

令和4年度 モビリティコンソーシアム 自律移動モビリティPT

第2回2022年9月28日

幕張新都心
MAKUHARI
NEW URBAN
CENTER

PT全体の予定

全4回を通じて、施策の実現にむけ、施策の具体化、実行を進めます。

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
マイルストン			WG #1		PT #1		PT #2	WG #2		PT #3		PT #4	WG #3
実施事項						サービスロボット実証公募	自動運転実証公募				自動運転実証	サービスロボット実証	

第1回

今年度の取組の方向性決め

1. 自動運転バスの検討
 - 昨年度の取組み内容振り返り
 - 課題解決の方向性検討
2. サービスロボットの検討
 - 昨年度の取組み内容振り返り
 - 今年度実証に向けたサービス検討

第2回

社会実装に向けた課題検討・アイデア出し

1. 今年度の実証実験概要
2. 社会実装に向けた各モビリティの検討
 - 自動運転バス：社会実装に向けた課題解決の方向性検討
 - サービスロボット：ユースケース案を基にした実装への課題検討

第3回

具体化施策の検討・評価

1. 採択事業者より実証実験の進捗を報告
2. 各モビリティごとのテーマについて検討
 - 実装を見据えた車両・インフラ技術の検討
 - 移動以外のサービス案討議(自動運転)
 - ニーズを踏まえたユースケース案の比較・評価(サービスロボット)

第4回

実装・来年にむけた検討

1. 採択事業者より実証実験の進捗報告
2. 来年度実証に向けた残論点や課題の検討
3. 来年度に向けた目標設定

本日の目的とアジェンダ

本日の目的とアジェンダは以下の通りです。

目的

1. 自動運転・サービスロボット実装に向けた課題について理解を深める
2. 各モビリティ毎に、課題解決に向けた検討を実施する

	アジェンダ	発表者	時間
13:00-	イントロダクション		
	本日の参加者・目的の確認	-	5分
	第1回の振り返り	事務局（千葉市）	5分
13:10-	自動運転バスの実装にむけた検討		
	話題提供：自動運転車サービス導入手法調査について	事務局（デロイト・千葉市）	15分
	グループワーク	-	35分
	全体共有	各PTメンバー	5分
14:05-	サービスロボットの社会実装にむけた検討		
	話題提供：自動配送ロボットを活用した移動販売サービス実証	京セラコミュニケーションシステム様	10分
	グループワーク	事務局	30分
	全体共有	各PTメンバー	5分

イントロダクション

本日の出席者は以下の通りです。

PT参加団体名（順不同）

京セラコミュニケーションシステム株式会社

千葉大学

京成バス株式会社

株式会社建設技術研究所

株式会社NTTドコモ千葉支店

シャープ株式会社

ダイナミックマップ基盤株式会社

株式会社千葉ステーションビル

日本ペイント・インダストリアルコーティングス株式会社

損害保険ジャパン株式会社

株式会社アイシン

三井住友海上火災保険株式会社

本日も欠席団体名（順不同）

長谷川工業株式会社

株式会社ティアフォー

日本モビリティ株式会社

双日株式会社

MS&ADインターリスク総研株式会社

群馬大学

幕張ベイタウン自治会連合会(オブザーバー参加)

第1回振り返り（自動運転）

自動運転バスの「周辺環境・ルールづくり」の課題解決方法の検討は以下の通りです。

問い		<ul style="list-style-type: none"> ■ 昨年の取組内容を振り返り、今後の社会実装・本年の実証実験にむけた課題解決の方向性についてアイデア出しを行う
周辺環境・ルール作り	課題	<ul style="list-style-type: none"> ■ 路上駐車車両の多さ ■ イベント時の渋滞発生 ■ イベント時等の歩行者・自転車の通行や横断 ■ 自動運転車両に対する恐怖感 ■ 自動運転時代の道路交通法ではない
	物理的な環境整備	<ul style="list-style-type: none"> ■ 専用道路を導入し安全性を確保する。その際は日本ペイント様の技術を掛け合わせると良いのではないかと。 ■ 渋滞している原因(目的地はどこか)がわかるように、インフラと周辺環境づくりとで連携して対処する。 ■ メッセ周辺は多車線区間なので、歩道を無くして専用道路を作る。もしくは平日と休日で人と自動運転を使い分ける。
	法等の規制面の環境整備	<ul style="list-style-type: none"> ■ 事業者としてはいつになったら法改正されるのか、とスケジュールが読みにくいこともあり、自動運転の推進には積極的な道路運送法自体の改正が必要ではないか。
	技術を使った環境整備	<ul style="list-style-type: none"> ■ 個人が使っているモバイル端末等を使って、リアルタイムでネットワークを介して、渋滞情報などを共有できるようにする。 ■ 3D LiDARやステレオカメラ、ジャイロセンサーなどの技術の掛け合わせによりGPSに頼らない（GPSは補完としての活用）走行に取り組んできたお台場での取組みが参考になるのでは。また、人の飛び出しなどへの対応についてはAIによる周辺認知、判断により制御させることが一解決策ではあるが、コストが高いことが問題となる。
	市民等の受容性	<ul style="list-style-type: none"> ■ すべての自動車が自動運転となるのはまだかなり先となるため、現状では利便性やニーズを踏まえた走行場所の取捨選択が重要ではないか。 ■ サイズは小さくとも数多く自動運転車両が走るなど、どこでも乗れる環境づくりが大切。（※触れる機会の創出） ■ イベント時の普通車走行可能区間を規制することは、反発が予想され逆に課題につながってしまうと思うので、ほこみちやウォーカブルの概念を取り入れることで受け入れやすい環境づくりをするべきである。
	その他	<ul style="list-style-type: none"> ■ 路上駐車が多い場所は限定的なので、短期的には警察との協力が必要。将来的にはシステム側での対応が必要になる。

第1回振り返り（自動運転）

自動運転バスの「自動運転技術」の課題解決方法の検討は以下の通りです。

問い		
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 昨年の取組内容を振り返り、今後の社会実装・本年の実証実験にむけた課題解決の方向性についてアイデア出しを行う 	
自動運転技術	課題	<ul style="list-style-type: none"> ■ 海側ルートにおけるGNSSの感度不良区間 ■ 信号認識に怖さがあり、交差点の通行に勇気が必要 ■ 混在空間の中で、駐停車・車線変更といったイレギュラーな状況への対応が必要 ■ 車道にバンプがあるので、スピード規制がある。 ■ （KDDIの件もあり）電波の途絶が発生する可能性があるなど通信の安定性が課題
	安全性	<ul style="list-style-type: none"> ■ 安全性を高めるため、複数技術を組み合わせることが重要。 ■ 全員席に座らないと発車しない等の安全面でのシステム開発をする。
	取組の順番	<ul style="list-style-type: none"> ■ 遠隔操作なしの場合、通信の遅れが起きてしまうと致命的であるため、5Gが広く行き渡っている必要がある。通信インフラの普及を待ちつつ、まずはLv3程度で運転手同乗で導入し、バスの運転手が自動運転に慣れる期間を設けたうえで、適切なタイミングでLv4へ移行していくのが良いのではないかと。
	技術導入	<ul style="list-style-type: none"> ■ どの自動運転技術を選択するかによってインフラ整備なども変わるので、どの技術を適用すべきか見極める必要がある。 ■ 磁気マーカー敷設や専用道の導入 ■ GNSS・3次元MAPに加え、車車間通信等のコネクテッド技術の活用により通信途絶を回避するための補助的措置になりうる。
	インフラ協調	<ul style="list-style-type: none"> ■ 信号機のインフラ協調を警察と連携して行う。
	その他	<ul style="list-style-type: none"> ■ 電波の届きにくい屋内でも天井にペイントをすることで混雑時でも利用の幅が広がる。また、屋外でアスファルトの色になじませる技術を応用して、屋内でも目立たないようにできる。

第1回振り返り（自動運転）

自動運転バスの「社会受容性」の課題解決方法の検討は以下の通りです。

問い		<ul style="list-style-type: none"> ■ 昨年の取組内容を振り返り、今後の社会実装・本年の実証実験にむけた課題解決の方向性についてアイデア出しを行う
社会受容性	課題	<ul style="list-style-type: none"> ■ 昨年度実証のモニター調査では2割強の人が乗車前は自動運転に「不安感」があると回答。一方で実証実験後はその数が1割以下に減少 ■ 特に走りはじめにおいて混在空間での車速が合わないので、周囲の理解が必要。 ■ 有事の際の誘導対応 ■ 他のモビリティ（マイクロ）との連携 ■ 専用道は全てできるわけではない。 ■ 現状自動運転の安全に対する明確な基準がない。
	情報発信・広がり	<ul style="list-style-type: none"> ■ 地域住民や来訪者との接点が多い駅や商業施設に情報発信の役割がある。試乗前に事前情報を発信したり、実証実験で不安を軽減したり、幕張新都心の様々な施設がエリア全体として意識づけていく必要がある。 ■ 自動運転という未知のものに漠然と不安感を持っている人に対しては、自動運転導入による彼らへのメリットをきちんと提示することで受容性が向上するのではないか。 ■ 日ごろからバスを利用する方をターゲットに、自動運転に触れる環境を多くすることで、先入観を解消する。先入観が解消されて利用者同士の口コミが広がることによって、歩行者目線の周辺環境、ルール作りが生まれるといった循環を作ることが必要。
	触れる機会	<ul style="list-style-type: none"> ■ 対馬ではローカルTVで発信することで、技術のことも住民同士で教えあう等が起きていた。利用者同士で口コミを広げることが大事。 ■ 初めは添乗員や運転手が同乗し、徐々に人の手を介在しないような運行にする、といったようにフェーズ分けをしながら利用してもらい、理解を得ていければ良いのではないか。 ■ 将来的には運転手不足や高齢化等の問題を考慮すると、自動運転が自然に受け入れられていくと考える。短期的には実証を粛々と進め、より多くの人に乘ってもらう場を作ることが重要ではないか。 ■ 受容性向上には、無理やり使ってもらう状況を作ることも必要。 ■ 実証動画を活用した周知や、ワークショップ開催が有益ではないか。
	車内での安心感	<ul style="list-style-type: none"> ■ 車内で乗客が安心できるような取組みとして、車内アナウンスや車内で走行位置の映像を放映する（飛行機をイメージ）。 ■ ドライバーがいない、車両が小さい密な環境は乗客同士が気まずい環境になるので、エンタメ要素（音楽を流すなど）で緩和する。
	前提	<ul style="list-style-type: none"> ■ 現状は自動運転の安全に対する明確な基準がないので、車両単体の技術の問題で解決できる部分と社会受容性で埋めなければならない部分がある。

第1回振り返り（自動運転）

自動運転バスの「インフラ整備」の課題解決方法の検討は以下の通りです。

問い		
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 昨年の取組内容を振り返り、今後の社会実装・本年の実証実験にむけた課題解決の方向性についてアイデア出しを行う 	
インフラ整備	課題	<ul style="list-style-type: none"> ■ 施工の容易さ（道路の規制時間などの交通への影響） ■ 施工費 ■ 維持管理の容易さ ■ 信号機等のインフラ協調には費用がかかる。 ■ そもそも何をインフラと定義するか
	運営	<ul style="list-style-type: none"> ■ 千葉市（道路管理者）が管理者になるのが理想だが、自治体の特性上、単年度毎の予算となってしまうため、民間が目指す持続可能なサービスとの整合性についてPTにおいて検討していくことが必要ではないか。
	技術活用	<ul style="list-style-type: none"> ■ ライン技術とアナログ技術との相乗効果があるのでは ■ 走行可能路線拡大を目指した場合、「インフラを整備無し」がベストなので、日本ペイント様の技術は、コスト面、施工の容易さという点で優れている。
	データ連携	<ul style="list-style-type: none"> ■ 信号情報連携、道交法を守る際に緊急車両の検知方法について検討が必要。 ■ 複数ルートで走るのであれば、車両間通信をどう共有するか。自動運転車だけではなく、歩行者やその他の車両の情報を共有することで、ほかの自動運転車両が検知した情報をインフラを通じてほかの車両に共有することができる。
	その他	<ul style="list-style-type: none"> ■ インフラに依存しない自律走行、歩道側整備による対応(車道交通網への影響の減、整備費用圧縮)

第1回振り返り（サービスロボット）

サービスロボットを活用したサービス案の「海側ルート」でのアイデア出しは以下の通りです。

問い		■ 理想のサービスロボットを活用したサービスとは
海側ルート	移動販売	<ul style="list-style-type: none"> ■ イベント会場における飲み物販売サービス ■ サービスロボットの利点は、日によって人流に開きがあるところや、出店しにくいところにも手が届くことなので、イベント時に移動販売をする。 ■ 公園にいる若者をターゲットとした飲食物の移動販売 ■ 高齢化が進むエリアは移動販売が有効なので、ベイトウンへの移動販売サービス
	運搬	<ul style="list-style-type: none"> ■ イオンモールで買物した荷物のベイパークやベイトウンまでの配送サービス ■ 幕張メッセ利用者向けの駅—ホテル間の荷物配送に需要があるのでは。荷物預かりの場合急がないので、速度はゆっくりでも問題ない。 ■ ベイトウンの方を対象（特に高齢者）に、処方薬の配送サービス
	警備	<ul style="list-style-type: none"> ■ 新駅周りや夜間人が少ないエリアでの警備ロボット
	その他	<ul style="list-style-type: none"> ■ 同じコースを走行すればインフラ（物理的、地図等）が共通化できる。ヒトとモノを運ぶというすみわけができればより良い。 ■ マルチ機能のあるロボットの検討ができる。また、モノの運搬であればカスタマイズ対応できる。

第1回振り返り（サービスロボット）

サービスロボットを活用したサービス案の「オフィスエリア」「住宅エリア」でのアイデア出しは以下の通りです。

問い		<ul style="list-style-type: none"> ■ 理想のサービスロボットを活用したサービスとは
オフィスエリア	移動販売	<ul style="list-style-type: none"> ■ ランチ販売に活用する（駐車場から公園が遠いため） ■ 弁当販売と合わせて、ごみの回収にも活用できるのでは。
	運搬	<ul style="list-style-type: none"> ■ 海側の飲食店の少ないエリアに飲食物の配送サービス ■ 時間に縛られずに荷物を受け取れるよう、街中にある宅配ボックスと連動するサービス
	その他	<ul style="list-style-type: none"> ■ ロボットが音声で商品やロボットの機能を紹介し、また遠隔で担当者へリアルタイムで質問し対話できるような、社会受容性の高い仕様にする。 ■ 運ぶ距離、何個運べるかによってコストが変わる。 ■ エレベーターをどうするか。エレベーターと連携させるか。
住宅エリア	移動販売	<ul style="list-style-type: none"> ■ 学校は時期や時間帯で利用頻度の変動するので臨機応変に対応し、移動販売をうまく活性化できるとよい。
	運搬	<ul style="list-style-type: none"> ■ ランニング時に家から温浴施設まで着替えを運んでくれるサービス ■ ランドセルを自宅に運搬しつつ、同時に習い事の場所へ必要な道具を届ける配送サービス（各住居への配送ではなく、多くの利用者が目的地としている共通の行先（近隣の大手の塾など）にまとめて配送するという選択肢があってもよい）
	その他	<ul style="list-style-type: none"> ■ 幼稚園等の散歩サービス ■ 隙間時間や場所を埋めてくれる。特に深夜・早朝帯のサービスが有望。

第1回振り返り（サービスロボット）

サービスロボットを活用したサービス案の「イベント・商業エリア」でのアイデア出しと、検証項目は以下の通りです。

問い		■ 理想のサービスロボットを活用したサービスとは
イベント・商業エリア	移動販売	■ イベント時の混雑があるので、自動で軽食等を販売・配送（長蛇の列や場所の遠さ）
	運搬	■ 電車でのイベント来訪者向けにイベント施設までサービスロボットに荷物を運んでもらうサービス。（さらに、人は自動運転で移動すると良い。展示会等に合わせて実証を行うのが良いのではないか）
	警備	<ul style="list-style-type: none"> ■ 迷子のご案内に利用できる。迷子の記録をしておいて、それをみながら探すなどではできないのでは。深層学習できていると探索もしやすい。 ■ 歩行者天国における警備ロボット。遠隔操作で監視し歩きたばこや人の滞留を音声で注意する。
	その他	<ul style="list-style-type: none"> ■ イベント時に混雑すると、迂回ニーズがある。 ■ 屋外の渋滞情報などその他情報も収集できるのでは。 ■ 土日やイベント時だけ専用レーン化するとよいのではないか

問い		■ 各サービスの実証実験において、どのような検証項目が考えられるか
----	--	-----------------------------------

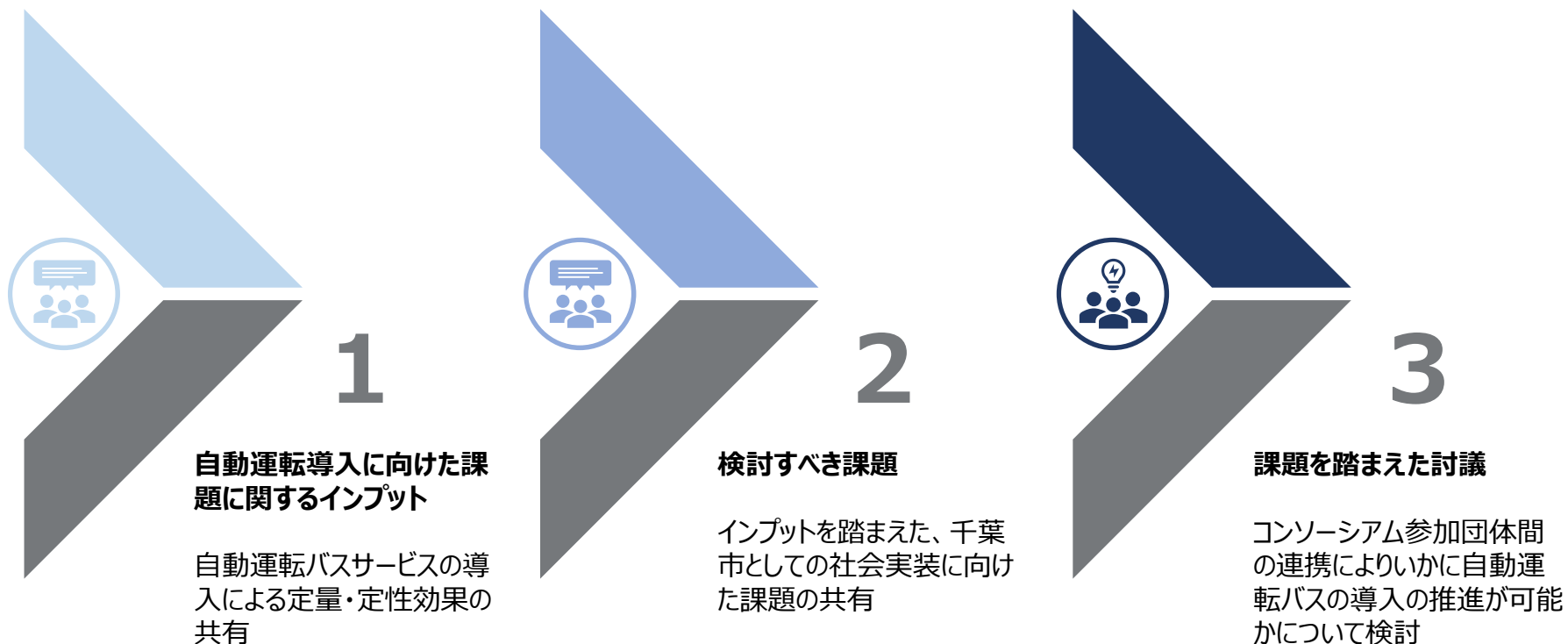
- 乗り捨てサービスを昨年実行し、乗り捨てしたところから元のルートに戻るところまで行った。今年度はGNSSと連携して充実させていきたい。
- 人とロボットの共生を目指した社会受容性の確認(宅配ロボットが急にでてくるとびっくりする)
- なくても困らない+αの利便性を提供するサービスに対し、利用者がいくらくらい払えるのかという事業性の観点。

自動運転バス導入に向けた検討

自動運転バス導入に向けた検討は以下の3ステップで進めます。

目的

- 自動運転バスの社会実装に向け、実際のサービス運営に関して官民連携、および会員企業同士で連携可能な領域について検討し、円滑なサービス導入の方向性を探る



令和4年度 自動運転車サービス導入手法検討

デロイト トーマツ コンサルティング合同会社

自動運転調査 試算の前提まとめ

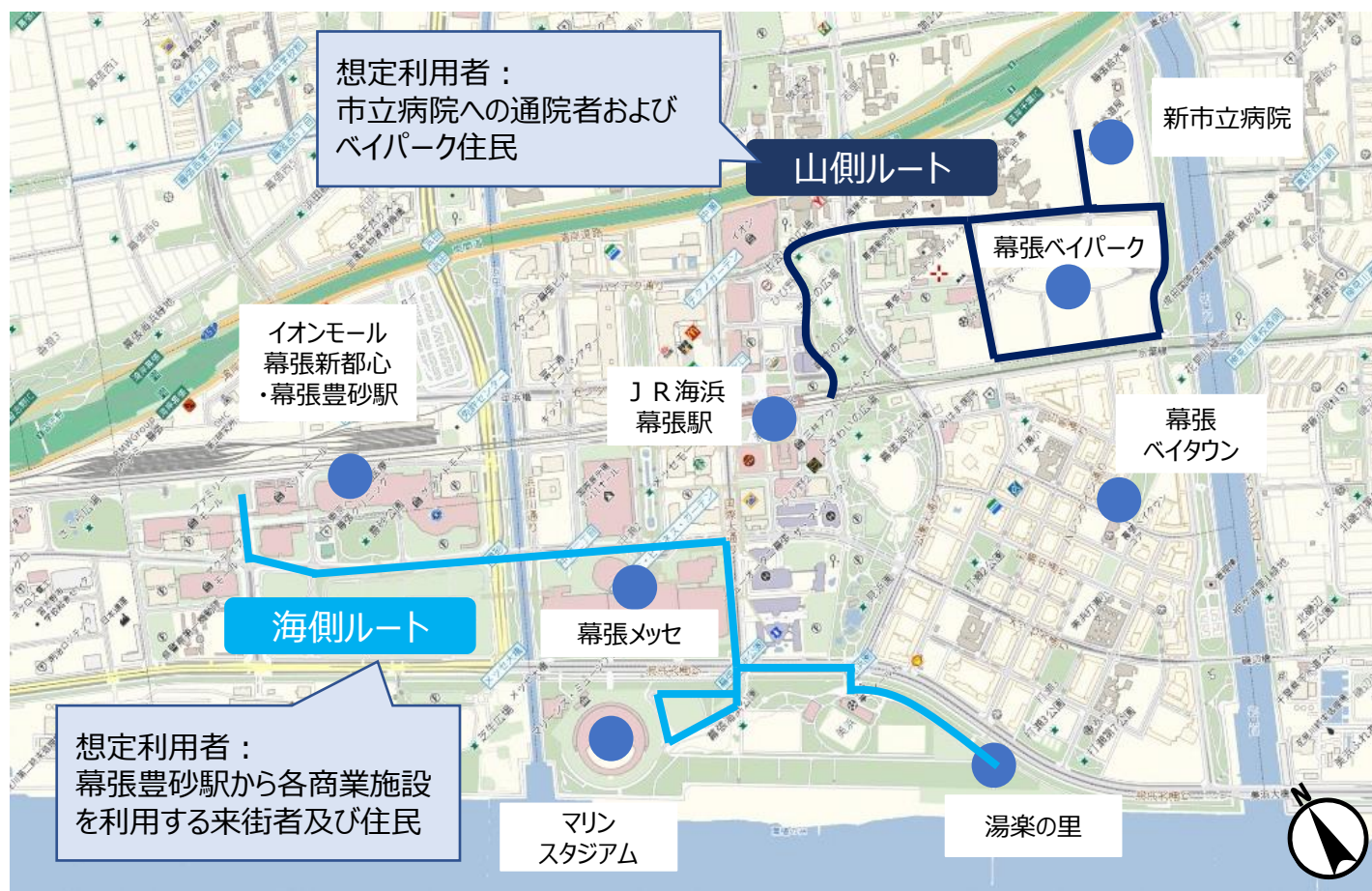
ルート・利用者

千葉市では現在、社会実装時のルートとして山側と海側ルートの2パターンを検討
サービス内容としては既存路線バスの置き換えとしての運行を目指す

サービス内容

- 既存路線バスの置き換えとして、決められたルート、乗降場所を持ち、定時運行するサービスを想定。
(ただし将来的にはオンデマンドバスなどのサービスも検討予定)

現状の ルート候補と 想定利用者



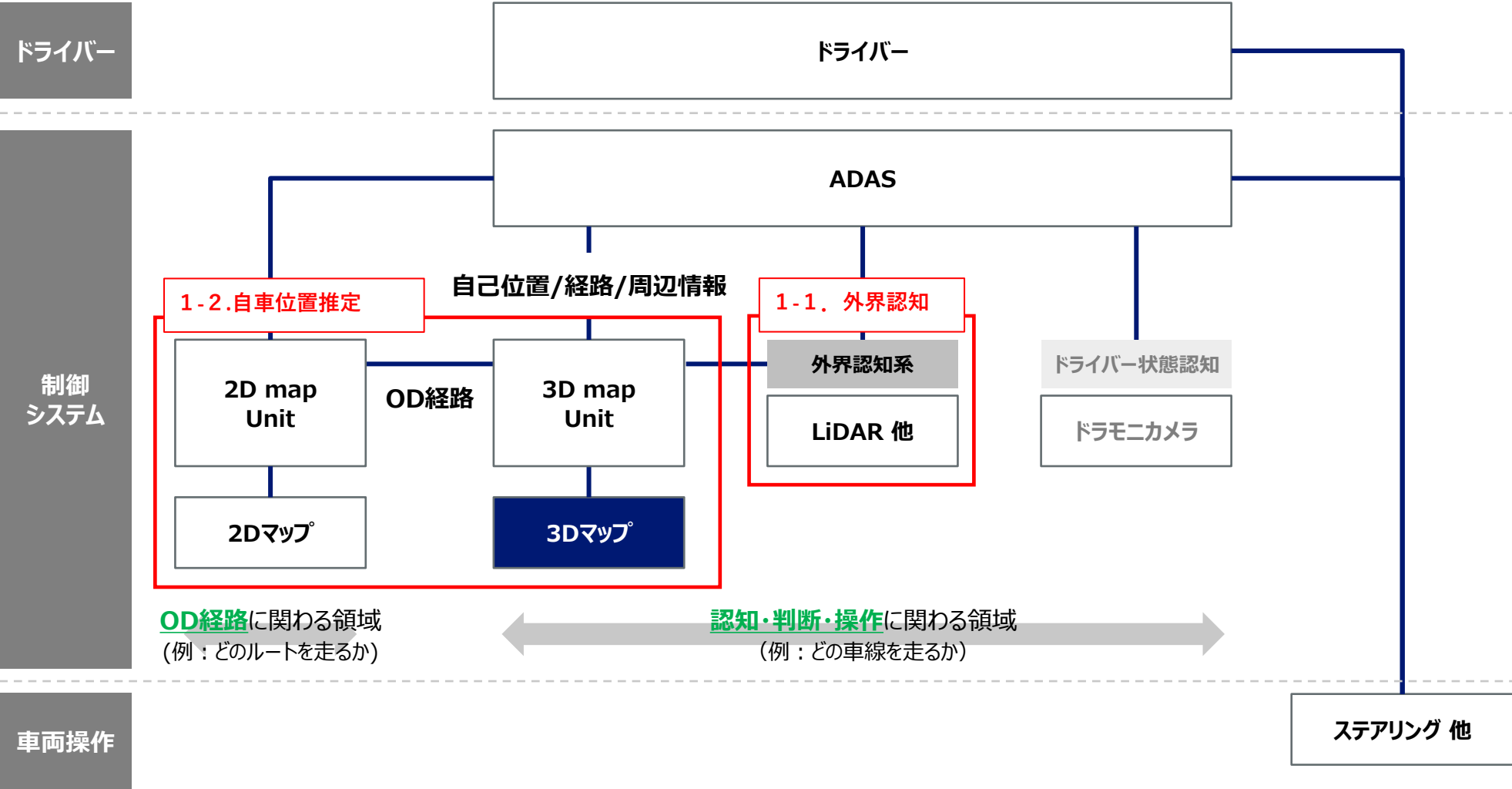
サービス内容（利用車両）

サービスの見込み利用者数より、小型車、大型車をそれぞれ活用した場合を想定し試算を実施

車両サイズ	車種例	乗員数イメージ	主な用途
大型車	日野 ブルーリボン	75~	中型バスより一回り大きく、利用人数の多い路線バスや近～中距離での送迎専用バス等で活用される
中型車	日野 レインボー	~60	観光バスや路線バスなどに採用される
小型車	日野 ポンチョ	~40	送迎バスやスクールバスなどに利用されることが多く、路線バスなどにも採用される
マイクロバス	トヨタ コースター	15~20	幼稚園や介護施設など、短距離の送迎バス、コミュニティバスに使われることが多い
ワゴン	トヨタ アルファード	~8	介護施設などの短距離の送迎やタクシー、コミュニティバスに使われることが多い
セダン・ミニバン	トヨタ JPN Taxi	~5	介護施設などの短距離の送迎やタクシーに使われることが多い
マイクロモビリティ	電動キックボード	1~2	コンパクトで小回りが利くため、地域内における超短距離～短距離移動に使われる

自動運転に関する技術

自動運転システムは、認知、判断、操作、OD経路作成の4つの機能で構成され、外界認知系と自車位置推定系からの情報が主要な入力データとなる



外界認知システム

外界認知系センサーにはそれぞれ特性があり、個々の特性に合わせた組み合わせを検討する必要がある

		カメラ	RADAR	LiDAR
基本性能	物体認識性能	◎	△	○
	測距性能	○ 速度検知の精度は低い	◎ 距離と速度の検知可能	◎
視野	検知距離	○ (<140m)	◎ (<250m)	○ (<150m)
	視野角	○	○	◎
ロバスト性		○ 夜間や荒天時等、検知性低下	◎ 環境によらない検知が可能	× 自然光の影響を受ける
量産性	サイズ (搭載性)	○	◎	× 現状では大型
	コスト	○	○	×
今後の課題		<ul style="list-style-type: none"> ✓ 画像処理による物体認識 ✓ 光学系改善による測距性能、検知範囲・ロバスト性向上 ✓ サイズダウン (ステレオ) ✓ コストダウン 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 反射特性データに基づく物体認識 ✓ サイズダウン ✓ コストダウン 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ サイズダウン ✓ コストダウン

外界認知システム

外界認知センサーの活用パターンはいくつか存在するが、今回はパターン4での試算を実施

	外界認知系センサー			システムの動作イメージ
	カメラ	RADAR	LiDAR	
パターン1	○	-	-	1. カメラによる目標認識にて、自己位置推定（距離測定精度に限界有） 2. その他カメラにより外界認識（可視光のため検出限界有）
パターン2	○	○	-	1. カメラとRADARによる目標認識にて、自己位置推定（精度向上） 2. その他カメラとRADARにより外界認識（悪天候時の検出能力向上） *現状RADARの分解能では誤検知の可能性があり、性能向上が必要 ミリ波のため、透過物質が検出不可で、乱反射でのゴースト発生は課題
パターン3	○	-	○	1. カメラとLiDARによる目標認識にて、自己位置推定（精度向上） 2. その他カメラ、LiDARにより外界認識 *逆光による対象物消失、雨などによる減衰、特定製品による吸収等 検知不可な対象物が存在。LiDARの画角、検出距離の最適設定が必要。
こちらのパターンで試算				
パターン4	○	○	○	1. カメラとLiDAR、RADARによる目標認識にて、自己位置推定（精度向上） 2. その他カメラ、LiDAR、RADARにより外界認識 *ロバストだが、コスト高。

自車位置推定

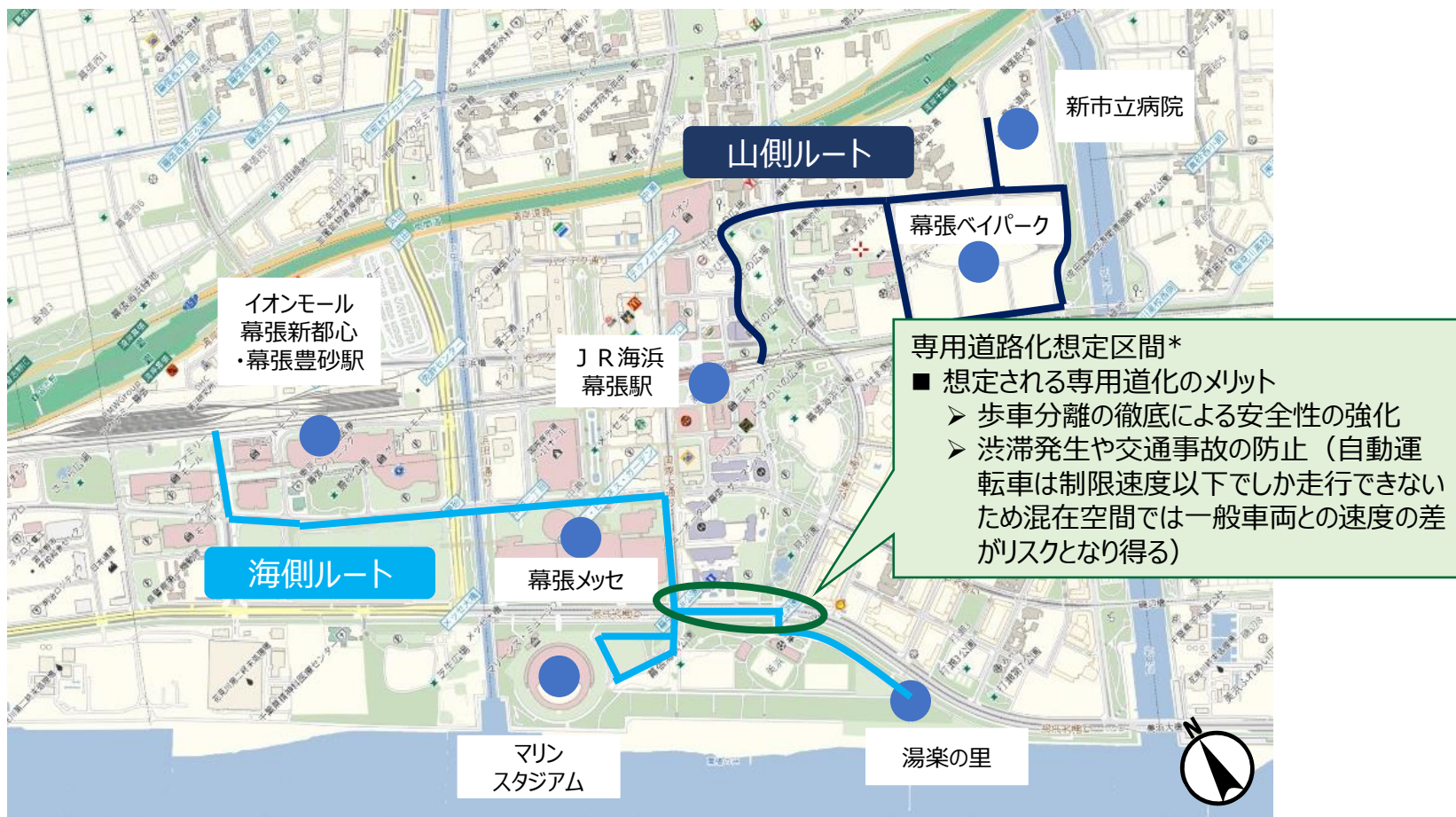
自車位置の推定方法については、主に3D地図を活用した自律走行型と電磁誘導線による走行の2パターンを想定

		地図技術		インフラ協調	
		試算パターン①		試算パターン②	
		3D地図	ADAS Map + 地物情報	磁気マーカー・電磁誘導線 (+ 2D地図)	スマートポール (+ 2D/3D地図)
開発ステージ		試作開発中	原理検証段階	試作開発中	原理検証段階
概要		<ul style="list-style-type: none"> GNSS情報も活用し誤差 ±25cm程度の自己位置推定可能 	<ul style="list-style-type: none"> m級の精度で自己位置推定可 (車両センサ性能向上が前提) 	<ul style="list-style-type: none"> 地物情報を直接読み取るだけで自車位置推定可能 全ての磁気マーカー・スマートポールに位置情報の埋め込みが必要 	
コストイメージ	作成	<ul style="list-style-type: none"> 高速道路：20~100万円/km 一般道は、高速道路以上のコストが発生 	<ul style="list-style-type: none"> 高速道路：13~64万円/km 一般道は、高速道路以上のコストが発生 	<p>磁気マーカーの場合</p> <ul style="list-style-type: none"> 新規道路に敷設：150万円/km 既存道路に敷設：500-600万円/km 	<ul style="list-style-type: none"> 2億円/km *実装する機能により価格が大きく変動
	保守	<ul style="list-style-type: none"> 高速道路：20~100万円/km 一般道は中小規模変化が多く、費用がさらに必要 	<ul style="list-style-type: none"> 高速道路：4~21万円/km 一般道は、高速道路以上のコストが発生 	<ul style="list-style-type: none"> 0.9万円/km程度 (推定) 	<ul style="list-style-type: none"> 0.9万円/km程度 (推定)
課題		<ul style="list-style-type: none"> 道路変化・ルール変化時に地図更新が必要で、反映までタイムラグ発生 	<ul style="list-style-type: none"> 各社・各車両データを基に更新可能なので、更新頻度は改善される見通し 	<ul style="list-style-type: none"> 道路新設・更新時に施工の必要がある 環境変化情報をインフラから直接受信できるためタイムリーに情報をキャッチすることができる 	

専用道路

安全性の高い走行が実現できる専用道路を導入した場合についても試算のパターンとして追加

専用道路導入予定区間



* 「幕張新都心における自動運転車両走行環境適正調査業務委託」 検討結果を参照

自車位置推定

インフラ協調の手法としては、磁気マーカーおよび電磁誘導線の2種類の可能性から試算を実施

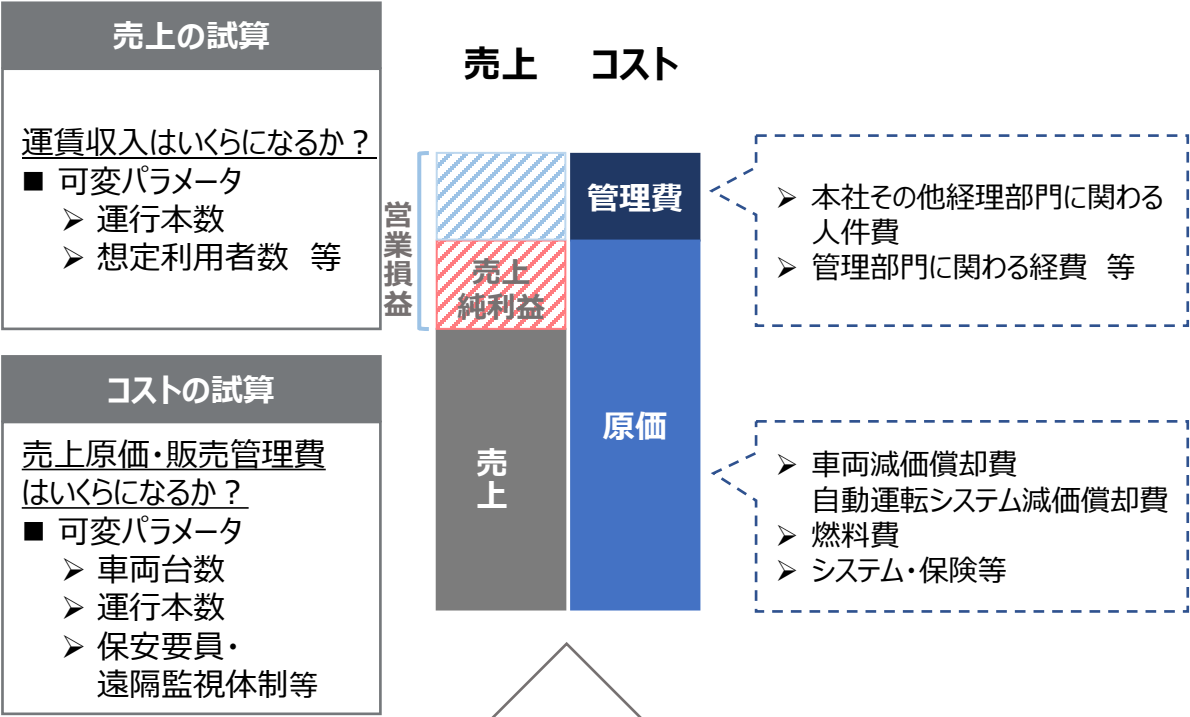
	磁気マーカー		電磁誘導線
	無給電タイプ	給電タイプ	
概要	<ul style="list-style-type: none"> ■ 道路に磁石（マーカー）を埋設又は敷設し、S極/N局の配置パターンにより車両に対し速度の指定や停止などの情報伝達を行い設定されたルートを走行 		<ul style="list-style-type: none"> ■ 地中に埋設された誘導線からの磁力を感知し設定されたルートを走行
種類	<ul style="list-style-type: none"> ■ 埋設 / 表面設置 ■ 安全性の観点から埋設タイプが主流 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 埋設（現時点では研究段階） 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 埋設
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ■ 気候変動に強い（雨・雪・黄砂などの環境下でも走行可能） ■ メンテナンスコストが安い ■ 公道での実用化事例はまだなし 	<ul style="list-style-type: none"> ■ インフラ協調型で、自動運転以外の機能拡張性が期待される ■ 気候変動に強い（雨・雪・黄砂などの環境下でも走行可能） ■ 敷設コストが高い ■ 公道での実用化事例はまだなし 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 災害に弱い（一度断線すると修復が困難） ■ 公道での実用化例複数あり

定量效果

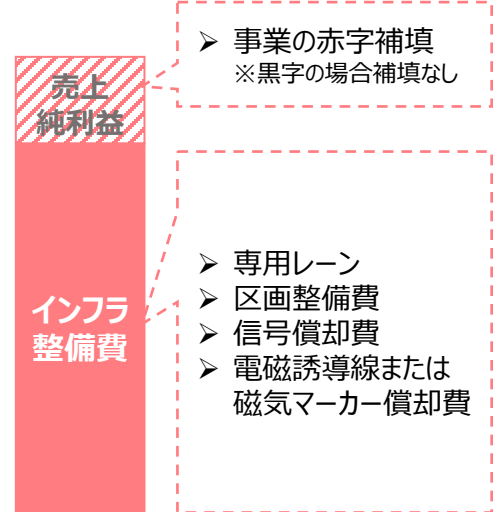
試算のアプローチ

事業売上の可変パラメータA/Bをパターン分けし、山側ルート・海側ルートそれぞれで試算

バス会社の事業売上の試算



千葉市補填費用の試算



試算に大きな影響を与える前提の可変パラメータ

- 想定利用者数
- (売上・台数) バスの種類 (輸送可能人数 : 大・小)

試算ルート

各ルートごとに地図、インフラ協調、専用ルートの有無で場合分けして試算を実施

試算前提

山側ルート、海側ルートそれぞれで大型バスを1台導入した場合



コース	地図	インフラ協調	専用ルート	備考
山1	3D	—	—	自律走行のみで運行
山2	2D	あり	電磁誘導線(全線)	電磁誘導線で自車位置推定し運行
山3	2D	あり	磁気マーカー(全線)	磁気マーカーで自車位置推定し運行
海1	3D	—	—	自律走行のみで運行
海1-R	3D	—	—	あり(一部) 自律走行のみで運行
海2	3D	あり	磁気マーカー(一部)	GNSS信号が受信できない部分は磁気マーカーで自車位置推定
海2-R	3D	あり	磁気マーカー(一部)	あり(一部)
海3	2D	あり	磁気マーカー(全線)	磁気マーカーで自社位置推定し運行
海3-R	2D	あり	磁気マーカー(全線)	あり(一部) 磁気マーカーで自社位置推定し運行
海4-R	2D	あり	電磁誘導線(全線)	あり(一部) 電磁誘導線で自社位置推定し運行

※Rは専用ルート付きコース

ルートごとの収益性比較

海側ルートのほうが原価（コスト）は高いが、イベント利用による売上が見込めるため赤字額は小さい

黄色：最大値 水色：最小値

	山1 (3D)	山2 (2D+電磁)	山3 (2D+磁気)	海1 (3D)	海1-R (3D)	海2 (3D+一部磁気)	海2-R (3D+一部磁気)	海3 (2D+磁気)	海3-R (2D+磁気)	海4-R (2D+電磁)
売上高	13,758,681	13,758,681	13,758,681	30,443,898	30,443,898	30,443,898	30,443,898	30,443,898	30,443,898	30,443,898
売上原価 (運送原価)	59,038,808	55,430,658	55,430,658	60,941,808	60,941,808	61,348,234	61,348,234	55,628,874	55,628,874	55,664,208
人件費	18,400,000	18,400,000	18,400,000	18,400,000	18,400,000	18,400,000	18,400,000	18,400,000	18,400,000	18,400,000
燃料費	1,253,443	1,253,443	1,253,443	1,253,443	1,253,443	1,253,443	1,253,443	1,253,443	1,253,443	1,253,443
修繕費	14,054,420	11,461,610	11,461,610	15,784,420	15,784,420	15,790,846	15,790,846	11,614,846	11,614,846	11,650,180
減価償却費 車両	3,144,420	3,144,420	3,144,420	3,144,420	3,144,420	3,144,420	3,144,420	3,144,420	3,144,420	3,144,420
減価償却費 自動運転システム	15,019,800	14,004,460	14,004,460	15,192,800	15,192,800	15,592,800	15,592,800	14,049,440	14,049,440	14,049,440
その他費用	7,166,725	7,166,725	7,166,725	7,166,725	7,166,725	7,166,725	7,166,725	7,166,725	7,166,725	7,166,725
売上純利益	-45,280,127	-41,671,977	-41,671,977	-30,497,910	-30,497,910	-30,904,336	-30,904,336	-25,184,976	-25,184,976	-25,220,310

ルートごとの補填額（年間）比較

海側ルートの方が、バス運営事業の赤字補填額が少ないため結果的に毎年の補填額は少額となる。
また、コスト面では3D地図が最も安く、次に磁気マーカを活用したルートが安い。

黄色：ルートごとの最大値、水色：ルートごとの最小値、下線：両ルートのなかで最大または最小値

	山1 (3D)	山2 (2D+電磁)	山3 (2D+磁気)	海1 (3D)	海1-R (3D)	海2 (3D+一部磁気)	海2-R (3D+一部磁気)	海3 (2D+磁気)	海3-R (2D+磁気)	海4-R (2D+電磁)
バス運営の赤字補填額	45,280,127	41,671,977	41,671,977	30,497,910	30,497,910	30,904,336	30,904,336	25,184,976	25,184,976	25,220,310
インフラ整備コスト	4,389,147	19,521,147	10,209,147	5,736,587	8,100,587	7,164,587	9,528,587	14,526,587	16,890,587	32,228,587
専用レーン	-	-	-	-	2,364,000	-	2,364,000	-	2,364,000	2,364,000
区画整備費	4,029,147	4,029,147	4,029,147	5,256,587	5,256,587	5,256,587	5,256,587	5,256,587	5,256,587	5,256,587
右折信号償却費	360,000	360,000	360,000	480,000	480,000	480,000	480,000	480,000	480,000	480,000
磁気マーカー	-	-	5,820,000	-	-	1,428,000	1,428,000	8,790,000	8,790,000	-
電磁誘導線償却費	-	15,132,000	-	-	-	-	-	-	-	24,128,000
合計補填金額 (年間)	49,669,274	61,193,124	51,881,124	36,234,497	38,598,497	38,068,923	40,432,923	39,711,563	42,075,563	57,448,897

ルートごとの初期コストの比較

自動運転システム関連費では、2D地図＋インフラ協調のケースが最も少額だが、インフラ整備費との合計は海側ルートの3D地図のみのケースが最も初期コストが少額。

黄色：ルートごとの最大値、水色：ルートごとの最小値、下線：両ルートのなかで最大または最小値

	山1 (3D)	山2 (2D+電磁)	山3 (2D+磁気)	海1 (3D)	海1-R (3D)	海2 (3D+一部磁気)	海2-R (3D+一部磁気)	海3 (2D+磁気)	海3-R (2D+磁気)	海4-R (2D+電磁)
自動運転バス 関連	106,543,200	101,466,500	101,466,500	107,408,200	107,408,200	109,408,200	109,408,200	101,691,400	101,691,400	101,691,400
車両	31,444,200	31,444,200	31,444,200	31,444,200	31,444,200	31,444,200	31,444,200	31,444,200	31,444,200	31,444,200
自動運転 システム	75,099,000	70,022,300	70,022,300	75,964,000	75,964,000	77,964,000	77,964,000	70,247,200	70,247,200	70,247,200
インフラ整備	15,043,720	90,703,720	44,143,720	19,884,880	78,984,880	27,024,880	86,124,880	63,834,880	122,934,880	199,624,880
専用レーン	-	-	-	-	59,100,000	-	59,100,000	-	59,100,000	59,100,000
区画整備費	6,043,720	6,043,720	6,043,720	7,884,880	7,884,880	7,884,880	7,884,880	7,884,880	7,884,880	7,884,880
右折信号費	9,000,000	9,000,000	9,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000
磁気マーカー	-	-	29,100,000	-	-	7,140,000	7,140,000	43,950,000	43,950,000	-
電磁誘導線費	-	75,660,000	-	-	-	-	-	-	-	120,640,000
初期費用合計	121,586,920	192,170,220	145,610,220	127,293,080	186,393,080	136,433,080	195,533,080	165,526,280	224,626,280	301,316,280

定量評価まとめ

山側と海側では、年間の補填金額の低い海側が良いと推察。
海側ルートの中なかでは、コスト面と安全性も含めて検討すると海3-Rが良いと思案

黄色：ルートごとの最大値、水色：ルートごとの最小値

■ 山側ルート

	山1 (3D)	山2 (2D+電磁)	山3 (2D+磁気)
合計補填金額 (年間)	49,669,274	61,193,124	51,881,124
初期費用 合計	121,586,920	192,170,220	145,610,220

年間の補填金額・初期費用を総合すると、山1（3Dのみ）が最もコストが小さく、次いで山3（2D+磁気マーカ）となる。

海1（3Dのみ）が初期コストが最も小さいが、コストと安全面(技術面)を考慮すると、海1（3Dのみ）よりも海3（2D+磁気マーカ）のほうがロバスト性が高いと考えられるため、海3（2D+磁気マーカ）も候補になると認識（安全面を考慮すると、加えて専用道を敷設するものが最も適切と考えられる）。

■ 海側ルート

	海1 (3D)	海1-R (3D)	海2 (3D+一部磁気)	海2-R (3D+一部磁気)	海3 (2D+磁気)	海3-R (2D+磁気)	海4-R (2D+電磁)
合計補填金額 (年間)	36,234,497	38,598,497	38,068,923	40,432,923	39,711,563	42,075,563	57,448,897
初期費用 合計	127,293,080	186,393,080	136,433,080	195,533,080	165,526,280	224,626,280	301,316,280

※あくまで仮のデータを基にした試算であるため、自動運転システムの詳細などは今後精査していく必要あり。

ルート別評価

評価指標

定量・定性効果を踏まえ、下記の指標に時間軸という視点を加え、それぞれのルートの評価を実施

事業性

- 持続的なサービス提供に向け、より採算性の高いルートはどちらか

公共性

- サービスを導入した際の期待効果が、幕張新都心が抱える課題の解決や、目指す姿の実現といった目的により合致しているルートはどちらか

実現性

- サービス導入に向けた技術難易度が低く、安全性の高いルートはどちらか

受容性

- 地域住民、地域企業、社会全体の目線から社会受容性の高いルートはどちらか

時間軸

短期(2026年断面)

中長期(2035年～)

評価まとめ

短期的にはほとんど差異がないものの、中長期的に見込める効果を鑑みると、海側ルートでの導入がより目指す姿の実現に近いと考えられる。今後は各種実証等を通し詳細を深掘する必要がある

評価軸

		事業性	公共性	実現性	受容性
山側ルート	短期	現状では赤字想定 	「職・住・学」機能強化による街のブランド価値向上 	致命的な課題は現在のところなし 	住民や受容性は一定あり 政策としての親和性が山側と比較し高い 
	中長期	サービス拡張幅がなく売上増加見込みが限定的 	一部住民・通院者に対するサービス提供 	現状の課題は解決されていると想定 	
海側ルート	短期	現状では赤字想定 	「遊」機能強化による街のブランド価値向上 	安全性に一部課題はあるものの、専用道路化等の工夫をすれば、致命的な課題は解消可能 	住民や受容性は一定あり 
	中長期	今後のサービス拡張により更なる売上が見込める 	住民・来街者などより多くの利用者に対する付加価値提供 	現状の課題は解決されていると想定 	

特に実現性（技術面）や受容性などは今後の実証実験やデジタルツインなどを活用して詳細な評価を実施すべき

自動運転車サービス導入に向けた課題

自動運転車サービスの導入に向けた、導入支援業務委託の結果、直近の課題として、以下の2点
 が大きいものと認識。

課題	内容	今後の検討
<p>【実現性（技術）】 自動運転車を走行させるための技術</p>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;">マップ：3D or 2D</div> <div style="font-size: 2em; margin-right: 10px;">×</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;">インフラ整備：各種</div> <div style="font-size: 2em; margin-right: 10px;">×</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;">専用レーン：有・無</div> <div style="font-size: 2em; margin-right: 10px;">=</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; flex-grow: 1;"> どの技術を柱にしていくのかで、走行させる技術の方向性が大きく変わる </div> </div>	<p>幕張新都心地区の「海側」でサービス導入させる際の、最適な技術の考察・方向性の決定が必要</p> <ul style="list-style-type: none"> • 実証実験の継続 • <u>デジタルツインを活用したシミュレーション</u> • 最新技術の動向チェック
<p>【事業性（費用面）】 運営赤字の補填</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 自動運転車サービス単体での黒字化は現状困難 • 今後、サービス実施事業者を募る上でも、赤字幅の縮小が必須 	<p>赤字幅の縮小に向け、継続的なサービス方法の検討</p> <div style="border: 2px dashed red; padding: 10px; text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>今回PTグループワークにて検討</p> </div>

グループワークの全体像

今回は、幕張新都心における自動運転バスサービスの実装を想定して検討項目を話し合います

ワークの 目的

自動運転バスの社会実装に向け、実際のサービス運営における官民連携や会員企業同士で連携可能な領域について検討し、赤字補填を踏まえた円滑なサービス導入の方向性を探る

ワークの 前提

2026年に幕張新都心地区においてLv.4の自動運転バスサービスを実装すると想定

- 車両：75人乗り程度の大型路線バス
- ルート・停留所：幕張豊砂駅・イオンモール～幕張メッセ～マリスタジアム～湯楽の里
- ダイヤ：1時間に約1本、1日に10便程度、路線バスと同様の運行を想定

ワークの 進め方

Step1

- 自己紹介
 - ・ 会社名
 - ・ お名前

Step2

- <お題について各自で5分程度考える時間>
- 下記6つの分野において、幕張新都心に自動運転バスが導入された場合、特に付加価値が生まれると考えられる分野、およびサービスの方向性についてアイデア出し
 - ・ モビリティ、経済、環境・エネルギー、生活・ヘルスケア、行政・教育、セキュリティ

Step3

- 上記で出した自動運転サービスにおいて、赤字補填の視点で、どのように域内事業者との連携が可能かについて検討

京セラコミュニケーションシステム様からご共有
(自動配送ロボットを活用した移動販売サービス実証)

グループワークの全体像

今回は、幕張新都心におけるサービスロボットの実装を想定して検討項目を話し合います

ワークの 目的

幕張新都心で新たなサービスロボット活用の実装を見据えた際の課題と解決策について整理する

ワークの 前提

2025年頃に幕張新都心地区において自動走行ロボットサービスを実装すると想定

ワークの 進め方

Step1

- 先ほどの発表内容等を踏まえながら、第1回PTのグループワークで上がったサービスロボットのアイデアのなかから幕張での実装に適したものを選択し、それぞれ実装する場合の課題を洗い出し
 - 課題だしの観点：顧客接点、リソース（ヒト・モノ・カネ）、事業性（収益/コスト）、座組、技術、法規制、インフラ、受容性等

Step2

- 上記課題の中から1～2つを選択し、その課題解決のためにどんなことができるか、自社で協力できる分野や、会員企業間でどう連携できるかについて検討

第1回振り返り

第1回で出たサービスロボットを活用した理想のサービス案は以下の通りです

移動販売

- イベント会場における飲食物の移動販売サービス
- 公園にいる若者をターゲットとした飲食物の移動販売サービス
- 高齢者をターゲットとしたベイトウンへの移動販売サービス
- オフィスエリア向けのランチ販売サービス
- 学校向けのランチ移動販売サービス（時期や時間帯で利用頻度が変動するので臨機応変に対応）
- 弁当販売と合わせたごみの回収サービス

運搬

- イオンモールで買物した荷物のベイパークやベイトウンまでの配送サービス
- 電車でのイベント来訪者向けに駅—ホテルや駅—イベント施設間の荷物配送サービス
- ベイトウン住民（特に高齢者）をターゲットとした処方薬の配送サービス
- 海側の飲食店の少ないエリアに飲食物の配送サービス
- 宅配ボックスと連動し時間に縛られずに荷物を受け取れる配送サービス
- ランニング時に家から温浴施設まで着替えを運んでくれるサービス
- 小学生のランドセルを学校→自宅に運搬しつつ、同時に習い事の場所へ必要な道具を届ける配送サービス

警備

- 新駅周りや夜間人が少ないエリアでの警備サービス
- 迷子を案内する警備サービス
- 歩行者天国における警備サービス（遠隔操作で監視し歩きたばこや人の滞留を音声で注意する）

その他

- 幼稚園等の散歩介助サービス

