

戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 第3期/
スマートモビリティプラットフォームの構築/
「デジタル・スマートモビリティによるシェアードスペースの実現」
(Ⅱ. モビリティサービスを支えるインフラのリ・デザインに向けた研究開発)

2024/3

つくばスマートシティコンソーシアム
国立大学法人筑波大学
東京海上日動火災保険株式会社
日本工営株式会社
日本電気株式会社
KDDI株式会社
三菱電機株式会社



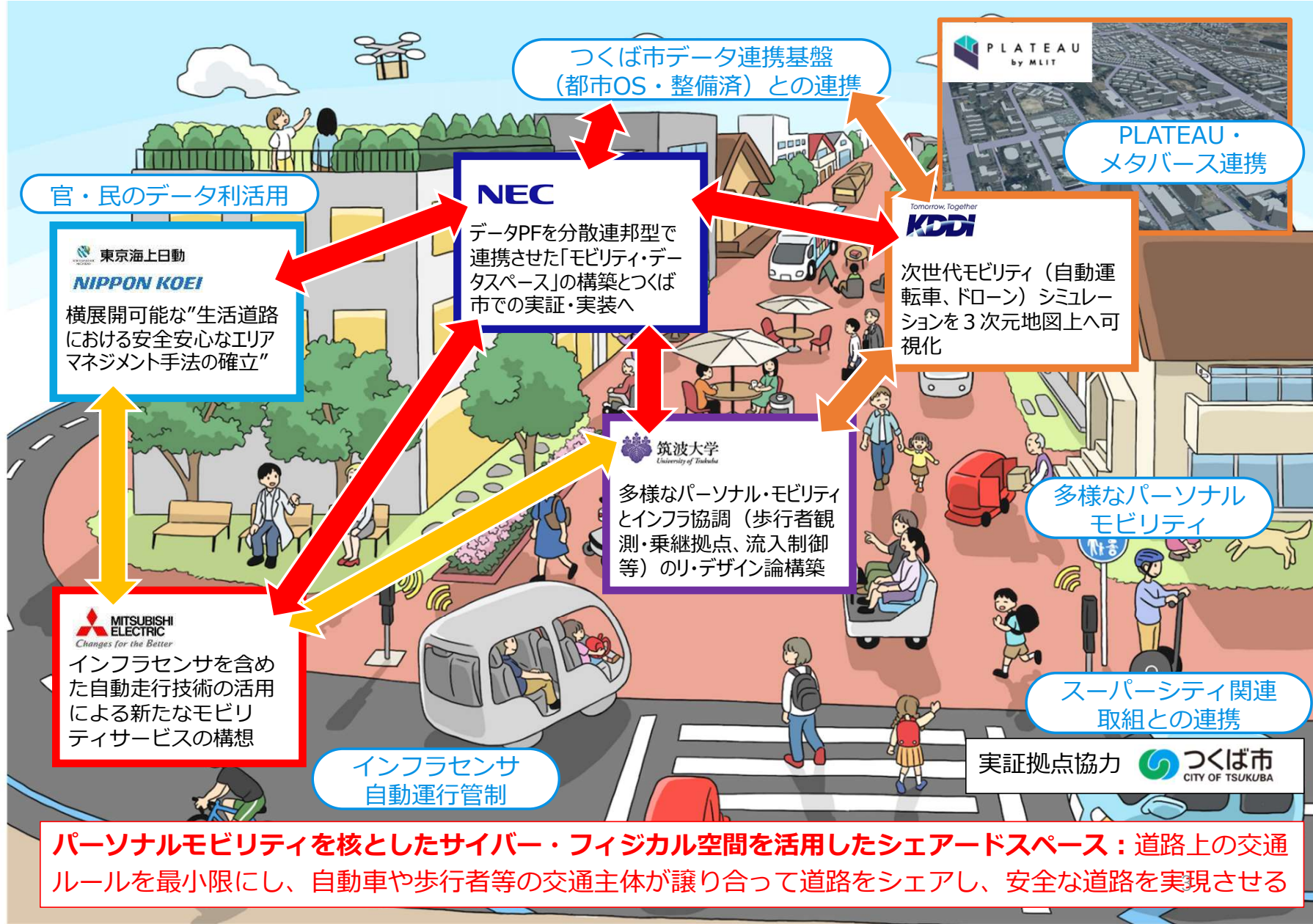
目次

1 - 1.	⑦-1 都市内小道路の現況把握と政策モニタリングシステム構築	P4
1 - 2.	⑦-4 生活道路・賑わい道路を取り巻く社会的受容性・協働性の獲得とルール作り 東京海上日動火災保険株式会社 日本工営株式会社	
2.	⑨多種多様なモビリティプラットフォーム/関連データの統合・相互利活用基盤の構築、実証 日本電気株式会社	P12
3.	⑪都市OS上のモビリティ対応サービスの開発 KDDI株式会社	P20
4.	⑫リ・デザインに資する車両、インフラ等の要件抽出 国立大学法人筑波大学	P24
5.	⑬自動走行の社会システム化（自動走行モビリティの速度制御、緊急停止システム） 三菱電機株式会社	P35



デジタル・スマート モビリティによる シェアードスペース の実現

提案者：
筑波大学（代表機関）
東京海上日動火災保険
日本工営・日本電気
KDDI・三菱電機
実証拠点協力：
つくば市



- 1 – 1. ⑦-1 都市内小道路の現況把握と政策モニタリングシステム構築
- 1 – 2. ⑦-4 生活道路・賑わい道路を取り巻く社会的受容性・協働性の獲得とルール作り

つくばスマートシティコンソーシアム
東京海上日動火災保険株式会社
日本工営株式会社

⑦安全・安心・賑わいのあるみち空間と交通システム構築（⑦-1、⑦-4）

担当：東京海上日動(再委託：東京海上ディーアール)、日本工営



東京海上日動

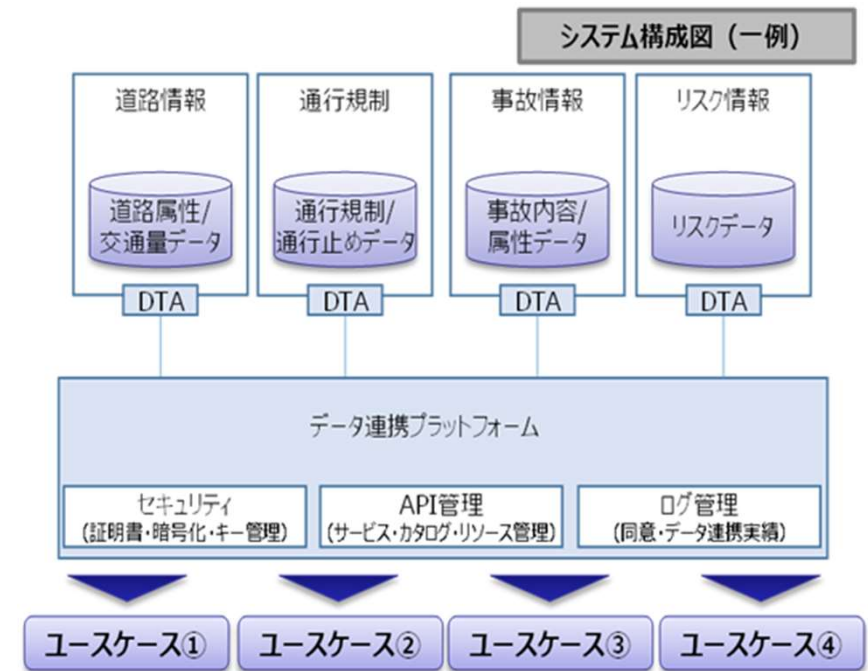
NIPPON KOEI

◆ 実現したいこと

- 横展開可能な“生活道路における安全安心なエリアマネジメント手法の確立”

◆ 研究開発の概要

- 東京海上日動の事故関連データを含む、官・民の多種多様な道路交通に関わるデータの特徴と課題を整理し、それらのデータを活用・連携することによる交通事故リスクの要因特定や可視化、モニタリング指標に係るユースケースを検討する
- ユースケース具体化を通じて、活用すべきデータ及び形式を整理し、プラットフォーム構築に必要な情報やルールについて検討整理するとともに、構築されたデータプラットフォームを活用したモニタリングシステムを検討する
- つくばエリアにおいて、コンソーシアムやつくば市等と連携して、データプラットフォームの活用方法、解析結果を踏まえた施策の実施（社会実験）、施策の評価（事故低減効果の検証）と実現可能性の検証、といったPDCAサイクルを一体で実施
- つくばエリアにおける実証拠点をモデルとして、既存市街地の街路網構成計画論や走行速度規制を中心とした事故防止の具体策におけるシナリオを検討



⑦安全・安心・賑わいのあるみち空間と交通システム構築 (⑦-1、⑦-4)

～本事業で検討する交通事故リスクのユースケース～



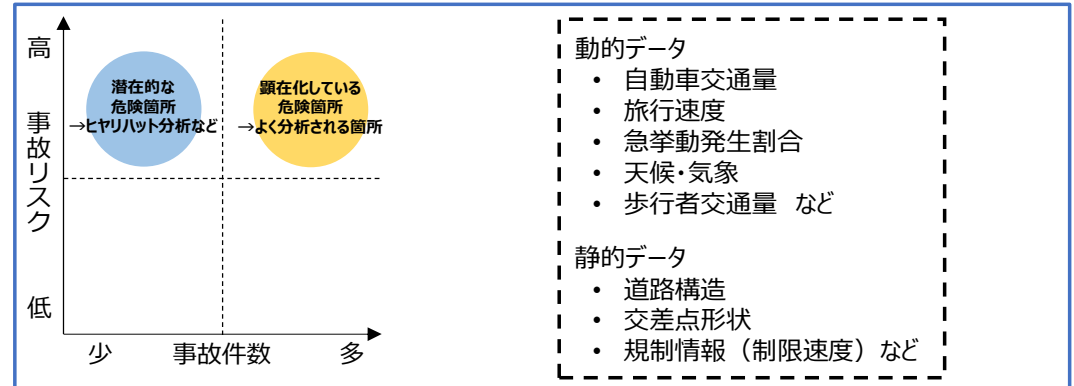
東京海上日動

NIPPON KOEI

◆ 交通事故リスクへのアプローチ

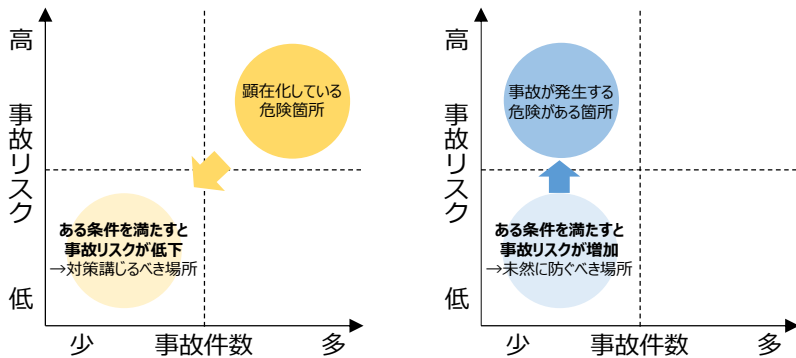
- 事故やその背景データAIで分析し、道路ごとのリスク値を表示することで、特定地域における危険エリアを定量的に可視化
- 条件別動的データ (ex. 時間帯別の自動車交通量、旅行速度、天候・気象別の危険運転 等) の交通事故リスク寄与度を分析
- 特定条件を満たすことによる交通事故リスクの増減を捉えることで、よりダイナミックな交通事故対策によるリスクコントロールを検討
ex.) 特定エリア×夜間×雨の際にダイナミックな速度規制を実施など

◆ ユースケースの例 (現状)



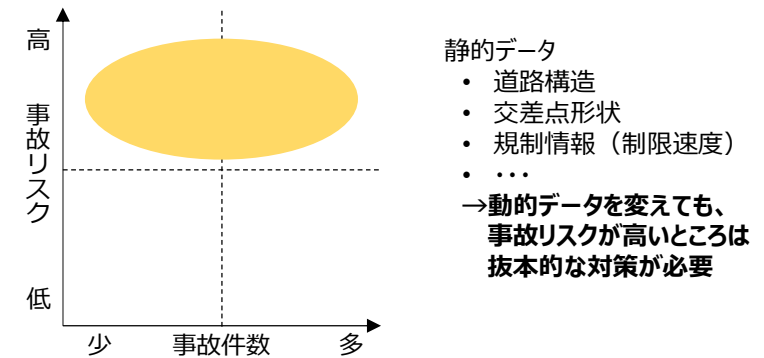
◆ ユースケースの例 (本事業で検討)

■ 条件が変わると事故リスクが変わる場所



- 動的データ
- ・ 自動車交通量
 - ・ 旅行速度
 - ・ 急挙動発生割合
 - ・ 天候・気象
 - ・ 歩行者交通量
 - ・ ……
- これらのデータの時間帯等の条件を変えたときにどのように事故リスクが変わるか
→ダイナミックな対策等によりリスクコントロールが行えるかを検証

■ 条件によらず事故リスクが変わらない場所



⑦安全・安心・賑わいのあるみち空間と交通システム構築 (⑦-1、⑦-4) ～官民保有データに関するデータ整理・先行事例調査～



東京海上日動

NIPPON KOEI

◆ 官民保有データに関するデータ整理・先行事例調査

- 安全・安心を評価する指標の網羅的整理と既往研究にて用いられているデータ項目より、事故リスクに関するデータ利活用のユースケースを整理することを目的に以下を調査・整理。
- 海外・国内共に、これまでの事故分析と同様に道路構造・交通量に関連したデータが多い。国内の既往研究において、動的な交通事故リスクに関する研究が実施。
- 生活道路に関連したデータの追加・詳細化、安心・安全だけでなく賑わいに関する指標を追加できると、目指すべき将来像に向けた事故リスクが算出できると考えられる。

◆ 既往研究、取り組み例 (海外事例)

事例	ヨーロッパ (EU) における事故データベース	アメリカにおける事故データや研究等のデータベース	World Road Association
概要	European Commissionが運営EU内各国の事故発生状況などをダッシュボード上で管理	Federal Highway Administrationが管理各州の事故情報や道路状況、交通量等のデータが入手可能	事故データなど各種データの分析方針など
提供されるデータの内容	EU各国の2010年～2022年の事故データ 道路種別、年齢層、性別、交通手段別の死者数等	事故情報、道路構造、交通量、等	-
URL	https://dashboard.tech.ec.europa.eu/qs_digit_dashboard_mt/public/extensions/MOVE_CARE_public/MOVE_CAR_E_public.html	https://highways.dot.gov/research/safety/hsis/safety-analysis-tools	https://roadsafety.piarc.org/en/road-safety-management-safety-data/integrating-data

◆ 各既往研究に関連するリスク値の説明変数

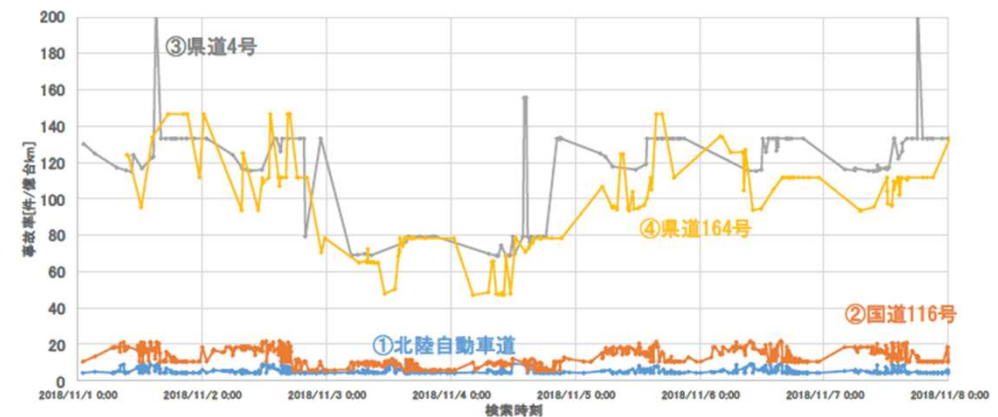
- 最新の土木計画学の講演論文等11件から事故リスクに関する情報を整理
- 事故リスクの説明変数には、道路構造・交通量・速度等が多く活用されているが、人流データから把握できる属性別の歩行者数等の活用は見受けられない

◆ 生活道路における事故リスクを検討した研究を整理

- 愛媛大学の勝村らによる「事故リスク情報を活用した交通安全マネジメント」にて常時警告を発していることからドライバーによる信頼を失い、**本当に危険な状況が出現しても誰も警戒しないことが危惧される**という課題が挙げられる⇒**動的な事故対策**

◆ 動的な交通事故リスクの算出に関する既往研究

- 愛媛大学吉井先生による「交通事故リスクマネジメント手法の研究開発」にて動的リスクに関する研究が実施
- 事故リスクが低い道路への経路案内システムに関する記述のなかで、複数の要因から**事故リスクを予測 + 動的に変化する事故リスクを算出**



⑦安全・安心・賑わいのあるみち空間と交通システム構築（⑦-1、⑦-4）

～先行自治体ヒアリング/官データ活用に向けたヒアリング～



◆ 生活道路対策における自治体ニーズ

- 2024年2月にビッグデータ等を活用した生活道路対策を進めている自治体へヒアリングを実施
- 安全対策を行う箇所は、現地で確認した情報や地元要望に基づいて決めており、場所選定とその合意形成に時間がかかっている
- 潜在事故リスクへの対応が必要な場所を選定する際に「そこが本当に危険な箇所なのか、要望が無いが危険な箇所が他に無いのか」と、データに基づいた決定が行えていない
- 事故リスクを地域全体で一覧できるマップがあると場所選定に活用可能。対策効果までみえると合意形成までの時間を短縮でき、単年度で対策実施できる箇所を増やすことができる

ヒアリング項目	回答
対策検討箇所の選定理由や経緯	<ul style="list-style-type: none"> • 最初のエリアは国土交通省からデータ提供。他地域は地元要望や、行政側からアプローチなど • 最終的には小学校から対策が必要と言われた箇所が選定される。ハード対策だけでは効果が出ないため、学校側が協力できる箇所を選定
交通危険箇所を抽出した際の考え方	<ul style="list-style-type: none"> • 市域全体のデータ量が多かったため、潜在的な箇所を特定するのは難しく、事故件数からアプローチ • 道路幅員5.5m未満の道路の事故発生状況に絞ってエリアを選定し、ETC2.0データの分析結果の提供を国土交通省に依頼 • 地域要望、交通規制情報（警察or現地踏査で確認）、道路勾配（現地で確認）などは行政側で取得
生活道路対策の課題やニーズ	<ul style="list-style-type: none"> • 予防保全的に潜在リスクへの対策検討を実施する箇所を炙り出せるツールがない。そこに時間と費用が掛かっている。 • また、予防保全的に対策の実施を検討すると住民との合意形成が難しい。 • 対策実施後のモニタリングが「走行速度」以外では実施できていない。
事故対策検討に使いたいデータ	<ul style="list-style-type: none"> • 道路構造（路側帯、カラー化、勾配など）が見れるデータがあると検討しやすい。現在は現地で確認している • 対策地区を選定できるようヒートマップ等でリスクがみえると良い。合意形成も進めやすい • 地区選定の時間が短縮できると、もう1地区対策検討するところが増やせる
リスク分析の高度化ができることと事故対策高度化につながるか	<ul style="list-style-type: none"> • 対策検討の場所選定に時間がかかるため効率化したい • リスク実態に即した対策メニューや対策実施による効果が事前に見えると合意形成を進めやすい • 対策効果のモニタリングができると、次の対策検討に活用できるため、単年度で対策実施できる箇所を増やせる

◆ 官データ活用に向けた行政連携

- 官が保有する交通関連データの活用に向けて、警察庁および国土交通省へ保有データの内容や提供可否に係る相談を実施中
- 次年度つくばエリアでの社会実験を企画・立案する際に、官データも活用予定

⑦安全・安心・賑わいのあるみち空間と交通システム構築 (⑦-1、⑦-4)

～ユースケース検討に向けて (つくばエリアの交通事故リスク分析)～



東京海上日動

NIPPON KOEI

◆ 交通事故リスク分析と動的要因・対策の検討

- 東京海上日動の事故データや外部データを掛け合わせ、AIを活用してつくばエリアのリスク分析を実施。
- 今後は高リスク地点を中心に動的・外的要因の分析や、変動する事故リスクをより詳細に捉えられるデータの検討、事故リスクを削減するための対策等を検討する。

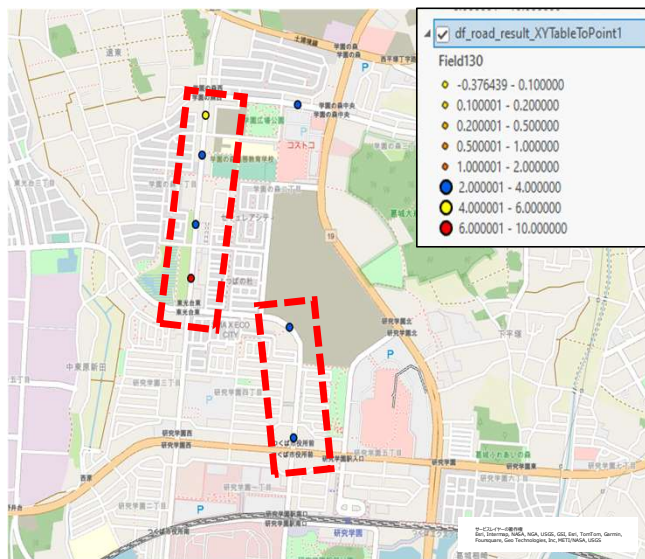


<これまでの成果> AIを用いた交通事故リスク分析

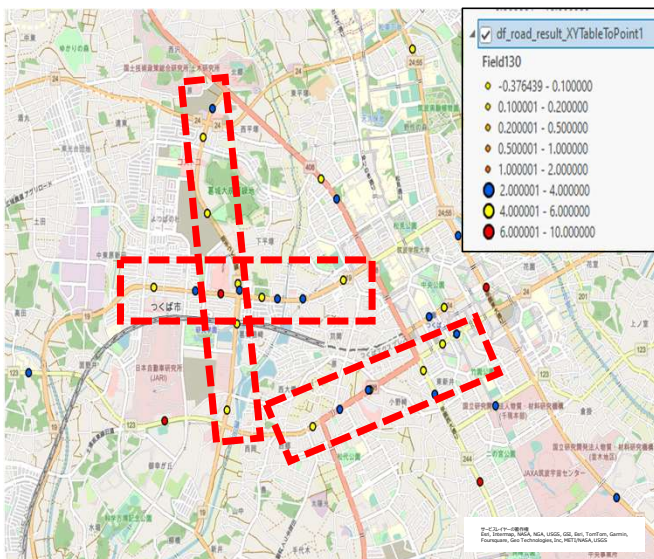
東京海上日動の事故データや、ドライブレコーダー、背景データ(以下例)をAIで学習させ、道路・交差点ごとにリスク値(交通事故件数)を予測

- 道路情報 (車線数、幅員、信号の有無など)
- 交通量、人流
- 事故背景情報 (時間帯、天気など)
- 近隣の商業施設等の建物の情報

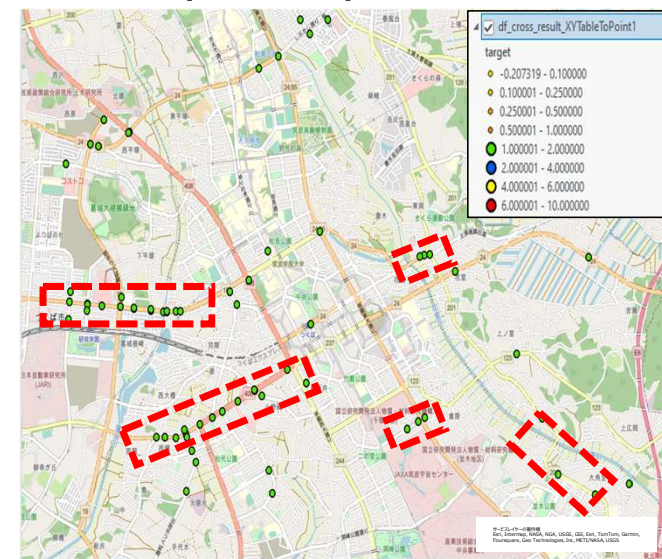
【例1】幹線道路 (国道・主要県道以外)
(事故リスク高) : 研究学園駅周辺



【例2】幹線道路(事故リスク高) : つくば駅周辺



【例3】交差点(事故リスク高) : つくば駅周辺



※AIを用いた交通事故リスク分析はSIP開始前から保有しているノウハウ

⑦安全・安心・賑わいのあるみち空間と交通システム構築（⑦-1、⑦-4）

～今後の進め方～



東京海上日動

NIPPON KOEI

	2023年度	2024年度	2025年度
⑦-1 都市内小道路の現況把握と政策モニタリングシステム構築		<p>官民保有データの洗い出し、課題整理</p> <p>先行自治体ヒアリング</p> <p>先行事例調査</p> <p>データを活用したリスク分析、ユースケースの検討・整理</p> <p>データを活用したリスク把握、分析、対策検討</p>	
⑦-2 既存市街地の街路網構成計画論の構築			
⑦-3 走行速度規制を中心とした事故防止の具体策の提案と社会実装			
⑦-4 生活道路・賑わい道路を取り巻く社会的受容性・協働性の獲得とルール作り		<p>つくば市、行政（県警、国交省）との社会実験に向けた連携</p>	<p>社会実験の準備・実施・検証</p>

官保有データ
協調領域の
コンセンサス

⑦-2、⑦-3は実施計画には入っていないが、KPIである事故低減効果の確認を行うために、他コンソとの連携など検討

実証エリア（つくば市）での事故低減効果の確認

⑦安全・安心・賑わいのあるみち空間と交通システム構築（⑦-1、⑦-4）

～今後の進め方～



東京海上日動

NIPPON KOEI

検討成果や仕様書などの内部留保・共有されている成果物

- ・ 民保有データに関する先行事例調査結果
- ・ 事故リスクに関する既往研究調査結果
- ・ ビッグデータ等を活用した交通安全対策を行う先行自治体へのヒアリング結果
- ・ つくばエリアにおけるAIを用いた交通事故リスク分析結果

2. ⑨多種多様なモビリティプラットフォーム/関連データの統合・相互利活用基盤
の構築、実証

つくばスマートシティコンソーシアム
日本電気株式会社

⑨多種多様なモビリティプラットフォーム/関連データの統合・相互利活用基盤の構築、実証

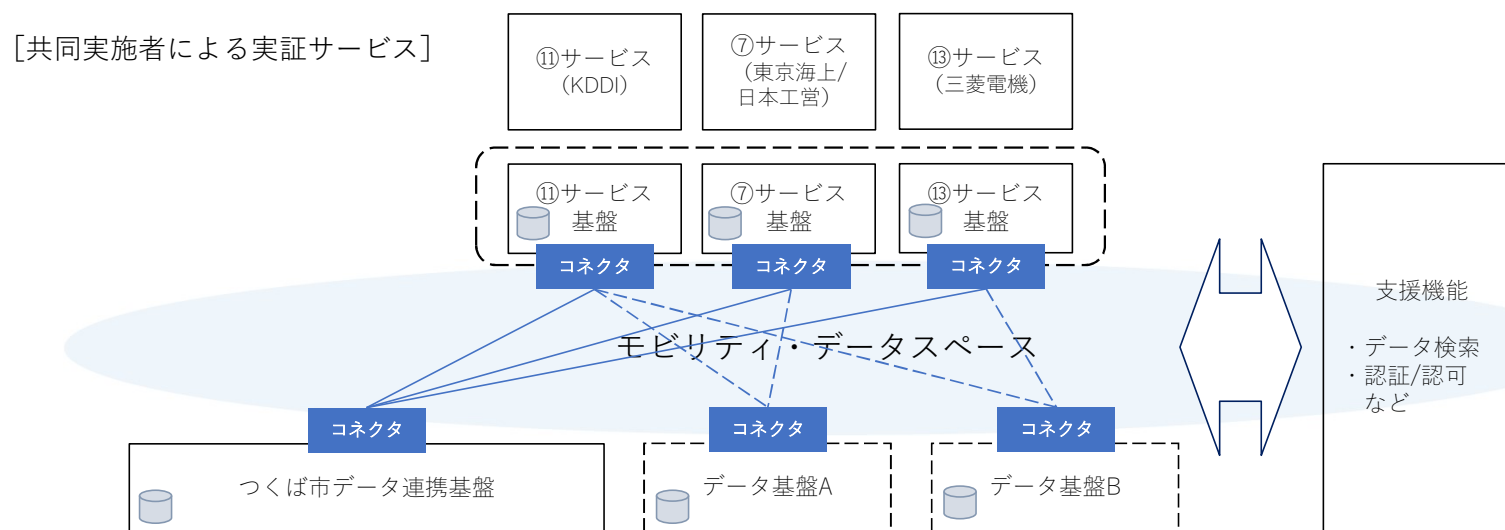
■ 研究開発の概要

- モビリティサービスに資するために、データPFを分散連邦型で連携させたモビリティ・データスペースの構築に向けた取組みを通じ、社会実装に向けたインキュベーションを実施
- 具体的には、つくばコンソーシアム共同実施者によるモビリティサービスの実証を通じ検証し、モビリティ・データスペースの技術仕様（フレームワーク）を策定、社会実装に向けた検討（組織・体制等）

■ 実現したいこと

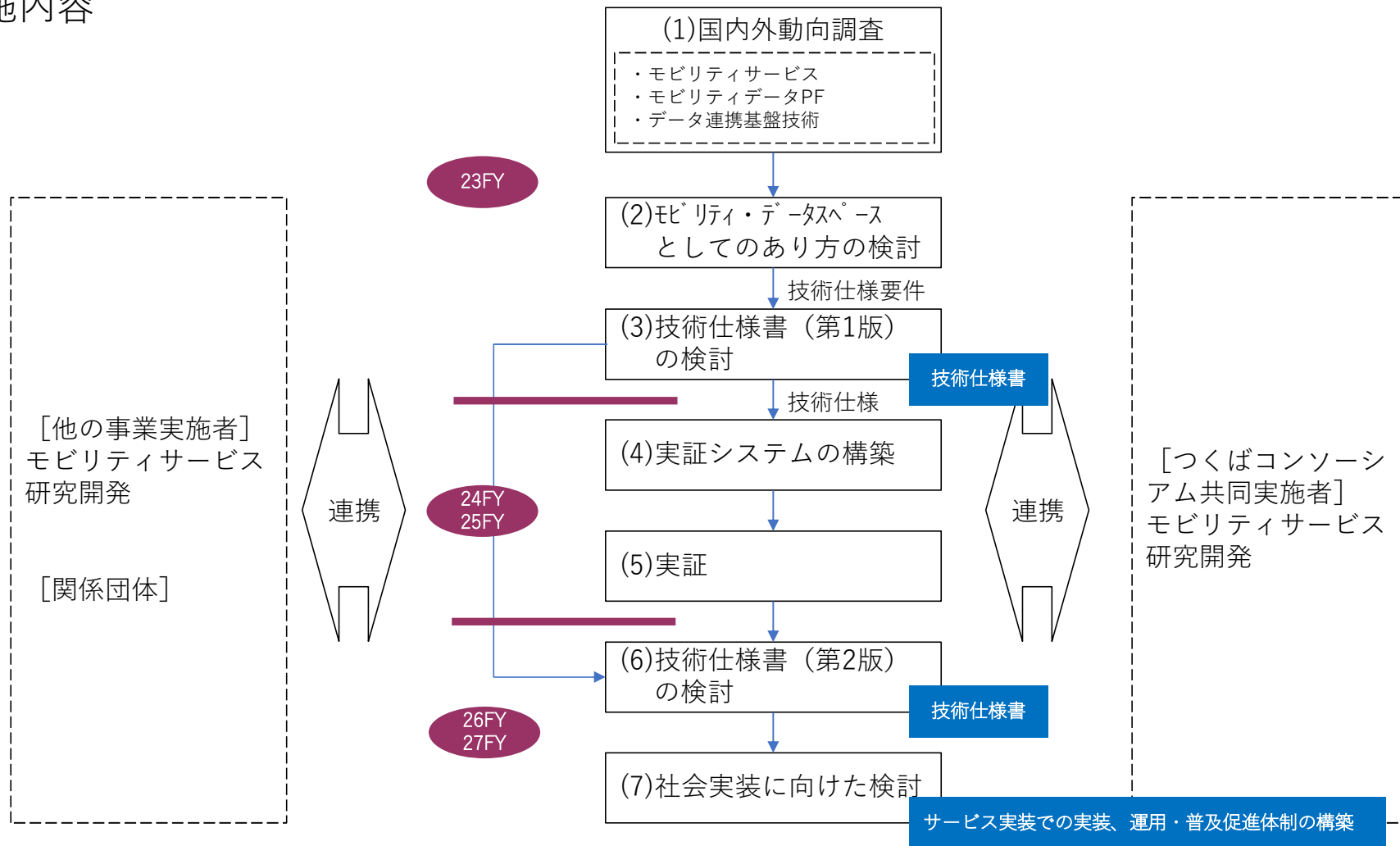
- ロールモデルとして、つくばエリアでのモビリティ・データスペースの実証を通じ、実装を目指す

■ 実証イメージ



⑨多種多様なモビリティプラットフォーム/関連データの統合・相互利活用基盤の構築、実証

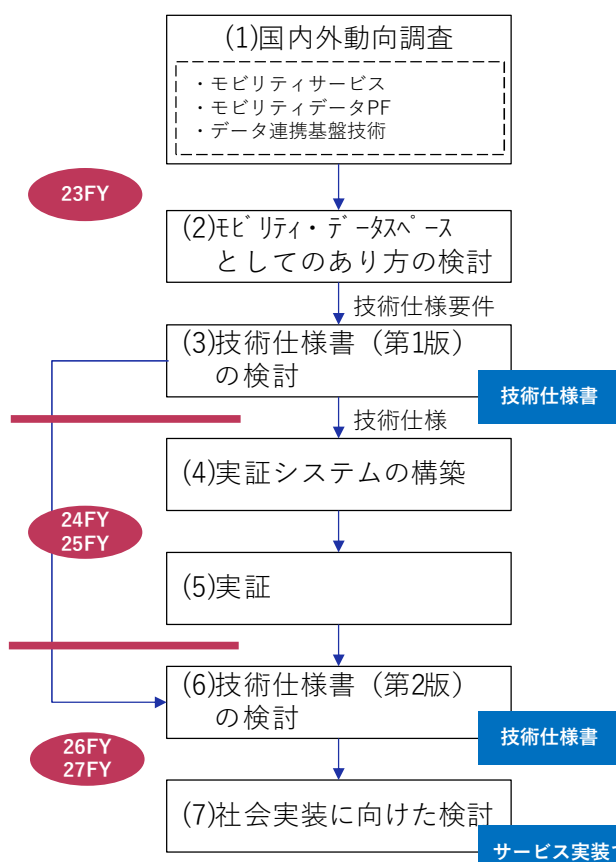
■ 実施内容



⑨多種多様なモビリティプラットフォーム/関連データの統合・相互利活用基盤の構築、実証

■ 2023年度成果概要

【実施内容】



(1)国内外動向調査

- ・国内外のモビリティサービス（ユースケース）、データ基盤、データスペース動向について調査し、技術仕様検討の論点を抽出
- ・関係事業者（データ提供元、データ利用者）へのヒアリングを実施し、MDS活用の可能性、要件を確認

関係事業者：つくばコンソーシアム各メンバー

プローブ情報／MaaS情報／駐車場情報／交通情報／POI情報／道路周辺情報の各関係事業者・団体

(2)モビリティ・データスペースとしてのあり方の検討

- ・(1)及び越塚SPDご提示のビジョンを踏まえ、あり方案を取りまとめ
- ・24FYからの実証システム構築に向けた考え方案を取りまとめ

(3)技術仕様書（第1版）の検討

- ・(1)及び(2)を踏まえ、技術仕様書（第1版）案の作成

⑨多種多様なモビリティプラットフォーム/関連データの統合・相互利活用基盤の構築、実証

■ 国内外動向調査

- 国内外のモビリティサービス（ユースケース）、データ基盤、データスペース動向について文献調査し、技術仕様検討の論点を抽出
- 関係事業者（データ提供元、データ利用者、計8者）へのヒアリングを実施し、モビリティ・データスペース活用の可能性、要件を確認

[モビリティサービス（ユースケース）調査例]

分野	主なユースケース	主な入出力データ種別
公共交通活用	MaaS/複数交通手段利用 オンデマンドモビリティ 地域での自動運転車活用 住民移動支援（パーソナルモビリティ等）等	公共交通運行情報 経路情報 車両情報（位置等） 需要予測情報等
交通情報提供	交通情報提供・分析 ヒヤリハット・事故情報提供 道路環境情報提供（車載/IoT） 走行ルート最適化（通常時/災害時） 信号制御による交通流最適化 等	交通情報・プローブデータ（交通量、道路規制） 事故情報、気象情報、 災害情報、信号制御情報、 イベント情報等
安全運転・自動運転支援	合流支援、信号（予定）情報配信 道路環境情報提供（車載/IoT） 先読み情報提供（衝突回避・経路変更）等	車両情報（位置、速度） 路側センサ・カメラデータ 3次元地図データ等
物流流通活用	オンデマンド配送・買い物代行 自動運転トラック拠点間輸送サービス ドローン・自動配送ロボット 等	物流拠点情報（待機時間等） ドローン情報（位置等） 3次元地図等
医療健康活用	救急車両データ共有、移動診療車・遠隔診療 外出支援・健康増進 等	映像（カメラ）、患者・利用者 情報（カルテ等）、認証情報等
観光活用	観光型MaaS 動態分析・商圏分析・需要予測 等	人流・交通流 観光コンテンツ等
環境活用	エネマネ、充電ステーション情報提供	電力需給情報、電池残量等
運転者支援	周辺情報提供（POI情報、駐車場情報等）等	施設情報（稼働状況等）等

[データ基盤調査例]

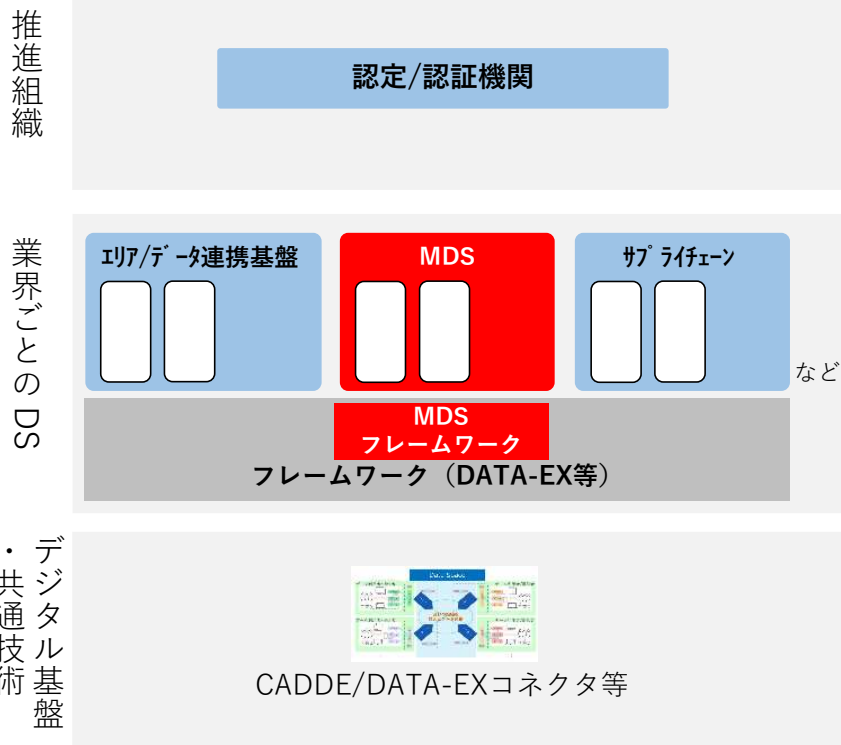
分野	官民	主なデータ基盤	主な蓄積データ種別
交通関連データ	公共	JARTIC、ETC、VICSセンター、交通管制センター 交通事故統計（警察庁）、ODPT等	交通量、渋滞、交通規制、事故発生、鉄道・バス等運行情報等
	民間	プローブデータ（車メーカー等）、モバイル統計（NTTドコモ等）、公民鉄・バス時刻表（交通新聞社）、MaaS基盤（MaaS Tech Japan、ヴァル研究所等）等	自動車・スマホ等のプローブ、時刻表、運賃、リアルタイムダイヤ、施設・駐車場情報、路側センサーデータ（カメラ等）等
空間関連データ	公共	PLATEAU、全国道路施設点検DB、G空間情報センター、xRoad等	道路、3D都市モデル、構造物点検、交通量・工事規制等
	民間	地図サービス（ゼンリン等）、駐車場（パーク24、GEOPLUS等）、ダイナミックマップPF等	3次元地図、道路、建物、駐車場（位置、満空等）、充電S等
気象関連データ	公共	気象庁・気象ビジネス推進コンソ、日本気象協会	各種気象観測・予測データ
	民間	HalexMemory!（ハレックス）、ウェザーニューズ	各種気象観測・予測データ
災害関連データ	公共	SIP4D（内閣府、防災科研等）、統合災害システム（DiMAPS、国土交通省）、Lアラート等 ※災害情報は各自治体等に散在	避難所、通行規制、給水情報、地震、被害、氾濫箇所等
観光関連データ	民間	観光予報PF（観光予報PF協議会）等 ※観光情報は各事業者・自治体等に散在	旅行、宿泊の実績、コンテンツ情報、予約情報等
各種統計データ	公共	国土交通データプラットフォーム e-GOV（内閣府）等	道路施設点検、交通センサス、人口、犯罪数等の統計等
自治体関連データ	公共	大阪広域データ連携基盤、東京データPF つくば市データ連携基盤 等 ※自治体のオープンデータは各自治体に散在	都道府県/基礎自治体オープンデータ 16 (推奨データセット等)

⑨多種多様なモビリティプラットフォーム/関連データの統合・相互利活用基盤の構築、実証

■モビリティ・データスペース（MDS）としてのあり方の検討

- 国内外動向と遊佐結果等を踏まえ、あり方案を取りまとめ

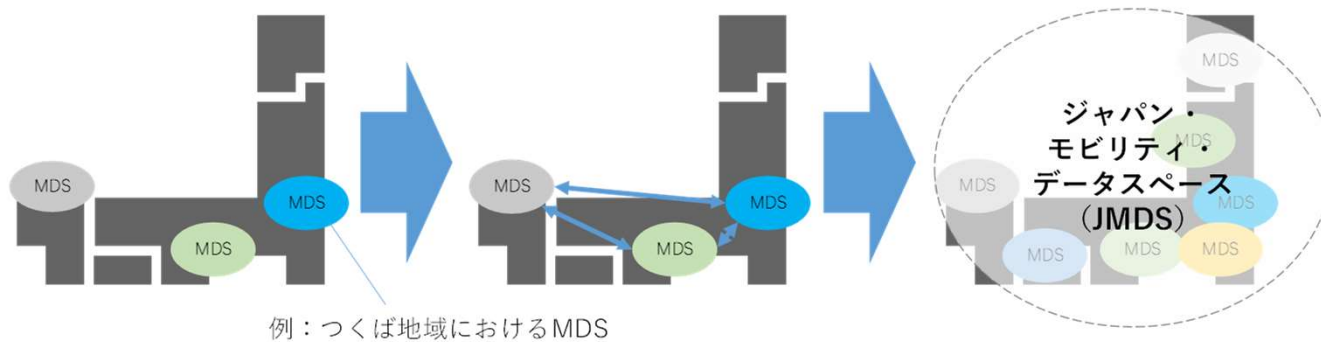
[MDSの体系案]



(デジタル庁資料を参考にNEC作成)

[MDSの形成の考え方案]

- ・まずは地域もしくはプロジェクト/サービス単位で、ローカルなMDSが形成される。
- ・ローカルなMDSは、仕様が共通化されており、必要に応じ、MDS間でのデータ共有が可能となる。
- ・最終的には、国内のMDS間で必要に応じ連携し、「**ジャパン・モビリティ・データスペース（JMDS）**」が形成される。



例：つくば地域におけるMDS

⑨多種多様なモビリティプラットフォーム/関連データの統合・相互利活用基盤の構築、実証

■技術仕様書（第1版）の検討

- 国内外動向調査結果、あり方を踏まえ、技術仕様書（第1版）案を作成
- 今後、関係各者とのご調整、実証等を通じ、追加検討の上、ブラッシュアップ予定

章	項目	概要	参照する既存技術	MDSとしての主な要件
1.	序文（はじめに）	位置づけ、ドキュメント体系、スコープ	—	—
2.	リファレンスと用語定義	リファレンス文献一覧と用語・略語一覧	—	—
3.	概要	背景、目的、前提（ステークホルダー、対象データ）、概念モデル、メリット、ユースケース	—	—
4.	提供サービス	提供する主要サービス、支援サービス一覧と概要	CADDEおよびDATA-EX ※既存の技術仕様を ベースにMDSの仕様 として見直し	①顧客管理・認可管理機能 MDSでの参加条件、参加に関する審査および審査 機能に関する機能 ユーザ管理・アクセス制御
5.	参加方法	参加条件、参加方法の概要		
6.	構成要素	ステークホルダー、オブジェクト、識別ID、機能		
7.	シナリオ	各利用シナリオの概要とシーケンス		
8.	コンポーネント アーキテクチャ	論理構成図と概要、各利用フェーズにおける コンポーネント関係図		
9.	API仕様	各コンポーネントが提供するAPI仕様		
10.	処理シーケンス	各API使用時の処理シーケンス		
11.	セキュリティ・トラスト	リソース識別、身元確認、当人認証、ネットワーク 保護、リソース脆弱性診断、アクセス制御ポリシー、 不正利用検知		
12.	ガバナンス	ポリシー、契約、推進の役割		
13.	社会実装に向けた 取り組み	モビリティ・データスペース間の連携、他データ スペースとの連携		
				②データ定義情報登録・提供 モビリティ分野において考慮が必要なカタログ 仕様 データカタログ
				③データの時空間条件などの検索機能 ④リアルタイムデータ向けの一定期間での配信機能 ⑤イベント発生時のPUSHデータ配信機能 （MDSとして具備すべきデータ提供方法等） データ提供方法

⑨多種多様なモバイルプラットフォーム/関連データの統合・相互利活用基盤の構築、実証

検討成果や仕様書などの内部留保・共有されている成果物

・モビリティ・データスペース技術仕様書（第1版）

3. ⑪都市OS上のモビリティ対応サービスの開発

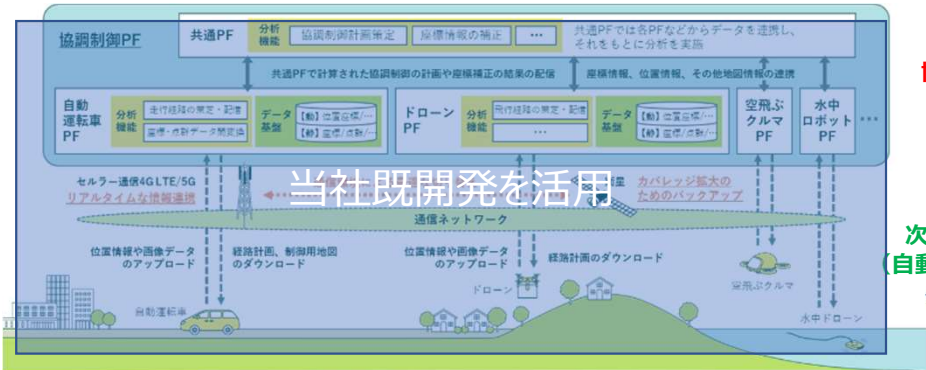
つくばスマートシティコンソーシアム
KDDI株式会社

⑪ 都市OS 上のモビリティ対応サービスの開発 (1/3)

次世代モビリティ（自動運転車、ドローン）のシミュレーションを3次元空間上に可視化を行う仕組みを構築
多様な事業者や自治体による次世代モビリティを活用したスマートシティサービス検討に寄与

研究開発の概要

次世代モビリティ（自動運転車、ドローン）のシミュレーションを3次元空間上に可視化を行う仕組みを構築



本研究開発を通じて実現したいこと

事業者や自治体が本研究開発成果（3次元可視化）を活用し、不動産や医療等の多様な業界にモビリティを連携させたサービス検討を可能とする環境の創発



実現したいことのイメージ

領域	連携案
不動産	マンションや商業施設建設時のモビリティシミュレーション
医療	医療物資の輸送や将来的な救急車の自動運転化に向けたシミュレーション
保険	映像データ等を組み合わせた事故状況の再現シミュレーション
外食	次世代モビリティ連携による飲食の自動配送シミュレーション
物流	基幹輸送や構内輸送等のシミュレーション
電力	EV自動運転バス等を活用しVPP等のシミュレーション
小売	次世代モビリティ連携によるECの自動配送シミュレーション

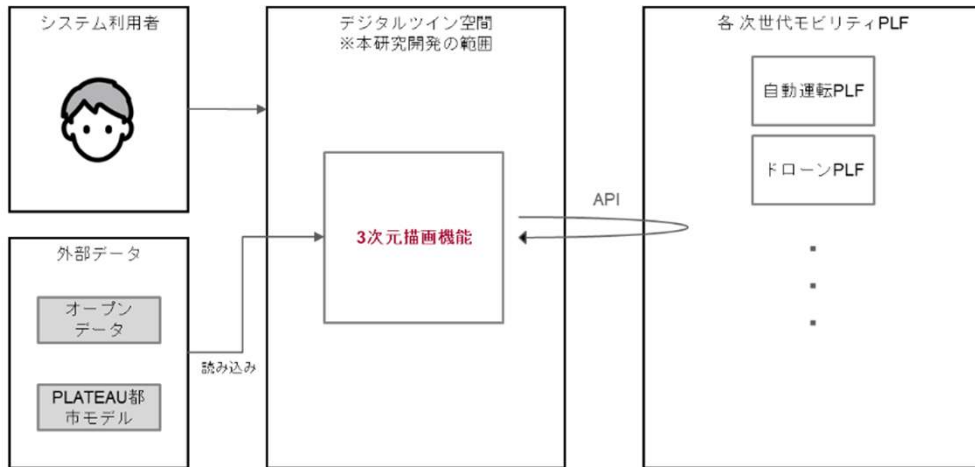
事業者・自治体によるユースケース(案)

⑪ 都市OS 上のモビリティ対応サービスの開発 (2/3)

全体アーキテクチャおよび可視化するアセットモデルの情報を下記のとおり示す

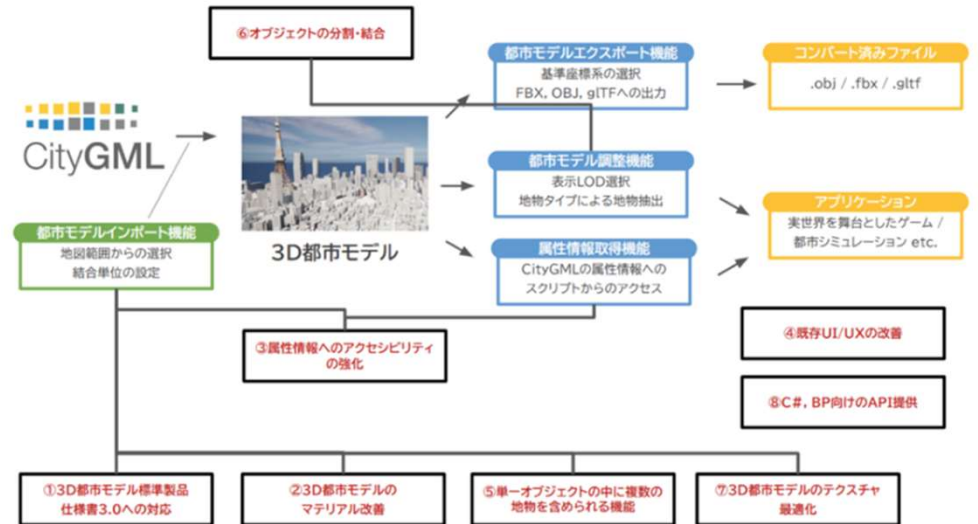
全体アーキテクチャ

既開発の次世代モビリティPFをベースに当該情報をもとに3D可視化を行う機能を構築。Plateau都市モデル等の外部データの取り組みを想定



可視化のアセットモデル

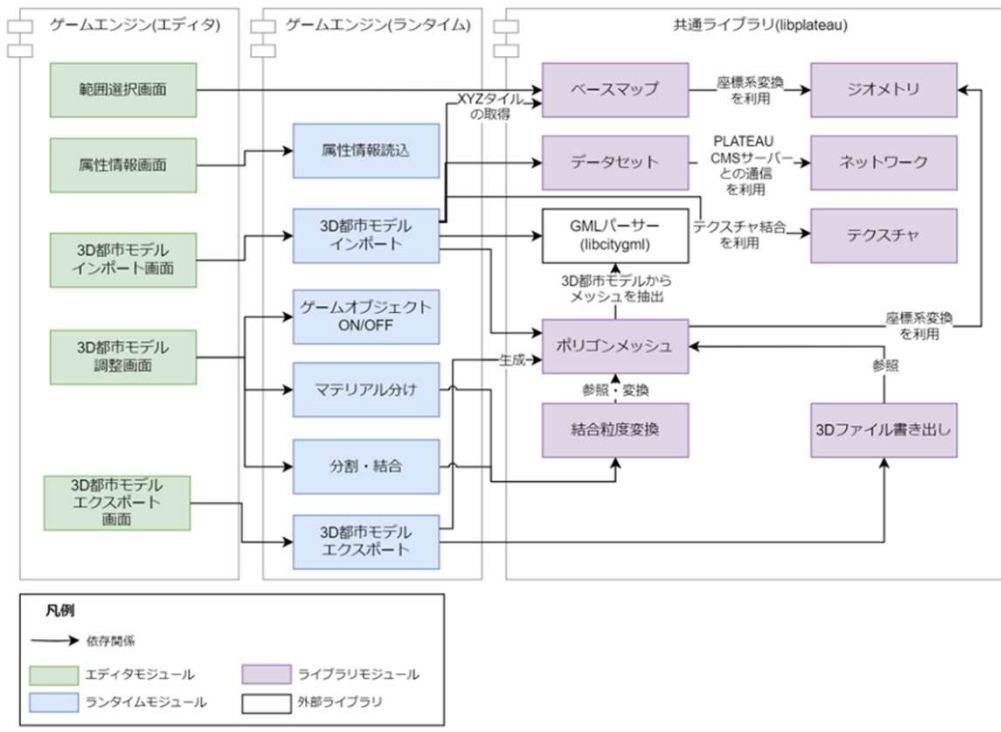
可視化するアセットモデルの情報を下記に示す



⑪ 都市OS 上のモビリティ対応サービスの開発 (3/3)

可視化部のアーキテクチャを下記のとおり示す

可視化部のアーキテクチャ



4. ⑫リ・デザインに資する車両、インフラ等の要件抽出

つくばスマートシティコンソーシアム
国立大学法人筑波大学

⑫リ・デザインに資する車両、インフラ等の要件抽出

研究目的：パーソナルモビリティ（電動車椅子、自動運転モビリティや無人搬送ロボットを含む）の活用を中心とした新たなマルチモーダル交通サービスに合致するプロトタイプ車両を実現し、自動車依存度が高い地方都市における問題解決モデルとして構築。

全体計画：

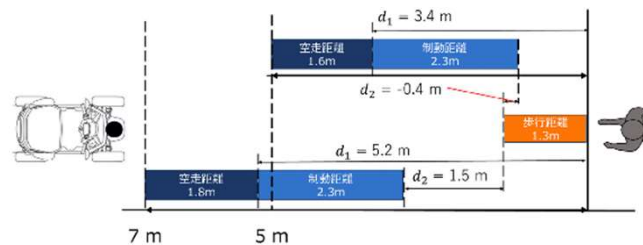
- 多様なモビリティ資源としてのリ・デザインに資する車両要件の抽出
 - 次世代電動車椅子
 - スローマイクロモビリティ
 - 小型軽量で低消費エネルギーの移動体の検討
- 停留所、路肩、乗り継ぎ拠点、流入制御含むモビリティ・リ・デザイン論の構築
 - リアルとデジタル：制度設計論・GX
 - 大規模商業施設等の結節点付置検証
 - 面的ライジングボラードによるマネジメント
- 移動体観測等の付加価値サービス要件抽出
 - 歩行者の様子（表情、滞留や歩行状況など）
 - 対面走行速度計測、駐車車両自動計測、歩行量自動計測他

- 身体障害者用の車の最高速度検証
 - スーパーシティ型国家戦略特区において、一定の身体障害者用の車の最高速度を10 km/h にすることができるかどうかにつき検討し、警察庁と協議。モビリティに対する歩行者の挙動や、歩行者に与える心理的影響に関する調査(すでに一部調査済)が不可欠。



協力：YAMAHA

YAMAHAの車両を改造し、LiDAR/GNSSを用いた制動制御を実装・JARIにて基礎性能評価



最高時速を制限する制動制御方式を採用
* 平坦路では1.5m以内で停止 (JIST9208規格)

制動制御の実装・検証と安全性検証

- 多様なパーソナル・モビリティとインフラ等の要件抽出

・現在、つくば市で行っている複数のモビリティ実証（搬送ロボット・シェアリングサービス・附属病院における検体搬送支援）を通じ、要件抽出を実施。



搬送ロボット実証（通学支援・ゴミ出し支援）：高齢化率の高い地区において、生活支援ロボット実証



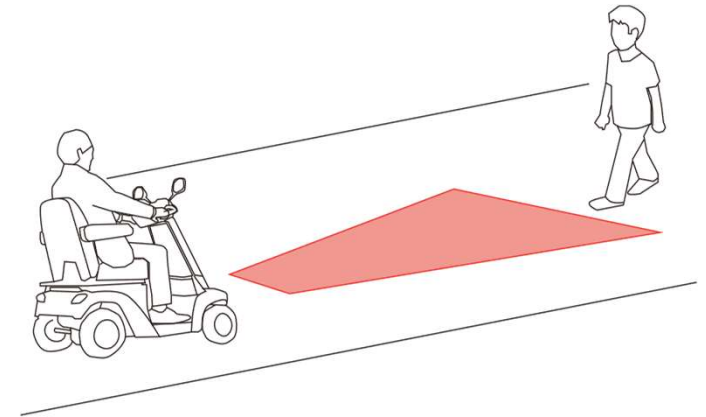
シェアリングサービス「つくモビ」 検体搬送実証

(異なるモビリティの連結に関するビーコン検証も実施)

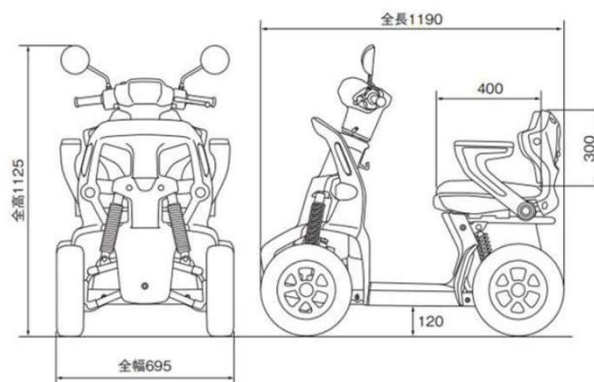
要件抽出のためのモビリティ実証

⑫ リ・デザインに資する車両、インフラ等の要件抽出

- 研究目的：パーソナルモビリティ（電動車椅子、自動運転モビリティや無人搬送ロボットを含）の活用を中心とした新たなマルチモーダル交通サービスに合致するプロトタイプ車両を実現し、自動車依存度が高い地方都市における問題解決モデルとして構築。
- 1) 身体障害者用の車の最高速度検証
 - 身体障害者用の車は、道路交通法において歩行者として扱われるために歩道の走行が可能であり、その速度は道路交通法施行規則第1条の5において、原動機を用いる身体障害者用の車の基準として最高速度が6km/h以内と定められている。
 - スーパーシティ型国家戦略特区において、一定の身体障害者用の車の最高速度を10 km/h とすることができるかどうかにつき検討し、警察庁と協議を行った。周囲の歩行者を検知する機能、所定の地域（人口密集地帯・学校周辺等）にて速度制限を行うジオフェンシング機能を実装し、閉鎖環境における実証実験において安全性が確認できれば、公道実証実験を実施する。
 - 衝突リスクが低い状態では、最高時速6km を越えて安全に走行が可能であるか検証。
 - 物体検知にはLiDAR を利用する。LiDAR は、物体へレーザ光を照射し、その光が反射し戻るまでの時間を計測することで、物体までの距離と方向を測定することができる。カメラと異なり昼夜および天候といった外界の環境からの影響が少ないため、自動運転車両や移動ロボットに搭載されることが多い。
 - ここでは、前方・側方の一定領域内に歩行者が侵入した場合に制動制御を行うことで、歩行者との衝突を回避し最高速度10km/h で安全に走行可能であるかについて検証する。

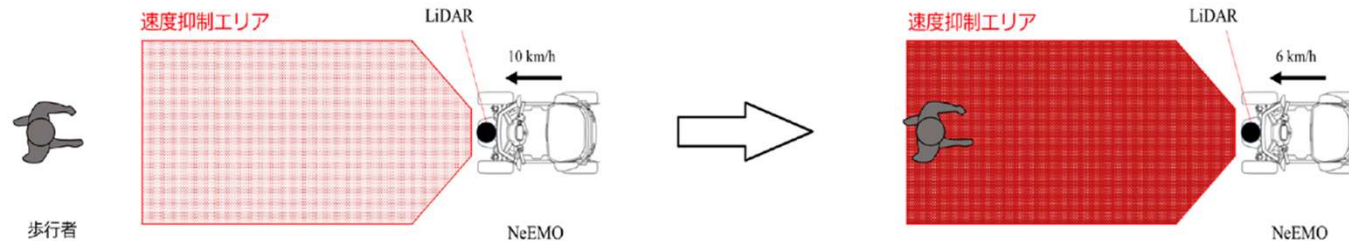


⑫リ・デザインに資する車両、インフラ等の要件抽出



- 実験機：NeEMO 実験車両（ヤマハ発動機株式会社製）
- 動的安全性を含む性能試験（一般財団法人日本自動車研究所（JARI））
 - 試験項目：最高速度, 降坂性能, 制動性能, 段差乗越性, 溝踏破走行性, 坂道走行性, 斜面直進走行性, 強制停止, 動的安定性の9項目（JIST9208T:2016 ハンドル型電動車椅子）。
 - この試験規格は, 最高速度時速6km/h で走行する車両を想定したものであるが, 最高速度, 制動性能以外の全項目については基準を満たしていることが明らかになった。
- 必要とする要件
 - 一定距離内に歩行者が侵入した際に制動制御・接近する歩行者に対しても回避可能。
 - 所定の地域内に機体が移動した際に制動制御。

⑫リ・デザインに資する車両、インフラ等の要件抽出



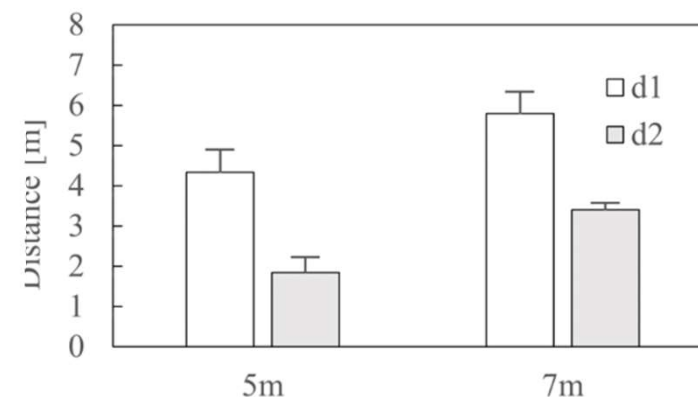
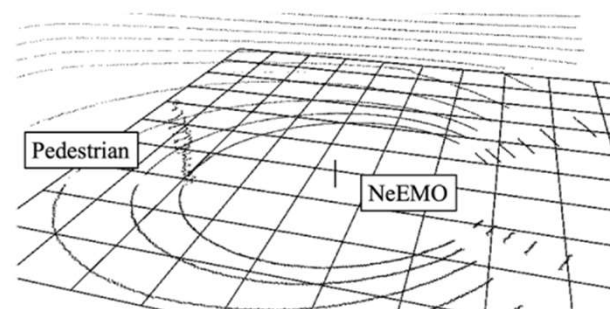
■ 理論的考察

- 車両速度 V [km/h], 質量 m [kg], 動摩擦係数 μ , 制動距離 x [m], 重力加速度 g [m/s²]
- 車両の運動エネルギーと制動力がした仕事は等しいとしたとき, 制動距離は, 路面の状況に依存するため, ここではまずアスファルトを想定し, 動摩擦係数を0.7とする. この時制動距離 x 、車両の停止時間 t [s]は, 運動量保存則より以下のようなになる。

$$x = \frac{1}{2\mu g} \left(\frac{V}{3.6} \right)^2 \quad t = \frac{1}{\mu g} \frac{V}{3.6}$$

- 実際の車両にて、車両が停止するまでの時間（停止時間）の距離（制動距離）と運転手が反応し制御を開始するまでの時間（反応時間）の距離（空走距離）の合計の距離を検証。

⑫リ・デザインに資する車両、インフラ等の要件抽出



- 理論値に加えて実際の実機に搭載した実証実験を通じ、実測値に基づきその適切な検知範囲の検証を行った。
- 5m および7m のいずれの検知範囲の実験においても、LiDAR で設定した距離と実際に制動制御が始まる距離には差異があることがわかる。これは、LiDAR が人もしくは物体を検知してから、制動制御が始まるまでに時間遅れが生じるためであると考えられる。
- 検知範囲が7mの場合においては、歩行者が接近している場合でも制動制御が完了した際に歩行者との距離が確保されており、乗員の適切な操作が介在すれば安全に回避できる距離で車両の最高速度を制御し減速できる場合があることが明らかになった。このように、歩行者が進行方向からまっすぐ接近する場合には、検知範囲を7m以上に設定し最高速度を制御し、かつ、乗員の適切な操作が介在することで、時速10km/hでの高速走行においても歩行者を回避できる場合があることがわかる。他方、乗員の適切な操作が介在しない場合等において、歩行者を回避できるかどうかについては未確認である。
- (1)子どもが急に飛び出す場面、(2)混雑する群衆に向かって前進する場面、(3)高齢者等が接近する際、車両機体に気が付くタイミングが遅れることで、回避行動が遅れてしまう場面、(4)歩きスマホ等により、周囲の人が車両機体に気が付いていない場面、(5)意図的に車両機体に急速に近づいてくる場合（車両機体に接触することを目的とした人が接近する場合）といったように、実環境において想定される事象での検証

⑫リ・デザインに資する車両、インフラ等の要件抽出

調査：マイクロモビリティ

	1	2	3	4	5	6
						
名称	VELOTAXI	Virtue Pedalist	pedilio	MOQBA(モクバ)	Last 1 mile Mobility	LIFEHUB Mobility Concept
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・3人乗り ・屋根付き自転車 ・電動アシスト 	<ul style="list-style-type: none"> ・3人乗り ・前2輪後1輪 ・屋根付き自転車 ・電動アシスト/フル電動の3モードあり 	<ul style="list-style-type: none"> ・4輪 ・屋根付き自転車 ・ソーラー付 	<ul style="list-style-type: none"> ・段差昇降 	<ul style="list-style-type: none"> ・二人乗り ・高い走破性 	<ul style="list-style-type: none"> ・起立機構 ・2輪⇄4輪 ・エスカレーターに乗れる
乗員数	3名	大人2名+赤ちゃん	1名	1名	2名	1名
最高速度	不明	20mph(各国の仕様に対応)	25Km/h (250KWバッテリー電動アシスト時) 45Km/h (500KWバッテリー電動アシスト時)	不明	不明	不明
製造国	ドイツ・ベルリン発祥	USA	ドイツ発	スズキ自動車、LIFEHUB株式会社 共同	スズキ自動車、LIFEHUB株式会社 共同	LIFEHUB株式会社


⑫リ・デザインに資する車両、インフラ等の要件抽出

	7	8	9	10	11	12
						
名称	CanguRo	iino type-S712	Type-S、R	Afiscooter S4 Dual Seat Mobility Scooter	SUZUKI GO !	モトコンパクト
特徴	・人に伴走するロイド（ロボット）モードと、ライド（乗り物）に変形。	・3人乗り ・立ち乗り ・自動走行	・複数人乗り ・立ち乗り ・自動走行	・4輪 ・二人乗り	・セニアカー ・ミドルシニアを意識したデザインと操作方式。	・電動 ・折り畳み可能
乗員数	1名	3名	type-S: 5名、 type-R:6名、	2名	1名	1名
最高速度	10km/h	5km/h	5km/h	6.2 - 9.3 mph	6 km/h	約40km/h
製造国	千葉工業大学未来ロボット技術研究センター (fuRo)	ゲキダンイイノ	ゲキダンイイノ	Afikim	スズキ自動車	本田技研

⑫リ・デザインに資する車両、インフラ等の要件抽出

	13	14	15	16	17	18
						
名称	Max Plus	不明	aidea AA-Cargo β4	コムス	Minimum Mobility	i-Road
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・ジオフェンシング ・電動キックボード 	<ul style="list-style-type: none"> ・車椅子 ・二人乗り ・連結 牽引 	<ul style="list-style-type: none"> ・電動 ・3輪 ・屋根付き ・原付 	<ul style="list-style-type: none"> ・電動 ・一人乗り ・ミニカー（原付） 	<ul style="list-style-type: none"> ・電動 ・一人乗り ・ミニカー（原付） 	<ul style="list-style-type: none"> ・電動 ・一人乗り ・ミニカー（原付） ・前2輪後1輪
乗員数	1名	2名	1名	1名	1名	1名
最高速度	15km/h~25km/h(アプリで調整可)	0-6 km /h 5 ギア	60~70km/h	60km/h	不明	60km/h
製造国	Segway-Ninebot(セグウェイ-ナインボット)	DADHI	aidea社	トヨタ車体株式会社	KGモーターズ	Lean Mobility社

⑫リ・デザインに資する車両、インフラ等の要件抽出

	19	20	21	22
				
名称	ideta	モビリス	ゴルフカート	Cruise Origin
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・電動 ・4人乗り ・超小型モビリティ 	<ul style="list-style-type: none"> ・搭乗型ロボット ・自動走行 	<ul style="list-style-type: none"> ・自動運転 ・電動、（ガソリン車有） 	<ul style="list-style-type: none"> ・自動運転タクシー
乗員数	4名	2名	4～7名	対面6名
最高速度	60km/h	不明	10km/h～12km/h（対応異存）	不明
製造国	出光興産、タジマモーターコーポレーション	株式会社Doog	ヤマハ発動機	Honda、GMクルーズホールディングス LLC、GM

⑫リ・デザインに資する車両、インフラ等の要件抽出

検討成果や仕様書などの内部留保・共有されている成果物
・試験成績書「電動車椅子の運動性能の基礎的な評価」

5. ⑬自動走行の社会システム化（自動走行モビリティの速度制御、緊急停止システム）

つくばスマートシティコンソーシアム
三菱電機株式会社

研究開発項目⑬「自動走行の社会システム化（自動走行モビリティの速度制御、緊急停止システム）」



担当：三菱電機株式会社

2023年度の研究成果と年度計画に対する進捗状況

【成果目標】

生活道路や賑わい道路における安心・安全なモビリティの運行を目指すために、モビリティだけでなく街中に設置された様々なセンサや交通状況・天候などのオープンデータから得られる情報を活用しつつ、モビリティ・データスペースと連携し整合を取る図1に示すモビリティプラットフォームを構築する。対象とするモビリティは主にパーソナルモビリティなどのグリーンスローモビリティを想定する。最終的な成果目標は数都市でのモビリティ支援技術の実装に向けたリファレンスロードマップの公開である。

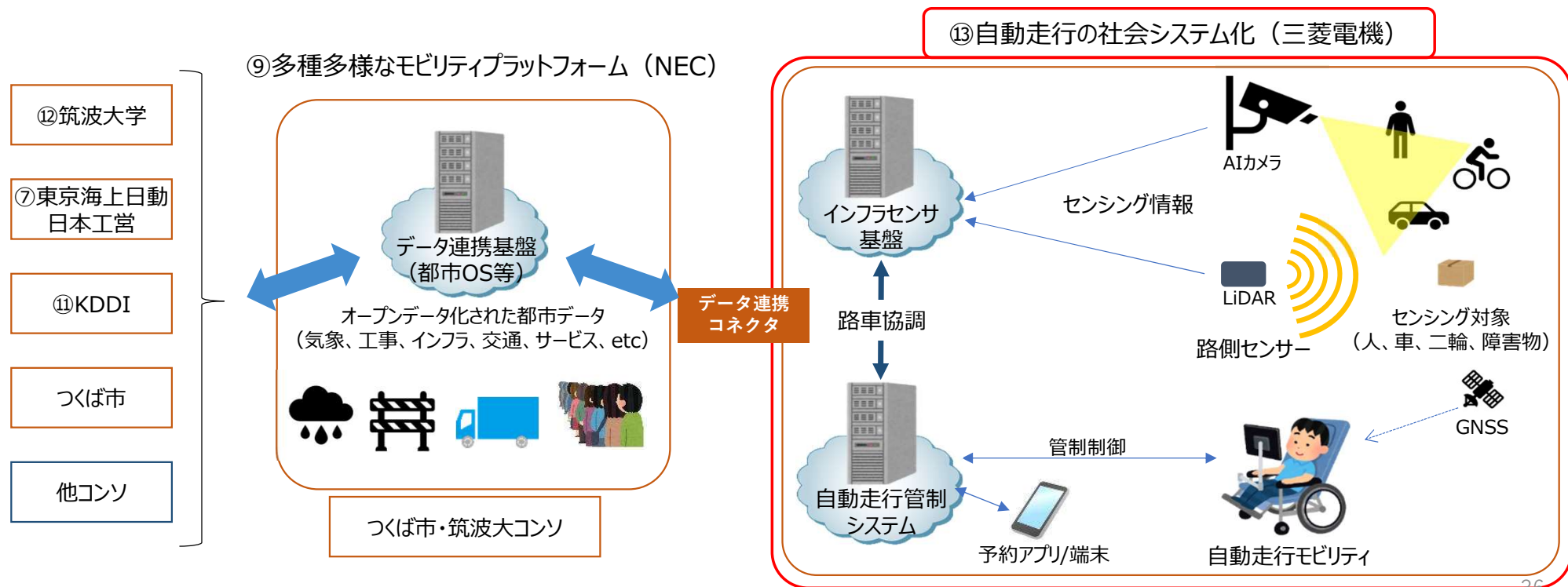


図1 モビリティプラットフォームの概要

研究開発項目⑬「自動走行の社会システム化（自動走行モビリティの速度制御、緊急停止システム）」

【進捗状況】

図2に研究開発項目⑬における実施計画と実績を示す。青い矢印は提案時の想定であり、赤い矢印が実績である。計画ではモビリティプラットフォームの構築とともに二度の実証実験を予定しており、これらを通して自動走行の社会的受容性及び責任範囲も検討する。2023年度は自動走行の社会システム化における要件定義が目標である。要件定義は小型モビリティ、インフラセンサ、データ連携基盤のそれぞれのシステム・機能と、さらにその連携とで実施する計画である。

2023年度の進捗として、①自動走行システムにおける路車協調方式検討と、②小型モビリティの走行におけるリスク推定の要件を検討した。また、これまでの知見により、速度制御、緊急停止できる小型の自動走行モビリティの検討も同時に進め、③センサ構成及び制御機能検討において車台を作製し、④小型モビリティの移動範囲制限機能の検討を実施した。さらに、⑤データ連携基盤連携方針検討を進め、コンソーシアム内の連携を検討した。

なお、提案時の想定よりも開始が後ろ倒しになったことから、個々のシステムを連携する部分の要件定義は2023年度には完了せず、2024年度も継続して取り組む。

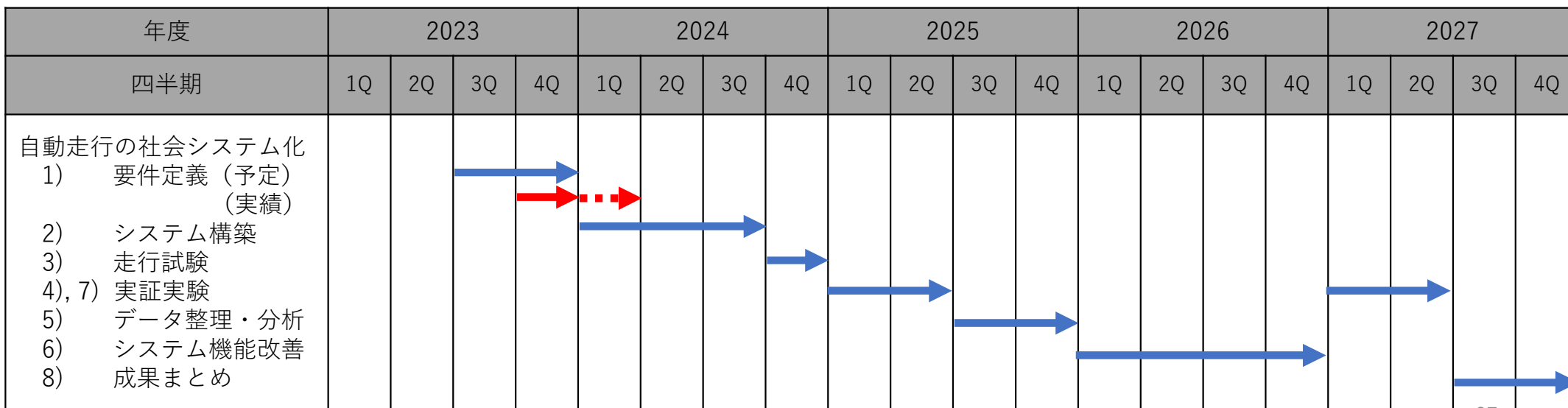


図2 研究開発項目⑬における実施計画と実績

研究開発項目⑬「自動走行の社会システム化（自動走行モビリティの速度制御、緊急停止システム）」



【進捗状況】

①自動走行システムの開発要件定義：路車協調方式検討

路車協調の社内方針を検討・整理し、以下の4つを決定した。

方針1 データ連携と路車連携

路車協調は精度や応答性を考慮し三菱電機内のシステムとして閉じるものとするが、取得した情報の一部はデータ連携基盤に開示することも検討する。また、データ連携基盤経由で取り込むオープンデータも路車協調の要素の一部として検討する。

方針2 路車協調に必要な要素・粒度

インフラセンサは実施計画の提案のとおり2種類（AIカメラ、LiDAR）とし、エッジAIで検知処理を行う。

方針3 路車協調における優先順位

路車協調はインフラセンサより得られる情報を走行路の先読み情報として、自動走行制御や運行管制における支援情報としてフィードバックを行うものとする。ただし近接の障害物検知による緊急停止はモビリティ側で実装する。

方針4 標準化と小型モビリティ・生活道路での実装

Autoware等での実装を考慮し、制御に必要な情報などは共通性を持たせるものとする。
なお、小型モビリティによる生活道路での実現性を考慮し、路車間通信は直接通信（V2I）ではなくサーバ間通信とする。

研究開発項目⑬「自動走行の社会システム化（自動走行モビリティの速度制御、緊急停止システム）」

【進捗状況】

②小型モビリティの走行におけるリスク推定の要件検討

小型モビリティの自動走行モビリティの速度制御、緊急停止システム機能を構築するためには、モビリティの走行時のリスクを推定する必要がある。23年度は図3のようにモビリティセンサやインフラセンサで取得した情報を解析して得られる自車両(モビリティ自身)の状態、並びにデータ連携基盤からも得られる周辺の物体や環境からリスク推定する枠組みと要件定義を実施した。また、リスク推定のフレームワークを実装した。

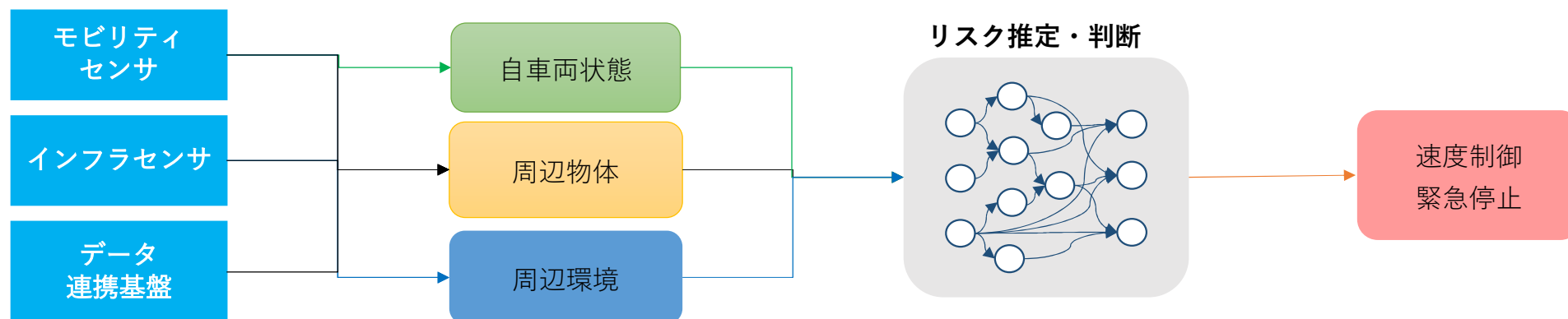


図3 リスク推定技術の枠組み

③小型モビリティのセンサ構成及び制御機能検討：車台試作

令和4年度の国交省事業で使用したパーソナルモビリティをベースとして、現時点の法定速度である時速6km以上で走行できるように、車輪やモータなどを改良した車台を試作した。車台設計時には、周囲環境を認識するための各種センサの取り付け治具も複数製作した。カメラ、LiDAR、ソナー、ミリ波レーダ、衛星測位システム等、性能の異なるものを入れ替えての機能開発が可能になった。



図4 試作したパーソナルモビリティの車台

研究開発項目⑬「自動走行の社会システム化（自動走行モビリティの速度制御、緊急停止システム）」

【進捗状況】

④小型モビリティの移動範囲制限機能検討

人が搭乗して手動・自動操作可能なモビリティに対し、電子的に移動可能な範囲を設定することで各種安全を担保する。

事前準備を含めた手順は以下の通り。

- (1) 周辺物体の点群座標と緯度経度の情報を持つ地図において、走行不可能な領域を設定し、走行可否情報をモビリティの制御システムに格納する。
- (2) モビリティには衛星測位システム及び画像や点群を取得できるセンサを搭載し、走行するモビリティの位置を推定する。
- (3) 推定した位置と格納した地図を照らし合わせ、衛星測位システムで予め設定した領域への進入を判定する。

23年度は地図上の走行不可領域を設定するツールの仕様を検討し、実装した。

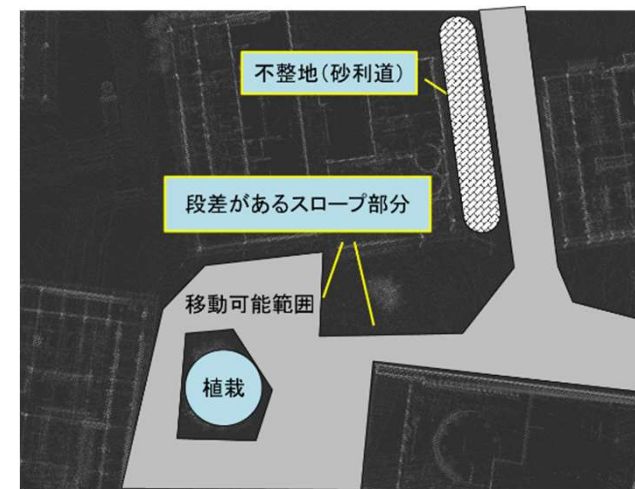


図5 移動範囲制限の例

⑤データ連携基盤連携方針検討

システム内での取得可能なデータを抽出・整理し、データ提供可否、粒度などを検討した。表1に概要をまとめたものを示す。受領希望データについては路車協調の観点で抽出した。

表1 データ提供／受領情報の検討

#	提供／受領	区分	項目例	付属情報例
1	提供予定データ	インフラセンサ	コンソーシアム各社と協議のうえ別途決定	
2		モビリティ		
3	受領希望データ	交通情報	信号、滞留、混雑、通行量、…	位置情報、測定日時、検知対象、…
4		エリア情報	工事情報、落下物、イベント、走行可否エリア…	位置情報、検出/予定時間、… ⁴⁰

研究開発項目⑬「自動走行の社会システム化（自動走行モビリティの速度制御、緊急停止システム）」



来年度以降の研究計画

【社会実装へ向けた検討状況・方針・課題】

検討状況：社会実装に向けては自動走行モビリティの社会受容性に加え、データ連携基盤を活用したユースケース創出が重要と想定し、コンソーシアム内・他コンソーシアムとのデータ連携に向けた意見交換・連携方法の協議を進める必要がある。

コンソーシアム内ではNECのデータ連携基盤活用の意向調査等が実施されており、当社は25年度に実施する実証実験で取得・提供するデータの整理に着手予定である。

方針：データ連携によって連携各社の相乗効果を見込めるかを是々非々で検討していく。

課題：データ連携基盤へ提供する当社データの保管方法（データレイク有無）の具体検討が必要となる。

また、現時点では個人情報等の機微な情報の取り扱い方針が不明確なため、今後のデータ連携に関する検討・議論内での明確化を期待する。

【プロジェクトの連携可能性】

コンソーシアム内の連携はもちろん、受託者間連携会議等で他のコンソーシアムの動向を把握し、関係するSPDの意向を確認しながら、今後、以下のコンソーシアムやチームと連携可能性のために意見交換することになった。

- ・HINTチーム（ナラティブ蓄積）
- ・日本信号コンソーシアム（危険行動検知・配信）
- ・オリエンタルコンサルタンツコンソーシアム（社会的受容性）
- ・UTMS協会コンソーシアム（信号情報配信）

【スケジュール】

2023年度に予定していた要件定義や予算執行を2024年度も継続するが、システム構築は計画どおり2024年度1-3Qに進めることで、2025年度に実施する実証実験に影響を及ぼさないように進める。

本報告書には、内閣府総合科学技術・イノベーション会議の下で推進する「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第3期／スマートモビリティプラットフォームの構築」(研究推進法人：国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構) (NEDO管理番号：JPNP23023)の成果が含まれています。