

自工会 - SIP協調型自動運転通信方式検討と技術検証における連携

2023年2月16日

日本自動車工業会
エレクトロニクス部会

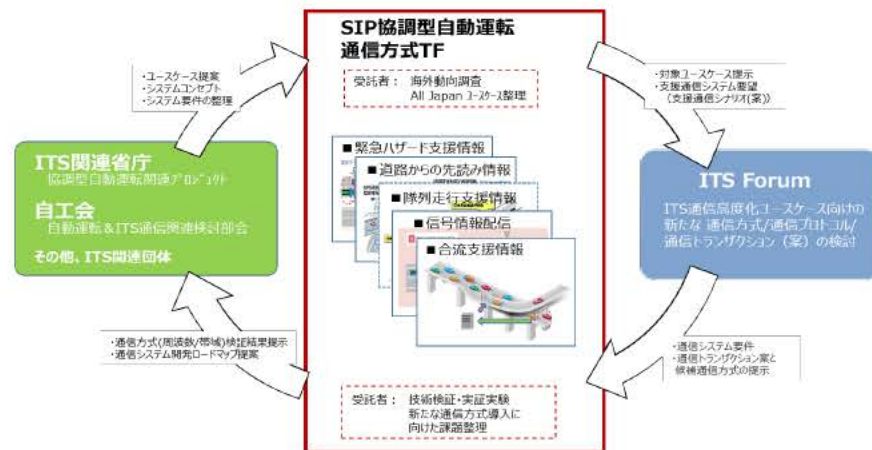


協調型自動運転通信方式検討TF活動概要

【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

【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

日程	FY2019		FY2020		FY2020		FY2021		検討メンバー
	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	
Phase I	→ ユースケースの選定								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 技術動向調査・整理受託者(1社)
Phase II			→ 通信要件の明確化						Phase I 検討メンバーに加え、 UTMS協会、国総研
Phase III					→ 通信方式の検討				ITS-Forum、JEITA 技術検証受託者(2社)
							→ ロードマップ検討		



#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://www.8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/iinkai2/jidosoko_17/siryoy17-2-4.pdf)より引用
#一般社団法人電波産業会 電波産業年鑑2022「協調型自動運転ユースケースの実現に向けた通信方式検討」より引用

協調型自動運転通信方式検討TF活動概要 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シナリオ・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



SIP協調型自動運転ユースケース第1版

機能分類	a.合流・車線変更支援
ユースケース	本線併用合流支援
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パケット当たり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

協調型自動運転通信要件

通信技術検証






協調型自動運転通信方式ロードマップ



協調型自動運転ユースケースと通信形態

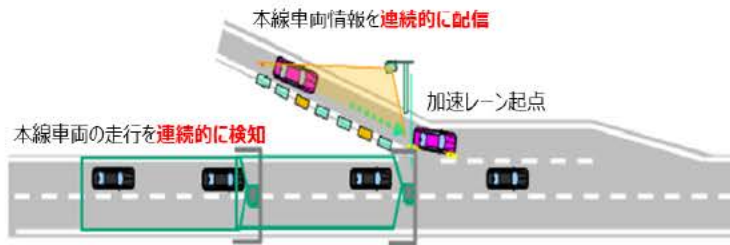
◆ SIP協調型自動運転25ユースケース(第1版)

通信形態	SIPユースケース	
<p>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</p> 	<p>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)</p>	
<p>衝突回避など即時性、信頼性が求められるユースケース</p> 	<p>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</p>	
<p>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</p> 	<p>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</p>	

自工会提案 SIP協調型自動運転のユースケース

自動運転車の円滑・安全走行を支援する協調システム中心に反映

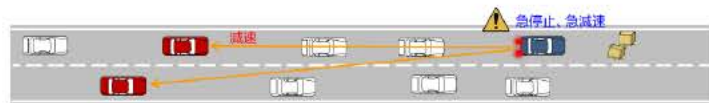
V2I本線車両情報提供による自動運転高速道路合流支援



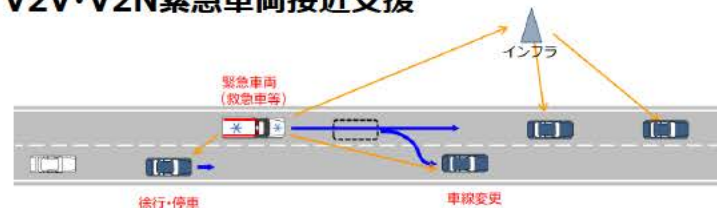
V2I・V2N信号情報活用 自動運転ジレンマ回避制御



V2V自動衝突回避イベント通知による追突防止支援



V2V・V2N緊急車両接近支援



協調型自動運転に適用される通信タイプ(手順)

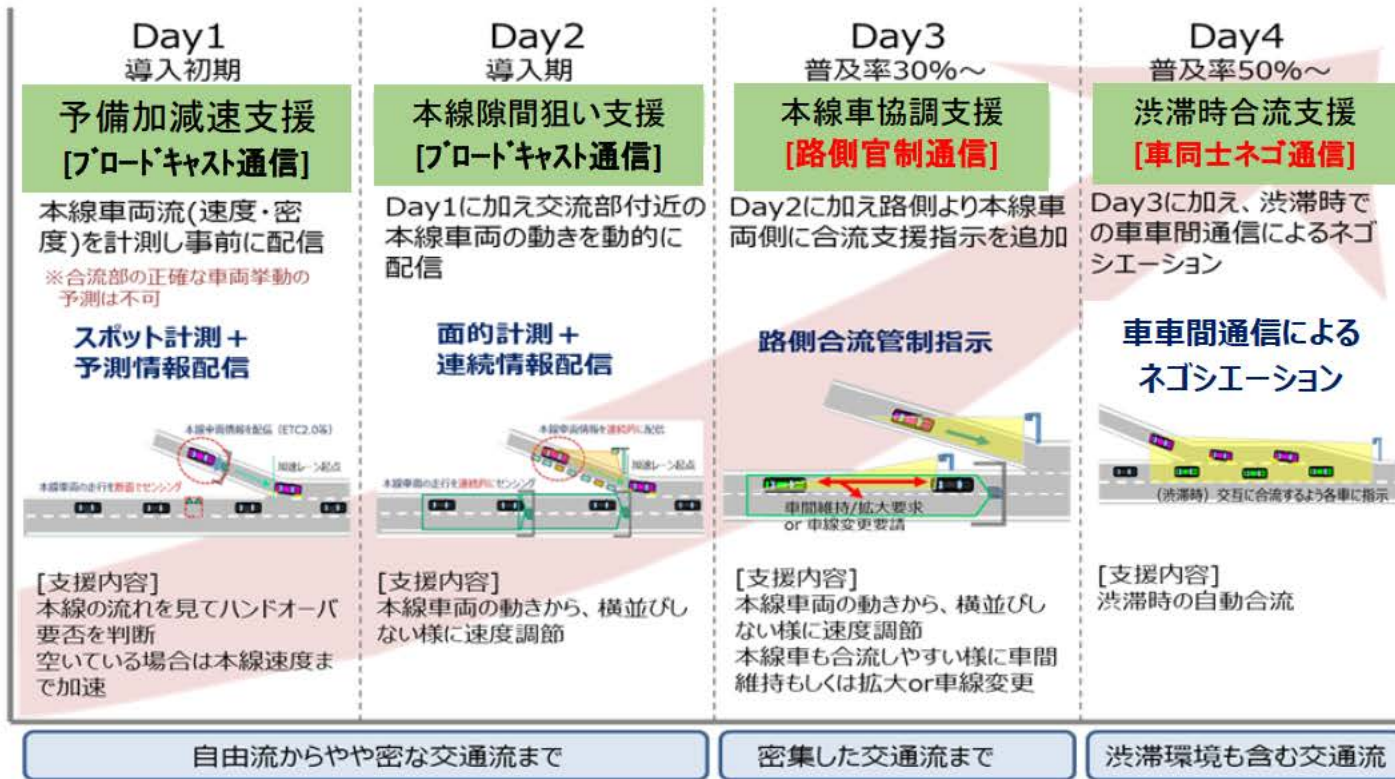
従来のブロードキャスト型V2Xに加え、クエスト・レスポンス型/(路側)管制型の通信手順が必要

通信方式(手順)	通信内容	目的(用途)
ブロードキャスト型 [実用化・FOT中V2X]	自車の位置・速度・移動方向 を常時発信	自車を中心にした 車両配置把握 (レーダチャート作成)
リクエスト レスポンス型 ※自車と他車の進路が 交錯する場合に使用	特定エリアの車群・車間状態の把握 (ワンショット通信での要望と応答)	車線変更の準備 (やや混雑した状況での 車間スペース有無の把握)
	特定車両に対する 車間スペース調整 (車同士の複数回通信による ネゴシエーション)	混雑時車線変更時の 車間スペース調整
管制型	特定車両に対する 車間スペース調整	合流車と本線車の 車間スペース調停

合流車支援システムのロードマップ 自工会コンセプト

交通流変化や自動運転車が普及した環境まで考慮して、どういった合流支援システムであるべきか




車載機搭載自動運転普及率



適合環境

協調型自動運転ユースケースと通信形態

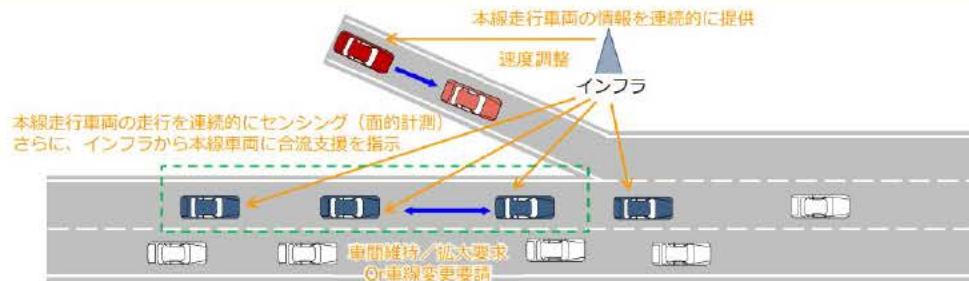
◆ SIP協調型自動運転25ユースケース(第1版)

通信形態	SIPユースケース	
<p>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</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 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) 	
<p>衝突回避など即時性、信頼性が求められるユースケース</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	
<p>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</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	

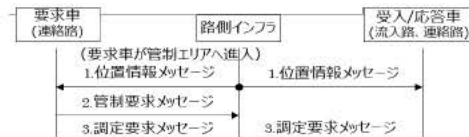
協調型自動運転ユースケースと通信の形態・要件と手順の整理

◆ 要望ITS関連団体と通信専門家が過去実施、現在検討中の類似事例を参考に作業

合流支援Day3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	路側管制による本線車両協調合流支援
No.	a-1-3
メッセージ名	本線車の合流部到達時刻提供 (路側管制) 本線車への車間調整要求
通信形態	V2I (I→V)



通信要件(検討例)

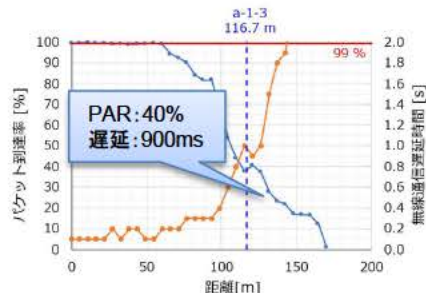
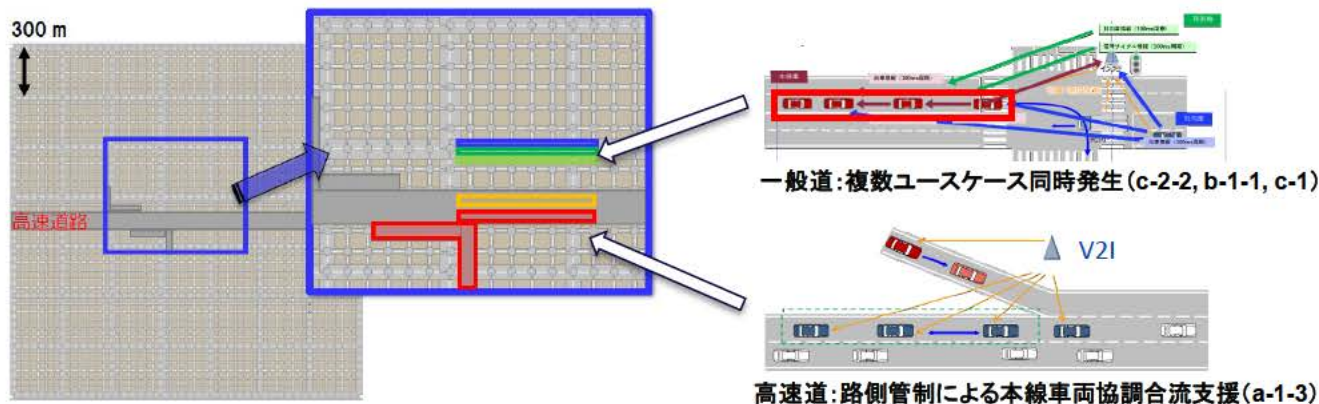
必要通信距離	66.7~116.7m
最大相対速度	連絡路: 20~70km/h
最大データサイズ	1942 byte (1692+250) 想定台数: 62台
周期型もしくは非周期型	周期型
送信周期	100ms
1/パケット当たりPAR	PAR≥99% (仮)
無線区間許容遅延	規定しない

通信シーケンス(検討例)



既存ITS無線(700MHz)帯域にSIPユースケースを追加時の通信成立性評価

- ◆同一通信エリア内で複数の通信が発生(N対N通信成立性シミュレーション)例
 管制通信が必要なユースケースは、新たな帯域と通信(手順)プロトコルが必要



項目	要件 合流支援(a-1-3)	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	未達 本線: 800ms 連絡路: 900ms



協調型自動運転通信方式の技術検証

- ◆SIP協調型自動運転25ユースケースへの既存ITS無線(700MHzDSRC 10MHz幅)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

【複数ユースケース混在時の通信成立性評価の結果】

(1)ブロードキャスト型/リクエスト・レスポンス型

- ・路⇒車間通信の全ユースケースは、通信要件を満足
- ・車⇒路間通信の一部ユースケースと、車⇄車間通信のユースケースは電波干渉の影響により要件未達
(ただし、一方向通信適用ユースケースは条件見直しにより達成可能)

(2)路側管制や車同士のネゴシエーション型

- ・通信輻輳により要件未達

通信方式(手順)	通信内容	目的(用途)
ブロードキャスト型 [実用化・FOT中V2X]	自車の位置・速度・移動方向を常時発信	自車を中心とした車両配置把握(レーダチャート作成)
リクエストレスポンス型 ※自車と他車の道路が交錯する場合に使用	特定エリアの車群・車間状態の把握(ワンショット通信での要望と応答)	車線変更の準備(やや混雑した状況での車間スペース有無の把握)
	特定車両に対する車間スペース調整(車両士の複数回通信によるネゴシエーション)	混雑時車線変更時の車間スペース調整
管制型	特定車両に対する車間スペース調整	合流車と本線車の車間スペース調整



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帯域と通信プロトコルが必要



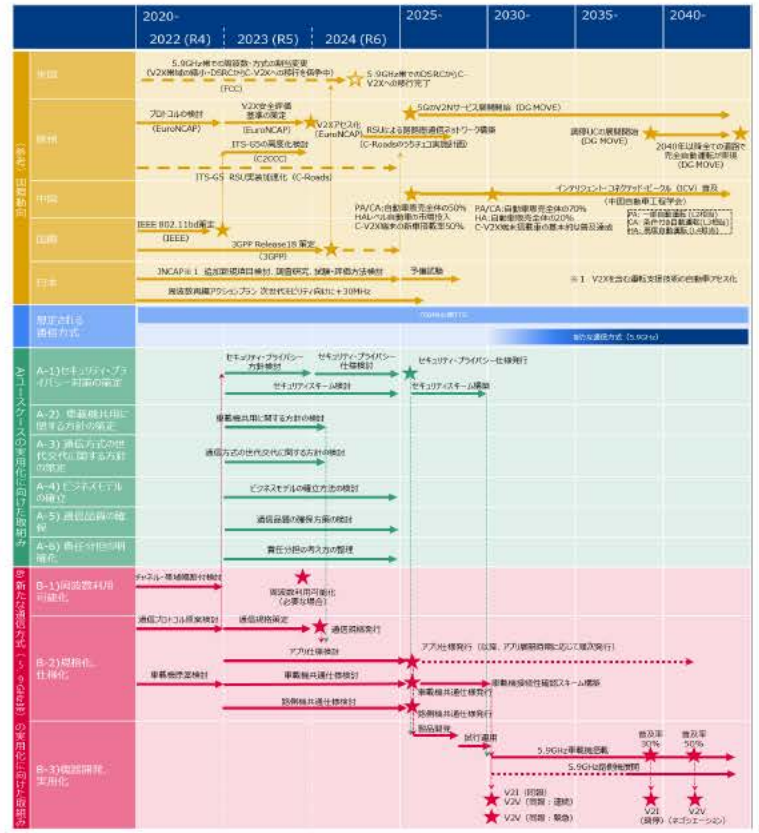
協調型自動運転通信方式ロードマップ

【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年頃から新たな帯域と通信プロトコルの導入が必要**
- **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

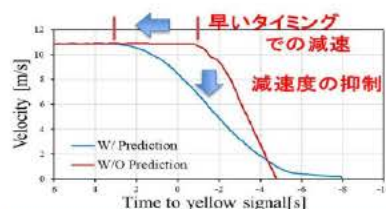
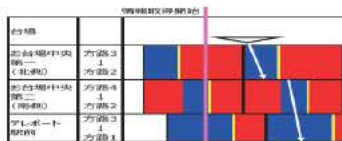
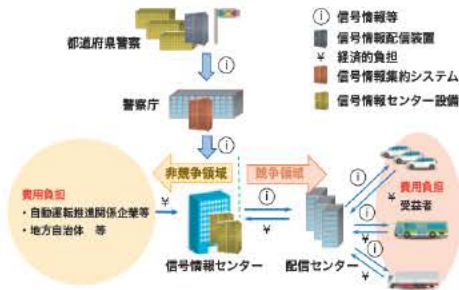


#SIP自動運転協調型自動運転通信方式検討TF「SIP 協調型自動運転ユースケース」(https://www.sip-adus.go.jp/rd/rddata/usecase.pdf)より引用
 #SIP自動運転協調型自動運転通信方式検討TF「協調型自動運転のユースケースを実現する通信方式ロードマップ」(https://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/iinkai2/jidosokou_17/siryot17-2-4.pdf)より引用

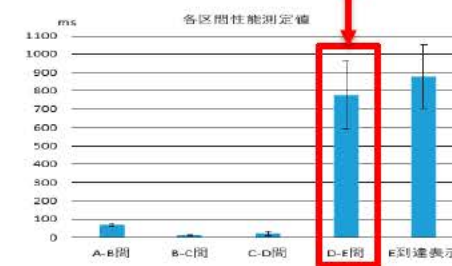
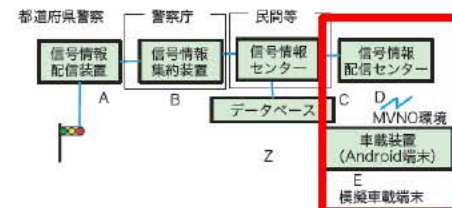


ユースケースの検証例：V2N信号情報活用 自動運転シレンマ回避制御

支援コンセプト: 信号サイクル情報等を、(V2N)でAD車に提供し、安全かつ円滑な交差点通過、停止を実現



信号予定情報によりスムーズな停止が実現



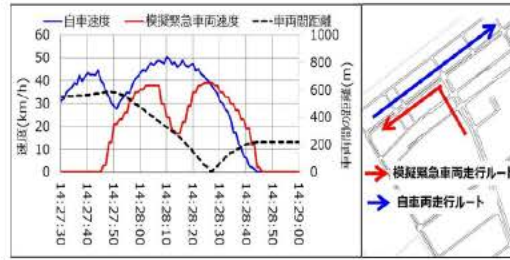
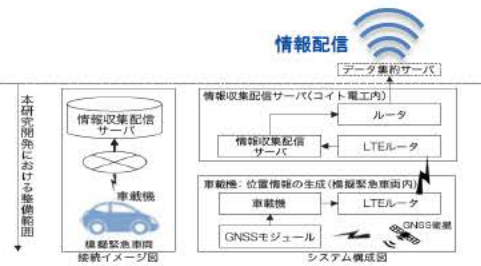
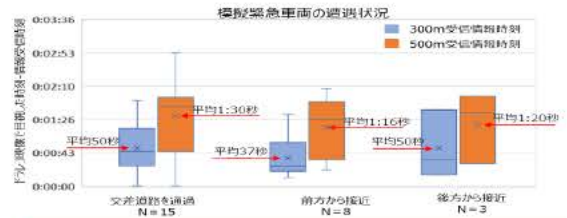
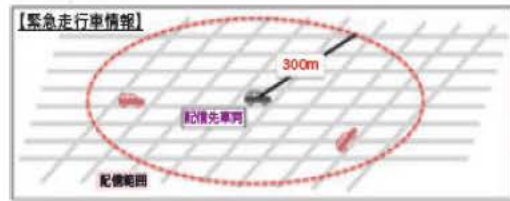
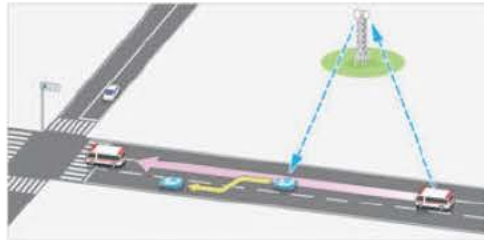
配信センタと車載器の物理的な距離による遅延

成果と今後の検討課題

- 交通信号機新仕様の導入(GPS時刻同期、0.1秒単位制御変更等)で、信号情報-実際灯色の誤差を±300ミリ秒以下とした。
- フェールセーフの実現、オフセット追従等への対応技術や、交差点毎の信号制御特性、交通状況等に応じた、V2N・V2Iの方式の住み分けを整理を継続検討

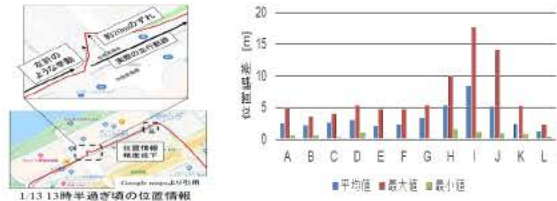
ユースケースの検証例：緊急車両の情報による走行支援

支援コンセプト：緊急車両走行情報をV2Nで、AD車に提供し、退避/徐行/停車を促し、緊急車両の円滑走行を実現



緊急車両の100ms毎の位置情報を2s周期(一度にまとめて20個)配信

・300m受信→目視に対し、約40~50秒前に接近把握
 ・500m受信→目視に対し、1分20~30秒前に接近把握



GNSS測位環境が悪い箇所では誤差が増加

成果と今後の検討課題

- 緊急車両接近を事前検知できるため、運転支援・車両制御(※)に有効であることを確認
 (※減速、停止、路肩退避、交差点進入待機、ドライバー引継ぎ要求、ドライバーへの警告等)
- V2V緊急車両接近情報通知支援が実用化済であるが、普及容易性観点からV2Nによる支援の社会実装可能性の議論が必要

**安全・交通流円滑の協調型ユースケース実現に向けて、
SIP協調型自動運転通信方式ロードマップ・システム検証成果に基づき、
引き続きITS団体連携して検討活動を促進する。**

- 以上 -