

自動運転の課題と検討内容(案)

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)>

(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



インフラ面からの主な課題

- ✓ 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

(参考)政府目標

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

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箇所で開催
 - ・H30年度～：長期の実証実験(1～2か月程度)
 - ⇒ 現時点で、全国6箇所で開催(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が進入し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】

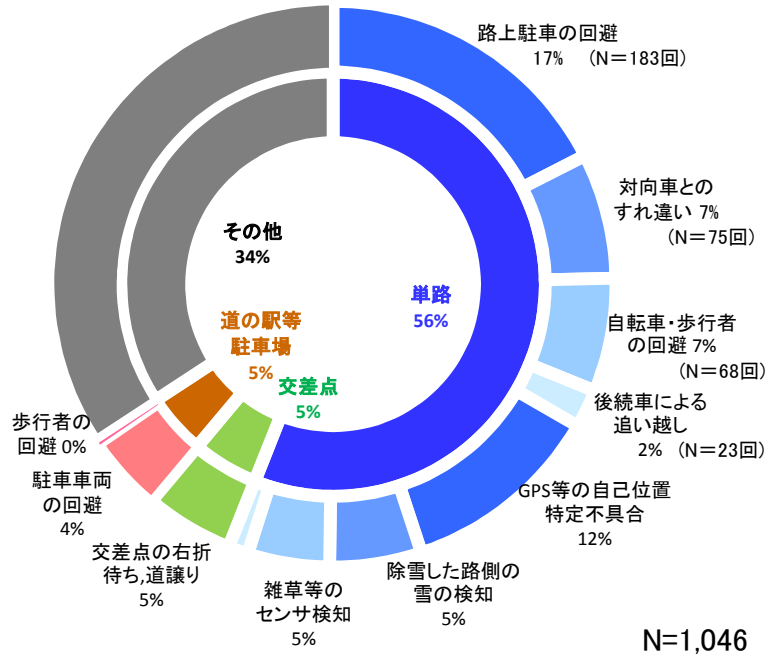


○電磁誘導線を敷設、実験車両を誘導

中山間地域の実証実験における課題(1)

【走行空間の確保】

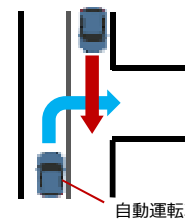
○一般交通との混在空間においては、路上駐車車両や歩行者等の検知による手動介入・走行停止が発生



▲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いた場合

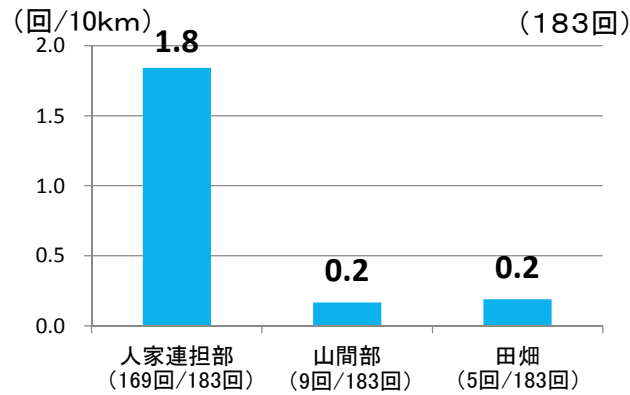


・対向直進車両の通過を待つて右折するため手動介入

自動運転車両

芦北でこぼん

路上駐車車両



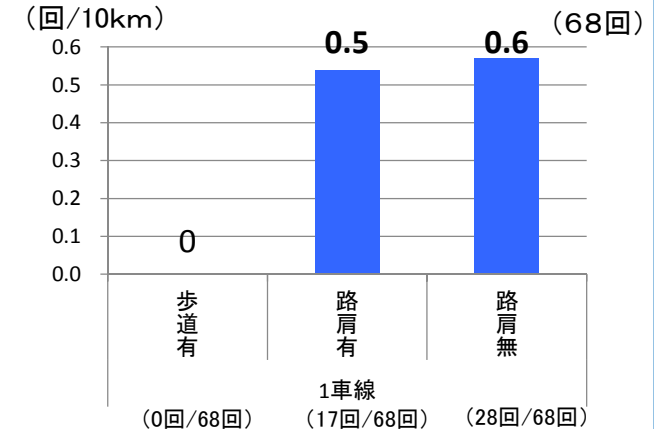
▲路上駐車車両の回避回数

▼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

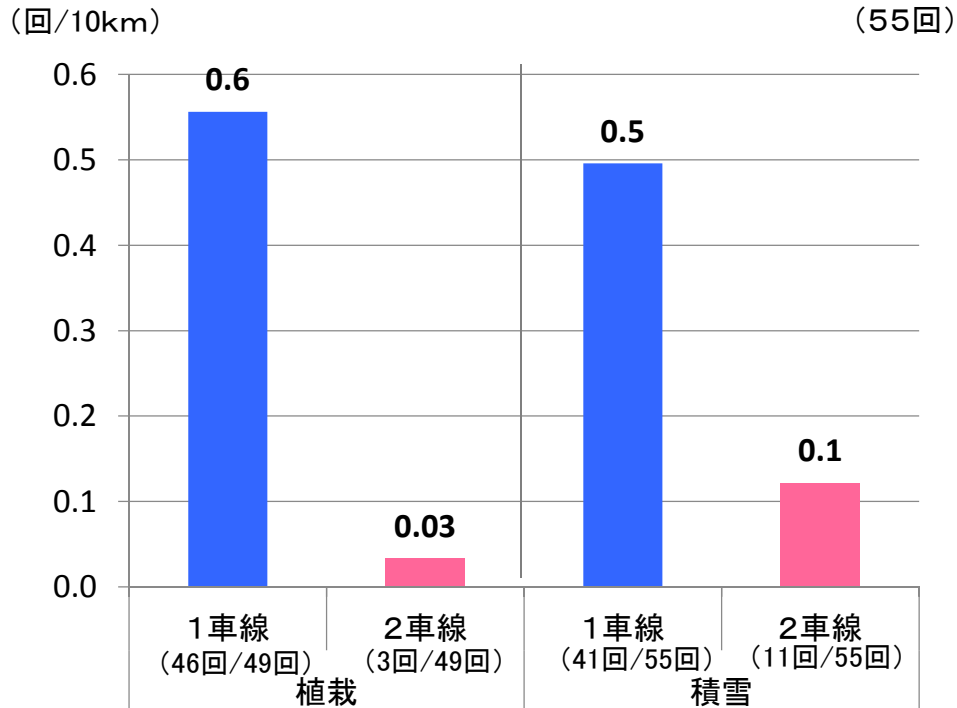


(道の駅芦北でこぼん)

中山間地域の実証実験における課題(2)

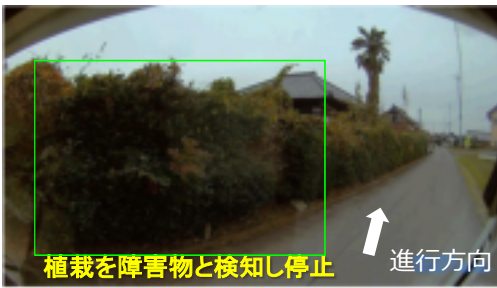
【走行空間の確保(道路管理)】

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)

ニュータウンにおける自動運転サービス実証実験

■実験の目的・ニュータウンの課題

目的

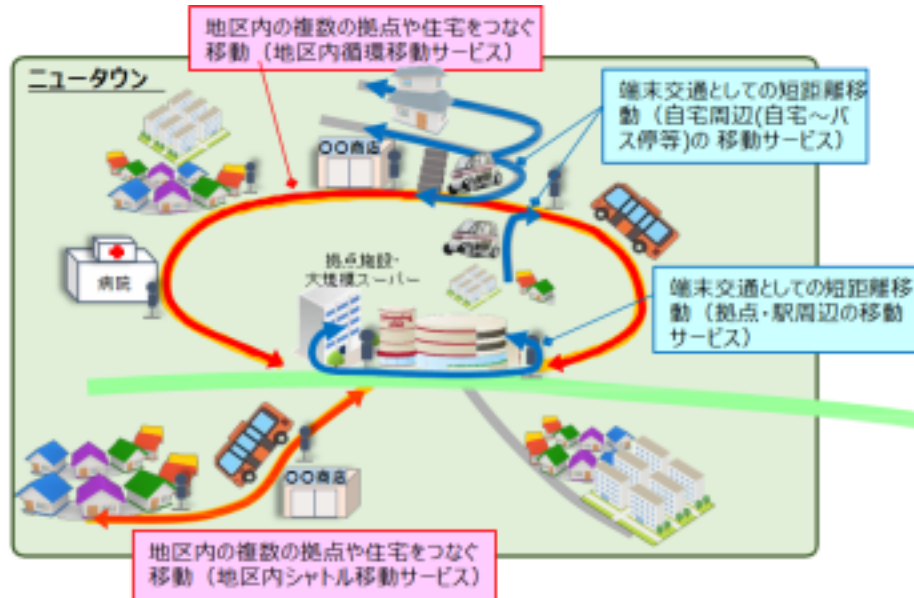
昭和40～50年代に大量に供給されたニュータウンにおける公共交通ネットワークへの自動運転サービスの社会実装に向けて、実証調査等を行い、自動運転を活用した公共交通サービスの導入に向けた課題の整理を行う。

ニュータウンの特徴・課題

- 地域の高齢化が進展
- 丘陵地での立地や、立体的な歩車分離

高齢化に伴い、徒歩による上下移動や、自家用車運転の困難化等が進むため、移動手段確保が大きな課題

<ニュータウンで求められる公共交通サービスイメージ>



■実験の概要・事例

実施内容

- 自動運転を活用した公共交通サービスの導入に向けたビジネスモデル及び事業性の調査
- 上記調査を踏まえ、ニュータウンにおける自動運転サービスの社会実装に向けた技術的制約及び技術的課題の検討と整理
- 短期実証調査による技術的制約、技術的課題及び事業性などの検証

実験期間	2019年2月の1週間程度
実験場所	①東京都多摩市 諏訪・永山団地 (多摩ニュータウン) ②兵庫県三木市 緑が丘・青山地区 (緑が丘ネオポリス・松が丘ネオポリス)

<①多摩ニュータウンの事例>



- 利用時間: 9～17時
- 走行延長: 1.4km (約15～20分で走行) 定ルート、デマンド予約方式 (Web, 電話)
- 利用者: 団地内の高齢者・子育て世代を想定。期間中77件、延べ114人利用

※関係者除く

ニュータウンの実証実験における課題等

【実証実験を通じた課題等(特にH30.12以降)】

走行の安全性

- 歩車未分離の道路や見通しの悪い交差点において、歩行者や一般車両との接触回避のため、手動介入が発生
- 右折等において、駐停車車両の回避のため、手動介入が発生
- ONT内の狭隘道路等において、後続車両の追越しのため、手動介入が発生（自動運転車両は団地内の道路を10km/h程度で走行）

＜手動介入が発生した場所（例）＞
人の飛び出し(団地内道路)



団地内の狭隘道路での走行

右折する先の駐停車車両



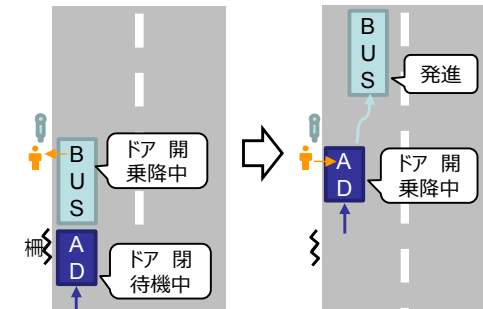
後続車両による追越し
(右折レーン走行中)



既存バスとの乗り継ぎ

- バス停において乗降スペースが不足し、既存バスと自動運転車両が、同時に乗降できない等、乗継ぎに課題。

＜バス停での乗り継ぎに関する課題（例）＞



ビジネスモデル・社会受容性等

多様な移動ニーズへの対応

- 移動ニーズに対応したルート設定と適切な車両の選定に課題

持続可能なビジネスモデル

- 運賃収入単独では、人件費や車両維持費をまかなうことが困難。

社会受容性の醸成

- 一般車の運転手等が、自動運転車との遭遇時に、不安や不快感を感じるが多かった。

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63km)
- ・H30年度：後続車無人システム実証実験(延長約63km)
- ・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133km、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
- ✓ 先行車トラックシステムにより、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>

■後続車無人隊列の商業化まで



■後続車無人隊列の普及時



※「第4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」(R1.6.24)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

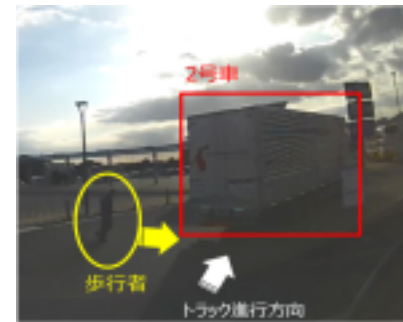
【大型車の合流障害】

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】

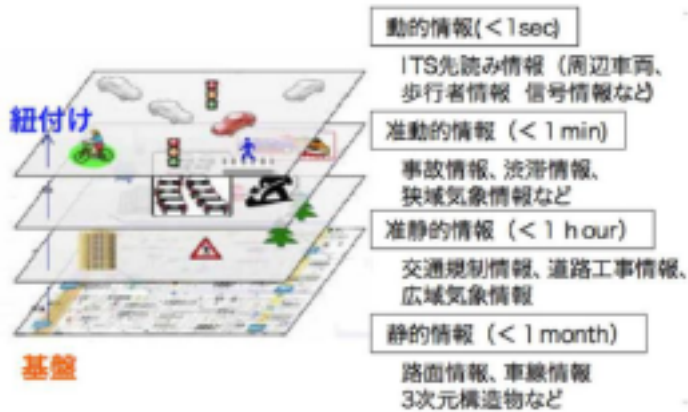
複数の通信手段(光通信、760MHz帯通信、LTE)。LTEの遅延が最大で5590msec。

	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

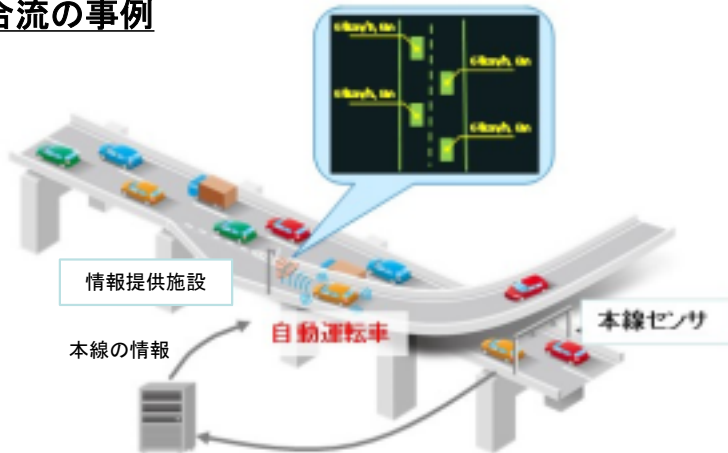
【路面表示等道路地物の検出性確保】

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











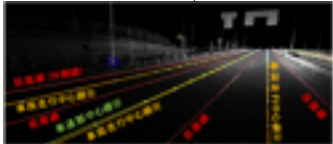

- ・本線交通状況を合流車両に情報提供
- ・合流車両は進入速度やタイミングを自動調整し、安全で円滑な合流が可能

料金所の事例



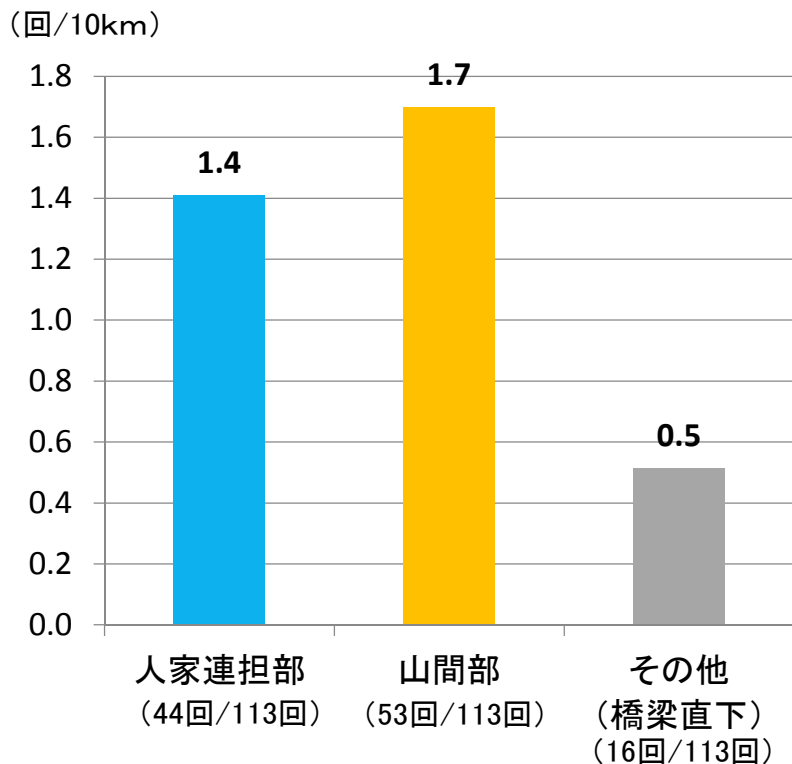
- ・レーン運用情報を通過車両に情報提供
- ・通過車両は利用可能レーンを確実に認識し、安全な通過が可能

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(IMU)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>カメラ等センサーで取得した情報</p> <p>↓</p> <p>位置の特定</p> <p>(※2)絶対位置表現も可能</p>
課題	<p>○施設の整備・管理</p>	<p>○GPS測位精度の低下</p> <ul style="list-style-type: none"> ・山間部等地理的要因 ・トンネル部等構造的要因 	<p>○気象変化によりセンサー性能の低下</p> <p>○高精度地図の整備・精度の維持</p> <ul style="list-style-type: none"> ・GCP等(※3)の精度の維持 ・地物位置の更新 <p>(※3)GCP: Ground Control Point</p>

GPS受信,センサー性能低下の例(中山間地域の例)

○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での位置特定の不具合の発生回数

※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



(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

▼降雪をLiDARで検知








(道の駅 たかはた)

▼霧をLiDARで検知



(道の駅 たいら)

今後の主な検討内容について

対象 道路	ユース ケース	主な検討内容
高 速 道 路	トラック 隊列 走行	<p><走行空間> ○トラックの隊列走行空間の構造や管理についての仕様・基準</p> <p><必要な安全対策> ○ランプメータリング等の合流制御方法</p> <p><隊列の形成・解除拠点> ○専用の走行空間に直結する物流拠点の整備手法</p> 
	自家用車	<p><走行空間> ○自動走行に対応した道路空間の構造や管理についての仕様・基準</p> <p><インフラからの走行支援> ○自己位置特定の支援方法 ・位置情報の提供方法 ・高精度3次元地図の基準点整備</p>   <p>高精度 3次元地図</p>
一 般 道 路	中山間 地域 など 輸 送 サ ー ビ ス	<p><走行空間> ○自動走行に対応した道路空間の構造や管理についての仕様・基準</p> <p><必要な安全対策> ○交差部における情報提供方法、地域におけるルール</p> <p><インフラからの走行支援> ○電磁誘導線、磁気マーカ等による支援方法</p>   <p>電磁誘導線</p>