

2023年度調査報告書  
内閣府委託調査

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

2023年3月  
デロイトトーマツコンサルティング合同会社

## 目次

<b>1. 背景及び目的</b> .....	<b>1</b>
1.1 背景.....	1
1.2 調査の目的.....	4
<b>2. 実証実験の計画に盛り込む安全対策の検討</b> .....	<b>5</b>
2.1 検討の概要.....	5
2.2 保安要員の役割の分析.....	5
<b>3. 具体的な安全対策の調査及び評価</b> .....	<b>9</b>
3.1 安全対策の検討の概要.....	9
3.2 保安要員の役割を踏まえた安全対策の整理.....	9
3.3 安全対策上必要な機能の検討と評価.....	11
3.4 実現性の評価.....	17
3.5 諸外国との比較.....	19
<b>4. 次年度以降のつくば市の実証計画立案に向けて</b> .....	<b>21</b>
4.1 調査検討の概要.....	21
4.2 実証プロセス.....	21
4.3 実証実験、及びサービスインに向けた想定スケジュール.....	23
4.4 実施計画書概要.....	27
<b>5. まとめ</b> .....	<b>29</b>
5.1 検討結果の総括.....	29
5.2 今後の実施事項.....	30

# 1. 背景及び目的

## 1.1 背景

### 1.1.1 つくば市のスーパーシティの指定経緯

世界では、AI及びビッグデータを活用し、社会の在り方を根本から変えられるような都市設計の動きが急速に進展している。我が国においても、人口減少、超高齢化、労働人口の減少などの地域課題に対応するため、最先端技術を暮らしに実装し、未来の生活を先行実現することが求められている。

このような情勢を背景として、最先端技術を活用し、未来の暮らしを先行実現する「スーパーシティ」構想(図 1-1)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令和2年5月に成立した。

**住民が参画し、住民目線で、2030年頃に実現される未来社会**を先行実現することを目指す。

**【ポイント】**

- ① **生活全般にまたがる複数分野の先端的サービスの提供**  
AIやビッグデータなど先端技術を活用し、行政手続、移動、医療、教育など幅広い分野で利便性を向上。
- ② **複数分野間でのデータ連携**  
複数分野の先端的サービス実現のため、「データ連携基盤」を通じて、様々なデータを連携・共有。
- ③ **大胆な規制改革**  
先端的サービスを実現するための規制改革を同時・一体的・包括的に推進。

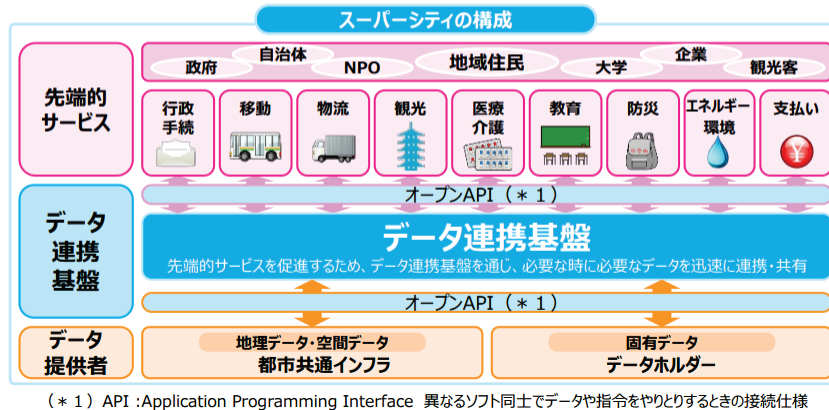


図 1-1 スーパーシティ構想の概要

出典:内閣府地方創生推進事務局

同改正法の成立を受けて令和2年12月に行われたスーパーシティ型国家戦略特区の提案募集に対して、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、翌年10月の再提案、国家戦略特区ワーキンググループにおける規制改革の議論等を経て、令和4年4月にスーパーシティ型国家戦略特区として指定された。



# つくばスーパーサイエンスシティ構想

～科学で新たな選択肢を、人々に多様な幸せを～



社会全体が一人ひとりを包み込み、支え合う「誰一人取り残さない」SDGsの精神の下で、世界最高峰の科学技術を結集し、デジタル、ロボティクス等の最先端技術の社会実装と都市機能の最適化を進めていく。  
住民参加を基盤とし、住民と住民、住民と行政のつながりを深化しつつ、出口の見えない社会課題の克服や革新的な暮らしやすさを実現する住民中心のスーパーシティを目指す。



図 1-2 つくばスーパーサイエンスシティ構想の提案概要

出典: 第53回 国家戦略特別区域諮問会議資料

## 1.1.2 搭乗型移動支援ロボットの最高速度の特例の提案

つくば市は、スーパーサイエンスシティ構想の中で、「必要なとき、必要な場所へあらゆる移動手段を」をスローガンとして、周辺部コミュニティ・モビリティと、中心部ワンマイル・モビリティの導入を通じた、つくば駅周辺の主要目的地へのアクセス、回遊性の向上、交通弱者の安心・安全な移動の確保の実現を目指すこととしており、その一環として、全国に先駆けて過去10年以上にわたって主に歩道等移動専用自動車や電動車いす等を活用した実証実験を行ってきた実績も踏まえ、搭乗型移動支援ロボットの歩道通行時の最高速度を6km/hから10km/hに引き上げる提案を行った。



図 1-3 つくば市におけるパーソナルモビリティに係る取組みの経緯

この提案については、令和3年9月30日の国家戦略特区WGにおいて議論され、警察庁は、現状つくば市において実証実験として行われていることを継続して行うことについては、一定の条件を付す必要があるものの可能との見解を示した。

これを踏まえ、つくば市をスーパーシティとすることが決定された令和4年3月10日の第53回国家戦略特区諮問会議では、追加の規制改革事項として、「現在公道実証実験の枠組みで認められている搭乗型移動支援ロボットの歩道における通行について、過去の公道実証実験の実績を踏まえ、スーパーシティ型国家戦略特別区域の指定を受けた区域(国家戦略特別区域法(平成25年法律第107号)第2条第4項に規定する先端的区域データ活用事業活動を実施する区域をいう。)においては、警察署長の個別の道路使用許可を不要とする特例措置を設けることについて検討し、2022年の夏までに結論を得る。」との内容が盛り込まれた。

第53回国家戦略特区諮問会議において、搭乗型移動支援ロボットを含め、規制所管省庁と概ね合意されている規制改革事項について、早期に具体化を図ることとされたことを受け、令和4年9月26日に改めて搭乗型移動支援ロボットの歩道通行の特例について国家戦略特区WGが開催された。同WGでは、つくば市から、これまでの公道実証実験のようにガイドが先導する形ではなく、シェアリングサービスとして実施することとし、最高速度の引き上げに伴う安全対策として、GPSの位置情報を活用した警告等で保安要員を代替するという提案を行い、警察庁からは、保安要員に代わる安全対策の具体的な内容を踏まえて検討するとの見解が示された。

WGにおける議論を踏まえ、令和4年12月22日に開催された第56回国家戦略特区諮問会議では、国家戦略特区において取り組む規制改革事項として、搭乗型移動支援ロボットについて次の内容が盛り込まれた。

#### 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。

## 1.2 調査の目的

本調査事業は、上記の第56回国家戦略特区諮問会議決定を踏まえて行われる公道実証実験に係る提案をつくば市が準備するに当たって、これまでの国家戦略特区WG等における議論を踏まえ、必要となる具体的な安全対策を調査し、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を目的とする。



## 2. 実証実験の計画に盛り込む安全対策の検討

### 2.1 検討の概要

第56回国家戦略特区諮問会議決定では、移動用小型車等について、個別の許可なく、保安要員無しで最高速度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行うことについて検討するとされた。

この決定を踏まえた公道実証実験の計画の具体化のため、本調査事業においては以下の流れに沿って安全対策の検討を行った。

- ・ 現在実施されている公道実証実験における保安要員等の役割の分析
- ・ 保安要員等の役割に対応した、代替する安全対策の検討
- ・ 諸外国における状況の確認
- ・ 安全対策措置の検討結果を踏まえた実証実験の進め方の検討

### 2.2 保安要員の役割の分析

#### 2.2.1 最高速度が6km/hを超えるモビリティの歩道通行に係る現行制度

現行の道路交通法においては、車両は原則として歩道を通行することが禁止されており、その例外として、身体障害者用の車椅子が、歩行者とみなすこととされており、原動機を用いるものについては、道路交通法施行規則において定める基準において、最高速度が6km/hを超えないこととされている。

令和4年に成立し、令和5年4月1日に施行予定である改正道路交通法においては、歩行者とみなされる対象に移動用小型車、遠隔操作型小型車、身体障害者用の車が追加されることとなるが、道路交通法施行規則において定める基準の案においては、いずれも最高速度が6km/hとされる予定である。

つくば市の提案する搭乗型移動支援ロボットについては、原動機を有することから、最高速度が6km/hを超える場合はこれらの歩行者とみなされる対象に該当せず、歩道を通行する場合には、道路交通法第77条の規定に基づく警察署長の許可(道路使用許可)を得る必要がある。

モビリティの最高速度が引き上げられると、その増分に応じて、衝突時のエネルギーが増大する。とりわけ、モビリティが歩道を通行する場合、他の歩行者に衝突した場合の影響が大きくなる。また、通常モビリティの搭乗者は回避行動をとることとなるが、速度が増加することによって、

- ・ 歩行者等を認知するまでに走行する距離
- ・ 歩行者等を認知してから回避行動を開始するまでに走行する距離
- ・ 回避行動を開始してからの空走距離

のすべてが増加することにより、回避行動が間に合わずに衝突する危険性も高まる。

### <参考>最高速度の引き上げに伴う停止距離の増加

最高速度の10km/h化に対する影響の一つとして、停止距離の増加が挙げられる。

停止距離の要素である空走距離と制動距離を一般式から算出した結果、10km/h程度の低速時では空走距離が停止距離に対して支配的であることが分かった。そのため停止距離増加の主要因である空走距離増加を、対策を講じることで抑制し従来の6km/h走行時と同等レベルの安全性を担保することが必要である。

例えば、対策としては、事前のインプットから機体操作を促進する方法、対象認知を促進・支援し認知時間を短縮する方法、及び利用者の行動へ介入し認知・判断・行動時間を短縮する等があると考えられる。

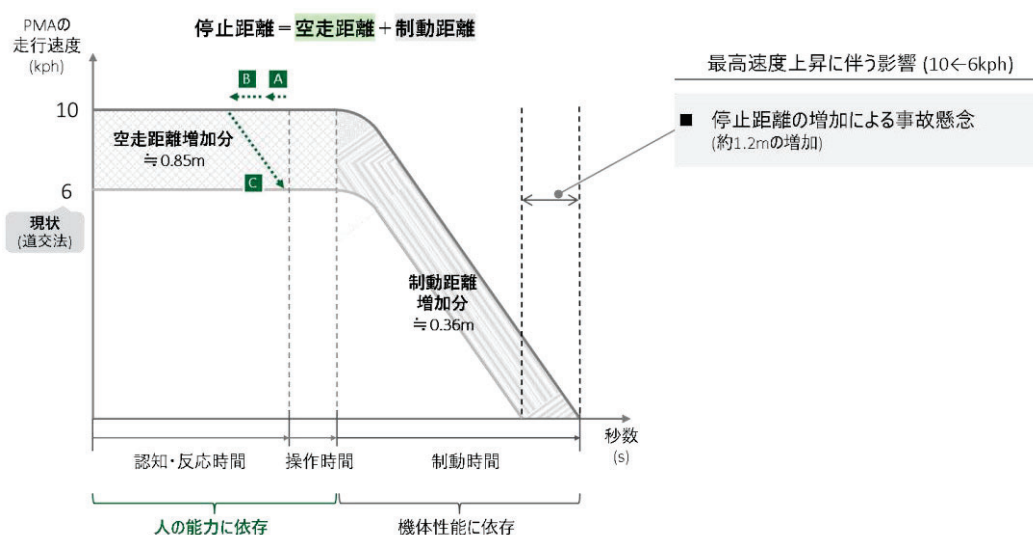


図 2-1 最高速度の上昇による影響

現在つくば市をはじめとする自治体において、道路使用許可を得て搭乗型移動支援ロボットの公道走行に係る実証実験が行われているが、上記のような歩行者等に対する危険性を考慮して、警察庁は、搭乗型移動支援ロボットの公道実証実験に係る道路使用許可の運用基準として、「搭乗型移動支援ロボットの公道実証実験に係る取扱いについて(通達)」が発出されている。

### 2.2.2 保安要員等が果たしている安全対策上の役割

上記の通達においては、搭乗型移動支援ロボットの実証実験中、実証実験に参加していない他の歩行者等に危害を及ぼすことを防ぐため、

- ・ 実施場所(歩行者及び自転車の通行に支障が認められない場所であること、幅員がおおむね3.0m以上であること、最高速度が6km/h以上である場合は、通行量が120人・台/mであること等)



- ・ 実施時間(灯火等を備えていない場合には日出時から日没時までの時間等)
  - ・ 保安施設及び保安要員の配置(看板の設置、現場責任者、保安要員の配置、)
  - ・ 搭乗型移動支援ロボットの構造(長さ、幅等)
  - ・ 操縦者(必要な運転免許の保有、講習の受講等)
- が定められている。

<参考>搭乗型移動支援ロボットの公道実証実験に係る取扱いについて(通達)(抜粋)

## 1. 審査基準

### (4) 保安施設及び保安要員の配置

(ア) 実施場所の周囲に、「〇〇内では、搭乗型移動支援ロボットの試験中です。(試験に参加して通行する場合は、十分に注意してください。通行しない場合は)〇〇を通行してください。」等の

(ア) 試験中であること。

(イ) 試験に参加する場合には注意が必要であること。

(ウ) 試験に参加しない場合の通行場所

を表示する看板を十分な数だけ設置すること ((イ)は歩行者等の進入を認める場合)。

また、日没時から日出時までの間(以下「夜間」という。)に実証実験を実施する場合には、看板を街路灯の下に設置する、看板に照明を設置するなど、夜間においても歩行者等が看板を確認できるようにするための措置をとること。

(イ) 実証実験中は、実施場所に現場責任者が常駐すること。

(ウ) 実証実験中は、歩行者等との衝突のおそれのある箇所(見通しの悪いほかの歩道等又は特定道路との交差点、見通しの悪いカーブ、歩行者等の交通量が多い箇所等)又は各搭乗型移動支援ロボットの近傍に、歩行者等に危険を及ぼすおそれが生じた場合の安全措置、異常発生時の連絡措置等をとるための保安要員を配置すること

(エ) 保安要員は、搭乗型移動支援ロボットに搭乗しないこと。ただし、実証実験において既に使用され、搭乗しているものが保安要員としての業務を安全に行えることが確認されたものに搭乗するときは、この限りでない。

(オ) エにかかわらず、幅員3.0m未満の歩道等又は特定道路を通行するに際しては、当該箇所に保安要員(搭乗型移動支援ロボット又は自転車に搭乗していない者に限る。)を配置すること。

(カ) 搭乗型移動支援ロボットが10キロメートル毎時を超える速度を出すことができる構造である場合には、簡易柵、コーンバー等により実施場所への歩行者等の進入を物理的に防止する措置をとること。

同通達において定められている保安要員等により確保される主な安全対策は以下のよう  
に整理できると考えられる。

- ・ 最高速度 10km/h のモビリティが走行する区域が利用者、歩行者等双方から明らかにな  
っていること
- ・ 歩行者等との衝突の恐れのある個所において安全措置が講じられること
- ・ 歩行者等に危害を及ぼすおそれが生じた場合に安全措置が講じられること
- ・ 異常発生時に関係者に連絡がされ、現場での処理が行われること
- ・ 操縦者が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すること

### 2.2.3 保安要員等の役割を踏まえた安全対策の検討

つくば市の提案する保安要員なしで最高速度 10km/h の搭乗型移動支援ロボットの歩道  
通行を実現するためには、公道実証実験を通じてセンサ等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とされていることから、以下では、これまで整理した保安要員等が  
果たしている安全対策の役割について、諸外国における動向も踏まえつつ、技術的代替措  
置を調査・検討し、つくば市における実証実験の計画策定を支援していく。

### 3. 具体的な安全対策の調査及び評価

#### 3.1 安全対策の検討の概要

次に、2章において整理した保安要員等が果たしている役割を踏まえ、保安要員に代わる安全対策として何が必要か、また、その具体的内容をコスト面も含めて検討し、さらに、諸外国における類似のモビリティに関する制度の状況も整理する。

#### 3.2 保安要員の役割を踏まえた安全対策の整理

搭乗型移動支援ロボットの最高速度 10km/h での歩道通行に向けて、2章において整理した保安要員等の役割を踏まえ、保安要員等に代わる安全対策として実証実験において検証する内容を把握するため、保安要員等により確保される安全対策について、1.利用前、利用中、異常発生時という時間軸と、2.機体、搭乗者、事業区域の環境整備という実施主体の2つの観点から整理した。

##### 3.2.1 時間軸に基づく整理

安全対策を時間軸に基づいて整理すると、以下のように整理できる。

- ・ 利用前については、幅員が十分ある道路の事業エリアとしての設定、危険箇所へのセンサの設置等の道路環境整備や、搭乗者への講習、
- ・ 利用中は、事業区域外への逸脱の防止や、危険区域における徐行・衝突防止
- ・ 異常発生時は、関係者への緊急連絡と、現場処理要員の派遣

##### 3.2.2 主体に基づく整理

また、安全対策を主体別に整理すると、搭乗型移動支援ロボットの「搭乗者」、付属するデバイスも含めた搭乗型移動支援ロボットの「機体」、そして、事業区域の「交通環境」の3つの主体に分けて整理できる。

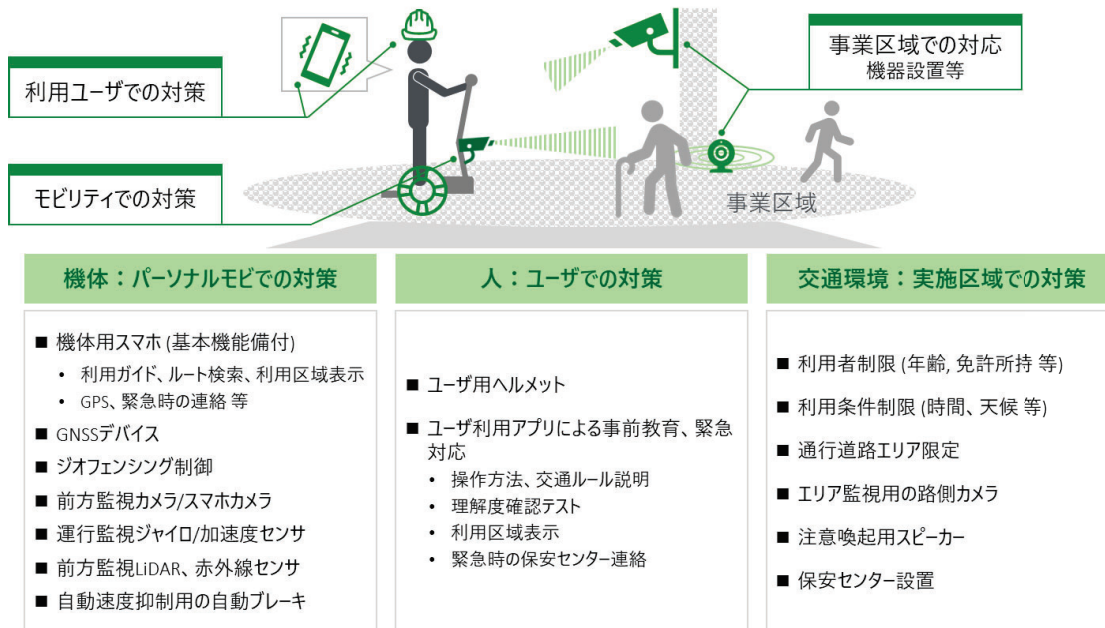


図 3-1 主体別の安全対策まとめ

### 3.2.3 保安要員等に代わる安全対策のまとめ

ここまで保安要員が果たしている安全対策上の役割を時間軸、主体軸から整理してきたが、これらをまとめると以下のとおりとなる。

- ①安全に運行可能な道路環境を規定・整備すること
- ①ユーザに対して十分な事前教育を実施すること
- ②危険区域では徐行や停止指示を行うこと
- ③事業区域外への逸脱を防止すること
- ④周囲への衝突を防止し歩行者等の安全性を確保すること
- ⑤異常発生時に関係者へ迅速に連絡し、且つ連絡が取れない場合に現場へ急行可能な体制を構築すること

	利用前：未然予防	利用中：事故防止	異常時：異常発生対応
保安要員等の役割	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 走行区域が利用者、歩行者等双方から明らかになっている</li> <li>■ 操縦者が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する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 歩行者等との衝突の恐れのある個所において安全措置が講じられる</li> <li>■ 歩行者等に危害を及ぼすおそれが生じた場合に安全措置が講じられる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 異常発生時に関係者に連絡がされ、現場での処理が行われる</li> </ul>
機体 (モビリティ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 利用時の安全性を担保可能な機体を開発・導入すること (利用/異常時要件の達成)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>② 危険区域では徐行や停止指示を行うこと</li> <li>③ 事業区域外への逸脱を防止すること</li> <li>④ 周囲への衝突を防止し歩行者等の安全性を確保すること</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⑤ 異常時、関係者へ迅速に連絡可能な体制を構築すること (区域逸脱、転倒、故障)</li> </ul>
人 (ユーザ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>① ユーザに対して十分な事前教育を実施し、利用可能ユーザを絞り込むこと</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 安全な機体利用を促すこと (機体要件で内包)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 異常時に適切な対応を促すこと (機体・交通環境要件で内包)</li> </ul>
交通環境 (事業区域)	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 機体が安全に運行可能な交通環境を規定・整備すること</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 迅速に異常時対応が可能な体制を構築すること (緊急時連絡の項で内包)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⑤ 異常時、関係者へ迅速に連絡可能な体制を構築すること (区域逸脱、転倒、故障)</li> </ul>

図 3-2 安全対策 5 要件

これらの安全対策のうち①道路環境の整備、①事前教育及び⑤異常発生の関係者への通報及び対応体制の構築については、つくば市において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、②危険区域における徐行・停止、③事業区域外への逸脱防止及び④衝突防止について詳細な分析を行う。

### 3.3 安全対策上必要な機能の検討と評価

#### 3.3.1 分析の概要

3.2 章において整理したとおり、ここでは保安要員の代替措置のうち、

- 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・製品の調査を行い、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した。これらの代替措置を実現するための方法としては、以下の段階的な対応が考えられるが、ここでは(B)と(C)について具体的に検討した。

A) 事前教育を通じた搭乗者の自発的対応

B) GNSS の位置情報やカメラ、センサ等による注意喚起

- ・ 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
- ・ 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
- ・ 車両カメラ、LiDAR により前方歩行者等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

検討に当たっては、つくば市で検討中の製品に加え、公開情報を通じた市場に流通して

いる製品の検討も併せて実施した。

### 3.3.2 GNSS の位置情報やカメラ・センサー等による注意喚起 (B)

#### B-1 GNSS 情報を使った注意喚起

危険箇所に接近した際の注意喚起方法としては、モビリティに備え付けたデバイスにおいて GNSS による位置情報を取得して、交通量のリスクアセスメント等を通じてあらかじめ設定した危険箇所に接近した際に警告することが、実現可能性が高いと考えられる。

調査の結果、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、危険箇所の 5m 前に接近した際に警告を発出することが可能と考えられる。

この場合の課題として、

- ・ 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
  - ・ 5m 手前での警告で危険回避上十分か
- が考えられ、実証を通じて検証を行う必要がある。

なお、走行記録を取得することにより、利用者が危険箇所で実際に減速・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の検証も可能と考えられる。



図 3-3 危険区域接近時のアラートイメージ

\*アラート発信基準の考え方: 利用者が十分危険箇所を認知し減速可能なタイミングを想定

- ・ 想定停止距離 2.6m に対して約 200%確保(安全率  $S_f=1.9$ )
- ・ 10km/h 走行想定時の危険区域への侵入前約 2 秒のアラート

また、事業区域外への逸脱防止についても、GNSS の位置情報を利用した警告の実現可能性が高いと考えられる。

警告の方法としては、事業区域の境界にある接近注意喚起エリア(参考資料 3)に入った際に「まもなく走行可能エリアが終了します」等のメッセージ表示とともにブザー等の音声に



よる注意喚起を行い、既定した事業区域を 1m 以上逸脱し、且つ 6km/h を超えた速度で走行した場合には、「エリア外を走行中です。走行区域に戻ってください」等のメッセージとともにブザー等による警告音を発し利用者へアラートをを行うことを想定している。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している。

課題としては、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、また、1m のマージンが適当かの検証が必要となる。

#### <参考>アラート発信基準の考え方

利用者が故意的に区域逸脱を行ったと想定される距離を想定

- 使用する GNSS 装置の想定水平計測誤差 10cm 程度に対して十分な安全率を確保 (Sf≒10)
- 歩行者等の回避での一時的な逸脱幅以上(1mと想定)

#### <参考>注意喚起フロー

- 事業区域の境界に接近する利用者に対し、注意喚起する。
- 事業区域の境界への接近はデジタル保安要員に搭載するGPSからの位置情報により判定する。
- 事業区域の境界は、ルート上の終端部(ルートが途中で切れている場所)を原則として設定する。(境界接近注意喚起エリア)

#### <参考>GNSS 測位ユニットの例

デバイス	✓ 簡易測位ユニット
Quality (安全保証性)	✓ ±10cm 程度の計測精度を担保可能 • 水平方向 12cm • 鉛直方向 24cm *CLAS 測位精度に準拠 *実使用環境により変動する可能性あり
Cost (経済合理性)	✓ 装置 30 万円/個 *試作品価格
Delivery (運用妥当性)	✓ 4 月より 1 台提供可能 *他は試作納期未定
実証内容	✓ GNSS 装置の精度検証 • 10km/h 走行時の精度 • 建物付近・高架下等での精度

## B-2 路側カメラを活用したリアルタイムでの混雑エリアにおける警告

危険箇所に接近した際の警告に関して、B-1 の手法では、あらかじめ設定した危険箇所しか対応できず、現実の通行量に対応した警告を行うことができないという課題がある。

現実の通行量に対応した警告を行う手法として、路側カメラ等により、周辺の混雑情報を取得して、この混雑情報を機体側に共有して警告するという方法が考えられる。

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と考えられるが、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なかった。

### <参考>路側カメラに活用可能な製品の例

デバイス	✓ 防犯カメラ
Quality (安全保証性)	✓ 人数カウント精度 80% (他上市品に比べ性能同等以上) • 計測範囲 10m <sup>2</sup> • 解像度 1280×720～ ✓ 混雑度の解析可能 • 検知対象: 人物 • サイズ: 肩幅 64～1,400pixel • 画角: 俯角～45° • 照度: 50lux～(被写体周囲)
Cost (経済合理性)	✓ カメラ本体: 約 40 万円/台 *システム構築費用別 ✓ 通信費用: 1,000～5,000 円/月 ✓ 設置費用: 10～30 万円/台
Delivery (運用妥当性)	✓ AI 非対応品は上市品、AI 対応品は試作品につき納期変動 *屋外対応&機体スマートフォン連携向け追加開発 6～7 ヶ月

## B-3 車体カメラ、LiDAR を用いた警告

歩行者等への衝突防止の観点では、車体カメラや LiDAR を用いて前方の歩行者等や障害物を検知し、操縦者に警告を発出し、減速・停止や回避を促すことが有力な対応策と考えられる。

調査の結果、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±20°」の範囲内を±0.5m 程度の誤差で歩行者等を検出し、警告を発出することが可能と考えられる。また、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することとする。

この場合の課題として、

- 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
- が考えられ、実証を通じて検証を行う必要がある。

なお、走行記録を取得することにより、利用者が危険箇所ですべて実際に減速・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の検証も可能と考えられる。また、カメラの計測距離に関する精度については、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であると考えられる。

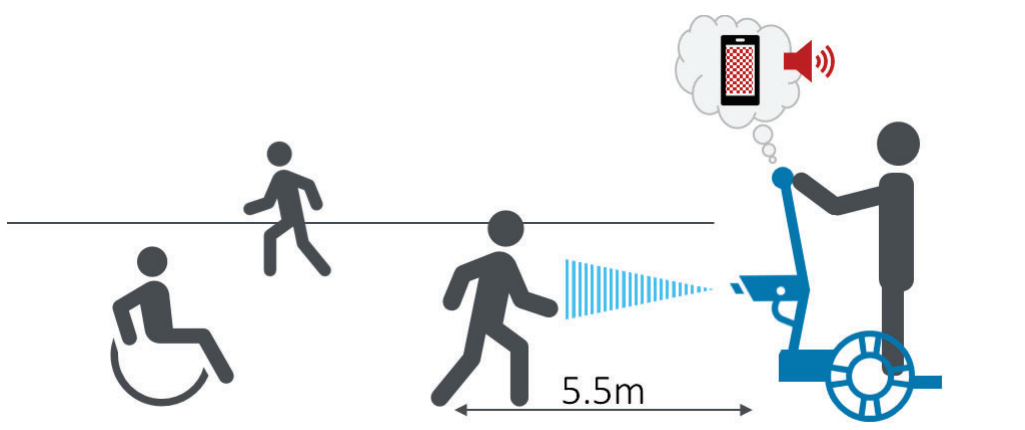


図 3-4 機体据付けカメラを活用した前方監視に基づくアラート

\*アラート発信基準の考え方: 対向車の接近を加味しても利用者がアラート発信から十分に停止可能な距離間を 5.5m と定義し、水平視野角を $\pm 20^\circ$  に設定することで横切る歩行者等による誤警告発出も抑制することを想定

- 歩行者の歩行速度を平均的な 3.6km/h(1m/s)、モビリティ 10km/h 時の停止距離約 2.6m を考慮した場合、停止まで約 2 秒程度歩行者が接近した場合においても衝突することなく停止可能

機体では国内企業の製品、システムや単体センサではセンサメーカーが取り扱う LiDAR 等のセンサ単品を確認した。一部提供機体は仕様によりセンサ搭載済モデルが存在する一方でカスタマイズへは対応しておらず、追加でスマートフォンやカメラ、LiDAR 等を追加搭載する際には事業者側での責任の下での工夫が必要である。

また、スマートフォンのカメラや、センサ単体を活用して新規にシステム構築を行う場合は、追加の歩行者等の検知システムを別途開発することによって実現可能である。

<参考> 上市済み製品の調査結果

Quality (安全保証性)	✓ 低速モビリティに対応する上市済みのセンサ、及び機体・システムユニットは一定存在(カメラ、LiDAR、赤外線センサ)
Cost (経済合理性)	✓ 安全を担保するためには、センサ間の冗長設計が必要であり、多様な交通シナリオを考慮した検証が必要
Delivery (運用妥当性)	✓ 機体は30万円程度で活用可能性あり
	✓ センサやシステムは数10~100万円+開発費を要する想定
	✓ 機体はカスタマイズ不可の会社方針であり運営側での工夫が必要、他デバイスの運用性は乏しい

### 3.3.3 GNSS の位置情報や車両のカメラ・LiDAR 等と連動した機体制御 (C)

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・停止することである。

このため、本調査では、機体では国内事業者の提供するパーソナルモビリティやシステムを確認し、10km/h 走行への対応状況等について確認した。

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、直接の流用は困難である。よって、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上記企業等との共同開発や開発委託が必要となるため実現性に欠けることが判明した。

<参考> 上市済み製品の調査結果

Quality (安全保証性)	✓ 自動運転機能として上市されている機体を確認、自動停止は実装済みである一方で対応速度は最高 6km/h
Cost (経済合理性)	✓ 上市済技術では 10km/h 走行時の自動停止には非対応
Delivery (運用妥当性)	✓ 機体として導入であれば数十万円程度から可能性あり *機体の最高速度は 6km/h 以下
	✓ 最高速度 6km/h であればカスタマイズ不要、且つ導入可能性もあるが本実証目的(10km/h 走行)とは不一致

### 3.4 実現性の評価

#### 3.4.1 評価手法

	A事前教育	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の位置情報や車両のカメラ・LiDAR等と連動した機体制御
		B-1 GNSSの位置情報を使った注意喚起	B-2 路側カメラを活用したリアルタイムでの警告	B-3 機体前方設置カメラ・LiDARによる前方監視	
追加デバイス	・ ユーザスマートフォン	A+ ・ 機体スマートフォン (GPS、GNSS機能含む)	B-1+ ・ 路側カメラ	B-2+ ・ 各種センサ(カメラ、LiDAR、赤外線等)	B-3+ ・ 速度抑制機構
導入時	Quality 安全性	■ 導入/実装実績			
	Cost 経済合理性	■ デバイスの内製/外製(外製時の連携先候補) ■ 新規の導入費用想定 ■ 維持管理費用想定			
	Delivery 運用妥当性	■ 開発・導入スケジュール、納入可能数量 ■ 部品交換等のメンテナンス容易性 ■ 運用時に必要となる管理・保守体制			
	実証内容	■ 実証計画、目的(段階分けする場合は各Phase毎に) ■ 実証時の評価・検証項目・手法			

図 3-5 安全対策案の評価軸

前項で整理した安全対策案のオプションに対して、実現性を評価するために、Quality(安全保証性)、Cost(経済合理性)、Delivery(運用妥当性)の3軸で評価を行った。

#### 3.4.2 評価結果

安全対策のオプション案に対して、客観的に実現性を評価した。その上で、つくば市、筑波大学、及び内閣府を交えた討議を行った結果、安全要件を満たし、かつ実現性のあるB-1およびB-3によって、歩行者等との衝突防止がなされることについて、実証実験で確かめることが妥当とする考察を得た。B-2については路側へのカメラ設置は住民理解の観点からもハードルがあるため、今後の実証においては試験的なデータ収集を行いつつ、事前の交通量調査等を踏まえた危険箇所の特定制での対応を基本とすることが望ましいと考えられる。

A	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 安全対策は環境整備に加えてアプリ等を通じた事前教育のみとするもので、想定ユーザに対し十分な安全性が確保可能な見通しである一方、本実証はよりセーフティに行うという考え方のもとで検証スコープ外とする方針</li> </ul>
B-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 事前教育に加えて位置情報に基づくアラートを行う対策オプションであり、A案に比べて、危険箇所でのアラートや区域逸脱防止に関しては安全性が向上する見込みであり、利用者の安全性は十分確保可能な見通し</li> <li>✓ 本実証において機体動作含めた動作検証のスコープとして設定</li> </ul>

B-2	✓ B-1 案に対して、リアルタイムでの交通環境が確認可能なオプションであり、危険箇所でのアラート精度の向上を期待可能。一方で路側へのカメラ設置は住民理解の観点からもハードルがあるため、本実証においては試験的なデータ収集を行う想定
B-3	✓ B-1/B-2 案に対して衝突防止への安全性が向上する見込み。一方で機能の必須性は実証での安全性検証が必要と判断し、検証スコープとして設定
C	✓ B-3 案までに比べ利用中の安全性は向上する見立てであるが、技術的なハードルが高く、且つコストや開発期間も要するため検証スコープ外とした

	① 乗車前の教育 アプリ・スマホ活用	②GNSSの位置情報やカメラ・センサ等による注意喚起			③GNSSの位置情報や 車両のカメラ・LiDAR等と運 動した機体制御
		GNSSの位置情報を使った 注意喚起	路側カメラを活用した リアルタイムでの警告	機体前方設置カメラ・ LiDARによる前方監視	
追加デバイス	<ul style="list-style-type: none"> <li>ユーザスマートフォン</li> <li>Webサイト等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>機体スマートフォン</li> <li>簡易測位ユニット (GNSS装置)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>防犯カメラ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>LiDARを使った 警報システム</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>機体制御システム</li> </ul>
事業性評価					
安全保証性	<ul style="list-style-type: none"> <li>事前教育は安全性が確保可能な様に今後詳細検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>10cm単位の測位精度を担保可能 (水平12cm/鉛直24cm) *CLAS測位精度に準拠 *実使用環境により変動</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>人数カウント精度80% (10m<sup>2</sup>、解度度:1280x720<sup>~</sup>)</li> <li>混雑解析可能<sup>*1</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>測位精度約±3cm (水平360°、垂直30°)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>自動停止は実装済である一方で対応速度は最高6kph、10kph走行には非対応</li> </ul>
経済合理性	<ul style="list-style-type: none"> <li>通信事業者/商社にて事業参画含め検討中</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>装置：30万円/個 (試作単価)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>カメラ：約40万円/台<sup>*2</sup> ※通信機器含む</li> <li>通信：1~5,000円/月<sup>*3</sup></li> <li>設置：10~30万円/台</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>単体：約130万円/台 ※LiDAR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>機体として導入であれば数十万円程度から可能性あり</li> </ul>
運用妥当性	<ul style="list-style-type: none"> <li>通信事業者/商社にて事業参画含め検討中</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4月~1台提供可能 (他は試作納期未定)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>試作中 ※屋外対応&amp;スマートフォン連携向け追加開発6~7カ月 (製品化時期未定)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>市販品</li> <li>納期は要問合せ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>最高速度10kph走行の場合には別途開発が必要</li> </ul>
導入時検証項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>GNSSの精度検証 (スマートフォン比較)</li> <li>1.10kph走行時</li> <li>2.建物付近・高架下等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>カウント精度検証 時間変化する外光の影響下での通行人、他交通(自転車等)数</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>機体への搭載によるセンシングとアラート発信動作の検証</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>最高速度10kph走行の場合には別途開発が必要</li> </ul>

\*1：検知対象：人物、サイズ：肩幅64~1400pixel、画角：俯角~45°、照度：50lux\*(被写体周囲)、\*2：システム構築費別 (価格未定)、\*3：映像の有無で変動

図 3-6 実現性評価の結果



	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による警告	B-22 路側設置カメラによる警告	B-3 車両カメラ、LiDARによる警告	
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が必要	機体への搭載技術の開発が必要	共同開発が必要

実証実験への採用可否	○ ■ 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へ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	× ■ 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
------------	--	--	---	---

図 3-7 検討結果まとめ

### 3.5 諸外国との比較

安全対策に係る要件抽出や対策検討にあたっては、他国の先進事例の相場観も参考情報として本安全対策検討にて取り扱った。具体的には諸外国の法規・制度、実装サービス、及び利用実態を、公開情報をもとに調査の上で取りまとめを行った。調査は9カ国を対象とした。

調査の結果、EU加盟国等における法制度体系と、米国、豪州を中心とした法体系が確認され、EU加盟国等においては原動機付きのモビリティの歩道上の最高速度は6km/h、とされており、米国・豪州においては、電動車椅子の歩道上の最高速度は10km/hとされているが、使用者個人が登録を受けなければならない制度となっていることが明らかとなった。

したがって、歩道上を最高速度10km/hで通行できる制度は諸外国においても存在せず、必要な安全対策を講じた上で実現することができれば、世界に先駆けたものとなる。




調査観点	調査項目
 <p>各国法規・制度</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 各国の歩道を走行可能なモビリティに関する法規/制度 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ モビリティの種別</li> <li>➢ 最高時速</li> <li>➢ 他順守すべき利用・交通ルール</li> </ul> </li> </ul>
 <p>実装サービス</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 諸外国のシェアリングやレンタル等のサービス実装状況 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 活用モビリティ</li> <li>➢ サービス条件（時間帯、走行区域）</li> <li>➢ 安全対策等</li> </ul> </li> </ul>
 <p>運用・利用実態</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ サービス実装の実態 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 交通事故件数</li> <li>➢ 不適切事案</li> <li>➢ 制度改定状況等</li> </ul> </li> </ul>

図 3-8 諸外国調査の内容

調査対象	調査期間・手法
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 対象選定： 関連レポート・WG資料等から抽出した9ヶ国</li> <li>• 欧州：イギリス、オランダ、スウェーデン、ドイツ、フランス</li> <li>• 北米：アメリカ、カナダ</li> <li>• APAC：オーストラリア、シンガポール</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 期間： 1/30～2/17</li> <li>■ 手法： 公開情報を調査 各種調査ツール、媒体 各国政府HP ……</li> </ul>

図 3-9 諸外国調査の対象国、及び調査ソース

## 4. 次年度以降のつくば市の実証計画立案に向けて

### 4.1 調査検討の概要

本章では、前項までの調査結果・評価結果を踏まえ、安全面と実現性の観点から妥当と考えられる案(車両カメラで注意喚起する案(B-3 案))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した。

### 4.2 実証プロセス

本調査を通じて検討した保安要員の代替措置には、自動配送ロボット等の低速での自動走行や、自動車に搭載される高性能な機器でしか実証されていない機能が含まれ、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。

よって、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する。以下に、実証実験の段階分けを示しており、3 段階での実証プロセスを提案する。

- 〈1〉閉鎖環境下での機器動作の検証
- 〈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

〈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した上で、〈2〉、〈3〉の 2 分類の実施事項を基に、実証実験を行う際の主な確認事項と実施条件を具体化した。前提として GNSS 装置や転倒検知用のスマートフォン(機体据付けスマートフォンと兼用)はサービス開始時より安全対策事項として織り込むことを想定しているため、Lv1 の成立性検証は省略して検討した。

<2>保安要員付きで最高速度 10km/h 下での機器動作検証

実施目的	✓ サービス実装に向けた機器の動作検証、及びデータ収集
主な確認事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ GNSS 装置や機体スマートフォンは正常に動作し、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</li> <li>✓ シェアリングサービスに対してニーズや社会需要性はあるか</li> </ul>
実施条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 実施場所: 想定事業区域</li> <li>✓ 最高速度: 10kph</li> <li>✓ 安全対策: アプリでの事前教育、及び GNSS 等による注意喚起</li> <li>✓ 保安要員: あり</li> </ul>

<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

実施目的	✓ カメラを搭載した際の、危険予知アラートの発生頻度確認、及び事前教育のみを講じた際の危険距離への近接頻度確認
主な確認事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 利用者へ事前教育のみを行った場合、利用者がどれ程危機回避行動をとれるか</li> <li>* 衝突の危険範囲を、計測対象(歩行者等)と機体間 3.5m 以内と仮定</li> </ul>
実施条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 実施場所: 想定事業区域</li> <li>✓ 最高速度: 10km/h</li> <li>✓ 安全対策: &lt;1&gt;+カメラ、計測用 LiDAR</li> <li>✓ 保安要員: なし</li> </ul>

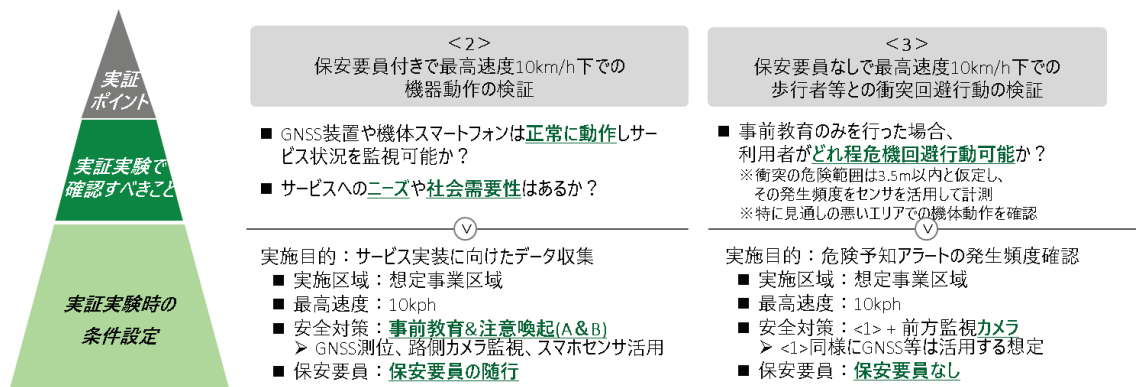


図 4-1 実証実験における確認事項、及び実施条件

### 4.3 実証実験、及びサービスインに向けた想定スケジュール

一般的な要件定義、システム開発、調達手番等を鑑みて実証実験に向けたスケジュールを検討した。尚、実証実験にあたっての警察庁との方針合意や、合意方針に基づく各事業者との協議によってスケジュールの前後は十分に考え得る。

2023年度Q1では使用機器の確定や仕様書の作成等詳細計画の策定、2023年度Q2では事業者選定および使用機器の調達、Q2～Q3にかけて機器のテストやシステム評価を行い、Q4より第一段階の実証実験を開始する。第一段階の実証実験が問題なく遂行されたことを確認後、第二段階の実証実験を行う流れを提案する。

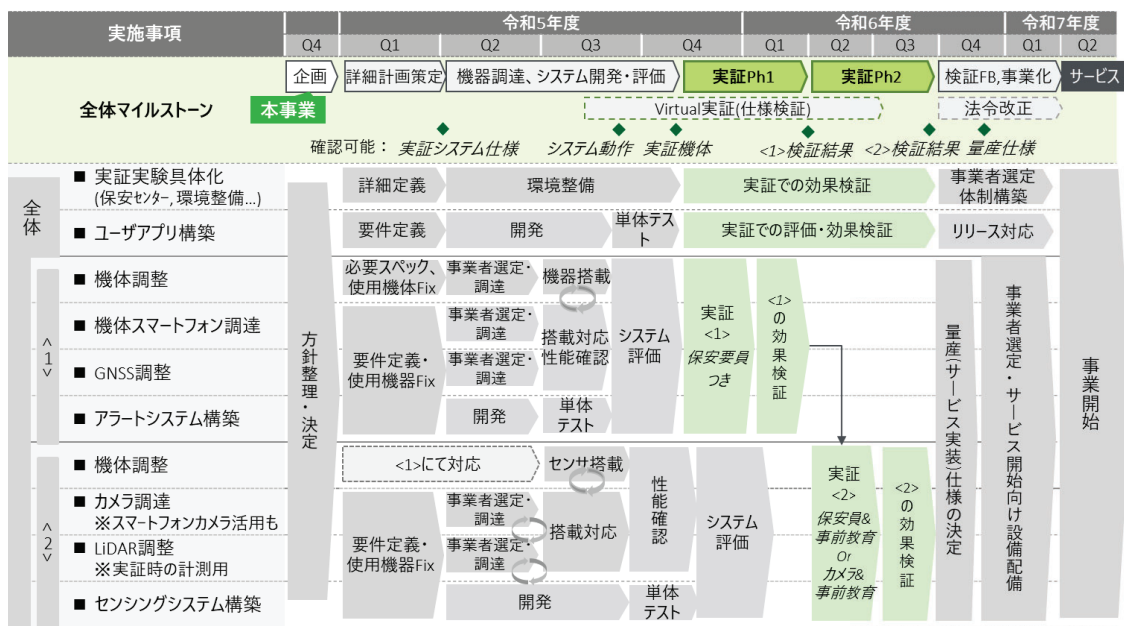


図 4-2 サービス実装に向けた想定スケジュール

### (参考) ヴァーチャル実証実験の活用

実証実験の効率化、及び効果的な検証に際しては Digital Twin を活用したヴァーチャルな実証実験の繰り返しも選択肢として考えられる。ヴァーチャル実証実験では、実環境では困難な危険シーン等の再現も簡易に可能であり、実環境での実証とヴァーチャル実証を検証項目別に組み合わせることで検討・評価期間の短縮も見込める。

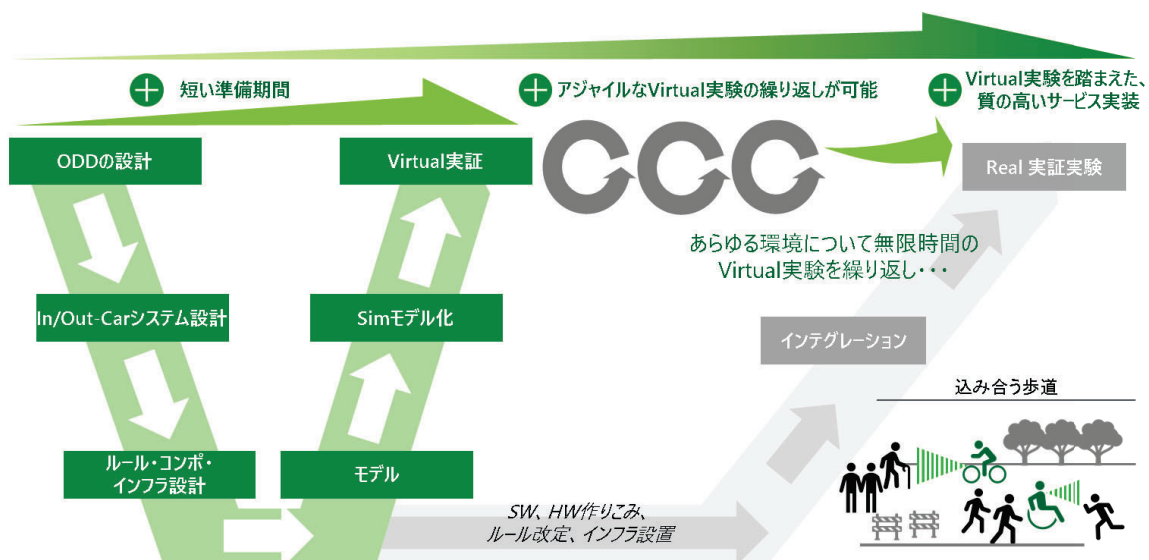


図 4-3 ヴァーチャル実証実験の概要



### (参考) 実証実験の対象とするユーザ

つくば市の想定するシェアリングサービスは、歩道等を周囲の支援なしに自立歩行が可能な層を対象とすることとした。よって、具体的には認知機能含む身体機能に障害や衰弱のない健康者に加えて、認知・判断に多少遅れを有する身体機能に一部衰えのあるユーザ層（高齢者、フレイル等）までを対象としている。

一方で、身体・知覚・精神に障害を持つ障害者層は、規制改革を目指す本取組みとしては対象範囲外としたが、つくば市の掲げるスーパーサイエンスシティ構想における「誰一人取り残さない社会」実現に向けては必要な取組み内容である。よって本取組みの完了後の次なる対応項目として取り扱っていく予定である。

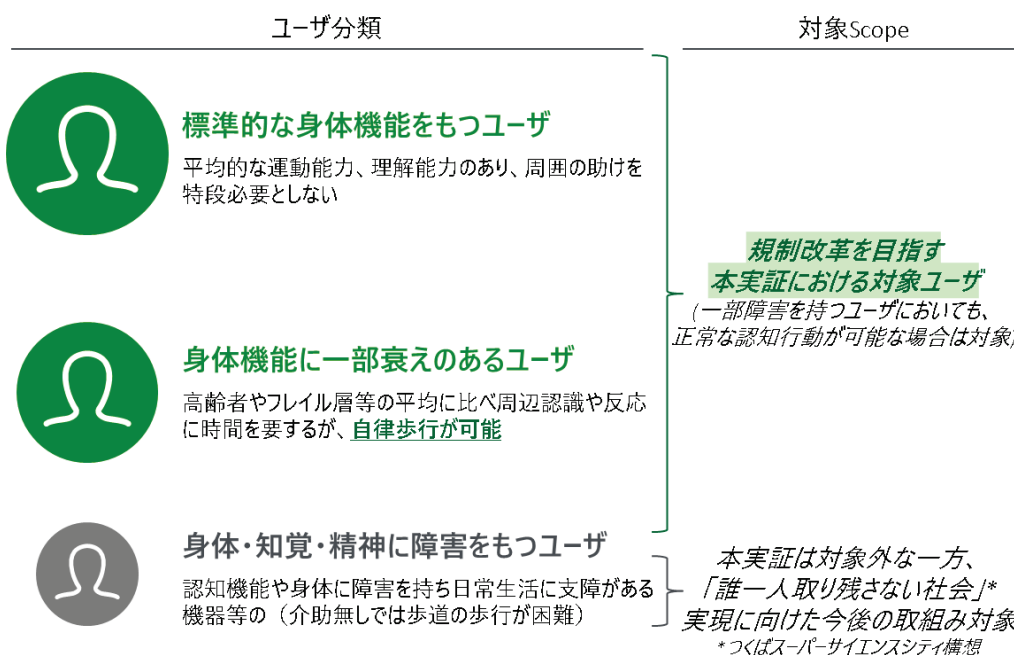


図 4-4 対象とするユーザ分類

尚、想定ユーザを上記の一部身体機能に衰えのあるユーザまでとして定義した場合、従来の6km/hから10km/hへ最高速度を引き上げた際に求められる安全対策の水準は、10km/h化時の変化点影響項で検討した対処法区分に照らし合わせると、認知・判断の遅れを一定支援する対策が妥当な支援範囲と想定される。

講じる具体的な対策内容は他国での一般的な普及状況や、存在する技術課題などの実現性も考慮して決定した。

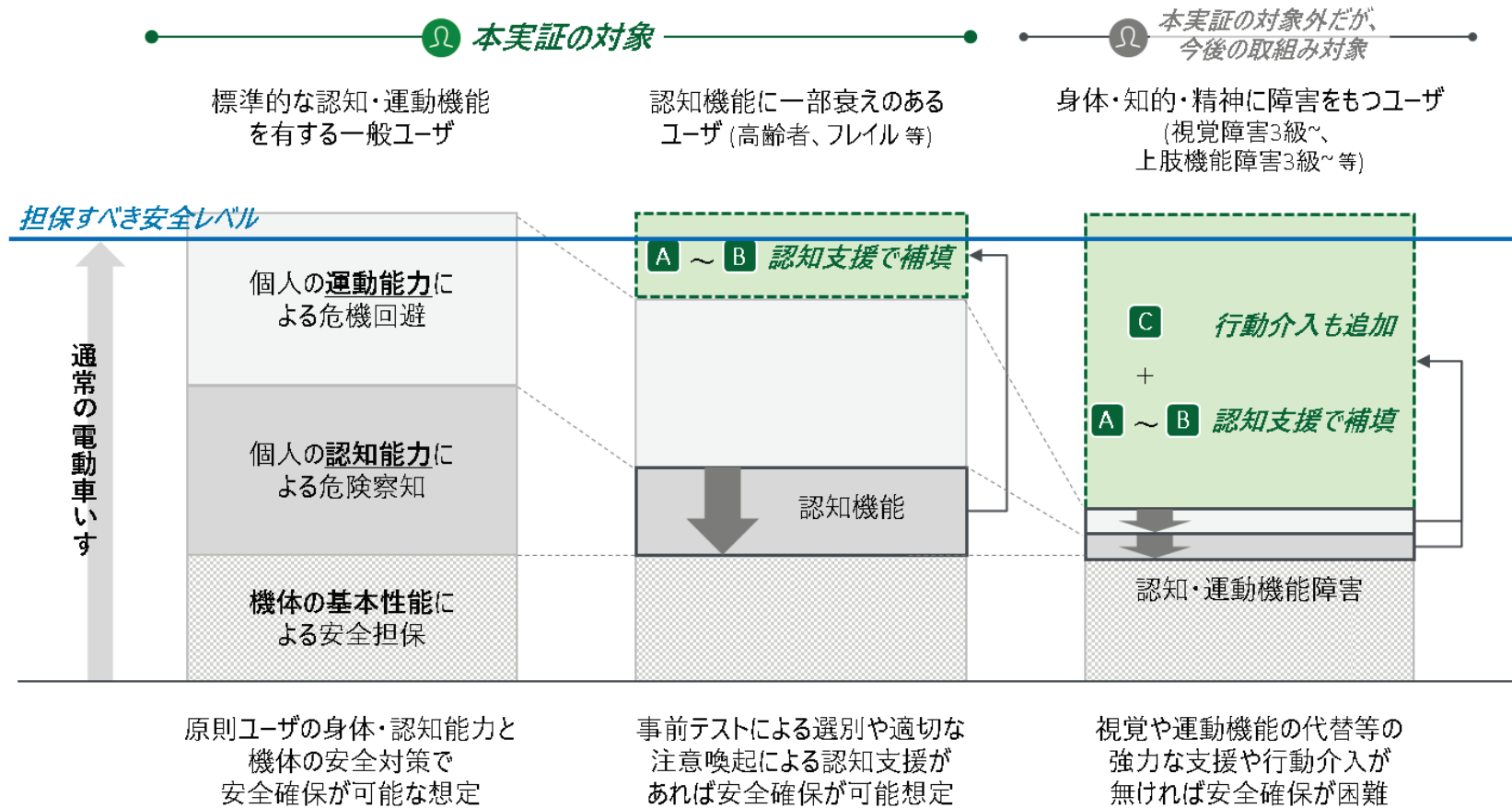


図 4-5 ユーザ別の講じるべき対策(イメージ)

#### 4.4 実施計画書概要

つくば市においては、本調査の結果を踏まえ、次年度以降の実証実験に向けて、実施計画書を策定しているところであり、その概要を以下に記載する。

章立て		記載項目	記載概要
概要・目的	課題・目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>つくば市の抱える地域課題</li> <li>シェアリングサービスの目的</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>交通弱者の不利益を補填すべく、パーソナルモビリティの実装により回避性の向上と安心・安全な移動を実現可能か検証する</li> </ul>
	サービス概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>提供サービスの全体像</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>つくば駅周辺のペDESTリアンデッキ、及び歩道にて、パーソナルモビリティのシェアリングサービスを導入する</li> </ul>
安全対策計画		<ul style="list-style-type: none"> <li>保安員を代替する安全対策の考え方</li> <li>実証時に講じる安全対策</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>従来の保安員の役割も参照し必要な安全対策要件6項を定義</li> <li>本実証での対策はアプリによる事前教育、主にGNSS、カメラ、スマホセンサを用いた注意喚起指置、保安センター設置を検討</li> </ul>
実施計画	実証日程	<ul style="list-style-type: none"> <li>実証に向けた日程(仮)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>令和5年度第1四半期で要件定義、第2~3四半期で調達・評価、第4四半期から実証実験として日程をドラフト</li> </ul>
	実証区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>実証エリア</li> <li>エリアのリスク評価</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>エリアはカスミ筑波大学店から河峰公園付近までの約5km</li> <li>リスク評価としては見通しや人の出入り等の定性的観点と、交通量の定量的観点から14か所の危険エリアを抽出</li> </ul>
	活用機器・システム	<ul style="list-style-type: none"> <li>モビリティ、GNSS、カメラ</li> <li>ユーザアプリ、機体スマートフォン等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>各機器については求める要求仕様を整理の上、候補となる事業者と製品を抽出</li> <li>アプリ等のシステムについては必要となる機能を整理</li> </ul>
	サービス提供手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>想定ユーザ、ユーザの利用フロー</li> <li>利用ルール</li> <li>維持管理方法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ユーザによるアプリDLから機体返却までの利用フローを想定し整理</li> <li>現行の電動車いすの交通規則や電動キックボードの利用ルールを参考に利用ルール案や、運営側の機体の管理方法案を規定</li> </ul>
	実証体制	<ul style="list-style-type: none"> <li>実施時の座組、関連事業者</li> <li>緊急時の連携体制</li> <li>保安センターの体制</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>緊急時はモビリティロボット実証実験推進協議会から各署へ連絡</li> <li>保安センターでは、機体管制・監視などの保安業務と、他カスタマー対応や再配置などの事業運営に係る管理運営業務を担当</li> </ul>
	費用見積もり	<ul style="list-style-type: none"> <li>導入費用</li> <li>運用費用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現状は候補事業者の想定までであり、正式な公募の後事業者が決定次第集計予定</li> </ul>
実装計画	サービスの事業性	<ul style="list-style-type: none"> <li>サービス実装時のビジネスモデル</li> <li>必要投資概算、利用料金</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>つくば市と運用事業者を中心としたお金・サービス・データの流れをドラフト</li> </ul>
	デジタル基盤の拡張性	<ul style="list-style-type: none"> <li>必要となるデータ流通基盤、アプリケーション</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>モビリティ外のサービスまでを対象とした、統合的なビジネスとデータのプラットフォーム案をドラフト</li> </ul>
	地域魅力への貢献可能性	<ul style="list-style-type: none"> <li>地域住民への貢献内容</li> <li>つくばスーパーサイエンスシティへの貢献</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>今後の検討対象として、つくばスーパーサイエンスシティ構想を整理</li> </ul>

図 4-6 実証計画書の概要

### 実証実験時のパッケージ例

実証実験の具体的な計画策定に向けては、準備すべき機材等を整理の上で目標性能や要件を決定する必要がある。そこで、実証実験の目的や確認事項、及び達成すべき安全対策要件をもとに必要な設備や機器等を整理し各製品仕様の要求値を検討した。



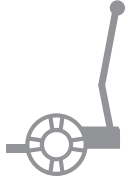
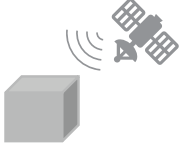


		人・施設	ソフトウェア	ソフトウェア・ハードウェア			
							
		保安センター	利用アプリ 管理システム	機体	GNSS	フロントカメラ	LiDAR (実証時の計測用)
実証活用	<1>	✓	✓	✓	✓	-	-
	<2>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
仕様		<ul style="list-style-type: none"> <li>機体メンテ・再配置</li> <li>緊急連絡</li> <li>運行監視等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>事前テスト機能</li> <li>位置情報管理</li> <li>緊急連絡等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>10kph走行</li> <li>機器取付け用のスペース確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水平10cm単位の測位精度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>計測距離5.5±0.5m</li> <li>水平視野角±20°程度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>計測距離5.5±0.5m</li> <li>水平視野角±20°程度</li> </ul>
実証への懸念事項 (日程影響因子)		<ul style="list-style-type: none"> <li>設備と人員含めた体制構築の準備期間に<b>6ヶ月程度</b>必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>他既存アプリが活用可能</b>かで、開発期間へ大きく影響</li> <li>既存アプリベースとして<b>3-4ヶ月</b>と見積り</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cwalk以外の試作品は調達数/期間に懸念あり (現状3-4ヶ月と見積り)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>試作品の場合、調達期間へ懸念あり (現状3-4ヶ月と見積り)</li> <li>市販品での代替も検討要素</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>システム開発を対応可能な<b>事業者探索</b>と<b>開発期間</b>に一定期間を要する</li> <li>開発期間<b>約6ヶ月</b>と見積り</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>システム開発を対応可能な<b>事業者探索</b>と<b>開発期間</b>に一定期間を要する</li> <li>開発期間<b>約6ヶ月</b>と見積り</li> </ul>

図 4-7 使用する機器の要求仕様および候補製品・候補事業者(例)

## 5. まとめ

### 5.1 検討結果の総括

本調査事業では、つくば市の目指すパーソナルモビリティのシェアリング事業の社会実装、及び関連する規制緩和を視野に、周辺技術や社会情勢の調査を踏まえて実証実験に向けた安全対策の具体化を行った。具体化にあたっては、実証実験における安全対策要件を明確化し、既存技術・製品を調査により、各対策の目標値(閾値)も定量化した。その上で取り得る対策のオプションを整理し、実現性について評価した。

評価の結果、安全要件を満たし、かつ実現性のあるB-1案およびB-3案によって、歩行者等との衝突防止がなされることについて、実証実験で確かめることが妥当とする考察を得た。

今後つくば市では本調査に基づき、次年度以降の行動実証実験の実証計画案を作成し、警察庁と協議の上実証計画の更新および精緻化を行うとともに、2023年度上期に実証実験に向けた準備へと移行する想定である。

また、今後の主要論点である公道実証における実証実験の内容は以下である。

- ① 保安要員ありで最高速度 10km/h での実証実験による GNSS 等の動作検証
- ② 保安要員なしで最高速度 10km/h での実証実験によるセンサ等を活用した衝突防止機能の要否に係る安全性検証

現状の想定日程は、次年度の第4四半期から順次公道実証を実施する予定である。

## 5.2 今後の実施事項

整理した安全対策に係る考え方と具体化した実証実験計画をもって、つくば市と警察庁間で協議を行い、実証実験のための基本方針合意に向けた協議を実施する予定である。その際、警察庁からのフィードバックについては随時実証計画に織り込むことで実証計画をより精緻化する方針である。

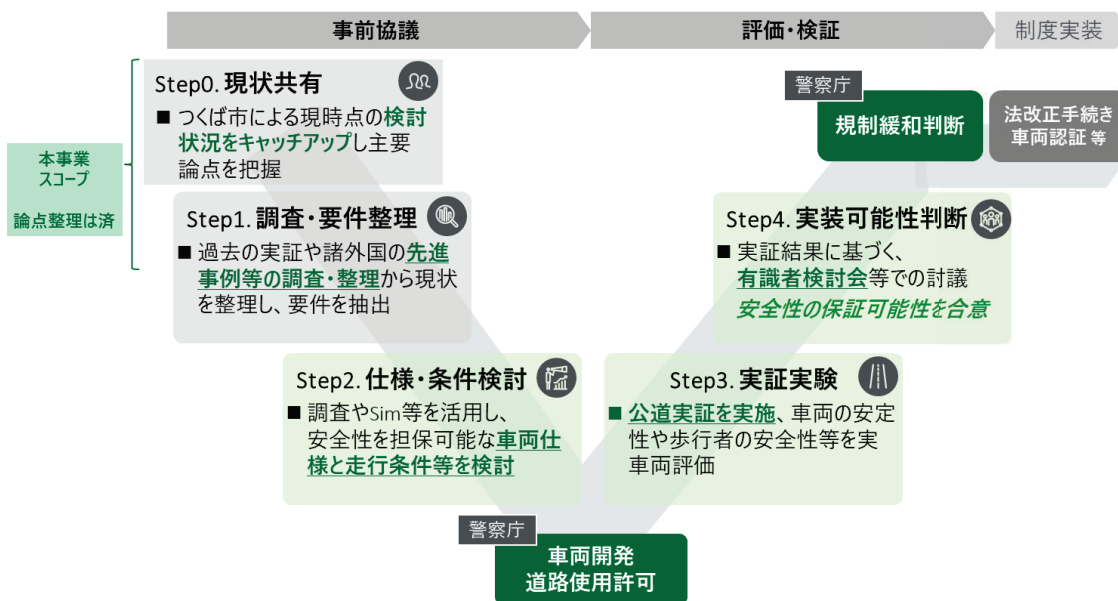


図 5-1 安全性確保に向けた検討ステップイメージ

警察庁との基本方針の合意後は、つくば市等よりつくばスマートシティ協議会等の会議体を通じて実際に協力事業者を公募する想定である。その上で各分野の担当事業者決定の後、詳細な製品仕様や開発スケジュール等の議論を開始する想定。また、実証実験を通じたサービスの社会実装に向けては、事業性の観点からも詳細な事業計画が必要になる見込みであり、その点は継続してつくば市にて統括・推進する想定である。

よって、今後は警察庁との討議に基づく安全対策の詳細化による実証実験の準備と、事業化に向けた検討実施の両輪を効率的に推進することが重要となる。