

11. 地理空間データ連携基盤（デジタルツイン機能）

11.1. はじめに

スマートシティの推進には、地理空間情報の効果的な活用が不可欠である。しかし、従来は分野ごとにデータが分断され、連携不足から「ユースケース創出困難」「高コスト」「成功例不足」といった課題が生じていた。この状況を打開し、分野横断的な課題解決を推進するため、スマートシティリファレンスアーキテクチャ（SCRA）では「地理空間データ連携基盤」（以下、本基盤）を都市 OS の中核機能として定義する。特に、従来の縦割り行政では見過ごされがちだった「はざま」の課題や、支援が行き届きにくかった人々への対応をデータに基づいて進めることが重視されている。

地理空間データ連携基盤は、産官学民の様々な地理空間データを集約し、共通のデジタルマップ上で「統合」「可視化」「再利用」する仕組みである。これにより、複雑な課題（特に「はざま」の課題）を客観的に捉え、市民を含む多様な関係者間での共通理解と EBPM（証拠に基づく政策立案）に基づいた合意形成を促す。さらに、標準化された API や空間 ID 互換性を通じてシステム間のデータ交換を円滑にし、地図やデータを再利用しやすい形で提供することで、KPI 管理の自動化や多様な主体による迅速かつ低コストなアプリケーション開発を可能にする。これは、合意に基づいた具体的な課題解決へと繋がり、スマートシティ実現のための不可欠な土台となる。

本章は、この基盤の具体的な構造や役割を解説します。データ連携を成功させる鍵は、提供者と利用者の間でできるだけ簡潔なアーキテクチャ（構造、用語、形式等）を共有することであり、本書がその理解を深め、各地域での本基盤導入・活用を支援することを目指す。

11.2. アーキテクチャ

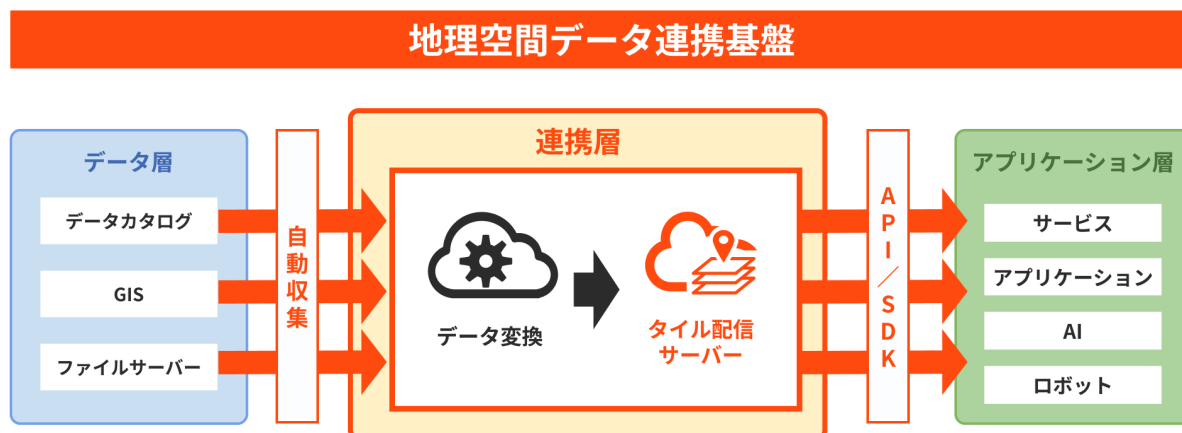
11.2.1. 意義

地理空間データ連携基盤を採用する主な利点は次のとおりである。

- **分野横断的なデータの連携：**都市計画、災害管理、交通、インフラなど、多様なセクターにわたる、これまでサイロ化されていた地理空間情報を統合し、連携。
- **課題特定能力の強化：**包括的なデータ可視化を通じて、多様な官民の関係者間での課題発見、共有、合意形成を促進。
- **アプリ開発コストの削減：**標準化されたデータ形式(地図タイルや API)により、開発コストを削減、横展開を容易化。
- **ベンダーロックインの回避：**オープンでベンダーに依存しない仕様で運用の柔軟性と持続可能性を確保。
- **高度なデータ利活用：**機械判読可能な API を通じて、AI を含む多様なシステムとの相互運用性を確保。

11.2.2. 全体構成

地理空間データ連携基盤は、3 層のアーキテクチャを採用している。



- **データ層:** CKAN などのデータカタログ、GitHub、ファイルシステムなど、連携のための元データを提供する層。複数のシステムを併用できる。
- **連携層:** データ層からデータを収集し、標準化された形式（地図タイル、API）に変換して配信する。
- **アプリケーション層:** 連携層からのデータを活用して開発されたアプリケーション（例：防災アプリ、イベント案内、施設管理など）で構成される。特定のスマートシティサービスはこの層で実現される。住民向けの「公開型 GIS」はこの層の代表的なアプリケーション例である。

この構造により、データ層の更新は連携層を経てアプリ層に自動反映され、データ提供者、データ利用者は自身の仕事に集中できる。

11.2.3. データ層

基盤が利用する元データの供給源となるシステム群である。

11.2.3.1. 必要な機能

地理空間情報を格納し、連携層へ提供する機能、およびデータの鮮度と精度を維持するための管理機能が求められる。

11.2.3.2. 利用可能なシステム

オープンデータカタログ（例：CKAN）、ファイルストレージ、GitHub などが含まれる。連携層はこれらのソースから必要なデータを取得する。

11.2.4. 連携層

データ層のデータをアプリケーション層に適した形式に処理し、配信する中核層である。

11.2.4.1. 収集

データ層の様々なシステムから必要な地理空間データを自動的に取得する。各ソースに適したダウンロードや API 利用などの方法を用いる。

11.2.4.2. 変換

収集したデータを、地図 API や空間 ID と互換性のある標準化された地図タイル形式に変換する。

11.2.4.2.1. フォーマット

推奨される出力形式：

- **ベクトルタイル**：点、線、ポリゴンなどの地物をオブジェクトデータとして配信する。機械判読性が高く効率的で、広範な再利用に適している（Mapbox Vector Tile 仕様推奨）。
- **データ PNG**：標高や気象情報など、グラデーションを持つデータの配信に適する（産総研仕様推奨）。
- **GeoJSON**：地図タイルではないが、レコード数が少ないオープンデータ（例：施設の位置情報）に適した広く採用されている形式である。大規模データセットにはベクトルタイルが推奨される。

Mapbox Vector Tile Specification <https://github.com/mapbox/vector-tile-spec>

Data PNG (AIST) <https://gsj-seamless.jp/labs/datapng/>

GeoJSON <https://geojson.org/>

11.2.4.3. 配信

変換された地図タイルとデータを、アプリケーション層へ配信する。

11.2.4.3.1. 地図 API

地図タイルを配信するためのサーバー機能（地図 API）を提供する。地図タイルは静的ファイルであるため、シンプルなウェブサーバー（静的ファイルホスティング）による実装が推奨される。低コストかつ容易に、可能性の高い配信ができる。

11.2.4.3.2. SDK（ソフトウェア開発キット）

地図 API の利用、地図表示、空間 ID による情報取得などのアプリケーション開発タスクを簡素化するためのコンポーネント化されたプログラム群（SDK）を提供する。SDK を利用することで、開発者は複雑なレンダリングやデータ通信プロセスを実装することなく、アプリケーションの実装に集中できる。

利用可能なオープンソースライブラリの例：

名称	URL	ライセンス	用途
MapLibre GL JS	https://maplibre.org/maplibre-gl-js/docs/	MIT	地図としてベクトルタイルを表示するための JavaScript ライブラリ
deck.gl	https://deck.gl/	MIT	3D 可視化のための JavaScript ライブラリ
Ouranos Ecosystem	https://github.com/ouranos-gex/ouranos-gex-lib-for-JavaScript	MIT	経済産業省が公開した空間 ID のための共通ライブラリ

11.2.4.3.3. ドキュメンテーション

API/SDK を利用する方法をまとめたドキュメンテーション（サンプルコード、ガイドライン等）を公開し、開発しやすい環境を整備する。

11.2.4.3.4. ログ

利用状況の監視、セキュリティ、サーバー負荷、およびプロモーション分析のためにアクセスログを管理する。将来の監査と分析をサポートするために、標準的なウェブサーバー形式で必要な情報（タイムスタンプ、IP アドレス、リクエスト詳細、レスポンスコード）を記録する。

11.2.5. アプリケーション層

本基盤の価値を具体化し、市民、職員、企業などにスマートシティサービスを提供する。公開型 GIS サイト、地図フォームを利用した市民協働ツール、MaaS システム、観光サイト、防災システム、本基盤の API を活用した民間サービスなどが含まれる。

地図 API と SDK を活用することで、開発者は地図データの準備、サーバの構築、地図表示の複雑さを深く知ることなく、アプリケーションを効率的に構築できる。アプリケーションエコシステムの形成が促進され、その結果、自治体、民間企業、学術機関、市民開発者などの多様なプレイヤーによる開発が期待される。

11.3. 連携技術：空間 ID と FIWARE

11.3.1. 空間 ID と地理空間データ連携基盤

空間 ID は、現実空間の特定の場所や位置や範囲を一意に示すための識別子(ID) 体系である。空間 ID は、地図タイルの番号に使われるズームレベル(Z)、水平方向のタイル座標(X,Y)に階層や高さを表すフロア (F)を組み合わせた ZFX Y の形で表現される。異なる組織の異なるシステム同士が特定の位置や範囲を共通のルールで示すことでデータ連携を促進できる。

詳細は、4 次元時空間情報利活用のための空間 ID ガイドライン 社会・産業のデジタル変革 | IPA 独立行政法人情報処理推進機構 <https://www.ipa.go.jp/digital/architecture/guidelines/4dspatio-temporal-guideline.html> で確認。

地理空間データ連携基盤と空間 ID は、相互に補完し合う関係にあり、地理空間データ連携基盤から配信される地図タイルは、空間 ID を指定して呼び出し、レスポンスとしてそのまま利用できる。空間 ID を利用するシステムにとっては、地理空間データ連携基盤は既存の地理空間データにアクセスするための仕組みである。

11.3.2. FIWARE と地理空間データ連携基盤

FIWARE、特にその Orion/Orion-LD Context Brokers は、動的なコンテキスト情報（例：センサーデータ、イベント等）の管理に長けたオープンソースプラットフォームである。

FIWARE 詳細：FIWARE Foundation ウェブサイト (<https://www.fiware.org/>)、NGSI-LD (https://fiware-datamodels.readthedocs.io/en/stable/ngsi-ld_howto/)

主に静的・準静的な地理空間情報を扱う本基盤とは補完関係にある。

11.3.2.1. 地理空間データ連携基盤アプリの高度化

本基盤の API/SDK により、地図ベースのアプリ（観光案内、ハザードマップ等）を手頃な価格で迅速に開発できる。作成したアプリから FIWARE API でリアルタイムデータ（駐車場空き状況、避難所状況等）を取得して表示したり、判断材料としたりすることで、より状況に応じたサービスを提供できる。これにより、FIWARE のみでの開発に比べコストと時間を削減できる。

11.3.2.2. 空間 ID による動的・静的データの紐づけ

FIWARE が管理する動的データ（センサー等）は設置場所の緯度経度情報を持ち、本基盤はこれらを空間 ID で連携できる。アプリケーションは同じ空間 ID をキーに、静的情報（本基盤から）とリアルタイムデータ（FIWARE

から) を同じように取得し、『この建物の温度は?』『この交差点の交通量は?』といった問いに答えることができる。

このほか、コスト削減効果も見込める。FIWARE を導入している自治体等の中には、データモデル追加や運用に高額なコストがかかるといった課題が見られるが、静的・準静的な地理空間情報は地理空間データ連携基盤が低コストに処理するため、FIWARE は本来得意とするリアルタイムデータだけを扱うことになり、コスト削減に繋がる。

11.4. 連携データ

データの連携元には、自治体システム、政府機関（例：国土地理院、国土交通省など）、民間企業（内部データ、オープンデータ、地図タイルサービスなど）が含まれる。取得方法に応じた柔軟な連携戦略が重要である。

元データを提供するデータソースの例：

- 国土交通省の国土数値情報
- 自治体システム（例：CKAN、内部 GIS/台帳データ）
- 民間セクターデータ（例：人流、気象、交通、ベースマップ）

アプリケーション層から直接読み込めるデータソース（地図タイル配信）の例：

- 国土地理院地図タイル <https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>
- ハザードマップポータルサイトのタイル
<https://disaportal.gsi.go.jp/hazardmapportal/hazardmap/copyright/opendata.html#kasaneru>
- 国土交通省の不動産情報ライブラリ API <https://www.reinfolib.mlit.go.jp/help/apiManual/>

11.5. オープンソース

この基盤のような公共性・社会性が高いデジタル基盤を構築・運用する上で、オープンソースソフトウェア（OSS）の活用は極めて重要な戦略的選択肢である。

11.5.1. ベンダーロックインの回避と技術選択の自由度

特定のベンダーやプロプライエタリソフトウェアに依存しないオープンソース技術の採用は、「ベンダーロックイン」のリスクを低減し、将来的な技術選択の柔軟性が高まり、柔軟で持続可能な運用ができます。透明性やコミュニティサポートは信頼性向上にも寄与する。

11.5.2. 地理空間データ連携基盤を構成するオープンソース技術

基盤を構成する要素の多くは、オープンソースの組み合わせで実現できる。

- データカタログ：CKAN など
- タイル変換・生成：Tippecanoe
- 配信サーバー：Nginx、Apache 等の汎用ウェブサーバー
- 地図ライブラリ（SDK）：MapLibre GL JS、deck.gl、Ouranos Ecosystem の空間 ID ライブラリなど

11.5.3. 開発資産のオープンソース化による横展開と持続可能性

自治体などが開発した資産（ツール、アプリ等）のオープンソース化は、ソフトウェアの他地域への横展開を容易にし、持続的な保守を低コストで実現する。成功したソリューションを地域間で再利用・改善することで、日本全体のスマートシティ推進が加速し、コミュニティによる品質向上や機能拡張、コスト分散も期待でき、システムの持続可能性に大きく貢献する。

11.6. 事例

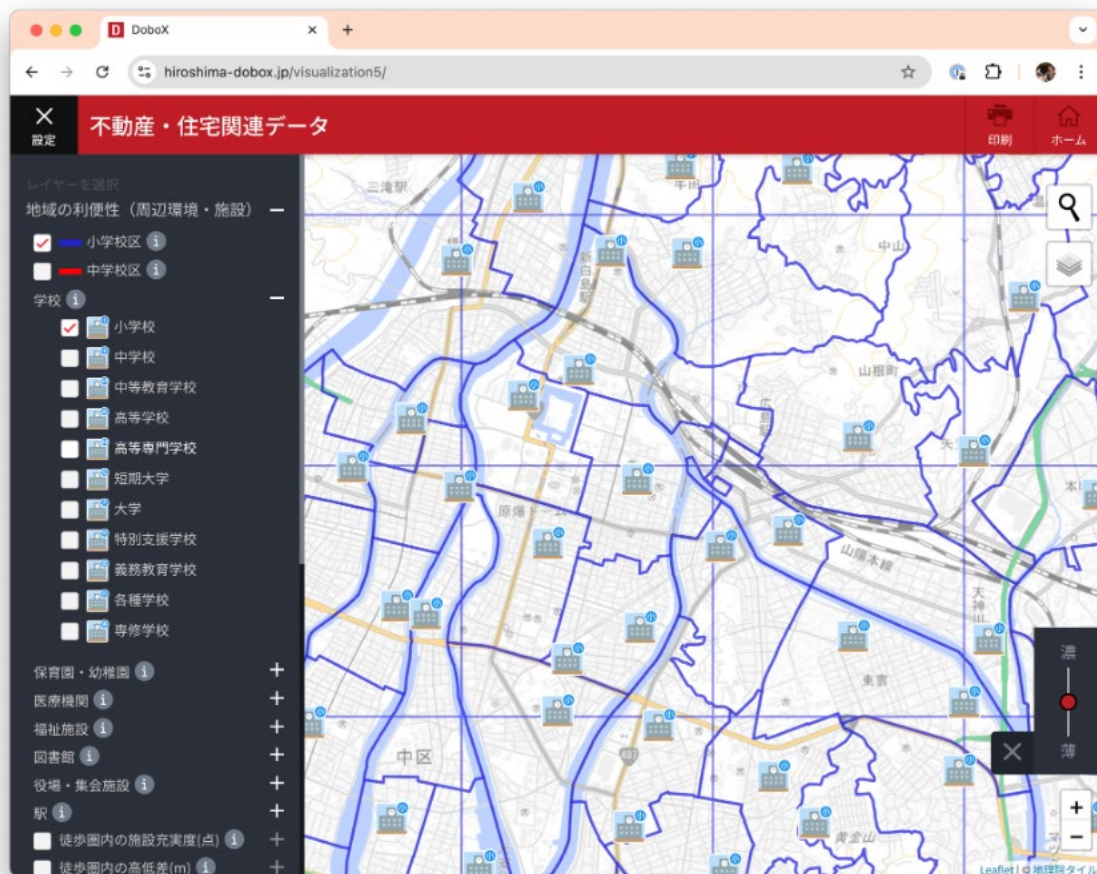
11.6.1. たかまつマイセーフティマップ

高松市が提供する、地理空間データ連携基盤を活用した住民向けの防災情報サービス。ハザードマップ情報をもとにした洪水や土砂災害などのリスク情報、国土地理院の標高、オープンデータをつかった近隣の避難所などの災害対応の施設情報を、地図上をタップすることで表示することができる。

- たかまつマイセーフティマップ <https://safetymap.takamatsu-fact.com/>



不動産業者や地域住民にとって有用なサービスとなっている。



広島県 Dobox <https://hiroshima-dobox.jp/visualization5/>