

第2回分科会でのご意見について

○第2回SMI都心ライン自動運転技術等検討分科会

開催日時：令和5年10月3日午前10時～【堺市役所本館3階 大会議室2・3】

<いただいたご意見>

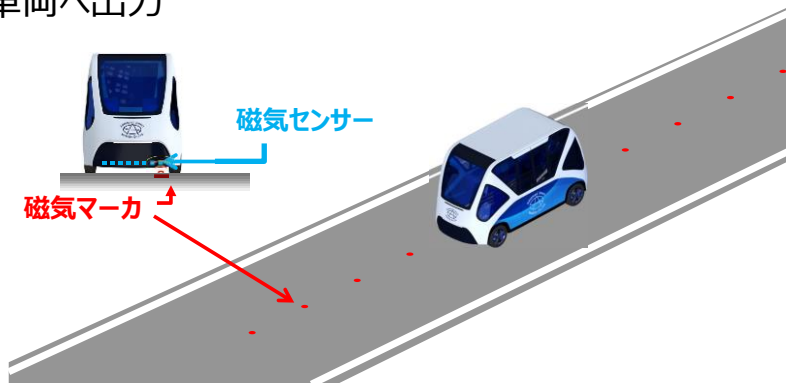
正着精度向上に寄与する技術について、施工方法、維持管理上の課題など、各技術のメリット・デメリットがわかるように整理すること

自動運転の自己位置推定技術（第2回資料より）

		技術	概要
基本的な技術		GNSS	<ul style="list-style-type: none"> ● 人工衛星から送られてくる電波を利用して地上の位置を三次元的に求める測量システム ● 建物や植栽、トンネルなど天空が遮断される場合や、衛星の位置により自己位置推定が不十分な場合がある ● 誤差を踏まえた設定等が必要
	3Dマップマッチング	車載センサー	<ul style="list-style-type: none"> ● 周辺状況を認識するもので、LiDAR（ライダー）やミリ波レーダ、ジャイロセンサーなどがある ● LiDARの場合、レーザー光を照射して対象物との距離や位置、形状までを正確に測定 従来の電波による認識に比べて高精度で検出できるため、開発が加速している ● 地図（3Dマップ）と走行時のセンサーによる観測結果の差で自己位置や障害物を検知するため、ベースとなる地図に高い精度が求められる
		3Dマップ	<ul style="list-style-type: none"> ● 路面情報、道路や車両の位置を特定する三次元地理空間情報 ● 地形や構造物等の形状・位置情報・高さなど、三次元点群データを用いる
の正着精度向上のための技術		磁気マーカ	<ul style="list-style-type: none"> ● 道路に磁気を帯びたマーカを設置し、車両底部のセンサーで検知することで自己位置を推定する
		ターゲットラインペイント	<ul style="list-style-type: none"> ● 路面やトンネル内に塗布し、車両に設置したLiDARで検知することで自己位置を推定 ● 人間の目には認識しづらい色のため、路面標示との誤認を避けることが可能

概要

- 走行軌跡上に設置した磁気マーカを磁気センサーで検知する事で車両の位置を正確に推定
- 磁気マーカを基準とした車両（センサー）の横ずれ量を車両へ出力



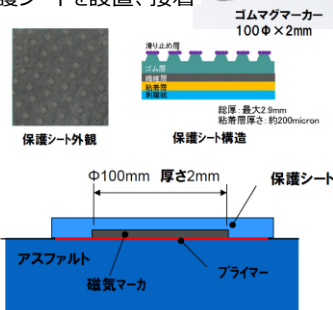
- 表面設置型と埋設型があり、表面設置型は実証実験など簡易な設置が可能、埋設型は耐久性に優れる

■ バリエーションと設置イメージ

● 表面設置型

施工方法

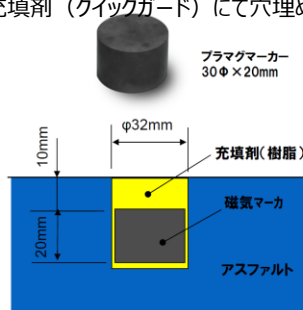
- ① 路面にプライマーを塗布
- ② 磁気マーカを設置、接着
- ③ 保護シートを設置、接着



● 埋設型

施工方法

- ① 電気ドリルでφ32mm、H30mm程度の穴を開ける
- ② 磁気マーカを設置
- ③ 充填剤（クイックガード）にて穴埋め



メリット

- 磁気マーカシステムなら光学デバイス（LiDAR等）やGPS（GNSS）が苦手な状況でも使用可能

光学デバイスが不得手とする領域



逆光



積雪

GPSが不得手とする領域



地下



高架下

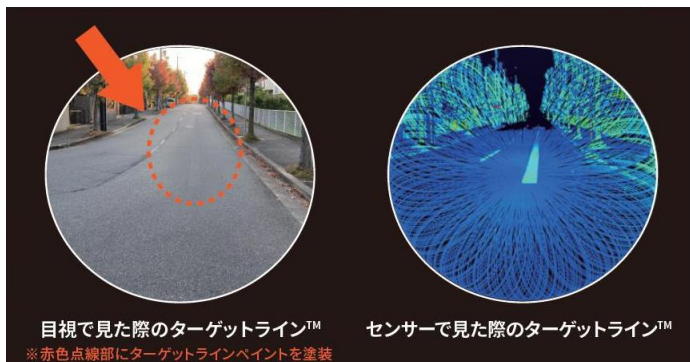
事例

- 宮城県 気仙沼線においてBRT専用大型自動運転バスを磁気マーカシステムも用いて実用化（2022/12/5～）



概要

- 目視ではアスファルトに同化し、LiDAR（自動運転車両に搭載されるセンサー）からは認識できる特殊塗料
- 道路、トンネルなどインフラに塗装することにより、GNSSが届かないところ等でも自動運転車両が走行できる環境整備が可能
- 塗料を塗るだけなので、環境構築やルート変更が容易にできる



- 「LiDARセンサー」はパルス状のレーザー光を用いて対象物の検知と位置測定を行うセンサーで、自車位置推定等にも用いられる
- 通常、対象物が黒や暗色になると、レーザー光が吸収されてしまい対象物の認識が難しいが、「ターゲットラインペイント」は暗色でもそのレーザー光を高反射させることができLiDARからの認識を可能にする



メリット

- 導入の容易性
道路面等に塗るだけで短期工事かつリーズナブルなコストで導入可能
- メンテナンス性
必要な箇所のみ再塗装、ルート修正も対応可能
- 設計の自由度
ガードレールや縁石、トンネル壁面等にも塗装の形状も自由に設定可能
- センサーの共通化
自動運転車両に装備されているLiDARセンサーを活用可能

事例

- 東京都西新宿等において実証実験を実施
- バス停路面に合わせた色で対応



正着精度向上に寄与する技術の比較

- 「磁気マーカ」「ターゲットラインペイント」について、メーカーヒアリングを含めて特徴などを整理した。
 - いずれも正着精度は目標をクリアする可能性があり、特徴等はそれぞれ一長一短がある。
- ⇒実証実験等により、上記技術の活用について今後検討。

技術		磁気マーカシステム	ターゲットラインペイント
必要な 設備	車両側センサー	磁気センサー	LiDAR
	道路側インフラ等	磁気マーカ	ターゲットラインペイント
施工方法		アスファルトに孔（Φ32mm、D30mm）を開け、磁気マーカを設置（2m間隔）し、充填剤で埋める<埋設型の場合>	ローラー等を用いてアスファルトに塗料を塗布
正着精度		0.5cm～6.6cm程度 ※メーカー実験結果による	実績なし ※同じ仕組みのカメラ×白線検知で3～6cm程度
耐用年数		半永久 ※アスファルトの更新より長いと想定	白線と同程度 ※塗装の剥がれ、摩耗などの管理が必要
特徴	メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・磁気で読み取るため、逆光や積雪など光学デバイスが不得意とする領域にも対応可能 ・正着実験の実績があり実用化済 ・耐用年数が長い 	<ul style="list-style-type: none"> ・通常搭載するLiDARを併用する場合は追加の車載機器は不要・設置が比較的容易（区画線等と同様の工事）
	デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ・専用の車載機器が必要（磁気センサー） ・埋設型の場合、ターゲットラインペイントに比べて設置に手間がかかる ・道路工事等で欠損する場合がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・積雪等で隠れる場合はラインが読み取れない ・車両の走行等によって摩耗が生じる ・正着に関する実績がない
主な事例		<ul style="list-style-type: none"> ・気仙沼BRT（実用化済） ・茨城県日立市 ・兵庫県三田市 	<ul style="list-style-type: none"> ・東京都西新宿 ・滋賀県大津市 ・大阪市臨海部 ・兵庫県三田市