

SCRA 5.0検討に係る 支援業務作成資料

株式会社ウフル
2026/02/27



本資料目次

SCRA 4.0での記載

- | | | |
|----|--|----------------|
| 1. | 「スマートシティサービス」の改訂
基本方針／事例／導入のプロセス | 第6章一部第7章、その他の章 |
| 2. | 「都市OS」の改訂
地理空間データ連携基盤／アーキテクチャ／NGSI-LDの特徴／LLM活用 | 第7章 |
| 3. | スマートシティサービスに対するユーザのアクセス方法の検討
旧来型機器・手法／最新型機器・手法／課題 | 該当章無し（新規追加） |
| 4. | NGSI-LD データ収集のオープン戦略の検討
特定機器に依存しない手法／スマートフォン／Broker接続／認証 | 該当章無し（新規追加） |
| 5. | デジタルツインの時系列データの管理
取扱について／QuantumLeap／CrateDB／TimescaleDB／構成案 | 該当章無し（新規追加） |
| 6. | 有識者の声
南雲氏 中村氏 米澤氏 | 該当章無し（全体補足） |

背景と主な更新の観点

背景概要

これまでの工業社会／情報社会の進化の過程では、効率・量産・スピードが優先となり人間がシステムに合わせることによる多くの弊害が発生した。Society 5.0を先行的に実現するスマートシティにおいては、単に「サイバー空間と現実空間を高度に融合」し住民に高度なITリテラシーを要求する社会を実現するのではなく、**すべての人がそのままの状態**で「サイバー空間と現実空間を高度に融合した」サービスにアクセスできるようにするべく、真に人間中心の情報社会へと変革することが求められる。

主要観点

- 1 インクルージョンをターゲットとした**課題フォーカス**なスマートシティサービス
- 2 国際標準に規定されている**NGSI-LDに準拠**した**時空間データ**の取り扱い
- 3 **LLMをUI**としたサービスと都市OSの連携
- 4 インクルーシブなアクセス方法としての**自然言語を活用したデバイス**選定
- 5 NGSI-LDのBrokerを介した**データ収集のオープン戦略**



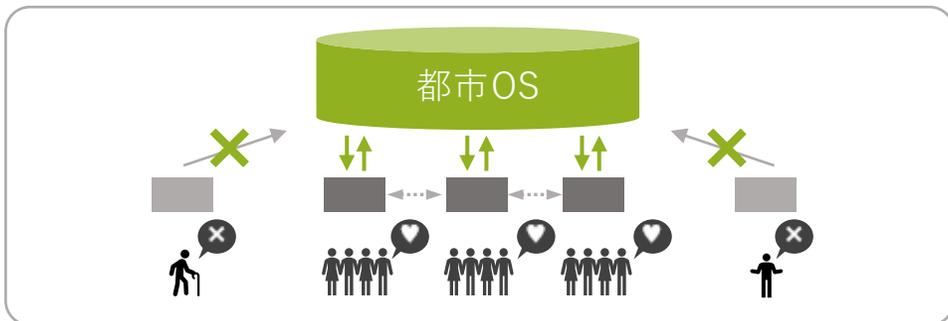
「スマートシティサービス」の改訂

課題フォーカスでインクルージョンを配慮したサービス設計へ

SCRA 4.0にて言及していたスマートシティサービス定義の見直しを、具体化したものとなります。

SCRA 2.0

購買層をターゲットとしたサービス設計

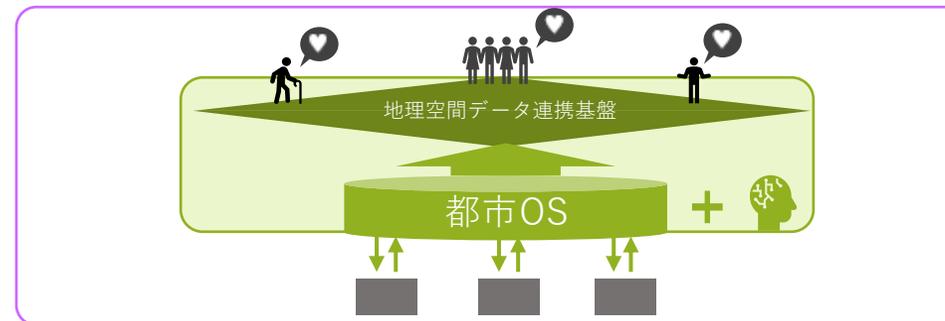


都市OSを前提とし技術の理想を追求したトップダウン型中央集権的設計。横連携が少なく、支援の行き届きにくい対象の発生も見られた。データが格納されたままで、更新も乏しくなりがち。

個別サービスへの依存が高く、孤立しがち

SCRA 5.0

インクルージョンをターゲットに設計



個別課題解決を通じWell-being向上を目指す人間中心でインクルーシブな設計。地理空間データとLLM活用でアクセスを容易に設計。見えるデータとなることで更新も促進される。

共通の接点や横断的活用を意識

対象のリテラシーも考慮し、自然言語UIも前提の一環に

急速に発展・普及したLLMの活用により、これまで以上にインクルージョンへの対応が可能に。

		ア-リ-アダプター	購買層	幼・若齢層	高齢層
スマホアプリ		用いてくれる ※但し継続利用には 要インセンティブ設計	用いるに値するだけの インセンティブを 求める	所持していないケースもあり	
	WEBアプリ			ネイティブアプリに比べ タブレット等接点は持ちやすい	
LLM 活用	最新型 デバイス	進んで用いてくれる ※但し継続利用には 要インセンティブ設計	興味は示す ※但し新規導入には難あり ※言語対応も容易となり 利用者層も広がる	利用難易度は大幅に低減可能	
	旧来型 デバイス	逆に懐疑的な 場合もあり	その場があれば 利用	レトロフィットな用途で 促進可能に	

インクルージョンを意識する上では個々の特性に配慮が必要

身体的特性に限らず、認知・言語的特性や環境・経済的特性もあり、複数属性が重複する場合も

感覚

視覚・聴覚障害者

音声読み上げや手話・点字版の活用、強いコントラストのUIや触覚フィードバックが有効。文字の音声化、音声の字幕化など、技術的変換の有効性が要考慮。

移動

車椅子利用者・ベビーカー

経路案内等を行う際にもバリアフリーなルートを提示する、自動運転車両を展開する場合も低速対応を行うなど、伝達や利用シーンに応じた配慮が要考慮。

言語

外国人・こども

多言語対応もさながら、ピクトグラム等ユニバーサルデザインへの対応や、日本語においても「やさしい日本語」を用いるなどの配慮が要考慮。

認知

高齢者・知的障害者

シンプルな操作画面やその場でのヘルプ機能、リマインド機能など、基本的な操作に不慣れな方へのサポートを用意することが重要。

経済

デバイス未所持者

電話等旧来からのインフラの活用や公共で用いることのできる端末やサイネージ、オフライン窓口の維持なども要考慮。

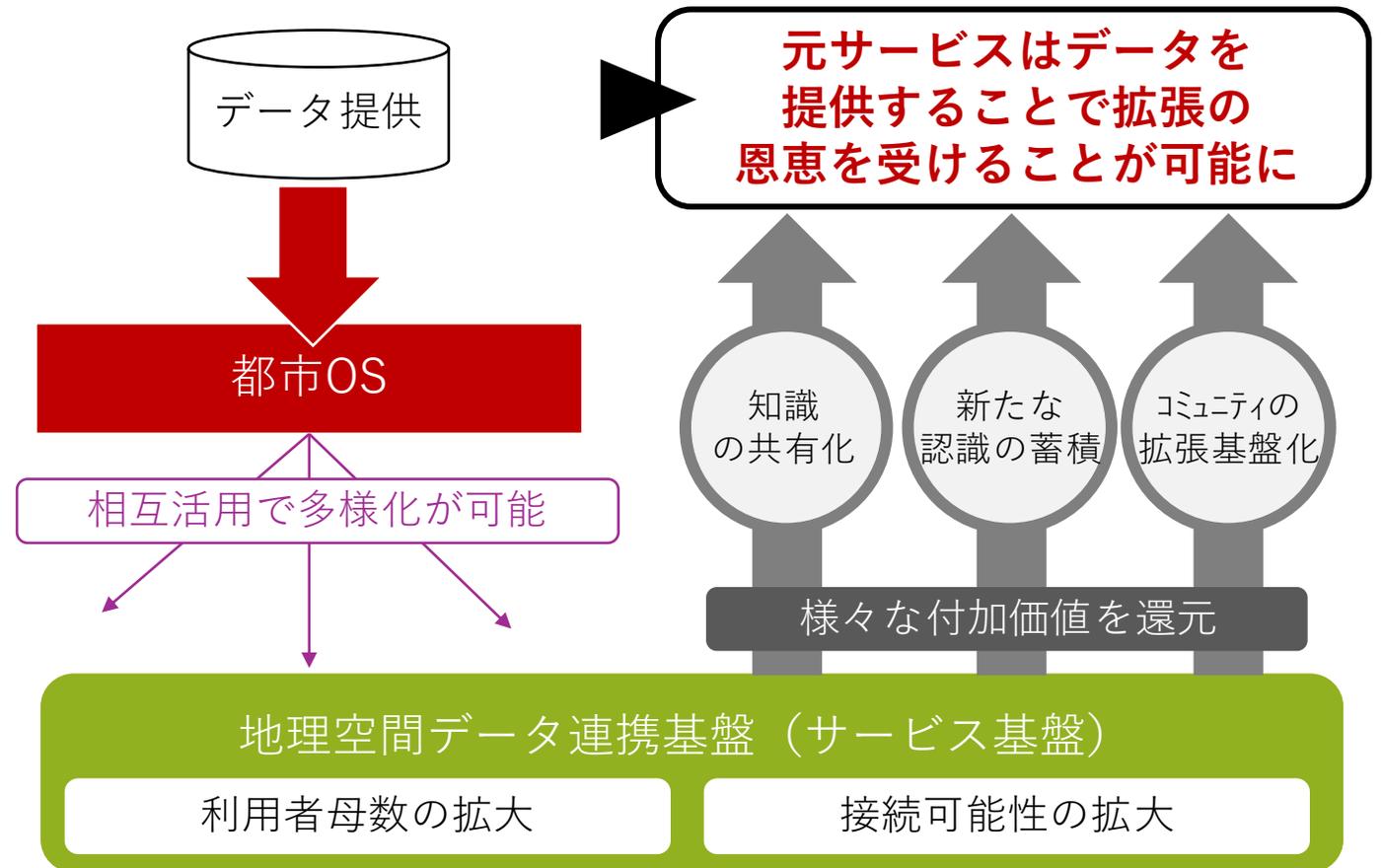
より発展的な姿やサービス間連携も想定した展開が重要

サービスのデータを提供することで付加価値が還元される仕組みとしての都市OS活用を想定する。

開始は小さなステップから、
何が共存共栄に繋がるかを想定して

住民のラストワンマイルを繋げるためのデータや、
外来の観光客に+αを提供するための情報など、
単一サービスでは不十分なデータでも、多層化する
ことで有用なデータとなる。

他方で、一方的に「ただのデータ」として投げら
れた状態では用いることが難しく、単純なデータ
カタログとしてではなく、データ活用を促進する
メタ情報をセットで展開する、利用の中で拡張さ
せるなどが必要となる。



地域住民による「データ包括同意」実現のために求められる要素

パーソナルデータ流通加速のために必要な「事前の納得感」と「事後のコントロール権」の両立

A. 同意の動機づけ

金銭的・経済的な便益のみならず、「地域貢献」への寄与が同意の動機となり、納得できる提供相手・利用目的であることの事前理解と信頼性の担保

地域貢献性の重視と貢献の可視化

「自分のため」のみならず「地域のため」にデータが活用される意識の醸成と、自身のデータがどのように地域に役立っているかの継続的な可視化

第三者認定による信頼性と事前の理解

指針への適合や認定マーク取得など、第三者審査機関の介在による安心・安全の保証および、サービス利用開始前からの丁寧な説明による理解と興味関心の形成

B. 「妥当性レベル」の設定

住民は無条件に包括同意をするのではなく、自身が設定した「妥当性レベル(判断基準)」とプロジェクト条件が合致した場合にのみ同意を行うフィルタリングの仕組み

基本3条件と提供先属性による詳細な選別

「目的」「便益」「データ項目」の基本3条件に加え、「誰に提供されるか(公的機関・民間・業種・資本構成)」や「特定の企業の除外」といった提供先属性による判断基準の適用

生活圈・関係性に基づくきめ細やかな設定

自身の生活圈からの距離や、知人・親戚の勤務の有無など、生活実感や人間関係に基づく心理的なハードルを考慮した、きめ細やかな提供可否設定も

C. 事後コントロールと安全性

入り口での包括的な同意に対し、事後的にデータの流れを監視(モニタリング)でき、いつでも連携を停止できる機能(オプトアウト)による是正措置の担保

確実なオプトアウト権と判断の自動化サポート

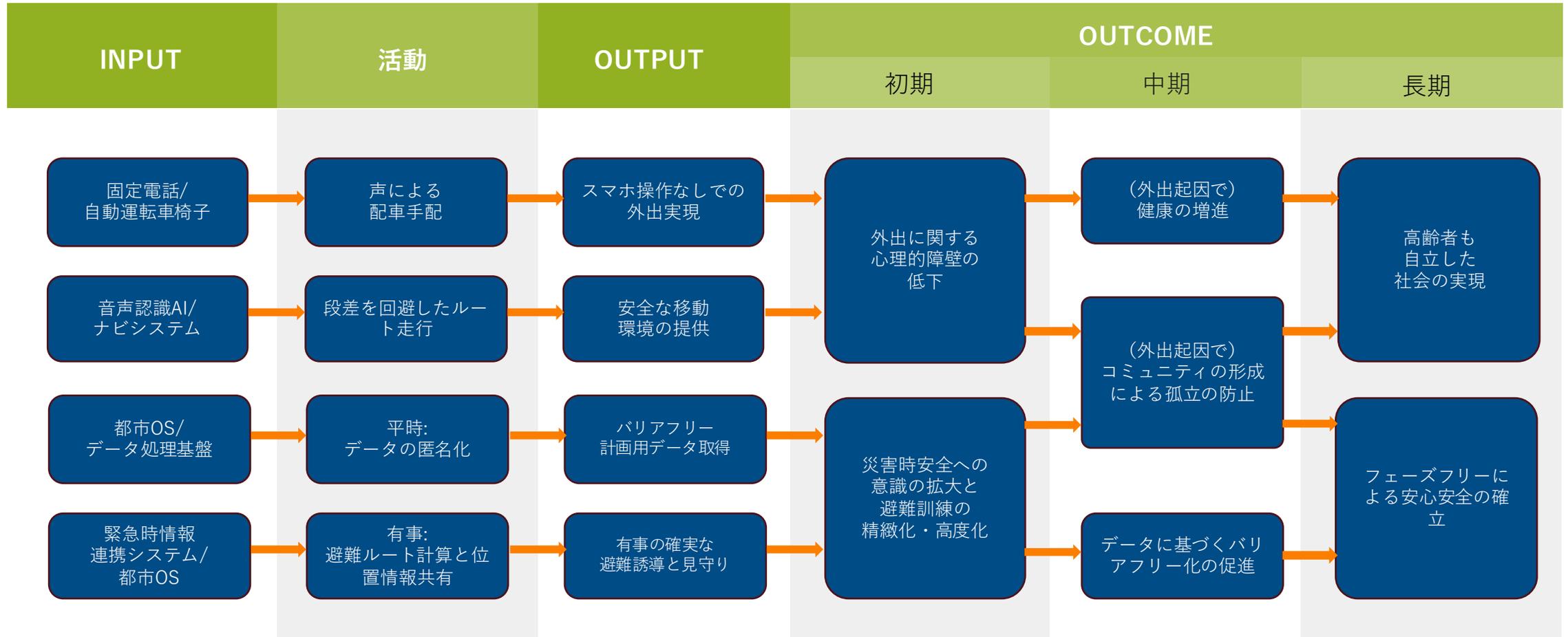
利用者の意思による即時「データ連携停止」機能の保証に加え、プロジェクト進捗率の停滞時などに自動で連携を解除、または解除を促す通知を行う仲介者によるサポート

トレーサビリティの確保とアクセスログ参照

「どこの事業者が」「どのように」データを参照したかを把握できるアクセスログの提供と、不正利用への不安を払拭するための透明性の高い監視機能

課題フォーカスでインクルージョンを配慮したサービス設計へ

すぐさまの全機能搭載ではなくとも、段階的な発展の中でインクルージョン対応や連携の幅を広げる。



インクルージョン・コグニティブに対応した国内外の事例

先行事例としては、以下の様なものが近い思想のサービスとして参考になると考えられる。

国内事例

① 更別村スーパービレッジ構想

「100歳までワクワク」生きるためのデジタル共助とロボット実装（北海道更別村）

② 「書かせない、待たせない」窓口とAI相談パートナー

生成AIを活用した24時間365日の相談サービス
（神奈川県横須賀市）

③ 地理空間データの可視化公開による活用促進

オープンデータのGIS展開
（静岡県焼津市）

④ 「国土交通データプラットフォーム」MCPサーバ

APIの知識不要。自然言語による対話形式でデータ検索が可能なMCPサーバ

海外事例

⑤ 「孤立」をデータと人の目で見つける見守りレーダー

NGSI-LDによるモデリング
（ポルトガル・リスボン）

⑥ AuroraAI（オーロラAI）

「申請主義」を終わらせるプッシュ型行政とAIエコシステム
（フィンランド）

1-2-1 更別村スーパービレッジ構想



「100歳までワクワク」を合言葉に日本一の高齢化・過疎化が進む地域において、デジタル技術を活用して住民のQOL（生活の質）維持と持続可能な村づくりを目指す

サービス概要

実施者：更別村 / 民間企業コンソーシアム 実施年：2020年

対象地域：北海道更別村/日本

カテゴリ：高齢者支援/過疎対策/ロボティクス

【主な特徴と取り組み】

●「書かない・待たない・行かない」役場（デジタル公民館）

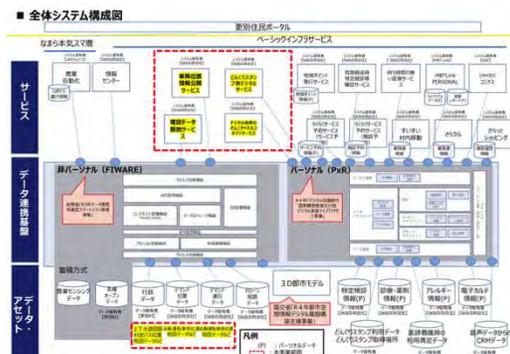
スマホ操作が苦手な高齢者でも使えるよう、テレビのリモコンや音声対話を活用したインターフェースを開発。自宅のテレビから役場の手続き、買い物の注文、遠隔医療（オンライン診療）が受けられる仕組みを構築し、「デジタルデバイド」をつくらない工夫を徹底している。

●移動の自由の確保（MaaS / 自動運転）

免許返納後の高齢者の足として、自動運転バスやオンデマンド配車サービスを導入。「行きたい時に行きたい場所へ」移動できる環境を整備し、引きこもり防止やコミュニティ活性化を図っている。

●基盤技術：データ連携基盤（FIWARE）

欧州標準の「FIWARE」を活用したデータ連携基盤を整備。健康データ、移動データ、農業データなどを分野横断で連携させ、見守りや予防医療、スマート農業（自動操舵トラクターやドローン）に活用している。

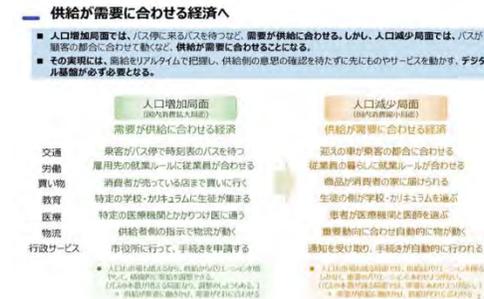


👁️ はざまへの焦点

「操作を覚えさせる」のではなく、システム側が高齢者に歩み寄る（UIの簡素化、ロボットによる対話）設計。

🎯 課題フォーカス

「過疎と高齢化」という日本の構造的課題に対し、免許返納後の移動手段や孤独解消をテクノロジーで解決。



🧠 LLMの活用

生成AIや音声認識を活用した対話型見守りロボットの実装や、専門知識不要な健康相談インターフェースを導入。

👉 ポイント

最先端の技術（AI、ロボット、自動運転）を使いつつも、ユーザーインターフェース（入り口）は「テレビ」や「音声」など、高齢者が慣れ親しんだ古いデバイスに落とし込んでいる点が、真に包摂的なスマートシティ事例として高く評価されている。

1-2-2 生成AIを活用した24時間365日の相談サービス



「書かせない、待たせない」窓口とAI相談パートナー

サービス概要

実施者：横須賀市

実施年：2023年

対象地域：神奈川県横須賀市/日本

規格：NGSI-9 / NGSI-10 (NGSI-LD互換へ移行)

カテゴリ：行政DX / 生成AI

【主な特徴と取り組み】

全庁的なChatGPT導入に加え、市民向けの「AI相談パートナー」や、窓口での申請書作成支援（会話からAIが書類作成）の実証実験を展開。

AI: ChatGPT (OpenAI API)

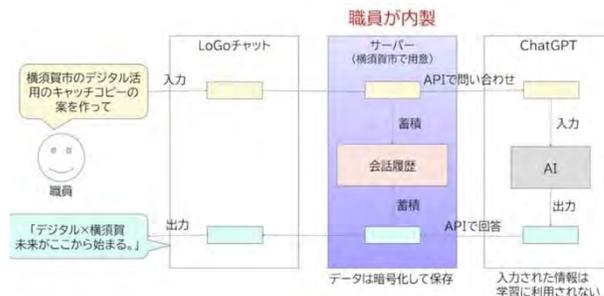
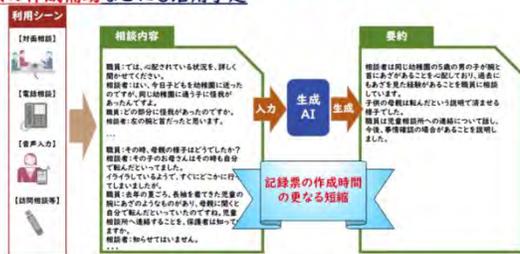
インターフェース: LoGoチャット (LGWAN-ASP)

ネットワーク: LGWAN (総合行政ネットワーク)

セキュリティ: APIベースの学習データオプトアウト

実証内容(相談業務への生成AIの活用)

生成AIを使って対面・電話など相談内容を要約し主訴を生成
記録票の作成補助などにも活用予定



👁️ はざまへの焦点

申請書類の記入が困難な高齢者や外国人に対しAIが「代筆者」となり障壁を除去。デジタルが苦手な人ほど窓口に来れば最大の恩恵を受けられる設計になっている。

- ・**窓口の対面重視**：無理にオンライン完結を強いるのではなく、来庁した住民に対し、職員がデジタル端末を操作してサポートする「申請サポートプラス」を導入。
- ・**ハイブリッドな利便性**：スマホを使える人は自宅で事前準備（待機時間削減）し、使えない人は窓口で手厚い対面支援（入力補助）を受けるという、スキルに応じた役割分担が成立。

🎯 課題フォーカス

単なる効率化ではなく、「相談の本質」にフォーカスした包括的な支援を実現。

- ・**心理的・物理的ハードルの解消**：24時間365日対応の「AI相談ポット」や多言語対応により、外国籍住民や夜間に悩む市民など従来の窓口では零れ落ちていた層を包摂。
- ・**データの可視化と早期支援**：AI相談パートナーで蓄積されたデータを分析することで、深刻化する前の「予兆」を検知し、アウトリーチ（攻めの支援）につなげる仕組みを構築している。

🧠 LLMの活用

「AIを使っている」と意識させない、**ステルスなAI活用**が評価のポイント。

- ・**UI/UXの最適化**：住民はLLMのプロンプトを考える必要はなく、一問一答形式のナビに従うだけで済む。
- ・**職員の負担激減**：AI相談パートナーでは、職員は普段通り会話するだけ。AIが背後で勝手に要約を作成するため、特別なITスキルがなくてもAIの恩恵を100%享受可能。

👉 ポイント

横須賀市の取り組みは、「書かせない＝住民の負担軽減」と「待たせない＝行政の効率化」を両立させつつ、AIを「冷たい自動化」ではなく「温かい対面支援」を補完する道具として位置づけている。

1-2-3 地理空間データの可視化公開による活用促進



リアルタイム災害情報やまちづくり情報などを、いつでも・どこでも閲覧できるデジタル地図サービス

サービス概要

実施者：焼津市/焼津市スマートシティ推進協議会 実施年：2025年
対象地域：静岡県焼津市/日本 規格：NGSIv2
カテゴリー：生活・暮らし情報/防災・災害情報/都市計画・まちづくり/観光・イベント

[主な特徴と取り組み]

- **暮らしと行政情報をひとつにまとめた市民向けデジタル地図**
防災、交通、子育て、福祉など、分野ごとに点在していた行政情報を地図上に集約。市民が「いま必要な情報」に直感的にアクセスできる共通基盤として、日常から災害時まで活用されている。
- **防災情報の一元化とリアルタイム提供**
ハザードマップ、避難所、河川水位、降雨情報などを重ねて表示。災害時の状況把握や避難判断を支援し、迅速な行動につなげます。
- **「探さなくていい」行政情報の入口**
公共施設、交通、防犯・AED設置場所など生活情報を地図から検索可能。迷わず情報にたどり着ける、デジタル市役所の入り口として機能。
- **拡張性の高い公開型GIS基盤**
ブラウザで利用できる公開型GISを採用。観光やまちづくりなど、今後の分野拡張や民間連携も見据えた柔軟な基盤。
- **スマートシティを「分かりやすく」伝える実装**
高度なデータを、市民が使える形で可視化。スマートシティ施策を身近に感じられる設計を重視。



👁️ はざまへの焦点

システムを提供して終わりではなく、「市民の防災意識向上」というメンタルな変容をKPI（重要業績評価指標）に置いている点である。地図を作るプロセス、あるいは地図に情報を投稿するプロセスそのものが、市民にとっての防災訓練となり、地域への関与意識（シビックプライド）を高める効果を生み出している。

🎯 課題フォーカス

多くの自治体が陥りがちな「AIを使いたい」「3D都市モデルを作りたい」という手段の目的化を避け、「市民の防災意識向上」と「共助による持続可能な地域づくり」という最終成果（アウトカム）から逆算してシステム要件を定義している。

🧠 LLMの活用

投稿された「メモ（テキスト）」の意味を理解し、それが「冠水」「倒木」「火災」「道路損壊」などのどのカテゴリに属するかを推論する。また、切迫度や感情分析を行うことで、緊急性の高い投稿を抽出する役割も担う。

👉 ポイント

地図というツールを「行政が市民を管理するための道具」から「市民と行政が共に地域を理解し、守るための共通言語」へと転換させた点。従来の行政DXが「業務効率化（守りのDX）」に終始しがちであったのに対し、焼津市の事例は「市民参加と共助の創出（攻めのDX）」へと踏み込んでいる。

「探させない・解析させない」ことで、専門知識の壁を壊す取り組み

サービス概要

実施者：焼津市/焼津市スマートシティ推進協議会 **実施年：**2025年
対象地域：静岡県焼津市/日本 **規格：**NGSiv 2
カテゴリー：生活・暮らし情報/防災・災害情報/都市計画・まちづくり/観光・イベント

[主な特徴と取り組み]

これまで国土交通省が保有する膨大なインフラデータ（道路、河川、都市計画など）を利用するには、複雑なAPI仕様の理解やプログラミングスキルが必要でした。MCPサーバの導入により、AI（Claude等）がこのデータ基盤と直接「会話」できるようになりました。利用者はAIに「〇〇市周辺のハザードマップと橋梁の点検結果をまとめて」と自然言語で依頼するだけで、AIが裏側でデータを取得・統合・分析して回答する。



👁️ はざまへの焦点

専門家しか触れなかった高度な行政データを、一般市民や非エンジニアの自治体職員にも開放した点が最大の対策です。

- ・「職人技」からの解放：GISや複雑なデータベース操作に習熟していなくても、スマホやPCのチャット画面からデータにアクセスが可能。
- ・情報のアクセシビリティ向上：視覚的にデータを理解したい人には、AIが取得した数値を基にグラフや簡易的な説明を生成するため、理解の格差を埋める役割を果たしている。

🎯 課題フォーカス

特定の技術を持たない小規模な建設業者や、地域の防災活動を行う市民団体など、「データは必要だが活用手段がない」層を包摂。

- ・実務直結の支援：例えば「ドローンの飛行ルート上にある障害物を調べて」といった、具体的かつ局所的な課題に対し、瞬時に必要なデータだけを抽出・整理して提供する。
- ・オープンなエコシステム：GitHubでソースコードを公開しており、民間企業がこの仕組みを自社サービスに組み込むことも可能。社会全体の課題解決スピードを底上げする。

🧠 LLMの活用

利用者は「API」や「JSON」といった技術用語を一切意識することなく、「日常言語」だけで操作が完結。

- ・ノーコードの究極形：従来数日～数週間かかっていたデータ収集・加工が、対話形式で数分に短縮。
- ・「曖昧さ」の許容：正確なワードを知らなくても、AIが文脈を解釈し「このことですか？」と補完。検索スキルの差が影響しにくい設計。

「テクノロジーを高齢者に押し付けるのではなく、高齢者を取り巻く環境をスマート化する」人間味のあるDX

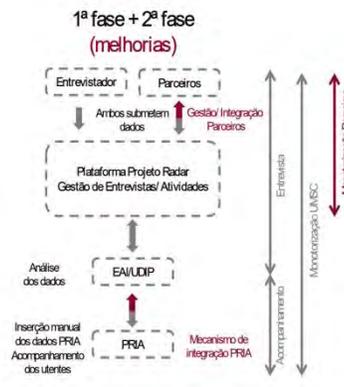
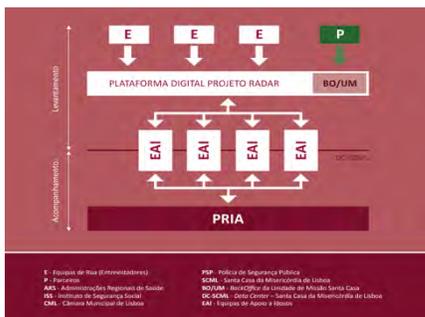
サービス概要

実施者: リスボン市議会 / サンタ・カーザ・ダ・ミゼリコルディア **実施年:** 2019年
対象地域: リスボン/ポルトガル **規格:** NCSI-LD(ETSI GS CIM 009)
カテゴリ: 社会的孤立対策 / データ駆動型福祉

[主な特徴と取り組み]

RADAR Projectは、リスボン市内の65歳以上の市民（特に独居や社会的孤立のリスクがある人）を対象としたコミュニティ型見守りシステムです。最大の特徴は、「デジタル（データプラットフォーム）」と「アナログ（近隣住民・商店）」をシームレスにつなぐ点にあります。近隣の薬局や商店、住民が「レーダー（観測員）」となり、高齢者の異変を感じたら専用プラットフォームを通じて専門チームに報告。AIやデータ分析を用いて優先順位を判断し、迅速な訪問支援を行う。RADAR Projectは、「テクノロジーを高齢者に押し付けるのではなく、高齢者を取り巻く環境をスマート化する」という、非常に人間味のあるDX。

プラットフォーム: NEC Cloud City Operation Center (CCOC)
 ミドルウェア: FIWARE Context Broker (Orion)
 統合: IoT (廃棄物, 交通) + レガシーシステム



👁️ はざまへの焦点

このプロジェクトの核心は、「支援を受ける側（高齢者）がデバイス进行操作する必要がない」点にある。

- ・**受動的な包摂:** 高齢者に「アプリを入れてください」「センサーを設置してください」と強いるのではなく、周囲の見守り網がデジタル化されているため、デジタルスキルに関係なく見守りの恩恵を受けられる。
- ・**人的信頼の補完:** テクノロジーは「誰を助けるべきか」の判断を裏で支えるだけで、表に出てくるのは顔見知りの近隣住民やソーシャルワーカー。

🎯 課題フォーカス

「孤独」という目に見えない、かつ従来の行政サービスでは届きにくかった課題に対し、「コミュニティ全体をセンサー化する」ことで解決を図っている。

- ・**多層的なネットワーク:** 現在、約2,000以上の地域団体や商店（カフェ、薬局等）が参加。日常の「いつもと違う（パンを買いに来ない、電気がつかない）」という感覚を、確実に行政の支援につなげる。
- ・**リスクの階層化:** 収集されたデータに基づき、高齢者の状況を「グリーン・イエロー・レッド」のように階層化。限られた行政リソースを、真に緊急性の高いケースに集中投下可能。

🧠 LLMの活用

情報の入力側に対しても、極めて低いITリテラシーで運用できる設計がなされている。

- ・**直感的なインターフェース:** 報告システムは最小限の手順で完結。難しいプログラミングや複雑なデータ入力は一切不要。
- ・**AIによるトリアージ:** 蓄積された膨大な報告内容は、AIが自然言語処理等を用いて緊急度を判定するため、現場の人間が高度な分析スキルを持つ必要はない。

「申請主義」を終わらせるプッシュ型行政とAIエコシステム

サービス概要

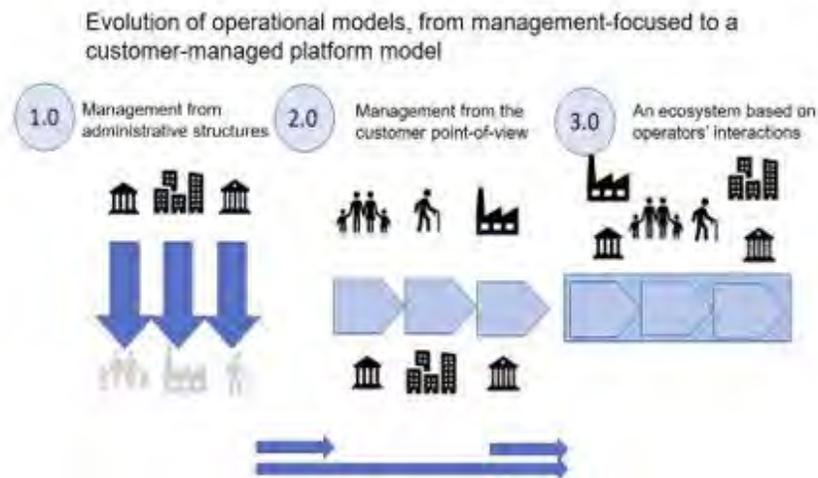
実施者：フィンランド財務省 / 人口情報デジタルサービス局 実施年：2018年

対象地域：全国（自治体連携）/ フィンランド

カテゴリー：行政DX / プロアクティブ・サービス / ライフイベント

[主な特徴と取り組み]

AuroraAIは、市民が「自ら行政サービスを探す」のではなく、AIが市民の状況を察知して「最適なサービスを先回りして提案する」仕組み。最大の特徴は、省庁や民間企業の垣根を越え、複数のサービスを「ライフイベント（出産、転職、定年退職など）」ごとに相互接続する点にある。市民が抱える複雑な課題に対し、AIが適切なリソースを組み合わせ、シームレスな解決策を提示します。行政を「手続きの場所」から「人生のパートナー」へと変革するプロジェクト。



👁️ はざまへの焦点

- ・**プッシュ型支援**：本人が複雑な行政組織の構造を理解していなくても、AIが「あなたには今、この手当とこの支援プログラムが必要です」と能動的に働きかけることで、情報の格差による不利益を防ぐ。
- ・**ヒューマン・セントリック（人間中心）**：技術を前面に出すのではなく、人生の節目に寄り添う設計。利用者はデジタルツールを「操作」する感覚より、「ガイド」を受ける感覚に近い体験を得られる。

🎯 課題フォーカス

従来の行政は「健康は厚生部門」「教育は文教部門」と分断されていたが、AuroraAIは「一人の人間の抱える複合的な課題」にフォーカス。

- ・**包括的なライフイベント対応**：例えば「失業」という課題に対し、単なる給付金だけでなく、再教育、メンタルケア、住居支援など、異なる組織のサービスを一つの流れ（パス）として提供。
- ・**予測的な包摂**：蓄積されたデータに基づき、将来的なリスクを予測。生活困窮に陥る前に予防的な介入を行うことで、社会的な孤立を未然に防ぐ。

🧠 LLMの活用

- ・**自然言語による意思疎通**：市民は専門用語を覚える必要はなく、自分の現在の状況（例：「最近体が思うように動かず、将来が不安だ」）を自然な言葉で伝えるだけで、AIが裏側で必要なサービスと照合する。
- ・**分散型ネットワークの利点**：ユーザー側で特別な環境構築は不要。ブラウザや既存のスマートデバイスを通じて、AIエージェントとやり取りするだけで、高度なデータ連携の恩恵を享受可能。

SCRA 5.0における設計指針の妥当性調査・検証

【調査目的】

国内外の学術論文・国際規格等27件を対象に、SCRA 5.0における設計指針（デジタル排除解消、AI支援、レトロフィット）の妥当性を検証した。

【調査の観点】

- **デジタル排除の解消**
脆弱層を周辺的な存在ではなく、設計の出発点（起点）に据える。
- **コグニティブな支援**
LLMを活用し、ユーザーのコンテキストを推論して能動的に寄り添う支援。
- **既存インフラの有効活用（レトロフィット）**
既存の社会慣習やレガシーシステムを否定せず、デジタルで包摂・拡張する。

SCRA 5.0における設計指針の妥当性調査・検証

【調査結果】

右記の文献を調査し設計指針と整合していることを確認。
主に下表の洞察が得られた。

観点	従来の課題	SCRA 5.0による解決（妥当性の根拠）
パラダイムシフト	機能補完（情報の音声化等）に偏重	心理的・社会的変容 差別や偏見に対抗する「態度」を醸成し、住民を共創者へ再定義する。
AIエージェント	住民が検索・操作する「プル型」	アンビエントな包摂 センサーとLLMが連携し、操作を意識させない「Zero-Click」支援を実現する。
実装アプローチ	最新技術への全面刷新	概念的レトロフィット LLMを既存システムへの高度なインターフェースとして被せ、低コストで都市を高度化する。
信頼とデータ主権	不透明性と主権の欠如	説明責任の工学的保証 判断根拠を自然言語で説明し、国際規格に準拠した透明性を確保する。VCを用いた分散型アクセス制御により、データ主権と動的な安全性を両立する。

■ 論文・レポート（18件）

- **Busciantella-Ricci et al. (2023)**: 態度醸成を目的としたDxIAフレームワーク
- **Hu & Bock (2025)**: スマートシティにおける人間中心型へのパラダイムシフト
- **Zhang et al. (2025)**: LLMとBERTopicによる潜在的住民ニーズの動的特定
- **Makkonen & Inkinen (2024)**: 障害当事者によるガバナンス参画の制度化
- **Burlando et al. (2024)**: 視覚障害者向けIoTスマート杖・AIナビゲーション
- **Harding (2020)**: 地下鉄における多様なユーザーとの共同体験設計
- **Park et al. (2025)**: リビングラボがもたらす高齢者のソーシャル・キャピタル再構築
- **Wang, Z. (2024)**: 藤沢SSTにおける住民ニーズ起点のサービス実装評価
- **Ran An (2024)**: 日本独自のスマート化モデル（レガシーの包摂）の必要性
- **細川雄也 ほか (2022)**: MR（複合現実）を活用した非専門家の合意形成支援
- **Zhang et al. (2025)**: ContextAgentによる能動的なコンテキスト推論支援
- **Spathis et al. (2025)**: 既存インフラの「概念的レトロフィット」
- **He et al. (2025)**: 説明可能なAI（XAI）によるビル管理と住民の信頼構築
- **Lin et al. (2025)**: 高齢者向けWebベースの合奏システム（アクセスの最小化）
- **GoodData (2025)**: ゼロクリック意思決定支援「エージェントック・アナリティクス」
- **Tang et al. (2024)**: 一人ひとりにUIを動的生成するジェネレーティブUI
- **Amouzadeh et al. (2025)**: 高齢者向けUX設計（音声操作・エラー許容）のレビュー
- **Fotouhi et al. (2025)**: Verifiable Credentialsを用いた分散型アクセス制御とデータ主権の確立

■ 規格・ガイドライン・ツール（9件）

- **OECD (2020)**: 住民のWell-beingを指標とするデータガバナンス
- **UN-Habitat (2025)**: デジタル人権と市民参加の国際ガイドライン
- **ISO 37106 (2021)**: 市民中心（Citizen-Centric）運営モデルの国際規格
- **UN-Habitat (2022)**: デジタル格差解消のための実用的アクションプラン
- **Eurocities (2022)**: 欧州都市における障害者参画・公共調達要件の事例
- **WEF (2019)**: 「デフォルトでの包摂」を求める技術ガバナンスモデル
- **Jensen et al. (2023)**: 日本の文化的文脈に適応させたリビングラボ共創モデル
- **G3ict (2017)**: 都市のデジタル包摂度を評価するツールキット
- **JST (2021)**: ウェアラブルを用いたユーザー体験（UX）の客観的評価キット

「都市OS」の改訂

2-1-1 都市OSは「システム中心」から「人間中心」へ



SCRA 4.0までの課題：システム中心の設計

高度なITリテラシーを住民に要求
システム間連携を優先した設計で、一部の利用者しか使いこなせない

「はざま」の課題への対応不足
高齢者や障害者など、支援が行き届きにくい人々がサービスの対象から漏れがちだった

SCRA 5.0が目指す姿：人間中心への転換

SCRA 5.0の人間中心アーキテクチャ

- ①データ生成層
センサーやアプリ等から都市の動的なデータを取得する
- ②地理空間データ連携基盤層
都市におけるすべての時空間的事実のアンカリングする
- ③意味的コンテキスト/ナレッジ層
知識と文脈を蓄積した都市OSの脳
- ④アクセス制御/ガバナンス層
LLM利用における複雑な権限管理を行う
- ⑤インターフェース/UX層
住民が音声やテキスト等で直感的に利用できる体験を提供する

「誰一人取り残さない」インクルーシブなサービス
高齢者、障害者、外国人などを含め、個別の課題解決を通じてWell-being向上を目指す

自然言語（LLM）を第一のアクセス手段に
電話やラジオ等、誰もが使い慣れた手段でAIと対話し、行政サービスを利用可能にする

信頼できるデータ連携基盤を中核に
AIが正確に応答するために知識と文脈と地理空間データを連携させる

[Layer5] インターフェース/UX層 (人間中心UI/UX層)

役割: 解釈・要約・説明、責任分界 技術: LLM, TTS/ASR, MCP Server/Host/Client

住民が音声やテキスト等で直感的に利用できる体験を提供する

[Layer4] アクセス制御/ガバナンス層 (社会認可層)

役割: アクセス制御、ガバナンス、ポリシー執行 技術: ReBAC, ABAC, PBAC

LLM利用における複雑な権限管理を行う

[Layer3] 意味的コンテキスト/ナレッジ層

役割: ナレッジグラフ、ナレッジベース、都市の脳 技術: NGSI-LD, Vector DB

知識と文脈を蓄積した都市OSの脳

[Layer2] 地理空間データ連携基盤層

役割: 時空間的事実のアンカリング、各種データ連携 技術: QuantumLeap

都市におけるすべての時空間的事実のアンカリングする

[Layer1] データ生成層

役割: センシング・IoT・各種入力データ、事実の源泉 技術: Sensor, IoT

センサーやアプリ等から都市の動的なデータを取得する

LLMは「インターフェース」であり「意思決定者」ではない



役割1: 翻訳者

- 市民の「自然言語」を都市OSが理解できる「クエリ（命令）」に変換する
- 都市OSが出力した「構造化データ（JSON-LD）」を市民に分かる「文章」に要約する



役割2: 説明者

- 回答の根拠となったデータソース（いつ、どこのデータか）を提示し、説明責任を果たす

ガバナンス制約

- Read Onlyの原則: LLMは原則として都市内OSのマスターデータを直接書き換える権限を持たない
- Human in the loop: 行政手続き等の重要な意思決定には、必ず人間による最終確認プロセスを介在させる

都市OSの内と外との協調が「人間中心の都市」を実現する

MCP Server



役割: 工具箱 (Tools)
Direction: 使われる側
レイヤ: 2, 3, 4

従来の都市OSのAPIが提供してきた役割に加え、外部のAIエージェントに対し、都市のデータや機能を「道具 (Tools)」として提供し、AIが理解しやすい形式 (MCP) でリソースを公開する

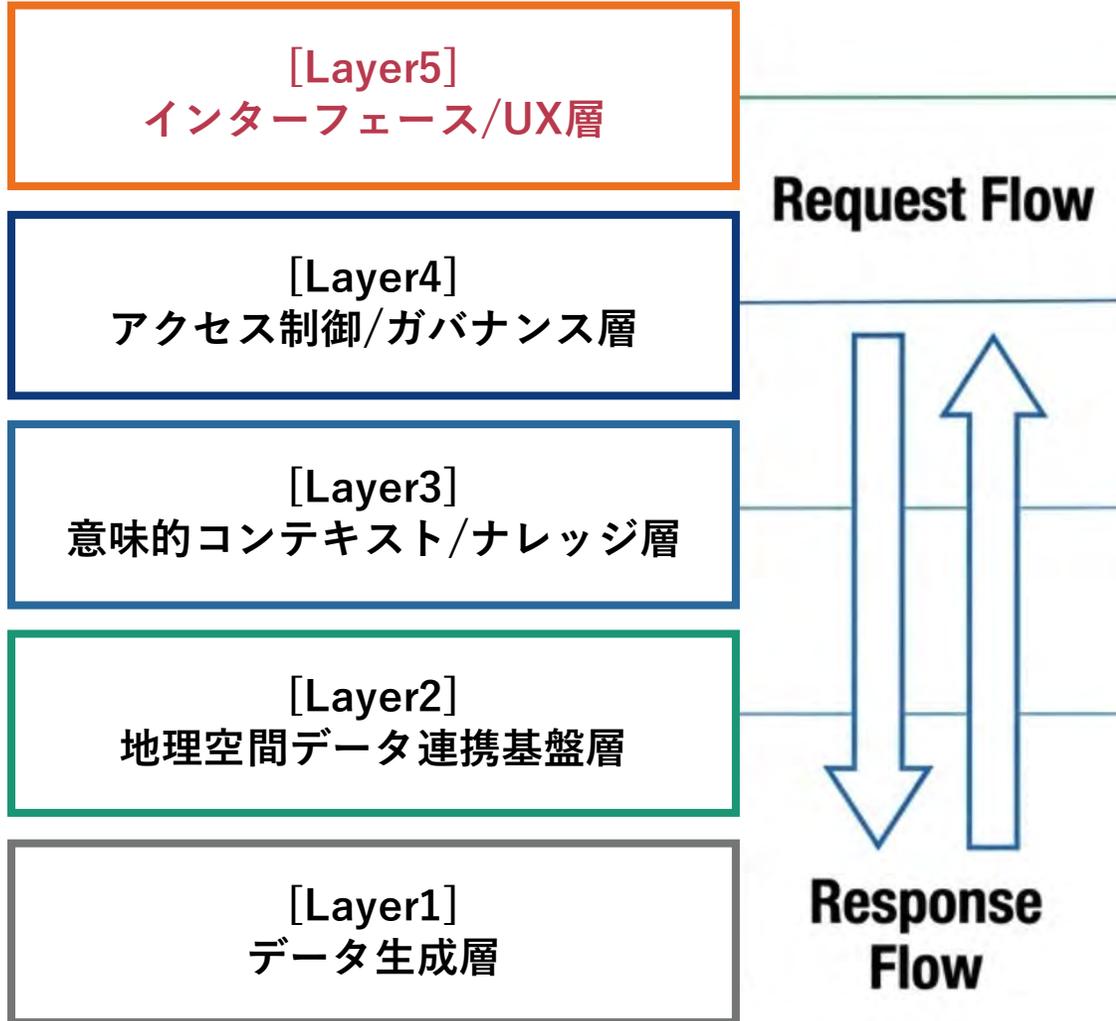
MCP Host / Client



役割: 指揮者 / 実行者 (Host / Client)
Direction: 使う側
レイヤ: 5

ユーザー (市民) からの自然言語入力を受け、市民を代理するLLM/AIエージェントを実行するMCP Hostとして機能し、エージェントの判断に基づき外部のMCPサーバーを利用可能とする

都市OSが「単なるデータベース」から「市民の対話パートナー」へと進化するためには、MCPサーバー機能だけでなく、外部知能を活用するためのMCPホスト / クライアント機能が不可欠である



MCP Host / Client

ユーザー入力の受付、外部MCPサーバーへの接続、利用可能なツールの提示

権限チェック

外部からのMCPリクエストをインターセプトし、PBAC/ABAC/ReBACによる権限チェック、個人情報のマスキング

MCP Server (Resource)

意味・文脈を提供する「ツール」の実体
(例: `get_entity_relationship`)

MCP Server (Resource)

事実・位置情報を提供する「ツール」の実体
(例: `search_shelter_location`)

「誰が・何を知って良いか」を制御する

LLMが市民のインターフェースになるということは？

市民は自然言語で都市OSに問いかける（例: 避難所はどこ？）
しかし、LLMは「誰がそれを訊いて良いのか」を知らない。
また。ハルシネーション（幻覚）を起こすリスクがある。

ガバナンスの必要性

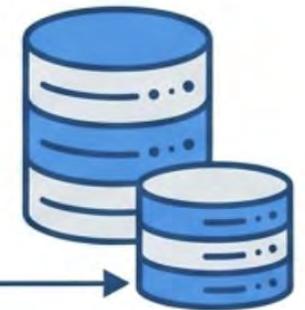
LLM自体に判断させずに、その手前で「見せて良い事実」だけをフィルタリングするガバナンスレイヤが必要。



アクセス制御/ ガバナンスレイヤ [Layer 4]



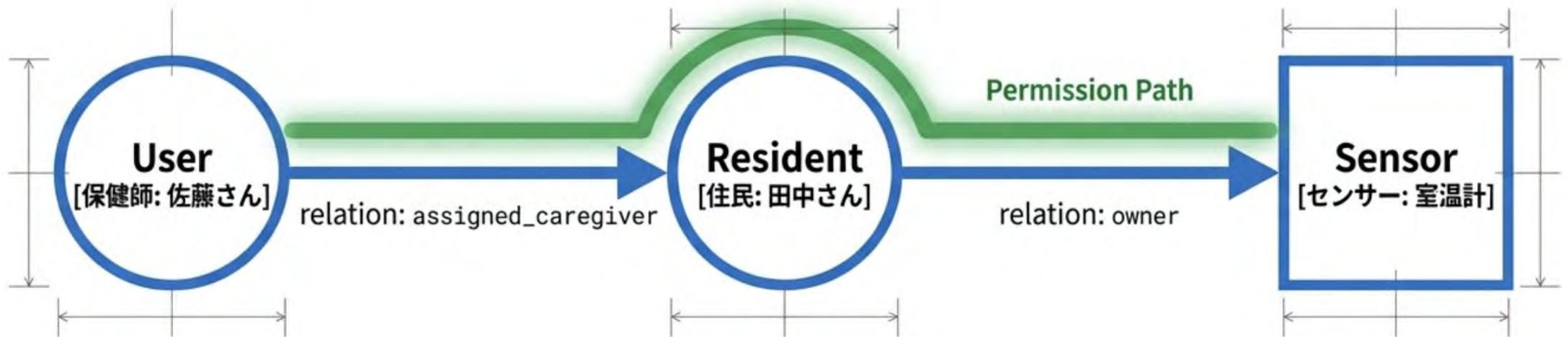
都市データ



多様な主体と代理アクセス

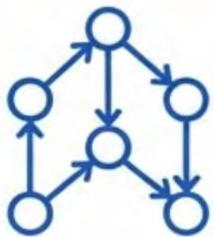
高齢者、障害者、子供、外国人などは、必ずしも本人自身のデバイスでアクセスするとは限らない。「家族」「民生委員」「ケアマネジャー」「サポーター」といった、公的に証明できる関係性を、系統的にグラフ構造で持ち、代理アクセスを正当に認可する仕組み（ReBAC）が不可欠となる。

ユースケース: 高齢者見守りにおけるデータアクセス



1. 関係定義: NGSI-LDのエンティティ関係をReBAC基盤 (例: SpiceDB) に同期
2. トラバース: 「佐藤さんは田中さんを通じてセンサーの閲覧権限を持つか？」をグラフ探索で判定
3. 結果: 関係性が証明された場合のみアクセス許可

LLMへの代理アクセスにはReBACが必要



ReBAC (関係性ベース)

「関係性」に基づく制御

人と人のつながり、所有権、担当関係など

“ 「ユーザーは田中さんの担当保健師か？」 ”

NGSI-LDのグラフ構造と親和性が高い



PBAC/ABAC (ポリシー/属性ベース)

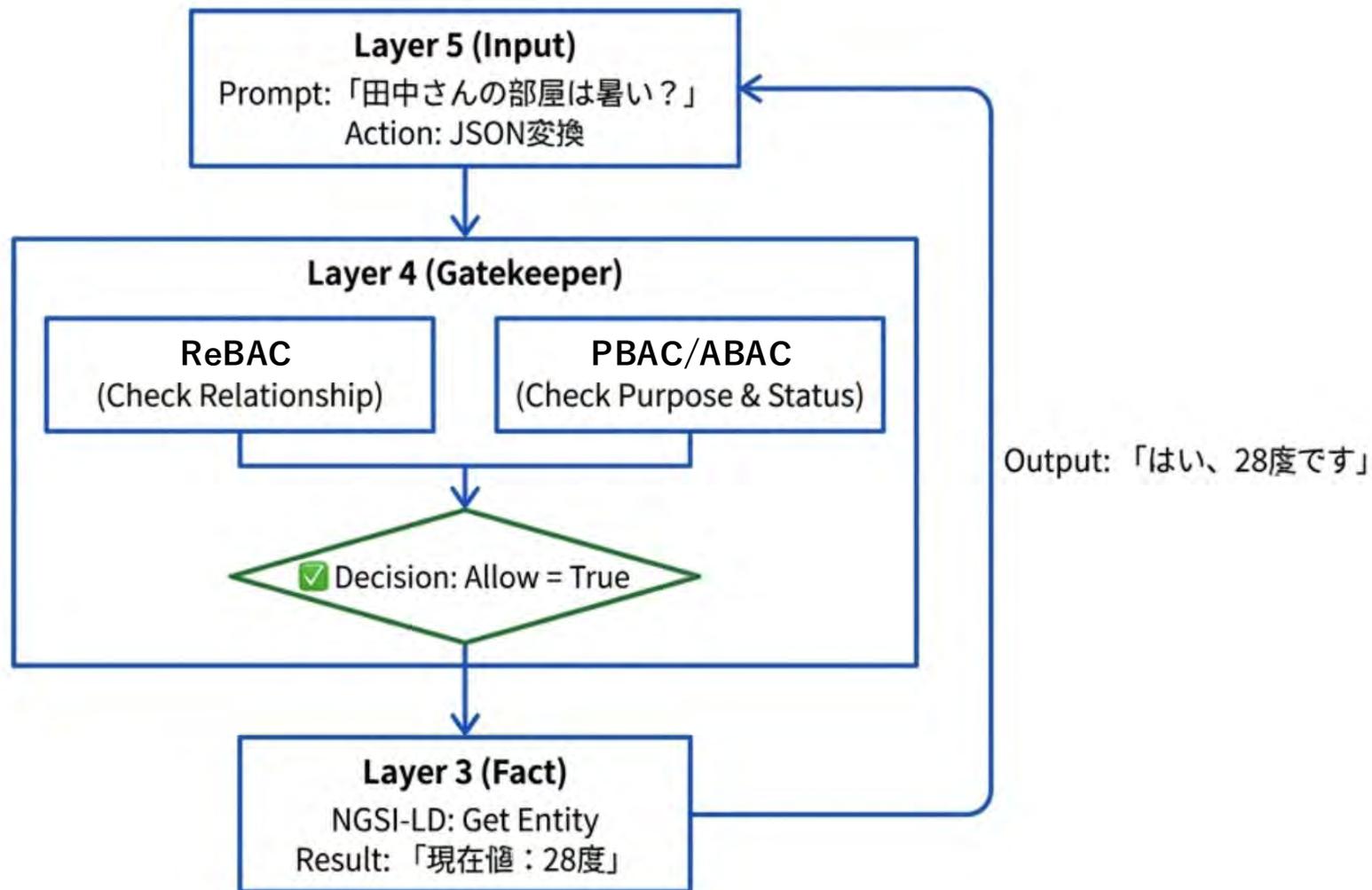
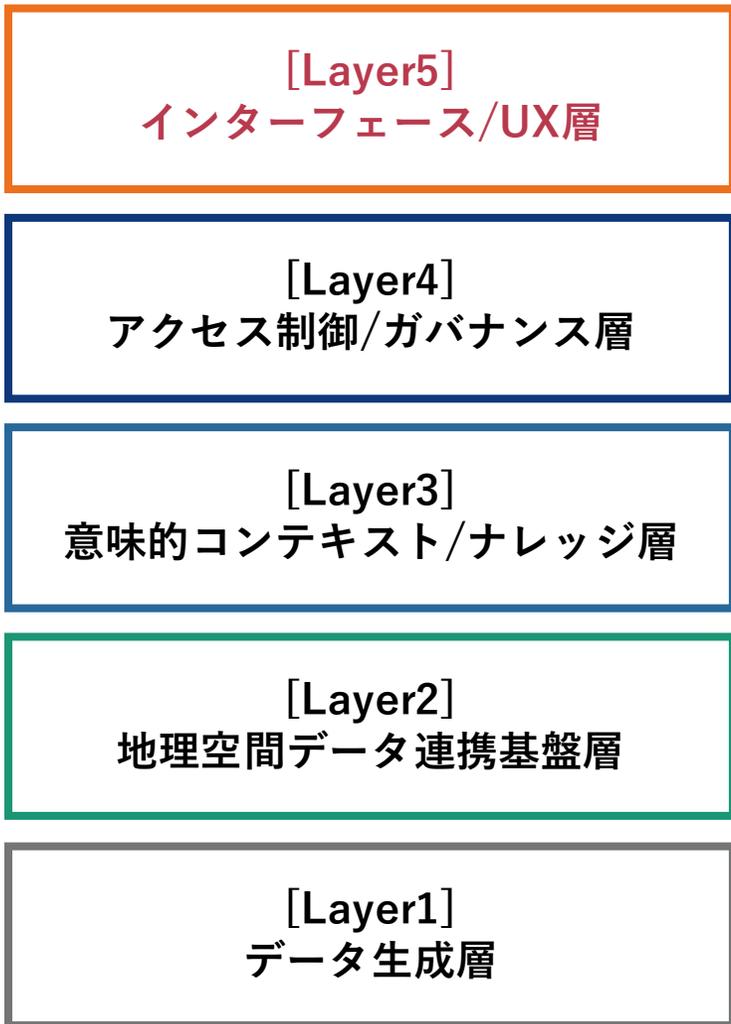
「属性・目的・状況」に基づく制御

災害時、緊急時、利用目的 (救助・統計) など

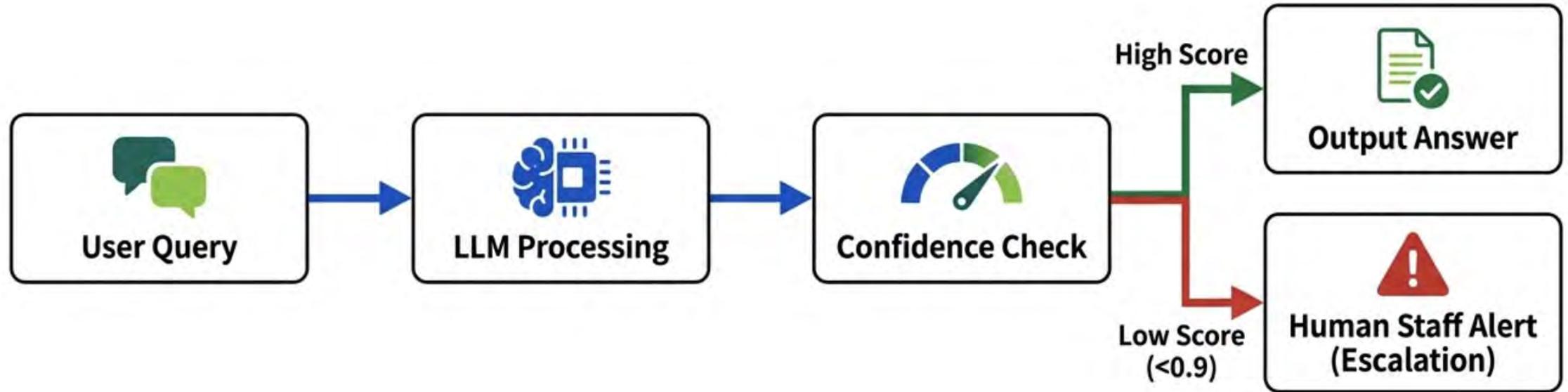
“ 「現在、災害発令中であり、人命救助目的か？」 ”

動的なコンテキスト評価に強い

2-3-4 ReBACとPBAC/ABACを組み合わせたアクセス制御の論理フロー



なぜ、その回答に至ったのか「思考の軌跡」を監査ログとして残す



監査ログの厳格化

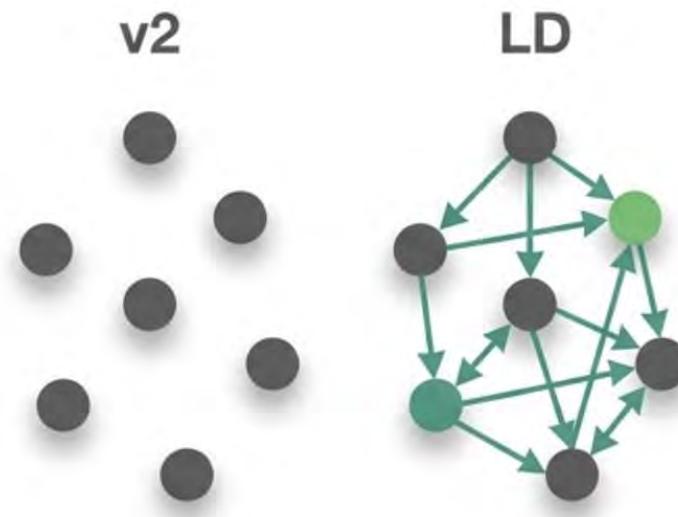
LLMがなぜその回答をしたか、ブラックボックス化しやすい。知識グラフをどう辿って結論に至ったかという経路自体をログとして保存・提示する機能を持つ必要がある。

LLMから人間への回答のエスカレーション

住民の権利・義務など「厳格な法的責任」が伴う回答の場合は、LLMの自動回答を停止し、行政職員へのエスカレーションフローを強制的に発動する機能を持つ必要がある。

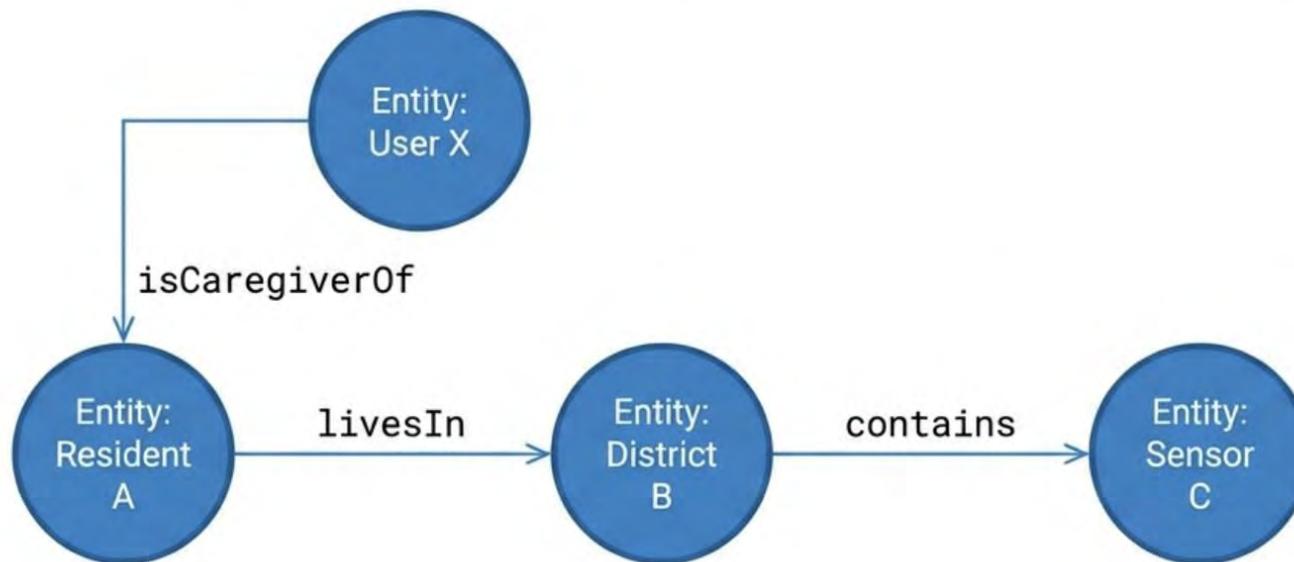
AIが文脈を理解するためのNGSI-LDの必然性

比較項目	NGSI-v2	NGSI-LD
構造	属性中心モデル (attribute-centric)	プロパティグラフ型 (Linked Data)
AIの認識	何もしなければ「データA」は「データB」は別物	「データA」は「データB」の影響を受けている
限界/利点	関係性を意図的に記す必要がある	都市の状態や関係性を辿りやすいデータ構造 (Traverse)
相互運用	ローカルルールになりがち	国際標準 (@context) に基づく意味解釈の共通化



都市OSがLLMを活用するためには、データを単なる数値ではなく意味を持つ知識として管理することが重要である。NGSI-LDはそのための標準仕様の一つであり、都市のコンテキストを一貫して記述・共有するための有効な基盤となる。

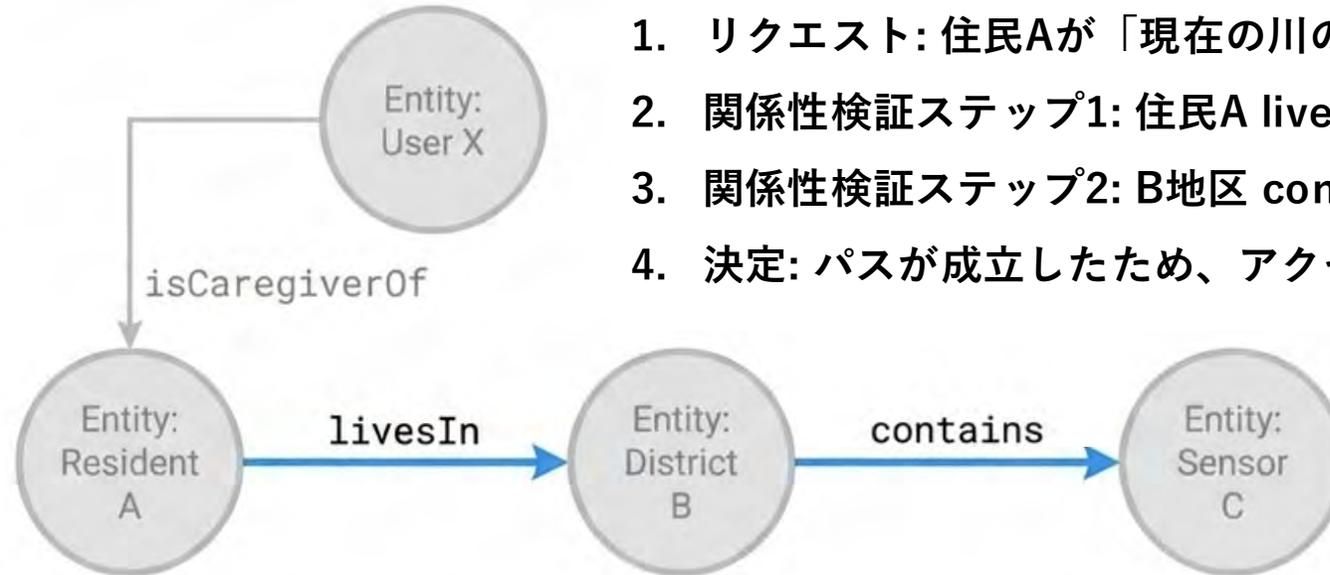
NGSI-LDが持つ「グラフ構造」の真価



従来のRDBやCSV（表形式）と異なり、NGSI-LDはデータそのものが「繋がり（Linked Data）」を持っている

Relationship Property: NGSI-LDの標準仕様である'Relationship'プロパティを活用

同じ「グラフ構造」のReBACと関係グラフを共有できる



1. リクエスト: 住民Aが「現在の川の水位」をリクエスト
2. 関係性検証ステップ1: 住民A livesIn ‘在住’ B地区
3. 関係性検証ステップ2: B地区 contains ‘存在’ センサーC
4. 決定: パスが成立したため、アクセスを「許可 (Allow)」

Layer 4、アクセス制御/ガバナンス層は、ReBACを用いて、主体から対象までの「パス（経路）」が存在するかを検証（グラフ・トラバース）し、関係性や文脈から動的に導出される許可集合に基づいて認可判断されるNGSI-LDは関係性を明示的に記述できるため、ReBACの関係モデルと概念的に整合しやすい
ただし、実運用ではNGSI-LDの関係定義を認可エンジン用に写像・同期する設計が必要となる

なぜ、地理空間データ連携基盤が都市OSの中核なのか

LLMは確率的に「もっともらしい答え」を生成するが、それ単体では「意思決定の主体」や「責任の主体」になり得ない。都市OSにおける地理空間データ連携基盤は、データを単に可視化するだけでなく、すべての情報を行政が定義した「場所」と「時間」に固定（Grounding）する役割を担う。

1. 責任の所在の明確化

- データが「どこの」「いつの」事実であることを空間ID等で保証する

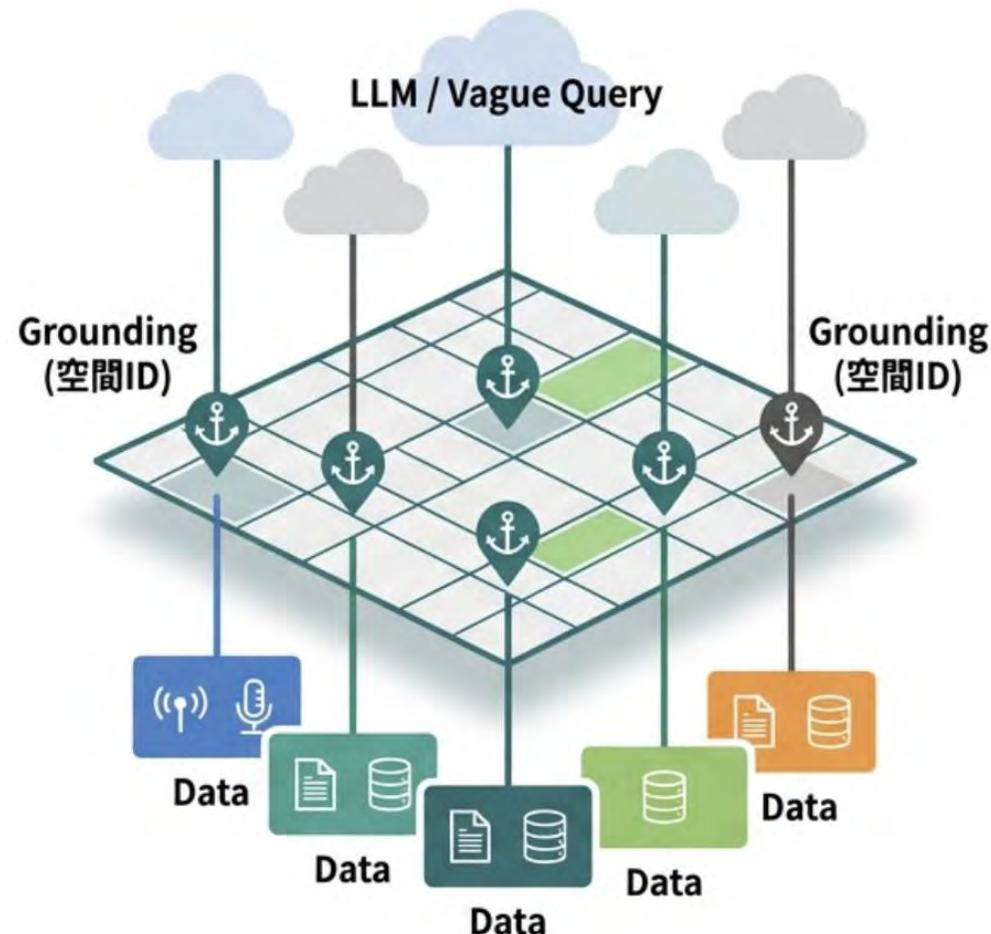
2. 曖昧なクエリの解釈

- 「あの公園の近く」といった人間の曖昧な問いを正確な座標範囲に変換する

3. ハルシネーション（幻覚）の抑制

- AIは回答を生成するのではなく、この基盤上の「事実」を参照して回答する

現実世界への影響を伴う行政判断においては、情報が場所・時間と結びついて検証可能であることが重要となる



最終的に地理空間データと照らし合わせて回答する

リクエスト:

「Aさんの介護者であるXさんがAさんの現在地を請求する」

NGSI-LD (意味):

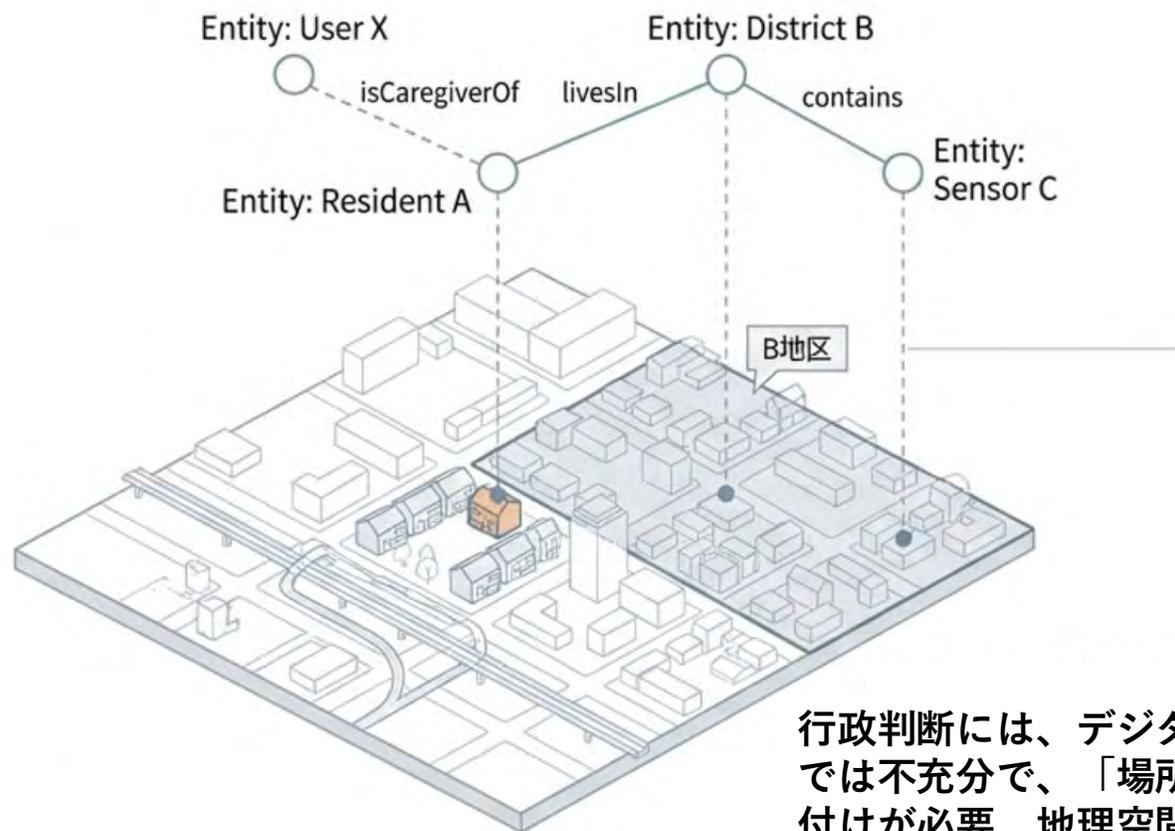
「AさんはB地区の住民である」

地理空間データ (事実):

「B地区は現在、浸水想定区域である」
「AさんのGPSは現在、B地区内にある」

ReBAC (認可):

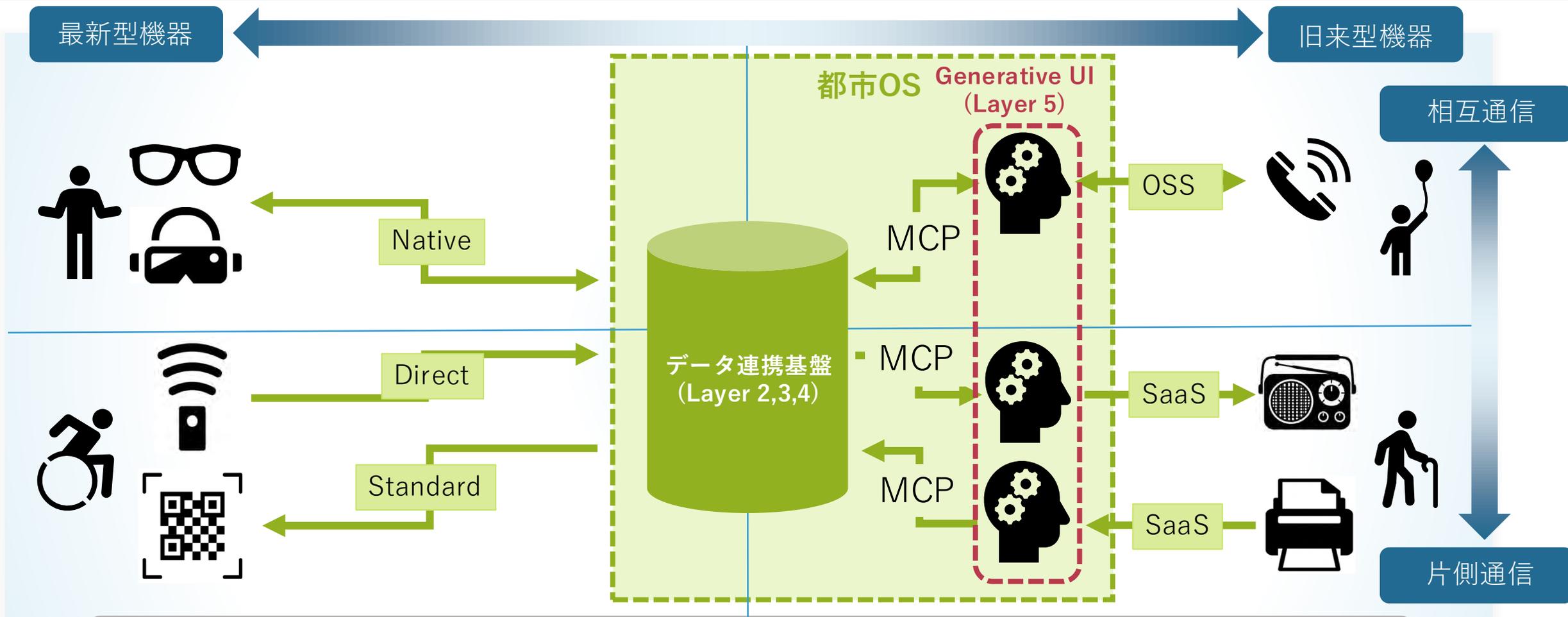
「ゆえに、Aさんの現在地を回答する」



行政判断には、デジタル上の関係性だけでは不十分で、「場所」や「時間」の裏付けが必要。地理空間データ連携基盤は行政判断における「物理的な真実性」を担保するアンカーである。

スマートシティサービスに対するユーザのアクセス方法の検討

3-1 全体像 Generative UI



システム操作の習熟を強いる時代から、AIが人に合わせる時代へ
Generative UIとMCP技術により、旧来型機器から最新型機器まで、あらゆる接点を
都市OSのインターフェースとして統合する

トレンド/技術調査/事例

■技術調査

従来の「押しボタン操作」を強いるIVRから、人間と話すような自然な会話を実現した生成AIを活用した「AIコール」への移行が加速
LLMが会話の文脈を保持し、過去の会話内容を踏まえた柔軟な対応が可能に

■先進事例

- ・ 日本 岩手県陸前高田市: AIと電話を融合させた「シン・オートコール」を活用し高齢者の安否や避難状況を迅速かつ的確に把握が可能に
- ・ 韓国: NAVER「CareCall」を用いて独居老人に対し「記憶機能」を持ったAIが電話、前回の会話の内容からその後についての問いかけを行い、受容性を劇的に向上

想定 ユース ケース

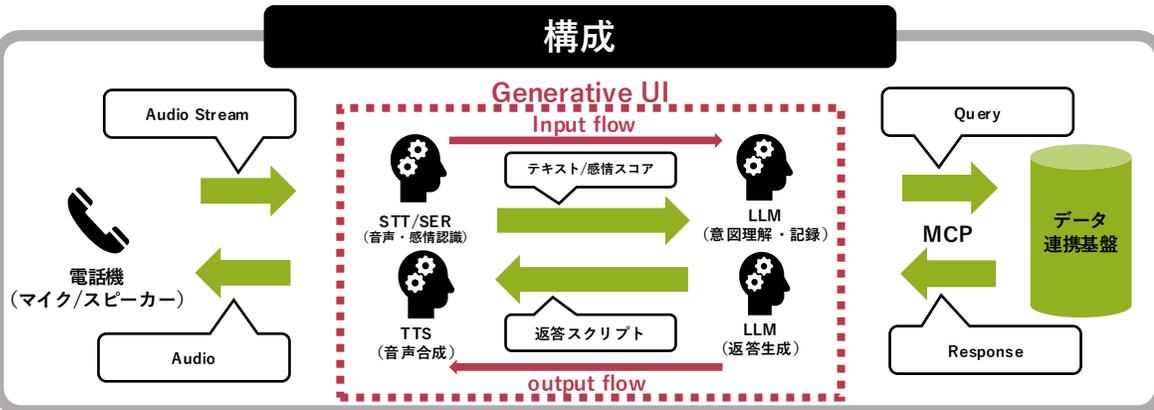
■ ターゲット

スマートフォンを持たないまたは操作が困難な高齢者、視覚障害者

■ 解決する課題

- ・ 社会的孤立の解消: デジタルデバイド層に対し、最も親和性の高い「受話器」を通じて、メンタルケアと健康状態のモニタリングを実施
- ・ 早期介入・人手不足: 声のトーンや発話間隔の変化から異常を検知し、コミュニティナース等の人的リソースを最適配分

構成



連携・オペレーション課題

■レイテンシーとバージン (Layer 5)

課題: クラウド処理による数秒の遅延等の会話のストレスの削減

対策: 話者の話を遮らない「バージン機能」の「低遅延な Speech-to-Speech 技術」の採用

■エスカレーション (Layer 4)

課題: 話者が混乱等で過度なストレスを感じる場合の安全装置

対策: 強制的にオペレーターとの通話に切り替えるオペレーション 整備と閾値の設定

トレンド/技術調査/事例

■技術調査

従来のOCRは定型帳票に限られたが、2024年以降はOCRとLLMをパイプライン結合する手法が主流化
LLMが文書全体の文脈から「処方箋」「介護記録」等の意味理解を行い、手書き文字の誤認識を文脈的に補正しながら構造化データ（JSON-LD）へ変換する

■先進事例

- ・日本 国内自治体: 一部申請書類において、AI inside社の「DX Suite」等を活用し、手書き帳票のデータ入力時間を劇的に削減
- ・アメリカ: 「TruAI」で2週間で書類を275のカテゴリに分類・索引化。検索性が向上し、監査効率化と業務コストを削減

想定ユースケース

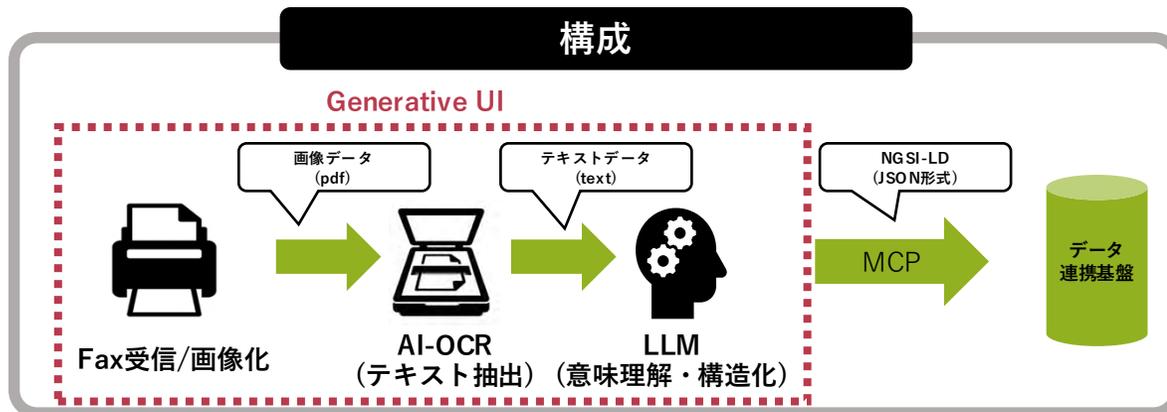
■ターゲット

行政職員、医療・介護従事者、聴覚障害者者（電話の代替手段として）

■解決する課題

- ・手書き文化の包摂: 「紙とペンで書いてFAXする」という確実・簡便な慣習を維持したまま、バックエンド業務を完全デジタル化する
- ・非定型帳票の処理: フォーマットが統一されていない手書き報告書でも、人間の介在なしにデータベース登録を可能にする

構成



連携・オペレーション課題

■ハルシネーションとガバナンス (Layer 4)

課題: 汚れた手書き文字の判読ミスや、LLMが文脈を補完しすぎて存在しないデータを生成するリスク

対策: AIが自身の認識精度を提示し、スコアが低い箇所のみ職員が目視確認するフローの実装

■プライバシー保護 (Layer 4)

課題: FAX画像に無防備に含まれる個人情報の漏洩リスク

対策: AI処理の初期段階で個人特定情報を自動マスキングし、閲覧権限を制御した上で都市OSへ登録する

トレンド/技術調査/事例

■技術調査

災害時にネットが遮断された状況下でも機能する堅牢な情報伝達手段
新聞記事や防災無線、住民の声をAIが解析し、ラジオ番組風の原稿を自動作成し音声作成まで可能に
日本のラジオを多言語の方へ届けるため、リアルタイムAI翻訳技術を用いて3ヶ国語同時配信を行う動きも

■先進事例

- ・日本: AI翻訳システム「CAMB.AI」によるリアルタイムAI翻訳技術を用いた3ヶ国語ラジオ同時配信を実施
- ・アメリカ フロリダ州: 「BEACON」を用いて州の緊急事態管理局からの情報を取り込み、地域の人口構成に合わせて多言語放送を実施

想定ユースケース

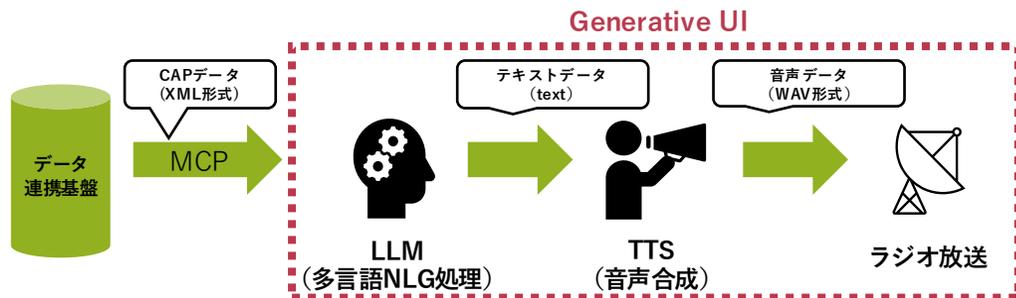
■ターゲット

在留外国人、視覚障害者、ネット環境を持たない被災者

■解決する課題

- ・多言語情報発信: 日本語がわからない外国人住民に対し、リアルタイムで母国語による避難指示を提供
- ・24時間体制の維持: 深夜・早朝の災害発生時でも、アナウンサーの到着を待たずに即座に放送を開始し、人的リスクを回避

構成



連携・オペレーション課題

■誤情報生成の抑止 (Layer 4)

課題: 防災情報において、AIの読み間違いやハルシネーションは人命に関わる重大リスク

対策: 自由な生成ではなく、CAP形式をトリガーとし、定型フォーマットに基づいて原稿を生成する厳格な制御

■多言語翻訳の品質担保

課題: 専門用語（避難所名や気象用語）の誤翻訳

対策: 地域固有の固有名詞辞書（Layer 3）を整備し、翻訳エンジンに適用することで正確性を担保

トレンド/技術調査/事例

■技術調査

ARグラス市場は「汎用ガジェット」から「特定機能特化型」へ移行。2025年に約20億ユーザー規模へ
 トレンドは「普通のメガネに寄せる軽量化」と、常時カメラ解析を行う「オンデバイスAI」の搭載

■主要デバイス例

- ・ Ray-Ban Meta: 「Look and Tell」機能により、見たものを音声で説明。Meta AIを搭載し、コンシューマー機でありながら視覚障害者支援のデファクトになりつつある
- ・ Envision Glasses: OCR特化。60以上の言語の手書き文字認識、顔認識、紙幣識別などを備える

想定 ユース ケース

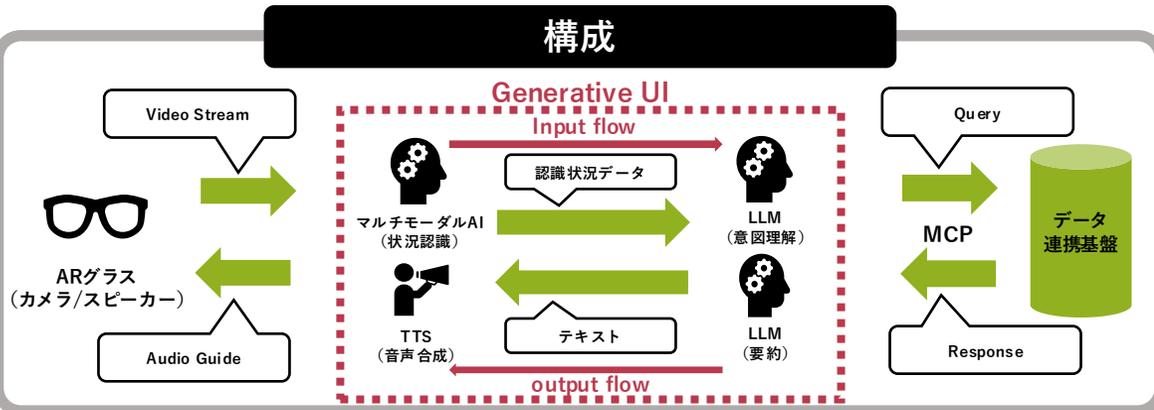
■ターゲット

視覚障害者者、児童、認知機能が低下した高齢者

■解決する課題

- ・ 視覚情報の言語化: 賞味期限の確認や周囲の状況説明をAIが代行し、自律的な生活を支援
- ・ 空間移動の自律性: 空間IDと連携し、点字ブロックが見つからない場所でも正確に誘導
- ・ 直感的な危険予知: 飛び出しの危険などを音声や警告音で即座に通知し、座学ではない直感的な安全教育を提供

構成



連携・オペレーション課題

■プライバシーと社会受容性 (Layer 4)

課題: 公共空間での常時カメラ撮影による、周囲のプライバシー侵害リスク
対策: 映像をクラウドに送らず端末内で処理する「エッジAI」の活用や、撮影中であることを周囲に知らせるLED点灯の実装

■誤認識と安全性

課題: 信号の色や段差の有無をAIが誤認識し、ユーザーを危険に晒すリスク
対策: 画像認識だけに頼らず、都市OSの「高精度3D地図データ」と照合し、確信度が低い場合は警告を発する制御

トレンド/技術調査/事例

■技術調査

「現実空間への字幕付与（Live Captioning）」技術の進化

単なる文字起こしだけでなく、「誰が話しているか（話者識別）」や、感情・口調を分析して字幕スタイルを変化させる表現力の向上が見られる

■主要デバイス例

- ・ XRAI Glass: 相手の言葉をリアルタイムで字幕化し、ARグラスに表示、多言語翻訳も同時実行
- ・ TranscribeGlass: 既存のメガネに取り付ける安価な外付けモジュール、途上国や経済的制約のある層への普及が期待される

想定
ユース
ケース

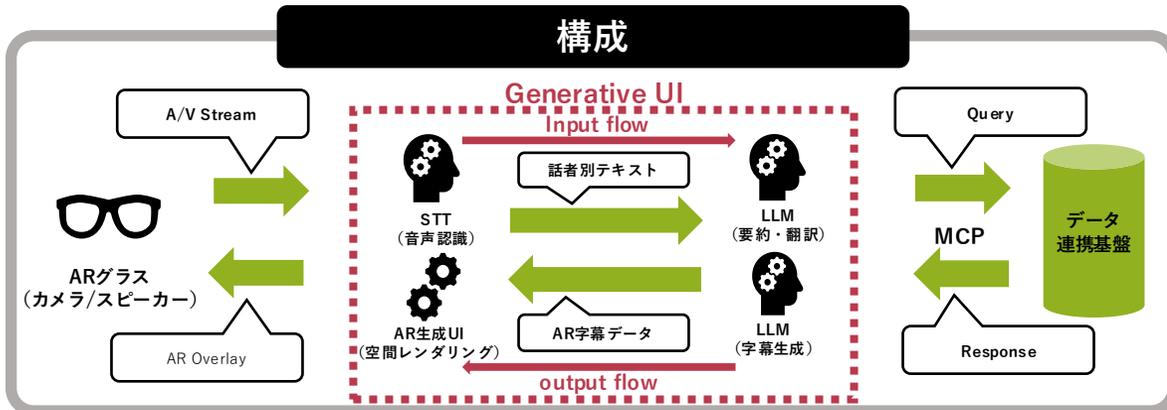
■ターゲット

聴覚障害者（難聴・ろう者）、外国人（言語の壁）

■解決する課題

- ・ コミュニケーションの同時性: 確認でタイムラグが生じる筆談と異なり、相手の表情を見ながらリアルタイムに言葉を理解できる
- ・ 複数人会話の可視化: 「カクテルパーティ効果」が働かない難聴者に対し、「誰が・何を」話しているかを視覚的に整理して提示
- ・ 言語バリアフリー: 外国語の話者をリアルタイムで自国語字幕に翻訳し、スムーズな対話を実現

構成



連携・オペレーション課題

■「ながら見」の危険性とUI制御 (Layer 5)

課題: 視界に字幕が常時表示されることで、足元や周囲の交通状況への注意力が散漫になるリスク

対策: 加速度センサー等で「歩行中」を検知し、移動中は字幕を簡易表示やオフにする「Context-Aware UI」の実装

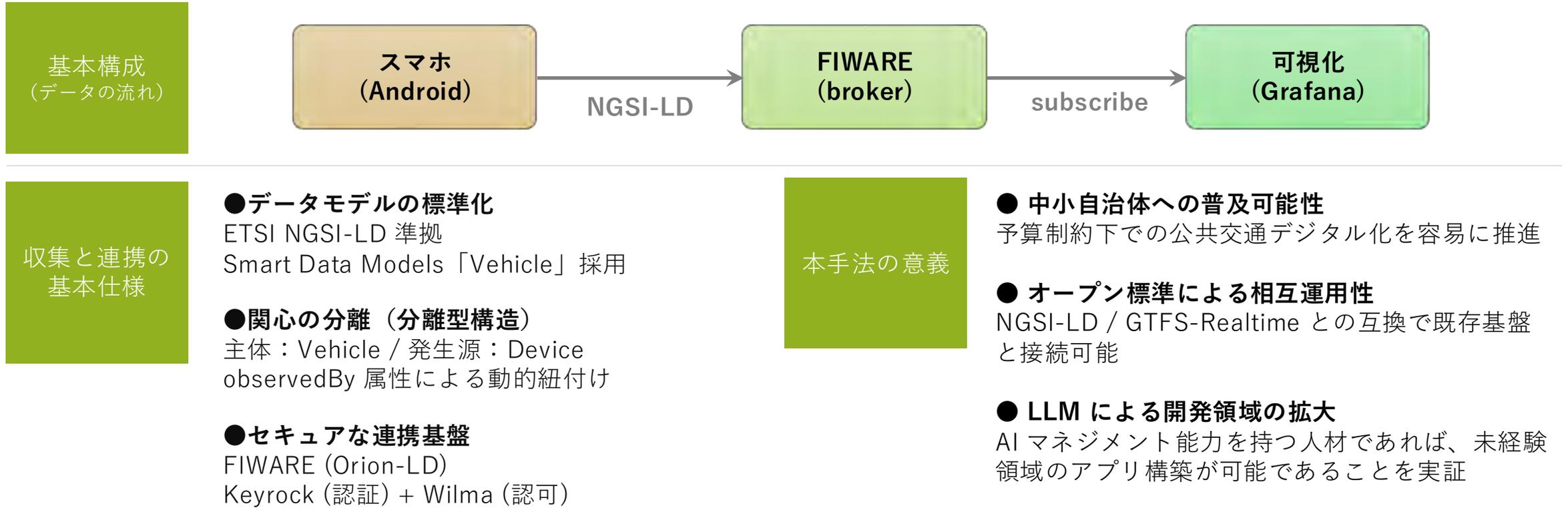
■ノイズ耐性と誤翻訳リスク

課題: 雑踏での音声認識精度の低下や、専門用語の誤翻訳

対策: 指向性マイクと口元の動きを読む「リップリーディングAI」の併用、および都市OS辞書による用語補正

NGSI-LD データ収集のオープン戦略の検討

市販の汎用Androidスマートフォンの活用によりデータ収集をより身近に



- POINT
- 1 特殊な車載器・ハードウェア不要で実装可能
 - 2 導入コストの劇的な抑制を実現
 - 3 人間中心との親和性が高い

検証アプリ - ScraBusTrackerによる実例

実際の有効性確認のため、バイブコーディングによるアプリ生成の検証を行った。

主なアプリ仕様

●車両IDの動的バインディング

起動時に車両IDを手動入力し、端末と車両の紐付けを動的に実行。

Vehicle 主体 (+Device 関連付け)

●高精度トラッキング

約5秒間隔で緯度・経度・速度・進行方向・測位時刻を取得。

●バックグラウンド実行の安定性

Foreground Serviceにより画面OFFでも継続送信する。

●NGSI-LDペイロード生成

Smart Data ModelsのVehicle型に準拠したJSON-LDへリアルタイム変換。

●端末トレーサビリティの確保

observedBy属性にスマホUUIDを記録し、データの発生源を特定。

●連続更新(Upsert)の実装

重複エラーを回避し、Context Brokerへ最新情報を更新し続けるロジック。

4-1-1 (2) アプリケーションの動作イメージ

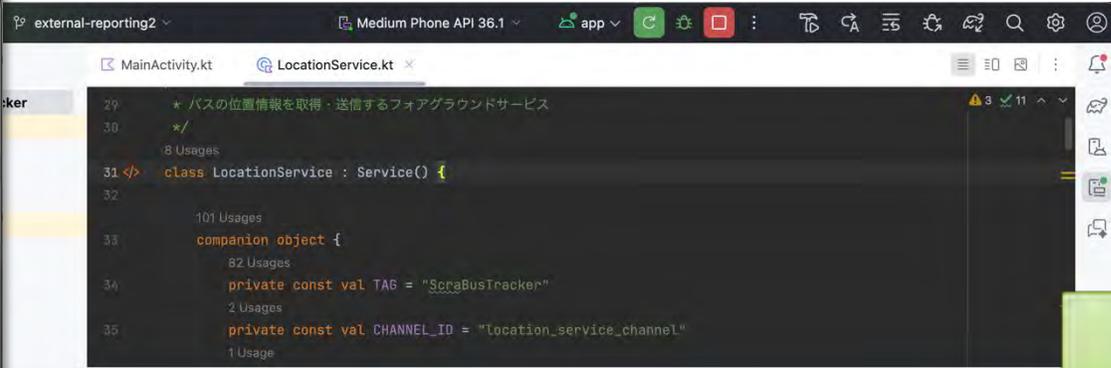


車両IDを入力

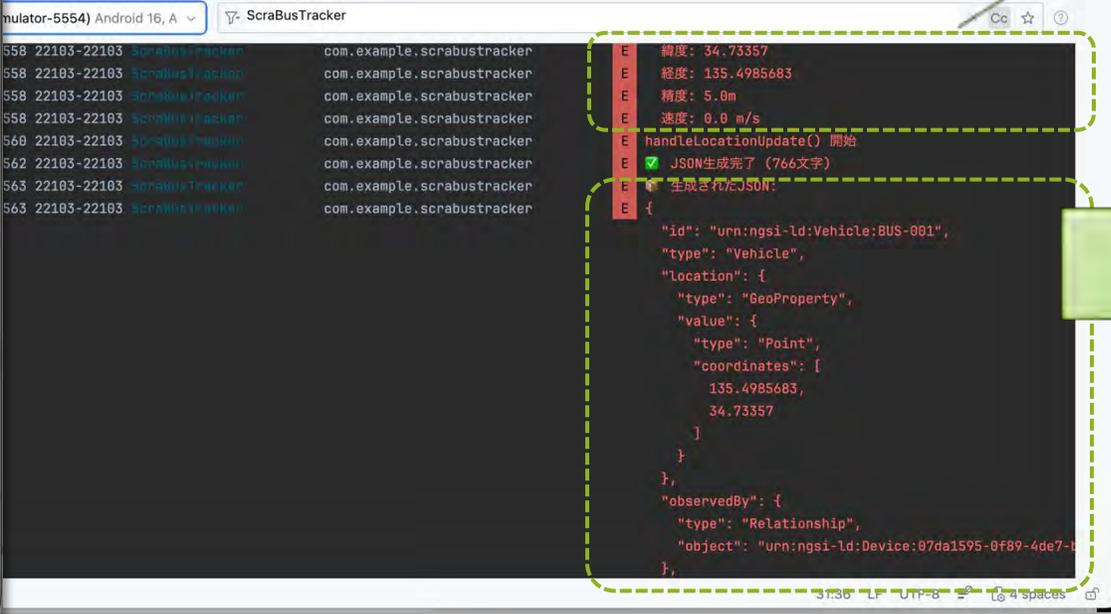
Keyrock/Wilma
での認証認可
の状態表示

計測開始ボタン

動作確認用
ステータスログ



スマホでの
測定値



DataModelで
定義した
JSON-LD

4-1-1 (3) 時系列データの永続化およびダッシュボードによる可視化



CrateDBに
投入された
時系列データ

The screenshot shows the CrateDB console interface. At the top, it displays 'Nodes: 1' and 'System load: 2.10/ 1.46/ 0.64'. The console area contains a SQL query: `SELECT * FROM etvehicle ORDER BY time_index DESC LIMIT 10;`. Below the query, a status message reads 'SELECT OK, 10 records returned (0.086 seconds)'. The results are shown in a table with the following columns: `entity_id`, `entity_type`, `time_index`, `fiware_servicepath`, and `_original_`. The table contains four rows of data for 'Vehicle' entities.

entity_id	entity_type	time_index	fiware_servicepath	_original_
urn:ngsi-Id:Vehicle:BUS-001	Vehicle	1770939829768 (2026-02-12T23:43:49.768Z)	/	NULL
urn:ngsi-Id:Vehicle:BUS-001	Vehicle	1770939811487 (2026-02-12T23:43:31.487Z)	/	NULL
urn:ngsi-Id:Vehicle:BUS-001	Vehicle	1770939796246 (2026-02-12T23:43:16.246Z)	/	NULL
urn:ngsi-Id:Vehicle:BUS-001	Vehicle	1770939782374 (2026-02-12T23:43:02.374Z)	/	NULL

The screenshot shows a Grafana dashboard for 'ScraBusTracker'. The top navigation bar includes 'Home', 'Dashboards', and 'ScraBusTracker'. The main area features a 'MapView' panel displaying a map of Japan with several green location markers. A callout box on the right side of the map contains the text 'ダッシュボードで位置情報をプロット' (Plot location information on the dashboard). Below the map is a 'New panel' section containing a time-series plot. The x-axis of the plot is labeled with dates from '01/01' to '01/31', and the y-axis ranges from 0 to 1. A single data series named 'speed' is plotted, showing a sharp increase starting around January 19th.

ダッシュボードで
位置情報をプロット

実証で確認された課題と、社会実装に向けた懸念事項



実証で得られた知見

- **Android HTTP通信の制約**
CLEARTEXT通信がブロックされる事象に対しusesCleartextTraffic設定で対応。
- **JSONエスケープ処理**
Android環境での@context URL送信時のバックスラッシュエスケープを文字列置換で解決。



今後の課題（1）

- **端末・OS依存の精度差**
チップ性能や省電力設定により、測位データにばらつきが発生。
- **通信環境による影響**
海上・山間部・ビル街等でのデータ欠損や送信遅延リスク。
- **セルまたぎ時のノイズ**
高速移動中の基地局切替に伴う「位置飛び」現象。



今後の課題（2）

- **バッテリー消費の負荷**
GPS常時稼働による激しい消耗。車両側での常時給電設備が必須。
- **熱への耐性**
夏季のダッシュボード設置等による熱暴走やハード寿命短縮の懸念。
- **バックグラウンド制限**
OSのアップデートに伴うバックグラウンド送信への厳格な制限。
- **認証情報の管理**
他アプリとの共存環境におけるID・Secret等の秘匿化の重要性。

FIWAREスタックに準拠しオープン性を確保

ブローカーを直接公開せずPEP Proxy を挟む構成
ポリシーベースのアクセス制御とゼロトラストを実現する

標準的な認証フロー

●OAuth2 Password Grant の活用

ユーザー名/パスワードによるトークン取得

●Bearer Token 方式の採用

X-Auth-Token ヘッダーによる継続的認証

●認証認可

認証： Keyrock: OAuth2.0 トークン発行

認可： Wilma(PEP Proxy): ポリシーベースの
アクセス制御 および ゼロトラストの実現

●サーバー構成

Keyrock 7.9.0(MariaDB 10.4) Wilma 7.9.0

Orion 3.8.0(MongoDB 4.4)

ゼロトラストなアクセス制御

●Wilma (PEP Proxy) による割り込み

Keyrock へのリアルタイム認可照会

●最小権限の原則 (Least Privilege)

特定ID・パスのみへのアクセス許可推奨

クライアント実装

●トークンの有効期限管理

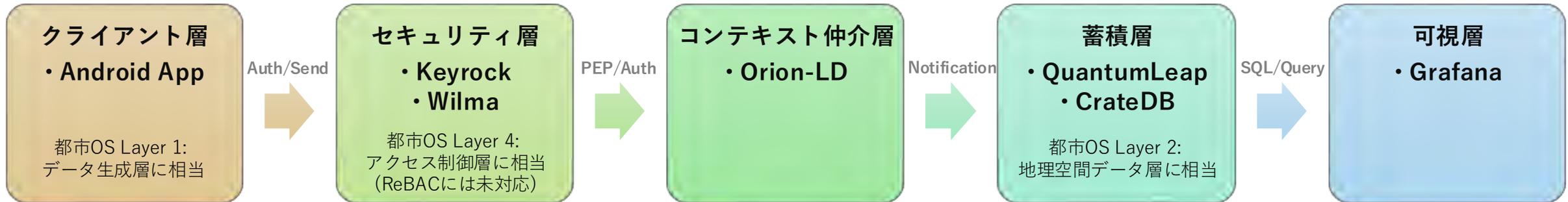
401エラー時の自動リフレッシュ実装

●セキュアな HTTPS 通信

OkHttp3 等の標準ライブラリ利用

※ Keyrock, Wilma を利用するためOAuth2.0 Password Grant 方式で構成。(APIキー方式ではない)

システム構成の整理



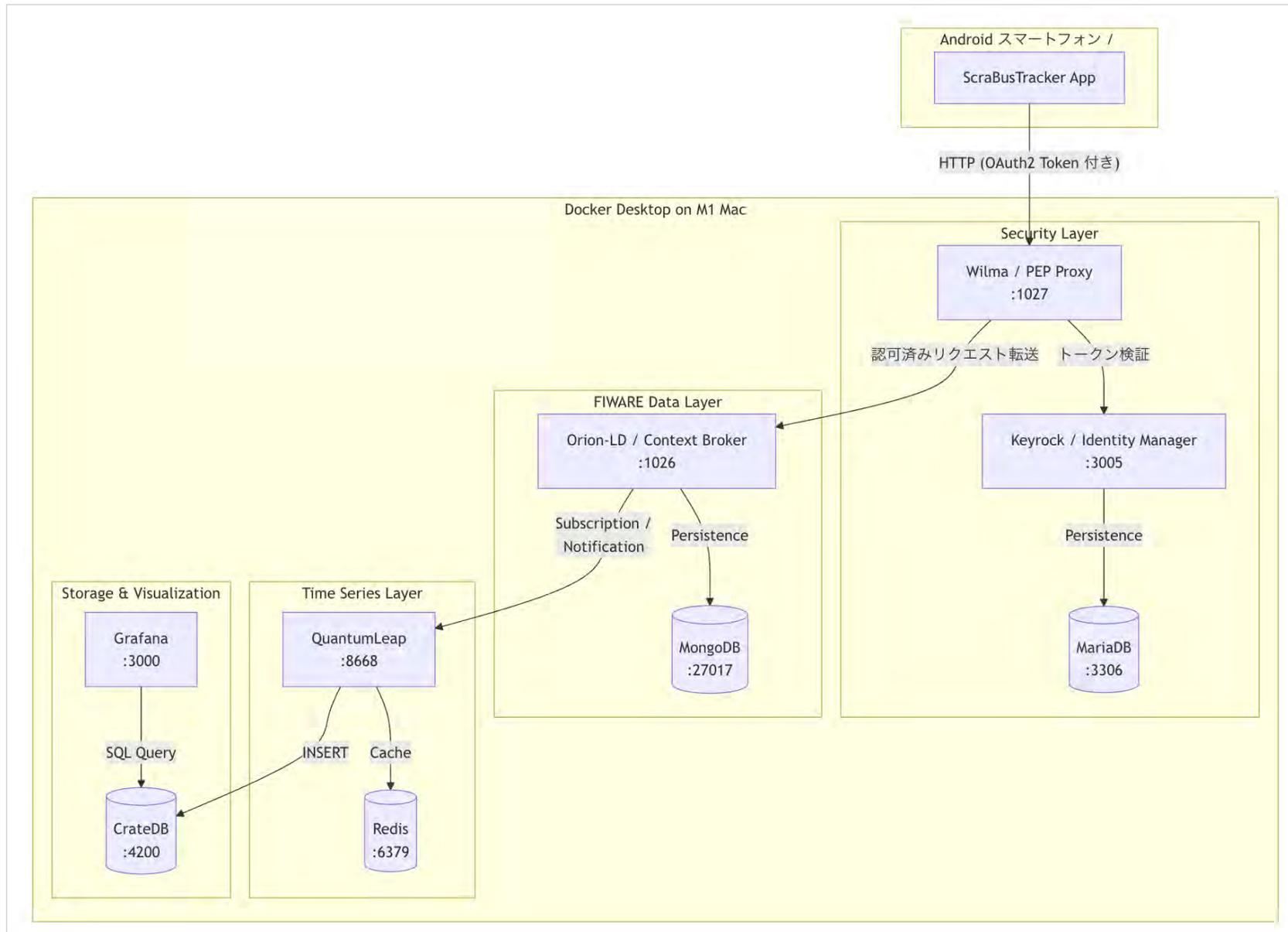
標準化されたデータフロー

- 1. 認証: Keyrockからアクセストークンを取得
- 2. 送信: Wilma経由でOrion-LDへデータをUpsert
- 3. 通知: Orion-LDがQuantumLeapへ変更を通知
- 4. 永続化: QuantumLeapがCrateDBへデータを格納
- 5. 可視化: GrafanaがCrateDBを参照し表示更新

技術的特徴・詳細

- セマンティック連携: @contextを活用したデータの意味定義
- 安定性: Upsert処理による連続送信エラーの回避
- M1 Macへの最適化: Rosetta 2(linux/amd64)によるコンテナ稼働

4-2-1 推奨アーキテクチャ構成



Vehicle主体 + Device 参照によるコンテキストの付与

Vehicle を主体、Device を参照とする分離型モデルにより
端末の流動性・GTFS互換性・データ品質を同時に確保

モデル設計方針

- **Smart Data Models 「Vehicle」 を採用**
ETSI 準拠 Transportation ドメインの標準エンティティ
- **Device モデルは不採用**
バス運転手が端末を持ち回るため
端末 = 車両 とすると誤ったデータが蓄積される
- **Vehicle主体・Device参照モデル**
関心の分離（Separation of Concerns）の原則に基づき
Vehicle をデータ主体、Device を参照とする
 - 端末が異なるバスに使われても Vehicle ID は不変
 - GTFS-Realtime との 1:1 マッピングが可能
 - 既存の交通データ基盤との相互運用性を確保

運用例

ScraBusTracker アプリで
計測する（乗車した）車両番号を設定



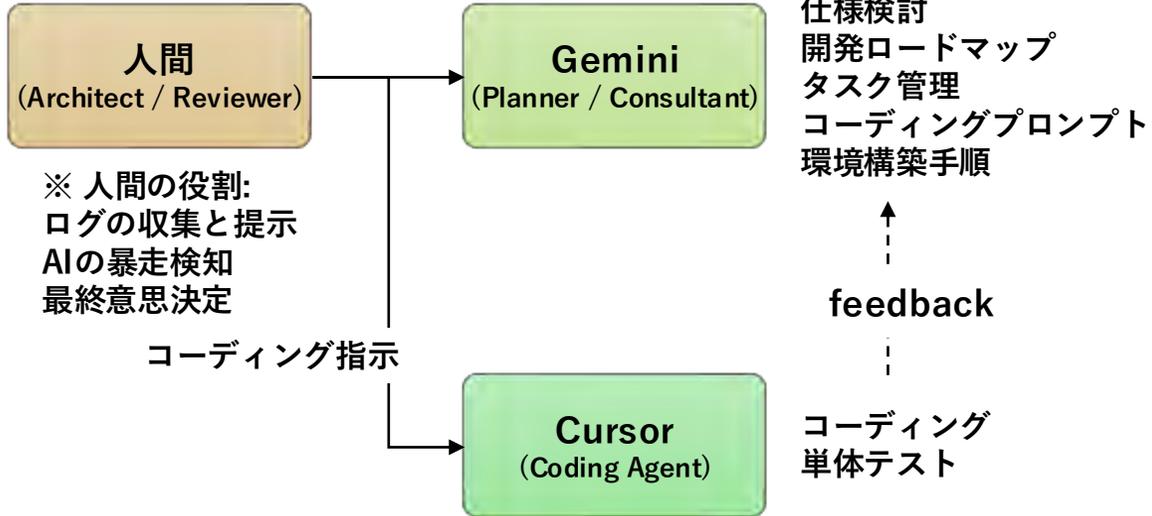
車両番号は固定

端末は流動的

データ単体で見た際の一貫性を保ちつつ、
参照元が明確なためデータ品質を確保可能に。

「コードを書く」技能はAIへ委譲可能だが 人間側にはAIをマネジメントするスキルが必要

実施したAIエージェント構成とワークフロー



エンジニア的知識が必要となる場面

●エラー、不具合を解決する場面

AIに提供するログや資料を選定したり、会話の論点を絞り込む必要がある。特に画面操作を伴う場合にAIに説明するための語彙などが必要とされる。

●AIが不具合解消に手こずっている場面

AIは不具合解消のターンが増すごとに、より詳細に掘り下げてしまう傾向があり近視眼的な対応を繰り返す場面が増えやすい。その際にAIに調査、切り分けの視点を切り替えさせる必要が出てくる。このような判断にはAIの特性の理解やITリテラシーが必要となる。

AIマネジメント的リテラシーが重要

ログ駆動開発の姿勢、プロンプトの運用能力、指示の整合性維持。

実証された可能性

AIへの適切な情報提供があれば、未経験領域でもシステム構築が可能。

※ 但し、インフラ領域では人間側の判断力が不可欠。

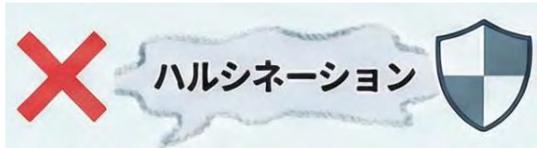
デジタルツインの時系列データの管理

時系列データの取扱いを定める意図

ハルシネーションの技術的な封じ込めとLLMが理解可能なコンテキストの提供

ハルシネーションの技術的封じ込め

最大の意図は、LLMがデータベースに対して誤った操作や解釈を行うリスクを排除する。



SQL生成のリスク回避

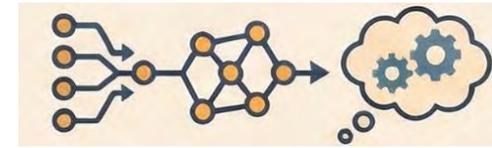
LLMに複雑なSQLクエリを自律的に生成させてデータベースを直接操作させる構成は、構造的なエラーやデータの捏造につながりやすく、「ハルシネーションリスクが高い」と判断されています。

ガードレールの設置

LLMには生のDBを触らせず、API (QuantumLeap) を介して、事前に定義された安全な形式 (固定スキーマ) でのみデータにアクセスさせる「ガードレール」としての役割をデータ基盤に持たせています。

LLMが理解可能なコンテキストの提供

NGSI-LDと時系列データを連携し、都市の状態を意味付けされた知識としてLLMに伝達する。



「数値」ではなく「構造化された意味」の提供

LLMが都市の状況を正しく人間に説明できるように、データを「単なる数字の羅列」から「意味のある情報」へ変換して渡すことを意図しています。

「事実」としての根拠の固定

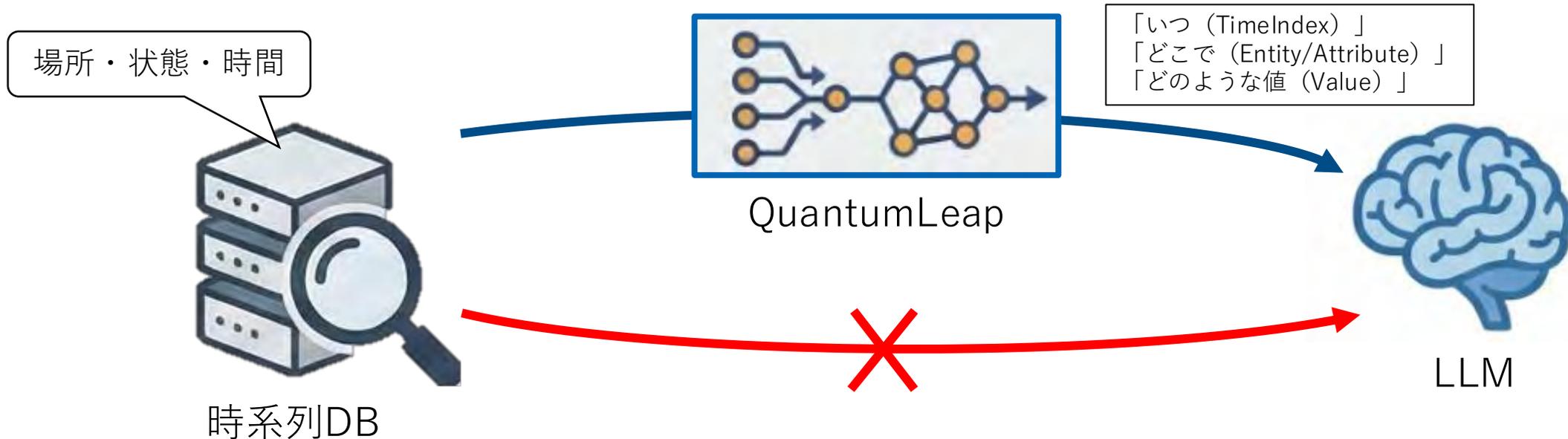
時系列データを都市OSの「外部脳」として機能させ、AIの回答を現実に固定させるためです。

- 「固定スキーマ」による事実の固定

QuantumLeapは、データを単なる数値の羅列としてではなく、NGSIに基づいた固定スキーマで取り扱う。

- データ参照の安全性と鮮度の担保

LLMが過去の履歴や推移を参照する際、QuantumLeapはその情報の「正しさ」と「鮮度」を保証する窓口となる。



CrateDB

Elasticsearchの柔軟な検索・拡張性とPostgreSQLの互換性を持った分散型データベース。

特徴

- **ハイブリッドな構造**
SQLの利便性と、NoSQL (Elasticsearchベース) のスケーラビリティを併せ持っている
- **スキーマレスに近い柔軟性**
リレーショナルデータ (表形式) だけでなく、ネストされたJSONオブジェクトもそのまま保存でき、その中身に対しても高速な検索や集計が可能
- **分散アーキテクチャ**
Elasticsearchの技術をベースにしているため、ノードを追加するだけで水平方向にスケールアップできる

TimescaleDB

純粋なPostgreSQLをベースに、時系列データに最適化したデータベース。

特徴

- **強力なデータ圧縮**
独自の圧縮アルゴリズムにより、ストレージ容量を最大90%以上削減できます。圧縮された状態でも高速なクエリが可能
- **継続的集計**
「1分ごとの平均」や「1時間ごとの合計」などをバックグラウンドで自動計算し、ビューとして保持します。ダッシュボードの表示が劇的に速くなる
- **PostgreSQLの全機能が使える**
PostGIS (地理情報)、JSONB (スキーマレス)、全文検索、外部キー制約、JOINなど、PostgreSQLのエコシステムがそのまま利用可能

5-4 LLM連携前提でのDB比較



評価軸	CrateDB		TimescaleDB		LLM連携時の選定指標
	評価 (◎○△×)	コメント	評価 (◎○△×)	コメント	
LLM連携の安全性 (ハルシネーション抑制)	◎	QuantumLeap APIとの親和性が最も高く、固定スキーマ(NGSI)経由で確実なデータ提供が可能。	○	QuantumLeap経由も可能だが、高度な分析を求めるとDB直結(SQL)になりやすく、LLMの捏造リスクが高まる。	API(QuantumLeap)を介したガードレール運用を重視するならCrateDB。
検索・集計性能	◎	地理空間クエリや、大量データに対する分散並列処理が高速。	○	単一ノードでの書き込みや、複雑なJOINを伴う分析に強い。	スマートシティ等の広域・大量デバイスの地理検索を伴うならCrateDB。
運用保守 (O&M)	△～○	スケーリングは容易だが、独自の運用知識(シャード管理等)が必要。エンジニア確保が課題。	◎	PostgreSQLの知見・ツールがそのまま流用可能。バックアップや保守の人材確保が容易。	既存のPostgres運用資産や、人的リソースの継続性を重視するならTimescaleDB。
ストレージ効率	○	標準的な圧縮。	◎	極めて高い圧縮率を誇り、ディスクコストを大幅に抑えられる。	データの長期保存コストを重視するならTimescaleDB。
将来の拡張性	◎	ノード追加による水平分散が容易で、都市規模の拡張に強い。	○	垂直スケールが基本。水平分散は可能だが構成が複雑化する。	将来的にデバイス数が指数関数的に増える計画ならCrateDB。

LLM連携を前提とした推奨構成

AIの安全性・ハルシネーション抑制を最優先する場合

【構成】 QuantumLeap + CrateDB 都市OSの標準構成として、最も推奨される組み合わせ

選定理由

- **QuantumLeapとの親和性**
デフォルト構成であり、最もサポートが手厚く、歴史も長いため、親和性が高い
- **地理空間クエリの強さ**
スマートシティで重要となる「位置情報」と「時間」を組み合わせた検索や、分散並列処理に優れている
- **拡張性**
ノードを追加するだけで性能を拡張できる水平分散型であり、都市規模のデバイス増加に柔軟に対応できる

TimescaleDBも今後のサポート次第

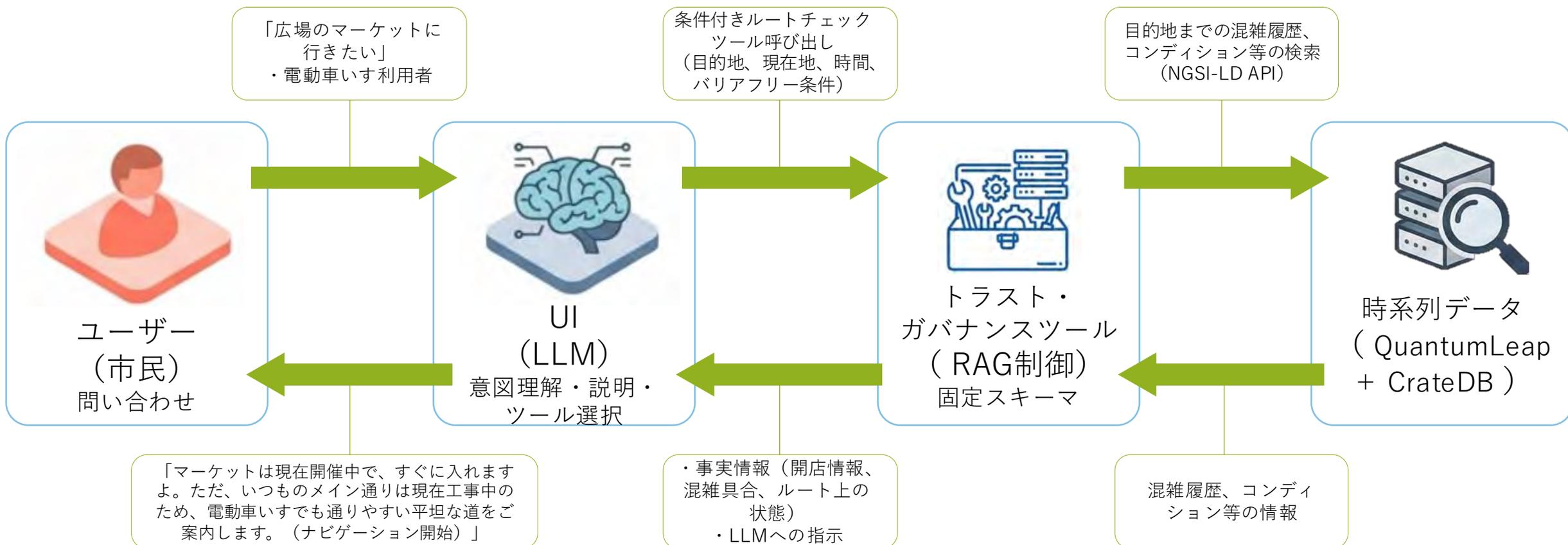
QuantumLeapのサポートが今後さらに成熟していけば、複雑な集計・分析能力や、既存資産との親和性を含む運用保守性の観点から、TimescaleDBの選択を優先するユースケースが出てくる。特に、高度なデータ分析での利用や、高いデータ圧縮率による大規模データの運用費用軽減などが理由に挙げられる。

5-6 時系列データ利用イメージ



QuantumLeap + CrateDB構成において、電動車いす利用者が「広場のマーケットに行きたい」と発話した際のデータの流れのイメージ。

時系列データとして現在地から目的地までのエリアにおける混雑、電動車いすのテレメトリ情報、エレベーターの稼働、工事などの履歴情報が保持され、それをLLMに事実として伝える役割をしている。





有識者の声

今回アドバイスをお願いした有識者構成員

氏名	所属
中村 文彦	東京大学 大学院新領域創成科学研究科
南雲 岳彦	一般社団法人スマートシティ・インスティテュート
米澤 拓郎	名古屋大学大学院工学研究科情報・通信工学専攻

今回の改訂に向けた有識者の声としては、多くの未来志向の声をいただいた。技術的な方向性としては国際標準や社会的指向に即した内容である一方で、今後これに経済合理性を踏まえた更なる発展を加えていく必要があるという側面である。

つまり、現段階では第一段階として「スマートガバメント」的な色合いが強く*¹、公共からの道標となっているという指摘だ。今後の更なるイノベーションを促進させるためにも、民間側主導での経済活動を中心とした活動の活性化は必要で、そのためにはスーパーシティ構想時にあったような規制緩和をセットにした展開も考慮する必要があると考えられる。

一方で、まちづくりの観点ではまだまだ本来必要なデータは不足しており*²、地理空間データ連携基盤により可視化され、ヴァイブコーディングにより簡略化されたデータ取得が一般化され、尚且つ、AIが認識齟齬を起こさない形で格納されることにより、例えば歩行者天国時間を設定するといった経済活性化の施策を展開するためのシミュレーションに必要なデータを低コストで得ることも可能となってくる。また、そのデータ活用の際しても、LLMを介した分析基盤を用いることで、一担当者で理解・判断できる範囲も大きく広がる。

更には、こうしたミクロなデータが揃ってくることで、「地域バイアス」を理解し*³、その土地に即した方向性の検討も促進可能となってくる。RAGで対応するのか、ローカルソブリンAIを構築していくのかという議論はこれからはなるが、先ずはその先鞭としてしっかりと地域のデータを理解可能な形で揃えていくことが重要となる。

—
*¹：南雲氏談 *²：中村氏談 *³：米澤氏談