

自動運転に対応した道路空間のあり方について

5.戦略的な人と物の流れの確保

(2)トラック輸送のイノベーションの促進

2020年度の新東名における後続無人隊列走行の実現、更には2022年度以降の東京～大阪間での事業化に向けて、技術開発や実証実験の成果・運用ルール等に応じ、走行車線や分合流部、安全施設等、インフラ面での事業環境の整備について、官民の役割分担を含めて検討を進める必要がある。

(4)ラストマイルの人と物の流れの確保

中山間地域における道の駅等を拠点とする自動運転サービスの実現に向け、全国での社会実験を展開するとともに、地域特性を踏まえながら、持続可能なビジネスモデルを検討し、2020年までの社会実装を図るべきである。

(H29.8.22 社会資本整備審議会道路分科会建議)

自動運転をめぐる現状と課題

(1) 自動運転に係る制度整備の状況

2018年4月 政府の「自動運転に係る制度整備大綱」が策定 (レベル3以上の高度な自動運転の2020年目途の実用化)
2019年5月 道路運送車両法の改正(新たに「自動運行装置」を規定)、道路交通法の改正 (遵守規定の一部緩和)

(2) 実証実験における主な課題

< 一般道路(中山間地域) >

インフラ面からの主な課題

(参考)政府目標

(移動サービス)

中山間地域における「道の駅」等を拠点とした自動運転サービスの実証実験



- ✓ 走行空間の確保
- ✓ 路車連携施設の整備・管理
- ✓ 道の駅等の拠点での空間確保

2020年:
限定区域における
無人自動運転サービス
(レベル4)

< 高速道路 >

(物流サービス)

トラック隊列走行の実証実験
(新東名高速道路等)



- ✓ 走行空間の確保
- ✓ 隊列の連結・分離スペース確保
- ✓ GPS測位精度の低下
- ✓ 分合流における情報提供

2020年:
後続車無人 技術的に確立
2021年:
後続車有人 商業化
2022年以降:
後続車無人 商業化

(自家用車)

自動車メーカー各社による
大規模実証実験



- ✓ 走行区画線や路面表示の検出性の確保
- ✓ 高精度地図整備・精度の維持
- ✓ 分合流における情報提供

2020年 レベル3
2025年 レベル4

当面、一般交通の混在が見込まれる中、現在の技術レベルによる自動走行に対応した道路空間・インフラ機能はどうあるべきか

中山間地域の道の駅等を拠点とした自動運転サービス実証実験

実験の概要

全国の道の駅(1154箇所)の約8割が中山間地域に設置
道の駅の周辺に、診療所や買物施設など日常生活に必要な機能が集積

道の駅等を拠点とした自動運転サービスの実証実験

- ・H29年度～：短期の実証実験(1週間程度)
全国18箇所で実施
 - ・H30年度～：長期の実証実験(1～2か月程度)
現時点で、全国6箇所で実施(予定含む)
- 2020年までの社会実装を目指す

< 技術面の検証 >



専用の走行空間確保の方策



路車連携技術の検証

< ビジネスモデルの検証 >



貨客混載による農産物等の輸送



ICカードによる料金徴収、採算性検証

実験の事例(道の駅「かみこあに」(秋田県上小阿仁村))

安全かつ円滑な自動走行のため、交通量が少なく代替路もある区間に一般交通を進入させない専用区間を設定して実験を実施



【実験車両】



ヤマハ製(7人乗り)

【自動運転区間の構造】

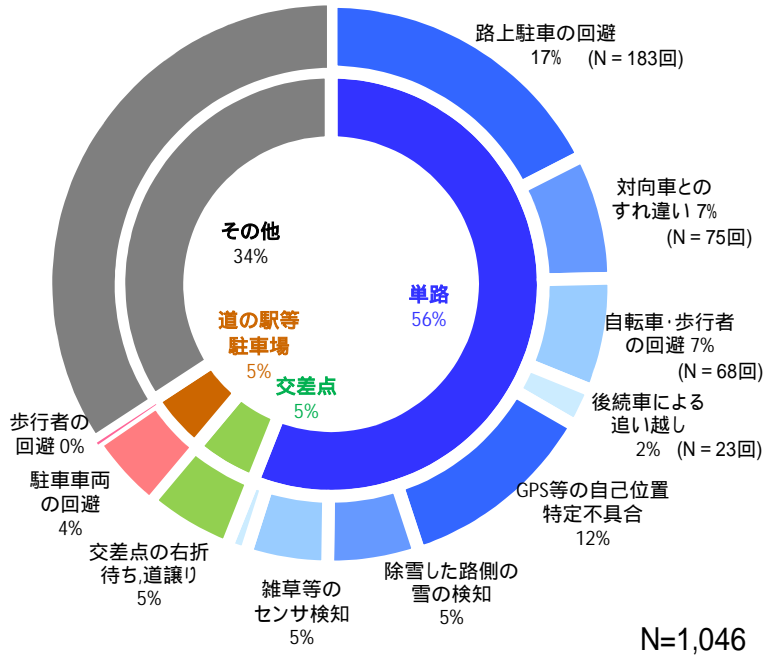


電磁誘導線を敷設、実験車両を誘導

中山間地域の実証実験における課題(1)

【走行空間の確保】

一般交通との混在空間においては、路上駐車車両や歩行者等の検知による手動介入・走行停止が発生



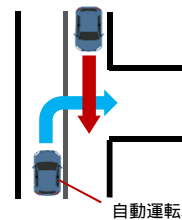
手動介入の要因別・道路構造別発生割合
(H29年度の実証実験(走行距離 約2,200km))

交差点

例：自車が右折の際に対向直進車があった場合



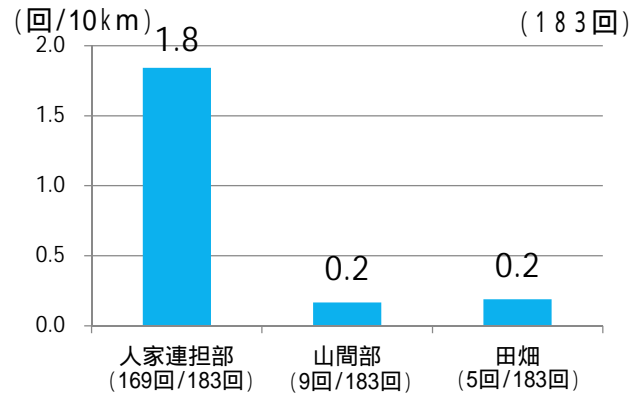
芦北でこぼん



・対向直進車両の通過を待って右折するため手動介入

自動運転車両

路上駐車車両

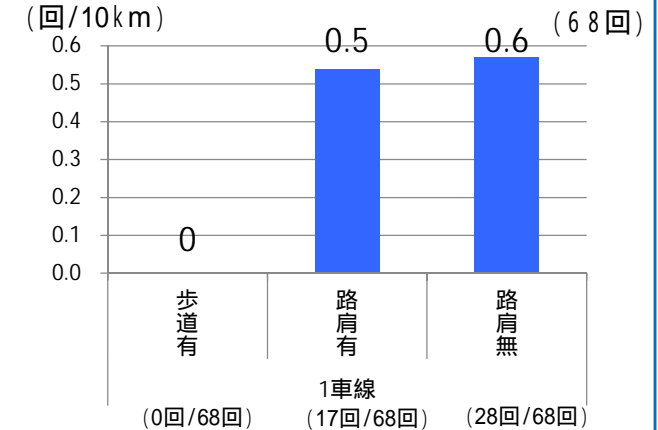


路上駐車車両の回避回数
走行路上の路上駐車による手動介入



進行方向 ↑
(道の駅鯉が窪)

歩行者・自転車



歩行者・自転車の回避の要因別発生割合

走行路上の歩行者を避けるための手動介入



(みやま市役所山川支所)

対向車

(75回)
狭隘な区間での対向車のすれ違いによる手動介入



進行方向 ↑
(道の駅芦北でこぼん)

後続車

(23回)
走行速度差による後続車の追い越しの発生

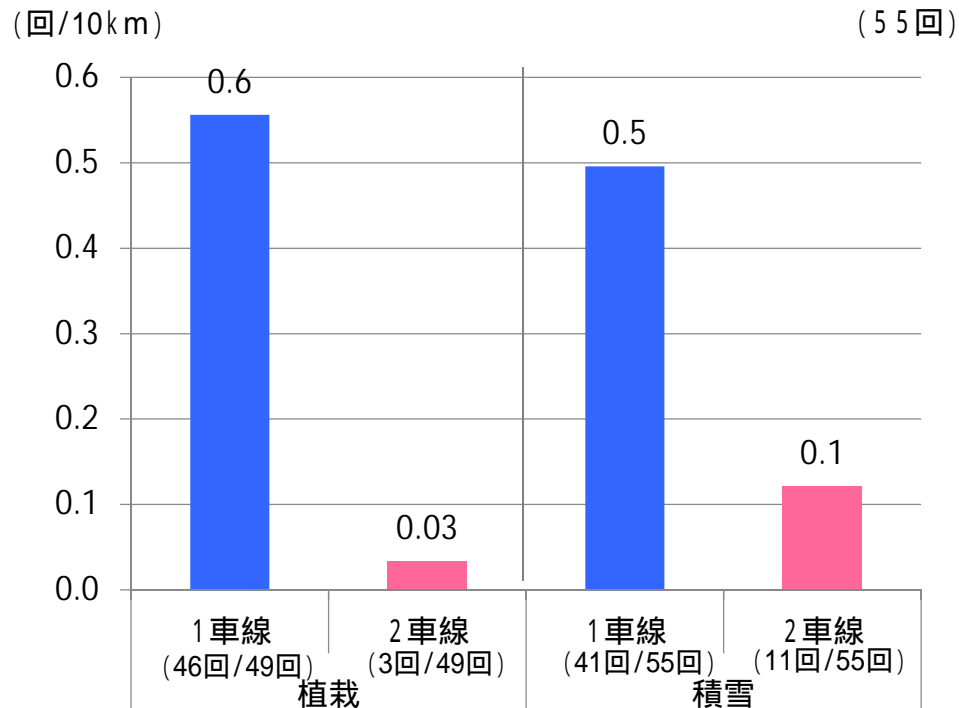


(道の駅芦北でこぼん)

中山間地域の実証実験における課題(2)

【走行空間の確保(道路管理)】

沿道の植栽・路上の積雪



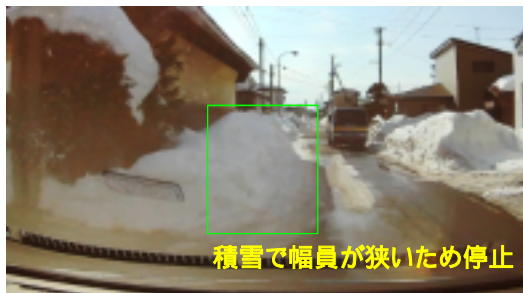
植栽、積雪のセンサ検知・回避の状況別発生回数

植栽を障害物と検知し停止



(道の駅ひたちおおた)

積雪による幅員の減少のため手動介入



(道の駅たかはた)

【拠点での空間確保】

道の駅等の拠点

走行路付近に一般車両、自動二輪車や歩行者が多く存在し、自動運転車両の走行路と錯綜

走行路上の歩行者を避けるための手動介入



(道の駅赤来高原)

駐車場内でのマス外駐車車両を避けるための手動介入



(道の駅コスモール大樹)

駐車場内での歩行者を避けるための手動介入



(道の駅南アルプスむら長谷)

駐車場で走行路上のマス外駐車車両を検知し自動停止



(道の駅かみこあに)

新東名等におけるトラック隊列走行について

実証実験の概要

トラックドライバー不足問題への解決策として、先頭車両のみが有人で後続車両が無人のトラック隊列走行の実現が期待

主に新東名高速道路において実証実験を実施

- ・H29年度：後続車有人実証実験(延長約6.3km)
- ・H30年度：後続車無人システム実証実験(延長約6.3km)
- ・R元年度：後続車無人システム実証実験(6/25~)
(実験区間延長約13.3km、多様な走行環境下)

< H30年度公道実証実験 >



新東名高速道路での実証実験

- ✓ 最大3台で隊列を形成
- ✓ すべての車両にドライバーが乗車してドライバー責任で運転
- ✓ 運転支援技術(CACC 1)により、アクセル・ブレーキの自動制御可能
- ✓ 先行車トラッキングシステムにより、追従走行・車線維持・車線変更の自動制御可能

(1) CACC (Cooperative Adaptive Cruise Control) : 協調型車間距離維持支援システム
通信で先行車の車両制御情報を受信し、加減速調整や車間距離を一定に保つ機能

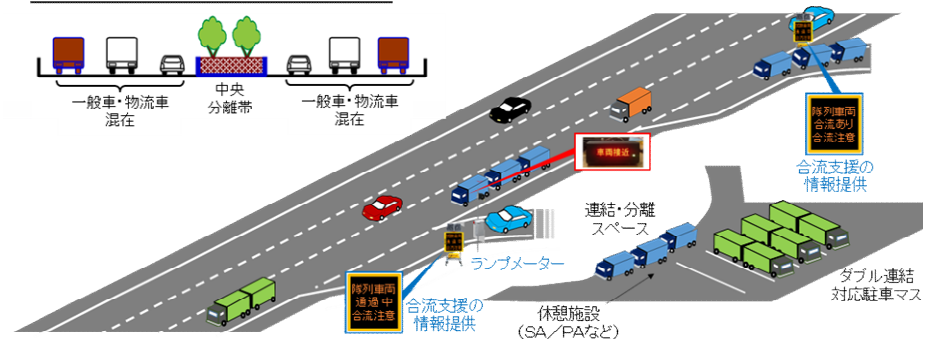
走行空間に関する検討

新東名を中心に高速道路インフラの活用策について具体的な検討を実施中

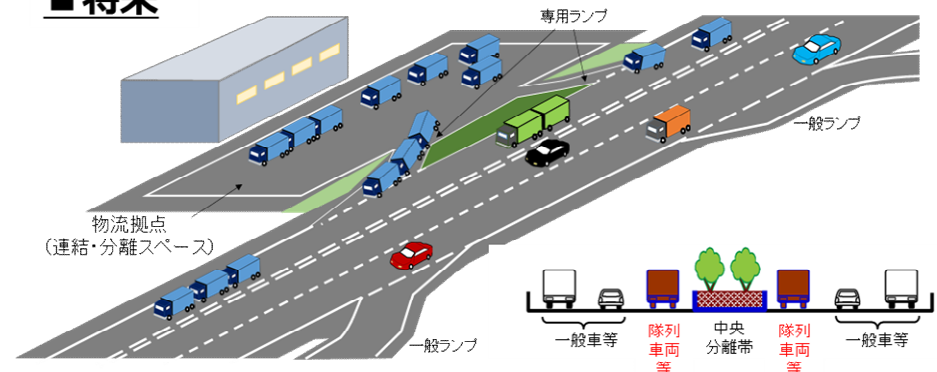
平成30年12月21日、「新しい物流システムに対応した高速道路インフラの活用に関する検討会」設置

< 新しい物流システムに対応したインフラのイメージ >

■ 商業化～商業化初期



■ 将来



「第3回 新しい物流システムに対応した高速道路インフラの活用に関する検討会」(H31.3.22) 資料より

昨年度の実証実験では検討すべき点がいくつか列挙された

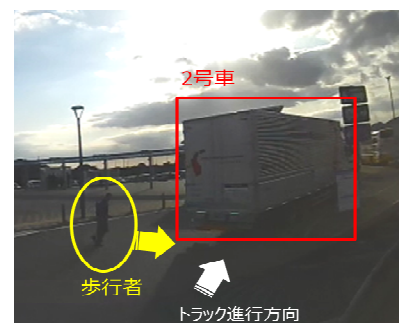
【大型車の合流障害】

大型車(バス)が合流しようとしたところ隊列トラックが本線側から接近し、合流できず停車。



【SA / PA内での歩行者との輻輳】

SA/PAの走行中に車道を横断する歩行者が車両に接近したためドライバーによる操作(ブレーキ制御)。



【GPS測位精度の低下】

自動運転に必要な位置特定精度(0.5m)は概ね確保。橋梁やネット通過時に測位精度低下(最大0.53m)。

2&3号車	平均(m)	最大(m)	σ (m)
本線	0.17	0.53	0.08
強風時本線	0.08	0.31	0.07
車線変更	0.20	0.44	0.06
右左折	0.05	0.37	0.07



ネット(ゴルフボールよけ)により測位精度が低下

【車々間通信の遅延】

複数の通信手段(光通信、760MHz帯通信、LTE)。LTEの遅延が最大で5590msec。

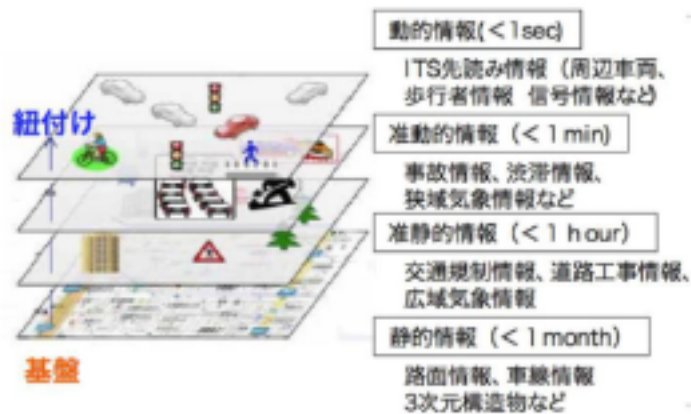
	遅延平均(msec)	最大(msec)
光通信	14	168
760MHz	268	688
LTE	141	5590

基地局間通信の切替のため大きな遅延が発生

5Gを用いた公道実証では、LTEと比べて基地局経由の通信の遅延を約10分の1に低減できることを確認

高速道路における自家用車の自動走行に向けた課題

【高精度地図の整備・精度の維持】



自工会資料より抜粋

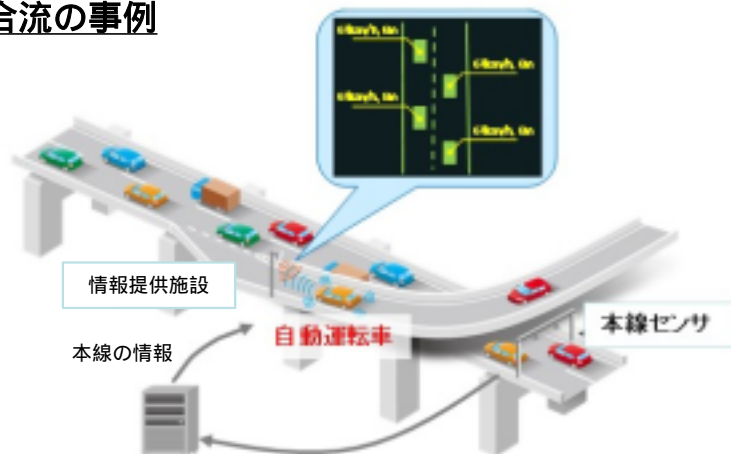
【路面表示等道路地物の検出性確保】

No	路面表示 (法定外表示 等)	技術課題
1	オプティカルドット: 速度抑制効果 	車線位置検出のばらつき要因 (誤認識)
2	3層線: 速度抑制/注意喚起 	車線位置検出のばらつき要因 (誤認識)
3	走行レーン内 減速マーク 	車線位置検出のばらつき要因 (誤認識)
4	カラー舗装: 急カーブ等 注意喚起 	区画線検出精度の悪化 (コントラスト差減少)

自工会資料より抜粋

【分合流等における情報】

合流の事例







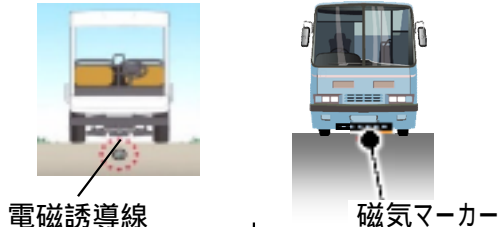
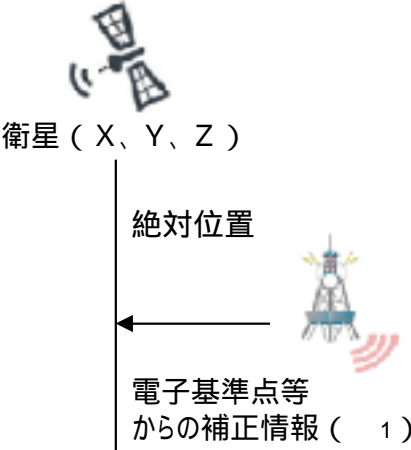

- ・本線交通状況を合流車両に情報提供
- ・合流車両は進入速度やタイミングを自動調整し、安全で円滑な合流が可能

料金所の事例

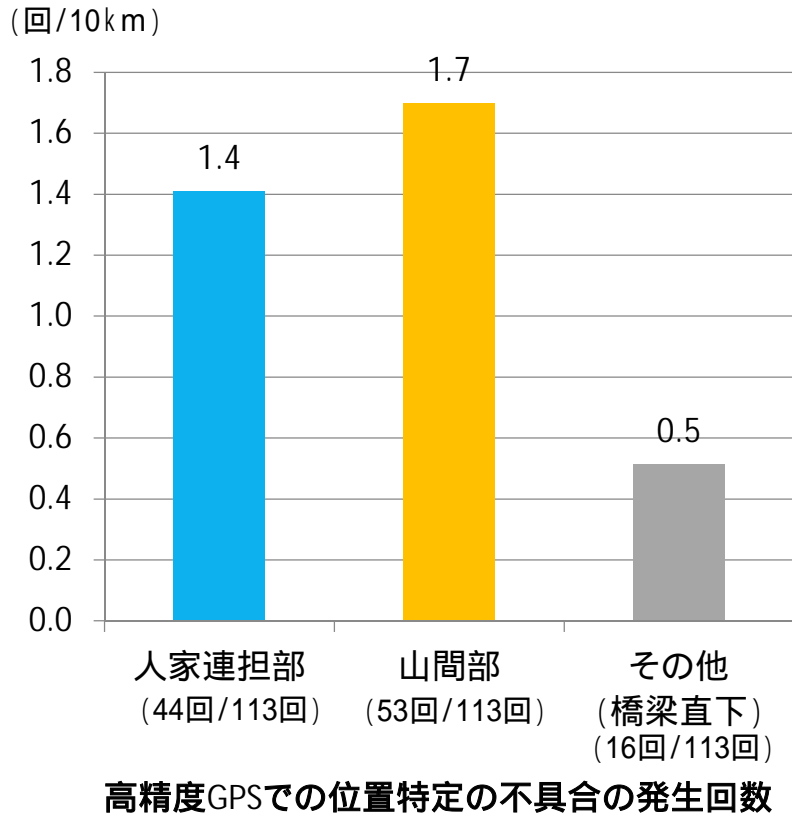


- ・レーン運用情報を通過車両に情報提供
- ・通過車両は利用可能レーンを確実に認識し、安全な通過が可能

共通的な課題 (自己位置の特定)

手法	電磁誘導線等	高精度GPS	高精度3次元地図
車両	 		
位置特定	 <p>電磁誘導線</p> <p>磁気マーカー</p> <p>↓</p> <p>位置の特定</p>	 <p>衛星 (X、Y、Z)</p> <p>絶対位置</p> <p>電子基準点等からの補正情報 (1)</p> <p>↓</p> <p>位置の特定</p> <p>(1)慣性計測装置 (I M U) を用いて補正する方法もある</p>	 <p>基準点 (X、Y、Z)</p> <p>↓</p> <p>相対位置 (2)</p> <p>高精度3次元地図</p> <p>↓</p> <p>地物の合わせ込み</p> <p>↓</p> <p>位置の特定</p> <p>カメラ等センサーで取得した情報</p> <p>(2)絶対位置表現も可能</p>
課題	○施設の整備・管理	○GPS測位精度の低下 ・山間部等地理的要因 ・トンネル部等構造的要因	○気象変化によりセンサー性能の低下 高精度地図の整備・精度の維持 ・GCP等(3)の精度の維持 ・地物位置の更新 <small>(3)GCP: Ground Control Point</small>

GPS測位精度の低下、降雪・霧など気象の変化によるセンサー性能の低下により、自己位置特定に課題



高精度GPSの対象車両は先進モビリティ

山間部でのGPS受信精度の低下



降雪をLiDARで検知



(道の駅 たかはた)



(道の駅 奥永源寺溪流の里)

赤ランプはGPS受信精度の低下を示す

霧をLiDARで検知



(道の駅 たいら)

今後の検討の方向性について

対象道路		ユースケース	走行空間	拠点空間
一般道路	中山間地域	輸送サービス	<p>地域の特性に応じた走行空間の確保のあり方</p> <ul style="list-style-type: none"> ・専用空間の構築 ・一般交通との混在空間での走行 ・法制度上の位置づけ <p>交差部等における道路側からの情報提供のあり方</p>  <p>ライジングボラード等で構築した専用空間のイメージ</p>	自動運転車に対応した道の駅や交通ターミナル等の拠点のあり方
	都市部		<p>走行空間の確保のあり方</p> <ul style="list-style-type: none"> ・専用空間の構築 ・一般交通との混在空間での走行 ・法制度上の位置づけ <p>分合流部における道路側からの情報提供の方法</p>  	<p>隊列の連結・分離 スペースの確保方策</p> <p>—</p>
高速道路		トラック		
高速道路		自家用車		
共通事項			<p>自己位置の特定を支援するインフラ機能・施設のあり方(路車協調システム)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電磁誘導線・磁気マーカ、高精度3次元地図の基準点、情報提供のための通信システム等 ・法制度上の位置づけ <p>自動運転に対応した走行空間・支援施設等の整備・管理のあり方(官民の役割分担含む)</p>  	