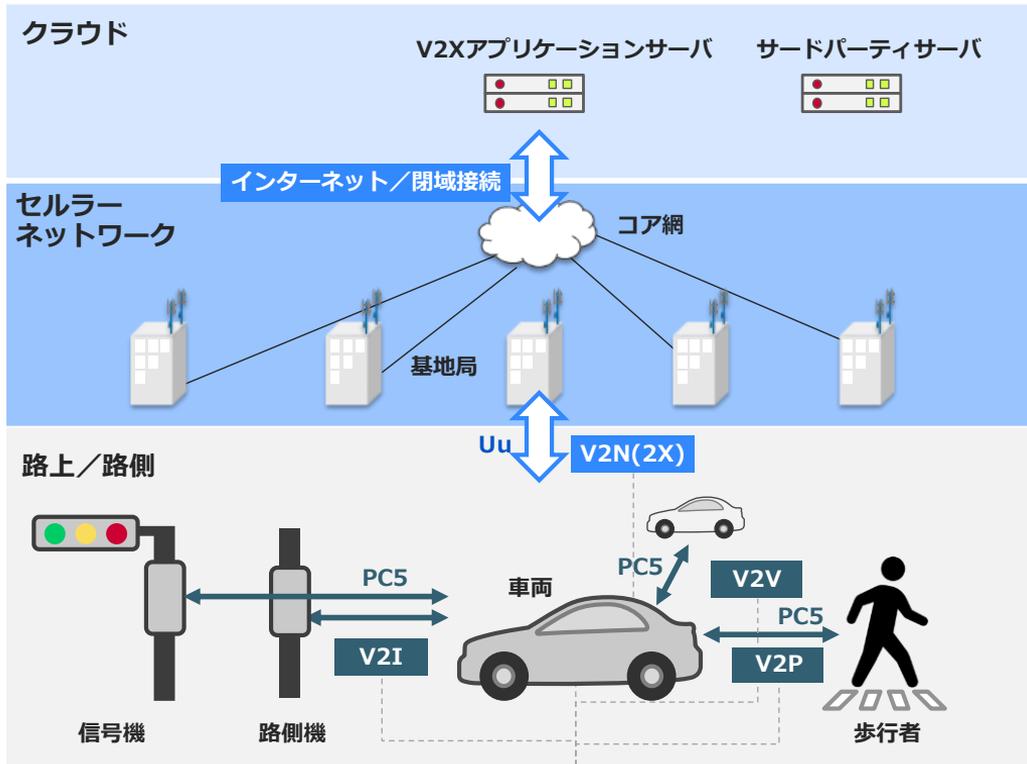
報告書の構成と更新内容の概要

	項目	初版の概要	更新内容
1章	セルラー通信システムの現状と見通し	4G/5Gの仕様化・周波数・サービス状況	5G(広域通信)の加筆(URLLC, Multicast等)、NR-V2X(狭域通信)の概要、各国の広域通信・狭域通信の周波数割当状況
2章	通信に期待するユースケースとその役割	情報の更新頻度に着目したユースケースの選定(落下物通知や信号情報配信など)と詳細検討	狭域通信と広域通信の組合せに着目し、高い付加価値を見出せるユースケースを選定し詳細検討
3章	通信アーキテクチャ	狭域通信(PC5)の通信パラメータと運用方法、広域通信(LTE)の運用とMEC活用検討	広域通信の利用が想定されるユースケースにおけるMEC設置箇所の適合性の検討
4章	ビジネスモデル	ステークホルダーやビジネス化を考慮したコスト要因の具体化、費用負担検討	ステークホルダ、費用負担の形態として、ビジネスモデル図(自動車保険モデル、税モデル、Maas/自動運転モデル)を例示し、ビジネス化に向けた課題を抽出
5章	課題整理	2~4章で抽出した課題を整理	2~4章の更新内容を踏まえた追記
6章	まとめ	-	-
付録	-	用語集詳細版、LTE-V2X(狭域通信)の通信性能の技術概要など	LTE-V2X、NR-V2X(狭域通信)の技術概要に関する追記

セルラー通信技術を用いたITS・自動運転の高度化に向けた課題調査報告書

通信方式および標準化動向

セルラー-V2Xシステム構成



セルラー-V2X (V2V/V2I/V2P/V2N)

● 広域通信(V2N)

- 基地局、コア網を介した通信
- 既存通信インフラ・無線インタフェースの利用を想定
- IP通信

● 狭域通信(V2V/V2I/V2P)

- ITS専用周波数を利用
- V2X用の移動機と移動機の直接通信を使用
- 非IP通信

用語

- **基地局, NodeB**

- 基地局は、セルラーネットワーク内にて、移動機と**広域通信**にて接続する装置の総称。一つの基地局が一つまたは複数のセルをサポートする。
- eNodeBは、LTEにおける基地局
- gNodeBは、NRにおける基地局

- **セル**

一つの周波数において、基地局から一定領域にむけて送信され、移動機から一意に認識される領域



広域通信, Uu

狭域通信, PC5

- **移動機, UE (User Equipment)**

セルラーネットワークにおいて、ネットワークと通信する端末



- **路側機, RSU**

- 本書では広域通信を用いて移動機と通信する装置は路側機と呼ばない。
- 路側機とは端末型の装置で**狭域通信**機能で移動機と通信する装置を指す。

- **通信遅延時間**

- 通信処理部が通信可能状態かつ通信路の負荷が軽い条件
- データ生成頻度遅延、通信路の高負荷時での影響・ばらつき、再送時間、通信処理部を通信可能状態にしておくかなどの考慮必要

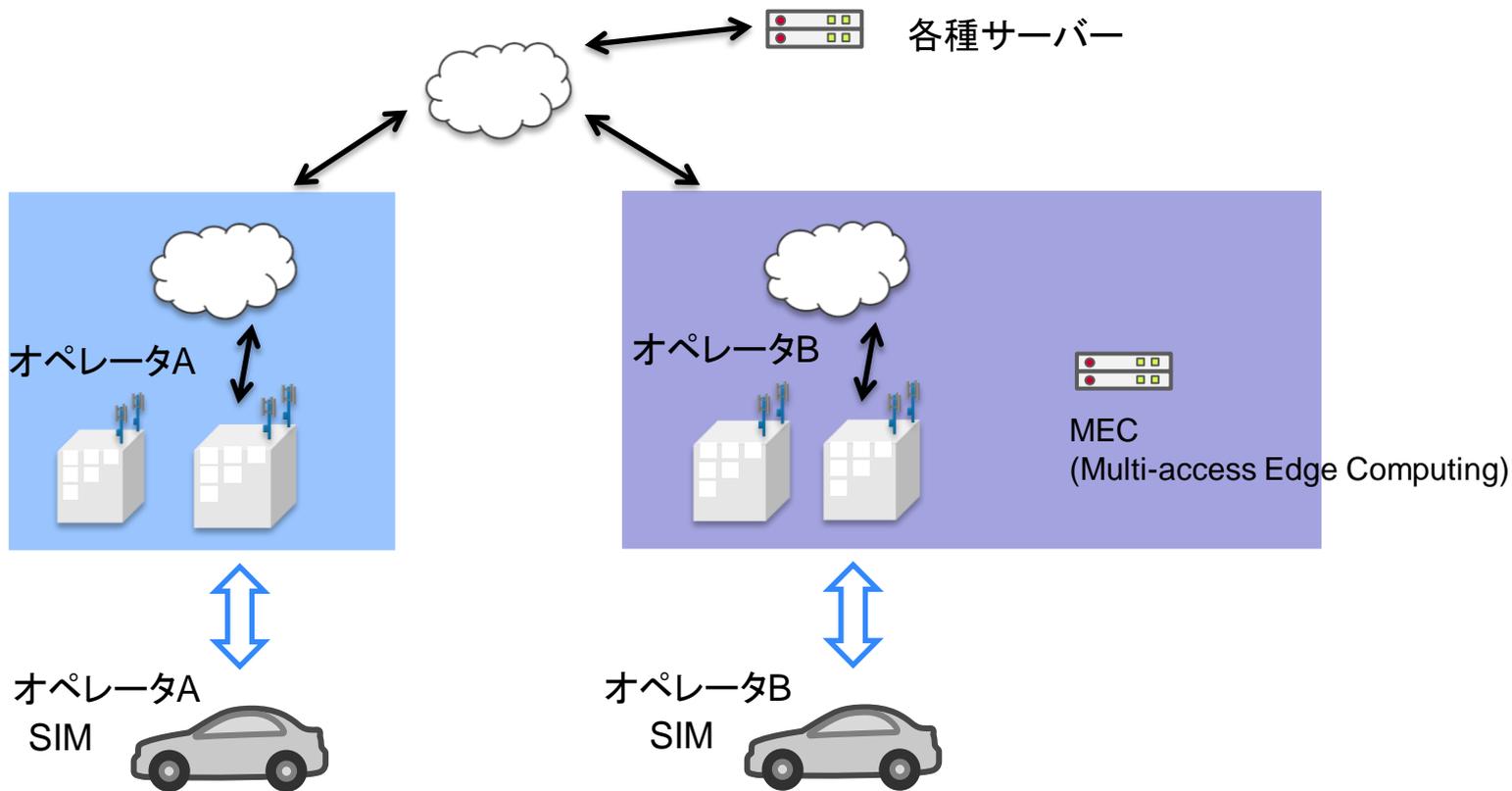
3gppにおけるリリース

	広域通信, Uu	狭域通信, PC5
Rel-8	LTE 初版	
Rel-9	LTE 下りブロードキャスト	
Rel-14	LTE 下りブロードキャスト (V2X向け拡張)	LTE V2X向け狭域通信
Rel-15	NR 初版	LTE V2X向け狭域通信改良
Rel-16	NR URLLCの拡張	NR V2X向け狭域通信
Rel-17	NR 下りブロードキャスト	NR V2X向け狭域通信改良

←2020年6月完了

←2022年6月完了予定

広域通信(V2N)概要



NRによる広域通信(V2N)

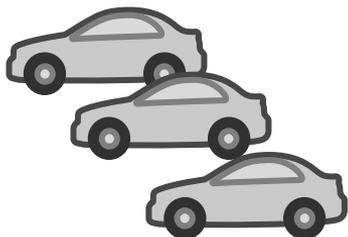


- **NR: 5Gに向けて3GPPが規定した無線アクセス技術**
 - LTE Uuで実現できるサービスは、基本的には、すべてをカバー
 - 端末および基地局でのバックワードコンパチビリティ
- **NRの接続形態**
 - ノンスタンダードアローン：待ち受けはLTEで通信時にNRも利用
 - スタンドアローン：待ち受け・通信ともにNRを利用
 - 端末はLTEもサポートしているため、NRのカバレッジエリア外ではLTEで接続
- **種々のサブキャリア間隔によりミリ波対応やデータ割り当て単位時間を短縮**
- **OFDMシンボル単位によるデータ割り当てによっても遅延時間を短縮**
- **常時送信信号を減らすことによる将来拡張性**

NRによる広域通信(V2N)



広域通信 



● URLLC(超高信頼・超低遅延)

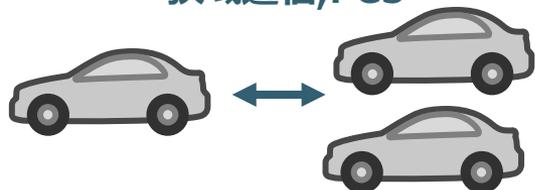
- 遠隔自動運転も対応できるような仕様をRelease16で規定
 - 想定条件: 遅延が5ms 信頼度99.999% データ速度 上り25Mbps 下り1Mbps
- 物理レイヤ制御信号の柔軟化・高頻度化、繰り返し送信の柔軟化、物理レイヤでの優先順位付け、送信途中でのキャンセル機能など

● マルチキャスト

- 一つの送信を複数端末が同時受信する機能はRelease 17で標準化中

NRによる狭域通信(V2V/V2I/V2P)

狭域通信, PC5



- **LTEによる狭域通信に対して補完的な関係を主に意図したNRによる狭域通信**
 - LTE-V2Xと同時に用いることで高度なユースケースに対応する想定
 - どの技術をどのユースケースへ適用するかは、それぞれの国の標準化団体および自動車業界でのエコシステムの決定
- **種々のサブキャリア間隔に対応**
- **より非周期的な通信の低遅延伝送を意図**
- **物理レイヤでのグループキャスト, ユニキャストをサポート**
 - グループキャストでは、空間的な近接によるグループ形成とアプリケーションによるグループ形成
- **誤り復号結果の通知, MIMO, チャネル状態のフィードバックをサポート**
- **Release 17で歩行者むけなどの拡張中**

セルラー通信技術を用いたITS・自動運転の高度化に向けた課題調査報告書

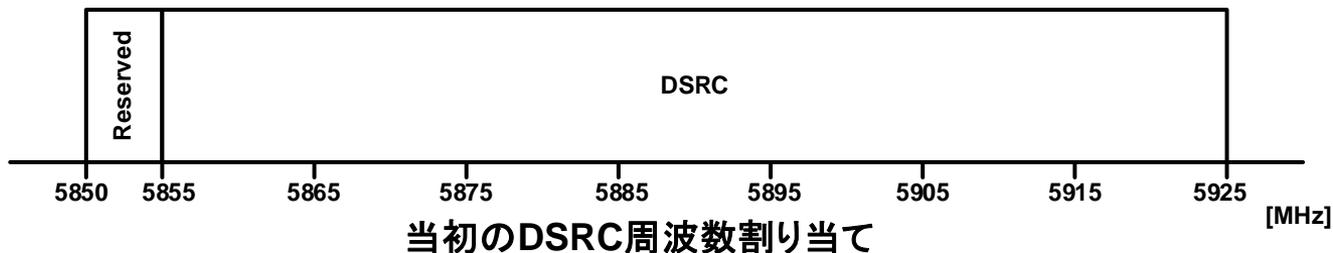
周波数動向

周波数動向の目次

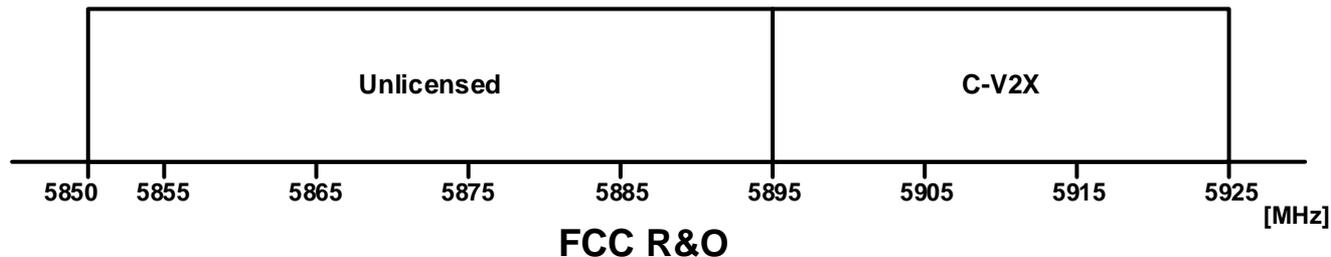
- 米国 ITS向け周波数の動向
- 欧州 ITS向け周波数の動向
- 中国 ITS向け周波数の動向
- その他の国のITS向け周波数の動向
- 日本のITS向け周波数の状況
- 広域通信向け周波数(5G)

米国 ITS向け周波数の動向(1)

- 1999年、FCCが5850-5925 MHzをDSRC (802.11p)が使用するITS帯域として割り当てた。



- 2019年12月にFCCが割り当て案の変更を提案。2020年11月には、5850 – 5895 MHzを免許不要帯域へ割り当て、5895 – 5925 MHzをC-V2Xを用いるITS帯域とするR&O (Report & Order)をFCCが公表している。



米国 ITS向け周波数の動向(2)

● R&O後のプロセス

Day 0: Publication in Federal Register (3/22の時点ではまだRegisterとはなっていない)

Further Notice of Proposed Rulemaking (FNPRM)

+ 60 days: R&O becomes effective

+ 90 days: Comments due and Petitions for Reconsideration possible

+ 90 days: Technical rules for upper 30 MHz

+ ? Days: Final Rule, including rules for outdoor unlicensed activity

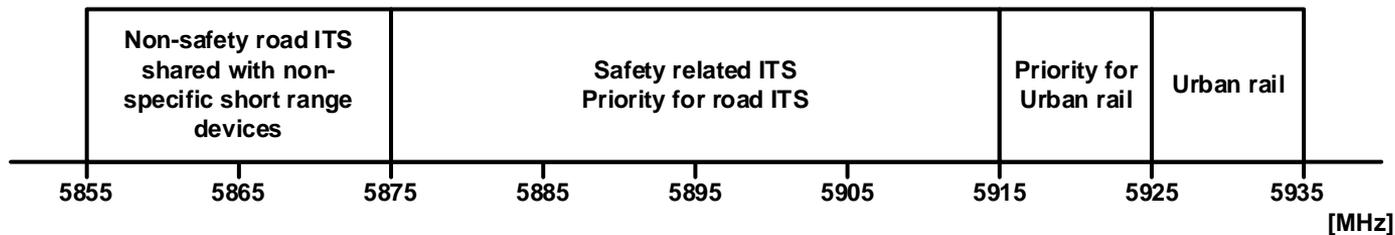
● FNPRM (Further Notice of Proposed Rule Making)の主な内容

- DSRCは一定の期間を経てC-V2Xに移行していくことが求められるが、その移行期間や方法
- 追加された免許不要帯域からの不要輻射制限
- 追加された免許不要帯域での屋外利用
- ITS用の追加周波数

このほか6 GHzの免許不要帯域にVLP (Very Low Power)デバイスからの干渉も課題(VLPの制度化は今後)

欧州 ITS向け周波数の動向

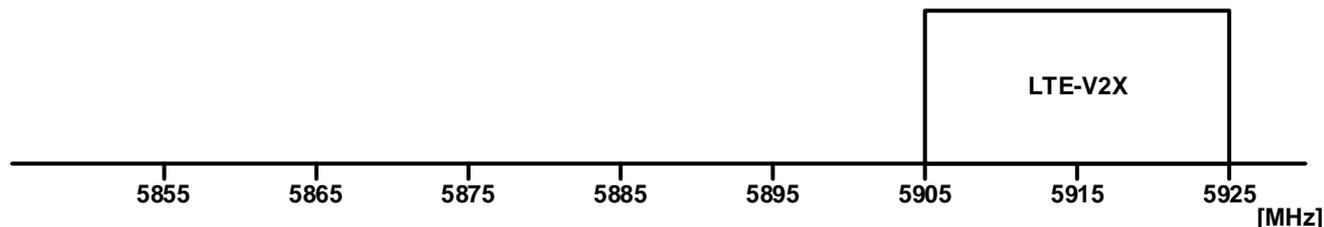
- 2020年にUrban Rail向けの周波数追加を含むITS向けの周波数に関する制度改定を行った。
- 利用する技術は制度では特定されないが（技術ニュートラル）、帯域ごとの利用目的は規定されている。
- 2020年後半からITS-G5（DSRC）を搭載した車の発売が開始されている。



欧州の周波数割り当て

中国 ITS向け周波数の動向

- 2018年に5905 – 5925 MHzをLTE-V2Xに割り当て、2020年後半からは商用運用も開始されている。
- 利用する技術は制度はLTE-V2Xに限定。

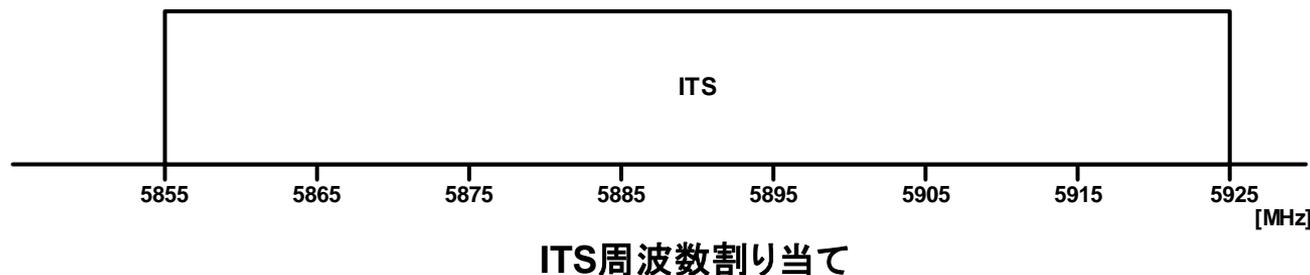


中国の周波数割り当て

- NR-V2Xを想定した周波数拡張の検討も開始されている。
 - 業界団体には商用展開は2025年ごろを想定する意見が多い

その他の国のITS向け周波数の動向

- 韓国、シンガポール、オーストラリア、カナダ、ブラジル



- 2016年に割り当てが行われた韓国では、現在、同帯域で利用する技術に関する議論が行われている。

日本のITS向け周波数の状況

- ITS専用周波数(V2X)として755.5 – 765.5 MHzが割り当てられ、2015年より路車間・車車間通信を活用した運転支援システムITS Connectが運用されている。
- 5.8 GHz帯（5770-5850 MHz）は、有料道路等の料金徴収に使用されているETCや、ETC 2.0によるITSスポットを利用した渋滞情報、安全運転サポート、災害時の誘導などの情報サービス提供に使用されている。
- 2020年公表された総務省の周波数再編アクションプランでは、5.9GHz帯にV2X用通信を導入する場合に必要な技術的条件についての検討が行われることが記載されている。以下、抜粋：

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を行う。

広域通信向け周波数(5G)

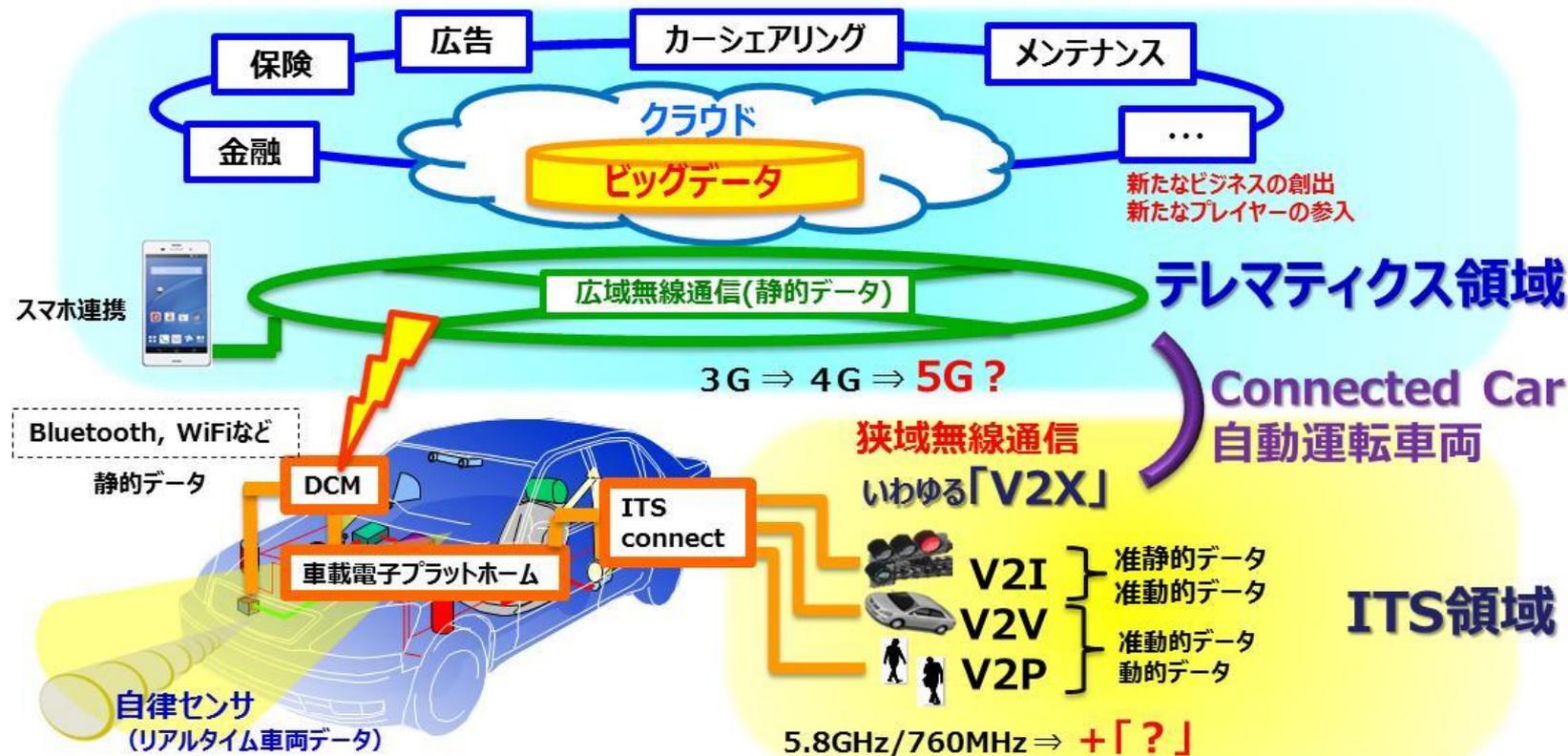
- 5G向けに新たに通信事業者に割り当てられる周波数(Licensed Spectrum)については、6 GHz以下の周波数帯とミリ波帯の両方が様々な国や地域で割り当てられている。
- 日本では携帯電話事業者4社に5G周波数が割り当てられており、4Gで使用していた周波数で5Gを使用するための制度整備も終了している。

携帯電話事業者	割り当て周波数
NTTドコモ	3.6 - 3.7 GHz, 4.5 - 4.6 GHz (TDD) 27.4 - 27.8 GHz (TDD)
KDDI	3.7 - 3.8 GHz, 4.0 - 4.1 GHz (TDD) 27.8 - 28.2 GHz (TDD)
ソフトバンク	3.9 - 4.0 GHz (TDD) 29.1 - 29.5 GHz (TDD)
楽天	3.8 - 3.9 GHz (TDD) 27.0 - 27.4 GHz (TDD)

セルラー通信技術を用いたITS・自動運転の高度化に向けた課題調査報告書

通信に期待するユースケースとその役割

Connected Carの通信 (第5回WSスライド再掲)



Connected Carの通信は、広域通信(テレマ)と狭域通信(現: DSRC)に大別
今後は、これらを上手く組み合わせたサービスが求められると想定

ユースケース整理の考え方

● 検討の流れ・ポイント

(1) 題材とするユースケースの抽出

抽出の観点

- ① 対象とするシーンの具体化
- ② どのような課題を解決しようとしているのか？

(2) セルラー適用の考え方の整理

- ③ 通信を使わない場合どんなやり方が考えられるか？
- ④ 通信を使った場合、どのような価値をもたらすのか？

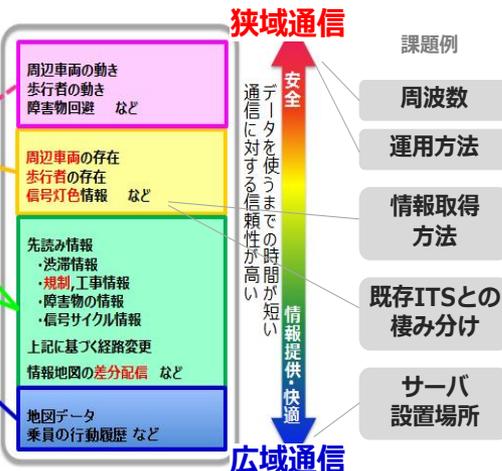
(3) 課題を整理

実用化に必要な課題を幅広く検討

● 振返り（初版ユースケース）

- ・情報の更新頻度に着目したユースケースを抽出し課題を整理した
- ・既存ITSで実用化済みのサービスに対し、セルラーへの置き換えを想定し検討 ⇒ 多くの課題を抽出した

ダイナミックマップとの対比 (論理的な配置イメージ)



初版で抽出したユースケース例	狭域通信		広域通信
	V2V	V2I	V2N
落下物等による衝突回避・緊急ブレーキ	●		
信号情報活用による交差点通過支援、 ジレンマゾーン回避、赤信号注意喚起	●	●	
障害物等の情報による車線変更支援/ルート選定			●
緊急車両接近情報による車両退避支援	●		
工事情報等による経路再探索			●

追加ユースケース 抽出の観点・一覧

- 今後の自動運転社会を見据えた場合、狭域通信だけでなく広域・大容量の通信との併用が期待されることから狭域通信と広域通信を組合せた（広域通信併用）ユースケースの検討を行った

【広域通信併用のメリット】

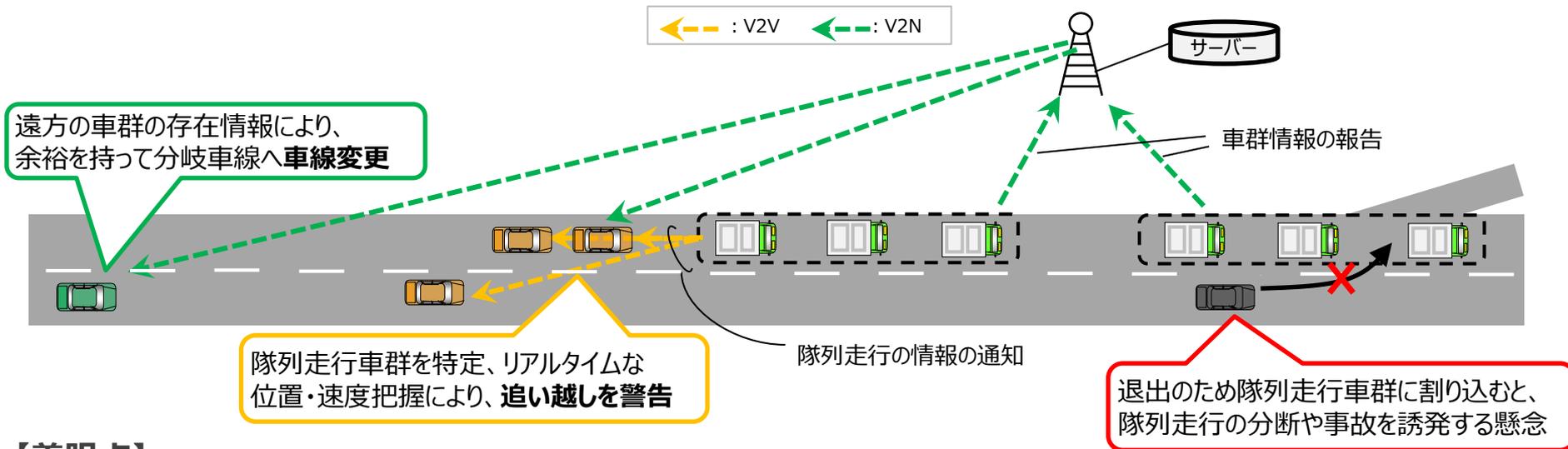
- ①各通信の得意・不得意を補完することで、距離・時間等に応じた最適な情報をシームレスに提供
 - ②データ等のやり取りや、車両特定・認証等の機能を分担することで、サービス実現性を向上
- 以下の5つが、検討したユースケースの代表例である

ユースケース名	特徴
高速道路出口付近で隊列情報を活用した高速道路退出支援	広域配信では隊列走行車群の存在情報、近距離では具体的な追い越し警告を行い、円滑な高速道路退出を支援
道路上の注意事象情報提供	近距離ではスリップ等起こした車両への追突を防止すると共に、複数の車両の情報等に基づき、広域配信で危険箇所のある経路への進入を回避させる
緊急車両の走行ルート考慮型FAST	広域通信で緊急車両のルート情報を送信し、信号機を優先的に制御してもらうと共に、近距離の車両に意図を伝えることで更に円滑な緊急走行を実現する
事故現場状況の記録・通報サービス	事故発生時に近距離では二次災害を防止すると共に、広域通信で事故現場の状況を記録・通報することで迅速な救援・事故処理を実施
隊列走行のセキュリティ、認証、課金	狭域通信で隊列を形成すると共に、追従による燃費改善分を広域通信により案分する

ユースケース例① 高速道路出口付近で隊列情報を活用した退出支援

【シーン】 高速道路出口付近に隊列走行車群があり、周辺車両の退出が困難

【支援】 出口・隊列走行車群との距離感を考慮し、円滑な高速道路退出を支援



【着眼点】

広域通信：広域性を活かした隊列の大まかな存在情報（出口付近で考慮すべき隊列の存在）

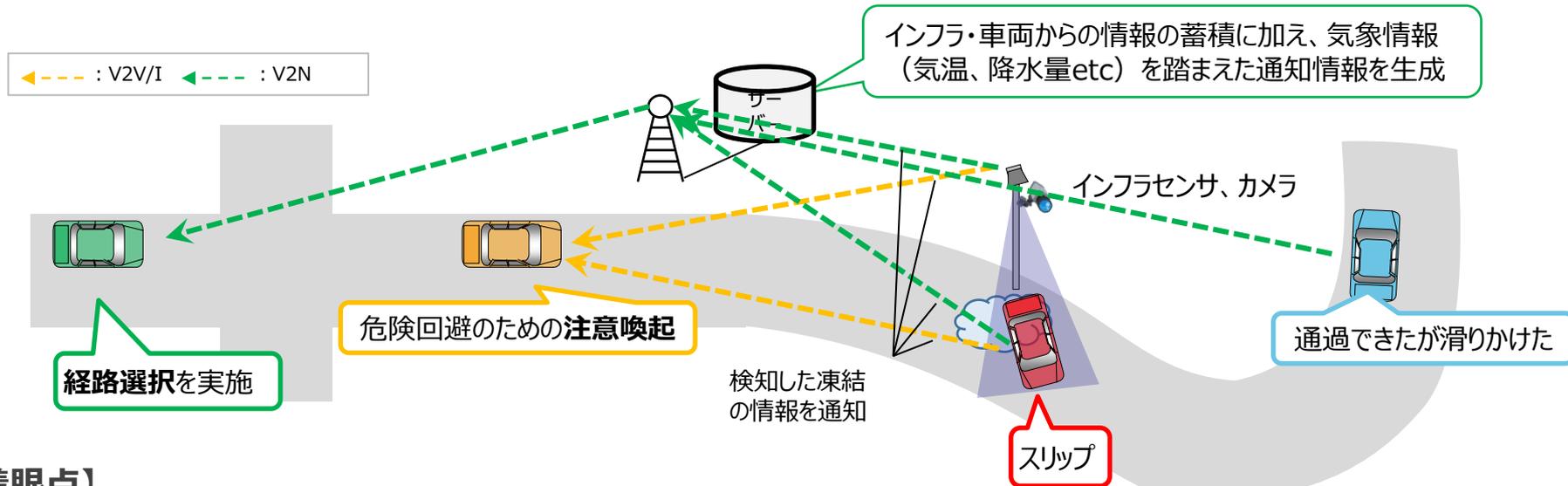
狭域通信：信頼性を活かした隊列のリアルタイム情報（位置、速度、隊列車両特定等）

【主な課題】サーバにおける隊列走行車群の存在の収集・管理・配信方法や情報配信のエリア区分
車両側での広域／狭域通信情報の調停方法、広域での交通流への影響 など

ユースケース例② 道路上の注意事象情報

【シーン】 道路上に走行危険箇所（凍結、冠水など）がある

【支援】 危険箇所との距離感・データ等を踏まえ考慮し、危険回避を支援



【着眼点】

狭域通信：車両が検知した道路異常のリアルタイムな情報 ※ユースケース④への連携の可能性もあり

広域通信：広域性とビッグデータ活用による具体的・予測的な道路状況

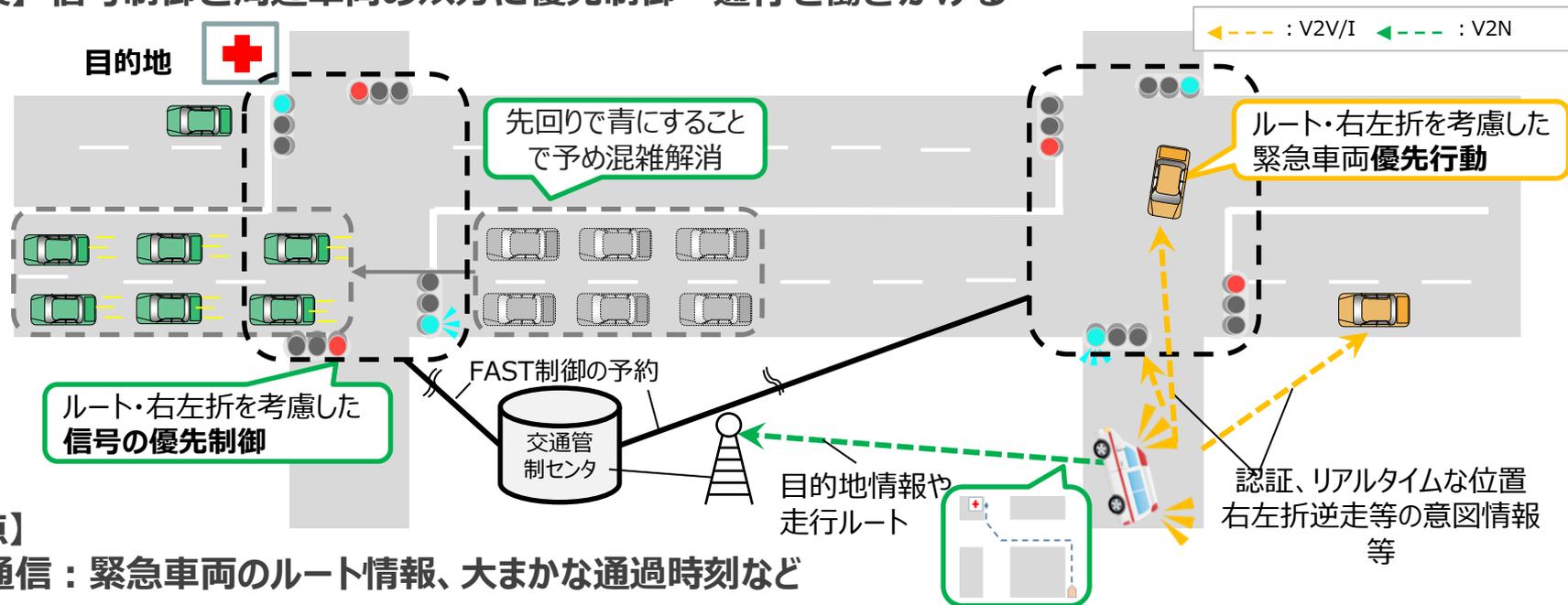
【主な課題】 各インフラ・車両の検知情報からどのように事象を判断するか（メーカー間のばらつきの考慮）

情報の真正性・責任の所在、情報提供者と受益者の不一致 など

ユースケース例③ 緊急車両の走行ルート考慮型FAST

【シーン】 交通量の多い状況にて緊急走行中の緊急車両が早く通行したい

【支援】 信号制御と周辺車両の双方に優先制御・通行を働きかける



【着眼点】

広域通信：緊急車両のルート情報、大まかな通過時刻など

狭域通信：真正性を活かした緊急車両の車両情報（位置、認証ID）、意図情報（右左折など）

【主な課題】 FAST対応交差点データベースやそれを踏まえたルートの生成・配信、認証等のプロトコル、機器の製造・販売等の全フェーズにおけるセキュリティ運用、広域での交通流への影響 など

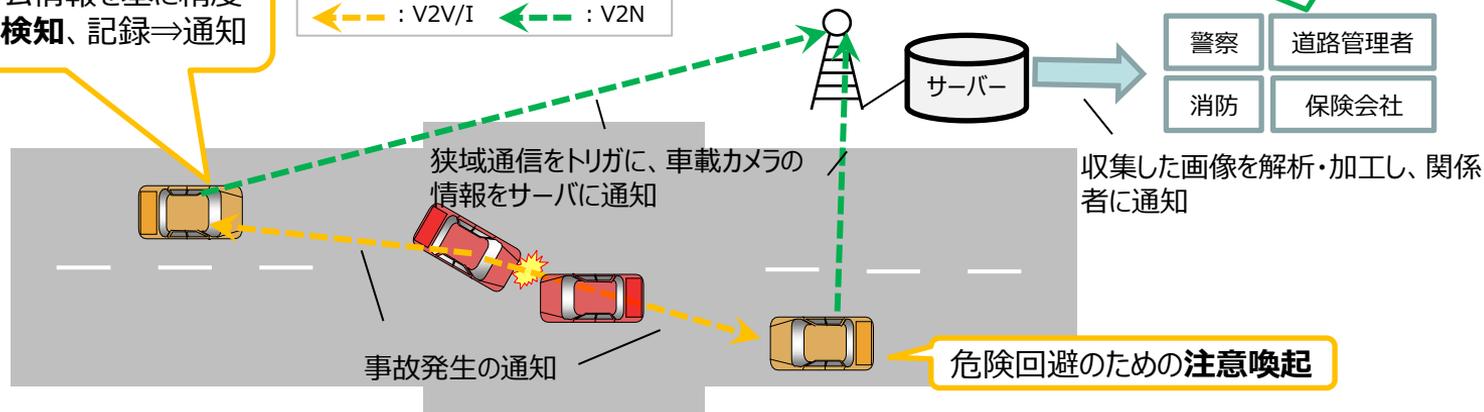
ユースケース例④ 事故現場状況の記録・通報サービス

【シーン】交通事故が発生

【支援】二次災害の防止や、迅速かつ十分な救援を支援

V2Vのリアルタイム情報を基に精度良く異常事態を検知、記録⇒通知

← : V2V/I ← : V2N



現場状況のより迅速・適切な把握を通じ、より最適化した緊急用務を実施

【着眼点】

狭域通信：信頼性・即時性を活かし、事故等の発生をリアルタイムに精度良く検知（サービスのトリガ）

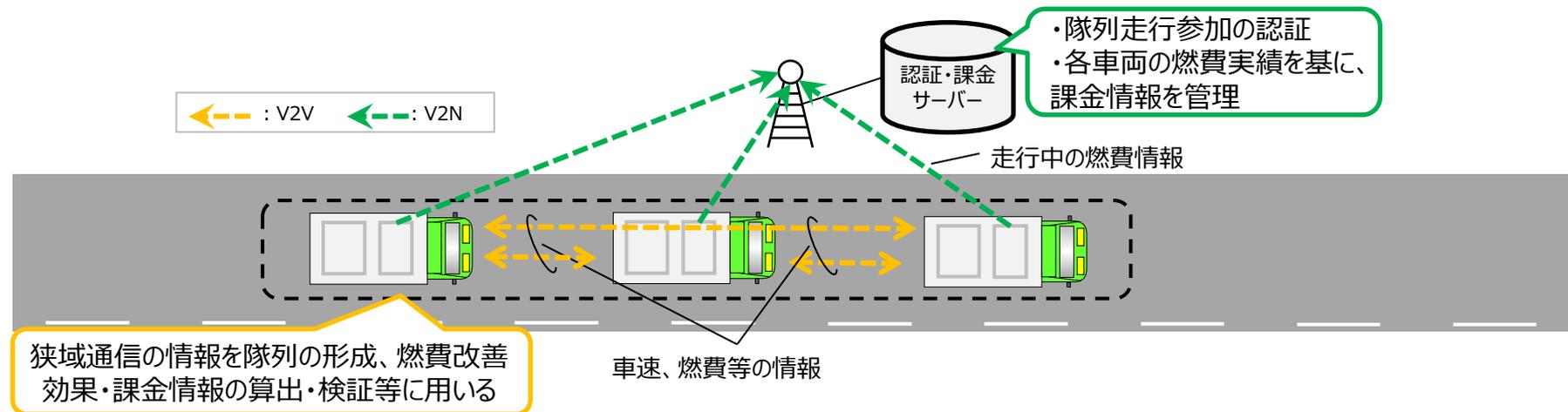
広域通信：通信容量を活かし、画像・動画等の大きなデータをサーバに通知

【主な課題】通信プロトコル、メッセージフォーマットの標準化、情報提供者のコスト負担の在り方、画像データの取扱いルール、サーバでの情報の解析結果の配信の仕組み など

ユースケース例⑤ 隊列走行のセキュリティ、認証、課金

【シーン】 異事業者トラック同士の公平な隊列走行を促進したい。

【支援】 追従車両の燃費改善分の運送コストを均等化し、適切な隊列形成・お金のやり取りを支援



【着眼点】

広域通信：車両点検状況の参照と認証、課金情報

狭域通信：隊列形成に必要な情報（車両特定、位置、速度等）、課金情報の正当性検証

【主な課題】相互接続性を担保するための試験や認証に関する検討。隊列走行参加の条件・標準・法令など

（車両のセンサ、ブレーキ、自動運転プログラムなどや課金条件等がどのような条件を満たせば良いか）

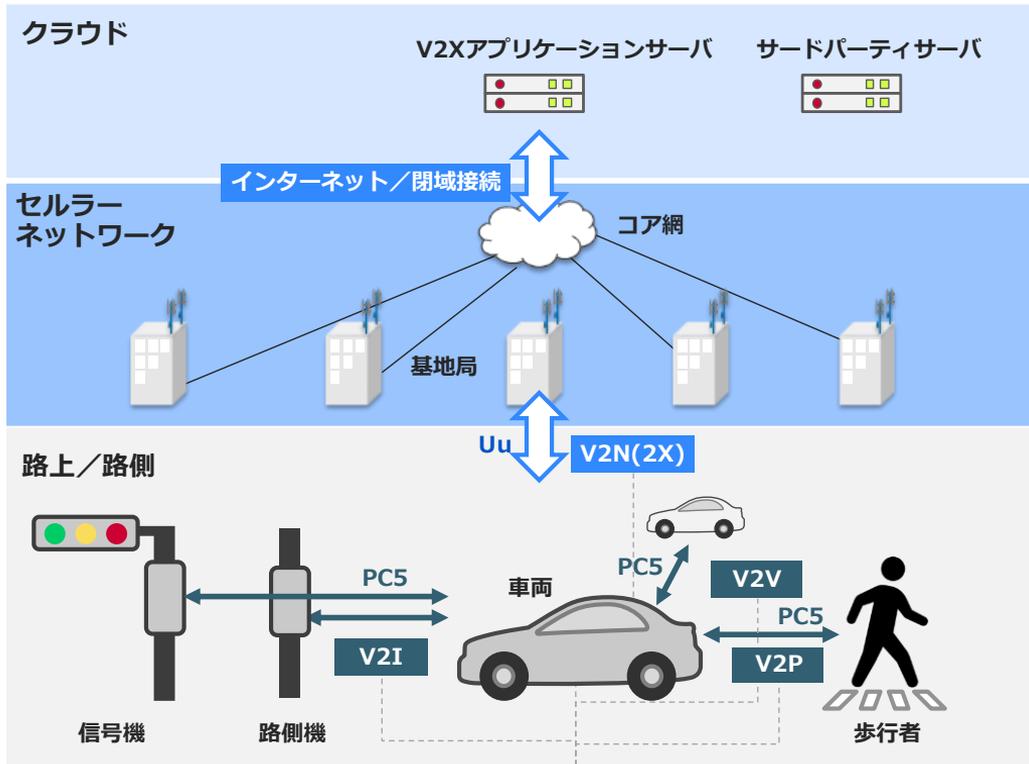
通信に期待するユースケースとその役割のまとめ

- 信頼性、即時性、真正性の高い狭域通信と、広域・大容量通信を活かせる広域通信を併用することで、さらに高度なサービスが提供できるシーンを新たなユースケースとして選定した。
- 狭域通信と広域通信を併用する場合、
 - システムや運用、情報提供者と受益者の関係、などが幅広く複雑になること
 - 広範囲の車の動き・交通流を変えることなどに考慮が必要であり、さらに検討を深める必要がある

セルラー通信技術を用いたITS・自動運転の高度化に向けた課題調査報告書

通信アーキテクチャ

セルラー-V2Xシステム構成



セルラー-V2X (V2V/V2I/V2P/V2N)

● 広域通信(V2N)

- 基地局、コア網を介した通信
- 既存通信インフラ・無線インタフェースの利用を想定
- IP通信

● 狭域通信(V2V/V2I/V2P)

- ITS専用周波数を利用
- V2X専用の移動機と移動機の直接通信を使用
- 非IP通信

狭域通信

パラメータ管理・運用

ネットワークに依存しない自律運用

- ・ 出荷時/車検時のパラメータ設定
- ・ 端末自律での通信



ユースケースの要件に合わせたパラメータ管理が必要



ユースケース



利用地域

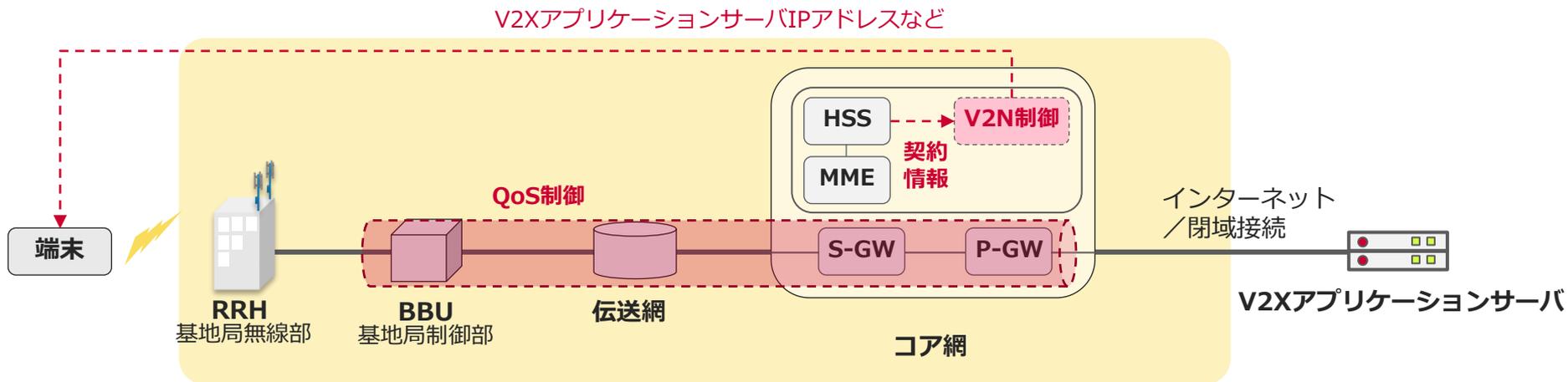
プロトコルスタック

上位レイヤについて、国内仕様を規定していく必要あり

V2X Application		
Message/Facilities layer		Security
TCP/UDP	Non-IP	
IP	Transport/network (e.g., IEEE/ETSI)	
PDCP		
RLC		
MAC		
PHY		

無線レイヤ：3GPPにて規定あり

広域通信 アーキテクチャ



- セルラーネットワークインフラ → 整備のためのコスト大
- 短期的な実現性が高い既存MNOインフラ（ユニキャスト）のアーキテクチャを想定
- QoS制御等の仕組みはあるが、完全な品質保証は提供できない

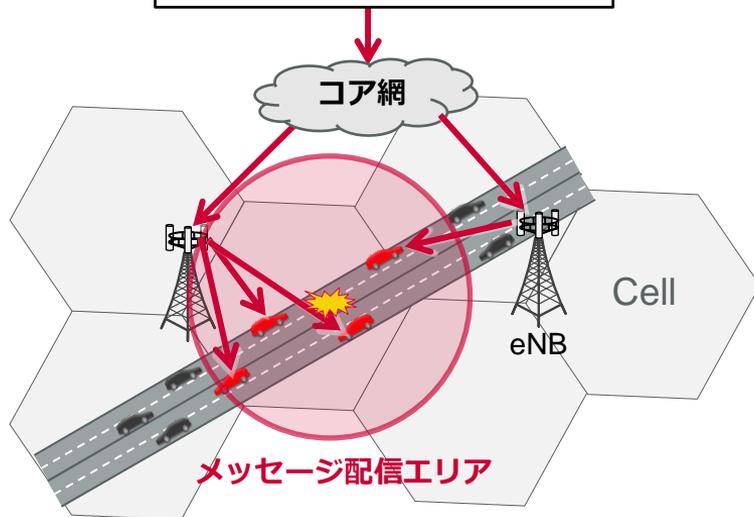
既設MNOインフラの活用を想定。As isでよいか要検討

広域通信 Geo-messaging

(1) ユニキャスト

車両位置にもとづいた配信

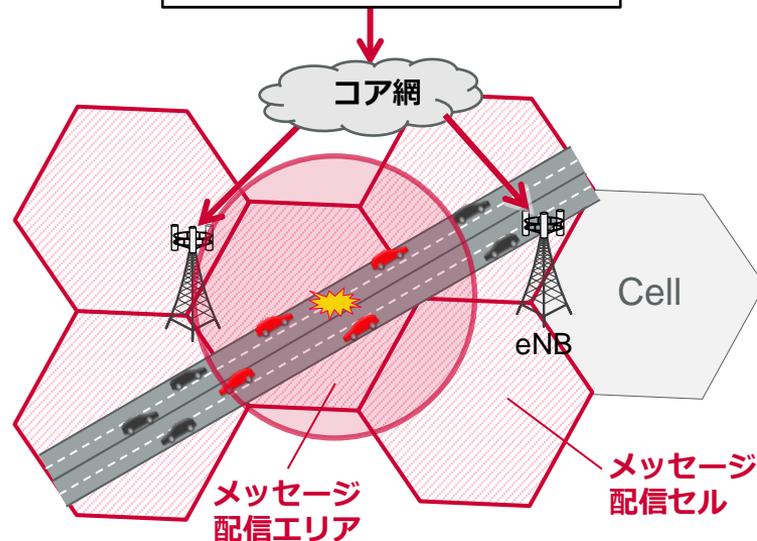
V2Xアプリケーションサーバ



(2) マルチキャスト

基地局カバレッジにもとづいた配信

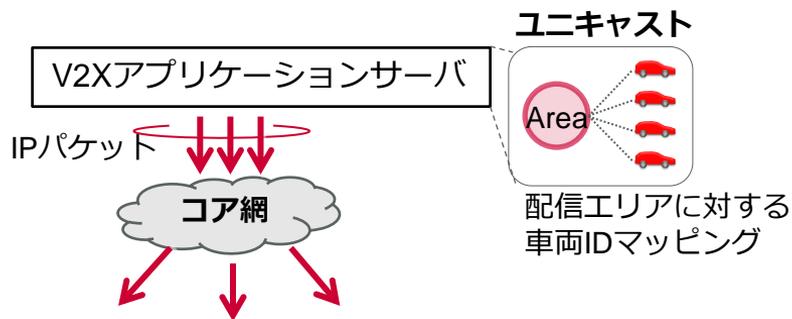
V2Xアプリケーションサーバ



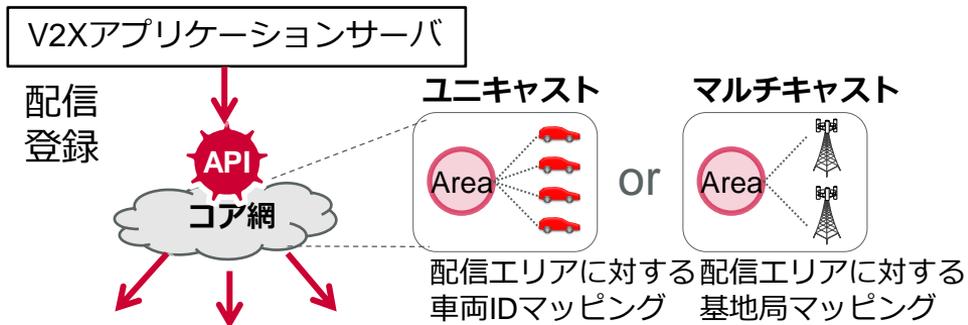
特定エリア車両への情報配信方法・ルールの検討要

広域通信 宛先管理

(1) V2Xアプリケーションサーバによる宛先管理



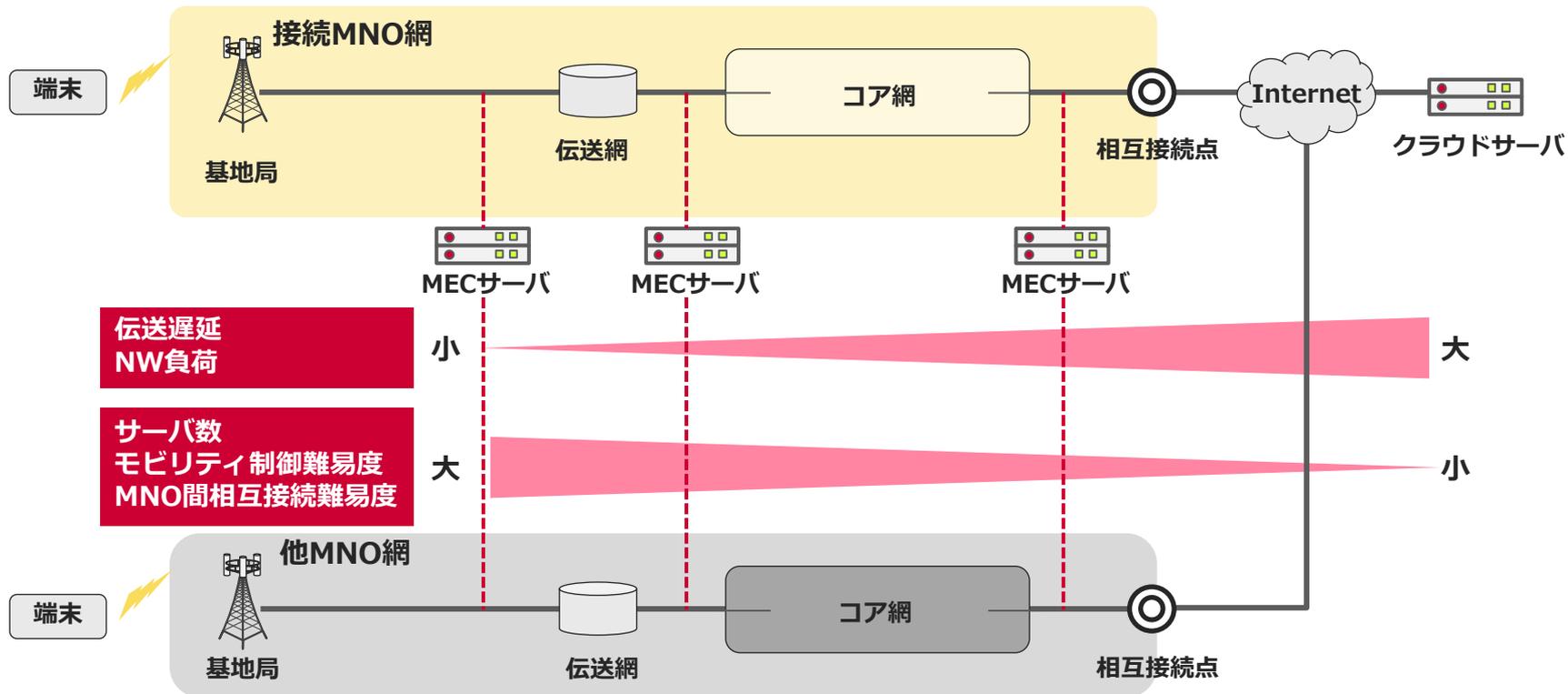
(2) LTE網による宛先管理



スケーラビリティ、効率性などを考慮して…

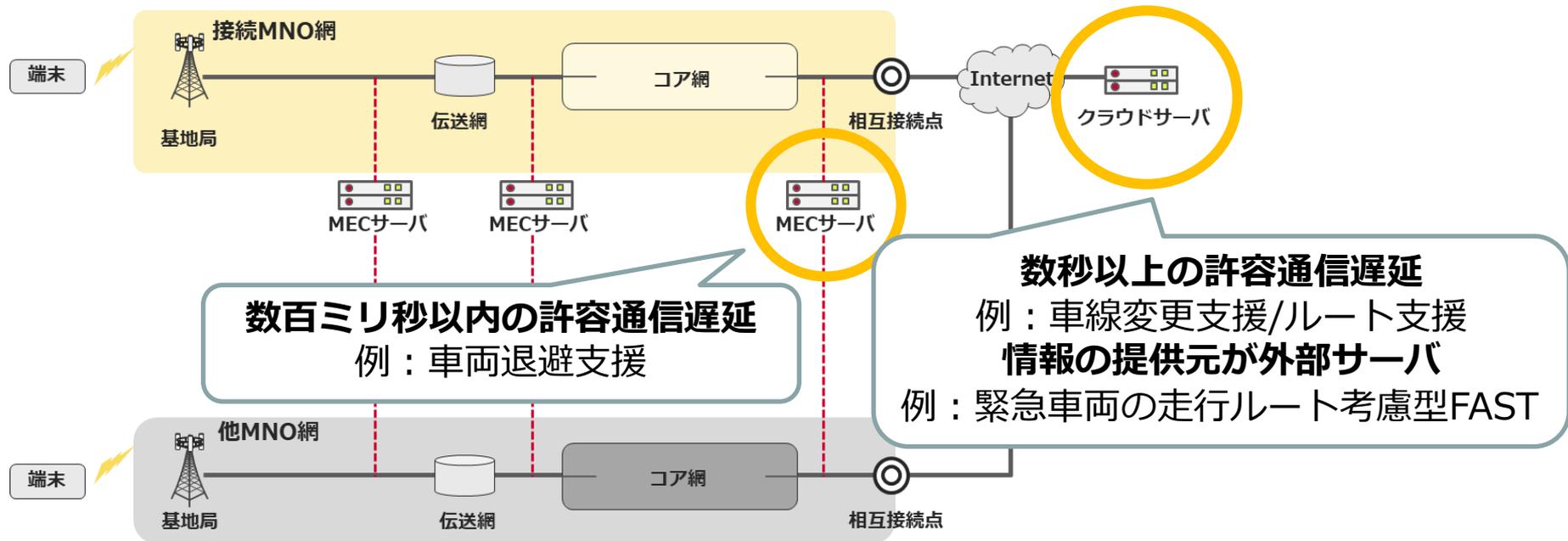
配信処理の機能分担明確化が必要

広域通信 MECおよび複数MNO対応



費用対効果を考慮したMECの有効性検討が必要

広域通信 本書ユースケースに対するMECの適用性

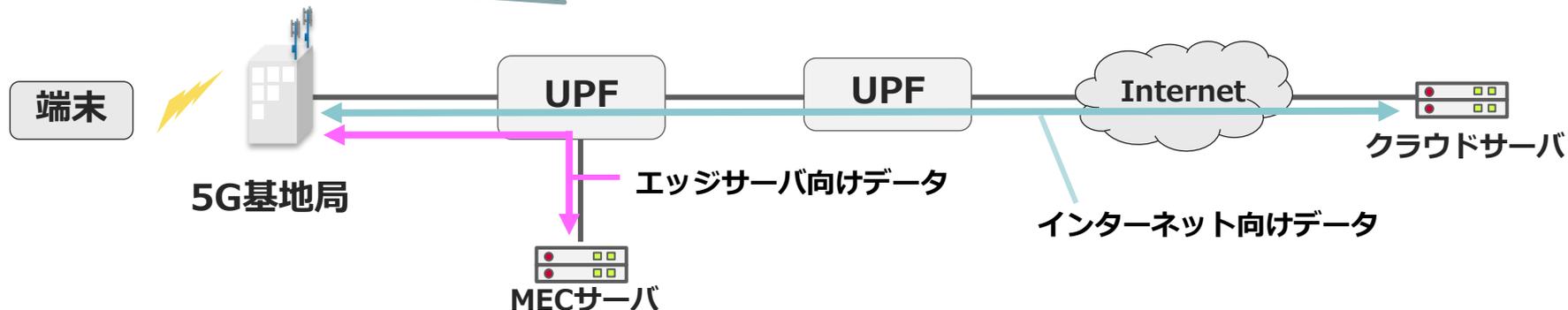


本書で扱うユースケースに広域通信を利用する場合、「クラウドサーバ」「P-GW外側のMECサーバ」が適合性が高い

広域通信 5G MEC

UPF (user plane function)

- ・ MECサーバ向けの packets を識別し、転送先を切り替える機能を持つ
- ・ 物理的に任意の位置に設置が可能



**5GではUPFの導入により、自由度高くMEC設置可能
物理的な設置位置はLTEと同様に費用対効果を加味して検討必要**

通信アーキテクチャのまとめ

- 広域通信をアーキテクチャ及びMECについて、記載を追加し、2章のユースケースについて、MECの設置位置との適合性を検討
- 今後、実現したいユースケースに応じて、どのような通信要件、ネットワーク構成が必要かを検討し、それに従って、MECの利用要否や設置位置を検討する必要がある

セルラー通信技術を用いたITS・自動運転の高度化に向けた課題調査報告書

ビジネスモデル

本報告書の立場

受益者負担の原則から、V2Xによる価値（事故低減、自動運転車の運行設計領域拡大）を享受する受益者がコストを負担できるモデルが望ましい。



受益者を中心にステークホルダーを列挙し、コスト要因、V2V/V2I/V2Nにおけるコスト負担の考え方を整理する。

初版ユースケース

※ 今回の更新で行政など公的機関も受益者として追記

	ユースケース	受益者
1	落下物、事故車等による「衝突回避・緊急ブレーキ」	ドライバー、カーオーナーなど
2	信号情報活用による「交差点通過支援/ジレンマゾーン回避/赤信号注意喚起」	ドライバー、カーオーナー、道路管理者など
3	障害物/故障車等の存在情報による「車線変更支援/ルート選定」	ドライバー、カーオーナーなど
4	緊急車両接近情報による「車両退避支援」	ドライバー、緊急車両運行者・利用者など
5	工事・規制情報等による「経路再探索」	ドライバー、道路管理者、工事事業者など

セルラーV2Xビジネスのコスト要因

初版振り返り

V2NやV2Iは、通信インフラ機器や通信パケットの分、コスト高になる

情報取得コスト **V2N**

サーバ設備コスト **V2N** **V2I** **V2V**

運用管理コスト **V2N** **V2I** **V2V**

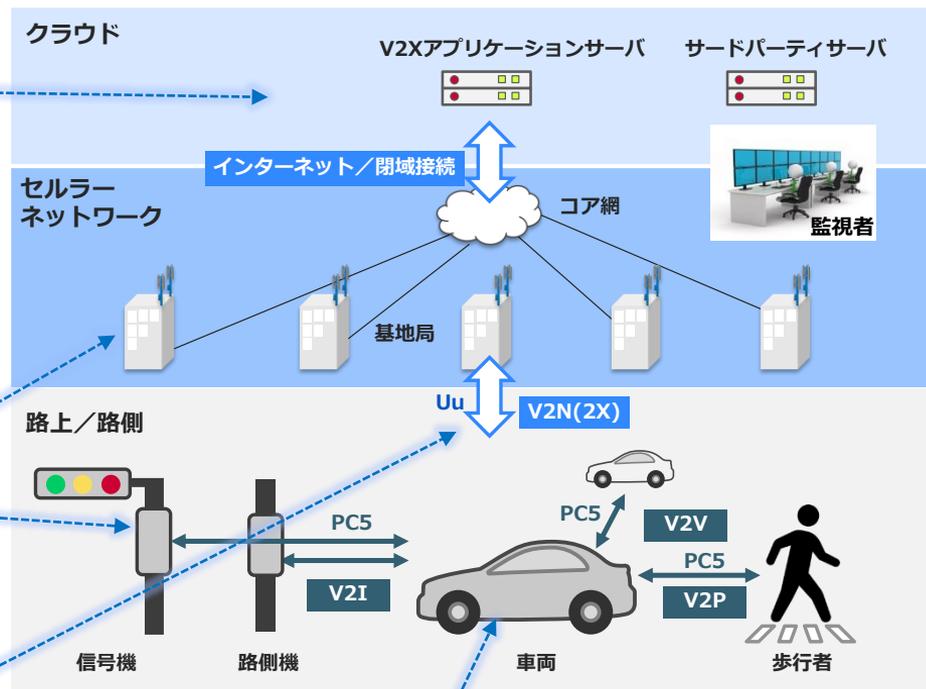
通信インフラ機器コスト **V2N** **V2I** **V2V**

V2N基地局やバックホール回線のコスト

V2I路側機やバックホール回線のコスト

通信パケットコスト **V2N** **V2I** **V2V**

V2N(Uu)パケット通信のコスト



端末機器コスト **V2N** **V2I** **V2V**

「V2V対応端末の買い切り」ビジネスが想定される

● 想定されるビジネス形態

初期費、ランニング費がV2Nに比して小さく、既存のITSと同様、車両オーナーによる「V2V対応端末の買い切り」ビジネスが主流と想定される。

● 普及の方策

- ・ スマホによる機能限定的なV2V通信の導入。
- ・ 車載器の低コスト化、導入インセンティブの付与。

継続的なコスト回収の可能なビジネスモデルと、
V2NとV2Iとを補完的に利用し普及させていく事が期待される

- 想定されるビジネス形態

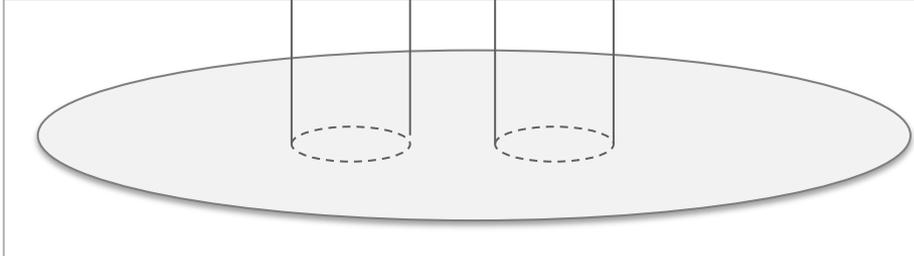
V2Vに比較してインフラの初期費、ランニング費が大きく、V2Nではパケット通信費も無視できない。

スマホ向けセルラー事業と同様に、一定期間の事業継続を前提に、**インフラコストを継続的に回収**していくビジネスモデルが望ましい。

V2I/V2Nのビジネスモデルの例

更新内容

- ステークホルダーとして、サービス受益者、国・都道府県・市町村、保険会社、V2I/Nサービス事業者、通信インフラ事業者などを想定。
- 想定するサービス内容・対象エリアによってビジネスモデルが異なる可能性を考慮し、3つのモデルを検討

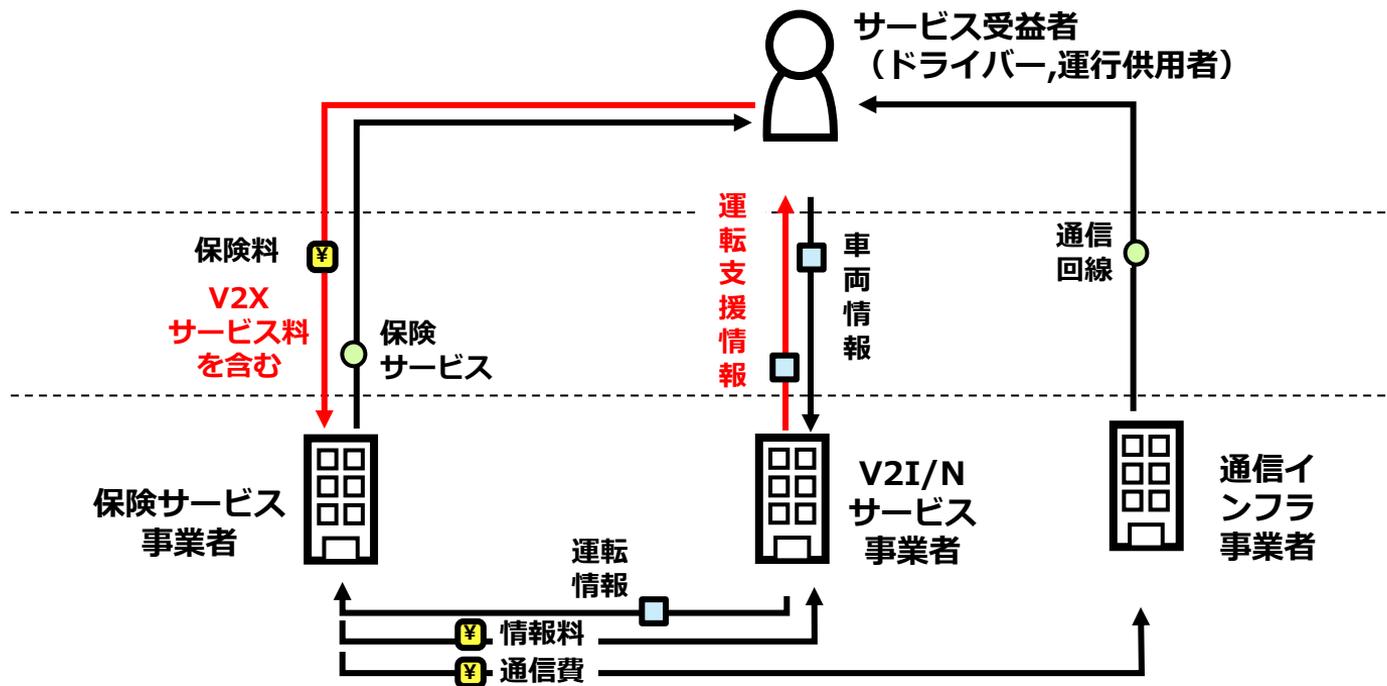
	V2Xサービス 対象エリア	ビジネスモデル
	スマートシティ (地域限定)	MaaS/自動運転 モデル
	地域非限定 (スマートシティ含)	自動車保険モデル ・ 税モデル

地域非限定 V2Xサービスと地域限定V2Xサービスの混在と対応ビジネスモデル

自動車保険モデル

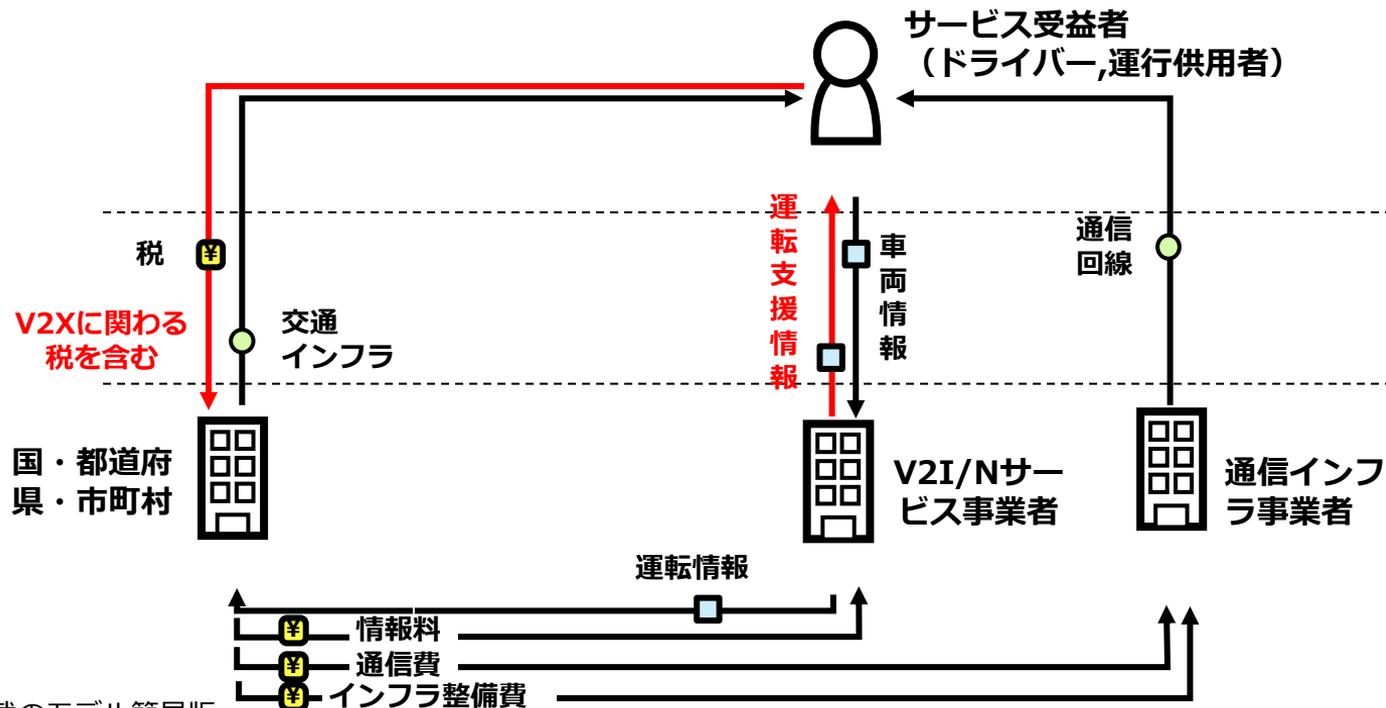
更新内容

V2Xで収集される車両周辺環境の情報提供により、事故リスクが従来よりもより正確に算定可能になる前提のモデル (テレマ保険の発展版)



※ 報告書記載のモデル簡易版

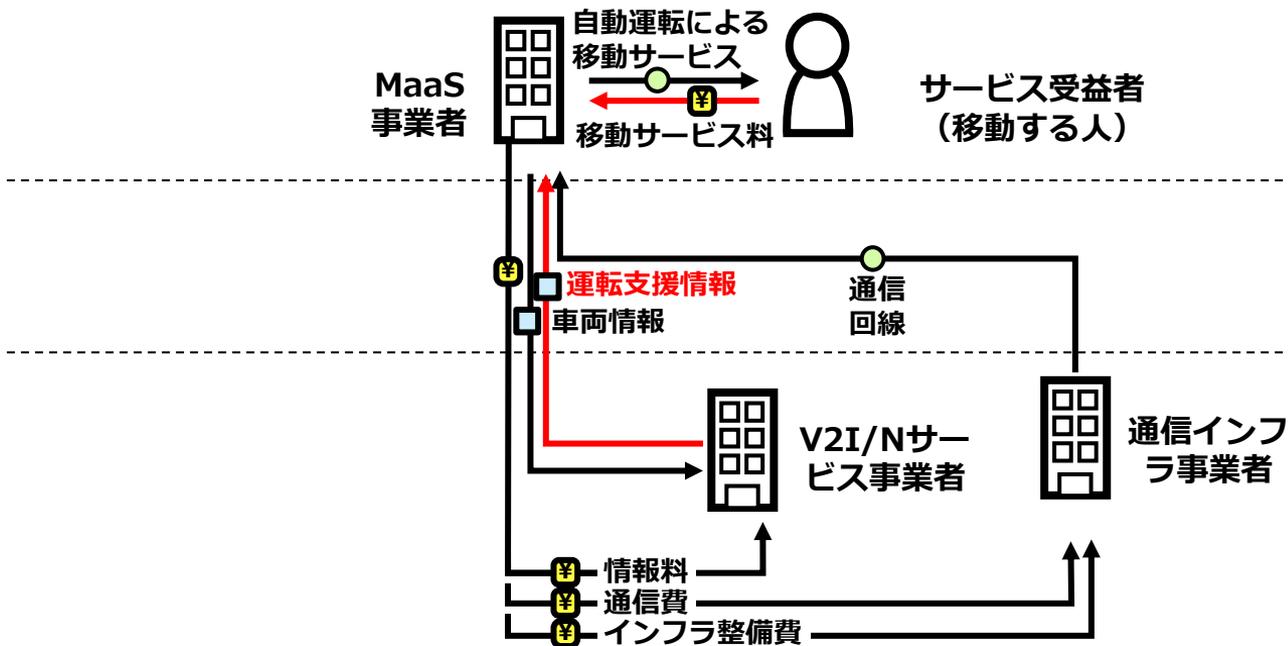
税を原資として交通渋滞や交通事故が削減できたり、あるいは自動運転の普及が加速する前提のモデル



※ 報告書記載のモデル簡易版

MaaS/自動運転モデル

レベル4自動運転（無人自動運転）を活用したMaaSの早期確立のためにスマートシティなど地域を限定してV2I/Nサービスを提供するモデル



ビジネスモデルのまとめ

- 受益者負担の原則から、V2Xによる価値（事故低減、自動運転車の運行設計領域拡大）を享受する受益者がコストを負担できるモデルが望ましい。
- 受益者を中心にステークホルダーを列挙し、コスト要因、V2V/V2I/V2Nにおけるコスト負担の考え方を整理。
- ステークホルダ、費用負担の形態として、ビジネスモデル図（自動車保険モデル、税モデル、Maas/自動運転モデル）を例示。

セルラー通信技術を用いたITS・自動運転の高度化に向けた課題調査報告書

課題整理

課題整理の概要

- **通信に関する課題**

- 狭域通信
- 広域通信、および、広域通信と狭域通信の併用

- **配信する情報入手の課題**

- **受信車両での情報利用の課題**

- **サービス・ビジネスの課題**

狭域通信に関する課題

狭域通信の周波数帯域獲得に向けた、
ユースケースの具体化と可用性検証が必要。



- 周波数帯域の獲得、通信方式の標準化
- 通信パラメータ・運用方法の確立
- 相互接続やセキュリティの運用管理体制の構築・維持
- 実現可能な性能（遅延・信頼性）・可用性検証
- 性能要件を満たせない場合の対応と、対策コスト

広域通信、および、広域・狭域通信併用に関する課題

既存セルラー通信網の実力検証と、追加対策が必要な場合の対応。
広域・狭域通信の併用は高い付加価値を生む可能性があるが、
役割分担の明確化が必要。

- 実現可能な性能（遅延・信頼性）・可用性検証
- 通信品質改善方法の検討（必要な場合）
- 性能要件を満たせない場合の対応（優先制御など）と対策コスト・MNO毎の対応可否
- 各MNOによるサービスエリア差異への対応



配信する情報入手の課題

情報源に対応する団体・組織と協調した課題検討が必要。
受信車両に至るまでのステークホルダが多く、事業モデルの明確化が難しい。

● 団体・組織から入手

- 団体・組織から情報取得の了解獲得
- 情報源から情報取得するシステムの構築(精度・セキュリティなど)
- 情報源から情報取得する機器仕様/フォーマット等の規格化



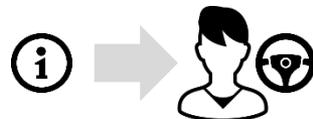
● 周辺車両から入手

- メッセージフォーマット・プロトコル仕様の策定
- 生成情報の各車両によるばらつきを抑えるためのガイドライン策定
- セキュリティ・プライバシー対策
- 各車両所有者から情報使用に関する同意獲得



受信車両での情報利用の課題

受信側で確実な情報活用ができるよう
標準・ガイドライン策定が必要。



- メッセージフォーマット・プロトコル仕様の策定
- 受信情報の信頼性の担保(通信経路のセキュリティ)
 - 広域通信では通信経路が複雑化
- 受信情報の活用ガイドラインの策定(遅延の考慮含む。)

サービス・ビジネス全般の課題

運用モデルの確立、普及促進、持続可能な費用負担が課題。
狭域通信と広域通信併用時はステークホルダが増加すると共に、
情報発信者と主たる受益者が一致しない場合が増加。

- サービスの定義、ガイドラインの策定
- 元情報の入手から車両へ伝達するまでの体制構築
- PC5車載器の低コスト化 (普及のため)
- Uu通信コストの負担
- 情報取得・収集・配信するサーバ等の構築・維持コスト負担をふまえたビジネス確立(公的資金の獲得、団体・組織の協力提携含む)
- サービスの関係者が多い場合の体制・ビジネスモデル構築
- 情報発信者と主たる受益者が一致しない場合のユーザの受容性、ビジネス成立性



サービス責任の課題

広域通信・自動運転など、従来型ITSにない要素に関する議論が必要。



- 情報の入手から車両へ伝達するまでの責任分担の明確化
- 機器故障やNW障害等によるサービス停止時の対応方針の策定
- 認証・検査の対象にする範囲の明確化（出荷前検査や車検など）

課題整理のまとめ

- 狭域通信と広域通信では、通信観点だけでなくサービス観点でも費用負担の形態が異なる。
- 狭域通信と広域通信の併用は高い付加価値を見出だせる可能性があるが、ステークホルダが増えるため、体制・ビジネスモデルの難易度が上がる。
- サービス実現に向け、車業界、通信業界、関係団体、および、国・自治体などのステークホルダと密に連携し、周波数割当や運用、費用負担、責任分担の検討が必要。

セルラー通信技術を用いたITS・自動運転の高度化に向けた課題調査報告書

まとめ

まとめ

- **セルラーV2Xを用いたITS・自動運転の高度化に向け、セルラーV2Xの利点を活かせる可能性のあるユースケース例を選定。**
 - 情報の更新頻度に着目したユースケースに加え、狭域通信と広域通信の双方を組合せ、互いを補完することで高い付加価値を見出せるユースケースを追加検討。
- **ユースケースを基にサービスの実現に向けた課題を整理。**
 - 性能要件・実現形態・ビジネスモデル、周波数・通信仕様の策定、制度設計、インフラ整備などの観点で、産官および自動車業界と通信業界の密な連携が必要。
- **セルラーV2Xを活用することの真のメリットや新たな価値の創造と、それに伴う法制度やビジネスへのインパクトを双方から議論し、よりよいITSサービスの提供につながる検討が進むことを期待。**

最後に

- ITS情報通信システム推進会議 高度化専門委員会 セルラーシステムTGは、現在25社/団体(自動車メーカー、電機メーカー、通信事業者など)、52名のメンバーで活動中です。
- セルラー通信技術を安全運転・自動運転支援に適用する議論を進めています。
- 本報告書で提起致しました課題に関して、数多くの方々と議論を深めさせて頂きたく、ご協力いただける方々の新規ご参加をお待ちしております。また、幅広い業界の方々との議論が必要ですので、議論を促進のアイデアがございましたら、お聞かせください。
- 報告書の次版改定につきましては、皆さまからのご意見、および、SIPなどの動向を踏まえて検討を進めます。
- 本報告書は、ITS情報通信システム推進会議 ホームページ TOPページの最新のトピックスに掲載しています。