

「産業DXのためのデジタルインフラ整備事業」 成果報告会

産業DXのためのデジタルインフラ整備事業
3次元空間情報基盤に関する研究開発

／効率的なボクセル化を通じた空間情報管理手法及びドローン等
自律型移動モビリティにおけるボクセルの利活用に係る研究開発

2025年4月23日

株式会社トラジェクトリー

本テーマの背景・目的

空間IDによる4次元時空間情報の利活用に係る取組の背景及び目的

人とロボットやシステムが共生するSociety5.0の実現に向けては、仮想空間（サイバー空間）と現実世界（フィジカル空間）を高度に融合させる必要がある。

しかし、空間情報は異なる仕様・規格で様々な主体によって特定の目的に特化して整備・管理され、一元的な探索や集約・重畳が困難であり、空間を3次元で一意に定義する共通規格が存在していないために、データ連携のコストが発生する。

そこで、異なる基準に基づいた空間情報であっても空間を一意に識別可能な共通の識別子を用いて位置を特定するとともに、相互変換に用いる3次元の共通的な規格として、空間IDを導入し、様々な空間情報を時間情報も含めて効率的に処理するための技術開発・標準化を行う必要がある。

空間IDとは

- 地球上の特定の空間領域を一意に識別するための識別子が空間IDである
- 空間領域の単位は、3次元空間を直方格子状に分割した直方体（空間ボクセル）である
- 地球規模から数十センチメートル規模に至るまでの様々なサイズの空間ボクセルを定義できる

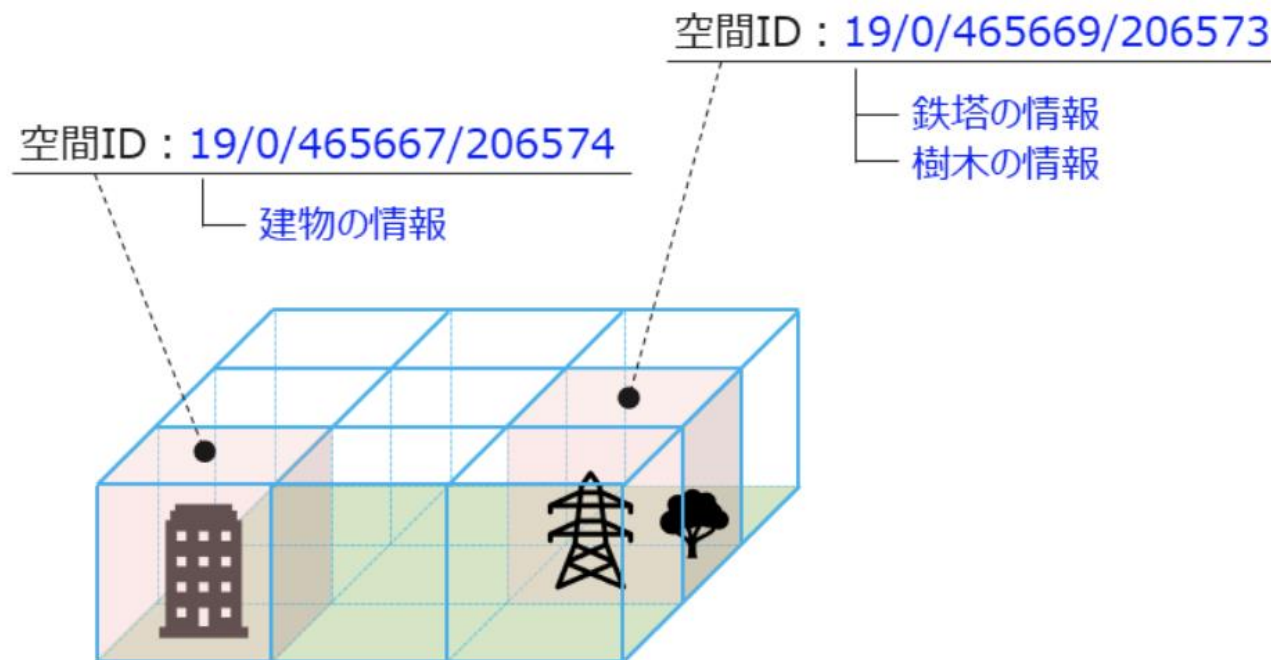


図 2-1 空間 ID のイメージ

出典 4 次元時空間情報利活用のための空間 ID ガイドライン

<https://www.ipa.go.jp/digital/architecture/Individual-link/nl10bi000000377d-att/4dspatio-temporal-id-guideline-v1beta.pdf>

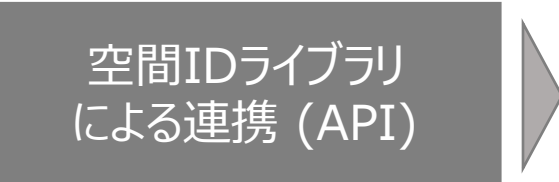
本テーマの概要

事業概要

参考： https://www.nedo.go.jp/koubo/IT3_100247.html

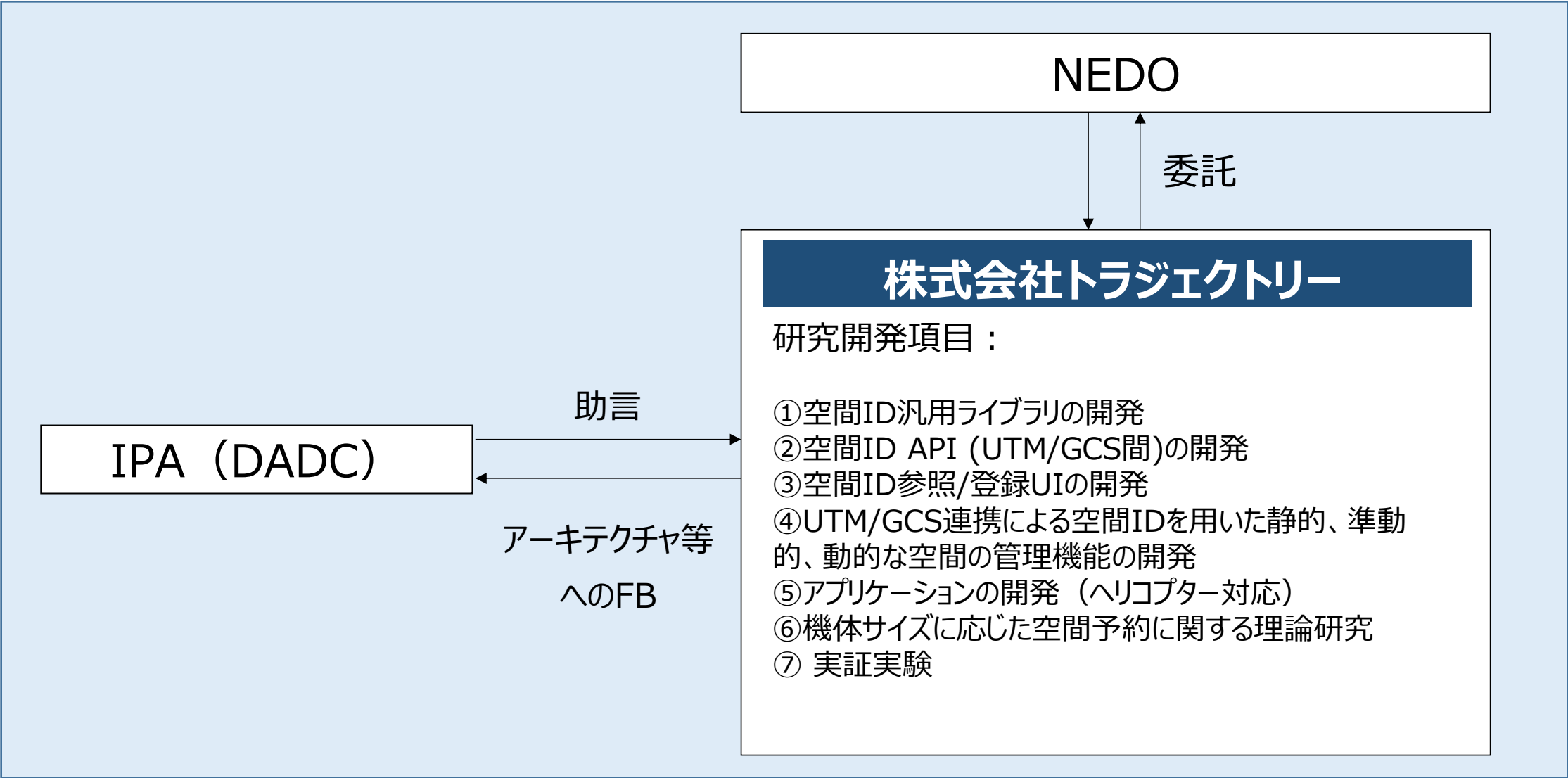
- 3次元情報基盤を用いた空間管理
民間事業者・自治体が、組織・業種横断的に空間のリソースを安全かつ効率的に、安価かつ容易に利活用できる3次元情報基盤を開発する。
ドローン、ヘリコプター、3次元都市モデル、地形データ、施設データ等、地理空間情報等を3次元空間IDに紐付けて連携し、多数のステークホルダーが協調可能な空間管理手法の確立を行う。
- 3次元空間IDライブラリのオープン化
空間IDによる空間管理を普及させることを目的に、3次元空間IDのライブラリをオープン化する仕組みを構築する。

事業内容



実施項目	研究開発の内容
① 空間ID汎用ライブラリの開発	3次元空間IDライブラリの開発とオープン化を実施
② 空間IDを用いた静的、準動的、動的な空間の管理機能の開発	構造物（Plaeau 3D都市モデル・送電鉄塔）、ユーザが作成したドローンの飛行ルート、電波状況、グラウンドリスクを空間ID形式で取り込む研究開発を実施
③ 空間ID API (UTM/GCS間)の開発	構造物やグラウンドリスクを避けるドローンの飛行ルートを生成する機能開発を実施
④ アプリケーションの開発	ヘリコプターや人や車両の動的な位置情報を空間ID形式で取り込みドローンとヘリコプターや人や車両の接近の検出、ドローンの飛行を中断する機能の研究開発を実施
⑤ 空間ID参照/登録UIの開発	自治体職員によるイベント情報や工事情報を空間ID形式で取り込む研究開発を実施
⑥ 機体サイズに応じた空間予約に関する理論研究	異なるサイズのボクセルを組み合わせた空間管理の手法について研究し、それを活かす機能の研究開発を実施
⑦ 実証実験	上記の研究開発の内容を実証実験で検証

実施体制

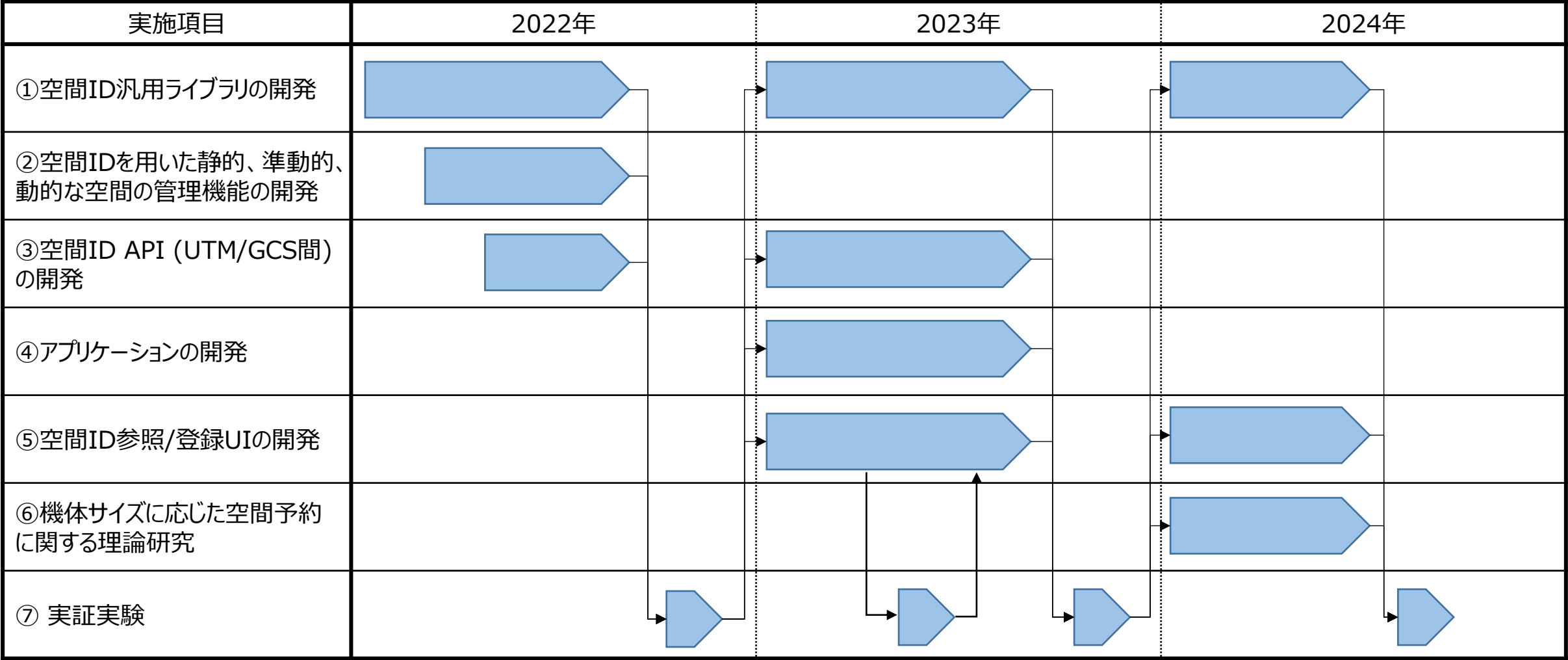


実施項目ごとの目標達成状況と根拠

実施項目	概要	目標	根拠	達成状況
①空間ID汎用ライブラリの開発	空間ID汎用ライブラリの開発、及びオープン化環境を構築	空間ID汎用ライブラリのオープン化	一般の開発者が空間IDを用いたアプリケーションの開発を可能とするため	◎ 達成
②空間IDを用いた静的、準動的、動的な空間の管理機能の開発	複数種類の静的・動的な情報を空間IDの形式で管理する基礎的な機能の開発	複数種類の静的・動的な情報の空間ID形式化とDB化	幅広い組織で管理される情報の空間ID化を可能とするため	◎ 達成
③空間ID API (UTM/GCS間)の開発	空間IDを用いたAPIの開発、検証	APIを用いた連携を可能とする	幅広いアプリケーションで空間IDによる連携を可能とするため	◎ 達成
④アプリケーションの開発	ヘリコプターの情報を空間IDの形式で登録可能とする研究開発	ヘリコプターとの連携を可能とする	ドローンと飛行高度が近いヘリコプターとの空域の調整といった連携を可能とするため	◎ 達成
⑤空間ID参照/登録UIの開発	構造物情報などを入力するための空間IDビューアプリケーションを開発	一般のユーザが使用可能なアプリケーションを開発	一般のユーザが、構造物や土地の利用状況などの情報を参照・編集可能とするため	◎ 達成
⑥機体サイズに応じた空間予約に関する理論研究	機体サイズに応じた、適切なセパレーションの設定に関する研究開発	異なるサイズのボクセルの取り扱いを可能とする	適切なセパレーション設定により、ドローンの安全を担保するため	◎ 達成
⑦ 実証実験	空間ID汎用ライブラリやUIを用いた、段階的な実証実験を行う	複数回の実証実験を行い研究開発結果を検証する	実証実験の成果を研究開発に反映させるため	◎ 達成

研究開発スケジュール

研究開発と実証のサイクルを繰り返し、実証で得た課題や知見を研究開発へフィードバックするスケジュールとした



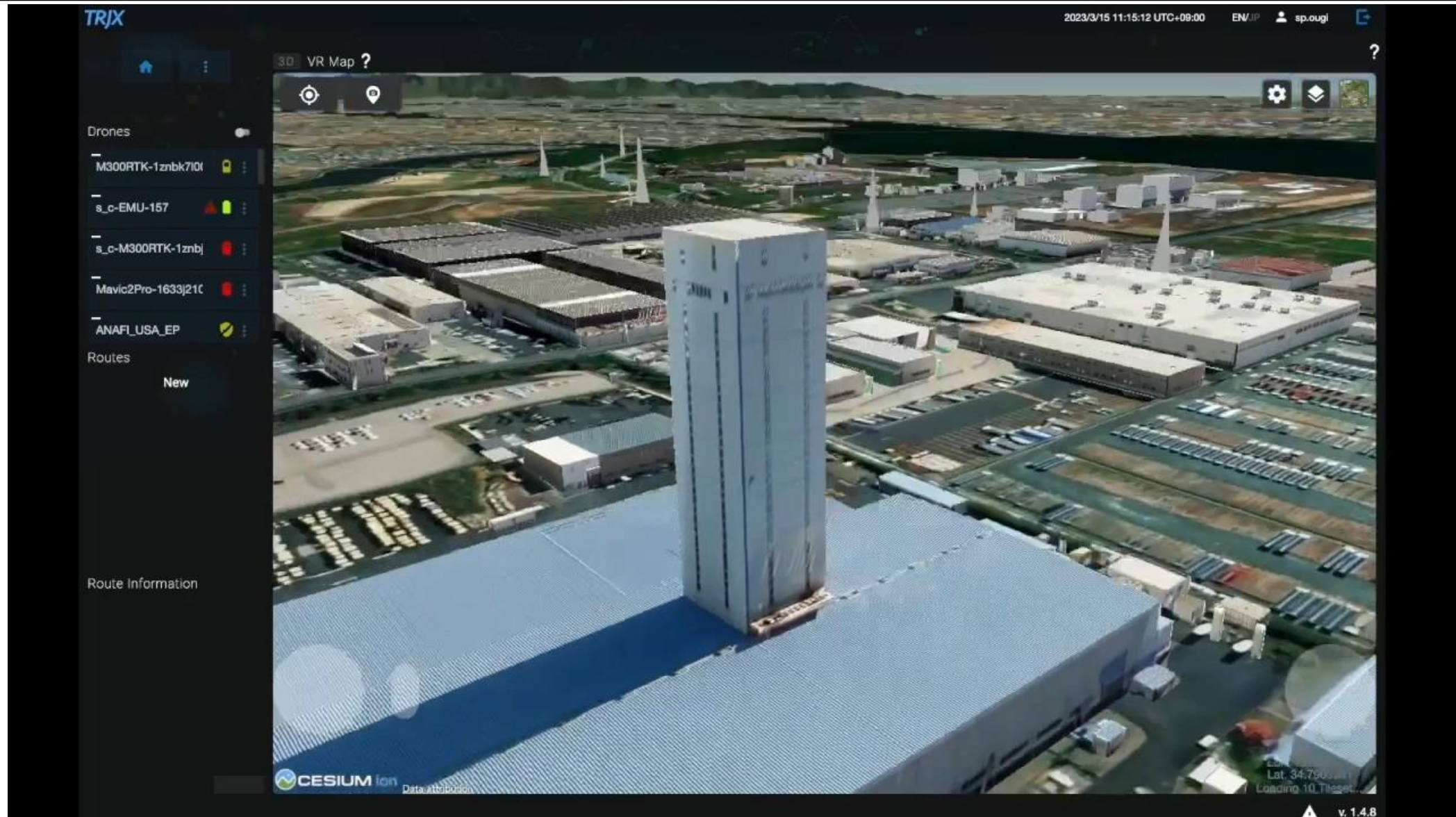
実施項目①空間ID汎用ライブラリの開発の成果と意義

3次元空間IDライブラリの開発とオープン化を行った

#	ライブラリ名	内容	ギットハブ公開URL
1	空間IDライブラリ	-	https://github.com/trajectoryjp/spatial_id_go
	オプション定数管理用パッケージ	座標取得等の関数	https://github.com/trajectoryjp/spatial_id_go/tree/main/common/consts
	エラー管理パッケージ	エラーコード等の定義情報の関数	https://github.com/trajectoryjp/spatial_id_go/tree/main/common/errors
	空間IDパッケージ	空間IDの精度を変換する関数	https://github.com/trajectoryjp/spatial_id_go/tree/main/integrate
	オブジェクト管理パッケージ	ライブラリ内で共通的に利用するオブジェクトの、高さ、緯度経度等を設定取得する関数	https://github.com/trajectoryjp/spatial_id_go/tree/main/common/object
	空間ID操作パッケージ	空間IDの座標取得、指定範囲の円柱や線分の取得等を行う関数	https://github.com/trajectoryjp/spatial_id_go/tree/main/transform
2	空間ID拡張ライブラリ	指定範囲の円柱等を取得。C言語ライブラリを含む。	https://github.com/trajectoryjp/spatial_id_plus_go
3	距離計算ライブラリ	標準パッケージで利用している面や点の距離計算ライブラリ。	https://github.com/trajectoryjp/closest_go
4	検索ライブラリ	空間ID重複計算の利用する多次元バイナリーツリーライブラリ。	https://github.com/trajectoryjp/multidimensional-radix-tree
5	空間IDビューアクライアント	空間IDを可視化表示するクライアントアプリケーション。	https://github.com/trajectoryjp/spatial_id_viewer

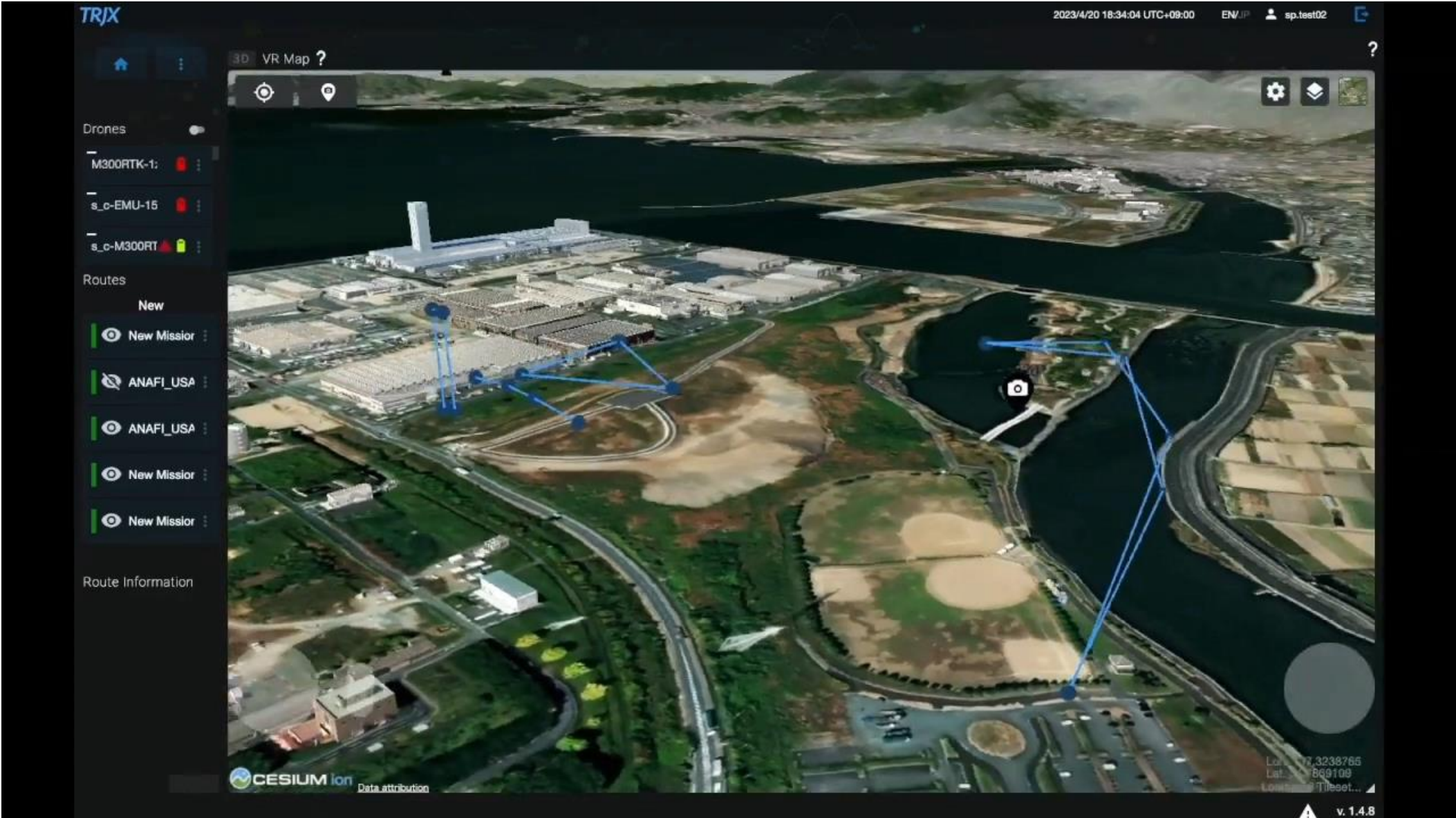
実施項目②空間IDを用いた静的、準動的、動的な空間の管理機能の開発の成果と意義

【②-1】構造物（Plaeau 3D都市モデル・送電鉄塔）について空間ID形式で取り込みを行った



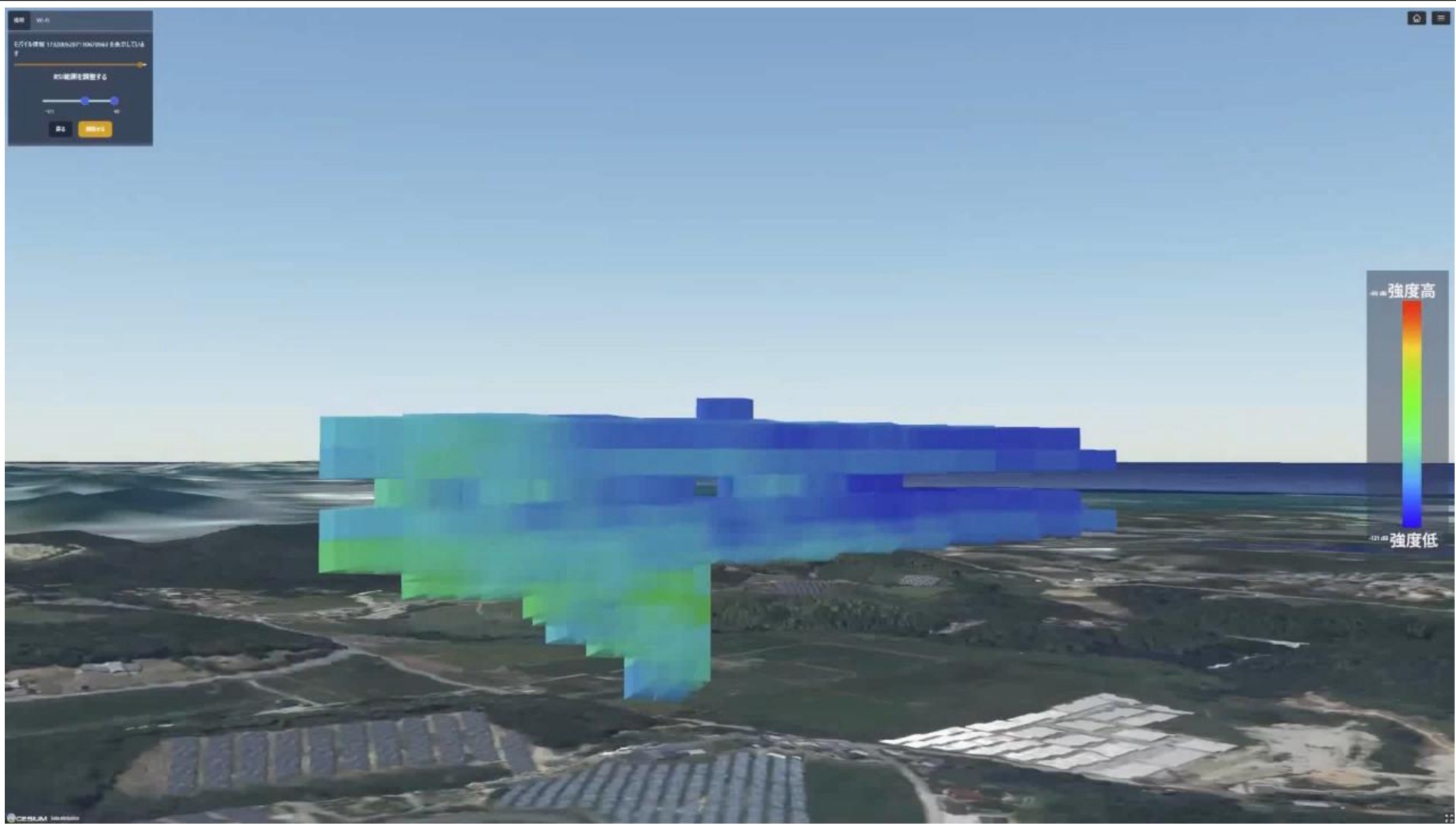
実施項目②空間IDを用いた静的、準動的、動的な空間の管理機能の開発の成果と意義

【②-2】ユーザが作成したドローンの飛行ルートについて空間ID形式で取り込みを行った



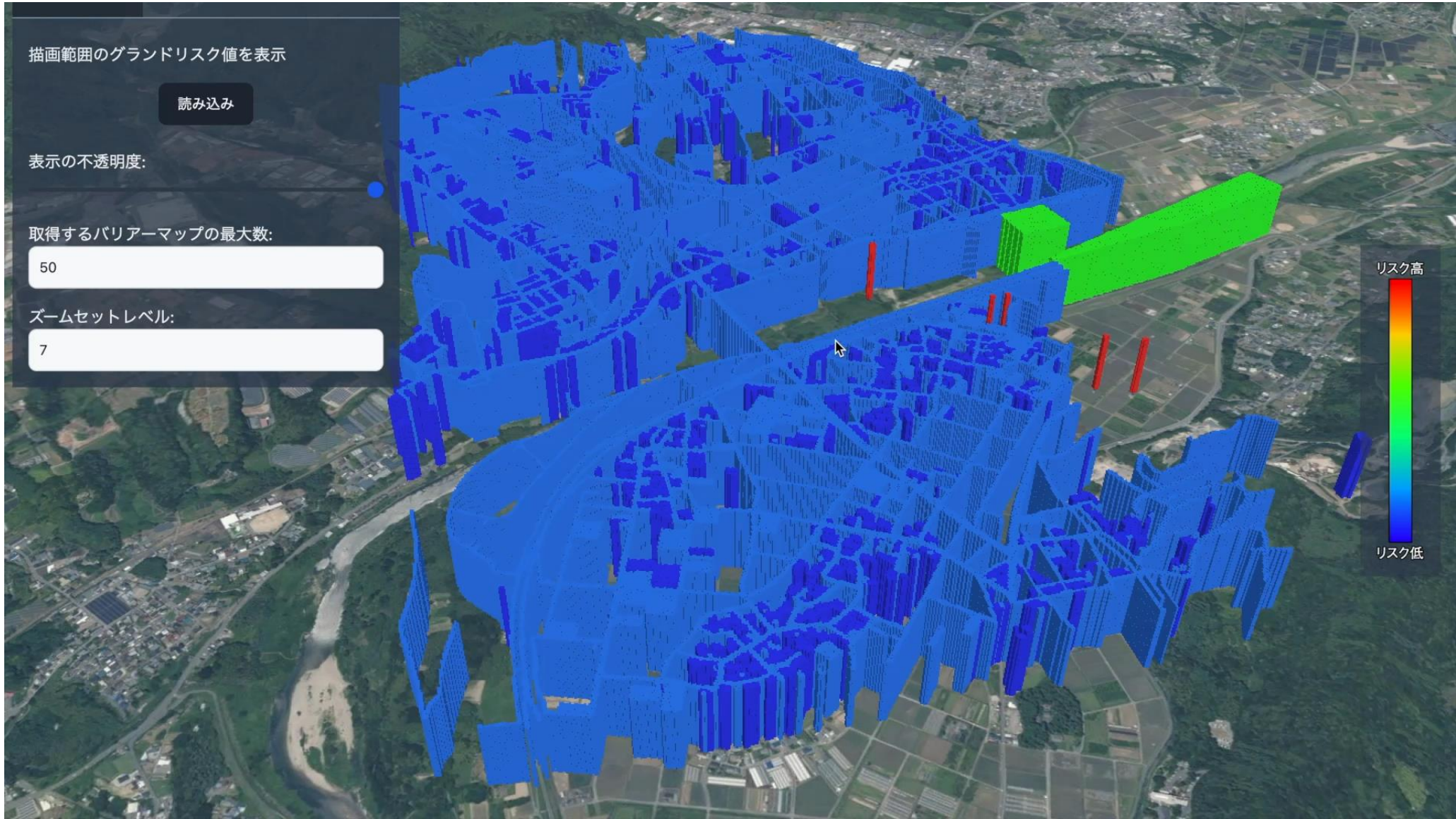
実施項目②空間IDを用いた静的、準動的、動的な空間の管理機能の開発の成果と意義

【②-3】電波状況について空間ID形式で取り込みを行った



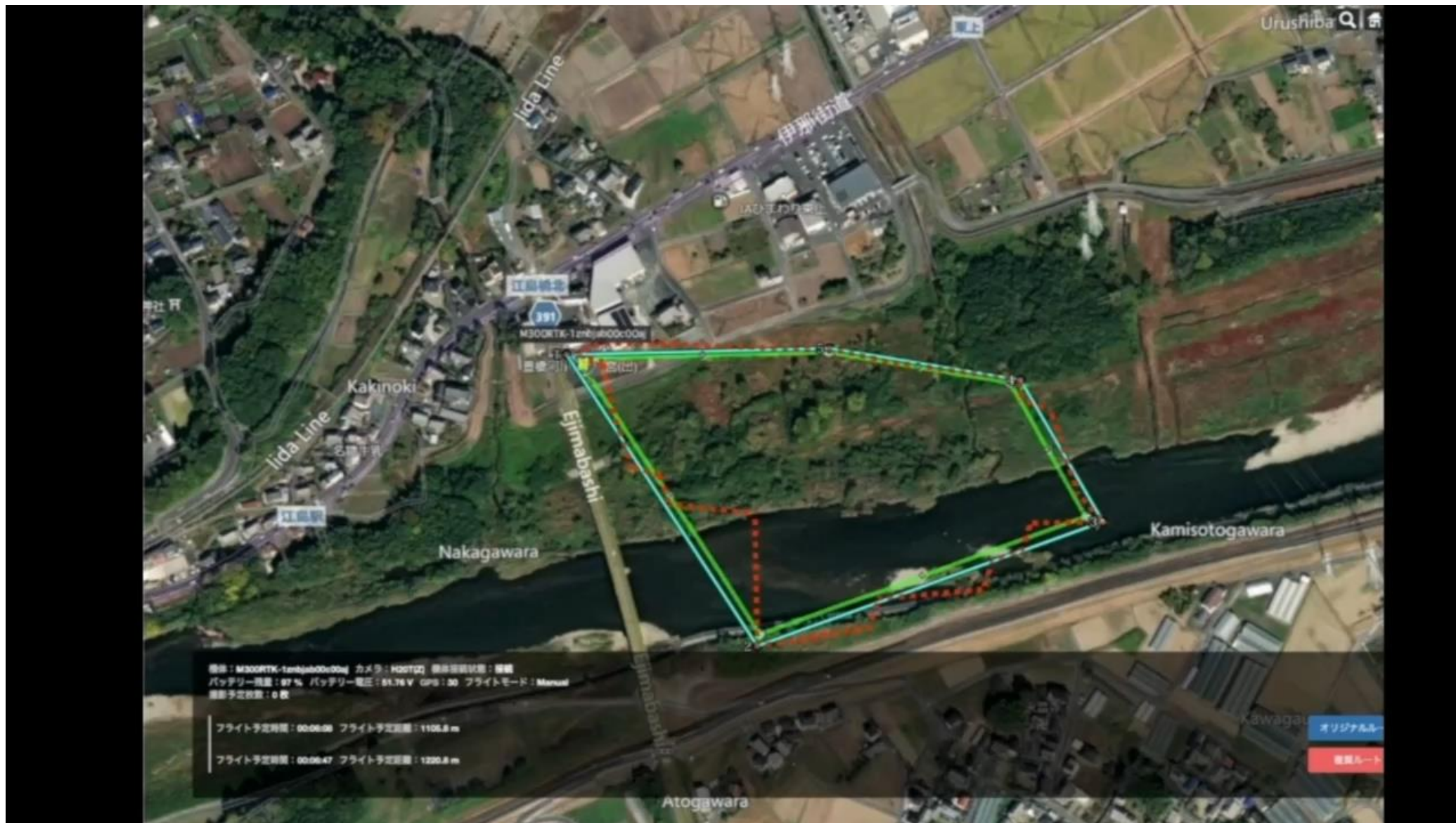
実施項目②空間IDを用いた静的、準動的、動的な空間の管理機能の開発の成果と意義

【②-4】グラウンドリスクについて空間ID形式で取り込みを行った



実施項目③空間ID API (UTM/GCS間)の開発

構造物やグラウンドリスクを避けるドローンの飛行ルートを生成する機能開発を行った



実施項目④アプリケーションの開発の成果と意義

- ヘリコプターの動的な位置情報について空間ID形式で取り込みを行った
- ドローンとヘリコプターの接近を検出しドローンの飛行を中断する機能開発を行った



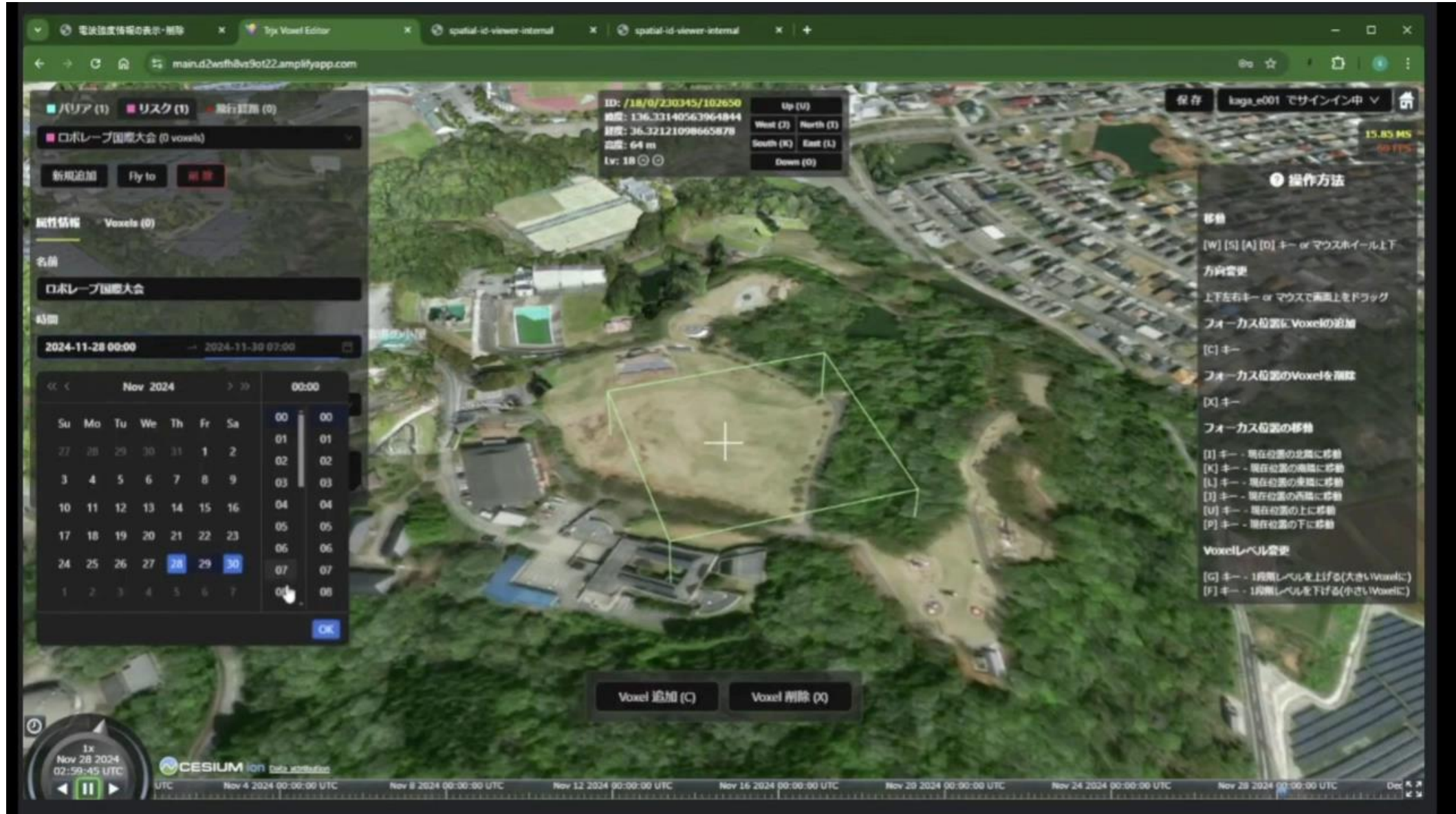
実施項目④アプリケーションの開発の成果と意義

- 車両や人の通行状況について空間ID形式で取り込みを行った
- 車両や人の通行を検出しドローンの飛行を中断可能とする機能開発を行った



実施項目⑤空間ID参照/登録UIの開発 の成果と意義

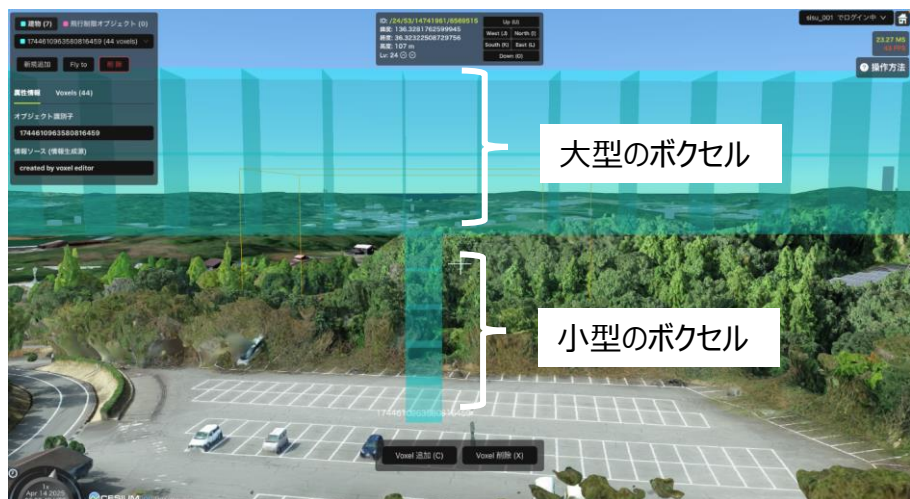
自治体職員によるイベント情報や工事情報を空間ID形式で取り込む研究



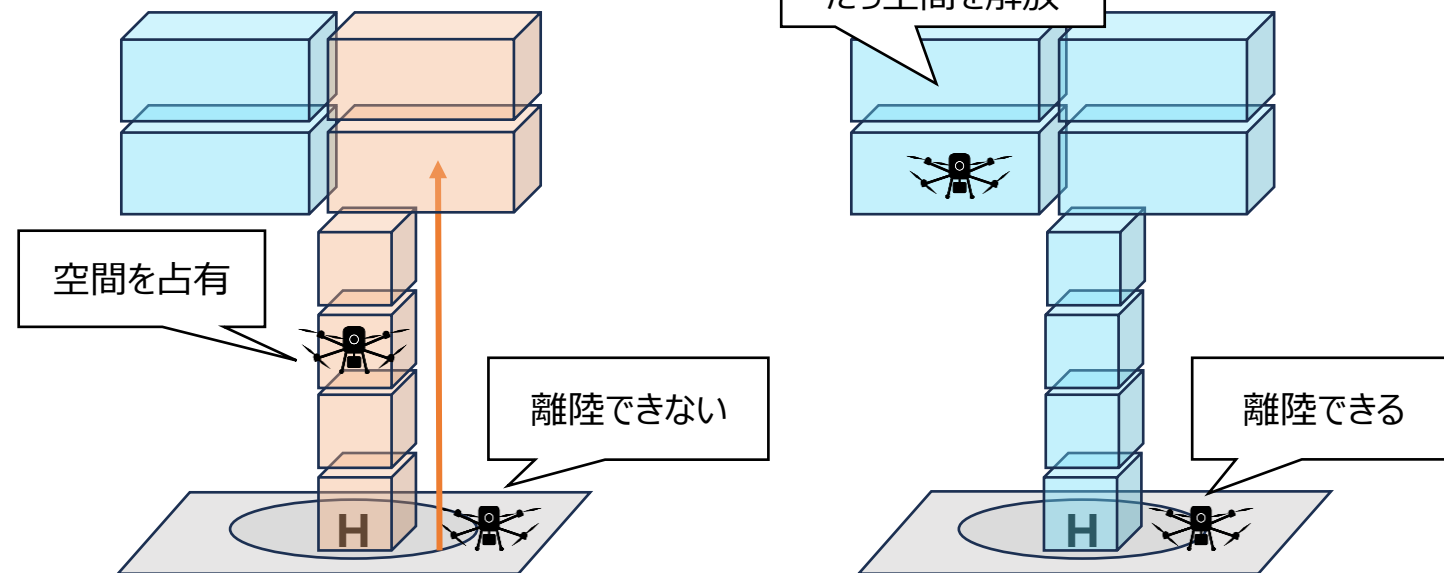
実施項目⑥機体サイズに応じた空間予約に関する理論研究

異なるサイズのボクセルを組み合わせた空間管理の手法について研究し、それを活かす機能開発を行った

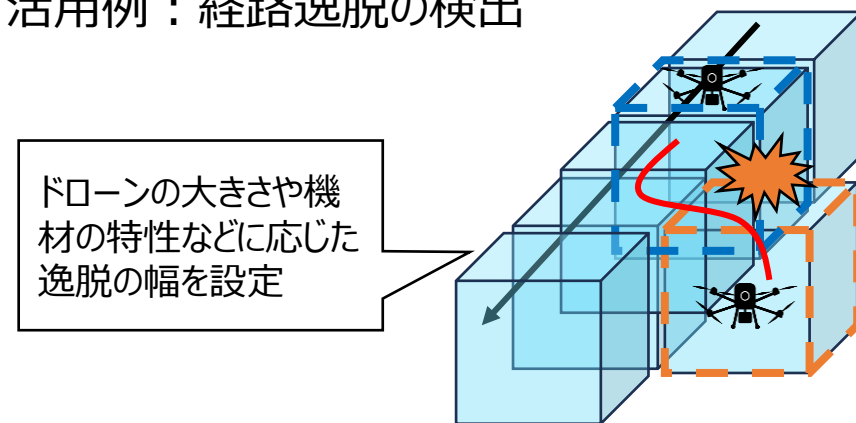
空域の用途や機体サイズに応じて、異なるサイズのボクセルを設定



活用例：ポート周辺の空間管理



活用例：経路逸脱の検出



事業化の戦略とアウトカム達成に向けた具体的取組

従前の課題

- ドローンの運航には3次元情報は不可欠であるが、3次元化された情報は情報量が多く、広域で扱いづらい
- 3次元化された情報はリアルタイム性の高い業務処理において性能負荷が高い
- 3次元化された地図情報が更新されない

空間IDによる解決

- 空間IDを用いることで、広域で扱う事が可能となった
- 3次元化された地図情報に変化がある場合に、空間IDで情報の更新が可能となった

今後の取り組み

- 日本では、広域の施設や土地を管理する自治体やインフラ事業者の情報が紙などのアナログ情報で管理されている場合が未だ多くあり、空間IDによるデジタル化を推進していく
- 自治体やインフラ事業者が利用しているアプリケーションなどへ空間IDの対応を普及させていく