

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

実証実験の結果について

（実験車両協力者様 説明資料）

1. アイサンテクノロジー(株) (p.2~4)

2. 先進モビリティ(株) (p.5~10)

3. (株)DeNA (p.11~13)

4. ヤマハ発動機(株) (p.14~18)



(オーバーライド事例)
トンネル内では、進行方向に対して、地物の変化が無い為、自転車位置を見失う場合があった。
⇒解決策：
自動運転システムの機能強化
やジャイロセンサーの追加搭載などで解決可能

目視による遠隔操作で自動走行
(自動運転レベル4)
○運転者が車外で発進・停止の操作を実施
(Wi-Fi通信を用い、目視で走行状況を確認)
○緊急対応用に係員が助手席に乗車
○専用空間を走行 [0.3km]

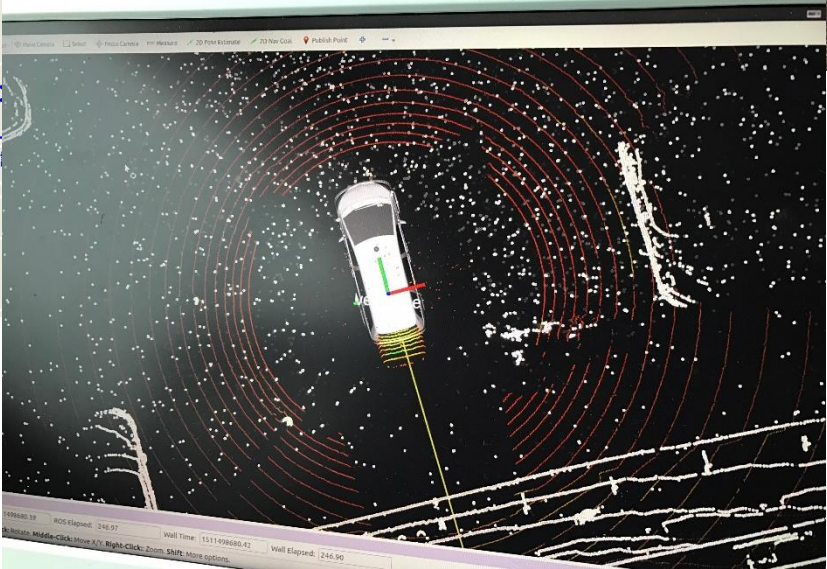


実施期間：11/26～11/30



(オーバーライド事例)
一時停止からの、
国道への左折侵入
で、何故オーバーライド？

降雪により、Lidarが雪をとらえ、障害物として認識し、走行をスタート出来ない場合があった。
⇒解決策：全天候型のLidarの搭載や障害物検知のアルゴリズムを強化する等



実施期間：2/26～3/4



(オーバーライド事例)
 出発時、通常であれば、見通しがいい箇所も、除雪の積雪の影響で、右からの直進車両が見えづらく、目視の確認を行いながら徐々に左折する必要があった。
 ⇒解決策：車両前方に左右の認識ができるLidarの装備
 又は信号の設置

(オーバーライド事例)
 道幅が狭く、車道横にある除雪の積雪により、通常よりもさらに、道幅が狭くなることで、対応車とのすれ違いの場合、停車せざるを得ない状況があった。
 本質的に手動運転でもすれ違いが困難
 ⇒解決策：道幅の狭いルートを除外する等

(オーバーライド事例)
 道路上の積雪のわだち堀れ（凍結）により、ハンドルが取られることで、介入と同じような動きとなった。
 (自動運転の強制解除)
 ⇒解決策：冬季は低速走行を行う等



吹雪により、Lidarが雪をとらえ、障害物として認識し、走行をスタート出来ない。
 ⇒技術解決策：障害物検知のアルゴリズム改善や全天候型のLidarの採用等

【実験車両】

 ○アイサンテクノロジー(株)

【実験スケジュール】
 ○ 2/25(日) 13:30～
 ○ 2/26(月)～3/4(日) 8:30～16:30 (うち2/26は10:00～16:30)
 ※1便あたり約2.7km
 ※乗車モニターあり

先進モビリティ担当実験場所



北海道大樹町



滋賀県東近江市



長野県伊那市

先進モビリティバス型実験車機能

1. 走行ルートに沿ったレーンキープ制御機能

予め決められたルート軌跡目標座標を追従するよう高精度測位方式RTK-GPS又は磁気マーカを用いてハンドルを自動制御

2. 走行ルートに沿った全域速度制御機能

あらかじめ設定された目標速度で走行するようにアクセル、ブレーキを自動制御。
交差点手前では一時停止線にて停止

3. 車線変更制御機能と全車速ACC制御機能

Lidarとカメラ画像、ミリ波レーダを用いた障害物認識による車線変更制御又は全車速制御



実証実験を通じた課題と要因一

【課題】

RTK-GPSの測位精度低下に伴うハンドルのオーバライド回数が大

○オーバライド回数=103回/245回(42%)

○オーバライド割合=3.1回/10km

*なお、磁気マーカによるハンドル制御時のオーバライド回数=0

【要因】

- ・切り土部および樹木によるGPS受信個数の低下
- ・4GLTEの電波強度低下による位置補強情報の欠落



実証実験を通じた課題と要因2および3

【課題2】

障害物未検出にともなうブレーキのオーバライド回数が比較的大

○オーバライド回数=40回/245回(16%)

○オーバライド割合=0.7回/10km

【要因】

○認識が難しい道路側障害物

○横断開始直後の歩行者認識



【課題3】交差点右折時のブレーキオーバライド回数が比較的大

○オーバライド回数=16回/245回(6%)

○オーバライド割合=0.23回/10km

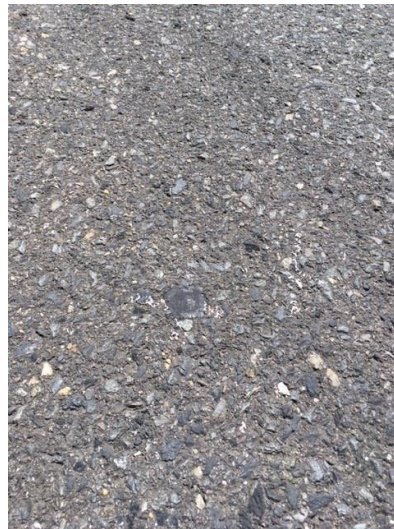
【要因】

右折時の対向車線走行車両の認識が困難

課題に対する改善策

1. RTK-GPSの精度低下につながる道路環境では磁気マーカによる車線維持制御

- 比較的容易にマーカが設置可能
- 一般ドライバーの視認性への影響はなし



2. 障害物認識の認識率向上

高精度デジタル地図を用いたローカルダイナミックマッピング
活用(道路境界線情報による道路構造物との識別)

1. 遠隔監視による公道実証実験

2. インフラ設備と協調した公道実証実験

- 信号スプリット情報との協調によるGOandSTOP制御
- 道路監視センサとの協調による交差点走行制御
(信号なし交差点)
- 全線磁気マーカを用いた自動走行制御

1. 車両の観点から確認された課題と要因

- ◆ 当社が運行しているロボットシャトルはハンドルもブレーキもない車両であり、「無人運転」を実現しているが、車内には運転を行わないオペレータが搭乗しており、運行には人手が必要となる。
- ◆ 過疎地域等においては、車内に一切人がいない運行も求められうるが、そこに向けては、車両においては、例えば、下記技術要素が必要と考えられる。
 - センサー等も含めた各種機能の冗長性
 - 異常時における機能（地面の陥没等）



2. 改善策

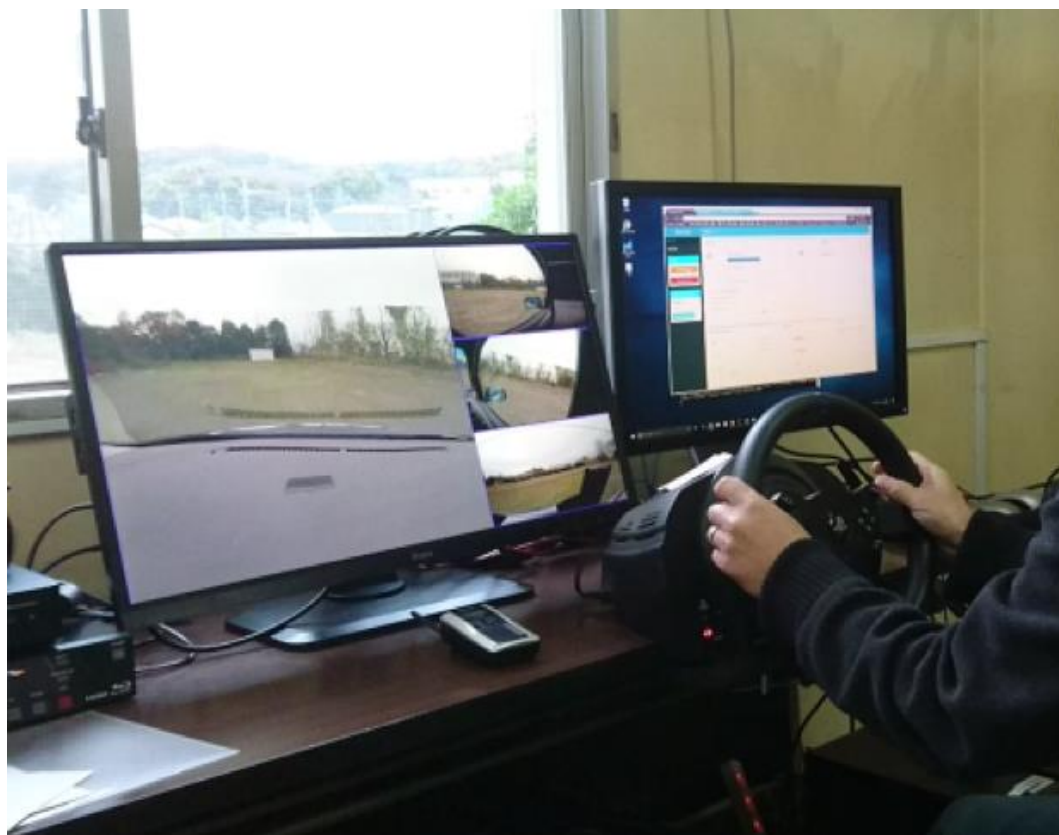
- ◆まずは人が乗車した状態での運行を重ね、異常事態における様子を把握し、知見を蓄える。
- ◆十分に安全が確保された状態において、遠隔型等の仕組みを用いて、「一部、人が関与する」状態における運行を重ね、知見を蓄えていく。



3. 2020限定地域でのレベル4実現に向けて今後必要な実験内容

◆遠隔型等の「一部、人が関与する」実証実験の実施

- 人対車両が1対1で行う遠隔型実証実験
- 人対車両が1対Nで行う遠隔型実証実験



実証実験の概要

車両

ヤマハ発動機株式会社



「レベル4」（専用空間）+ 「レベル2」（混在交通（公道））

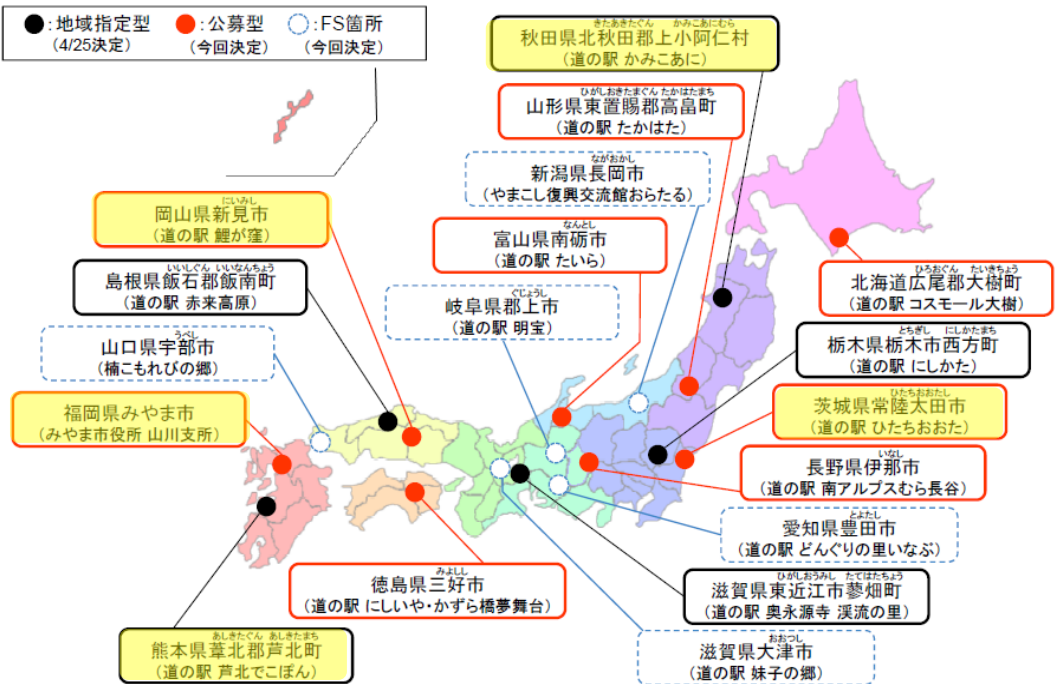
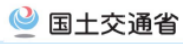
埋設された電磁誘導線からの磁力を感知して、既定ルートを走行

定員：4～6人程度

速度：自動時～12km/h程度
手動時20km/h未満

実証実験箇所（5箇所）

平成29年度 実証実験箇所 位置図



走行距離

	実証実験期間	総走行距離※ km	
		Level2	Level4
芦北でこぼん	10/1-10/7	218.0	16.4
ひたちおおた	11/19-11/25	143.1	26.5
かみこあに	12/4-12/10	126.8	10.2
みやま市役所	2/18-2/24	149.5	13.2
鯉が窪	3/11-3/16	72.0	16.0
		709.4	82.3

※ Level2の走行距離には手動運転区間も含む

課題の要因と改善策

課題	要因	改善策 車両	改善策 インフラ	改善策 運営
植栽・雑草などを検出し自動停止	路肩近くに走行ルートを設定すると影響を受けやすくなる。 障害物検出範囲の調整不足。	障害物検出範囲の調整	植栽、雑草の管理レベルの向上	
歩行者・自転車の回避	路肩近くに走行ルートを設定すると自転車、歩行者の利用空間と重なることが多くなる。		走行ルートの明示 通行空間の確保	
路上駐車車両の回避	特に人家連担エリアで、一時的な路上駐車が多く、走行路を塞がれる。	レベル2では、 手動回避 レベル4では、 遠隔操縦	走行ルートの明示 優先ルートの設定	
後続車の追い越し	特に幹線道路では、一般車との実勢速度の違いがあることから、追い越されが発生しやすい。		バス停留所などを活用した待避所の設置	ルート設定の工夫
道の譲り合い、右直、優先車両待ち等による手動停止	速度が出せない分、自車の安全確保あるいは一般車両に迷惑をかけたくないという意識になりやすい。 信号の無い交差点や、細街路は優先権やルールが不明確。	他車に自車の次の動きを明示する	優先権やルールの明確化	ルート設定の工夫
雪による道路幅員減少	雪により走路幅が狭くなる。道路脇の除雪された雪をセンサが検知。		除雪レベルの向上	

手動操作等の発生状況

植栽・雑草などを検出し自動停止

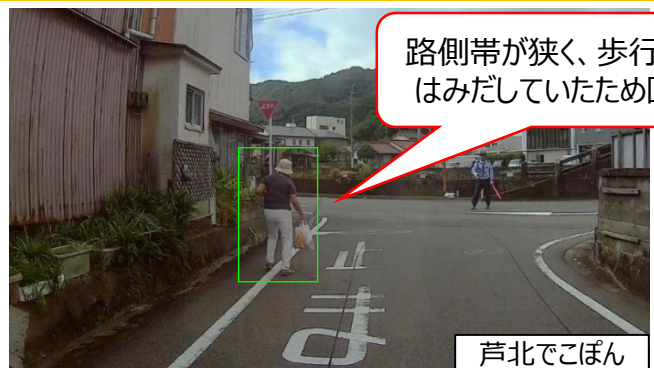


ひたちおおた

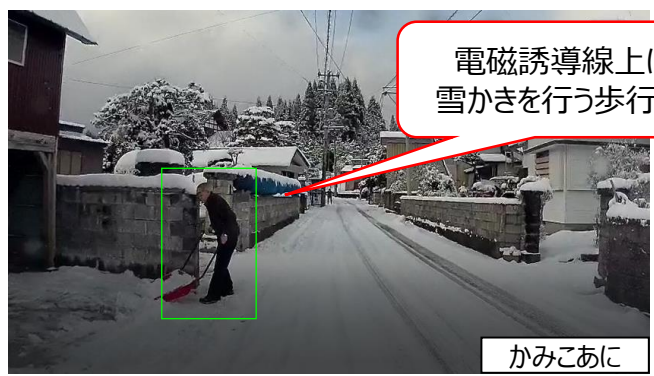


かみこあに

歩行者の回避



芦北でこぼん

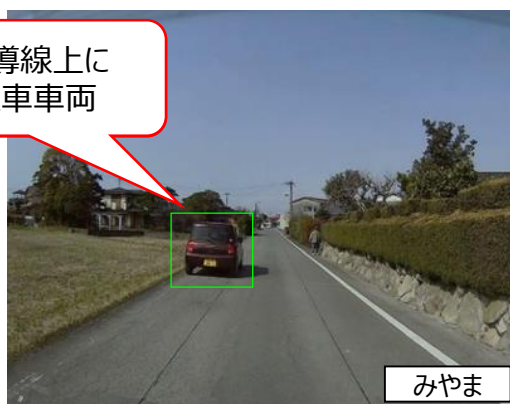


かみこあに

路上駐車車両の回避



鯉が窪



みやま

後続車の追い越し

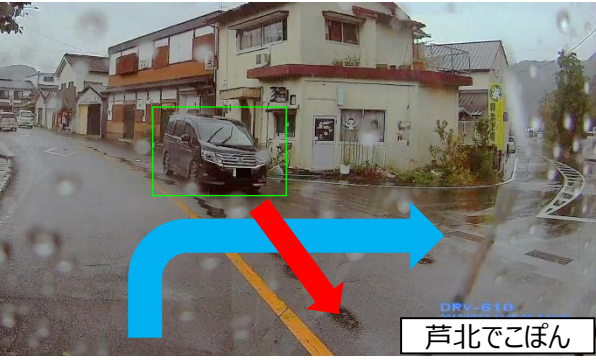
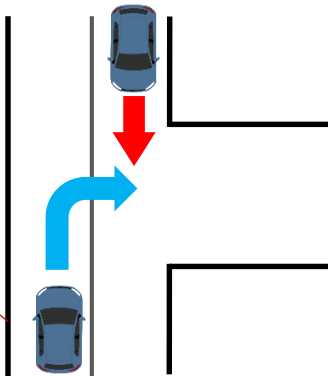


芦北でこぼん

出合い頭、交差点等での手動操作介入

①自車が右折の際に
対向直進車がいた場合

自動運転車両

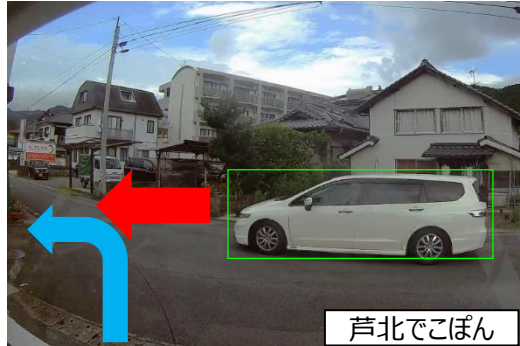
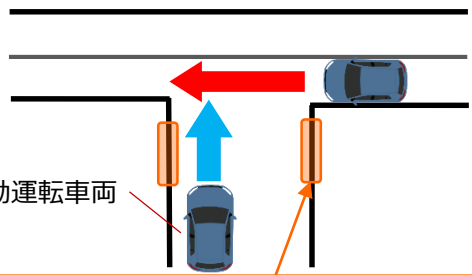


・対向直進車両の通過を待って
右折する必要があるため、マニ
ュアル操作介入

②主道路に出るタイミングで主道路を
直進する車両がいた場合

自動運転車両

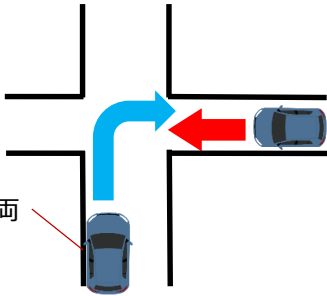
特に見通し悪い交差点の場合



・主道路を直進する車両の通過
を待って主道路に出る必要があ
るため、マニュアル操作介入

③幅員が小さい交差点での譲り合い

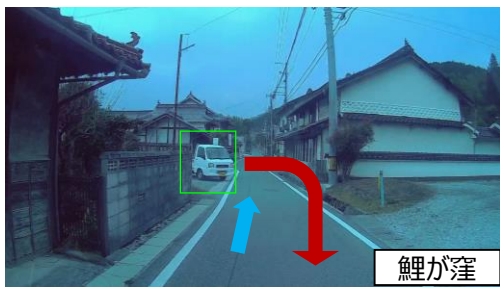
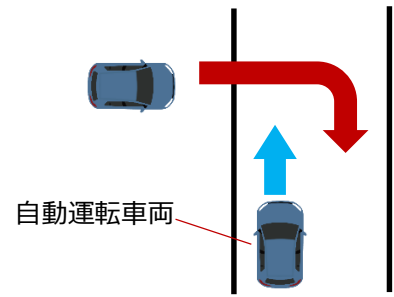
自動運転車両



・幅員が小さい交差点では、譲
り合いが必要であるため、マニ
ュアル操作介入
左図では軽自動車が出て来るの
を待ってから自動運転車両が進入

出会い頭、交差点等での手動操作介入

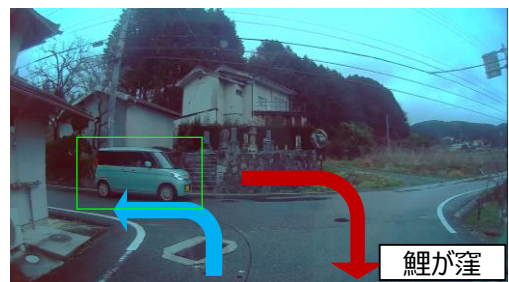
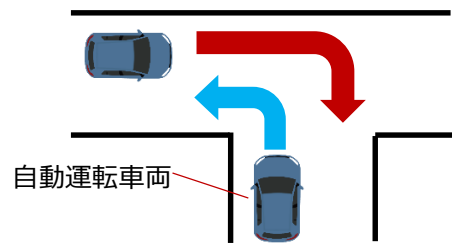
④沿道駐車場からの出入り



※主道路は自動運転車両が走行している道路であり、本来は自動運転車両が優先

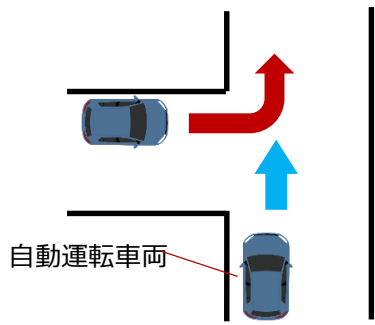
・沿道駐車場から車両が出てきたため、マニュアル操作介入

⑤交差道路にいる車両の右折



・交差道路から車両が出てきたため、マニュアル操作介入

⑥道の駅内出入口部の車両の影響



・出入口部の車両の影響を受け、マニュアルにより、一時停止