

# 「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）」のうち自動運転システムにおけるV2X技術等を含む新たな通信技術の活用に関する調査

---

最終報告

2019年2月28日

**MRI** 株式会社三菱総合研究所

# 目次

---

1. 調査の対象
2. 通信技術活用のユースケース
3. 活用が想定されている通信技術
4. ユースケースと通信技術の関係
5. ロードマップ検討の趣旨
6. ロードマップの対象とすべき通信技術
7. ロードマップ（案）
8. 今後の議論のポイント

# 1. 調査の対象

- 自動運転システムにおいて通信技術を活用する取組みが、国内外で広くなされている。
- そこで本調査では、ITSや自動運転システムにおいて共通的な利用が想定される通信技術の動向を把握することを目的とし、以下に示す取組みを調査対象とした。

調査対象	調査対象の取組み件数			
	欧州	米国	アジア	国際
<b>①自動運転システムやITSなど自動運転システムにつながる取組み</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 自動運転システムで用いる通信技術に関する研究開発・実証を行っているプロジェクトを対象とした。</li> <li>✓ 調査対象には、自動運転システムそのものだけでなく、ITSなど自動運転システムにつながる取組みも含めている。</li> <li>✓ 民間と国家プロジェクトの双方を対象とし、いずれも現在実施中のプロジェクトを対象とした。</li> <li>✓ 民間の場合は、複数の企業等が参画しているプロジェクトを対象とした。</li> </ul>	国家：8件 民間：9件	国家：3件 民間：1件	国家：9件 民間：9件	—
<b>②標準化団体等における通信技術の標準化</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 自動運転システムに用いる通信技術の標準化に取り組んでいる団体を対象とした。</li> <li>✓ 自動運転システムそのものだけでなく、ITSなど自動運転システムにつながる取組みも含めている。</li> </ul>	2件	1件	3件	3件
<b>③業界横断での自動運転システム研究開発の動向</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 業界横断で、自動運転システムに用いる通信技術の標準化に取り組んでいる団体を対象とした。</li> <li>✓ 自動車メーカーや通信事業者、電機メーカーなど、様々な業種の企業が参画している団体を対象とした。</li> </ul>	—	—	—	3件

(→具体的な調査対象は巻末の別紙2参照)

## 2. 通信技術活用のユースケース

- 自動運転システムに通信を活用し、周辺の車両や歩行者あるいは事象を収集／提供することで、**安全性**や**交通の円滑性**、あるいは**運転の快適性**を向上させることが想定されている。
- 商用の自動運転車両を**商用目的で遠隔管理**するためにも通信を活用することが想定されている。
- 自動運転システムの基盤となる**地図の更新**にも通信を活用することが想定されている。

区分	ユースケース例	プロジェクト
安全	協調型車間距離維持支援システムCACC	CITE project, CARMA, CONCORDAなど
	緊急電子ブレーキランプ	CITE project, 5GAA, ITS Strategic Planなど
	合流支援	5GCAR, C2-CCC, CC社会実現に向けた技術試験業務
	交差点での衝突回避支援	SIP大規模実証、C-Road, ITS Strategic Plan
	トラック隊列走行	総務省5G総合実証試験
円滑・快適	緊急車両接近警報	Towards 5G initiative, MECプロジェクト、CITE project, C-Roadなど
	事故発生警告	SCOOP@F, ITS Strategic Planなど
	渋滞警報	CONCORDA, C-Road, SCOOP@Fなど
	車両速度制限情報	CONCORDA, C-Road, ITS Strategic Planなど
	プローブデータ活用による交通量モニタリング	ITS Strategic Plan, C-Road, SCOOP@Fなど
	信号情報の最適化	ITS Strategic Plan, C2-CCCなど
	駐車場情報（路外/道路上）の提供と駐車マネジメント	C-Road
大容量データ	地図更新	5GCAR, SIP大規模実証
	高解像度地図の作成と配布	AECC
商用車管理	自動運転の遠隔管理	総務省5G総合実証試験

### 3. 活用が想定されている通信技術（1 / 3）

- 以下の①～④に示す**11種類の通信技術**が、自動運転システムへの活用が想定されている。

		①DSRC（日本）	②DSRC（欧米）	③700MHz帯高度道路交通システム	④60GHz帯無線
通信技術の概要		ITS（路車間通信サービス）向けに開発された通信技術。日本でETC/ETC2.0に利用されている。	ITSサービス（路車間/車車間通信サービス）向けに開発された通信技術。欧米でITSや自動運転への利用が検討されている。	ITS（路車間/車車間通信サービス）向けに開発された通信技術。日本では、ITS ConnectおよびTSPS※2に利用されている。比較的低い周波数帯を利用するため回折性に優れる。	大容量コンテンツの高速転送のために開発された通信技術。日本ではITSや自動運転への活用が検討されており、欧州ではITS利用のための規格化が行われている。
通信規格		ARIB STD-T75,T88,T110	IEEE802.11p	ARIB STD-T109	IEEE 802.11ad ARIB STD-T117
L1の 特徴	伝送速度	1Mbpsまたは4Mbps （変調方式などによる）	3～27Mbps	3～18Mbps （変調方式などによる）	最大7.7Gbps
	伝送距離	数m（ETC料金所など） 数十m（本線、予告ビーコンなど）※1	数百m（LOS環境） 100m以下（NLOS環境）	送信電力、受信感度による	10～200m
	使用周波数帯 （国内での割当帯域）	5.8GHz帯 （5770-5850MHz）	5.9GHz帯 （国内は未定）	760MHz帯 （755.5-764.5MHz）	60GHz帯 （57GHz-66GHz）
	1chあたりの帯域幅	5MHz	10, 20MHz	9MHz	2GHz
	チャネル数	アップリンク・ダウンリンク各7ch	[欧州] 3ch（うち1chは制御チャネル） [米国] 7ch（うち1chは制御チャネル）	1ch	4ch
L2の 特徴	多元接続	TDMA	CSMA/CA	[路車間]TDMA } 双方の通信期間を [車車間]CSMA/CA } 時間的に分ける	CSMA/CA + TDMAハイブリッド構造
	誤り訂正	ターボ符号	畳み込み符号	畳み込み符号	低密度パリティ検査符号（LDPC）
	宛先・発信源の識別子	リンクアドレス(LID)	(不明)	リンクアドレス（MACアドレス）	リンクアドレス（MACアドレス）
L3の特 徴	IP通信の想定の有無	有	有	(不明)	有
L7の 特徴	通信形態	ブロードキャスト、ユニキャスト	ブロードキャスト、マルチキャスト、ユニキャスト	ブロードキャスト	ブロードキャスト、マルチキャスト、ユニキャスト
	セキュリティ	DSRC-SPF	IEEE Std 1609.2	(非公開)	アプリケーションによる
国内での利用可否 (利用可能な時期)		利用可	利用不可 (利用可能時期は未定)	利用可	利用可能
(主な)通信対象		V2I	V2V, V2I	V2V, V2I, I2I	V2V, V2I, I2I

※1 通信エリアはサービスに応じて事業者が、RSU空中線出力、RSUアンテナ種別を決定。RSU、OBEは指向性アンテナ。

※2 信号情報活用運転支援システム

### 3. 活用が想定されている通信技術（2 / 3）

		⑤ Bluetooth	⑥ Wi-Fi（無線LAN）	⑦ 赤外線
通信技術の概要		ウェアラブルデバイス、ワイヤレスイヤホン等、デジタル機器間での近距離無線通信のために開発された通信技術。	デバイスが無線通信するために開発された通信技術。	ITS（路車間通信サービス）向けに開発された通信技術。日本でVICSやDSSSに利用されている。
通信規格		Bluetooth 5	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac 2.4GHz帯 ARIB STD-T66 5GHz帯 ARIB STD-T71	UTMS協会 B4-U-013-5-0
L1の 特徴	伝送速度	最大2Mbps	数十Mbps～数百Mbps	1,024kbps（ダウンリンク） 64kbps/256kbps（アップリンク）
	伝送距離	最大400m （低速モードの場合）	送信電力、受信感度による	最大5.34m（ダウンリンク） 最大3.5m（アップリンク）
	使用周波数帯 （国内での割当帯域）	2.4GHz帯 （2402MHz-2480MHz）	2.4GHz帯 （2400MHz-2497MHz） 5.2・5.3GHz帯 （5150MHz-5350MHz） 5.6GHz帯 （5470MHz-5725MHz）	—
	1chあたり帯域幅	78MHz	20MHz（802.11a/b/g） 40MHz（802.11n） 80MHz, 160MHz（82.11ac）	—
	チャンネル数	—	—	—
L2の 特徴	多元接続	—	—	—
	誤り訂正	—	—	—
	宛先・発信源の識別子	—	—	—
L3の 特徴	IP通信の想定の有無	—	—	—
L7の 特徴	通信形態	—	—	—
	セキュリティ	—	—	—
国内での利用可否 （利用可能な時期）		利用可能	利用可能 （5.8GHz帯は国内では利用不可）	利用可能
（主な）通信対象		V2I	V2I	V2I

### 3. 活用が想定されている通信技術（3 / 3）

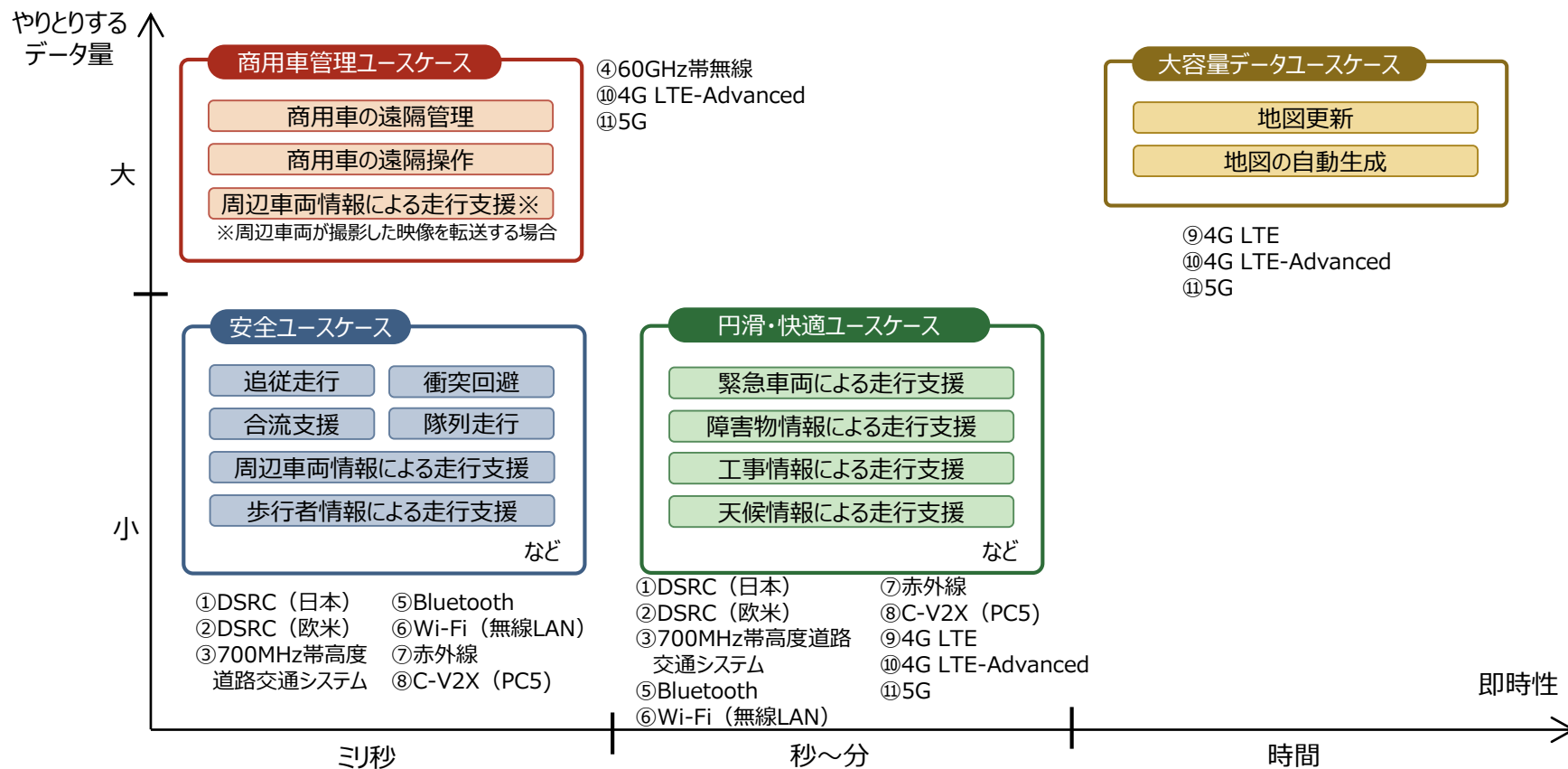
		⑧C-V2X (PC5)	⑨4G LTE	⑩4G LTE-Advanced	⑪5G
通信技術の概要		端末間通信を目的として開発された通信技術。ITSや自動運転への活用が検討されている。	通話、データ通信などを目的として開発された通信技術。既存のITSサービスで利用されている。	通話、データ通信などを目的として開発された通信技術。既存のITSサービスで利用されている。	通話、データ通信などを目的として開発された通信技術。ITSや自動運転への活用が検討されている。
通信規格		3GPP Release 14/15 (PC5)	3GPP Release 8-11	3GPP Release 12-14	3GPP Release 15
L1の特徴	伝送速度	最大約31Mbps※1	100Mbps以上（ダウンリンク） 50Mbps以上（アップリンク）※2	1Gbps以上（ダウンリンク） 500Mbps以上（アップリンク）※2	20Gbps以上（ダウンリンク） 10Gbps以上（アップリンク）※2
	伝送距離	最大1.2 km	—（広域となるようエリア設計）	—（広域となるようエリア設計）	—（広域となるようエリア設計）
	使用周波数帯 （国内での割当帯域）	5.9GHz帯 （国内は未定）	700/800/900MHz帯、1.5/1.7GHz帯、 2.0GHz帯、3.5GHz帯 計86帯域	700/800/900MHz帯、1.5/1.7GHz帯、 2.0GHz帯、3.5GHz帯 計86帯域	3GHz帯、26/28GHz帯など （3.7GHz帯、4.5GHz帯、28GHz帯）
	1chあたりの帯域幅	10, 20MHz	1.4, 3, 5, 10, 15, 20MHz	1.4, 3, 5, 10, 15, 20MHz※3	最大100MHz※3※4 最大400MHz※3※5
	チャンネル数	国内で周波数割り当てがないため未定	割り当てられた帯域幅と、1チャンネルあたりの帯域幅により決定	割り当てられた帯域幅と、1チャンネルあたりの帯域幅により決定	国内で周波数割り当て予定
L2の特徴	多元接続	センシングを用いたTDMA/FDMA	OFDMA（ダウンリンク） SC-FDMA（アップリンク）	OFDMA（ダウンリンク） SC-FDMA（アップリンク）	基地局スケジューリングによるTDMA/FDMA
	誤り訂正	ターボ符号	ターボ符号	ターボ符号	低密度パリティ検査符号（LDPC）
	宛先・発信元の識別子	MACアドレス	MACアドレス	MACアドレス	MACアドレス
L3の特徴	IP通信の想定の有無	有	有	有	有
L7の特徴	通信形態	ブロードキャスト	ブロードキャスト、マルチキャスト、ユニキャスト	ブロードキャスト、マルチキャスト、ユニキャスト	Release 15ではユニキャストのみ
	セキュリティ	アプリケーション層のセキュリティを想定	（不明）	（不明）	3GPP TS 38.323, TS 33.501など
国内での利用可否 （利用可能な時期）		利用不可 （国内外で実証実験実施中）	利用可能	利用可能	利用不可 （国内外で実証実験実施中）
（主な）通信対象		V2V, V2I, V2P	様々な通信対象にて使用	様々な通信対象にて使用	様々な通信対象にて使用

※1 最大3,963 Bytes/1ms ※2 ピークデータレートの要求条件。 ※3 Carrier Aggregationにより複数帯域を束ねて利用することが可能

※4 周波数レンジ1（450MHz-6000MHz ※5 周波数レンジ2（24250MHz-52600MHz）

# 4. ユースケースと通信技術の関係

- 上記の調査結果を踏まえ、本検討では「安全」、「円滑・快適」、「大容量データ」、「商用車管理」の4つのユースケースを設定した。
- 各ユースケースの特性（やりとりするデータ量、即時性）を考慮すると、それぞれのユースケースを実現可能と考えられる通信技術は下図のとおりと考えられる。



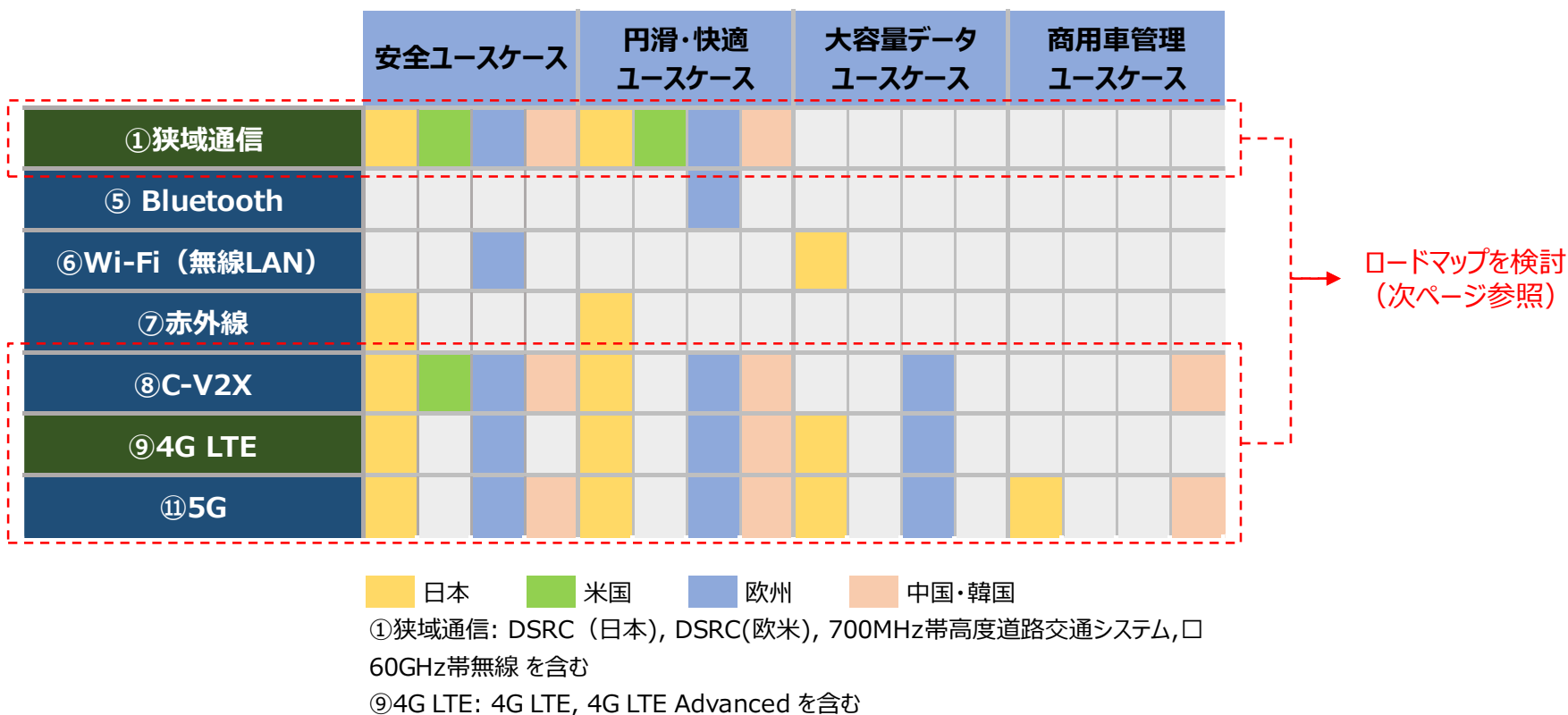


## 5. ロードマップ検討の趣旨

- 本調査で分かったように、ITSや自動運転システムにおいて様々な用途に通信技術を活用することが、国内外において想定されている。
- 国内外で進められているプロジェクトでは、将来的に想定される通信技術の活用方法を「ユースケース」として設定し、ユースケースを実現するための研究開発・実証を推進している。
- こうしたユースケースを実際の「サービス」として展開するのはサービス事業者（交通管理者／道路管理者、民間事業者）やOEMの領域と考えられる。
- 自動運転システムに用いられるであろう通信技術を予め準備しておき、サービス事業者やOEMの選択肢の幅を確保しておくことが重要と考えられる。
- そこで本検討では、国として行うべき**通信技術の研究開発・実証の計画立案に資するロードマップ**を提案する。
- 提案に際して、世界的な通信技術開発の進化の度合いを見据えながら、国内の技術開発・実証が可能な限り、その進捗と整合を取ることができるものとする。

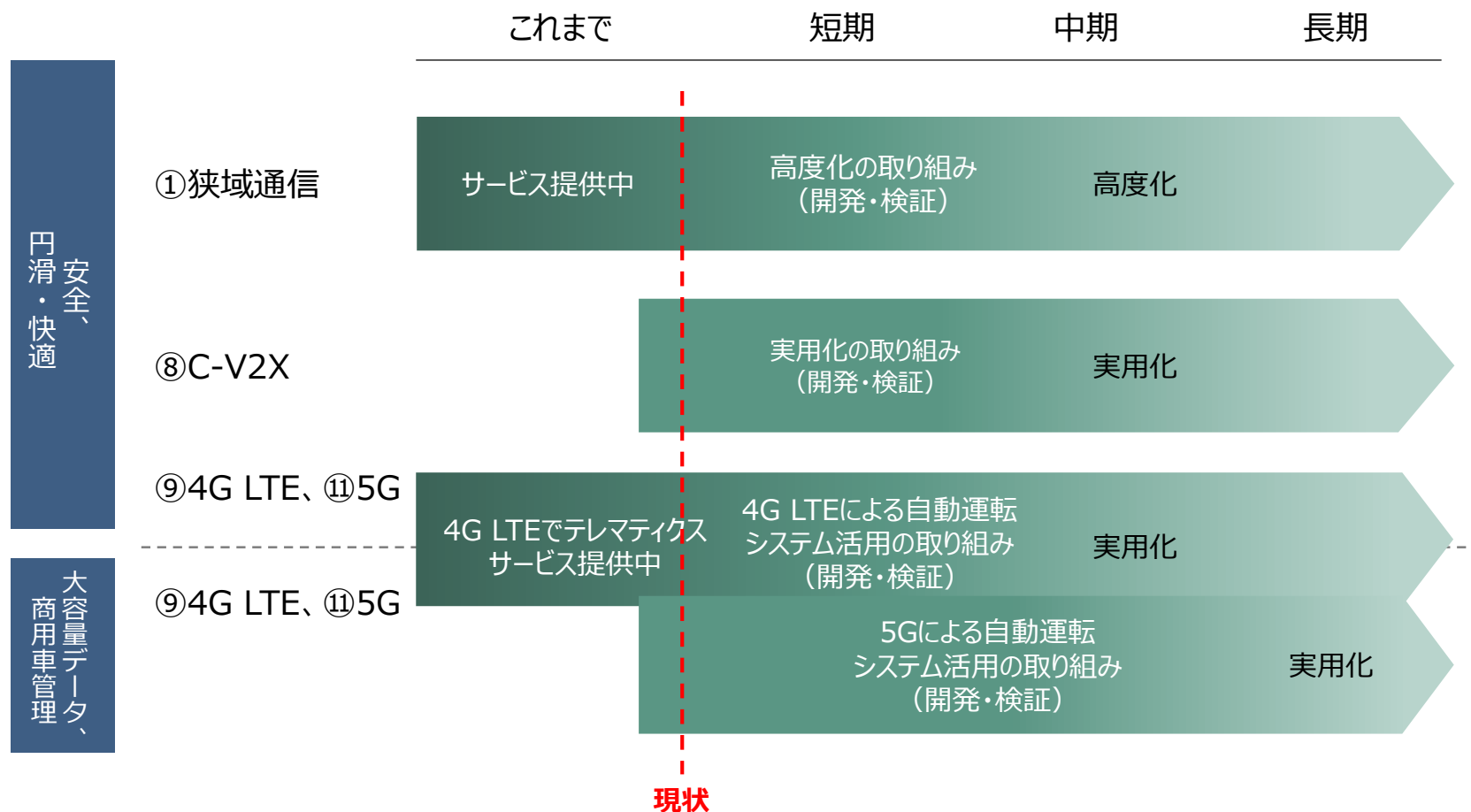
## 6. ロードマップの対象とすべき通信技術

- 国内外の動向を分かりやすく可視化するため、各通信技術について、自動運転活用のユースケースへの取組み状況を、国・地域（日／米／欧／中・韓）ごとに整理する。
- 国際的にも様々なユースケースでの活用が検討されている、①狭域通信、⑧C-V2X、⑨4G LTE、⑪5Gについてロードマップを検討する。



## 7. ロードマップ° (案)

- 安全、円滑・快適ユースケースを念頭に、①狭域通信の高度化に向けた取組み、⑧C-V2Xの実用化に向けた取組み、⑨4G LTEと⑪5Gの活用に向けた取組みを想定
- 大容量データ、商用車管理ユースケースを念頭に、⑨4G LTEと⑪5Gの活用に向けた取組みを想定



## 8. 今後の議論のポイント

- 上記のとおり、通信技術の研究開発・実証の計画立案に資するロードマップ（案）を提案した。
- 今後、研究開発・実証にあたり、関係者における議論のポイントとして考えられる事項を以下に示す。

### (1) 技術開発の優先度の議論

- 実際の研究開発・実証を行うにあたっては、実際にサービスを展開するサービス事業者やOEMも交え、ビジネスモデルを念頭においた研究開発・実証の優先順位を議論することが必要と考えられる。

### (2) 将来を見越した包括的な通信方式選定の議論

- 自動運転システムにおいては、それぞれの特性に応じて複数の通信技術を使い分けることが想定される。
- そのため、複数の通信技術を使い分ける際の方法等、横断的な技術的事項についても、並行して議論することが必要と考えられる。
- 日本として将来を見越した最適な通信方式の組み合わせを議論する場が必要と考えられる。

---

## 別紙 1 : 現在の状況整理

---

# 1. 現在の状況整理

- 現時点においても、様々な用途で自動車が外部と無線接続されている。

区分	ユースケース	ユースケース概要	国内の通信メディア
安全	注意喚起（衝突回避）	<ul style="list-style-type: none"> <li>走行中の対向車両や接近車両の位置および速度情報、周辺の停止車両等の情報を提供すること、または、車両や歩行者/障害物に衝突する危険がある際に警告音等を発することで、ドライバーに注意喚起を行う。</li> </ul>	赤外線、700MHz帯*、DSRC（日本）
	クルーズコントロール	<ul style="list-style-type: none"> <li>車車間通信を利用し、先行車両の加減速に応じて車間距離や速度を調整しながら追従走行を行う。</li> </ul>	700MHz帯
円滑	注意喚起（安全運転）	<ul style="list-style-type: none"> <li>一時停止線への接近時に停止線の位置情報を提供するなど、交通ルールを守った安全な走行を促すために、ドライバーに注意喚起を行う。</li> </ul>	赤外線、700MHz帯
	交通情報提供	<ul style="list-style-type: none"> <li>交通障害情報（交通事故、障害物・路上障害、工事、事故車、作業、凍結、路面電車）や交通規制情報（通行止・閉鎖、速度規制、車線規制、入口制限、徐行、進入禁止、片側交互通行、対面通行、入口閉鎖、大型通行止め、チェーン規制）、渋滞情報をドライバーに提供する。</li> </ul>	FM多重放送、赤外線、DSRC（日本）、3G、4G LTE、700MHz帯
	気象・災害情報提供	<ul style="list-style-type: none"> <li>大雨等の気象情報や、地震、津波等の災害情報をドライバーに提供する。</li> </ul>	FM多重放送、DSRC(日本)
	信号機情報提供	<ul style="list-style-type: none"> <li>信号機の情報をドライバーに提供することで、注意喚起を行う。</li> </ul>	赤外線、700MHz帯
	緊急通報	<ul style="list-style-type: none"> <li>事故発生時や車両が故障した際に、自動もしくは手で緊急コールセンターやロードサービスへ通報する。その際、エアバッグや衝突センサ、加速度、発生位置（GPS座標）、車両診断情報等の情報を同時に送信するサービスも存在する。</li> </ul>	3G、4G LTE
	ナビゲーション	<ul style="list-style-type: none"> <li>道路混雑状況やプローブ情報等に基づいて、目的地までの所要時間を計算し、最適なルートでナビゲーションを行う。また、スマホとの目的地連動や音声認識機能を使ったナビゲーション設定が可能なサービスも存在する。</li> </ul>	FM多重放送、赤外線、DSRC(日本)、3G、4G LTE
	エコドライブ支援	<ul style="list-style-type: none"> <li>信号情報を基にして、最適な走行速度のレコメンドや、待ち時間の目安の通知、アイドリングストップのレコメンド等を行う。また、走行中のブレーキ操作等を分析し、エコドライブ診断等を行う。</li> </ul>	赤外線、700MHz帯、3G、4G LTE
	快適	遠隔メンテナンス	<ul style="list-style-type: none"> <li>リモートで車両の状態診断やソフトウェアのアップデート（OTA）を行う。また、車両点検やリコール案内等のサポート情報の受信や異常検出時にオペレーターからアドバイスを受け取る、自動で修理工場にメンテナンス予約を入れる等のサービスも存在する。</li> </ul>
遠隔操作		<ul style="list-style-type: none"> <li>リモートで車両の操作（エンジン始動やエアコン稼働、ドア開閉等）を行う。また、HEMS（Home Energy Management System）と連動することで、車内から自宅のモニターや家電の操作を行うことも可能。</li> </ul>	3G、4G LTE
エンターテインメントサービス		<ul style="list-style-type: none"> <li>動画配信サービスや音楽ストリーミングサービス、ナビゲーションサービス（レストラン等の施設情報を含む）等をカーナビで操作する。エンターテインメント情報には、ニュースやスポーツ情報、株価情報、店舗のレビュー情報、イベント情報、現在地情報に基づいた広告表示、コンシェルジュサービス、ボイスメール、等各種アプリケーションがある。</li> </ul>	3G、4G LTE
シェアリングサービス		<ul style="list-style-type: none"> <li>スマホアプリ等と車載器が通信することで、周辺の空車検索やドアの開閉等の操作を行う。</li> </ul>	3G、4G LTE
自動料金収受		<ul style="list-style-type: none"> <li>高速道路において、通行料金の自動決済を行う。</li> </ul>	DSRC（日本）
駐車場等施設情報提供		<ul style="list-style-type: none"> <li>駐車場やサービスエリア、パーキングエリアの位置、空車状況、施設案内等の情報を提供する。</li> </ul>	赤外線、FM多重放送、3G、4G LTE
テレマティクス保険		<ul style="list-style-type: none"> <li>CANデータ等から収集した運行情報を活用し、保険料を算出する保険サービス。テレマティクス保険には、実際に走った走行距離から保険料を算出するPAYD型保険と、速度や加減速、ハンドル操作等の情報を用いた分析結果から、事故リスクを計算し、保険料を算出するPHYD型保険がある。</li> </ul>	3G、4G LTE、赤外線
盗難防止/追跡サービス		<ul style="list-style-type: none"> <li>異常を検出した際に車両の所有者やセキュリティセンターに連絡する。また、盗難された場合は、車両の位置情報を取得し、警察当局への通報や現場への警備員の派遣を行う。盗難車両に対してステアリングロックやエンジン再始動ロック、車両の減速等を遠隔操作で行う。</li> </ul>	3G、4G LTE
大容量データ		<ul style="list-style-type: none"> <li>カーナビゲーションの地図を定期的または不定期に最新の地図に更新する。</li> </ul>	3G、4G LTE

\*700MHz帯高度道路交通システム

---

## 別紙2：国内外の動向の調査の対象

---

# 1. 自動運転システムに関するプロジェクト

地域	欧州	米国	アジア（日本）
国家プロジェクト	5G Test Network Finland*	ITS Strategic Plan (ニューヨーク、タンパ、ワイオミング)	SIP大規模実証実験 (ダイナミックマップ、歩行者事故低減、次世代都市交通：高度化PTPS、PICSの高度化*)
	C-Road	CARMA	自律モビリティ
	CONCORDA	Smart City Challenge (78都市が参加し、コロンバス、オースティン、デンバー、カンザスシティ、ピッツバーグ、ポートランド、サンフランシスコの7都市がファイナリストとなり、コロンバスが優勝)	総務省5G総合実証試験 (隊列走行・除雪車の運行支援など)
	SCOOP@F		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
	L3Pilot*		CC社会実現に向けた技術試験事務
	Connected Automated Driving		SIP研究開発（車車間通信・路車間通信技術の開発）
	ICT4CART*		車路協同連合実験室（中国）
	5GCAR		重慶市、上海市、長春市（中国）*
			武漢市、北京市（中国）

\* 具体的な自動運転のユースケースが検討されていない、または、ユースケースおよびアプリケーションに関するドキュメントが未公開である、ドライバ以外への情報提供を想定している場合、次項以降のユースケースの整理対象外とした。



# 1. 自動運転システムに関するプロジェクト

地域	欧州	米国	アジア（日本）
民間プロジェクト *1	MWC2017 C-V2Xデモ	Ford, Qualcomm, Panasonic 実証	LG, Qualcomm 実証
	ConVeX		Apollo（百度）
	Towards 5G initiative		China Mobile, SAIC, Huawei C-V2X技術開発
	Bosch, Huawei, Vodafone 実証		百度、Panda Auto 実証
	CITE project		SAIC Motor, Nio 実証*2
	V2V by LTE-V 実証		Daimler, Bosch 実証
	ドイツテレコム 実証		第5世代モバイル推進フォーラム（5GMF）
	5G-Connected Mobility		C-V2X共同トライアル
	MEC		5Gによる交通状況データ活用

\*1：各取り組みを主導している企業や、実証地域を基に便宜的に地域分けしているが、上記に示した地域以外の企業が参加している場合もある。

\*2：自律系の走行支援アプリケーションであると想定されるため、次項以降、整理対象外とした。

## 2. 標準化団体等における通信技術の標準化、

### 3. 業界横断での自動運転システムの研究開発の動向

地域	欧州	米国	アジア（日本）	国際
②標準化団体等における通信技術の標準化	ETSI TC ITS ★ SENSORIS ★	SAE: Connected Vehicles Steering Committee ★	ARIB ★★ TTC ★ ITSフォーラム ★	ISO/TC204 WG16, WG14, WG 18 ★ IEEE 1609 DSRC ★ 3GPP ★★
③業界横断での自動運転システムの研究開発の動向	—	—	—	5GAA AECC C2CCC*

★★：無線システムの規格化を実施

★：有線またはITS通信システムに関する規格化を実施

なし：ユースケースの検討を実施

\*：ユースケースおよびアプリケーションは、直近に公開された資料を基に整理している。

---

## 別紙3：各通信規格の活用の現状と今後の動向

---

# 1. 整理方法

- 「1.調査の対象」「2.通信技術活用のユースケース」「3.活用が想定されている通信技術」の調査結果を踏まえ、各通信規格の活用の現状と今後の動向について整理した。
- 具体的には、以下の視点で整理を行った。

	整理の視点
<b>通信仕様</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>以下に示すように、当該通信の通信環境が整備されている場合、本項目を記載する。               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 当該地域において通信を利用するための規格がすでにある、もしくは検討中である。（ITSや自動運転に活用するための規格化含め）</li> <li>✓ 当該通信を当該地域で実際に利用できる。</li> </ul> </li> </ul>
<b>ITS活用</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>当該通信を用いて、安全に関する情報や道路交通情報の提供、快適に資するサービスの提供を行っている場合、本項目を記載する。</li> <li>ドライバに対する情報提供までを範囲とし、車両制御は含まない。</li> </ul>
<b>自動運転活用</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>当該通信を自動運転に活用している場合、本項目を記載する。対象とする自動運転はSAEのレベル1以上とする。</li> <li>自動運転に対する当該通信の活用を明記している場合や、当該通信により得た情報を車両制御に利用していることが明らかである場合を対象とする。</li> </ul>

## 2. 各通信規格の活用の現状と今後の動向

- ①DSRC（日本）は、日本において規格化が完了し、ITSで実用化されており、自動運転システムでの活用も検討されている。
- ②DSRC（欧米）は、欧米において規格化が完了し、実用化されており、ITSや自動運転システムでの活用が検討されている。

### ①DSRC（日本）

	段階	現時点	-2020	-2025
欧州	通信仕様			
	ITS活用			
	自動運転活用			
米国	通信仕様			
	ITS活用			
	自動運転活用			
日本	通信仕様	規格化済・利用可		
	ITS活用	活用済（ETC2.0）		
	自動運転活用	検証（SIP）	検証予定（SIP2期）	
国際標準化状況		規格化済		

### ②DSRC（欧米）

	段階	現時点	-2020	-2025
欧州	通信仕様	規格化済・利用可		
	ITS活用	検証（C-Road, CONCORDA等）		
	自動運転活用	検証（CONCORDA）		
米国	通信仕様	規格化済・利用可		
	ITS活用	検証（ITS Strategic Plan）		
	自動運転活用	検討（CARMA）		
日本*	通信仕様	実験利用		
	ITS活用	検証（SIP等）		
	自動運転活用	検証（SIP等）	検証予定（SIP2期）	
国際標準化状況		規格化済		

\*日本での検証では5.8GHz帯を利用

## 2. 各通信規格の活用の現状と今後の動向

- ③700MHz帯高度道路交通システムは、日本において規格化が完了し、ITSで実用化されており、自動運転システムでの活用も検討されている。また、国際標準化に向けた取り組みも進められている。
- ④60GHz帯無線は、欧州や日本において、ITSに利用する通信として規格化されている。日本においてITSや自動運転への活用が検討されている。

### ③700MHz帯高度道路交通システム

	段階	現時点	-2020	-2025
欧州	通信仕様			
	ITS活用			
	自動運転活用			
米国	通信仕様			
	ITS活用			
	自動運転活用			
日本	通信仕様	規格化済・利用可		
	ITS活用	活用済 (ITS Connect)		
	自動運転活用	検証(SIP)	検証予定(SIP2期)	
国際標準化状況		規格化検討中		

### ④60GHz帯無線

	段階	現時点	-2020	-2025
欧州	通信仕様	利用可		
	ITS活用	規格化済		
	自動運転活用			
米国	通信仕様	利用可		
	ITS活用			
	自動運転活用			
日本	通信仕様	規格化済、利用可		
	ITS活用	検証 (CC技術試験事務)		
	自動運転活用	検証 (CC技術試験事務)		
国際標準化		規格化済		

## 2. 各通信規格の活用の現状と今後の動向

- ⑤Bluetoothでは、欧州においてのみITSでの活用が検討されている。
- ⑥Wi-Fi（無線LAN）は、欧州と日本においてITSでの活用が検討されている。

### ⑤Bluetooth

	段階	現時点	-2020	-2025
欧州	通信仕様	利用可		
	ITS活用	検証 (SCOOP@F)		
	自動運転活用			
米国	通信仕様	利用可		
	ITS活用			
	自動運転活用			
日本	通信仕様	利用可		
	ITS活用			
	自動運転活用			
国際標準化		規格化済		

### ⑥Wi-Fi（無線LAN）

	段階	現時点	-2020	-2025
欧州	通信仕様	利用可		
	ITS活用	検証 (C-Road, CITE project)		
	自動運転活用			
米国	通信仕様	利用可		
	ITS活用			
	自動運転活用			
日本	通信仕様	利用可		
	ITS活用	検証 (自律モビリティ)		
	自動運転活用			
国際標準化		規格化済		

## 2. 各通信規格の活用の現状と今後の動向

- ⑦赤外線は、日本において規格化が完了し、日本において規格化が完了し、ITSで実用化されており、自動運転システムでの活用も検討されている。
- ⑧C-V2X（PC5）は、規格化が完了し、主に欧州において、ITSや自動運転システムへの活用が検討されている。

### ⑦赤外線

	段階	現時点	-2020	-2025
欧州	通信仕様			
	ITS活用			
	自動運転活用			
米国	通信仕様			
	ITS活用			
	自動運転活用			
日本	通信仕様	規格化/実用化済		
	ITS活用	活用済 (DSSS)		
	自動運転活用	検証(SIP)	検証予定(SIP2期)	
国際標準化状況				

### ⑧C-V2X（PC5）

	段階	現時点	-2020	-2025
欧州	通信仕様	規格化済・利用可		
	ITS活用	検証 (CONCORDA, 5GAA)		
	自動運転活用	検証 (CONCORDA)		
米国	通信仕様	規格化検討中		
	ITS活用	検証 (Ford・Qualcomm・Pana)		
	自動運転活用	検証 ( Ford・Qualcomm・Pana)		
日本	通信仕様	実験利用		
	ITS活用	検証 C-V2X 共同トライアル	検証 C-V2X共同トライアル (福社で実施)	
	自動運転活用			
国際標準化状況		規格化済		



## 2. 各通信規格の活用の現状と今後の動向

- ⑨4G LTEおよび⑩4G LTE-Advancedは、各国で携帯端末などの一般的な通信として利用されており、ITSにも用いられている。日本では、自動運転システムへの活用が検討されている。
- ⑪5Gは、3GPPなどで規格化中であり、欧州などでITSや自動運転への活用について検討されている。

### ⑨4G LTE、⑩4G LTE-Advanced

	段階	現時点	-2020	-2025
欧州	通信仕様	利用可		
	ITS活用	活用済		
	自動運転活用			
米国	通信仕様	利用可		
	ITS活用	活用済		
	自動運転活用			
日本	通信仕様	利用可		
	ITS活用	活用済		
	自動運転活用	検証(SIP)	検証予定(SIP2期)	
国際標準化		規格化済		

### ⑪5G

	段階	現時点	-2020	-2025
欧州	通信仕様	実験利用		
	ITS活用	検証 (C-Road, CONCORDA等)		
	自動運転活用	検証 (CONCORDA)		
米国	通信仕様	実験利用		
	ITS活用	検証		
	自動運転活用	検証		
日本	通信仕様	実験利用		利用可予定
	ITS活用	検証 (5G総合実証)		
	自動運転活用	検証 (5G総合実証)、検討 (5GMF)		
国際標準化		規格化中		

---

## 別紙4：本検討で想定するユースケース

---

# 1. 本検討で想定するユースケース

- 本検討では、自動運転システムにおいて通信を活用するユースケースの類型を以下のとおり想定する。

区分	ユースケース類型	
安全	1. 追従走行(V2V) 2. 衝突回避(V2V) 3. 合流支援(V2V) 4. 合流支援(V2I) 5. 周辺車両の情報による走行支援(V2V) 6. 制御不能車両の情報による走行支援(V2V)	7. 歩行者の情報による走行支援(V2P) 8. 信号情報の情報による走行支援(V2I) 9. 交差点の情報による走行支援(V2V) 10. 交差点の情報による走行支援(V2I) 11. 隊列走行(トラック)(V2V)
円滑・快適	12. 緊急車両の情報による走行支援(V2V) 13. 路面電車の情報による走行支援(V2V) 14. 障害物の情報による走行支援(V2V) 15. 障害物の情報による走行支援(V2I) 16. 道路工事の情報による走行支援(V2V) 17. 道路工事の情報による走行支援(V2I) 18. 交通規制の情報による走行支援(V2I) 19. 事故の情報による走行支援(V2V) 20. 事故の情報による走行支援(V2I) 21. 路面状況の情報による走行支援(V2V) 22. 路面状況の情報による走行支援(V2I) 23. 渋滞の情報による走行支援(V2V)	24. 天候の情報による走行支援(V2I) 25. 災害の情報による走行支援(V2I) 26. 渋滞の情報による走行支援(V2I) 27. 危険箇所の情報による走行支援(V2I) 28. 道路標識の情報による走行支援(V2I) 29. 速度制限の情報による走行支援(V2I) 30. 駐車場情報の提供(V2I) 31. 救援要請(V2V) 32. 救援要請(V2N) 33. 信号タイミングの最適化(V2I) 34. 交通流の最適化(V2I) 35. 公共車両優先(V2I) 36. 商用車両サイズの制限超過の警告(V2I) 37. 自動駐車(V2I)
大容量データ	38. 地図更新(V2I)	39. 地図の自動生成(V2I)
商用車管理	5. 周辺車両の情報による走行支援(V2V)※ 40. 商用車の遠隔操作(V2I) ※周辺車両が撮影した映像を転送する場合	41. 商用車の遠隔管理(V2I)