先進モビリティサービスのための情報通信プラットフォームに関する
コンソーシアム成果報告会

全体成果概要

同志社大学 モビリティ研究センター
センター長・教授
佐藤 健哉

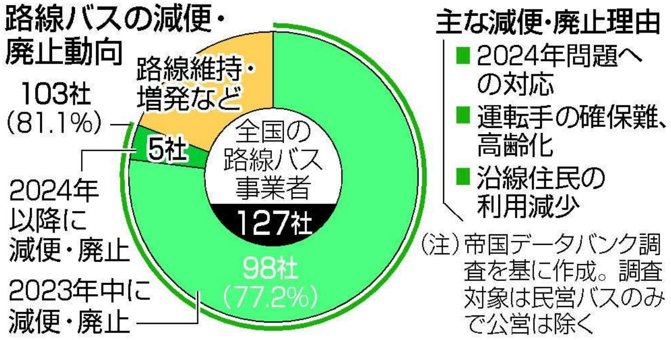
アウトライン

- 現在の日本における移動（モビリティ）の問題
- 自律型自動運転の課題
- 協調型自動運転に向けて
- 現状システム動向
- 情報通信プラットフォームの必要性
- コンソーシアムとしてのこれまでの取組み経緯
- 将来に向けて

現在の日本における移動（モビリティ）の問題

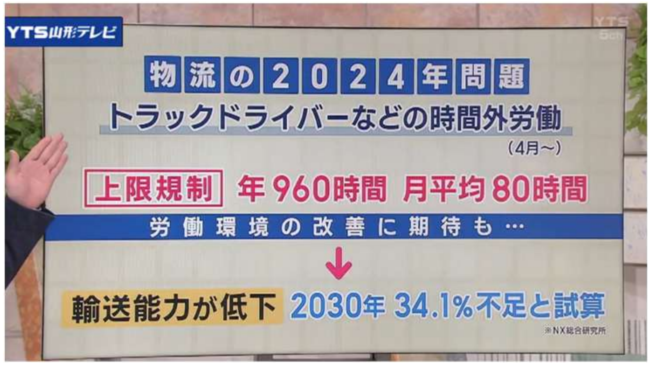
- 中山間地域の路線バス廃止
  - バスドライバ不足と人口減少

出典：カンテレNews

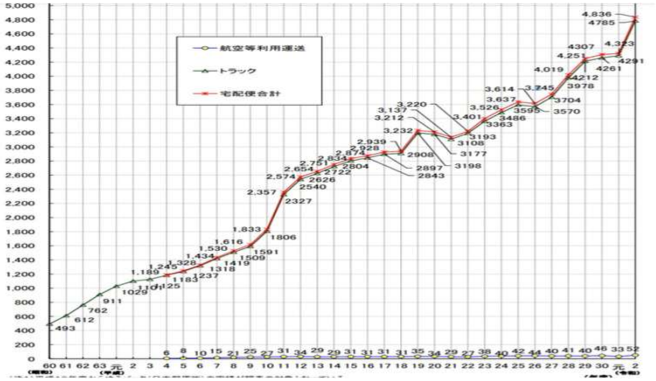


出典：帝国データ：時事ドットコム

- トラックドライバ不足
  - 時間外労働960時間上限規制



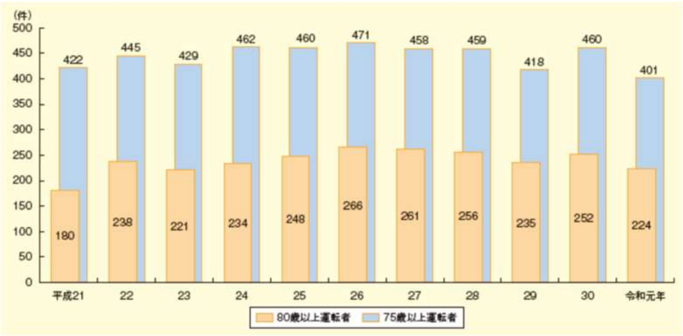
出典：山形ニュースチャンネル（YouTube）



出典：国土交通省

- 高齢運転者の事故
  - 免許返納による移動手段喪失

出典：福岡TNCニュース（YouTube）



出典：内閣府

ドライバ不足等に向けた自動運転（レベル4）への期待

- 自動運転移動サービスの実現（閣議決定）
  - 2025年度目途50か所程度
  - 2027年度100か所以上
- 全国各地で実証実験中
  - 国交省，経産省，総務省，デジタル庁など様々な取り組み実施中

新東名高速道路における自動運転トラック

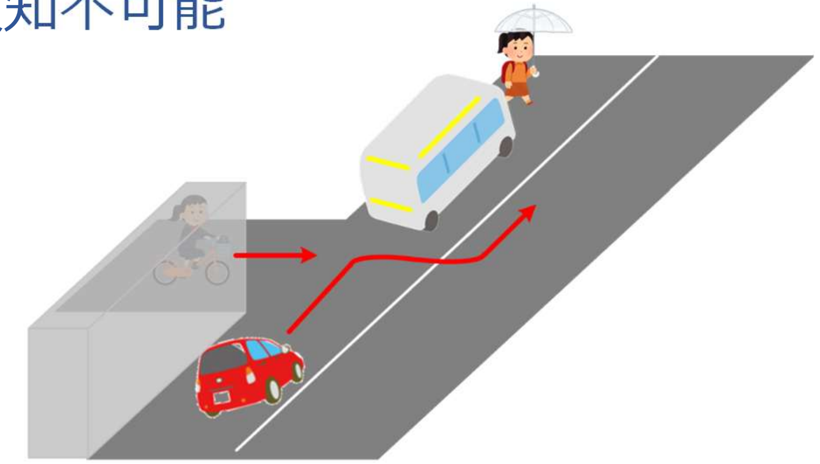
千葉 柏の葉 実証実験風景

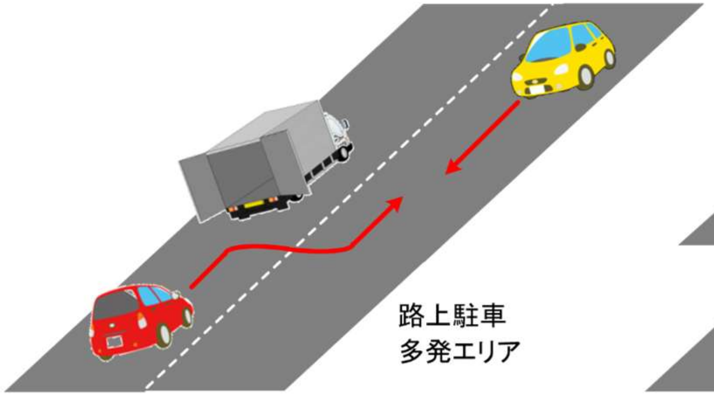
福井県 永平寺 実証実験風景

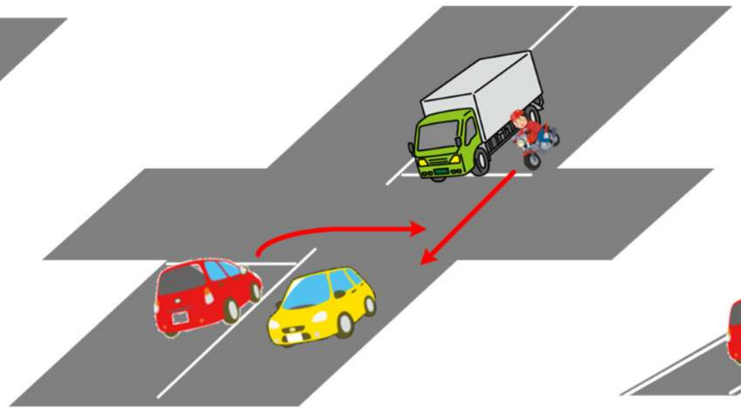
出典: 経済産業省，国土交通省 RoAD to the L4 Webサイト

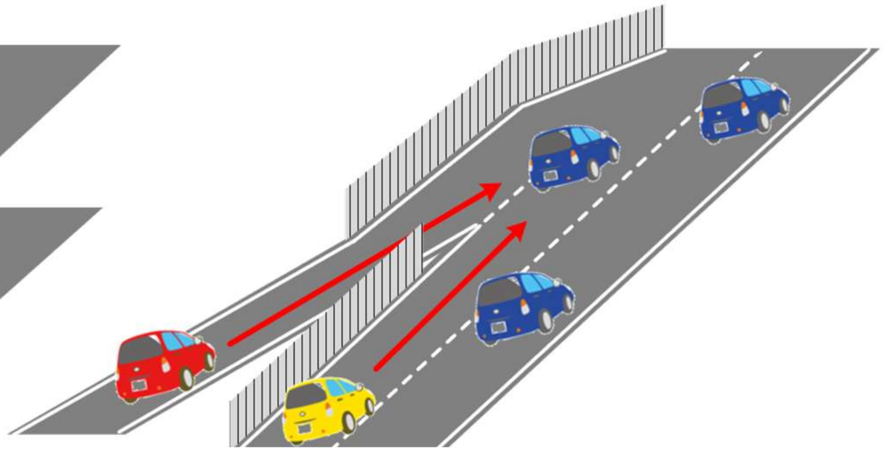
自動運転の課題（センサの死角の走行環境認識）

- 車載センサ検知可能エリアの外，障害物による死角は検知不可能
  - 見通しの悪い場所の歩行者・自転車
  - 路上駐車車両の回避
  - 交差点右折時の対向車両
  - 高速道路合流



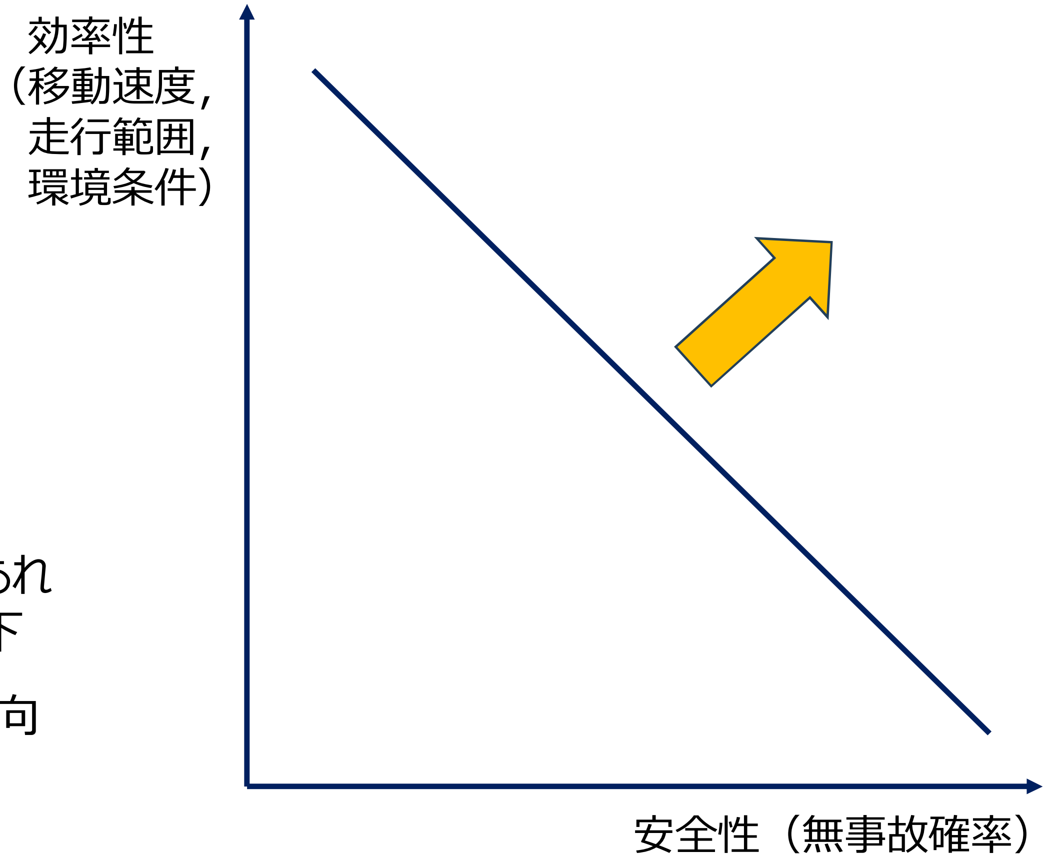






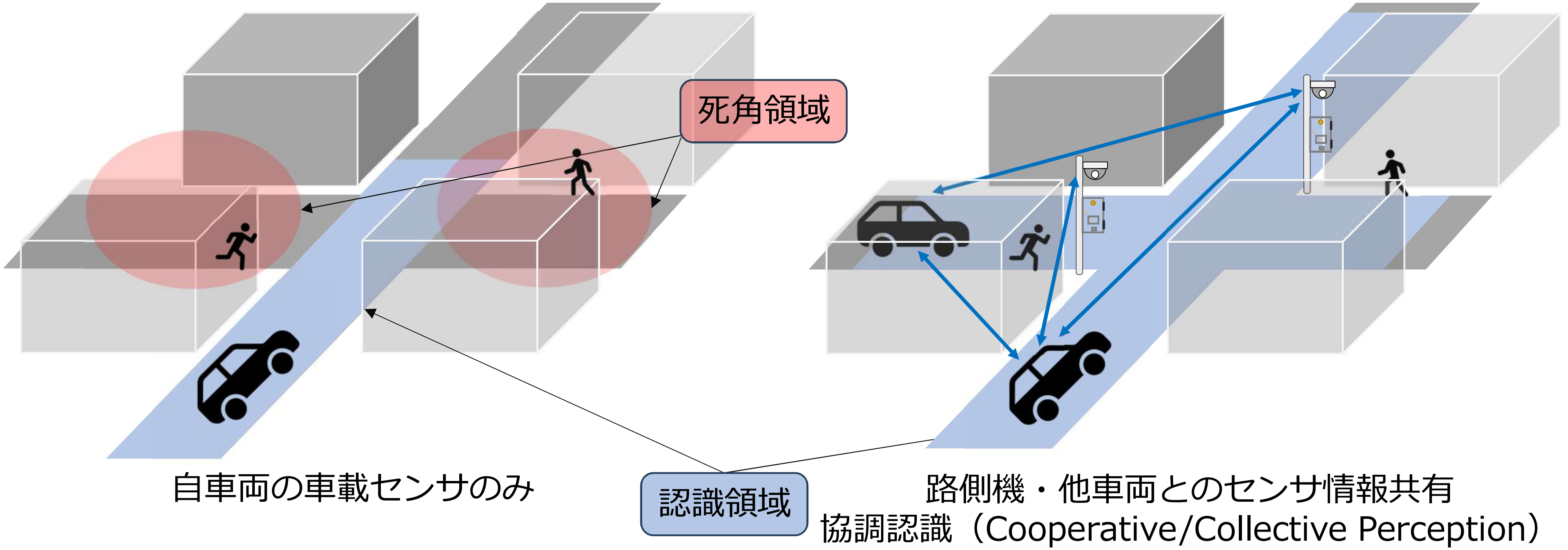
自動運転効率化のジレンマ

- 自動運転の安全性向上
  - 車両移動速度の低減
  - 走行可能範囲の限定
  - 走行環境条件の制限
- 自動運転の効率性向上
  - 車両移動速度の増加
  - 走行可能範囲の拡大
  - 走行環境条件の緩和
- たとえば，車両移動速度が歩行速度程度であれば，事故は低減可能，しかし，効率性が低下
- 安全性と効率性には負の相関があり，双方を向上させるための方策が必要



自動運転の安全性向上/円滑走行に向けた情報共有の必要性

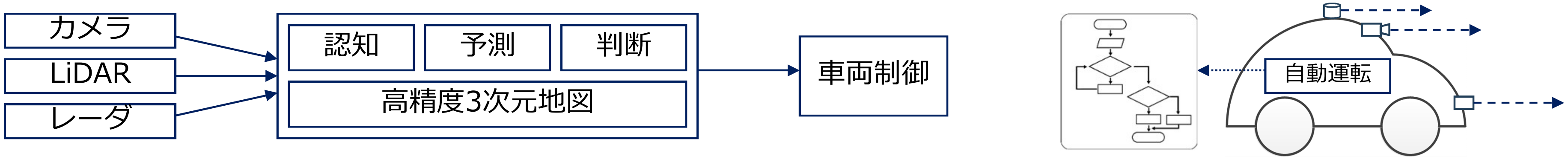
- V2X通信で車両／路側機の情報共有による安全性向上，走行調停による円滑化



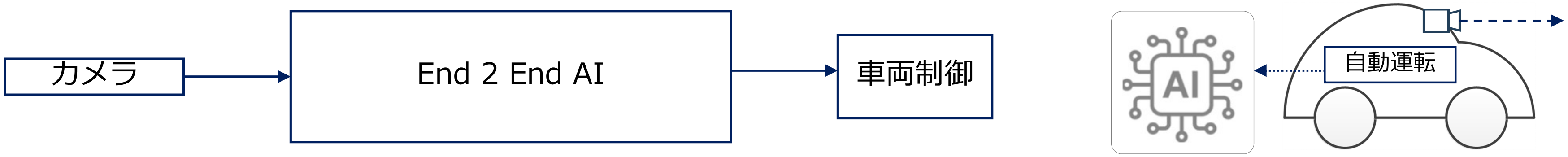
出典: 佐藤 健哉, V2X通信を利用した協調型自動運転への流れ, 映像情報メディア学会誌, pp.249-254, Vol.74, No.2, 2020/2.

自動運転の発展形態

- **自動運転1.0**：複数車載センサと高精度3次元地図を利用し，ルールベースのアルゴリズムにより車両操作

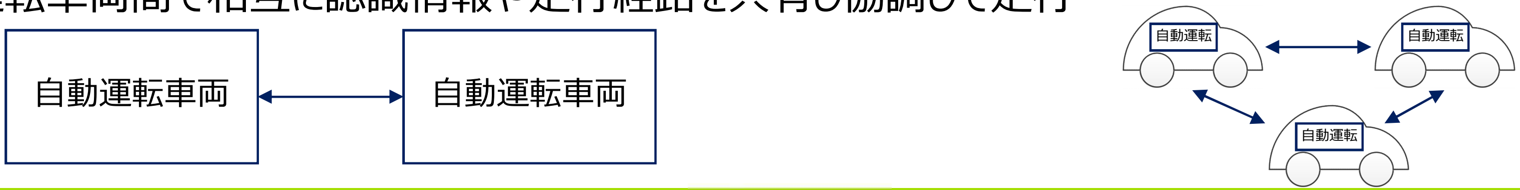


- **自動運転2.0**：主にカメラで車両周辺を監視し，すべてをAI系アルゴリズムにより車両操作



- **自動運転3.0**：車載センサに加えて，路側機センサ情報を利用することで広範囲を監視し，より円滑に走行

- **自動運転4.0**：自動運転車両間で相互に認識情報や走行経路を共有し協調して走行



実運用１（運転支援）：ITS Connect（車車間通信）CVSS

出典: ITS Connect推進協議会 Webページ

- 通信利用型クルーズコントロール
  - スムーズに前方車両を追従

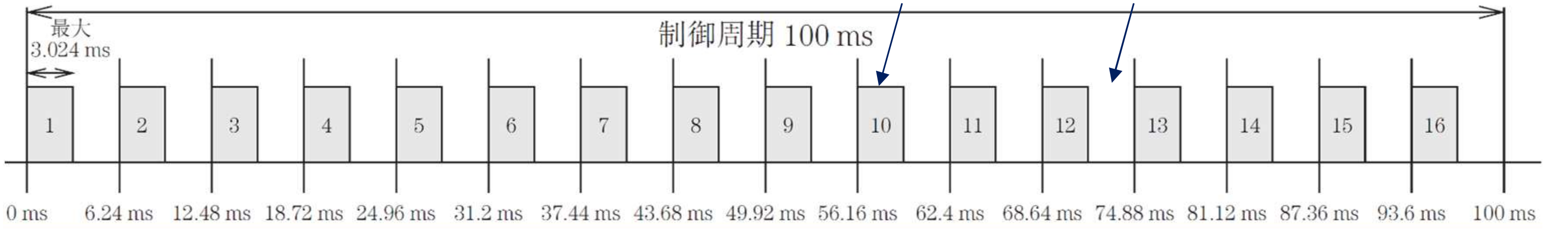
- 緊急車両存在通知
  - 周辺の緊急車両の方向･距離を表示

- 出会い頭注意喚起
  - 交差点で左右から接近する車両を警告

- 右折時注意喚起
  - 交差点右折時に対向直進車を警告

ARIB STD-T109

路車間通信　車車間通信



・車車間通信：CSMA/CA方式

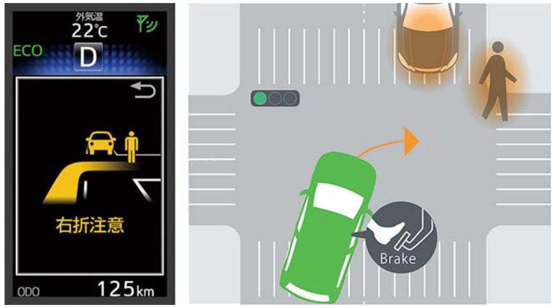
・メッセージ：ITS Connect TD-001,（最大サイズ100バイト）

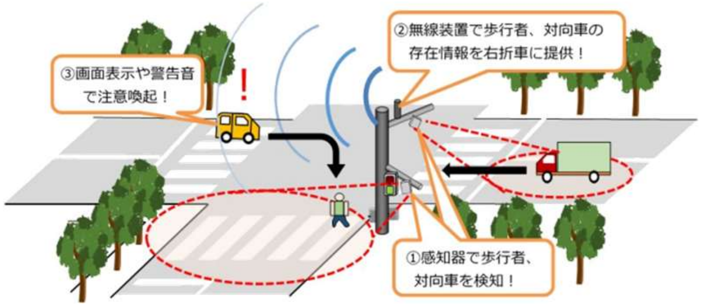
実運用２（運転支援）：ITS Connect（路車間通信）DSSS

出典: ITS Connect推進協議会，JAF Webページ

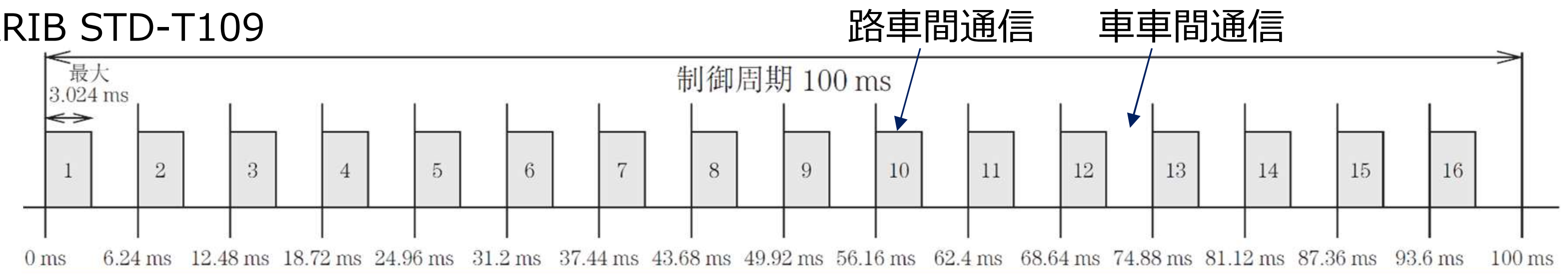
- 信号情報提供
  - 赤信号注意喚起
  - 信号待ち時間情報

- 右折時注意喚起
  - 交差点右折待ち停車時に接近する対向車線の直進車や右折先の歩行者を注意喚起





ARIB STD-T109



・路車間通信：TDMA方式

・メッセージ： UTMS協会 DSSS路車間通信メッセージ

実運用３（運転支援）：ETC2.0 路車間通信 ITSスポット

- ETC通信技術を用いて，自動車のドライバーを対象とした多様な情報サービスを提供

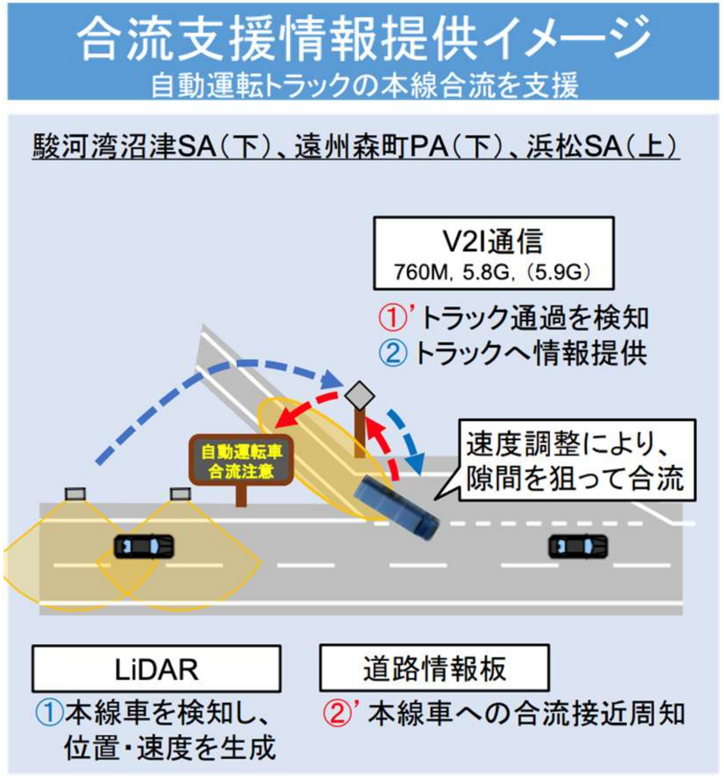
  - 応用例
    - 安全運転支援
      - 道路状況
      - 渋滞
      - 事故
      - 落下物など
    - 動的経路案内
    - 地域情報提供

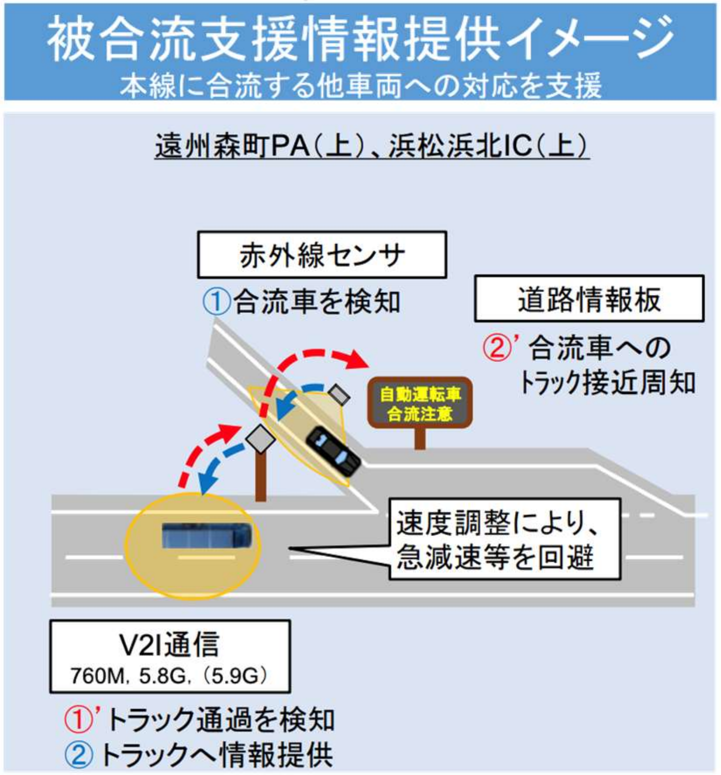
5.8GHz帯DSRC情報接続サービス 路車間通信メッセージ（道路新産業開発機構）

出典: 国土交通省 ETC2.0 Webページ

実証実験１（自動運転）：新東名自動車道 自動運転トラック合流支援（国交省）

- 道路設置のLiDAR，カメラによるセンシング情報を通信で車両に送信（接近車両の情報提供）





特定地点の情報提供のみ

合流時は車載センサによる制御

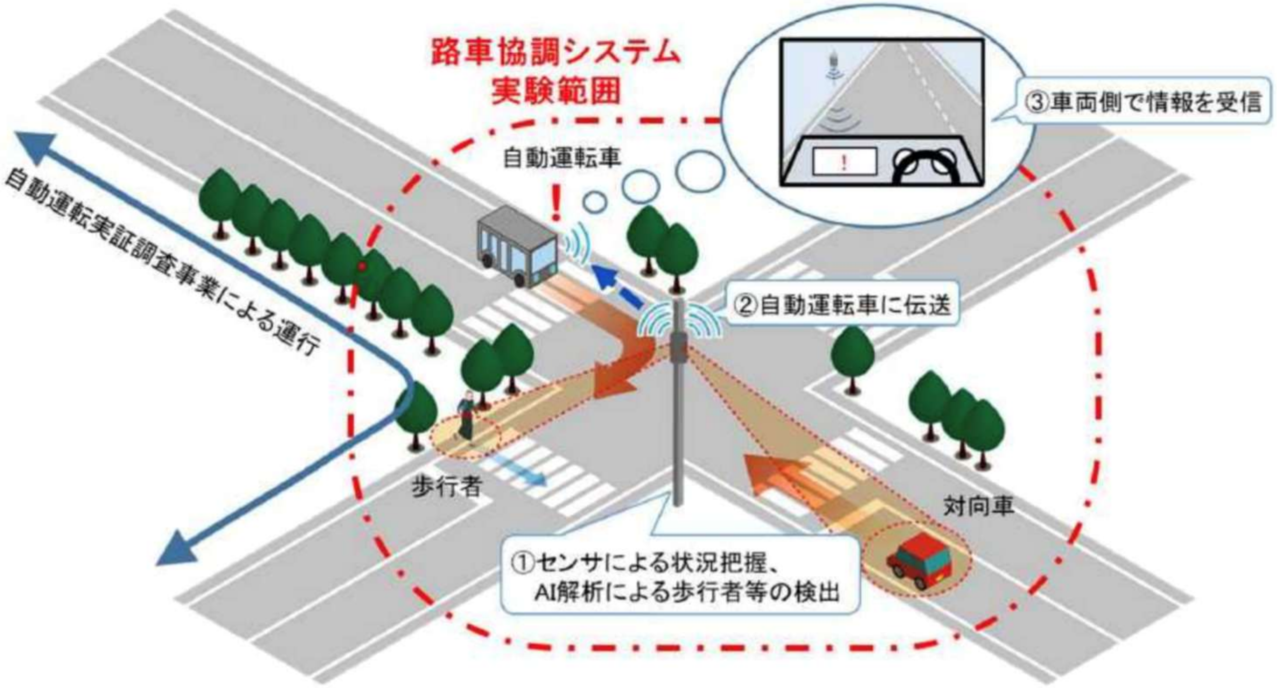
センサ
- LiDAR
- カメラ

通信手段
- 携帯電話網
- ITS無線 (760MHz)
- ITSスポット (5.8GHz)
- V2I (5.9GHz)

出典: 国土交通省 国土技術政策総合研究所, 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報告書, 国土技術政策総合研究所資料, No.1245, 2023/3.

実証実験２（自動運転）：スマートモビリティインフラ技術研究組合（京セラ･日本信号など）

- 道路設置のLiDAR，カメラによるセンシング情報を760MHz帯ITS無線による通信で送信（接近車両，歩行者等の情報提供）



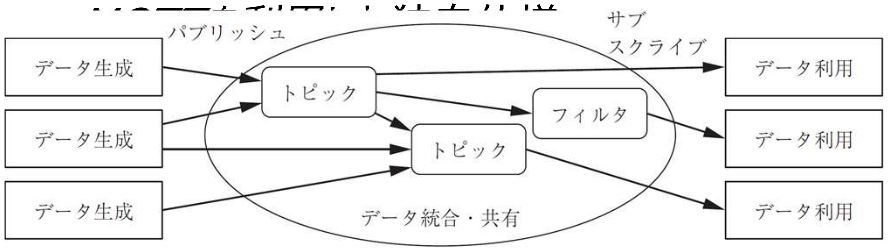
管轄地方整備局	実施地域	自動運転システム	路車協調システム
北海道開発局 室蘭開発建設部	北海道 苫小牧市	BOLDLY(株)	SMICIP
北海道開発局 帯広開発建設部	北海道 上士幌町	BOLDLY(株)	SMICIP
関東地方整備局	茨城県 日立市	(株)ティアフォー	SMICIP
北陸地方整備局	富山県 富山市	アイサン テクノロジー(株)	SMICIP
中部地方整備局	静岡県 沼津市	先進モビリティ(株)	SMICIP
中部地方整備局	愛知県 日進市	BOLDLY(株)	SMICIP
近畿地方整備局	兵庫県 三田市	先進モビリティ(株)	SMICIP

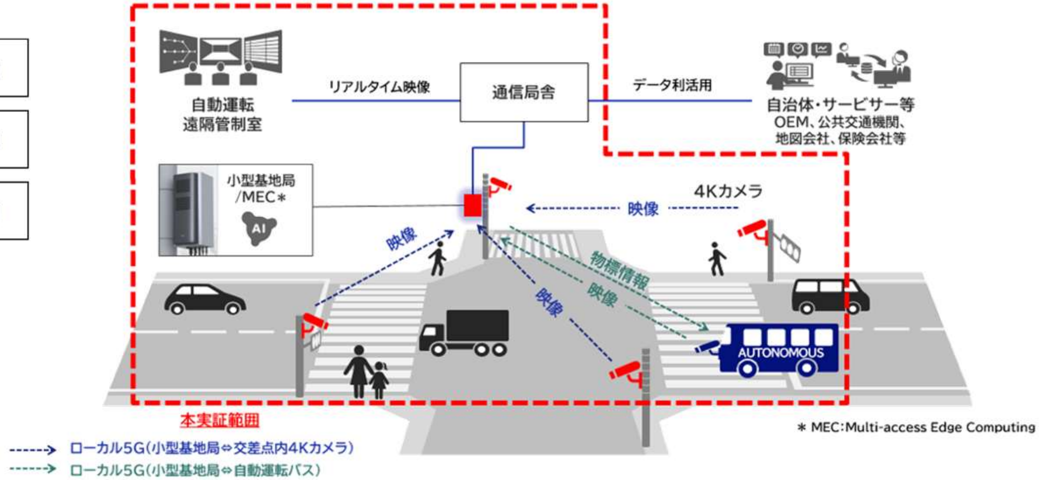
Source : https://mainichi.jp/articles/20241226/pr2/00m/020/254000c

実証実験３（自動運転）：NECによる路車協調システム

- 道路設置のカメラによるセンシング情報をローカル5Gによる通信で送信（接近車両，歩行者等の情報提供）

- 国土交通省道路局の公募「自動運転実証調査事業と連携した路車協調システム実証実験」
  - 茨城県つくば市　　大学構内で交通参加者の横断が多い道路での運転判断
  - 群馬県渋川市　　鋭角な右折時や歩道のない曲線路での運転判断
  - 新潟県佐渡市　　一車線のトンネル内での対向車とのすれ違いの回避
  - 石川県小松市　　交通参加者や車両の往来が多い駅前ロータリーなどでの衝突回避支援
  - 鳥取県鳥取市　　一車線の道路での対向車とのすれ違いの回避



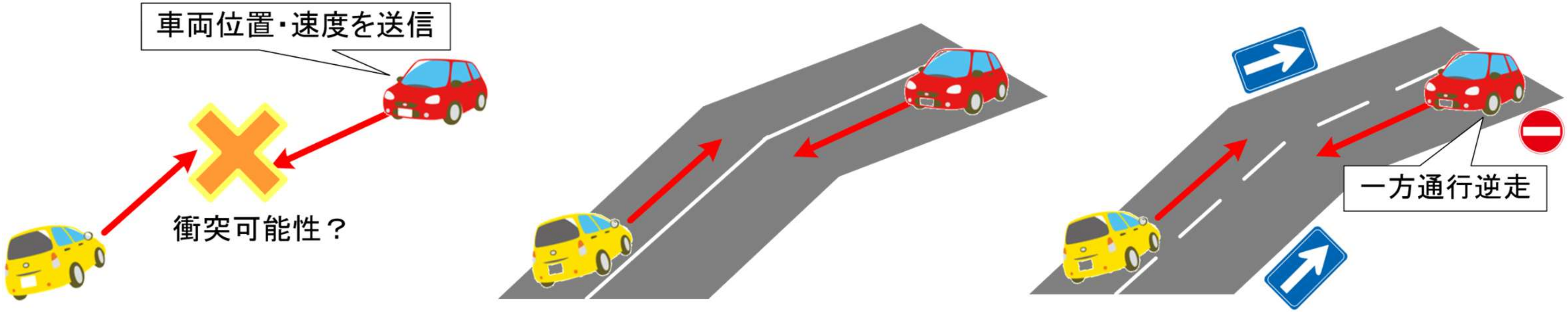


Source : https://jpn.nec.com/press/202401/20240116_01.html

通信による周辺情報の取得（地図情報との連携の必要性）

- 通信によるセンサ情報の取得だけでは不十分
  - 位置情報と速度ベクトルを通信で共有
  - 地図情報と重ねないとわからないことあり

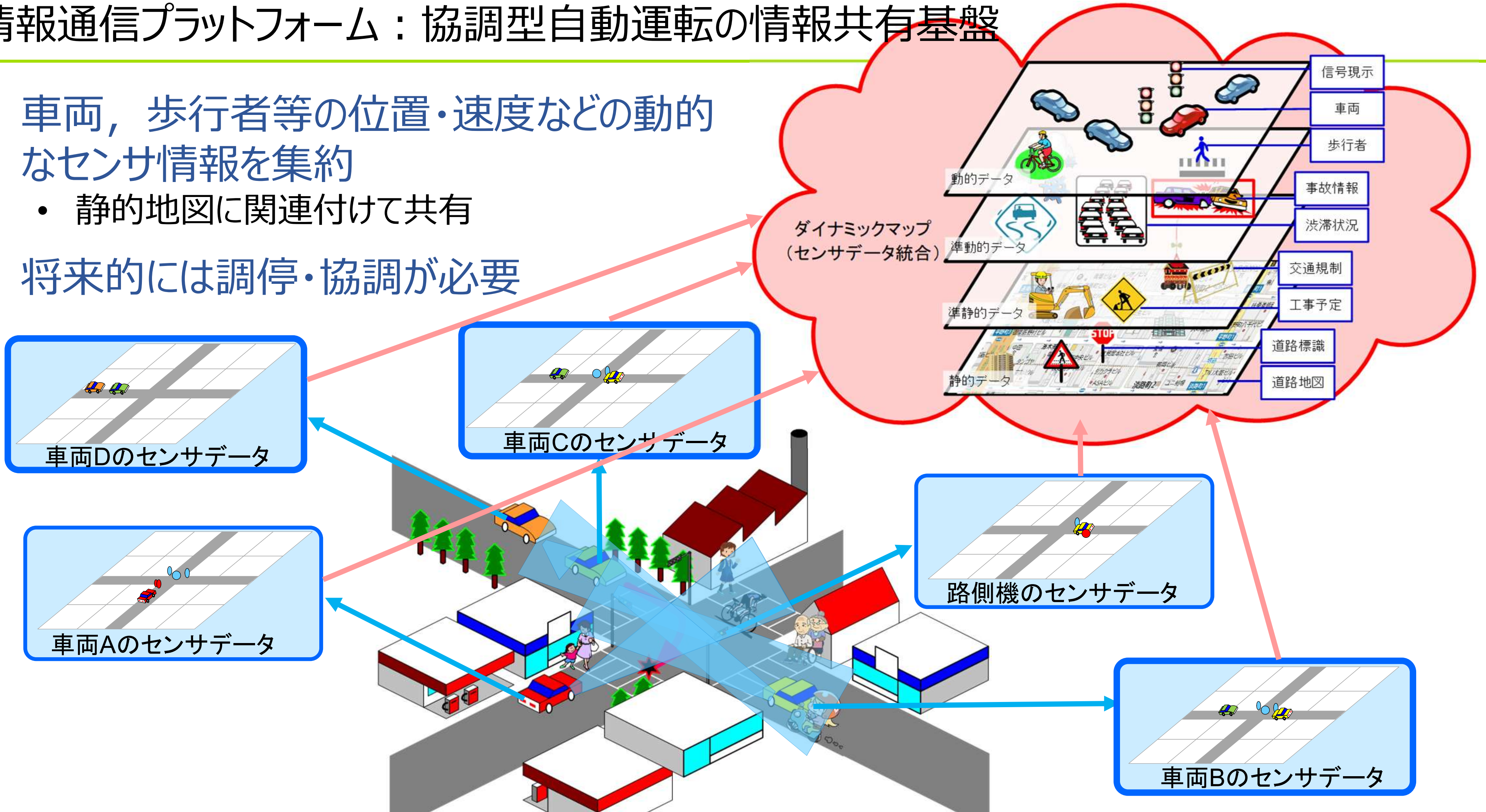
- 例：衝突危険性判断



センサ情報のみ　　道路形状利用　　道路属性利用

情報通信プラットフォーム：協調型自動運転の情報共有基盤

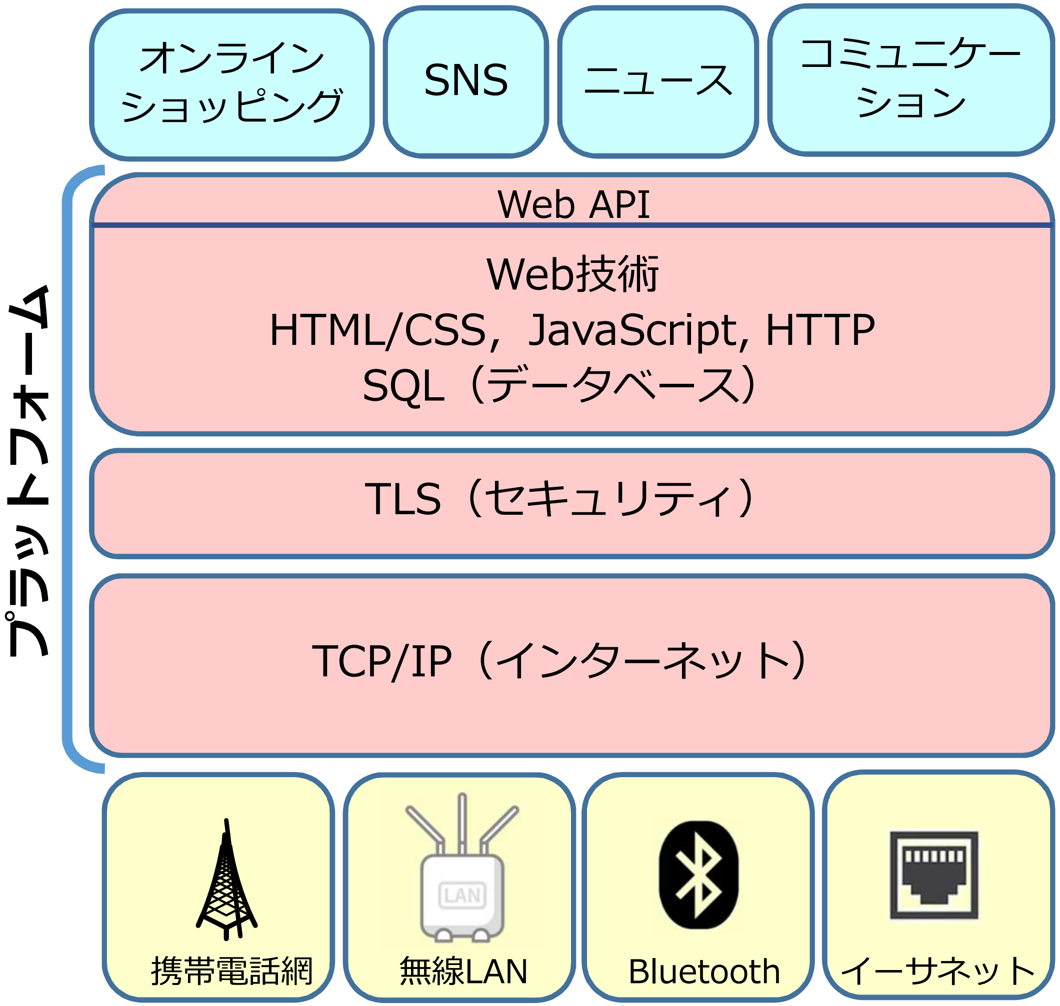
- 車両，歩行者等の位置・速度などの動的なセンサ情報を集約
  - 静的地図に関連付けて共有
- 将来的には調停・協調が必要



出展: 佐藤 健哉，高田 広章，ダイナミックマップ2.0の構成と設計，電子情報通信学会誌，Vol.15, No.2, pp.133-139, 2021.

（参考）インターネットにおけるプラットフォームの例（OSI参照モデル）

アプリケーション		
L7	アプリケーション層	ユーザへサービスを提供
L6	プレゼンテーション層	データ形式を統一
L5	セッション層	通信手順の決定
L4	トランスポート層	通信内容の保証
L3	ネットワーク層	ネットワーク経由の端末間通信
L2	データリンク層	端末間のデータ通信の実現
L1	物理層	媒体や信号形式の決定



プラットフォームを利用しアプリケーション開発が容易

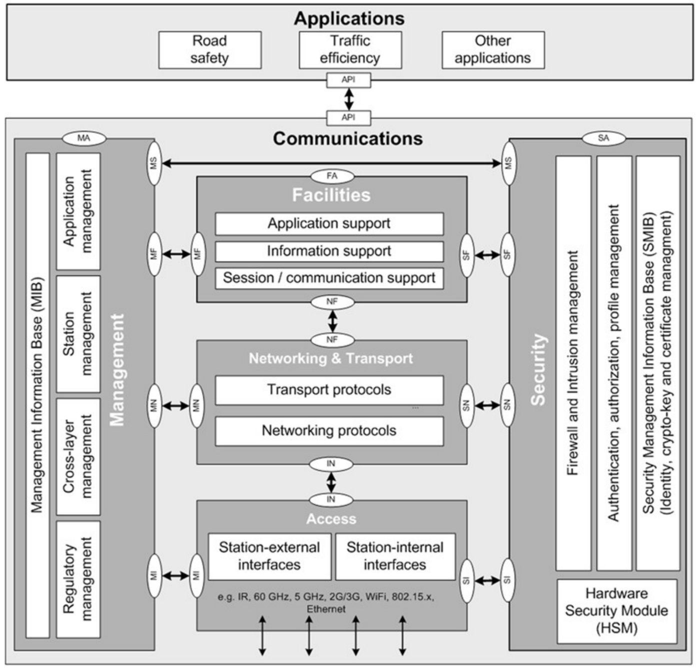
アプリケーションに共通の仕組みを提供

アプリケーションは個別に通信セキュリティ機能を実装不要

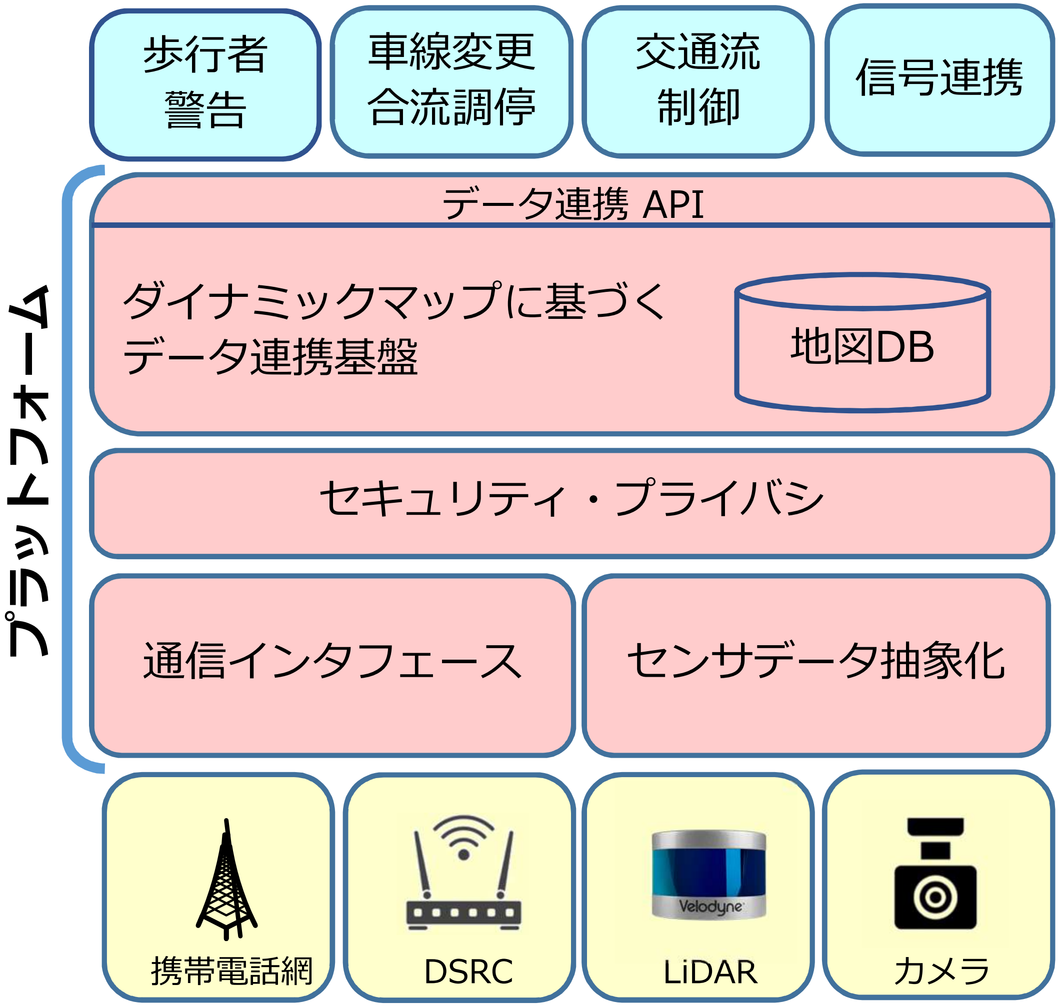
世界中が共通のプロトコルで接続可能

通信方式が変わってもアプリケーションは意識せず利用可能

協調型自動運転向け情報通信プラットフォーム構成



ITSステーション 参照アーキテクチャ
ISO 21217:2020 ITS Station Architecture
（主に通信アーキテクチャ）



プラットフォームを利用しアプリケーション開発が容易

アプリケーションに共通の仕組みを提供

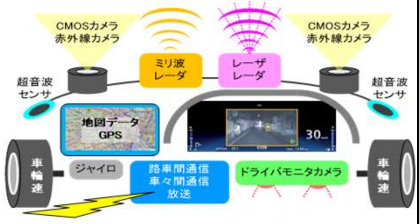
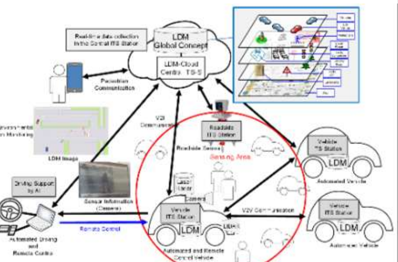
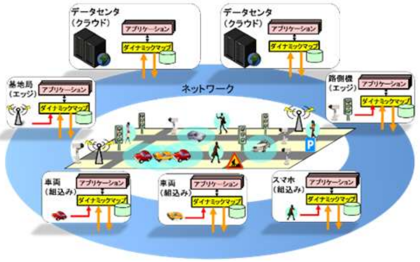
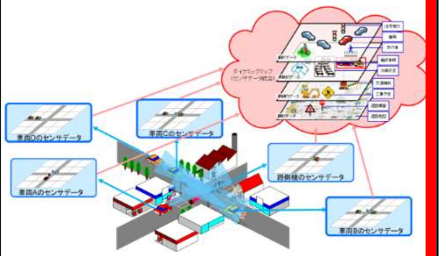
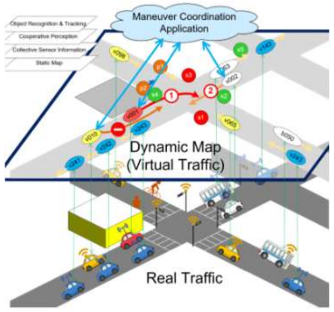
通信，データ管理におけるセキュリティ・プライバシ保護

複数の通信手段およびセンサに対応可能

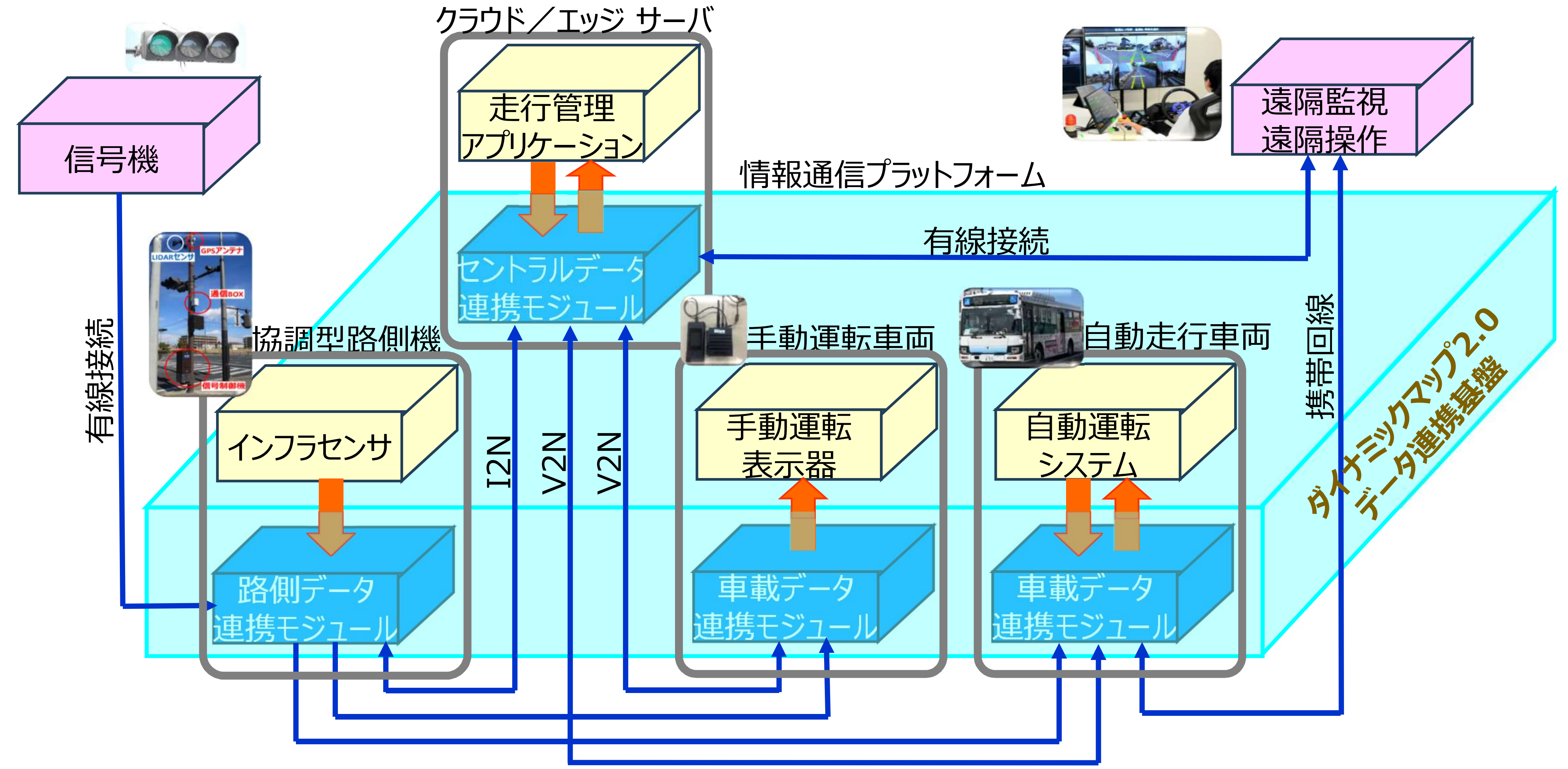
通信方式やセンサが変わってもアプリケーションは意識せず利用可能

情報通信プラットフォームの研究開発（企業連携コンソーシアム）経緯

- 名古屋大学＆同志社大学，企業との連携により，車両周辺を監視するセンサデータを，車載ECU・路側機・クラウド間で統合管理し，協調型自動運転の安全性向上を目指す

2008-2012	2012-2016	2016-2020	2020-2023	2023 ～2006/3
データ統合	**CLOUDIA**	**DM2.0**	**DM2.0高信頼化**	**モビリティサービス**
トヨタ自動車との共同研究	トヨタ，日立，デンソー，日立オートモーティブ，NEC通信など	富士通，パナソニック，ヤマハ，NTTデータMSE，住友電工など	NTTデータMSE，キャノンITS，ヤマハ，三菱総研など	キャノンITS，富士ソフト，ヤマハ，NTTデータMSEなど
複数ECU間に分散しているセンサデータの統合管理	クラウドを利用した複数車両間のセンサデータ管理 (LDM)	協調型自動運転に向けたリアルタイムデータの統合管理	協調型自動運転向け情報通信プラットフォームの高信頼化	先進モビリティサービスのためのプラットフォーム
				

DM2.0情報通信プラットフォーム接続形態

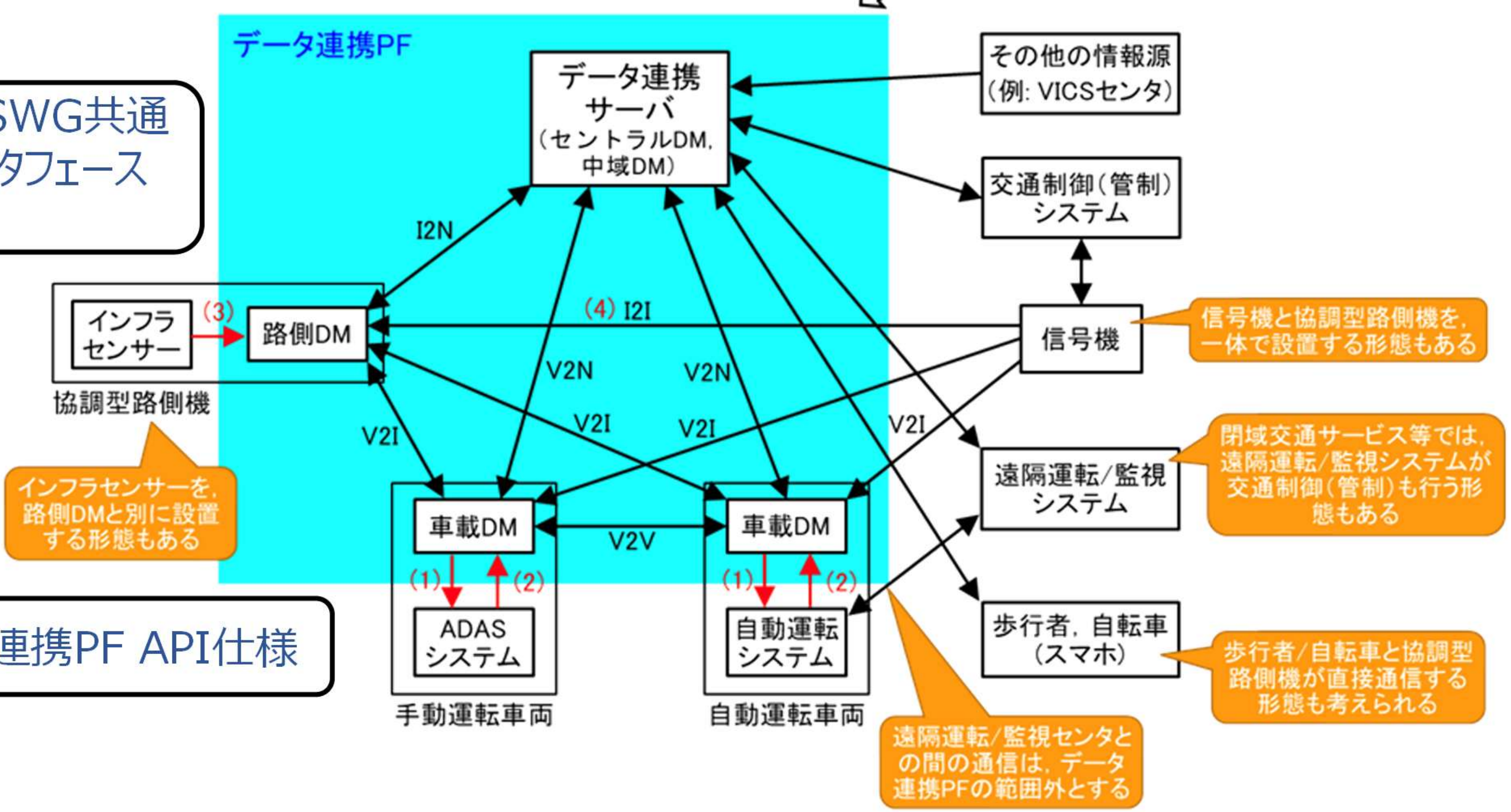


共通化を目指した仕様策定

CooL4データ連携アーキテクチャ

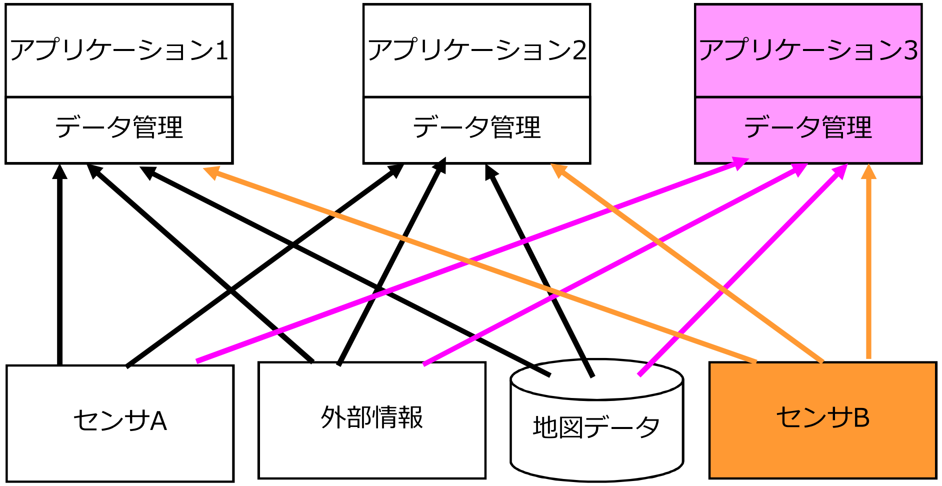
CooL4/CCAM検討SWG共通路側機センサー部インタフェース仕様

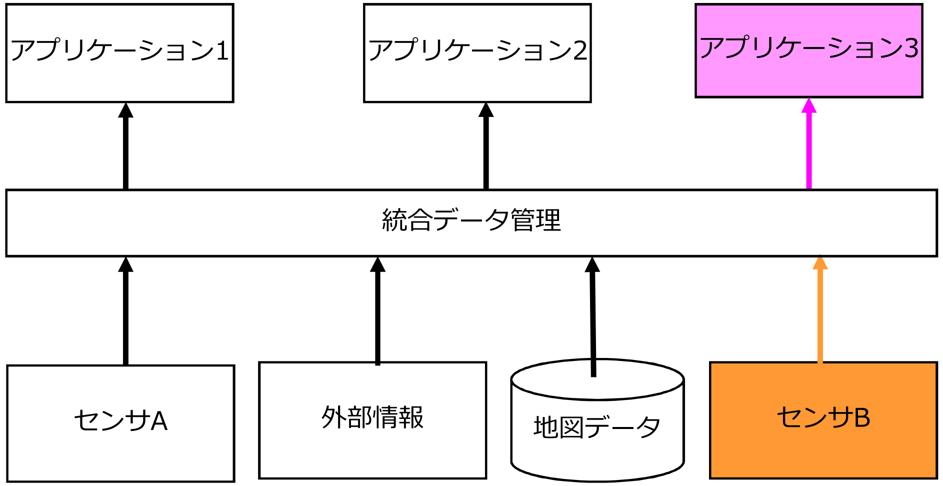
CooL4データ連携PF API仕様



システム開発の効率化

- センサ情報，信号情報，地図データを利用したユースケースが複数あり
  - 例：経路案内（グリーンウェーブ），合流調停･車線変更，交差点衝突回避
- ユースケースごとにアプリケーション開発
  - 情報が増えるとすべてのアプリケーションを再構築
  - 追加アプリケーションに対して新たな情報提供
- 統合データ管理のためのプラットフォーム利用で開発効率化



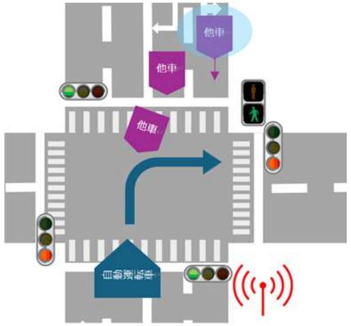


実証実験（DM2.0 情報通信プラットフォームの利用）

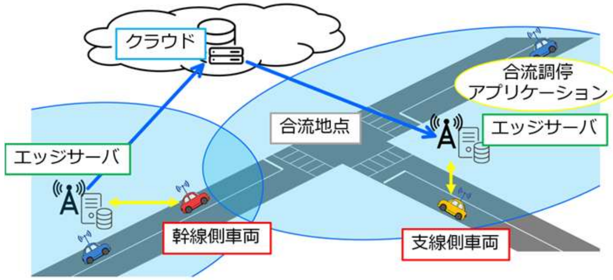
- 千葉県柏の葉
  - 経産省，国交省：RoAD to the L4 テーマ4（CooL4）

- 愛知県春日井市高蔵寺
  - 国土交通省 高蔵寺スマートシティプロジェクト

- 京都府けいはんな学研都市
  - デジタル庁：複数モビリティの分散協調運行基盤等の在り方に関する実証調査研究



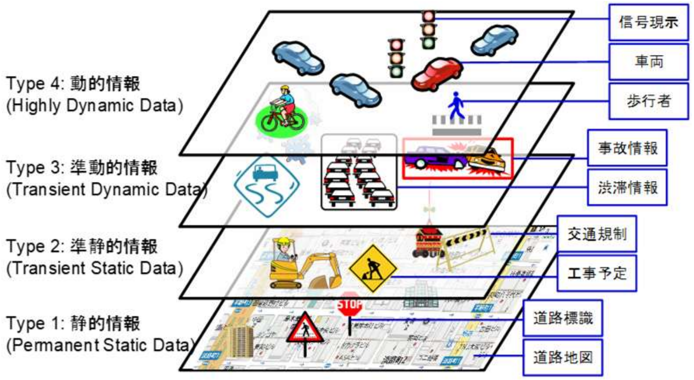
- 横須賀リサーチパーク
  - 総務省：自律型モビリティシステム（自動走行・自動制御技術等）の開発・実証



V2X通信を利用した協調型自動運転向け情報通信プラットフォームの取り組み

- 技術検討
  - 低遅延，高信頼の通信技術
    - 複数通信方式の併用
    - 混雑状況，通信エリアを考慮したローミング
  - セキュリティ・プライバシの保護
    - 公開鍵暗号方式に基づく認証
    - ロケーションプライバシ（仮名変更方式）
  - センサ情報の高信頼化
    - 複数センサ情報の融合
    - フリースペース情報の導入
  - 高速データ処理
    - 共有データの分散処理
    - センサ情報のストリームデータ管理
- 妥当性検証
  - 実証実験を通しての基盤技術の評価
  - 複数の応用例に対しての適応性検討
- 研究機関（アカデミア）としての役割
  - 要素技術の評価検証
  - 新技術開発
  - 実証実験基盤の構築
- 今後の実用化に向けて
  - 共通仕様策定
  - 相互運用性検証
  - 性能／コストの妥当性評価
  - 社会実装から普及へ

ダイナミックマップによる Society5.0 のための情報基盤確立



- **安全・安心・見守りサービスの精度やカバー範囲の増加**
  自動運転 | 運転者支援 | デジタルコーナミラー | 車両接近アラート ････
- **経路選択や移動予測などの正確性の向上**
  車線レベルナビ | 渋滞・危険回避 | 旅行時間短縮 | MaaS ････
- **交通管理・制御の効率化，粒度の細かさや柔軟性の向上**
  合流調停 | 道譲り | 仮想信号 | 渋滞制御 | 路面管理 | 道路課金 ････

まとめ（日本の現状と今後について）

- ドライバ不足問題に対して自動運転（バス・トラック・ロボタク）への期待大
- 2025年から2027年に向けて，路車協調も含め，各地で実証実験実施中
  - 様々な仕様で実験され一部には共通メッセージの規定もあるが，設計概念（アーキテクチャ）なし
  - 合流支援，車両・歩行者の接近警告に加えて，様々な応用例の登場の可能性あり
- ITSで利用可能な周波数帯域（5.9GHz帯）の新たな割り当てを検討中
  - 現状のITS無線（760MHz帯）では限界があり，セキュリティレベルの向上も必要

↓

- 周波数の新たな割り当てを機会に，世界標準のアーキテクチャに準拠し，共通のデータ連携プラットフォーム上にアプリケーションを構築する形態を検討する必要あり
  - 技術検討（信頼性向上，処理遅延低減，低コスト化）
  - 仕様（データ形式，アプリケーションメッセージ等）の共通化
  - 国際標準アーキテクチャ（セキュリティ機構を含む）の準拠
  - 参照データ連携プラットフォーム構築（オープンソース化）
  - 複数ベンダーによる相互接続性テストの実現