

「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2期／自動  
運転（システムとサービスの拡張）／協調型自動運転のユースケ  
ースを実現する通信方式の検討」

中間報告書  
(2020年度～2021年度)

2021年3月31日  
日本電気株式会社

## 1. 実施計画

### 1-(1). 事業目的

#### 1-(1)-1. 背景

現在、国内外の研究機関、自動車関係企業、ITS 関係企業等により、自動車の自動運転に関する研究開発、実証、実装が進められている。国内では各研究機関、各企業での検討に加え、協調領域に関する研究開発として、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）のテーマの一つとして自動運転が取り上げられている。SIP 第2期では、自動運転を実用化するための多岐に亘る技術的課題を克服するため、協調領域として自動運転車両が走行可能な環境の整備及び安全性確保に必要な基盤技術開発に重点を置き開発を進め、走行環境の整備等の検討の中で、自動運転に必要な道路交通情報のフォーマットや通信要件を決め、それらの標準化を目指し取り組まれている。走行環境の整備等の検討としては、これまで研究開発が進められている主に自立型（自車単独）による自動運転に加え、V2X 通信（自車と外部（車、路側インフラ、センタ）の通信）の活用による協調型の自動運転の検討がより重要になってくるものと考えている。協調型の自動運転の実現に向け、V2X 通信に関する技術的な実現性を検証し、また、今後進化すると予想される通信技術を想定した上で、無線通信技術への具体的な要求仕様をロードマップとして策定し共有した上で、各研究機関、各企業での検討に取り組んでいくことが必要になっている。

#### 1-(1)-2. 狙い・目的

平成31年度にSIP第2期として実施された調査「自動運転システムのための通信技術に関する調査」でV2Xの活用が期待される協調型自動運転ユースケースが検討されている。協調型自動運転ユースケースに対し、具体的な通信に対する要求仕様等に基づき、本研究開発テーマとは別に実施される既存のITS通信技術（700MHz帯ITS）での課題の検討結果を踏まえ、新たな周波数帯（5.9GHz帯）の活用を含め、セルラーV2X方式（主に5Gによるuu通信、PC5通信）による対応策を検討し、技術的な実現性を検証する。この検討結果と、本研究開発テーマとは別に実施される既存のITS通信技術（700MHz帯ITS）に関する協調型自動運転ユースケースでの対応可否及び対応策の検討、技術的な実現性の検証結果を併せ、今後進化すると予想される通信技術を想定した上で各々のユースケースとそれぞれの無線通信技術への具体的な要求仕様をロードマップとして策定する。

## 1-(2) 事業概要

本事業における実施方針は以下のとおり。

- ・ 検討 TF 及び ITS フォーラムとの協議を適時、実施し、結果を適切に反映する。
- ・ 「課題解決の対応策立案及び実証実験による評価を通じた妥当性の検証」の実施にあたっては、「通信要件を満たすための V2X 通信技術の課題整理及び既存の無線通信システムによる対応可否の検証」の検討結果を踏まえ、必要に応じ、実施内容を見直すものとする。
- ・ 本研究開発における実施範囲は以下のとおり。  
なお、本研究開発の事業内容 b, c 項の狭域通信については、本研究開発テーマの「a. (ア)」、  
「a. (イ)」は別に実施される既存の ITS 通信技術 (700MHz 帯 ITS) での課題の検討結果がスケジュール通りに提示されること前提としている。本研究開発の実施に支障が生じると想定される場合は、関係者を含め別途ご検討させていただくものとする。

### [公募要領 事業内容]

- a. 通信要件を満たすための V2X 通信技術の課題整理及び既存の無線通信システムによる対応可否の検証
  - (ア) 狭域通信に係る通信要件について、既存の 700MHz 帯高度道路交通システムでの対応可否を、机上検討やシミュレーション等により評価する。  
：採択条件にある追加公募予定の受託者から提供される成果を共有する。
  - (イ) (ア)の検討の結果、対応不可となった狭域通信に係る通信要件について、これらの通信要件を満たす為の技術的な課題の抽出・整理を行う。  
：採択条件にある追加公募予定の受託者から提供される成果を共有する。
  - (ウ) 広域通信に係る通信要件について、商用の携帯電話網（主に 5G）による広域通信での対応可否を、机上検討等により評価する。
- b. 課題解決の対応策立案及び実証実験による評価を通じた妥当性の検証
  - (ア) a. (イ)で得られた課題を踏まえ、課題への対応策（新たな周波数帯 (5.9GHz 帯) の活用、必要な帯域幅の確保等）を立案する。  
：ただし、700MHz 帯 ITS に関する検討、検証は採択条件にある追加公募予定の受託者が実施し成果を共有する。
  - (イ) 対応策の妥当性について、シミュレーションにより評価する。  
：ただし、700MHz 帯 ITS に関する検討、検証は採択条件にある追加公募予定の受託者が実施し成果を共有する。
  - (ウ) 代表的なユースケースを想定し、実証実験を通じて (ア) の対応策及び(イ)の評価結果の妥当性を検証する。  
：ただし、700MHz 帯 ITS に関する検討、検証は採択条件にある追加公募予定の受託者が実施し成果を共有する。

- c. 自動運転社会の実現に必要な通信技術の社会実装時期のロードマップ策定
- (ア) 自動運転の実現時期、普及率、国際的な通信技術等、ロードマップの策定に必要な動向調査を実施する。
- (イ) (ア)や a. ～b. の実施で得られた知見から、日本における協調型自動運転に関する無線通信技術への自動運転の普及率に応じた具体的な通信要件のロードマップ案を作成する。
- d. 検討 TF 及び ITS フォーラムへの報告並びに資料作成支援
- (ア) 検討状況を検討 TF や ITS フォーラムなどの内閣府、NEDO、総務省が指定する会合へ報告し、当該会合での指摘を本事業の実施へ適切に反映すること。これら会合には、必要に応じて、事務局として参加すること。報告すべき会合は、内閣府、NEDO、総務省等の関係者と協議の上で決定すること。
- ：ただし、700MHz 帯 ITS に関する検討、検証は採択条件にある追加公募予定の受託者が実施し成果を共有する。
- (イ) 検討 TF (各月 1 回開催) 及び ITS フォーラムの会合 (各月数回開催) の検討資料の作成支援を行うこと。資料作成に当たっては、a. ～c. の成果及び内閣府、NEDO、総務省、検討 TF、ITS フォーラムの関係者等との協議を踏まえること。
- ：ただし、700MHz 帯 ITS に関する検討、検証は採択条件にある追加公募予定の受託者が実施し成果を共有する。
- e. 有識者会合での検討
- 本事業の効果的な実施のため、関連分野の知見を有する有識者等から構成される委員会を設置し、事業実施に係る検討を付託すること。なお、本委員会については、ITS フォーラムやその内部会合の場を利用してもよく、この場合の開催に係る費用は本事業から支出しないものとする。
- ：ただし、700MHz 帯 ITS に関する検討、検証は採択条件にある追加公募予定の受託者が実施し成果を共有する。

1-(3) 事業内容

a. 通信要件を満たすための V2X 通信技術の課題整理及び既存の無線通信システムによる対応可否の検証

検討にあたっての前提とする事項は以下のとおり。

① 想定するユースケース

本研究開発にあたり、想定するユースケースは以下のとおり。(順不同)

なお、ユースケースについては、検討 TF から別途、ご提示される具体的な内容、要件を以て検討を進めるものとする。

【表 1. 想定するユースケース】

項目	概要	通信形態	留意すべき主な通信要件
合流支援	本線合流車両への本線走行車両情報提供	V2I	通信タイミング
信号情報	交差点接近車両への信号情報提供	V2I V2N	通信範囲 通信タイミング
先読み情報	前方の事象（渋滞、障害物、急停車等）に関する後続車両への情報提供	V2V V2I V2N	通信範囲 通信タイミング
交差点情報	交差点車両（右折待ち等）への情報提供	V2V V2I	通信範囲 通信タイミング 同時接続数
緊急車両情報	緊急車両の接近情報の周辺車両への情報提供	V2V V2I V2N	通信範囲 通信タイミング 同時接続数
自転車情報活用	自転車の情報（位置、センサ等）の情報をインフラで収集、活用	V2I V2N	通信範囲
車車間での走行支援	車車間で通信し、走行を相互で調停（車線変更、合流等）	V2V	通信範囲 通信タイミング 同時接続数
隊列・追従走行	車車間で通信し、隊列・追従走行	V2V	通信タイミング
遠隔操作	遠隔地からの車両の操作、管理	V2N	通信タイミング

② 考慮すべき通信要件

本研究開発にあたり、想定するユースケースに対し、考慮すべき通信要件は以下のとおり。

(順不同)

なお、通信要件については、ITS フォーラムから別途、ご提示される各ユースケースに対する具体的な通信要件の内容を以て検討を進めるものとする。

【表 2. 通信要件】

項目	考慮すべき事項	備考
通信形式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ブロードキャスト</li> <li>・マルチキャスト</li> <li>・ユニキャスト</li> </ul>	
同時接続数		マルチキャストの場合
通信範囲	<ul style="list-style-type: none"> <li>・通信覆域</li> <li>・通信シャドーズーンの考慮</li> <li>・インフラ通信アンテナ設置位置との関係</li> </ul>	V2V、V2I のそれぞれの場合
通信タイミング	<ul style="list-style-type: none"> <li>・時間軸</li> <li>・距離軸（車車間、路車間）</li> <li>・通信セッション確立時間</li> <li>・通信遅延</li> <li>・通信量</li> </ul>	
通信信頼性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・求められる SLA（サービス品質保証）</li> <li>・通信応答（ACK/NACK）の要否</li> <li>・求められるエラーレート、エラーチェックの要否</li> <li>・優先制御の要否</li> <li>・他通信システムとの干渉検討</li> <li>・通信セキュリティ仕様（認証、秘匿化、暗号化）</li> </ul>	
実装性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・サイズ</li> <li>・消費電力</li> <li>・仕様標準化</li> <li>・セキュリティ（改ざん防止等）</li> <li>・機器間相互接続性</li> </ul>	主に車載端末

(ウ) 広域通信に係る通信要件について、商用の携帯電話網（主に 5G）による広域通信での対応可否を、机上検討等により評価する。

以下の手順で検討を進める。

① ユースケースの理解

検討 TF からご提示されたユースケース及び技術的要件について、検討 TF との協議を通じ、理解する。（対象：V2N に関わるユースケース）

② 各ユースケースにおける通信要件の理解

ITS フォーラムからご提示された各ユースケースにおける通信要件について、ITS フォーラムとの協議を通じ、理解する。

③ 対象とするユースケースの選定及び対応可否評価

上記に基づき、検討対象とするユースケースを絞り込み、対象となったユースケースについて、商用の携帯電話網（主に 5G）による広域通信での対応可否を、机上検討等により評価する。検討した結果については、ITS フォーラムとの協議を通じ、必要に応じ、その結果を適切に反映する。

対象となったユースケースについて、商用の携帯電話網（主に 5G）による広域通信での対応可否を、机上検討等により評価するにあたっての主な検討の視点は以下のとおりである。

（以下は想定するユースケースに対する検討の視点を示す。）

【表 3. 検討の視点】

項目	概要	通信形態	検討の視点
信号情報	交差点接近車両への信号情報提供	V2N	通信範囲、 通信タイミング 通信信頼性
先読み情報	前方の事象（渋滞、障害物、急停車等）に関する後続車両への情報提供	V2N	通信範囲 通信タイミング 通信信頼性
緊急車両情報	緊急車両の接近情報の周辺車両への情報提供	V2N	通信範囲 通信タイミング 通信形式、同時接続数
自車情報活用	自車の情報（位置、センサ等）の情報をインフラで収集、活用	V2N	通信範囲 通信タイミング 通信信頼性
遠隔操作	遠隔地からの車両の操作、管理	V2N	通信範囲 通信タイミング 通信信頼性

ITS フォーラムからご提示される通信要件に基づき、広域通信（V2N）に係る通信要件の観点で、机上評価を実施し、その結果を報告書にまとめる。

現時点で想定される通信要件の主な課題として、以下の事項があると考えられる。

【表 4. 通信要件の主な課題】

番号	項目	現状の課題想定（4G）	5G で想定される改善例
1	通信量	小	大
2	通信エリア	狭域	広域
3	通信遅延時間	極小	小～中
4	通信速度	1 と関連し小	1 と関連し大
5	収容台数 (同時接続数)	2 と関連し小	1 と関連し大
6	通信輻輳制御	なし	基地局側の仕組みを活用し対応

また、実施にあたり、ITS 情報通信システム推進会議の「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」を参照し検討を行うものとする。

以下に上記報告書の「1. 2. 1 広域通信概要」からの抜粋で、広域通信として念頭に置いておくべき内容を示す。

- ① 端末からモバイル事業者の基地客を経由し通信するものをいう。コア網と接続した基地局を用いて面的なエリア整備を行うことで広域通信を提供する。
- ② 通常、端末へ SIM カードや eSIM を装着し、モバイル事業者と契約して利用する。一般にはコア網と基地局設備（鉄塔、アンテナ、無線機）は MNO ごとに設置される。特例的に、アンテナなど基地客設備の一部は、地下空間などで共用されている。
- ③ ある MNO の基地客設備は、当該 MNO の SIM か、またはローミングの場合など、協定のある MNO や MVNO の SIM を装着した端末としか接続できない。
- ④ 原則的に、端末との通信トラフィックはすべて MNO または MVNO のコア網に流入し、そこからクラウドサーバや自社の基地局は以下の端末、また他の MNO や MVNO は以下の端末に転送される。特例的に、端末からの一部のトラフィックを選別してコア網に入れず、折り返すルーティングを行うシステム（MEC の一種）も標準化提案されており、フィールドトライアルのフェーズである。
- ⑤ データの優先制御は標準化され、実装されているが、優先制御をおこなった場合も通信帯域および置局の観点で発呼、帯域確保、遅延保証などを担保するものではない。
- ⑥ 広域通信では Rel-14 で定義された端末と端末同士で直接通信する狭域通信用の拡張機能の利用は必須ではない。
- ⑦ おもにユニキャストで運用されているが、マルチキャスト（eMBMS、SC-PTM）も標準化され、eMBMS については国内ではフィールドトライアルのフェーズであり、国外では実用されている国もある。
- ⑧ 現状商用サービスの中心は LTE であるが、ほとんどの端末が従来規格もサポートすることで、ネットワークに対する接続性をサポートしており、今後も同一ネットワークの共存性は確保されることが期待できる。また、基地局が端末能力に合わせた制御を行うことで、ネットワークにおける共存性を確保しながら、LTE 規格の中でも新たな機能を追加している。

b. 課題解決の対応策立案及び実証実験による評価を通じた妥当性の検証

(ア) 「a. (イ)」で得られた課題を踏まえ、課題への対応策（新たな周波数帯（5.9GHz 帯）の活用、必要な帯域幅の確保等）を立案する。

以下の手順で検討を進める。

① 対象とするユースケースの選定

本研究開発テーマとは別に実施される a. (ア)、(イ) 項の検討結果に基づき、検討対象とするユースケースを選定する。選定に際しては、検討 TF、ITS フォーラムとの協議を通じ、必要に応じ、その結果を適切に反映する。

② 課題への対応策方針

対象とするユースケースに対し、新たな周波数帯（5.9GHz 帯）の活用を含め、セルラーV2X 方式（主に 5G による uu 通信（広域通信）、PC5 通信（直接通信））による対応策方針を検討する。検討に際しては、本研究開発テーマとは別に実施される 700MHz 帯 ITS に関する対応策方針の検討結果との協議を通じ、必要に応じ、その結果を適切に反映する。

また検討に際しては、検討 TF、ITS フォーラムとの協議を通じ、必要に応じ、その結果を適切に反映する。

③ 対策案の検討

上記に基づき、対策案を検討する。

対策案の検討にあたって、考慮すべき主な事項は以下のとおり。

- ① 収容台数確保のため：帯域幅の確保（どの程度の帯域幅が必要か）
- ② 信頼性の高い通信のために：干渉を受けない新たな周波数帯の確保（どの周波数帯が適切か）
- ③ 通信機会の損失の改善のため：通信確立時間の改善（セキュリティ方式の改善含む）
- ④ 渋滞時の通信環境の改善のため：輻輳制御アルゴリズムの導入など

また、新たな周波数帯の通信方式案（5.9GHz 帯）を検討するにあたり、3GPP で検討されている 5G の NR の活用も含めた課題の対策検討、評価を実施する。

(イ) 対応策の妥当性について、シミュレーションにより評価する。

以下の手順で検討を進める。

① 対象とするユースケースの選定

(ア) 項での検討結果に基づき、評価対象とするユースケースを選定する。選定に際しては、検討TF、ITS フォーラムとの協議を通じ、必要に応じ、その結果を適切に反映する。

② シミュレーションによる評価

対象とするユースケースに対し、シミュレーションによる検証内容を検討の上、評価を実施する。検討内容、その評価に際しては、検討TF、ITS フォーラムとの協議を通じ、必要に応じ、その結果を適切に反映する。

(1) セルラーV2X 方式に関する評価

シミュレーションによる検証内容の検討、評価にあたって、考慮すべき主な事項は以下のとおり。

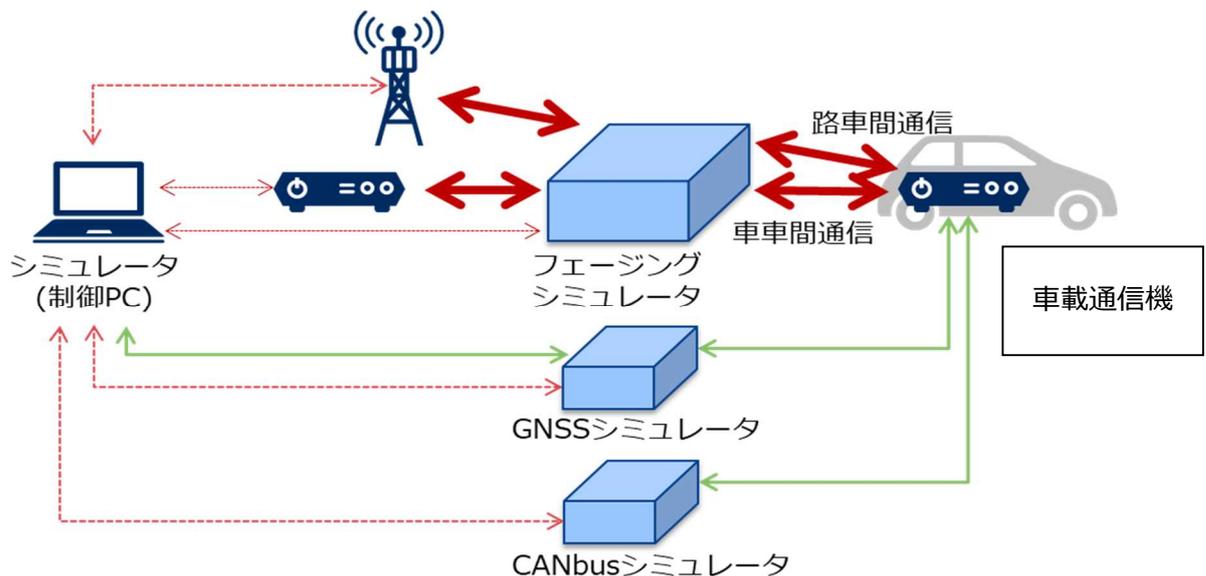
① 課題の対策が効果的に機能することを検証・評価する。

② 通信方式の課題検討にあたっては、フェージングシミュレータを活用したシミュレーション環境を構築し、当該課題をシミュレーション環境上で再現する。

③ さらに、その課題の対策案の効果をシミュレーション環境に適応し、その理論上の効果の検証・評価し、報告書にまとめる。

現時点で想定されるシミュレーション環境は以下のとおり。検証項目の検討結果を踏まえ、シミュレーション環境を構築する。

【図 1. シミュレーション環境例】



(ウ) 代表的なユースケースを想定し、実証実験を通じて (ア) の対応策及び (イ) の評価結果の妥当性を検証する。

以下の手順で検討を進める。

① 対象とするユースケースの選定

(イ) 項での評価結果に基づき、対象とするユースケースを選定する。選定に際しては、検討 TF、ITS フォーラムとの協議を通じ、必要に応じ、その結果を適切に反映する。

② 実証を通じた妥当性の検証

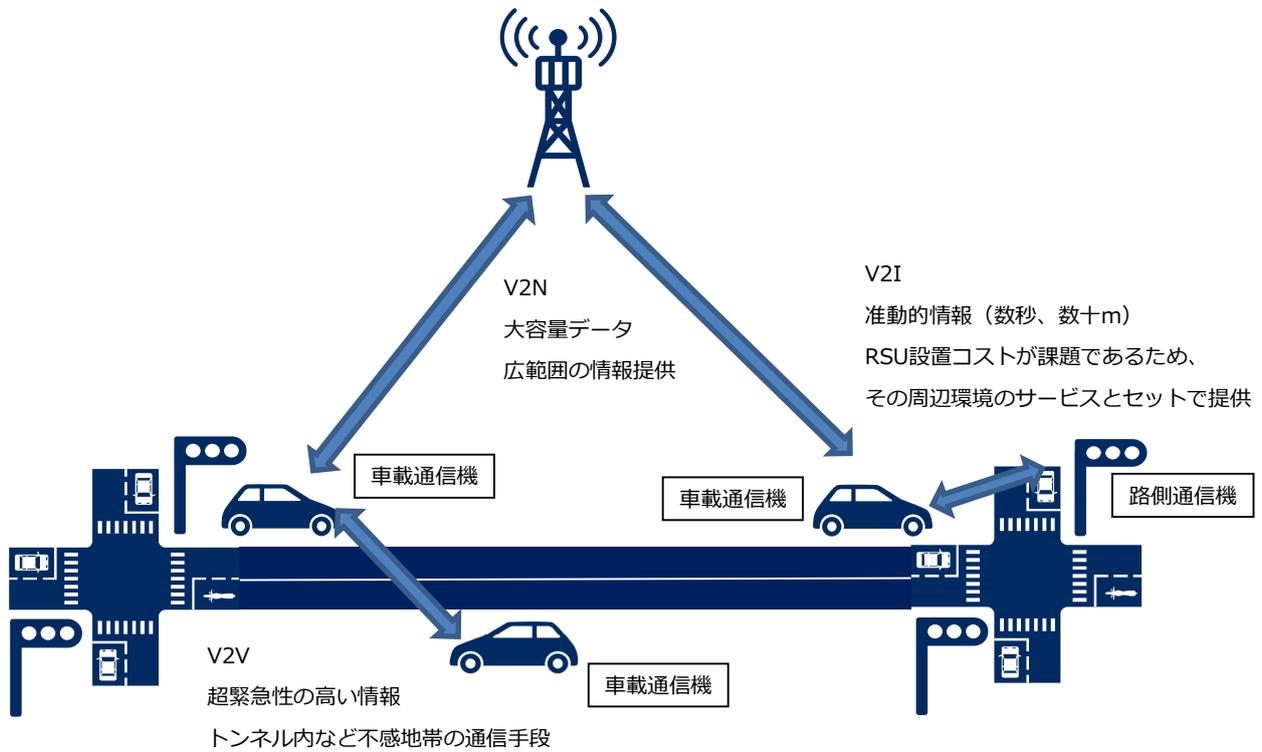
上記に基づき、実証内容の検討を検討の上、実証を実施し、対応策、シミュレーション評価結果の妥当性を検証する。実証内容、その検証に際しては、検討 TF、ITS フォーラムとの協議を通じ、必要に応じ、その結果を適切に反映する。

対象とするユースケースの実証が可能な場において、実車および必要な機材（路側通信機、車載通信機等）を準備し、実証を実施する。実証場所としては既存のテストコース環境等の活用を想定し詳細は、実証内容の検討結果を踏まえ、確定する。

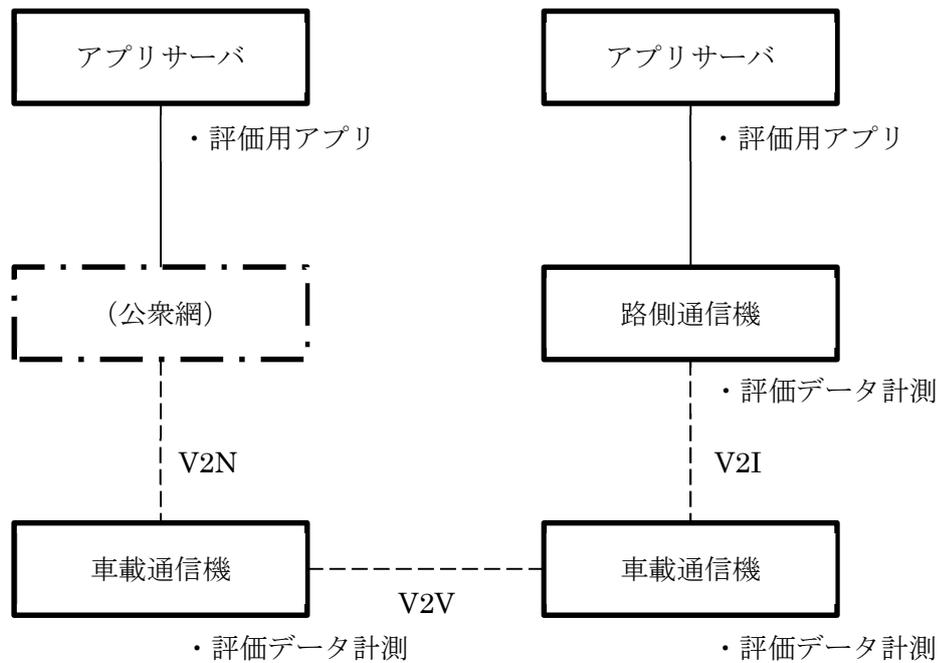
(1) セルラーV2X方式に関する実証

現時点で想定される実証環境は以下のとおり。詳細は実証内容の検討結果を踏まえ、確定する。

【図 2. 実証環境例】



【図 3. 実証システム構成例】



c. 自動運転社会の実現に必要な通信技術の社会実装時期のロードマップ策定

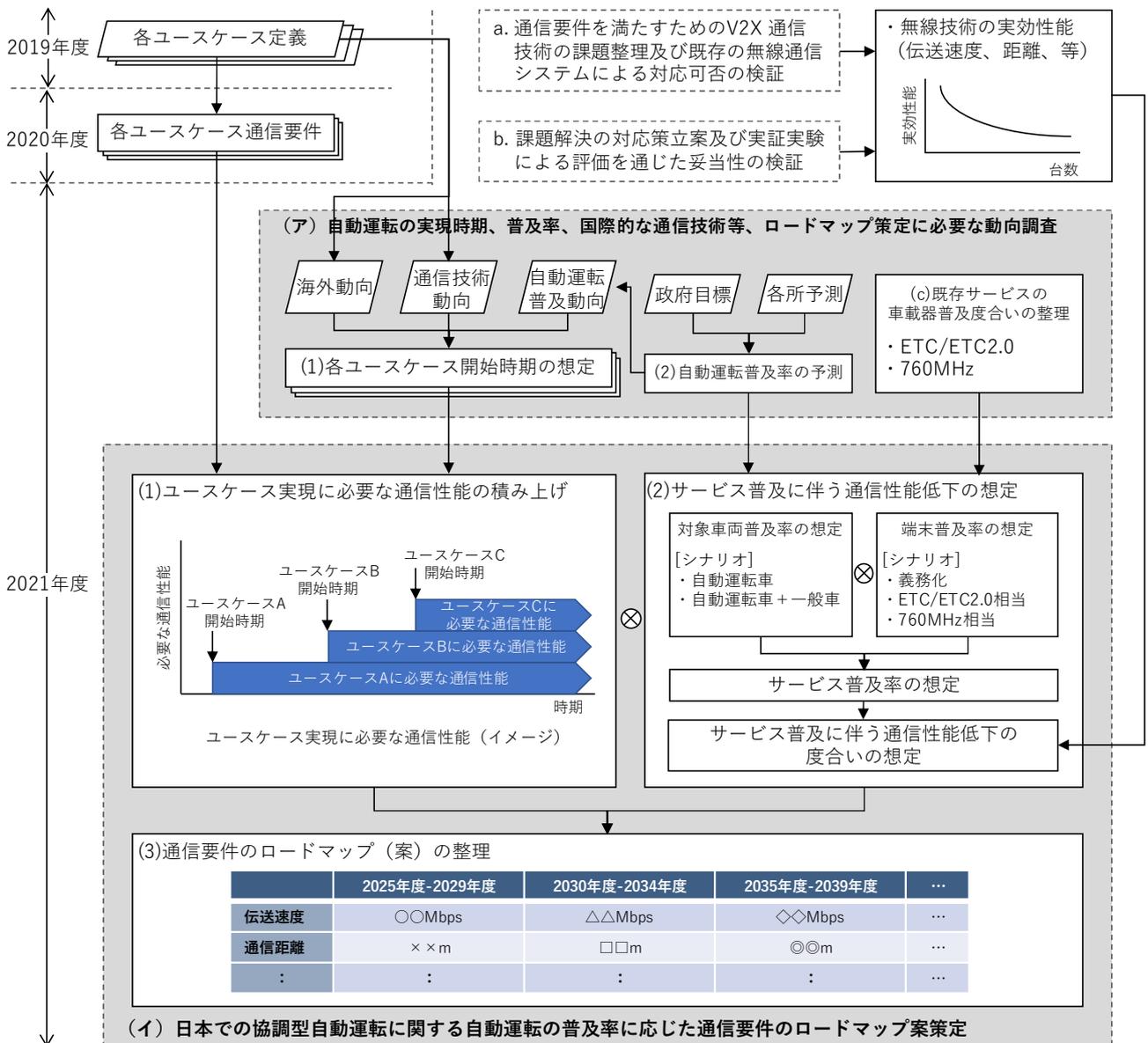
通信要件ロードマップ（案）は、基本的には各ユースケースの実用化時期を想定し、必要となる通信性能を時系列で積み上げることにより検討する。このときサービスを利用する車両が社会的に増加することによる V2V 通信同士など輻輳による通信性能の低下を加味する。

（公募要領の事業内容（イ））

これら（イ）項の検討に必要な事項として、各ユースケースの開始時期（および、この想定に必要な海外動向、通信技術動向、等）、自動運転普及率（および、この予測に必要な政府目標、各所での予測、等）、および既存サービス（ETC、ETC2.0、760MHz サービス、等）における車載器の普及度合い等を調査、検討する。

（公募要領の事業内容（ア））

【図 4.c 項の検討フロー】



(ア) 自動運転の実現時期、普及率、国際的な通信技術等、ロードマップ策定に必要な動向調査

(1) 各ユースケース開始時期の想定

各ユースケース開始時期の想定として、下記の(イ)項において、通信要件ロードマップ(案)は基本的には各ユースケースの実用化時期を想定し、必要となる通信性能を時系列で積み上げることにより検討する。そのため本項では2019年度に検討した各ユースケースがいつ頃に実用化するか想定する。具体的には、V2Xに関連する国内外のプロジェクト(下表参照)あるいは各国・地域において想定されているサービス実用化時期に関するロードマップ(下表参照)、今後の通信技術の研究開発・実用化動向(下表参照)、および自動運転の普及動向を調査検討する。

【表 5. V2X に関連する国内外のプロジェクトの例】

国・地域	プロジェクト
日本	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 総務省 5G 総合実証試験 (総務省)</li> <li>・ SIP 大規模実証 (内閣府)</li> <li>・ 次世代の協調 ITS の実用化に向けた技術開発に関する共同研究 (国土交通省)</li> </ul>
米国	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Ford Qualcomm Panasonic の実証実験</li> <li>・ Connected Automated Research and Mobility Applications [CARMA] (米国連邦道路庁)</li> <li>・ ITS Strategic Plan 2015-2019 [ニューヨーク、タンパ、ワイオミング州] (運輸省)</li> <li>・ Intelligent Transportation Systems (ITS) Joint Program Office: Strategic Plan 2020-2025 (運輸省)</li> </ul>
欧州	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 5G Test Network Finland[5GTNF] (フィンランド VTT 技術研究センター)</li> <li>・ C-Road (フランス、ドイツ、イタリア等 8 か国)</li> <li>・ Connected Corridor for Driving Automation [CONCORDA] (ERTICO)</li> <li>・ SCOOP@F (フランス環境エネルギー省)</li> <li>・ ICT Infrastructure for Connected and Automated Road Transport [ICT4CART] (ICCS, ERTICO)</li> <li>・ L3Pilot (フォルクスワーゲンが主体のコンソーシアム)</li> <li>・ 5G CARMEN (Fondazione Bruno Kessler)</li> <li>・ 5GcroCo (CTTC)</li> <li>・ 5G Mobix (ERTICO)</li> <li>・ Connected Vehicle to Everything of Tomorrow [ConVeX] (ドイツ交通デジタルインフラ省)</li> <li>・ Towards 5G initiative (EU)</li> </ul>
中国	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 知能自動車モデル地区&lt;上海、重慶、北京、雄安新区など&gt; (工業信息化部)</li> <li>・ C-V2X 技術開発 (China Mobile, SAIC, Huawei)</li> <li>・ 車路協同連合実験室 (アリババ、交通運輸部公路科学研究院)</li> </ul>
国際	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 5GAA</li> </ul>

【表6. V2Xに関する各国のロードマップの例】

国・地域	ロードマップあるいは文書
日本	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 官民 ITS 構想・ロードマップ 2020 (IT 総合戦略本部)</li> <li>・ 電波政策ビジョン懇談会 (総務省)</li> <li>・ 未来投資会議 成長戦略フォローアップ案 (日本経済再生本部)</li> </ul>
米国	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Automated Vehicles 4.0 (AV4.0) (運輸省、米国科学技術委員会)</li> <li>・ 5.850-5.925 GHz 帯の利用に関する立法案公告 (FCC)</li> </ul>
欧州	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Guidance for day 2 and beyond roadmap (C2C CC)</li> <li>・ White Paper 5GCAR: Executive Summary (5GCAR)</li> </ul>
中国	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 中国製造 2025 (国務院)</li> <li>・ スマート自動車イノベーション発展戦略 (国家発展改革委員会など 11 省庁)</li> </ul>
国際	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ A visionary roadmap for advanced driving use cases, connectivity technologies, and radio spectrum needs (5GAA)</li> </ul>

【表 7. 調査対象とする通信技術の研究開発・実用化動向の例】

国・地域	研究開発・標準化・実用化
日本	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 5G ミリ波利用の拡大、電波伝搬特性の検討 (総務省、その他)</li> <li>・ テラヘルツ波の技術開発 (NICT 他)</li> <li>・ Beyond 5G/6G に向けたロードマップ、検討 (総務省、NICT 他)</li> <li>・ IOWN (NTT 他)</li> </ul>
米国	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ WLAN、WSN、BWA、WRAN (IEEE 802)</li> <li>・ ComSenTer (ニューヨーク大、他)</li> <li>・ テラヘルツ波一部開放 (FCC)</li> </ul>
欧州	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 6Genesis (フィンランド)</li> <li>・ UWB Standatds (ETSI)</li> </ul>
中国	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 6G 研究開発 (科学技術部、工業情報化部)</li> </ul>
国際	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 陸上移動通信、IMT Systems 標準化 (ITU-R SG5 WP5A、WP5D)</li> <li>・ FG NET-2030 (ITU-T SG13)</li> <li>・ 3GPP Release 17 にむけた検討 (3GPP)</li> </ul>

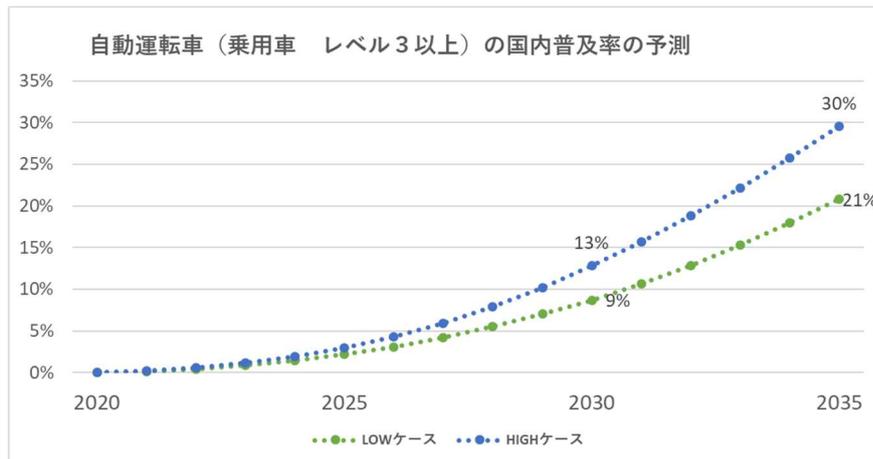
】

調査検討結果を加味しつつ、我が国として想定される各ユースケースの実用化時期を想定する。なお、後述する検討 TF 等の会合において説明する際には、ここでの実用化時期の想定はあくまで将来の通信要件を検討するためのものであり、関係各所の計画を拘束するものでないことを説明することに留意する。

(2) 自動運転普及率の予測

通信要件ロードマップ（案）を検討する際には、サービスを利用する車両が社会的に増加することによる V2V 通信同士のコリジョン等による通信性能の低下を加味する。サービスを利用する車両の予測に資するべく、本項では自動運転の普及率予測を行う。具体的には政府目標あるいは各所における自動運転普及予測なども加味しつつ車格ごとの自動運転機能の搭載率を想定し、これらを積み上げることで各年の自動運転車両の普及台数を予測し、これを普及率に換算する。

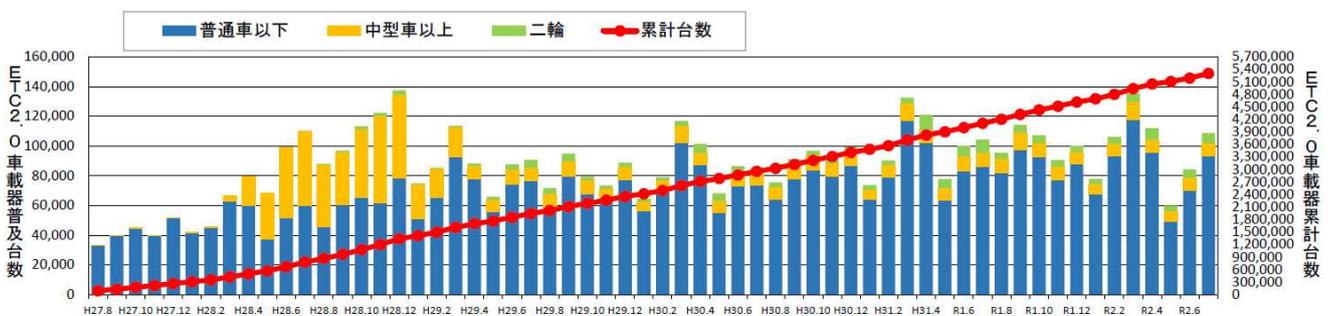
【図 5. 自動運転普及予測アウトプットイメージ】



(3) 既存サービスの車載器普及度合いの整理

上記(2)項の繰り返しとなるが、下記の(イ)項において通信要件ロードマップ（案）を検討する際には、サービスを利用する車両が社会的に増加することによる通信性能の低下を加味する。ここで「サービスを利用する車両」について、全ての車両が必ずしも車載器を搭載するとは限らないことから、サービスの対象となる車両（自動運転車あるいは自動運転車＋一般車）が車載器を搭載する割合を加味する必要がある。そこで車載器搭載率の想定のため、既存サービス（ETC、ETC2.0 および 760MHz 帯）のこれまでの普及率の推移を調査整理する。

【図 6. 既存サービスの車載器普及度合いの例（ETC2.0 車載器）】



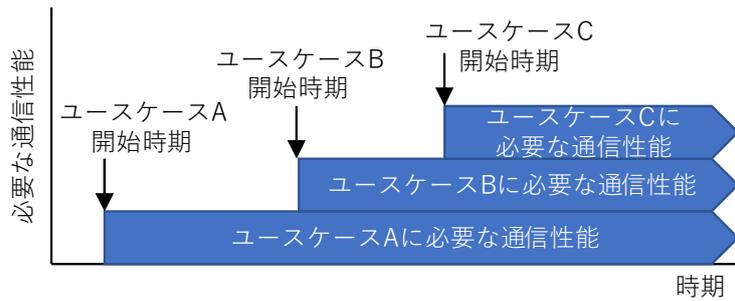
(出典) ITS-TEA 「ETC 総合情報ポータルサイト」

(イ) 日本での協調型自動運転に関する自動運転の普及率に応じた通信要件のロードマップ案策定

(1) ユースケース実現に必要な通信性能の積み上げ

各ユースケースについて2020年に検討した通信要件と、上記(ア) - (1)において想定した各ユースケースの実用化時期から、必要となる通信性能を時系列で積み上げることにより検討する。通信性能は様々な観点から整理し、例えば伝送速度については各ユースケースに必要なデータ項目やデータ量、許容される伝送遅延などを積み上げることによって算出する。なお、通信性能はV2V/V2I/V2Nといった通信形態ごとに区分して積み上げる。

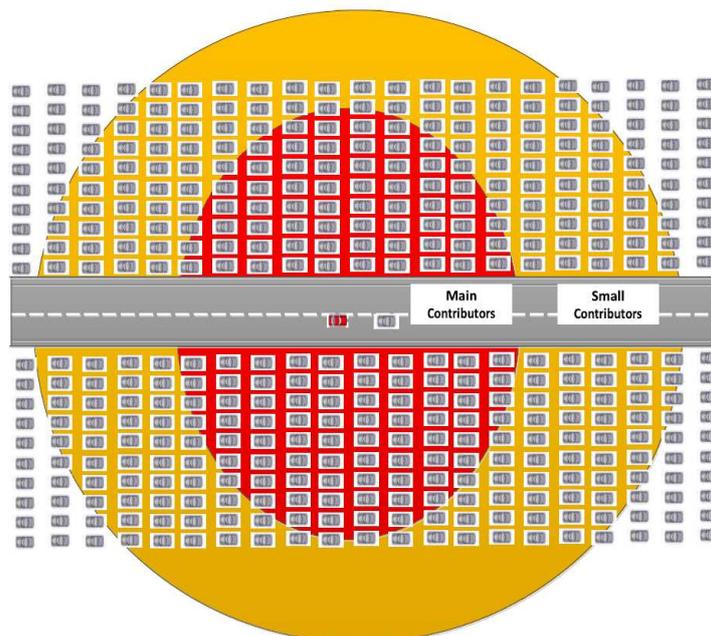
【図7. ユースケースごとの通信性能の積み上げイメージ】



(2) サービス普及に伴う通信性能低下の想定

サービスを利用する車両が社会的に増加することによる通信性能の低下を加味するため、本項ではコリジョン等によるV2V/V2I/V2N通信のメッセージ到達率の度合いを予測する。具体的にはサービス対象車両のシナリオ(自動運転車/自動運転車+一般車)、および対象車両における車載器搭載率のシナリオ(車載器搭載義務化/ETC車載器相当で普及/ETC2.0車載器相当で普及/760MHz相当で普及)を掛け合わせることで、将来的なサービス対象車両の普及率を予測し、この普及率からV2V/V2I/V2N通信時におけるメッセージ受信可能範囲内の車両密度を想定し、またa項およびb項における評価・実験結果も踏まえつつ、輻輳等による通信性能の低下の度合いを想定する。

【図8. 輻輳による通信性能評価のシミュレーションモデル】



(出典) 5GAA 「V2X Functional and Performance Test Report; Test Procedures and Results」

### (3) 通信要件のロードマップ（案）検討

既存の ITS 通信技術（700MHz 帯 ITS）に関し、本研究開発テーマとは別に実施される a.（ア）、（イ）項の検討結果及び課題解決の対応策立案、シミュレーションによる評価及び実証実験による評価を通じた妥当性の検証結果を併せ、a 項で検討したユースケース実現に必要な通信性能の積み上げ結果、および b 項で検討した通信性能低下の度合いの推移予測を掛け合わせ、将来的に必要となる通信要件を整理する。通信要件は概ね 5 年刻みで、伝送速度や通信距離など様々な観点についてロードマップとして表現する。

ロードマップとしての通信要件項目については、検討 TF、ITS フォーラムとの協議を通じ、必要に応じ、その結果を適切に反映する。

【表 8. 通信要件のロードマップ（案）のアウトプットイメージ】

	2025年度-2029年度	2030年度-2034年度	2035年度-2039年度	…
伝送速度	○○Mbps	△△Mbps	◇◇Mbps	…
通信距離	××m	□□m	◎◎m	…
：	：	：	：	…

d. 検討TF及びITSフォーラムへの報告並びに資料作成支援

(ア) 検討TF及びITSフォーラムへの報告

a 項、b 項、c 項の検討状況について、検討 TF、ITS フォーラム及び NEDO、内閣府、総務省が指定する会合へ報告し、当該会合でのご指摘事項に関し、本事業の実施に際し、適切に反映する。またこれらの会合には、必要に応じて、事務局として参加する。報告すべき会合については、内閣府、NEDO、総務省等の関係者と協議の上で決定する。

(イ) 検討TFおよびITSフォーラムの検討資料作成支援

(1) 検討TFの検討資料作成支援

検討 TF での議論を深めることを目的として、必要に応じ本業務における成果物のうち関連する部分を整理して提示するとともに、各回の検討 TF の議論の結果を整理・可視化して次回の議論を円滑化する。ITS フォーラムの会合において、検討 TF に対して各ユースケースにおける技術要件等の詳細検討の要請が出された場合には、検討 TF と連携して実務者からなる検討会等を設置することも視野に入れる。

【表9. 検討TFにおける議論・検討事項と支援事項（案）】

年度	月	TF における議論・検討事項	支援事項（案）
2020 年度	11～ 3月	技術要件/通信要件に関する調査検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ユースケースに対する技術要件資料の作成</li> <li>● 技術要件と通信要件に関する検討結果のとりまとめ</li> </ul>
	1～ 3月	既存の ITS 無線適用可否の検討	● 既存 ITS 無線の適用可否に関する検討結果のとりまとめ
		通信課題と対策の明確化	● 通信課題及び対策案に関する検討結果のとりまとめ
		対策効果確認のための検証方法の立案	● 検証方法に関する検討結果のとりまとめ
2021 年度	4～ 6月	技術要件/通信要件に関する調査検討（継続）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ユースケースに対する技術要件資料の作成</li> <li>● 技術要件と通信要件に関する検討結果のとりまとめ</li> </ul>
	4～ 7月	既存の ITS 無線適用可否の検討（継続）	● 既存 ITS 無線の適用可否に関する検討結果のとりまとめ
		通信課題と対策の明確化（継続）	● 通信課題及び対策案に関する検討結果のとりまとめ
		対策効果確認のための検証方法の立案（継続）	● 検証方法に関する検討結果のとりまとめ
	4～ 12月	シミュレーションによる対策効果確認	● シミュレーションによる対策効果確認結果のとりまとめ
	9～ 12月	実証実験による対策効果確認	● 実証実験による対策効果確認のとりまとめ
	10～ 2月	技術ロードマップ、ユースケースと周波数/帯域要件等の検討	● 検討結果のとりまとめ
最終報告		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 検討結果のとりまとめ</li> <li>● TF としての最終報告資料作成</li> </ul>	

(2) ITSフォーラムの検討資料作成支援

ITS フォーラムでの関連する会議体での議論を深めることを目的として、必要に応じ本業務における成果物のうち関連する部分を整理して提示するとともに、各回の会議体での議論の結果を整理・可視化して次回の議論を円滑化する。

支援対象となる ITS フォーラムの会議体としては、以下のとおり。詳しくは ITS フォーラム関係者のご調整の上、決定する。(各会議体は月2回程度の開催を想定)

- ① ITS フォーラム 高度専門委員会 無線方式検討 TG
- ② ITS フォーラム 高度専門委員会 セルラーシステム TG

【表10. ITSフォーラムにおける議論・検討事項と支援事項（案）】

年度	月	ITS フォーラムにおける議論・検討事項	支援事項（案）
2020年度	11～ 3月	通信要件に関する調査検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ユースケースに対する技術要件の確認</li> <li>● ユースケースに対する通信要件に関する検討結果のとりまとめ</li> </ul>
	1～ 3月	既存の ITS 無線適用可否の検討	(支援対象外)
		通信課題と対策の明確化	(支援対象外)
		対策効果確認のための検証方法の立案	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 検証方法に関する検討結果のとりまとめ (ただし、700MHz 帯 ITS に関する検討は除く)</li> </ul>
2021年度	4～ 6月	通信要件に関する調査検討 (継続)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ユースケースに対する技術要件の確認</li> <li>● ユースケースに対する通信要件に関する検討結果のとりまとめ</li> </ul>
	4～ 7月	既存の ITS 無線適用可否の検討 (継続)	(支援対象外)
		通信課題と対策の明確化 (継続)	(支援対象外)
		対策効果確認のための検証方法の立案 (継続)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 検証方法に関する検討結果のとりまとめ</li> <li>● (ただし、700MHz 帯 ITS に関する検討は除く)</li> </ul>
	4～ 12月	シミュレーションによる対策効果確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>● シミュレーションによる対策効果確認結果のとりまとめ (ただし、700MHz 帯 ITS に関する検討は除く)</li> </ul>
	9～ 12月	実証実験による対策効果確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 実証実験による対策効果確認のとりまとめ (ただし、700MHz 帯 ITS に関する検討は除く)</li> </ul>
	10～ 2月	技術ロードマップ、ユースケースと周波数/帯域要件等の検討	● 検討結果のとりまとめ
		最終報告	● 検討結果のとりまとめ

e. 有識者会合での検討

a 項、b 項、c 項の実施に際し、本事業の効果的な実施のため、関連分野の知見を有する有識者等から構成される委員会を設置し、事業実施に係る検討を実施する。委員会実施に際しては、以下の ITS フォーラムの会議体の場を利用するものとする。詳しくは ITS フォーラム関係者のご調整の上、決定する。

- ① ITS フォーラム 高度専門委員会
- ② ITS フォーラム 高度専門委員会 無線方式検討 TG
- ③ ITS フォーラム 高度専門委員会 セルラーシステム TG

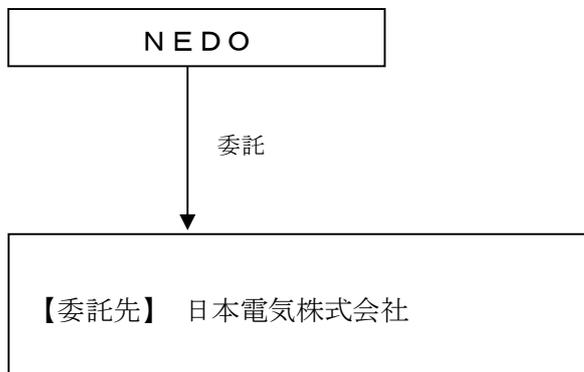
1-(4)実施計画

研究開発項目	2020年度		2021年度			
	第3 四半期	第4 四半期	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期
<p>a. 通信要件を満たすためのV2X通信技術の課題整理及び既存の無線通信システムによる対応可否の検証</p> <p>(ア) 狭域通信に係る対応可否評価の実施 …※別受託者範囲</p> <p>(イ) 狭域通信に係る課題の抽出・整理 …※別受託者範囲</p> <p>(ウ) 広域通信での対応可否評価の実施</p>			<p>※対応可否評価</p> <p>※課題抽出</p>			
<p>b. 課題解決の対応策立案及び実証実験による評価を通じた妥当性の検証</p> <p>(ア) 課題への対応策を立案</p> <p>(イ) 対応策の妥当性に関する評価</p> <p>(ウ) 評価結果の妥当性検証</p>		<p>対応可否評価</p> <p>対策検討</p>	<p>シミュレーションによる評価</p>	<p>検証・実証</p>		
<p>c. 自動運転社会の実現に必要な通信技術の社会実装時期のロードマップ策定</p> <p>(ア) ロードマップ策定に必要な動向調査</p> <p>(イ) 協調型自動運転に関する通信要件のロードマップ案を策定</p>			<p>各種調査</p>		<p>ロードマップ策定</p>	<p>成果物を反映</p>
<p>d. 検討TF及びITSフォーラムへの報告並びに資料作成支援</p> <p>(ア) 検討TFやITSF等の会合への報告及び事務局としての参加</p> <p>(イ) 検討TF及びITSFの会合の検討資料の作成支援</p>		<p>順次</p> <p>検討TF等、会議体支援・報告</p> <p>検討TF、ITSF 検討資料の作成支援</p>				
<p>e. 有識者会合での検討</p>						

1-(5) 実施期間

2020年11月25日から2022年2月28日まで

1-(6) 実施体制



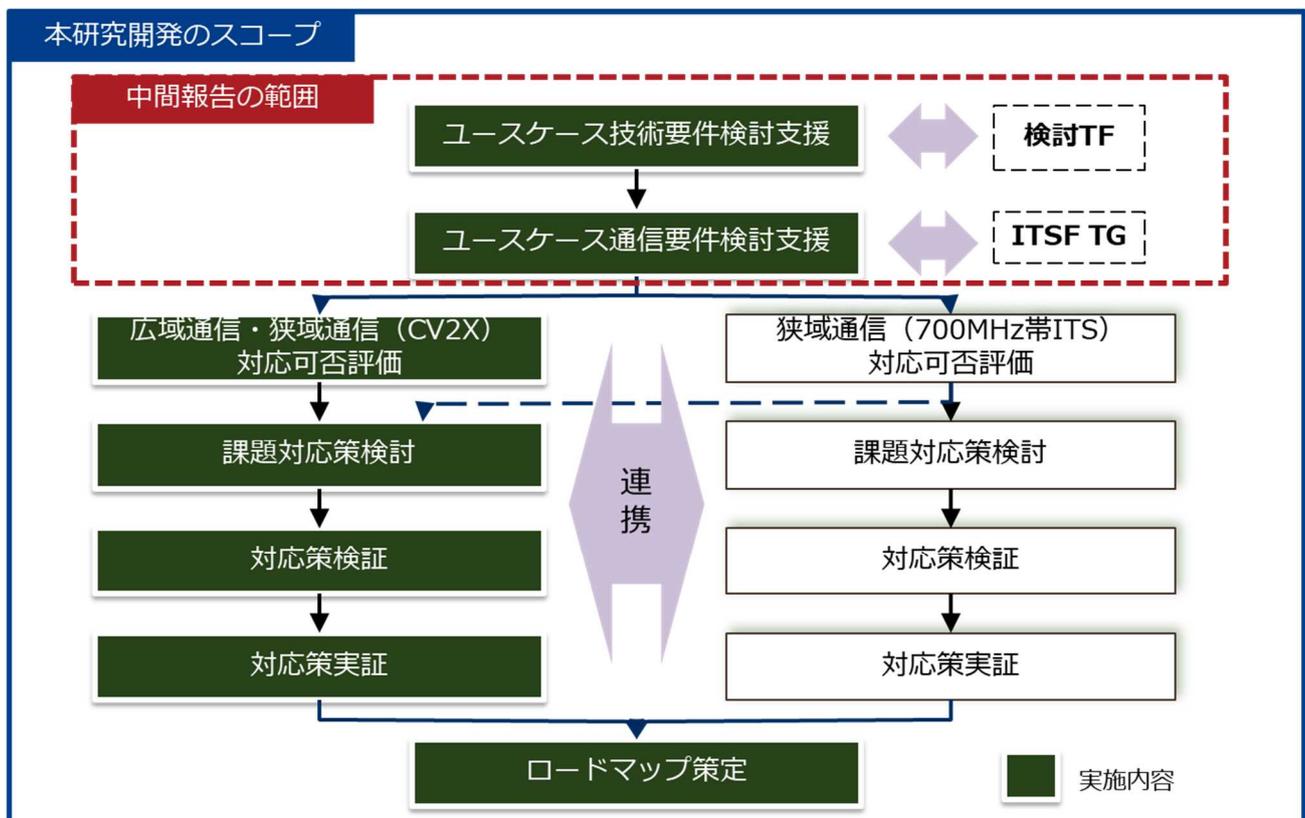
## 2. 20 年度の活動成果

### 2-(1) 研究開発の内容及び成果

#### 2.1.1 実施内容・手順

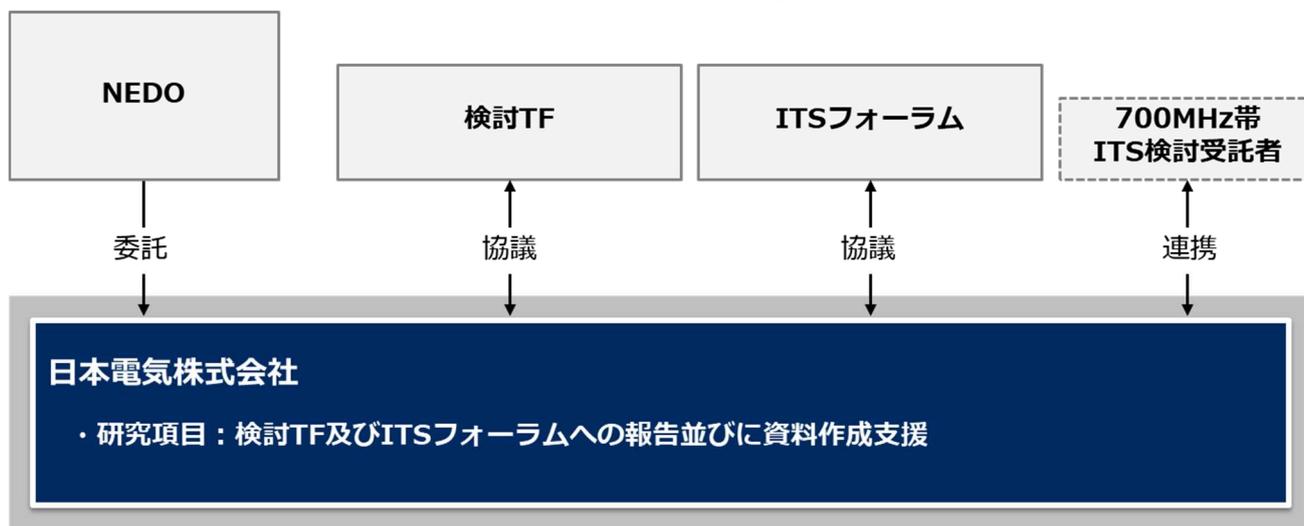
以下の図に示す通り、20 年度活動の範囲として、検討 TF との活動を通じたユースケース技術要件の検討支援・報告、ならびに ITS フォーラムと連携しユースケースごとの通信要件の検討支援を実施した。具体的には、通信要件を定めるにあたって検討が不足している部分、技術的な要件の検討について検討支援を行った。検討を進めて行く過程で技術要件が明確になった項目については、ユースケースごとの通信要件の検討を実施した。

【図 9. 今年度の研究開発の範囲】



## 2.1.2 実施体制

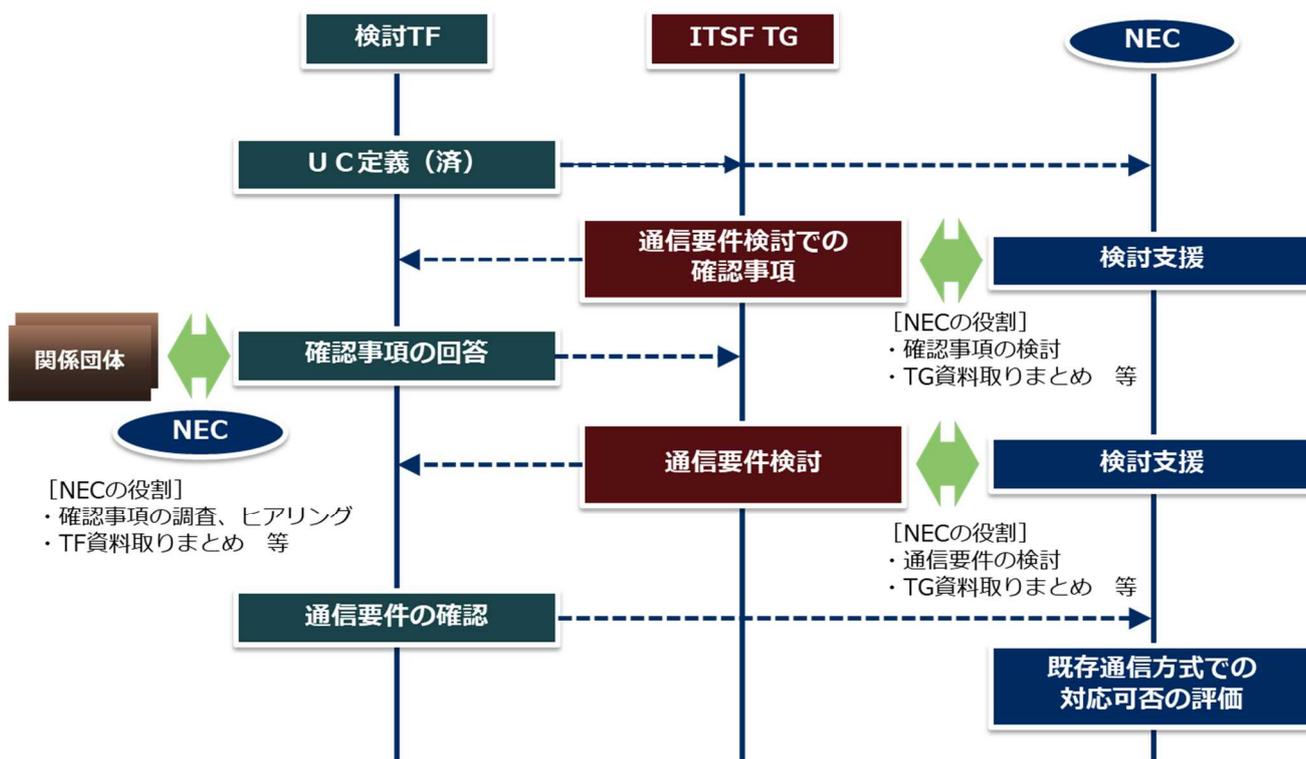
【図 10. 実施体制図】



## 2.1.3 研究開発の内容・方法

検討TFの検討およびITSフォーラムでの各検討とNECの役割について、以下の通り整理した。25のユースケースの定義を踏まえて、通信要件を考える上での確認事項の検討を順次実施した。また実施に際して、主要な関係団体を選定し継続的なディスカッションを通じて要件の検討を行った。

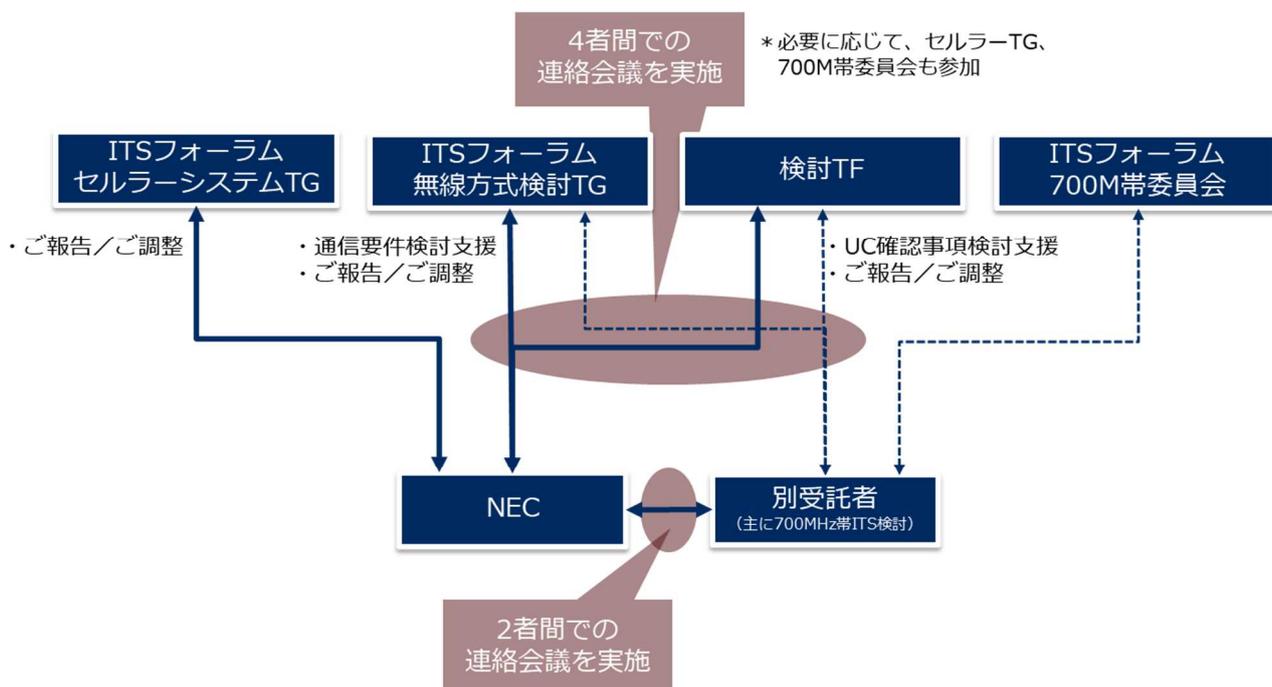
【図 11. 検討フロー図】



2.1.4 実施体制／主要ステークホルダーとの連携図

通信要件の検討にあたり、ITS フォーラムの各 TG、あるいは委員会等との連携、および検討 TF への報告を実施した。700MHz 帯 ITS の検討部分は今後別公募により選定される別受託者との連携を図ることとした。

【図 12. 主要ステークホルダーとの連携イメージ図】



## 2.1.5 実施スケジュール

検討TF、ITSフォーラム無線TGとの連携を図りながら主要タスクを実施した。

【表 11. 本研究開発の全体スケジュール】

研究開発項目	2020年度 上期	2020年度 下期	2021年度 上期	2021年度 下期
1. 既存通信方式での対応可否評価		→		
2. 課題対応策検討及び対応策検証・実証			→	
3. 自動運転社会の実現に必要な通信技術の 社会実装時期のロードマップ策定			→	
4. 検討TF及びITSフォーラムへの報告 及び資料作成支援		→	→	
5. 有識者会合（ITSフォーラム等）での検討			→	

【表 12. 今年度の詳細スケジュール】

項目	11月	12月	1月	2月	3月
検討TF		12/3 ▼ TF		2/4 ▼ TF	
ITSF 無線TG	11/16 ▼ TG	12/14 ▼ TG	1/14 ▼ TG	2/18 ▼ TG	3/18 ▼ TG
	→ ユースケース通信要件検討に向けたWG活動				
NEC	11/25 ▼ 採択	→ ユースケース技術要件検討支援			
	→ ユースケース通信要件検討支援				
			(順次)	→ 既存通信方式での対応可否評価	

## 2.2 検討TF及びITSフォーラムへの報告並びに資料作成支援

### 2.2.1 検討TF及びITSフォーラムへの報告

#### (1) 検討TF

①第11回 検討TF（令和2年12月4日開催）に際し、研究開発の背景、目的および実施手順案を説明した。当面の検討方法としては、関係団体との議論の場を通じて通信要件の検討を進めていくこととし、当社の受託領域としては広域通信・狭域通信、セルラーV2Xを中心に検討し4G、5Gでの比較評価等を行いながら検討を進めて行くことを説明した。また21年度の研究開発の内容として、課題対応策の検討、対応策の検証・実証を行い、各ユースケースの開始時期、自動運転普及率、既存サービスにおける車載器の普及度合い等の調査等を踏まえて通信要件のロードマップ案を策定し研究開発のゴールとすることを説明した。

②第12回 検討TF（令和3年2月4日開催）に際し、進捗状況を報告した。今年度内を目標に、ユースケースに対する通信要件の取りまとめたのち、来年度以降で各種通信方式での課題及び対応策を検討し、技術的な実現性の検証・実証を行い、ロードマップ案を策定する。通信要件の検討に際し、ITSフォーラム 無線方式検討タスクグループと連携し、通信要件を検討にあたってユースケースごとの確認事項（ユースケースの具体的な要件）について、各ユースケースに関係する団体、企業へのヒアリング、議論を実施していることを説明した。

#### (2) ITSフォーラム

以下のとおりITSフォーラム 無線方式検討タスクグループ会合に参加し、通信要件を検討するにあたってユースケースごとの確認事項（ユースケースの具体的な要件）、各ユースケースに関係する団体、企業へのヒアリング、議論結果及び各ユースケースの通信要件検討状況について、説明した。

ア) 第143回無線方式検討タスクグループ会合（令和2年12月14日開催）

イ) 第144回無線方式検討タスクグループ会合（令和3年1月14日開催）

ウ) 第145回無線方式検討タスクグループ会合（令和3年2月18日開催）

エ) 第146回無線方式検討タスクグループ会合（令和3年3月18日開催）

### 2.2.2 検討TFおよびITSフォーラムの検討資料作成支援

#### (1) 海外関連動向調査

第12回 検討TF（令和3年2月4日開催）に際し、米国SAEから2020年5月に発行された協調型自動運転に関するレポート「J3216」について調査、報告した。J3216は全7章から構成されており、とくに重要な第4章から第7章について概要を説明した。第4章はDefinitionsとなっており、CDA（Cooperative Driving Automation）の各クラスの定義について説明を行った。第5章からは概念整理がまとめられており、主に通信を用いた自動運転における制御の仕組み、関係性の整理が述べられていることを説明した。第6章はインプラクティスとして様々な考察が述べられており、サンプルメッセージにどのような情報を載せるべきか、CDA通信を設計するときを考慮すべき事項などが例示されている。第7章は実際の事例に当てはめて、歩行者検出情報の車両への通信、信号制御、車両による車線変更時のサポーティング、追従走行などのユースケース上でどのCDAクラスが使用されるかについて述べられていることを解説した。最後にこのような標準仕様が協調型自動運転の概念と例示を示すことで、関係者の合意形成を促進する効果が考えられることを説明した。

(2) 各ユースケースに関する団体、企業へのヒアリング

以下の表に示す通り、検討 TF および ITS フォーラムによる各ユースケースに関する団体、企業へのヒアリングに際し、ヒアリング資料等の作成支援、また必要に応じ類似するユースケースの国内外事例調査を実施しユースケースごとの確認事項に対する回答を整理した。

【表 13. 検討 TF からご提示された優先度 1 のユースケース】

分類	ユースケース名称	ヒアリング先（敬称略）
a. 合流・車線変更支援	a-1-1 予備加減速合流支援	自動車工業会 国土技術政策総合研究所
	a-1-2 本線隙間狙い合流支援	同上
	a-1-3 路側管制による本線車両協調合流支援	自動車工業会
	a-1-4 車同士のネゴシエーションによる合流支援	自動車工業会
c. 先読み情報 ：衝突回避	c-3 ハザード情報による衝突回避支援	自動車工業会
a. 合流・車線変更支援	a-2 混雑時の車線変更の支援	自動車工業会

【表 14. 検討 TF からご提示された検討優先度 2 のユースケース】

分類	ユースケース名称	ヒアリング先（敬称略）
a. 合流・車線変更支援	a-3 渋滞時の非優先道路から優先道路への進入支援	国内外事例調査
c. 先読み情報 ：衝突回避	c-1 前方での急停止、急減速時の衝突回避支援	国内外事例調査
	c-2-1 交差点の情報による走行支援（V2V）	ITS connect 推進協議会
	c-2-2 交差点の情報による走行支援（V2I）	UTMS 協会
b. 信号情報	b-1-1 信号情報による走行支援（V2I）	UTMS 協会
g. 隊列・追従走行	g-1 電子牽引による後続車無人隊列走行	SIP-adus 実証関係者
	g-2 追従走行並びに追従走行を利用した後続車有人隊列走行	SIP-adus 実証関係者

【表 15. 検討 TF からご提示された優先度 3 のユースケース】

分類	ユースケース名称	ヒアリング先（敬称略）
b. 信号情報	b-1-2 信号情報による走行支援（V2N）	UTMS 協会
d. 先読み情報 ：走行計画変更	d-1 異常車両の通知による走行支援	国土技術政策総合研究所
	d-2 逆走車の通知による走行支援	国内外事例調査
	d-3 渋滞の情報による走行支援	国土技術政策総合研究所

	d-4 分岐・出口渋滞支援	国土技術政策総合研究所
	d-5 ハザード情報による走行支援	国土技術政策総合研究所
e. 先読み情報 : 緊急車両回避	e-1 緊急車両の情報による走行支援	ITS connect 推進協議会
f. インフラによる情報収集・配信	f-1 救援要請 (e-Call)	HELPNET
	f-2 交通流の最適化のための情報収集	SIP-adus 実証関係者
	f-3 地図更新・自動生成	SIP-adus 実証関係者
	f-4 ダイナミックマップ情報配信	SIP-adus 実証関係者
h. 遠隔操作	h-1 移動サービスカーの操作・管理	国内外事例調査