

SIP-adus Workshop 2022



協調型自動運転通信方式の検討概要と Next Step

岩下 洋平（マツダ株式会社）
SIPシステム実用化WG

2022.10.12



SIP-adus Workshop 2022

INDEX



1. 協調型自動運転通信方式検討TFの概要
2. 協調型自動運転ユースケースと通信要件
3. 通信技術の適用検討
 - ・既存ITS無線方式
 - ・セルラーV2X方式
4. 通信方式の提案およびロードマップの策定
5. まとめ

協調型自動運転通信方式検討TFの概要

これまでは・・・



自動車業界

連携に課題あり



電気通信業界

SIP協調型自動運転通信方式検討TF

政府

学識経験者



2019年から活動を開始

【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検討TFの概要

◆ TFの活動スケジュール

日程	FY2019		FY2020		FY2020		FY2021		FY2021		検討メンバ
	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	
Phase I	・協調型自動運転を定義 ・ユースケースの策定										警察庁、国交省、総務省、経産省、 内閣府(SIP) 自工会 大学通信有識者
Phase II			システム/通信技術 の要件検討								Phase I 検討メンバーに加え、 UTMS協会、国総研 ITS-Forum JEITA 受託者(NEC、京セラ)
Phase III			通信システム/方式技術検討					ロードマップ検討			

【ゴール】

- ・ 協調型自動運転に最適な通信方式を提案する
- ・ 通信方式のロードマップを描く

協調型自動運転通信方式検討TFの概要

◆ 成果

- ✓ SIP協調型自動運転ユースケース第1版の発行
- ✓ 協調型自動運転通信要件の作成(ITS情報通信システム推進会議による)
- ✓ 通信要件に基づき通信方式の技術検証を通し、新たな通信の必要性を確認
- ✓ 協調型自動運転通信方式ロードマップの提案

3. 車車/路車間の意思疎通

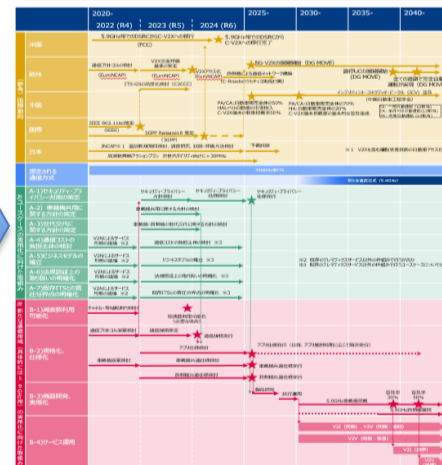
2. 自車が保有する情報の提供

1. センサー検知外情報の入手が必要



機能分類	a.合流・車線変更支援
ユースケース	本線隙間狙い合流支援
No.	a-1-2
メッセージ名	位置情報提供
通信形態	V2I (I → V)
通信相手	非特定車両
対象エリア(最小範囲)	合流起点6秒前から合流起点まで
エリアあたり送信台数	1台
必要通信距離	66.7~116.7m
最大相対速度	連絡路: 20~70km/h
最大データサイズ	1942 byte (1692+250) 想定台数: 62台
周期型もしくは非周期型	周期型
送信周期	100ms
1/バケット当たりPAR	PAR≧99% (仮)
無線区間許容遅延	規定しない
無線区間許容遅延	規定しない

通信技術検証



SIP協調型自動運転ユースケース
第1版



(2020年9月 <https://www.sip-adus.go.jp/rd/rddata/usecase.pdf>)

協調型自動運転通信要件

協調型自動運転通信方式
ロードマップ



◆ SIP協調型自動運転ユースケース(第1版)

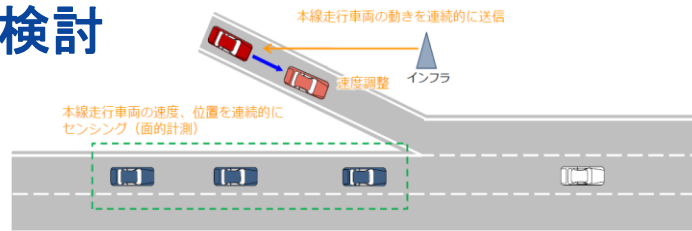
通信形態	SIPユースケース	
特定の場所を対象とし、自動運転制御、管制制御など即時性、信頼性が求められるユースケース	a-1-1. 予備加減速合流支援 a-1-2. 本線隙間狙い合流支援 a-1-3. 路側管制による本線車両協調合流支援 b-1-1. 信号情報による走行支援 (V2I) c-2-2. 交差点の情報による走行支援 (V2I)	
衝突回避など即時性、信頼性が求められるユースケース	a-1-4. 車両同士のネゴシエーションによる合流支援 a-2. 混雑時の車線変更の支援 a-3. 渋滞時の非優先道路から優先道路への進入支援 c-1. 前方での急停止、急減速時の衝突回避支援 c-2-1. 交差点の情報による走行支援 (V2V)	c-3. ハザード情報による衝突回避支援 e-1. 緊急車両の情報による走行支援 g-1. 電子牽引による後続車無人隊列走行 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
注意喚起、情報提供等時間遅れが許容されるユースケース	b-1-2. 信号情報による走行支援 (V2N) d-1. 異常車両の通知による走行支援 d-2. 逆走車の通知による走行支援 d-3. 渋滞の情報による走行支援 d-4. 分岐・出口渋滞支援 d-5. ハザード情報による走行支援	e-1. 緊急車両の情報による走行支援 f-1. 救援要請 (e-Call) f-2. 交通流の最適化のための情報収集 f-3. 地図更新・自動生成 f-4. ダイナミックマップ情報配信 h-1. 移動サービスカーの操作・管理

25のユースケースを定義

協調型自動運転ユースケースと通信要件

◆ 過去に実施、現在検討中の類似事例を参考に検討

- ✓ 自動運転(自専道)通信活用ユースケース向け通信システムの実験用ガイドライン(ITS FORUM RC-015 1.0版)
- ✓ ITS関連団体による実証実験等

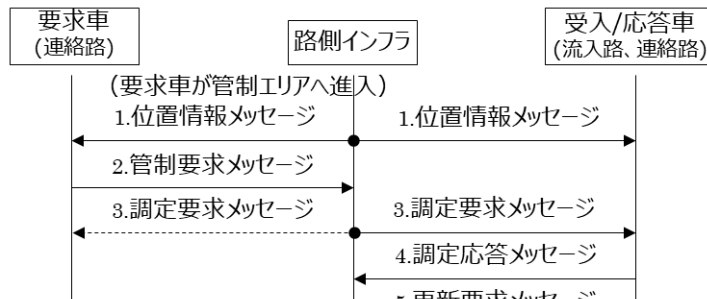


ユースケース(イメージ図)

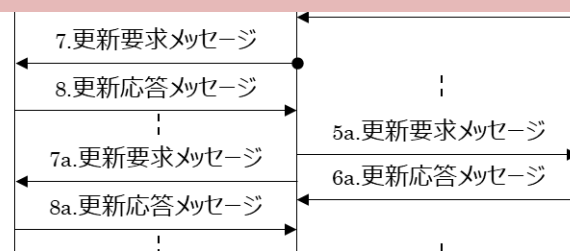
機能分類	a.合流・車線変更支援
ユースケース	本線隙間狙い合流支援
No.	a-1-2
メッセージ名	位置情報提供
通信形態	V2I (I → V)
通信相手	非特定車両

通信要件(検討例)

エリアあたり送信台数	1台
必要通信距離	66.7~116.7m
最大相対速度	連絡路：20~70km/h
最大データサイズ	1942 byte (1692+250) 想定台数：62台
周期型もしくは非周期型	周期型
送信周期	100ms
1/パケット当たりPAR	PAR≥99% (仮)
無線区間許容遅延	規定しない



通信シーケンス(検討例)



通信技術の適用検討

◆ 技術検証

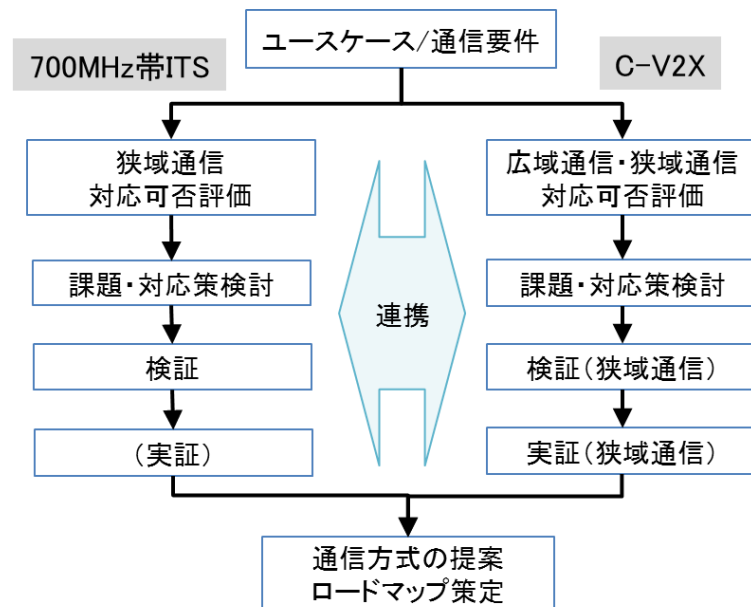
SIP協調型自動運転ユースケースへの既存ITS無線(700MHz帯DSRC)及びC-V2X(5.9GHz 10MHz幅)の適応可能性についてシミュレーション等により検討

【結論】

- ・路車間通信の全てユースケースは通信要件を満たす。
- ・車路間通信の一部のユースケースと車車間通信のユースケースは電波干渉の影響により未達。ただし、一方向通信の適用ユースケースは条件見直しにより達成可能。
- ・路側機からの管制や車同士のネゴシエーションのユースケースについては通信輻輳により通信要件を満足しない。



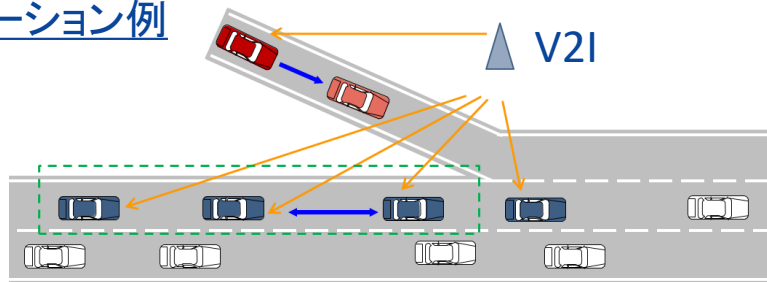
SIP協調型自動運転25ユースケースを実現するためには新たな通信方式が必要



既存ITS無線(700MHz帯DSRC)の検討

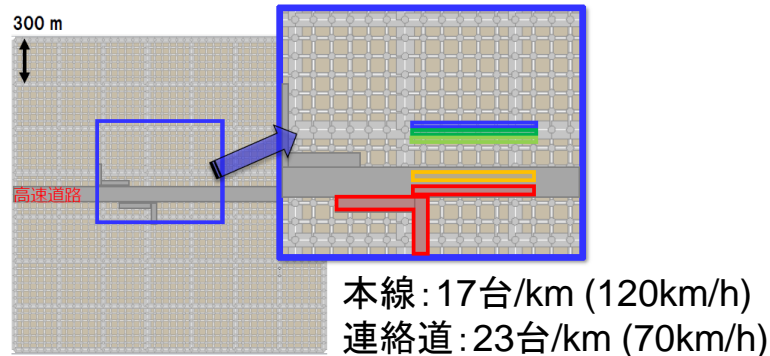
既存サービスと協調型自動運転の併存という観点で評価

シミュレーション例



路側管制による本線車両協調合流支援(a-1-3)

シミュレーションモデル



項目	要件	シミュレーション結果
必要通信距離	連絡路: 66.7~116.7m 本線: 111.1~266.7m	(距離を満たす前提)
パケット当たりPAR	PAR ≥ 99%	本線: 48% 連絡路: 40%
無線区間許容遅延	100ms以下	本線: 800ms 連絡路: 900ms

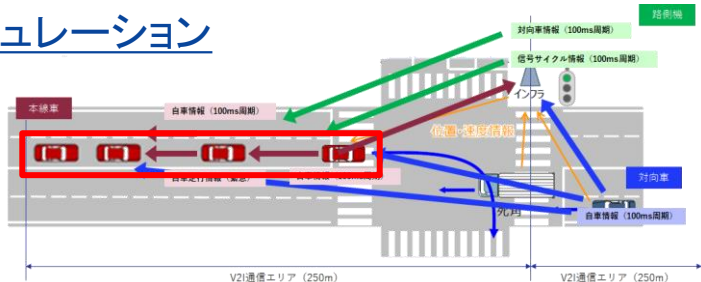
遅延やPARの要件が未達

ネゴシエーションが必要なユースケースは、新たな通信方式が必要

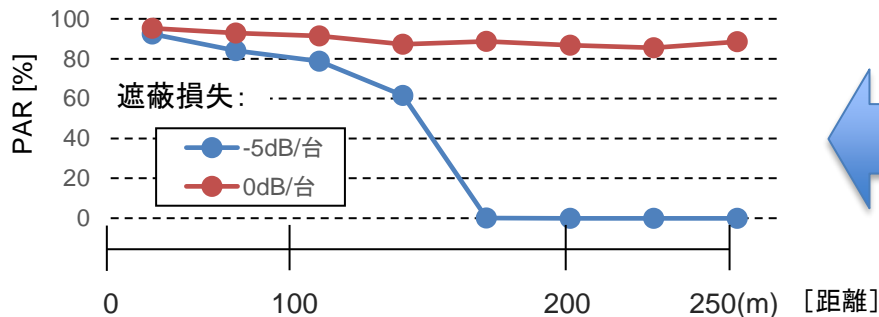
C-V2X (5.9GHz 10MHz幅、PC5) の検討

SIPの25のユースケースへの適用という観点の評価

シミュレーション

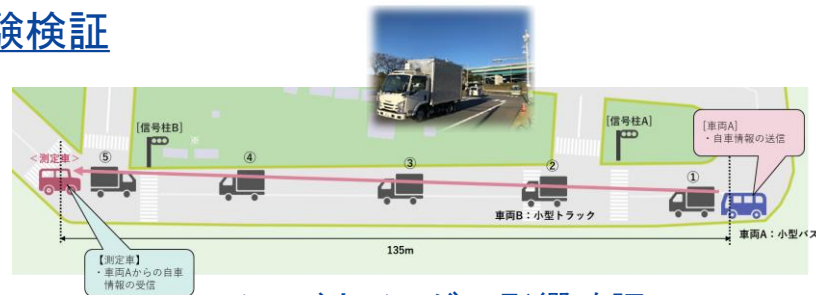


複数のユースケースの同時発生 (c-2-2, b-1-1, c-1)

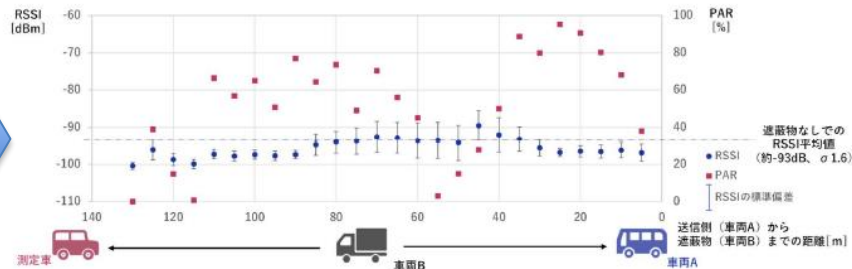


遮蔽損失により、PARが変化 (特に遠方で顕著)

実験検証



シャドウイングの影響確認



遮蔽車両の位置によって受信レベルが低下

通信方式の提案およびロードマップの策定



◆ 協調型自動運転通信方式ロードマップの提案

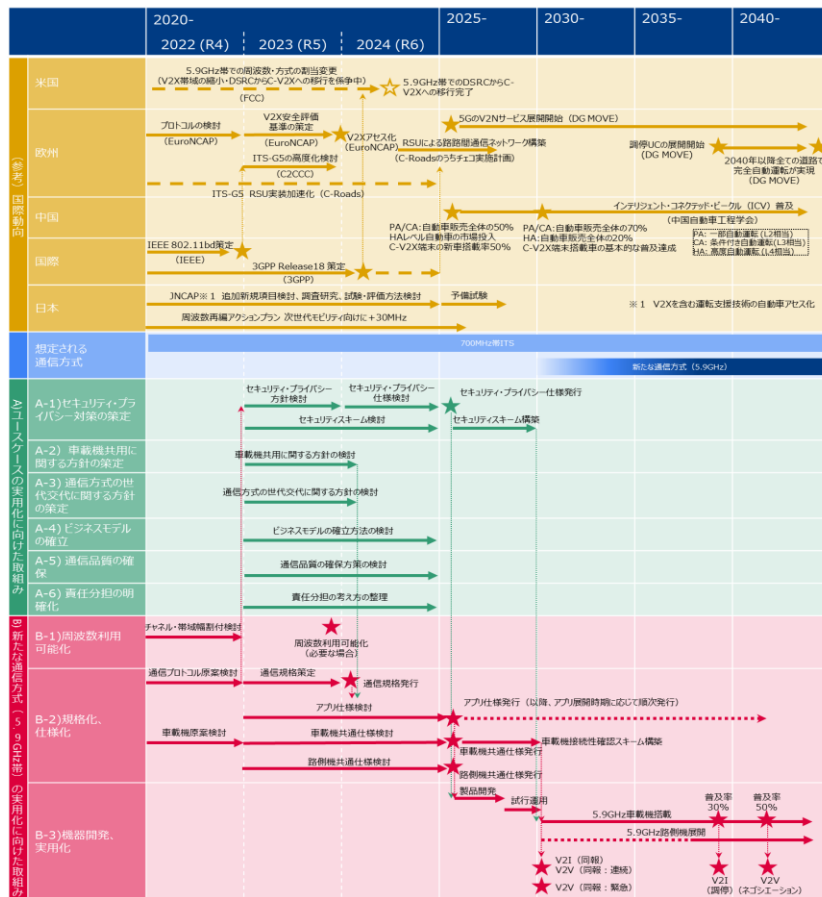
【ロードマップ策定のポイント】

- 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】

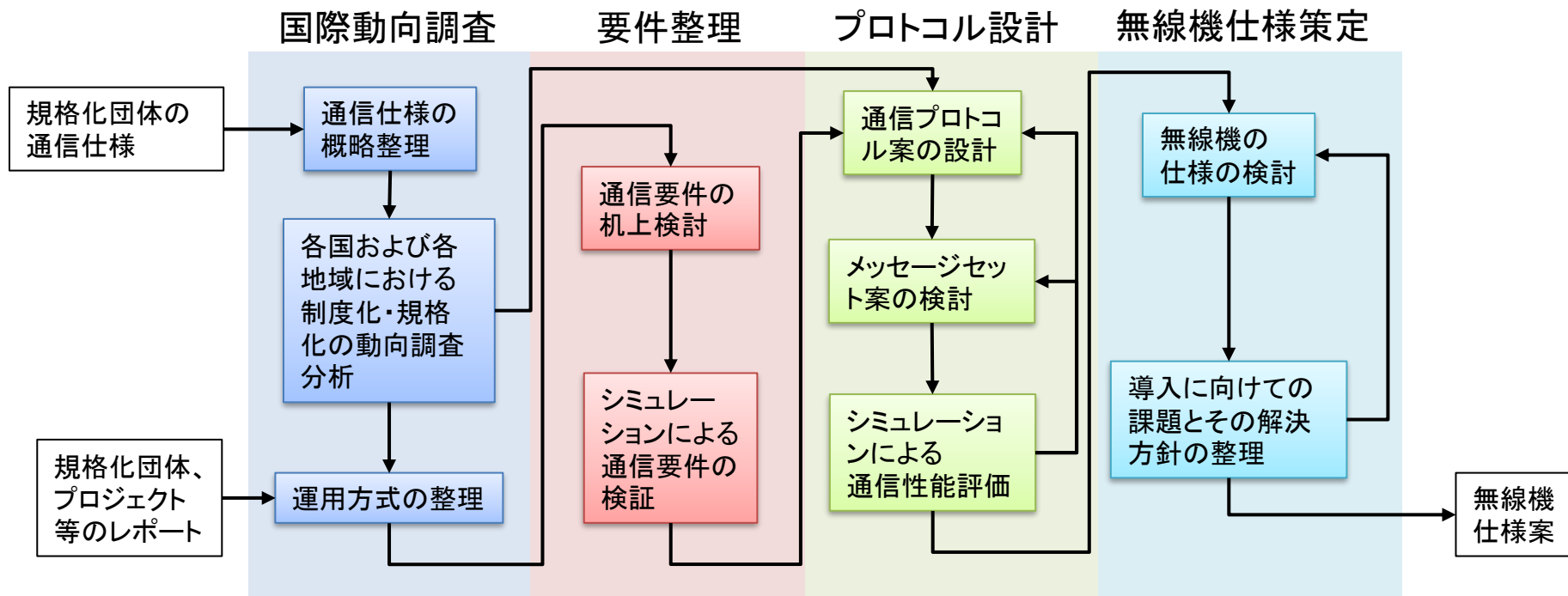
- 新たな通信帯域の確保
- 通信規格/標準化
- セキュリティ/プライバシー対策
- 通信世代交代への対応
- 他

協調型自動運転通信方式のロードマップ



通信方式の提案およびロードマップの策定

◆ 5.9GHzのV2X通信プロトコルの検討に着手



◆ 協調型自動運転通信方式検討TFの活動総括

- 協調型自動運転のあるべき姿として協調型自動運転定義を明確化
- 協調型自動運転ユースケース25パターンを作成し公開
- ユースケースを実現するための通信要件を策定
- 既存ITS無線通信の適用可能性を検証し、新たな通信方式の必要性を明確化
- ユースケースの実現時期を予測しロードマップを策定
- ロードマップに基づき新たな通信方式が必要な時期を提案

今後の研究開発の推進と社会実装

◆ 研究開発

- SIP22年度施策「5.9GHz帯V2Xシステムの通信プロトコルの検討」において、協調型自動運転通信方式の実現に向けた要件、検討課題の整理

◆ 制度整備

- 総務省周波数アクションプラン等電波政策への活用

◆ 標準化関連

- 協調型自動運転向け通信ガイドライン ITS FORUM RC-015 ‘自動運転(自専道)通信活用ユースケース向け通信システムの実験用ガイドライン’の改訂（ITS情報通信システム推進会議）

◆ 国際連携

- 国際的なV2X社会実装の推進に向けた国際連携強化への活用

Thank you

