

スーパーシティにおける
「搭乗型移動支援ロボットの歩道通行の特例」を活用した
サービス実現に向けた調査及び企画・立案支援業務
報告書
(概要版)

2023年3月
デロイトトーマツコンサルティング合同会社

1. 背景・目的

スーパーシティ構想実現に向けて国家戦略特区法の一部改正法案が成立（R2.5）

人口減少、超高齢化等の地域課題に対応するため、最先端技術を暮らしに実装することが求められていることを背景とし、「スーパーシティ」構想の実現に向けた制度整備等を内容とする国家戦略特区法の一部を改正する法律案が成立



スーパーシティ型国家戦略特区に指定されたつくば市が搭乗型移動支援ロボットの最高速度の引き上げを提案

つくば市は、「つくばスーパーサイエンスシティ構想」を提案し、国家戦略特区WG※等を経て、スーパーシティ型国家戦略特区に指定
※つくばスーパーサイエンスシティ構想にて、搭乗型移動支援ロボットの最高速度を6km/hから10km/hに引き上げることを提案



搭乗型移動支援ロボットの歩道通行に関する特例に追加の規制改革事項が盛り込まれる（R4.12）

第56回国家戦略特区諮問会議にて盛り込まれた追加の規制改革事項は以下

（障害者・高齢者等をはじめとした包摂的な移動支援のための搭乗型移動支援ロボットの歩道通行の特例）

スーパーシティ型国家戦略特区において、移動用小型車、遠隔操作型小型車及び身体障害者用の車について、「公道実証実験を通じて歩行者等の安全が確保できることが確認された道路環境や通行方法において、**個別の許可なく、保安要員なしで最高速度 10km/h での走行を可能とすることができるかどうかを検証するため、センサー等の技術を活用した保安要員に代わる安全対策の効果を検証**するための公道実証実験を、つくば市の具体的な提案を踏まえ、2023 年度早期に行うことについて検討し、結論を得る

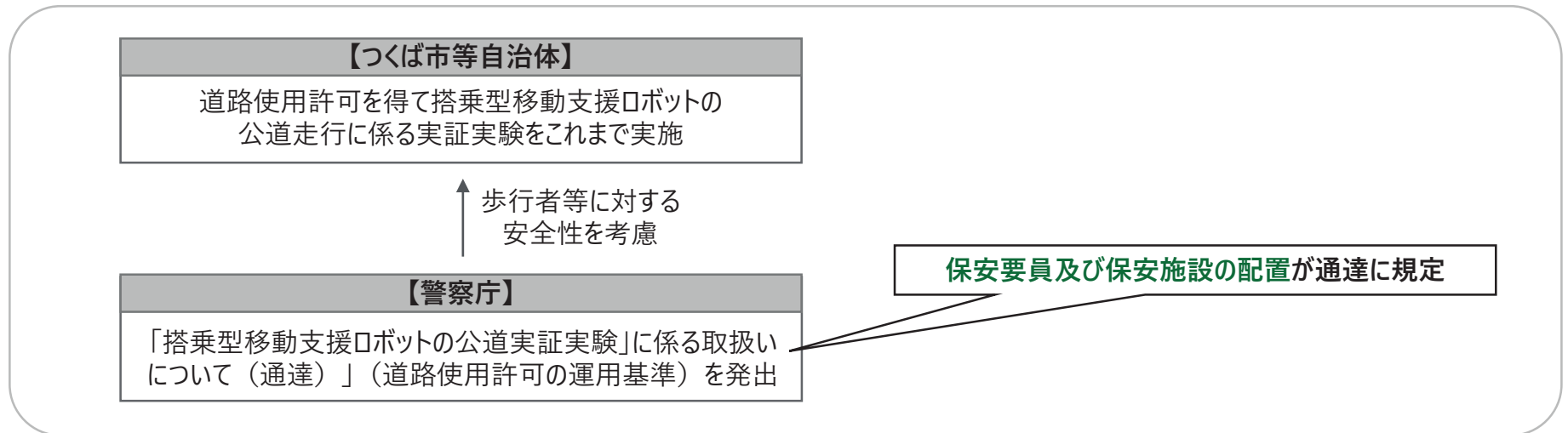


【本調査の目的】

第56回国家戦略特区諮問会議の決定を踏まえて、公道実証実験に係る提案をつくば市が準備するにあたり、**保安要員に代わる安全対策を調査し、つくば市における事業計画等の企画・立案を支援**すること

2. 保安要員等が果たしている安全対策上の役割

搭乗型移動支援ロボットの公道走行に係る各地での実証実験を踏まえ、警察庁が通達を発出（R2.12）



同通達に基づき、保安要員及び保安施設が果たしている安全対策上の役割を整理

【保安要員】

- ① 操縦方法や交通ルール、歩行者等の安全確保について十分な教育を行っている
- ② 歩行者等との衝突の恐れのある危険箇所において、安全措置を講じている
- ③ 走行区域からの逸脱を防止するための安全措置を講じている
- ④ 歩行者等に危害を及ぼす恐れが生じた場合に、安全措置を講じている
- ⑤ 異常発生時に関係者へ連絡を行い、現場での処理を行っている

【保安施設】

- ⑥ 操縦者、歩行者の双方に対して、走行区域を明らかにしている

3. 保安要員に代わる安全対策の検討

保安要員が果たしている役割を踏まえ、保安要員に代わるセンサー等による安全対策の要件を整理



現行の保安要員の役割である①②③④⑤のうち、①⑤はつくば市において既に検討が進められていることから、以降の具体的な調査においては、②③④について実施

4. 具体的な安全対策の内容

【調査内容】

保安要員等の代替措置のうち、②危険箇所における徐行・停止、③事業区域外への逸脱防止、④衝突防止について、**既存技術の調査を行い、コスト・調達可能性も踏まえつつ達成可能な性能の水準を検討**



【代替措置を実現するための方法】（ここではBとCについて具体的に検討）

- A 事前教育を通じた搭乗者の自発的対応
- B GNSS^{*1}の位置情報やカメラ・センサー等による注意喚起**
 - B-1 GNSSにより、あらかじめ定義した危険箇所への接近を警告する**
 - B-2 路側設置カメラを使いリアルタイムで混雑しているエリアへの接近を警告する**
 - B-3 車両カメラ、LiDAR^{*2}により危険箇所への接近を警告する**
- C GNSSの位置情報や車両のカメラ・LiDAR等と連動した機体制御**

*1 GNSS（国土地理院HP参照）

GPSを含む、人工衛星で自分の位置を調べることができる仕組みの総称。「Global Navigation Satellite System」の頭文字から「GNSS」と表記される。

*2 LiDAR（産総研HP参照）

レーザー光を照射して、その反射光の情報をもとに対象物までの距離や対象物の形などを計測する技術のことで、「Light Detection And Ranging」の略称である。

5 - 1. GNSSを活用した注意喚起



危険区域接近時のアラートイメージ

【危険箇所における徐行・停止、衝突防止】

・既存のGNSS受信機を活用して**10cm以内の誤差で位置情報を取得し、危険区域の5 m前に接近した際に警告を発出**することが可能

【事業区域外への逸脱防止】

・事業区域の境界にある**接近注意喚起エリア**に入った際、**メッセージ表示とブザー等発音**により注意喚起

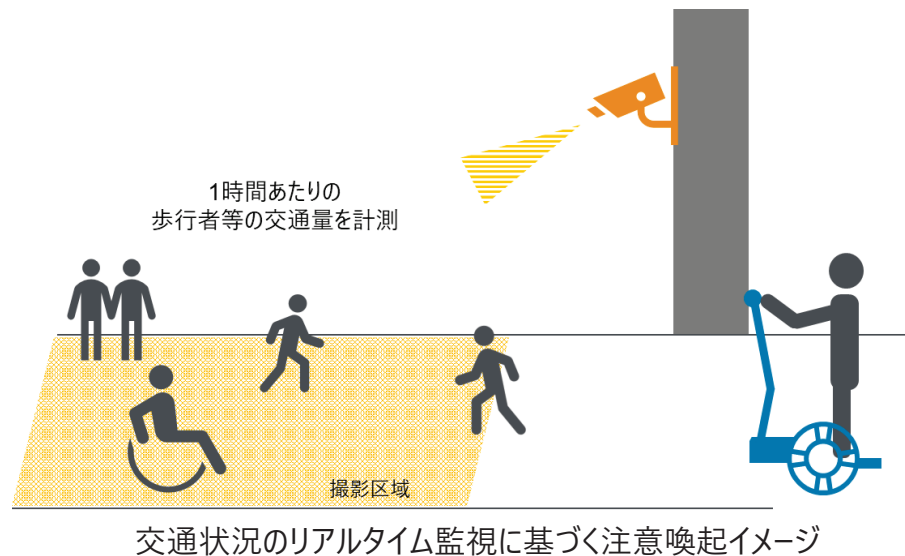
【その他】

なお、利用者が**警告に従わない場合には保安センターに通報**することを想定

【実証で検証すべきこと】

- ・あらかじめ設定した危険箇所が適当か（時間帯等によって通行量が増加する箇所がないか）
- ・実際に10km/hで走行中にGNSSの信号を必要な精度で取得できるか
- ・5 m手前での警告で危険回避上十分か
- ・危険箇所への接近警告と同様、測位信号が十分えられるか
- ・事業区域逸脱のマージンが1mで適当か
- ・なお、走行記録を取得し、利用者が危険箇所での減速・停止したかどうかを確認することで、警告が安全対策上有効か否か検証可能

5 - 2. 路側設置カメラを活用した注意喚起



【危険箇所における徐行・停止】

- ・路側カメラ等により、周辺の混雑情報を取得して、混雑情報を機体側に共有して警告。**人数カウント精度80%で混雑度の解析が可能**
- ・現実の通行量に対応した警告を行うことが可能

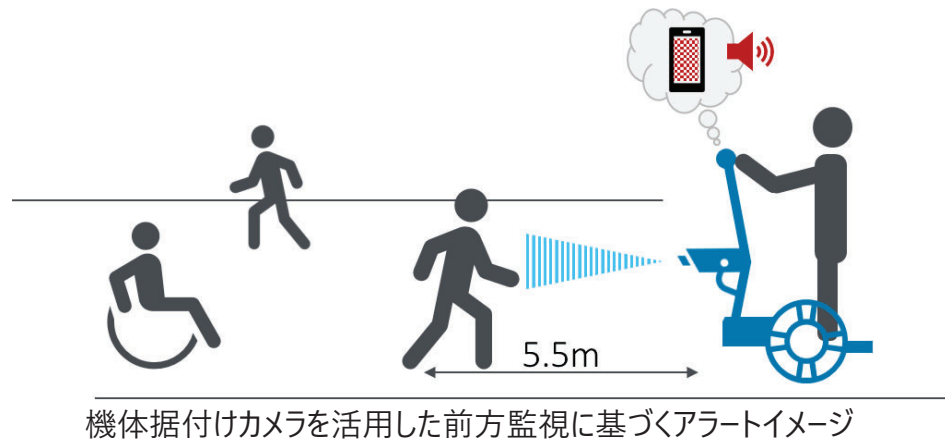
【使用するカメラ】

- ・路側カメラとしては、市場に流通している防犯カメラを活用することが可能

【実証に向けた課題】

- ・当該カメラの画像から混雑情報を解析した上で、**個人情報を含まない混雑情報のみのデータをリアルタイムで機体側に共有するシステムの構築が必要となる**ところ、これらの実現可能性の検討には時間的制約から至らず

5 - 3. 車両カメラ、LiDARによる注意喚起



【車両カメラ、LiDAR搭載の意義】

- ・車体カメラ等により前方の歩行者や障害物を検知し、操縦者に警告を発出し、減速・停止や回避を促すことで歩行者等への衝突を防止

【衝突防止】

- ・スマートフォン等に据え付けられているカメラや一般に市販されているUSBカメラを活用したシステムを構築することで、必要な検知範囲と推定される「**前方5.5m、水平視野角 $\pm 20^\circ$ 」の範囲内を $\pm 0.5m$ 程度の誤差で歩行者等を検出し、警告を発出**
- ・一時的な横切り等による警告発出を避けるため、**歩行者等の滞留時間を0.5秒以上確認した場合に警告**を発出するシステムとすることで運用性を一定担保

【実証で検証すべきこと】

- ・実際に10km/hで走行中に歩行者等の識別を必要な精度で取得できるか
- ・5.5m手前での警告で危険回避上十分か
- ・前方の監視範囲は水平視野角 $\pm 20^\circ$ で十分か
- ・なお、走行記録を取得し、利用者が危険箇所での減速・停止したかどうか確認することで、警告が安全対策上有効(必要)か否か検証可能
- ・カメラの計測距離の精度については、計測用LiDARを追加搭載し、双方のセンサによる計測距離出力を比較検証することで検証可能

5 - 4. GNSSの位置情報や車両のカメラ・LiDAR等と連動した機体制御

【機体制御の意義】

危険箇所への接近時の減速・停止、事業区域外への逸脱防止、また、衝突防止に最も効果が大きいと考えられるのは、機体制御により、強制的に減速・停止すること

【現状の技術状況】

このため、本調査では、機体では国内の事業者が提供しているパーソナルモビリティやシステムについて、機体の詳細やシステムの10km/h走行への対応可能性等について調査を実施

その結果、機体、システム共に現状10km/h走行へは対応しておらず、直接の流用は困難



【実証に向けた課題】

10km/h走行に対応した機体制御を実現するためには、自動制御に関連する技術やノウハウを保有する企業等との共同開発が必要となるため現時点では実現性に欠けることが判明

6. 安全対策の評価

前項で整理した安全対策に対する評価（安全面、コスト面、運用面）を行い、今後の実証実験で保安要員に代わる安全対策の効果を確認すべきものを検討

	B GNSSの位置情報やカメラ・センサー等による注意喚起			C GNSSの位置情報や車両カメラ・LiDAR等と連動した機体制御
	B-1 GNSSの活用	B-2 路側設置カメラの活用	B-3車両カメラ、LiDARの活用	
安全	予め定義した危険箇所に対する対応が可能	現実の通行量に対応した警告が可能	前方の歩行者等を検知し減速・停止や回避を促進	強制的に減速・停止衝突防止効果が高い
	位置情報誤差10cm以内で危険箇所5m前に警告可能	人数カウント精度80%で混雑度の解析が可能	前方5.5m、水平視野角±20°の範囲内を±0.5m程度の誤差で歩行者等を検出	データなし
コスト	～30万円/台	～40万円/台	カメラ：数十万円/台 LiDAR：数十～百万円/台	～50万円/台 + 研究開発費
運用	1台使用可能見込みあり（技術開発不要）	個人情報を含まない混雑情報データをリアルタイムで機体に共有するシステム構築必要	機体への搭載技術の開発が必要	共同開発が必要

実証実験への採用要否

○

- **低コストかつ既存技術で対応可能のため実現性あり**
- 予め定義した危険箇所のみの対応となることに留意

△

（データ収集のみ）

- 個人情報を含まない混雑情報データをリアルタイムで機体に共有するシステム構築が必要

○

- **カメラを活用しコストを抑えることで、実現性を確保**
- 機体への搭載技術の開発が必要となることに留意
- カメラの検出精度の確認必要

×

- 衝突防止効果が期待できるが、共同開発が必要かつ、高コストのため、実現困難

7. つくば市の実証計画立案の支援

【検討内容】

GNSSの位置情報を使った注意喚起、機体前方設置カメラによる前方監視による実証実験を通じて、保安要員なしで、最高速度10km/hでの歩道通行した場合に、歩行者等に危険を及ぼす恐れがないことについて確認するために、どのようなプロセスで、どのような検証を行うことが必要かを検討

【実証プロセス】

最初から制限のない環境で導入すると、周囲の歩行者等に危険を及ぼす恐れがあるため、本実証実験では走行条件を段階分けして実施するプロセスとし、3段階での実証プロセスを提案

<1>テストコース等の閉鎖環境内で機体やシステム動作を確認

<2>保安要員付きで最高速度10km/h下での機器動作の検証

<3>保安要員なしで最高速度10km/h下での歩行者等との衝突回避行動の検証

【検証内容】	<1> テストコース等の閉鎖環境内での 機体やシステムの動作確認	<2> 保安要員付きで10km/h下での 機器動作の検証	<3> 保安要員なしで10km/h下での歩 行者等との衝突回避行動の検証
目的	実証実験を行う際の主な確認事項と実施条件を具体化	サービス実装に向けた機器の動作検証、及びデータ収集	危険予知アラートの発生頻度および回避行動の確認
主な確認事項	機体やシステムの動作確認	GNSS等が正常に動作し、且つサービス実施状況を保安センター等で適切に監視可能か	カメラを搭載した際に利用者がどれ程危機回避行動をとれるか
実施条件	実施場所：想定事業区域 最高速度：6kph	実施場所：想定事業区域 最高速度：10kph 安全対策：<1>で確認した機器 保安要員：あり	実施場所：想定事業区域 最高速度：10km/h 安全対策：<2> + カメラ 保安要員：なし