



第4回 3次元空間情報基盤アーキテクチャ検討会

事務局資料

2022年 7月25日

経済産業省/デジタルアーキテクチャ・デザインセンター (DADC)

- | | | |
|---|-------------------|-----|
| 1 | ユースケースの具体化 | P4 |
| 2 | 空間IDの基本仕様 | P18 |
| 3 | 3次元空間情報基盤のアーキテクチャ | P30 |
| 4 | 共通機能の整備 | P40 |
| 5 | 本プロジェクトにおける今後の取組 | P50 |
| 6 | 御意見を頂きたい論点 | P58 |

第3回検討会（主な論点と指摘事項）

ユースケースの 具体化

- 実証を行うにあたっては**検証項目をより具体化**することが重要。
- 例えば、ボクセルデータの活用による、費用低減・効率化など、**空間IDを使うメリットの整理**が必要。

空間IDの 基本仕様

- XYZタイルでカバーされない**極地域**については、ソフトウェア側の工夫による実装を検討すれば良いのではないか。
- 空間ID構造については、ZFXの適用で大きな問題はないと考えるが、**基準となるジオイドは決定**すべきではないか。

3次元空間情報基 盤のアーキテクチャ

- データ変換においてはデータを送付する際の**データ形式やインターフェースを具体的に整備**することが必要ではないか。
- **共通ライブラリの拡張性**（複雑なデータや属性へ対応）に要留意。
- 基盤システムのプロトコルや API 仕様には一定の柔軟性を持たせると良いのではないか。

普及に向けた施策

- 本取組の普及に当たっては、公共機関と情報連携するなど、**公的な用途に着目**すると良いのではないか。
- 国際標準という観点から、**海外の標準化に関する議論**を調べて、対応を検討するべきではないか。

第4回検討報告事項

議題 1

- ユースケースの具体化

議題 2

- 空間IDの基本仕様

議題3

- 3次元空間情報基盤のアーキテクチャ検討

議題4

- 事業モデル
- 国際標準化のアプローチ

1 ユースケースの具体化

2 空間の分割方法・空間IDの基本仕様

3 3次元空間情報基盤のアーキテクチャ

4 共通機能の整備

5 本プロジェクトにおける今後の取組

6 御意見を頂きたい論点

1-1 検証項目の基本的な考え方

各ユースケースの性質に応じて「**安全に、早く、安く**」サービスを提供できるかを検証するためのKGIを設定する。また、ユースケース横断で共通して「**多く、汎用的かつ簡単に**」利用できるかを検証するためのKGIを設定する。さらに、その実現のための検証する項目を仮説として提示（P7,10,14参照）。今後、実証事業者と議論して、加除・具体化していく。

物流系ユースケースのKGI例

安全に運行できる。

➡ インシデント数/運行距離

早く届けられる。

➡ 配送所要時間

※現在、注文から配送まで時間を要する地域・区間を中心に効率化を検証

安く運行できる。

➡ 運行経路策定コスト

➡ ロボット製造コスト

点検・工事系ユースケースのKGI例

安全に点検・工事できる。

➡ インシデント数/点検・工事数

早く点検・工事できる。

➡ 点検・工事所要時間

※点検・工事の実施を決めてから現場で着手するまでの所要時間

安く点検・工事できる。

➡ インフラ運用・管理コスト

共通のKGI例

データ流通量が多い。

➡ 基盤との連携データ量

➡ 基盤からのデータ利用量

様々なシステムに繋がる。

➡ 基盤と連携するシステム・サービス数

※ITシステムに限らず、ロボットやデータも含む。

簡単に扱える。

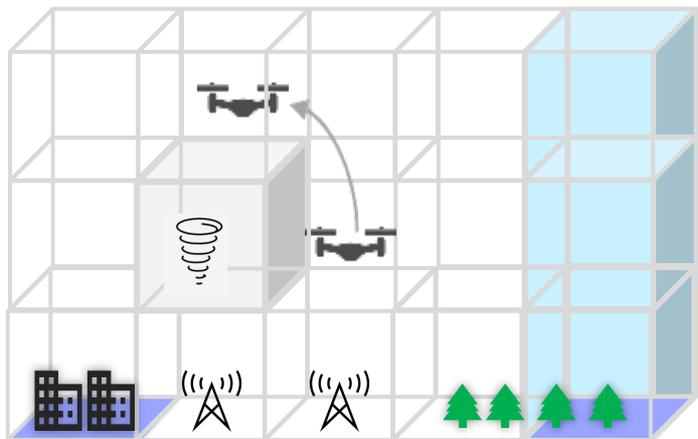
➡ 利用者の操作手順数

➡ 開発者の開発工数

- 飛行計画作成に当たっては、地物等の空間占有情報と、気象/規制/電波/人流情報等のエア/グランドリスクの算出に必要な情報を、空間/時間に紐づいた状態で利用する。
- 運行管理(離着陸/飛行)時は、飛行計画時に入手した情報から変化がある場合に、即時的な情報共有が必要となる。

複数情報の空間への紐づけのイメージ

-  DID地区（グランドリスク評価を実施）
-  突発的な事象
-  電波カバレッジ外エリア（エアリスク評価を実施）



飛行時には、静的な情報に加え、突発リスクに対応するためのリアルタイムな情報連携が必要

空間IDの活用・期待効果

空間IDの活用

- 鉄塔/建物等の3次元形状データ(CityGML等)を3次元空間の占有情報へ変換し、ドローン飛行計画作成に活用
- 空間占有/気象/人流/電波等の様々な座標(2D,3D)系/フォーマットの情報を、統一的な空間に紐づけることにより、飛行計画作成時の情報検索を効率化
- 情報更新頻度の違いに応じた情報共有(Pullによる検索/Pushによる変化有の通知)方式による飛行計画時と飛行時での空間IDの活用

期待効果

- 飛行計画作成時における、ドローン運行者の情報入手を効率化
- 各種情報のタイムリーな提供による、ドローンの安全で効率的な運行への貢献

空間IDに紐付けられる情報に対する要求の整理や、標準的なガイドラインの整備が必要

1-2 ドローン： 将来ビジョンと社会実装ステップ・検証項目等

サービスの普及に向けた社会実装ステップ、2030年の将来ビジョン実現に必要な取組及び検証・評価項目として以下が想定される。

将来ビジョン
(2030年頃)

空間ID・空間情報基盤（デジタルツイン）を活用して、都心部を含む全国で、ドローンが安全に大量・高頻度・高密度に飛び交い、点検、警備、物流等のサービスが提供される社会

社会実装ステップ

検証項目の例

将来ビジョン
実現に必要な
取組

・移動経路策定に必要な情報(3D地理情報、飛行禁止地域、気象、電波等)の効率的な提供

・広域でのサービスの本格提供に向け、安全性・信頼性等の水準の向上

現状

実装
第1
段階

実装
第2
段階

[現状：空間ID実証前]

- ・現状のユースケースシナリオ
拠点間移動、インフラ点検等
- ・現状の事業主体・ステークホルダー
ドローン運行事業者、ドローン製造事業者、ドローンインフラ事業者、ドローンを活用したサービス利用者、行政機関

[2025年 空間ID実証後]

- ・実証シナリオ
地方都市郊外でのドローンを用いた点検、警備、物流等
- ・実証事業者・ステークホルダー
ドローン運行事業者、空間情報提供事業者、ドローン製造事業者、ドローンインフラ事業者、ドローンを活用したサービス利用者、保険会社、行政機関

[2030年]

- ・想定される事業化シナリオ：
全国でのドローンを用いた点検、警備、物流等
- ・想定される事業者ステークホルダー
ドローン運行事業者、空間情報提供事業者、ドローン製造事業者、ドローン整備事業者、ドローンインフラ事業者、ドローンを活用したサービス利用者、保険会社、行政機関

—

- ・限定地域での本格運用時のKGI
- ・上記の場合の事業主体・ステークホルダーのシステム連携
- ・上記の場合の安全性・信頼性や知財・プライバシーの確保

- ・広域での本格運用等のKGI
- ・上記の場合の事業主体・ステークホルダーのシステム連携
- ・上記の場合の安全性・信頼性や知財・プライバシーの確保

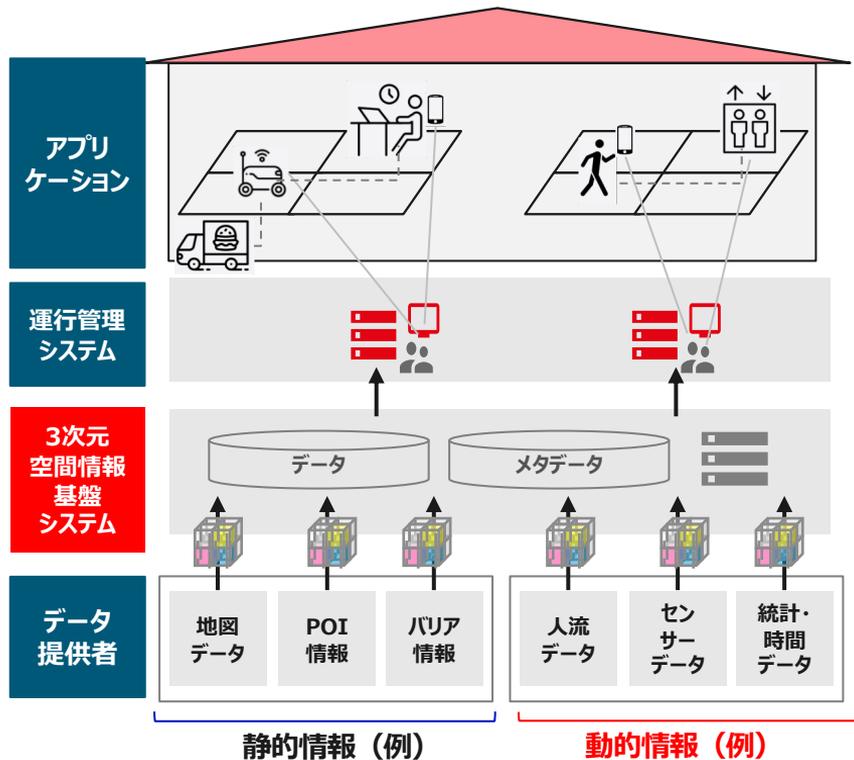
1-2 ドローン：空間情報への要求事項

レベル4での運行の際の空間情報への要求事項を仮説ベースで整理。ユースケースに応じて、要求水準は変わり得るので、今後、検討を深めていく必要がある。

情報種別	情報更新頻度		空間情報への要求	検討の方向性
	計画作成/検証時	離着陸/飛行時		
地物・地形情報	数時間～数日	計画時からの変化を即時	経路計画作成、障害物回避のために空間の占有情報が必要 グランドリスク判断の材料として地形(川、道路等)の情報が必要	<ul style="list-style-type: none"> ・地物(鉄塔等)：PLATEAUを情報提供者とし、空間ボクセルの占有に変換した利用を想定 ・地形(川、道路等)を2Dの情報として利用 ・地図整備事業者との連携が必要
気象情報	数分～数日	計画時からの変化を即時	経路計画作成時には飛行日時の気象予報(降雨量、風速、気圧等)が必要 飛行時には突発的な気象(竜巻等)の情報が必要	<ul style="list-style-type: none"> ・気象情報を空間ボクセルに紐づけた状態での利用を想定 ・気象情報事業者との連携が必要
規制情報	数時間～数日	計画時からの変化を即時	固定的に設定されている飛行禁止/制限空域(空港、重要施設等)の情報が必要 火災等により一時的に飛行を禁止する必要がある空域の情報が必要	<ul style="list-style-type: none"> ・国土交通省指定の禁止空域の情報を空間ボクセルに紐づけた状態での利用を想定 ・一時的飛行禁止空域の設定については規制当局との連携の仕組みが必要
電波情報 ・通信カバレッジ ・衛星測位	数日	計画時からの変化を即時	衛星測位/電波不感地帯を避けて飛行計画を作成するために測位/通信カバレッジの情報が必要	<ul style="list-style-type: none"> ・通信カバレッジを空間ボクセルに紐づけた状態での利用を想定 ・通信キャリアとの連携が必要
人流情報	数時間～数日	計画時からの変化を即時	人口密集地帯を避けて飛行計画を作成したい。飛行時も、密集地帯を避けるために経路変更したい。	<ul style="list-style-type: none"> ・2Dの統計情報としての利用を想定 ・情報源については課題

空間IDを活用し、建物内の様々な静的・動的データ及び運行管理システムと連携した汎用的な屋内ナビゲーションを検討。自律移動モビリティなど先進サービスの導入とデータ利活用の促進を見込む。

屋内空間のナビゲーション



空間IDの活用・期待効果

空間IDの活用

- 地図データ、POI情報（建物入口等）等の静的情報や、人流・統計データなど動的情報を空間ID・ボクセルに紐付け、効率的・高度な経路検索とナビゲーションに活用
- 基盤システム上で空間IDに紐付けられたデータ・メタデータはモビリティに限らず、人向けのナビゲーションなど多様な用途の利活用を見込む

期待効果

- 静的・動的なデータを連携させた屋内ナビゲーションの汎用手法として商業施設、オフィス、マンション等様々な施設での利用を見込む
- 物流サービス事業者、フードデリバリー事業者等の利用により、自律移動モビリティを活用したサービスを促進

サービスの普及に向けた社会実装ステップ、2030年の将来ビジョン実現に必要な取組及び検証・評価項目として以下が想定される。

将来ビジョン
(2030年頃)

空間ID・空間情報基盤（デジタルツイン）を活用して、屋内外での空間情報のデータ流通や新たなアプリケーションの創出を促進して、屋内外でシームレスに自律移動モビリティや人が効率的に移動し、それに伴って業務の効率化が進んだ社会

社会実装ステップ

検証項目の例

現状

実装
第1
段階

実装
第2
段階

【現状：空間ID前】

- 現状のユースケースシナリオ
屋内実証においては、ロボット事業者が生成した自己位置認識用の屋内地図を基に経路を設計し、モビリティ運行管理に活用
- 現状の事業主体・ステークホルダー
ロボット事業者、建物管理会社、小売事業者

【2023年 空間ID実証後】

- 実証シナリオ
2D LiDAR用地図や建物内POIを空間IDに紐付け、配送モビリティや、人を対象とした汎用的な屋内ルーティングを実施
- 実証事業者・ステークホルダー
ロボット事業者、建物管理会社、小売事業者、（物流会社）

【2025年（大阪万博）】

- 想定される事業化のシナリオ
空間IDを基準とした屋内外/施設間を跨いだ配送（空間座標の指定）の実現
- 想定される事業主体・ステークホルダー
既存ステークホルダーに加え、物流会社等、屋外から屋内の指定場所への配送が必要なユーザーによるサービスの利用

—

- 屋内での配送時のKGI
- 上記の場合の実証事業者・ステークホルダーのシステム連携
- 上記の場合の安全性・信頼性や知財・プライバシーの確保

- 屋内外/施設間を跨いだ配送時のKGI
- 上記の場合の事業主体・ステークホルダーのシステム連携
- 上記の場合の安全性・信頼性や知財・プライバシーの確保

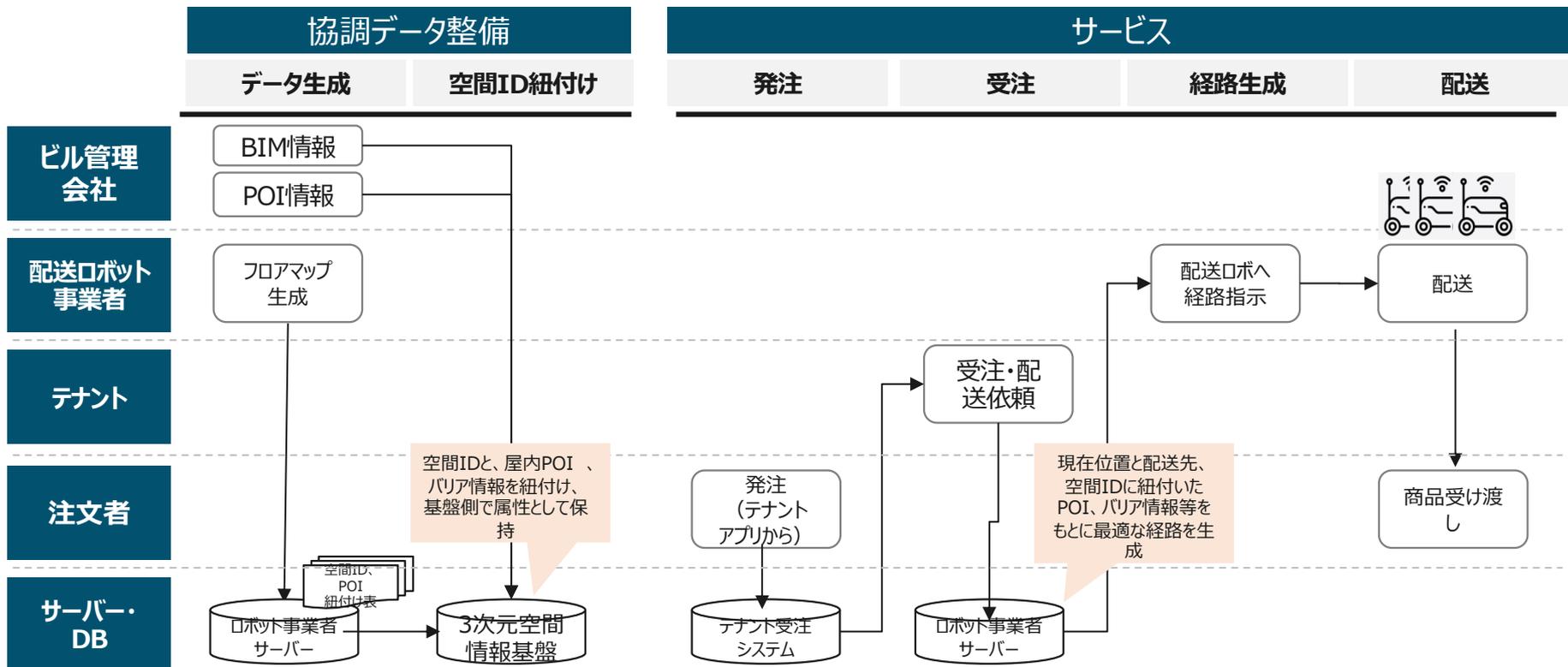
将来ビジョン
実現に必要な
取組

- 空間IDを基準として、屋内地図及びPOI情報を共有・取得可能な簡易システムの構築

- エリアマネジメント会社等が自社で所有するBIMと空間IDを連携

1-3 地図・GIS : 空間IDの活用事例

今年度実証では、建物内の協調データを空間IDに紐付け、配送モビリティを対象とした屋内ルーティングに活用。今後は屋内外のシームレスな移動により、データの利活用と全体の流通コストの低減を目指す。



1-3 地図・GIS：空間情報への要求事項

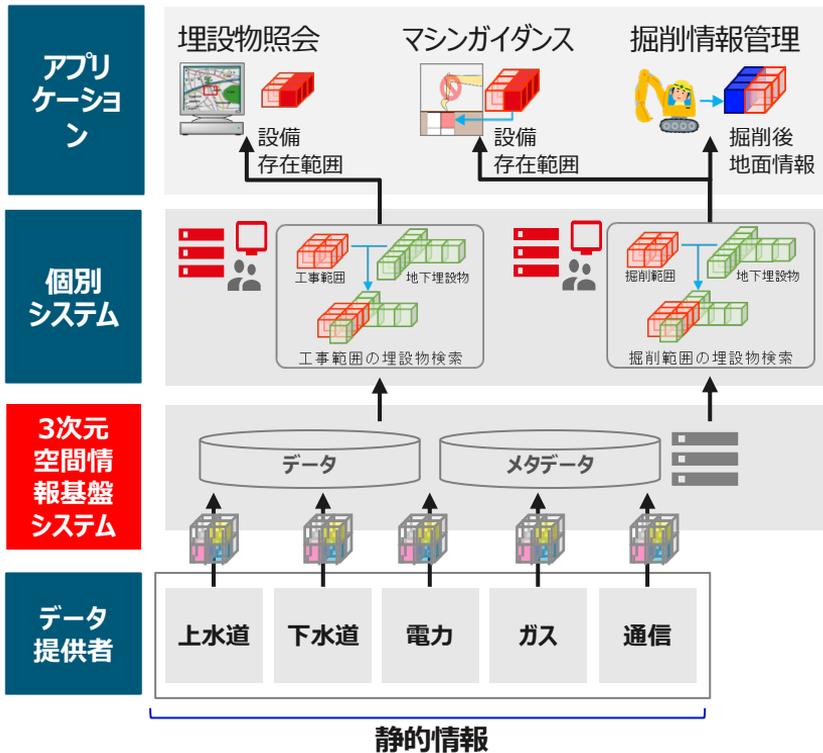
空間IDを活用した配送ロボット運行管理と、人のナビゲーションにおいては協調データとして静的情報と、動的な空間情報の活用に伴い、基盤システム側の機能拡張とデータ仕様の整備が求められる。

配送ロボット運行・人ナビゲーションからの要求				検討の方向性・課題等
情報種別	情報更新頻度		空間情報の用途	
	計画作成時	運行時		
移動センシングデータ	数分～数時間	-	移動式モビリティによるセンシングデータの取得と、施設管理効率化（空調料金削減、CO2排出量削減、管理工数削減）への活用	<ul style="list-style-type: none"> リアルタイムデータの保持・更新に関する基盤システム側のDBスキーマや空間情報の登録・紐付けに関する仕様の検討
人流・人の動態情報	数分～数時間	計画時からの変化を即時	配送ロボット、人のARナビゲーションの経路設計、及び移動時のルート変更における人混み回避や、購買を促す為の行動変容に活用	<ul style="list-style-type: none"> リアルタイムデータの保持・更新に関する基盤システム側のDBスキーマや空間情報の登録・紐付けに関する仕様の検討
建物内POI情報	月～年	-	配送ロボット、人のARナビゲーションの経路設計における進入不可エリアなどフロア内、エレベータ・階段など階層間移動時の参照	<ul style="list-style-type: none"> 共通仕様ライブラリによる空間IDへの変換・紐付けが可能なデータフォーマット整備
BIM情報	変化なし	-	配送ロボット、人のARナビゲーションの経路設計においてBIMデータを協調データとして活用	<ul style="list-style-type: none"> IFCなど汎用的なデータフォーマット BIM情報の効率的変換（OSS SW提供）

1-4 地下埋設物：ユースケース

地下埋設物が埋設されている地下空間を空間IDにより管理する。地下工事において、埋設物の照会漏れを防ぐとともに、掘削工事時の設備事故を防止及び掘削結果の記録を行うユースケースについて実証を行う。

埋設物照会・建機マシンガイダンス



空間IDの活用・期待効果

空間IDの活用

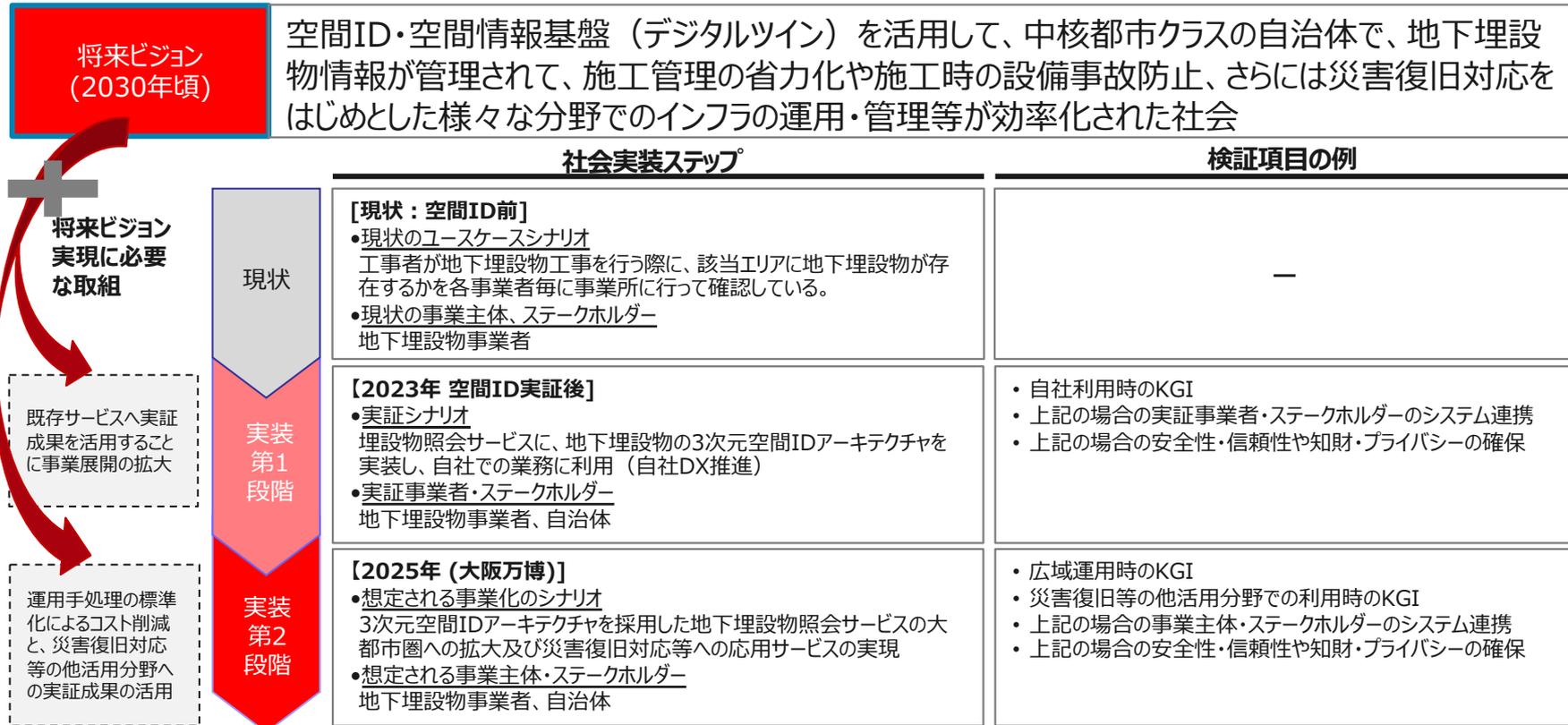
- 地下埋設設備の詳細な位置等の公開が難しい情報を、空間IDにより地下空間の利用状況としてインデックス化することで、埋設物事業者間のデータ還流を見込む
- 基盤システム上で空間IDに紐付けられたデータ・メタデータは、埋設物事業者の埋設物照会での活用や、工事における設備事故防止等の様々な用途に活用が可能

期待効果

- 埋設物照会の自動化など、地下工事における埋設物照会稼働の削減や、工事期間の短縮が期待できる
- 建設機械のマシンガイダンス機能に地下空間の利用状況を含めることで、設備事故防止に繋がり、安定的なインフラサービスの実現に寄与する
- 今後、設備災害対策等の利活用も見込まれる

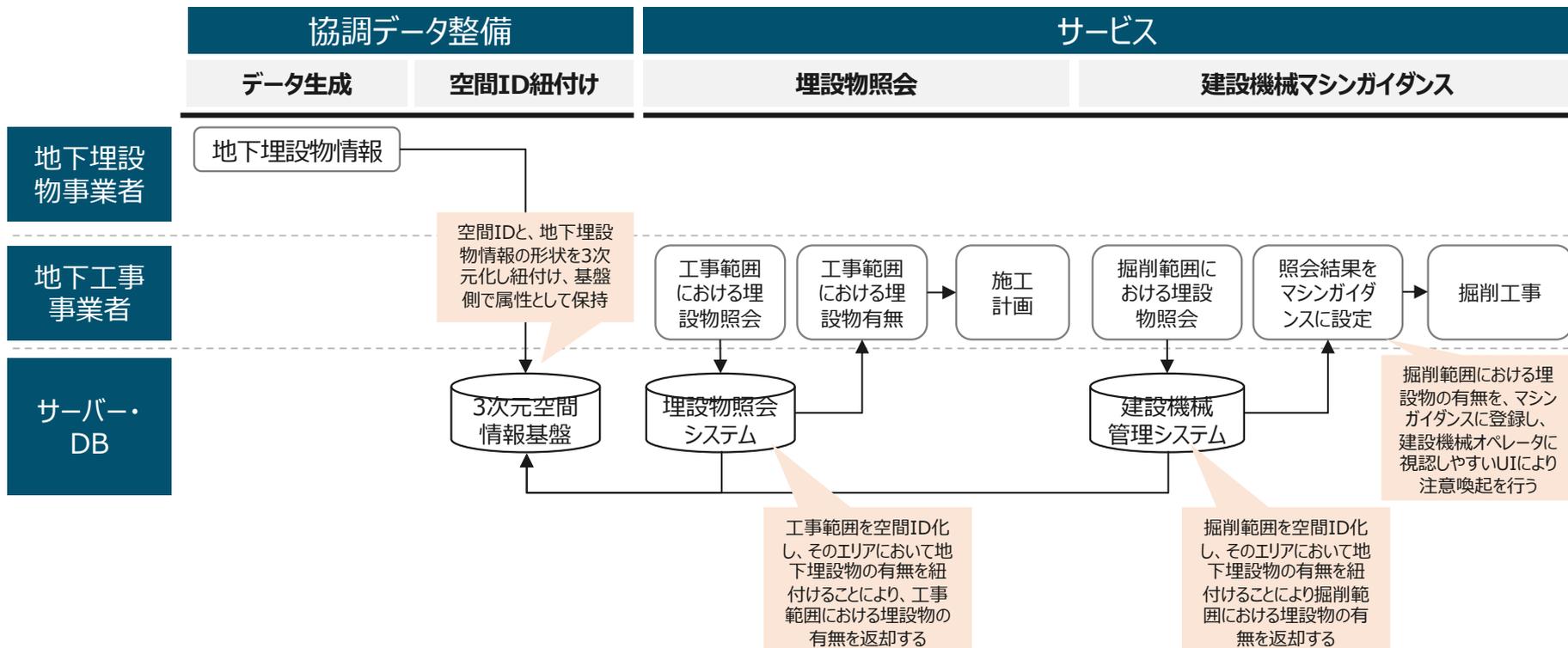
1-4 地下埋設物：将来ビジョンと社会実装ステップ・検証項目等

サービスの普及に向けた社会実装ステップ、2030年の将来ビジョンの実現に必要な取組及び検証・評価項目として以下が想定される。



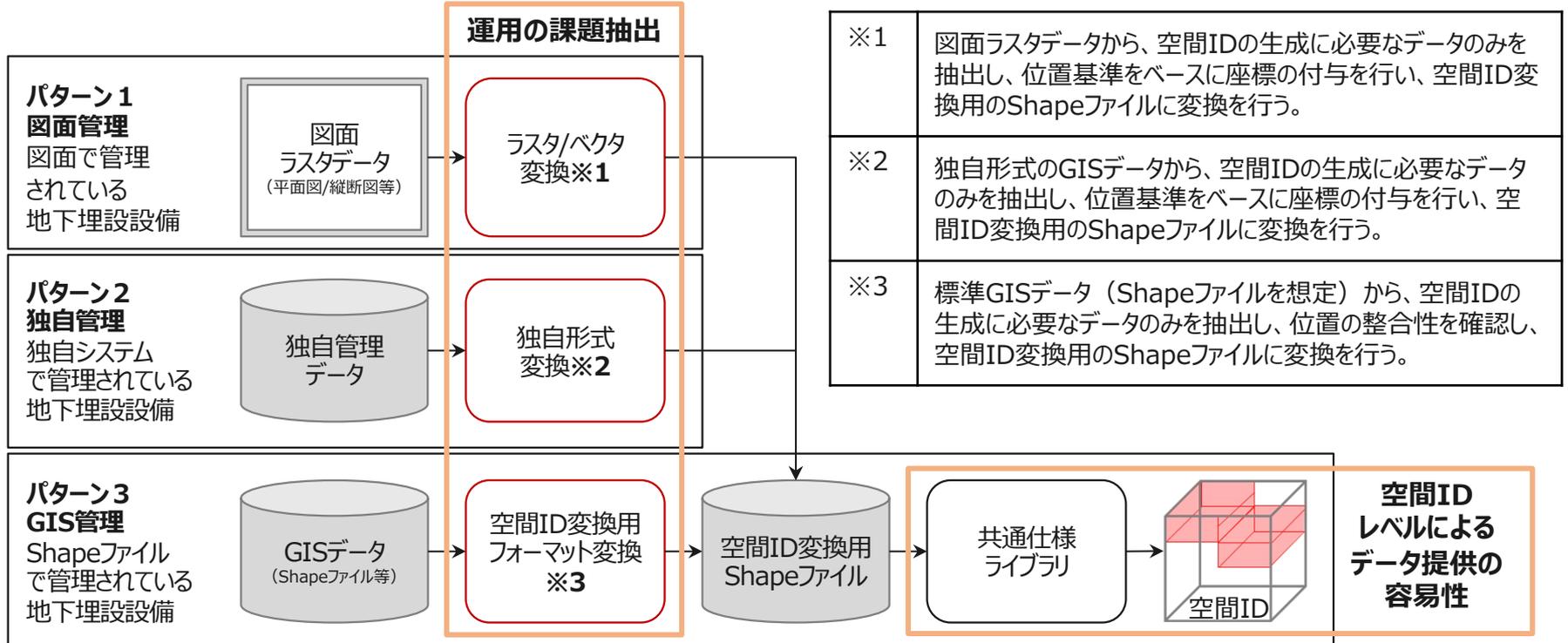
1-4 地下埋設物：空間IDの活用事例

今年度実証では、地下埋設物情報を空間IDに紐付け、埋設物照会・建設機械のマシガイダンスに活用。分散管理された地下埋設物情報を事業者間で相互参照可能とすることで、全体のコストの低減を目指す。



1-4 地下埋設物：空間IDの活用事例（補足）

地下埋設物事業者により地下埋設物の位置基準や管理方式が異なるため、事業者間の相互活用が困難となっている。地下埋設物情報の管理パターンに応じたデータ共通化（共通の3次元座標への位置合わせ方法を含む）の手法について検討を行い、今後の実証を通じて効率的な運用手法を確立していく。



1-4 地下埋設物：空間情報への要求事項

地下埋設物情報において、本ユースケースで必要となる要求事項は以下の通り。情報更新は定期的実施される必要があり、空間情報から空間IDへの紐付けについては、将来的に事業者自らが実施できることが望ましい。

埋設物照会における要求 建設機械マシンガイダンスにおける要求			検討の方向性・課題等
空間情報種別	情報更新頻度	空間情報への要求	
電力	定期更新（月～年） データ提供時点の最新情報	電力設備の地下における占有情報が必要 設備形状が推定可能な情報が必要	<ul style="list-style-type: none">・電力事業者を情報提供者とし、設備形状を3次元で構築した上で、地下における占有情報に変換した利用を想定・将来的には事業者でデータ整備が可能な手法を検討
ガス	定期更新（月～年） データ提供時点の最新情報	ガス設備の地下における占有情報が必要 設備形状が推定可能な情報が必要	<ul style="list-style-type: none">・ガス事業者を情報提供者とし、設備形状を3次元で構築した上で、地下における占有情報に変換した利用を想定・将来的には事業者でデータ整備が可能な手法を検討
上下水道	定期更新（月～年） データ提供時点の最新情報	上下水道設備の地下における占有情報が必要 設備形状が推定可能な情報が必要	<ul style="list-style-type: none">・自治体を情報提供者とし、設備形状を3次元で構築した上で、地下における占有情報に変換した利用を想定・将来的には自治体でデータ整備が可能な手法を検討
通信	定期更新（月～年） データ提供時点の最新情報	通信設備の地下における占有情報が必要 設備形状が推定可能な情報が必要	<ul style="list-style-type: none">・通信事業者を情報提供者とし、設備形状を3次元で構築した上で、地下における占有情報に変換した利用を想定・将来的には事業者でデータ整備が可能な手法を検討する

1 ユースケースの具体化

2 空間の分割方法・空間IDの基本仕様

3 3次元空間情報基盤のアーキテクチャ

4 共通機能の整備

5 本プロジェクトにおける今後の取組

6 御意見を頂きたい論点

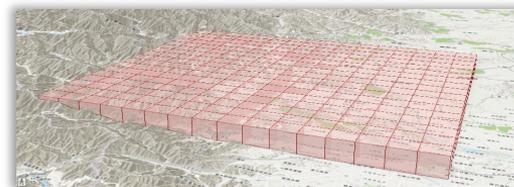
2-2 ボクセルを配置する高さの基準面：ジオイド面

公共測量成果等の一般に整備されて流通している空間データの高さ基準が標高であることを考慮し、空間ボクセルを配置する基準面にはジオイド面を採用。各ユースケースで実施予定の実証結果を踏まえ、その妥当性を確認する。

【ジオイド面にボクセルを配置】

- ジオイド面を標高 0m の平らな基準面とした座標空間上において、基準面上に空間ボクセルを配置する。
- 標高を基準に整備された空間データを直感的に空間ボクセルに紐付けることができる。
- 重力方向のベクトル（人が認識する高さ方向）により近い表現で空間ボクセルを配置することができる。

ジオイド面を基準面としたボクセルの配置イメージ

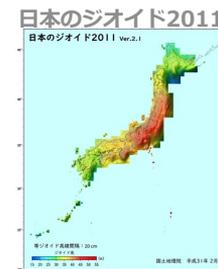


Esri, Intermap, NASA, NGA, USGS | GSI, Esri, HERE, Garmin, GeoTechnologies, Inc., METI/NASA, USGS

論点	ジオイド面	楕円体面
空間IDとの紐付け	空間ボクセルの高さは標高となり、多くの空間データが持つ高さ情報（標高）をそのまま紐付けることができる。	空間ボクセルの高さは楕円体高となり、多くの空間データが持つ高さ情報（標高）を変換して紐付けを行う必要がある。
空間IDボクセルの鉛直方向	重力方向のベクトル（人が認識する高さ方向）により近い表現で配置される。	楕円体面から鉛直方向に積み上げられるため、重力方向のベクトルとは一致しない方向に配置される。

【ジオイド面を基準面とした場合の検討事項】

- 空間データを空間IDに紐付ける際に基準となるジオイドモデルを空間IDの仕様として定義すべきか。
- 基準となるジオイド・モデルを定めるべきか（GISソフトウェアなどではEGM96等が良く用いられているが国内においてはより正確な日本のジオイド2011が存在する）。
- システムごとに異なるジオイドモデルを採用した場合、IDの互換性を保つためには補正を行う必要がある。



出典：
https://www.gsi.go.jp/buturisokuc/hi/grageo_geoidseika.html

2-3 ボクセルを配置する高さの基準面：ジオイドモデル

国によって普及している基準や精度が異なり、国際的な基準となるジオイドモデルは現状存在しないため、空間ボクセルの基準面となるジオイドモデルはシステム毎に定義することとする。

ジオイドモデルの比較

評価項目	日本のジオイド2011 (国土地理院)		EGM96 (アメリカ国家地理空間情報局：NGA)		EGM2008 (アメリカ国家地理空間情報局：NGA)	
	評価	内容	評価	内容	評価	内容
整備方法及び分解能	○	・重力計測 + 水準/GNSS測量 ・分解能 緯度1分×経度1.5分(約2km)	×	・重力計測 ・分解能 緯度15分×経度15分(約30km)	△	・重力計測 ・分解能 緯度2.5分×経度2.5分(約5km)
適用範囲	△	日本	○	全球	○	全球
用途	○	日本の地理空間情報整備	×	学術研究	×	学術研究

※ EGM2008の後継として、EGM2020が整備中

高さの基準面に関する方針案

- ・ 地域やシステム領域に応じて、共通の高さの基準面を定義して運用を行うこととする。
- ・ 日本においては「東京湾平均海面」（日本のジオイド2011）が標準的な高さの基準面となる。（例外として、離島（無人島）や海域が考えられる）。
- ・ 高さの基準が分かるように、空間IDと紐付けしたデータセットのメタデータに高さの基準面の情報を明記する。

2-4 空間の分割方式：XYZタイルとGeohashの評価のまとめ

以下の比較評価結果、トライアルによる検証及びユーザーの声を踏まえ、XYZタイルを有力候補として実証等を進める。なお、ユースケースの実証結果から得られるフィードバックを踏まえ、その妥当性を確認し、必要に応じて仕様を見直す。

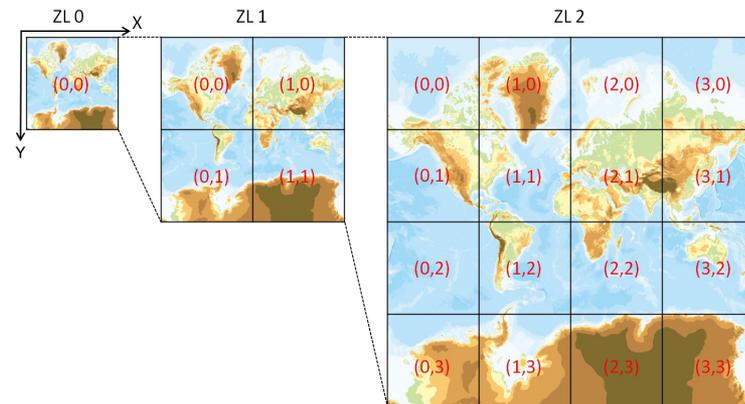
評価項目	XYZタイル（ZFGY方式）		Geohash	
	評価	コメント	評価	コメント
地理院地図との親和性	○	地理院地図のデータが配信されるタイルと同じ方式でデータの紐付けを行うことができる。	△	地理院タイルのサイズで分割されたデータをGeohashのボクセルに紐付けるにはデータの分割/統合などの変換処理が必要となる。
Web地図サービス/ 地図アプリとの親和性	○	地図データの配信方式として多くのWeb地図サービス、地図アプリケーションにおいてデファクトスタンダードとなっており開発者にも理解を得られやすい。	△	場所の特定等においては活用されているが、データを共有する方式としては標準的な方法ではない。
ボクセルの形状	○	水平面の形状が正方形であり、精度レベルによって縦横比が変化せず、精度レベルによってボクセル表現が大きく変化しない。	△	水平面の形状が長方形であり、精度レベルによって縦横比が変化するため、精度レベルによってボクセル表現が変化する。
精度レベルの数 ※最小のボクセルサイズを50cm程度のサイズとした場合	○	精度レベル数は27個であり、データや用途に応じて柔軟にボクセルサイズを設定できる。	△	精度レベル数は10個であり、データや用途によっては適切なボクセルサイズを設定できない可能性がある。
演算処理の高速化	○	モートンオーダーを採用した空間分割とID付与に対応	○	モートンオーダーを採用した空間分割とID付与に対応
鉛直方向を含めたID算出方式の実現性	○	鉛直方向も含めたIDの算出ロジックの案が存在する。	△	Geohashに高さ情報を付与したID算出のロジックを検討/考案する必要がある。
対象範囲	△	南緯約85度～北緯約85度の範囲	○	全地球

2-5 空間の分割方式：水平方向の分割のベースとなる測地系

XYZタイル方式で地球をタイル状に分割する際の測地系の候補として「JGD2011」と「WGS84」があるが、両者とも世界測地系でありタイルの分割において実用上の違いはないため、いずれの適用も可とする。

XYZタイルを採用している主なWeb地図が準拠している測地系

WGS84	JGD2011 (ITRF座標系GRS80楕円体)
OpenStreetMap Google Maps Mapbox ArcGIS Online	地理院タイル OpenStreetMap Google Maps Mapbox ArcGIS Online



出典: <https://maps.gsi.go.jp/development/siyou.html>

カーナビやスマートフォンなどのGNSSにより得られる座標値は、衛星測位システムごとにわずかに違いますが、一般的にITRF座標系に整合しています。例えば、GPSでは座標値をWGS 84座標系で表しています。WGS 84座標系とITRF座標系はともに地球中心の座標系です。WGS 84はこれまでに数回の改定を行っていますが、その都度ITRF系に接近し現在はほとんど同一のものとして扱っても問題なく、実用上の違いはありません。ただし、日本国内の測量ではITRF座標系GRS80楕円体を用いるよう定められています。

2-6 IDの形式 : ZFXY (案)

XYZタイルの水平方向のインデックス (ID) 計算式に鉛直方向のインデックス (ID) の計算を拡張する ZFXY方式を検討 (国土地理院/株式会社Geolonia提供)。

鉛直方向を含めたIDを計算式により算出することが可能

【インデックス (ID) 計算式】

$$x = \text{floor}(n * ((\text{lng} + 180) / 360))$$

$$y = \text{floor}(n * (1 - \log(\tan(\text{lat}) + (1 / \cos(\text{lat}))) / \text{PI}) / 2)$$

$$f = \text{floor}(n * h / H)$$

※ h = 標高 [m], n = 2^z, H = 2²⁵[m]

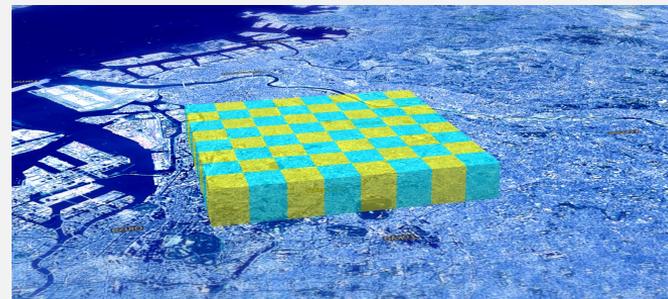
【算出されるインデックス (ID) の形式】

{z}/{f}/{x}/{y}

例 : 16/13/57555/26008

※z: ズームレベル、f: 鉛直方向インデックス、x: 東西方向インデックス、y: 南北方向インデックス

Web地図のデファクトスタンダードであるXYZ タイルの
タイル番号を計算する式をそのまま活用



出典: <https://unvt.github.io/zfxy-ruby/>

(1) 空間IDへの地物/事象の紐付け方法

a. 地物/事象の情報をどのように紐付けるか。

- ① データを紐付ける空間IDの精度レベルの選択
- ② 地物/事象と空間IDの紐付けパターン
- ③ 空間IDの紐付けを行うテーブル構造
- ④ 複数の地物/事象と空間IDの紐付け

b. 高さを持たない情報（人口統計等）をどのように空間IDに紐付けるか。

c. 動的な地物/事象の情報をどのように管理するか。

(2) 空間IDの基盤情報

a. 空間IDに標高など基盤となる属性を紐付ける必要があるか。

⇒ 標高等の基盤情報は、空間IDの属性ではなく、基盤データとして整備することを実証事業を通して検討

b. 空間IDと地物/事象を紐付けたデータセットに対して、どのようなメタデータ情報を付与すべきか。

(3) 時間情報の取り扱い

※ (1)b, (1)c, (2)b, (3) については次項以降に検討例を記述

2-7(1)b 高さ情報を持たないデータの紐付け 検討例

高さ情報を持たないデータは、XYZタイル方式での運用を行うことで既存流通データとの互換性を確保する。空間情報検索の際には、高さ情報を「持つ」データと「持たない」データを一度に指定可能な方法を考慮する必要がある。

高さ情報を持たないデータとの相互運用

- 高さ情報を持たない2Dデータ（人口統計、用途地域、土地利用など）は2D用のID体系であるXYZタイル方式で取り扱えば相互運用が容易。

XYZの形式

{z}/{x}/{y}

z: ズームレベル

x: 東西方向インデックス

y: 南北方向インデックス

XYZタイルで提供された2Dデータ

{z}{x}{y}

タイル番号

15/29098/12921

データ受領時にZFXYに自動変換

{z}{Nil}{x}{y}

高さ情報の固定値を自動付与(例)

15/Nil/29098/12921

高さ情報の有無混在した空間IDの検索

- 検索用としては、高さ情報のあるデータ、無いデータを一度に指定する用途を考慮し、空間ID（ZFXY方式）の鉛直方向インデックス(f) に特定の固定値を付与する方式を今後検討する。

ZFXYの形式

{z}/{f}/{x}/{y}

z: ズームレベル

f: 鉛直方向インデックス

x: 東西方向インデックス

y: 南北方向インデックス

空間IDを2D変換して提供も可能

高さ情報を持つデータに紐付けられる空間IDの例

15/1/29098/12921

高さ情報を持つものと持たないものを一度に指定する例

15/1 or Nil/29098/12921

Nil: 高さ情報を持たない場合の固定値（具体的な固定値は今後検討）

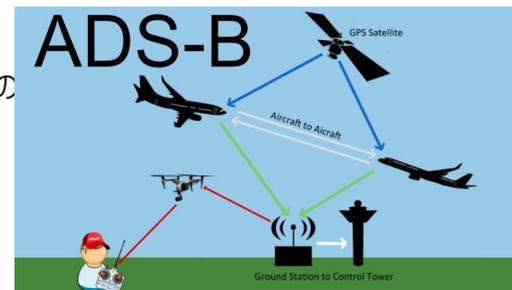
動態情報（ドローンの機位など）を空間ボクセルで管理する必要性や共有する仕組みを今後検討する。

ドローンに関する動態情報共有の現状

ドローンの動態情報は、リモートID（ブロードキャスト、ネットワーク、LPWA）での共有、また、有人機からドローンへの動態情報の共有は、ADS-B（放送型自動従属監視）の技術を用いて、*NEDO DRESS Projectで実現されている。

*DRESS Project(NEDO ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会の実現プロジェクト)

<https://nedo-dress.jp/>



出典: <https://mavicmaniacs.com/ads-b-for-drones>

今後の検討

動態情報を空間ボクセルで管理して、他のデータと統合する必要性のあるケースがあるか、個別に共有する仕組みとするかについては、領域別に検討する必要がある。

データ項目毎に、入力方法・更新頻度・要求性能・妥当な共有方式が異なるものの、空間情報として取り扱うことのできる共通の方式は今後検討する。

2-7(2)b 空間IDに紐付けをしたデータセットのメタデータ項目

空間IDに紐付けたデータセットの効率的な管理・検索を行うためのメタデータの項目について、必須、条件付き必須、任意の考え方について、以下に素案を示すが、実証を通して整理していく。

メタデータとは

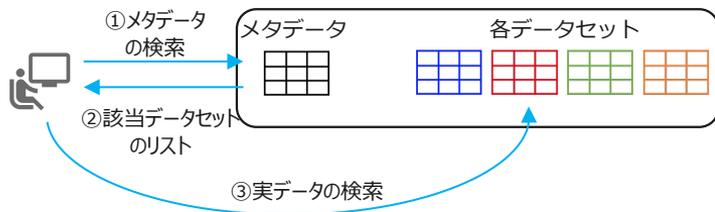
データ本体に関する付帯情報が記述されたデータ

メタデータの利用例

メタデータ項目（主題分類、登録者、データの範囲など）を対象とした検索を行うことで、利用目的に合ったデータセットを見つけ出すことができる。

（データのポータルサイトにおけるデータ検索に活用）

メタデータの利用イメージ



地理情報のメタデータ標準

- ・国際標準：ISO 19115
- ・日本版メタデータプロファイル：JMP2.0
⇒ JMP2.0のメタデータ項目を参考に案（右表）を作成

* JMP2.0にはない空間ID独自のメタデータ項目

メタデータ項目案

◎必須、○条件付き必須、△任意

No	項目	説明	レベル
1	データ名	データの名称	◎
2	概要	データの内容の概要説明	◎
3	主題分類	データを分類する主題	△
4	空間IDへの登録者*	空間IDへのデータの紐付けを行った事業者	◎
5	キーワード	データの検索に使用するキーワード	△
6	登録日付*	空間IDへのデータの紐付けを行った日付	◎
7	データの利用制限	データ利用上の制約条件（例：非商用に限る）	△
8	データの範囲（水平方向）	最小・最大緯度、最小・最大経度	◎
9	高さ情報の有無*	データに高さ情報が含まれているかの有無	◎
10	データの範囲（鉛直方向）	最低・最高標高値（No9が「有」の場合必須）	○
11	高さの基準	標高の基準面（No9が「有」の場合必須）	○
12	データの範囲（時間要素）	データの対象時期・期間	△
13	空間ID登録ズームレベル*	空間IDのデータの紐付けを行った基準となるズームレベル	◎
14	全データを含む空間ID*	全データ範囲を含む最上位レベルの空間ID（要自動計算）	△
15	実データの所在*	実データの所在（システム内、システム外）	◎
16	ソースデータ名	ソースデータの名称（No14が「システム外」の場合必須）	○
17	ソースデータの作成者	ソースデータを作成した機関（No14が「システム外」の場合必須）	○
18	ソースデータの所在	ソースデータの提供先(URL）（No14が「システム外」の場合必須）	○
19	ソースデータ形式	ソースデータのフォーマット	△
20	ソースデータの座標系	ソースデータの座標系	△
21	ソースデータの精度	ソースデータの縮尺レベル、解像度	△
22	ソースデータ収集期間	ソースデータが収集された期間	△

2-7(3) 時間情報の扱い方

地物/事象データが持つ時間に関する情報を空間IDに関連付けて、空間IDと時間を用いた管理や検索ができるようにする。

時間情報の種類

【瞬時的情報】発生時刻、予測時刻等を「対象時刻」列で保持（例：気象情報）

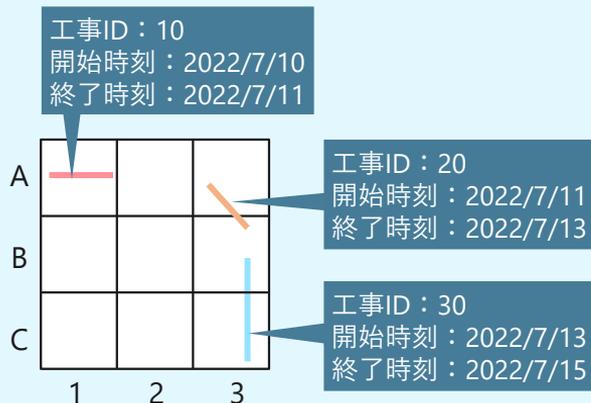
【期間的情報】実在期間、計画期間等を「開始時刻」と「終了時刻」列で保持（例：道路工事情報）

時間情報のメタデータ管理

時間情報を持つデータセットがある場合は、メタデータ項目「データの範囲（時間要素）」に対象時刻・期間を記載する。

時間情報の管理と検索の例

想定例) 自治体（道路管理部署）の道路工事情報管理



道路工事区間データ（期間的情報）

空間ID	工事ID	開始時刻 (JST)	終了時刻 (JST)
1A	10	2022/7/10	2022/7/11
3A	20	2022/7/11	2022/7/13
3B	20	2022/7/11	2022/7/13
3B	30	2022/7/13	2022/7/15
3C	30	2022/7/13	2022/7/15

ボクセル-道路工事リンクテーブル
(地物/事象データの時間情報をリンクテーブルに付加)

想定例) 事業者の工事計画における
地域全体の道路工事計画検索
Q. 7/12-7/14 に工事が行われるボクセルは？

		3A
		3B
		3C

Q. 7月に空間ID「3B」で行われる工事は？

空間ID	工事ID	開始時刻 (JST)	終了時刻 (JST)
3B	20	2022/7/11	2022/7/13
3B	30	2022/7/13	2022/7/15

1 ユースケースの具体化

2 空間の分割方法・空間IDの基本仕様

3 3次元空間情報基盤のアーキテクチャ

4 共通機能の整備

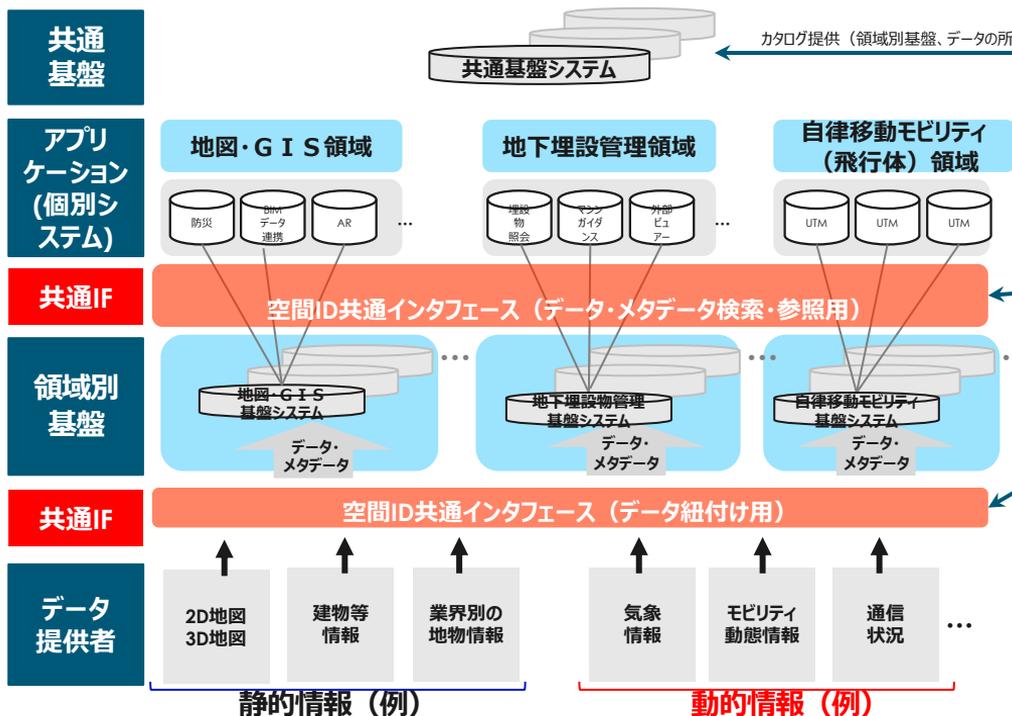
5 本プロジェクトにおける今後の取組

6 御意見を頂きたい論点

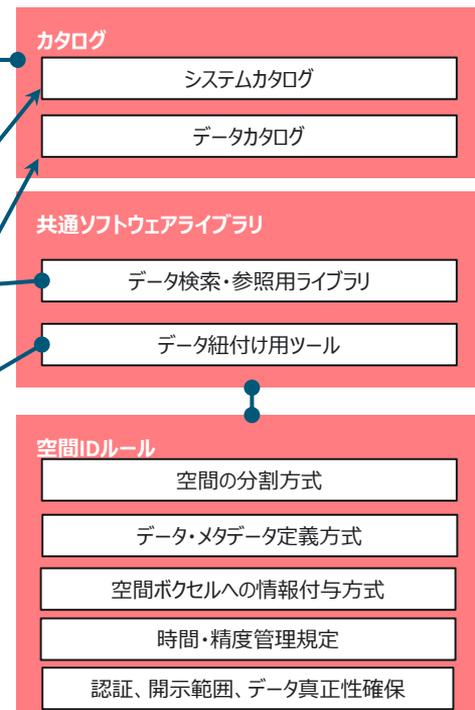
3-1 協調領域として整備する機能（案）

協調領域として、空間IDルール、共通ソフトウェアライブラリの設計・整備、及び機能拡張のための仕様作成を協調領域として段階的に整備する。尚、データ統合、物理基盤等は競争領域として領域別基盤を個別かつ自由に活用・構築を行う。

分散型の基盤システムアーキテクチャ



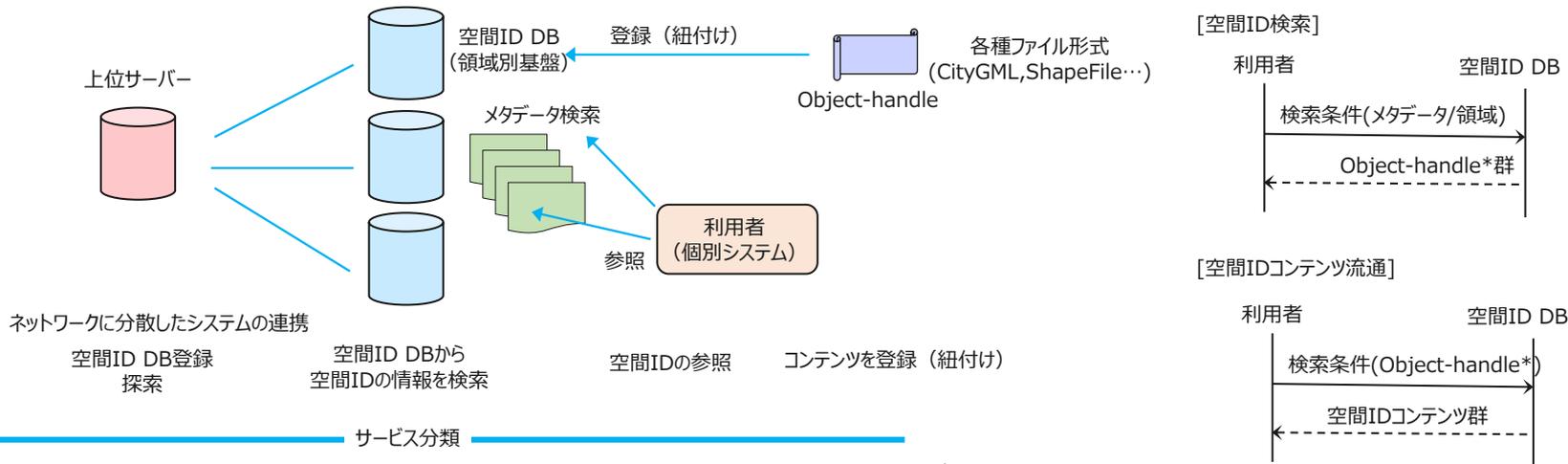
領域横断の協調領域の機能（案）



共通基盤の機能として、領域間の共通機能やデータの所在を共有可能なカタログは必須とし、今後の実証結果により機能拡張を進める。

3-2(1) 協調領域機能：空間ID共通インターフェースが提供する機能

ネットワークに分散した空間ID情報を検索・取得するためのインターフェースについて、基本的なインターフェースは共通化して規定する一方で、空間IDは様々な領域で利用されることを踏まえ、拡張性・柔軟性を確保する仕組みを備えることを目指す。



サービス分類			
分散管理 (ディレクトリ管理)	空間ID検索 (レジストラー、メタデータ)	空間IDコンテンツ流通	コンテンツ登録
手続き	単一(unary)/分割設定/分割応答/通知(push)		
プロトコル	http / gRPC 認証		

パラメータを規定
 ・サービス毎に分類
 ・拡張性・柔軟性 (ユーザ定義) を確保

共通の手続きを規定
 ・取得・登録 (データ分割含む)
 ・通知 (変化時通知、更新差分通知)

汎用的なプロトコルを適用
 ・サーバーシステム間：gRPC
 ・クライアントサーバ：https + JSON query, SSE

*Object-Handle (オブジェクトハンドル)
 オブジェクト指向のプログラミング言語で使用される。操作対象とするオブジェクト (画面、ファイル、DB等) を一意に区別する識別子を指す。
 本報告書では、領域別基盤内で、利用者が指定した空間ID集合や空間ボクセルデータ集合を示す一意の値を指す。

3-2(2) 協調領域機能：空間ID共通インタフェースが提供する機能

参考例：パラメータセマンティクス概要草案

空間IDは次の2つの利用方法を想定する。
 ・対象領域を指定する（主にリクエストで利用）。
 ・建造物等の対象物を表現する（主にレスポンスで利用）。

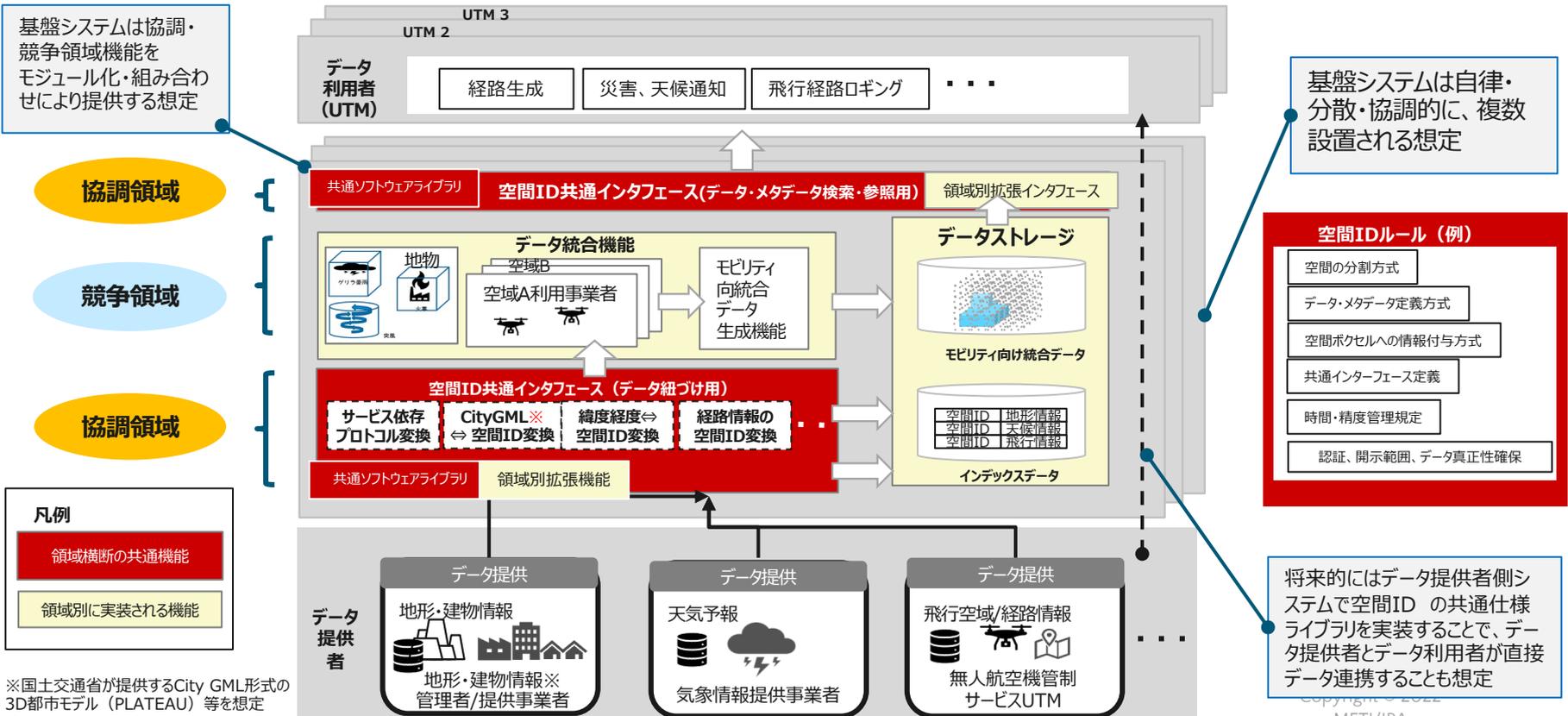
サービス分類	宛先	リクエスト		レスポンス	
		パラメータ	備考	パラメータ	備考
分散管理	共通基盤システムに基づく分散サーバ（上位サーバ）	領域	事業領域等	空間ID DBアドレス	空間ID検索のための情報
		区域	空間IDで表現		
		種別	地物・気象等のデータ種別		
空間ID検索	空間ID DB	メタデータ	検索のためのクワイテリア	Object-handle群	空間IDコンテンツをまとめる識別子
		区域	空間IDで表現		
		種別	地物・気象等のデータ種別・ユーザ拡張可		
空間IDコンテンツ流通	空間ID DB	Object-handle	空間IDコンテンツ指定	空間ID群	Objectを表現する空間ID群
				属性情報	Objectに属する情報・ユーザ拡張可
コンテンツ登録	空間ID DB	CityGML ShapeFile	各種3D表現形式	-	空間IDに変換するなどしてデータを保持
		位置情報	3D表現形式の示す原点座標		
		ソースリンク	登録するソースリンク（Object-handleのひとつ）		

空間ID検索+空間IDコンテンツ流通ハイブリッド形式（空間ID検索リクエスト+空間IDコンテンツ流通レスポンスによりObject-handleを介さない形式）についても規定する。
 上記に基づきパラメータのシンタックスを定め複数のインタフェースを規定する。

パラメータ定義はprotocolBuffer(gRPC)等で定義し、これを公開することで、拡張性を保つ（案）。
 情報流通においては、サーバー間gRPC、サーバークライアント間にREST(http/JSON)を適用する（案）。

3-3 自律移動モビリティ（ドローン向け）基盤システム構成（例）

ドローン向け基盤システムは、地形・建物等に関する静的データに加えて、気象や事業者による空域利用等の動的データについて、空間IDを共通インデックスとして、検索・統合して提供する機能を持つ想定。



※国土交通省が提供するCity GML形式の3D都市モデル (PLATEAU) 等を想定

3-4 ボクセルデータ項目（ドローン飛行計画作成/運行管理）

準動的・静的な情報についても、飛行時には計画時からの変化に対して、即時の共有が求められる。このため、3次元空間情報基盤システムの即時情報共有対象データの軽量化等を考慮していく必要がある。

		データ項目		
		協調	競争	更新頻度
 動 準動 静	<ul style="list-style-type: none"> ・有人機情報 ・無人機情報 ・緊急情報(飛行禁止エリアの設定) 	<ul style="list-style-type: none"> ・飛行計画からの更新情報 	<ul style="list-style-type: none"> ・秒～分(飛行時) 	
	<ul style="list-style-type: none"> ・飛行計画情報 	<ul style="list-style-type: none"> ・気象情報 ・人流情報 	<ul style="list-style-type: none"> ・時間～日(飛行計画時) 	
	<ul style="list-style-type: none"> ・規制情報(飛行禁止/制限空域の設定) ・地物情報(PLATEAU) ・地形情報(国土地理院) 	<ul style="list-style-type: none"> ・地物(鉄塔・送電線・建物等) ・地形情報(河川、道路等) ・通信カバレッジ情報 ・衛星測位情報 	<ul style="list-style-type: none"> ・日～年(飛行計画時) 	

機能要求			
アクセス制御	登録・紐付・統合	保持	共有(検索・通知)
<ul style="list-style-type: none"> ・競争領域データは開示範囲を情報提供者が制限 ・協調領域データは基本的には広くアクセスを認める(一部規制情報でアクセス制限する必要のある情報についてはユースケース具体化が必要) 	<ul style="list-style-type: none"> ・地物情報は空間の占有/非占有としての表現が必要 ・人流/統計等の2次元の情報と、空間占有/気象/電波(通信/衛星測位)状態等の3次元で表現される情報の統一的な空間への紐づけが必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・協調領域で変換(CityGML→空間占有情報)の必要となるデータについては変換済みデータの一時保存が必要 ・競争領域データ(気象/通信カバレッジ/衛星測位/人流情報)については情報提供者から直接入手 	<ul style="list-style-type: none"> ・飛行計画時は情報利用者からの検索(REST API等) ・飛行時は飛行計画時からの差分/変化の即時的な通知(gRPC, MQTT等)

今後の検討事項

- ・データの信頼性担保や、指標を誰が整備・管理するか。
- ・信頼性担保のための指標を情報提供者と利用者で共有するための仕組みをどうするか。

- ・飛行計画時、飛行時に情報を共有するための情報検索、通知用I/Fライブラリの仕様はどうするか。

なお、飛行時に必要となる有人機/無人機等の動態情報については、ADS-B/Remote ID等既存共有方式との連携/役割分担、飛行計画情報の共有について、FIMS等の既存方式との連携/役割分担など、既存方式との連携も必要になると考えられる。

3-5 地図・GIS領域用基盤システム構成（例）

地図・GIS領域用基盤システムは様々な空間データを空間IDと紐付けて、空間IDを利用するための協調領域/競争領域機能をデータ利用者のシステム/クライアントに提供する想定。

共通ソフトウェアライブラリ

- 緯度経度 ⇄ 空間ID変換
- 図形 ⇄ 空間ID変換
- CityGML ⇄ 空間ID変換
- ...

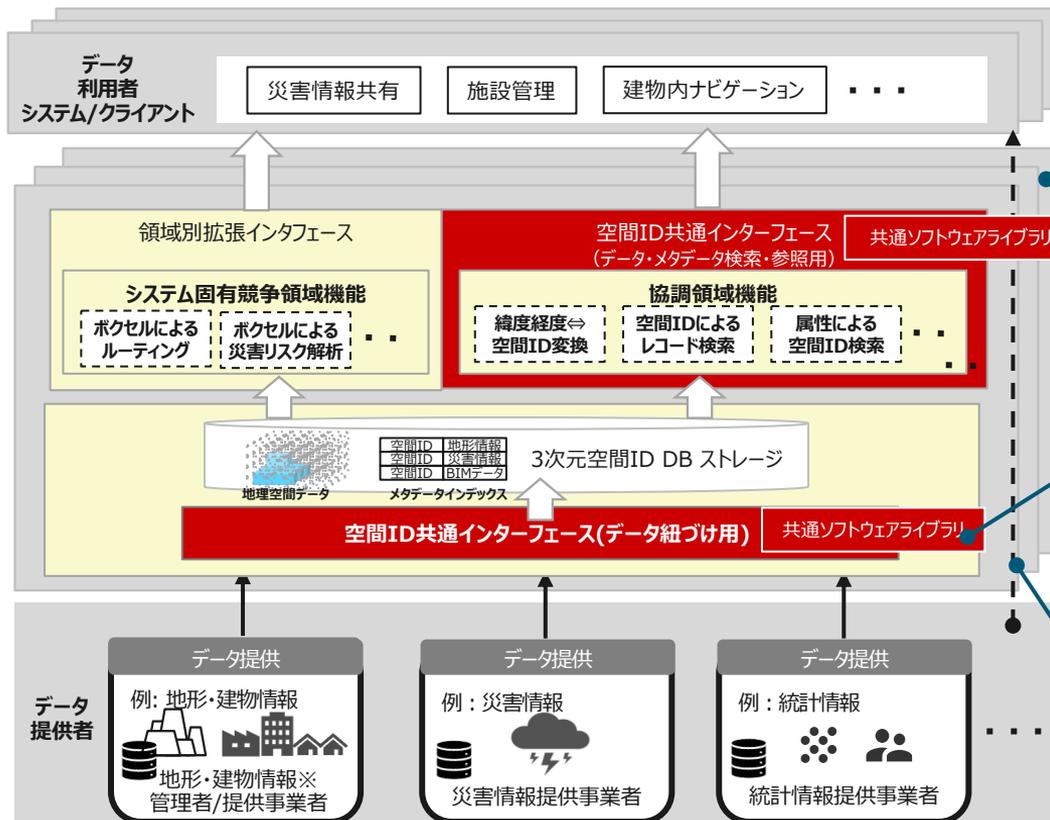
空間IDルール（例）

- 空間の分割方式
- 幾何形状情報及びメタデータ定義方式
- 空間ポクセルへの情報付与方式
- 共通インターフェース定義
- 時間・精度管理規定
- 認証、開示範囲、データ真正性確保

凡例

- 領域横断の共通機能
- 領域別に実装される機能

※国土交通省が提供するCity GML形式の3D都市モデル（PLATEAU）等を想定



基盤システムは自律・分散・協調的に、複数設置され、協調領域機能の他に、基盤システム毎に固有の競争領域機能をj提供する想定

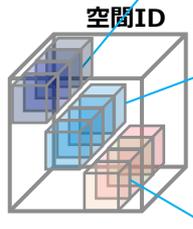
空間IDの協調領域の機能を提供するインターフェースやツールは空間IDの共通ライブラリを活用して開発される想定

将来的にはデータ提供者側システムで空間IDの共通仕様ライブラリを実装することで、データ提供者とデータ利用者が直接データ連携することも想定

3-6 空間IDが連携するデータ項目（地図・GIS）

地図・GIS分野において、動的なユースケースについては、高頻度のデータ更新が求められる。それに応じて、3次元空間情報基盤システムに対する性能要求も高度化していく。

	データ項目		
	協調	競争	更新頻度
動	<ul style="list-style-type: none"> 緊急警戒情報 	<ul style="list-style-type: none"> 気象情報(局地) 	<ul style="list-style-type: none"> 分～時間
準動	<ul style="list-style-type: none"> ジオフェンス(通行不可エリア) 	<ul style="list-style-type: none"> 気象情報(広域) 人流・混雑情報 	<ul style="list-style-type: none"> 時間～日
静	<ul style="list-style-type: none"> 建物・地物 広域ハザード情報 統計情報 	<ul style="list-style-type: none"> 地図POI 物件情報 	<ul style="list-style-type: none"> 月～年



今後の検討事項

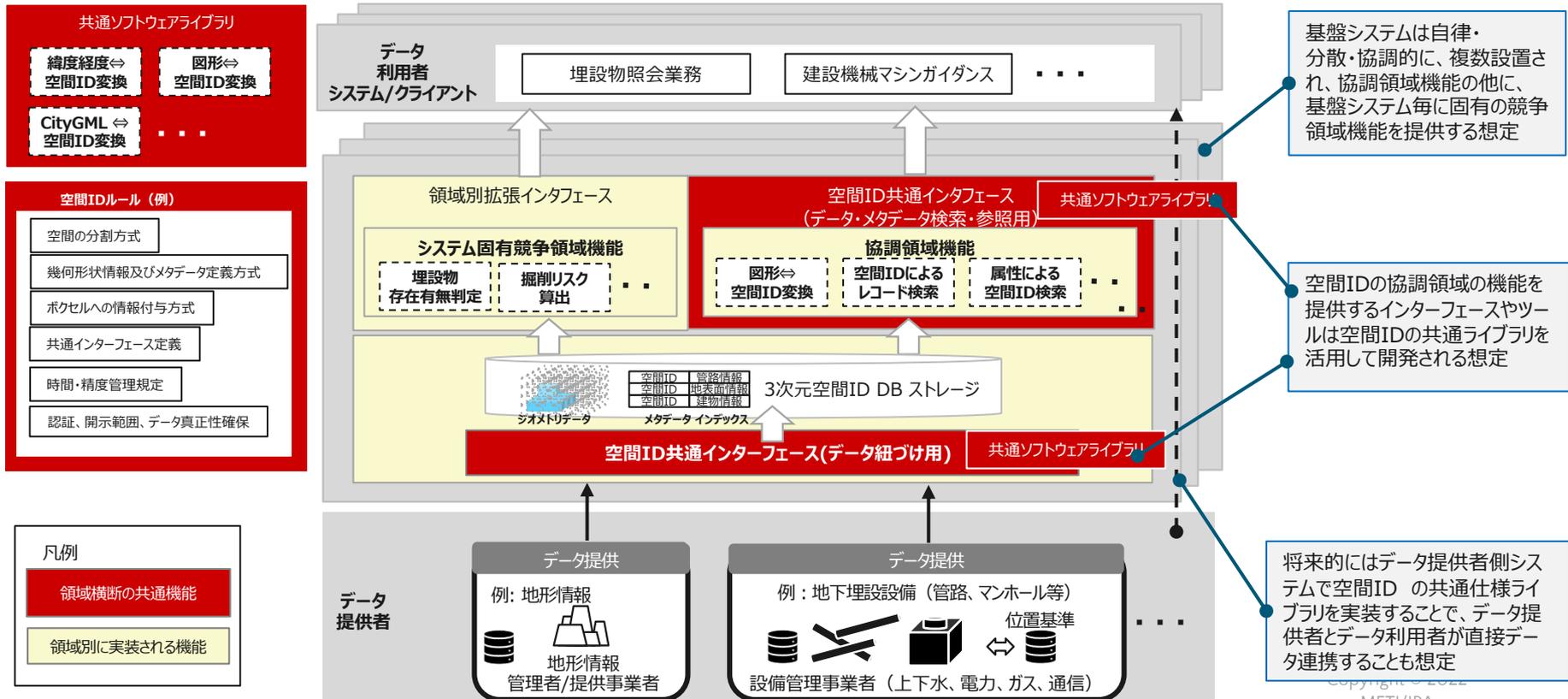
- データの種別に応じたアクセス・認証権限設定
- データの真正性・鮮度の担保

機能要求			
アクセス	登録・紐付・統合	保持	通信・検索
<ul style="list-style-type: none"> 競争領域データは認証・開示範囲に制限 協調領域データは広くアクセスを認める。 	<ul style="list-style-type: none"> 汎用的な言語でデータの登録・空間ID変換が可能なインポートツール データ提供側の環境によってはファイル交換にも対応 	<ul style="list-style-type: none"> 高速処理DB 更新情報を保持するキャッシュ機能 	<ul style="list-style-type: none"> リクエストに対して高速応答可能なREST API (HTTP/HTTPS など) 緯度・経度や属性など複数パラメータで検索可能なAPI

- 高頻度の更新が必要なアプリケーションにおける基盤側のDBやインターフェースの非機能・性能要件

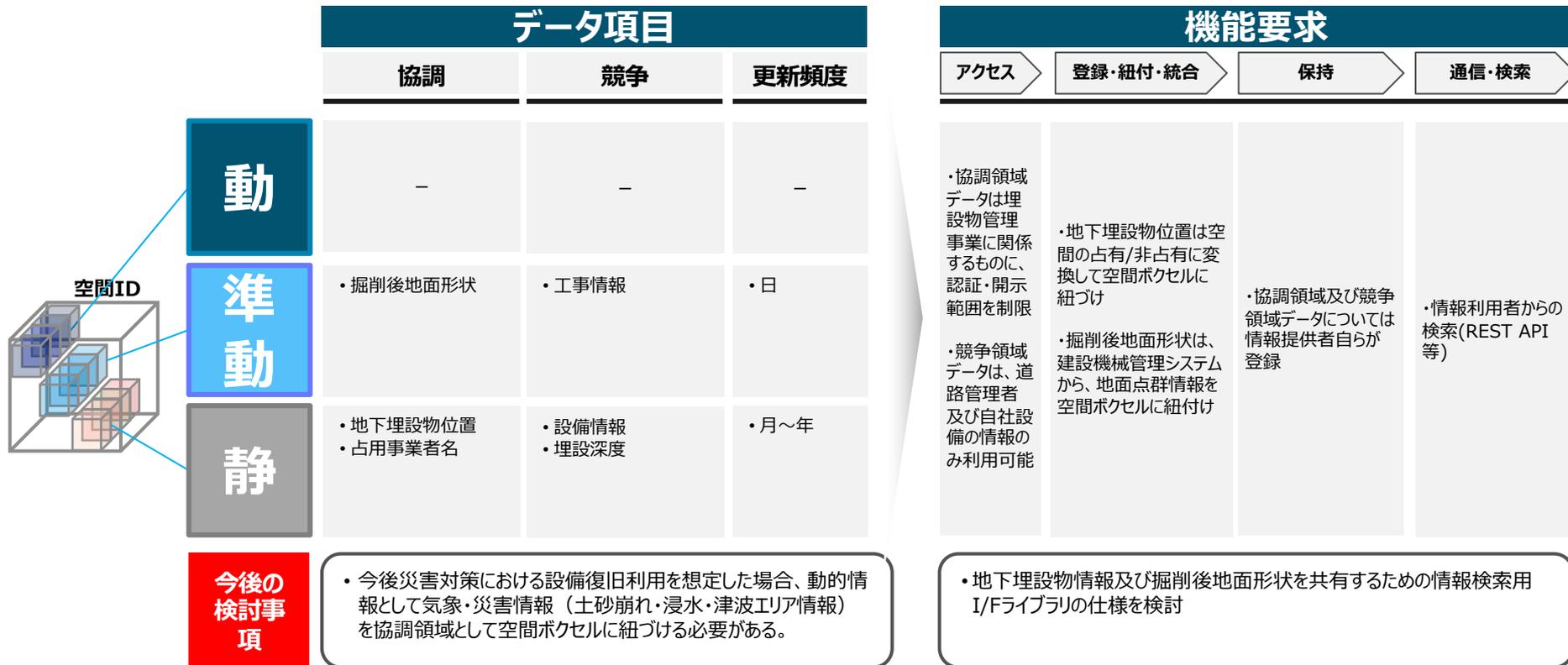
3-7 地下埋設領域用基盤システム構成（例）

地下埋設領域用基盤システムは地下埋設物等の事業者設備データの登録や、掘削範囲を指定する際の検索機能を複数のWebアプリケーションから利用するための機能を提供する想定。



3-8 空間IDが連携するデータ項目（地下埋設物管理）

地下埋設物に関しては静的データとして管理され、月～年単位で定期的に更新される。地下埋設工事が行われた際に、建設機械で取得された掘削後の地面形状等が準動的データとして管理される。



1 ユースケースの具体化

2 空間の分割方法・空間IDの基本仕様

3 3次元空間情報基盤のアーキテクチャ

4 共通機能の整備

5 本プロジェクトにおける今後の取組

6 御意見を頂きたい論点

4-1 共通仕様ライブラリの整備①

領域横断の利用を想定し、先行的に整備する共通仕様ライブラリの開発・提供条件については以下の通り検討中。共通性が高く実証に必要な最小限の機能を提示する。

番号	要求条件	要求に対する前提条件	検討状況（7月時点）
1	オープンソースとして提供され、ドメイン横断で共通的に頻度高く利用される機能を実装すること	<ul style="list-style-type: none">・実装する機能及び各機能の仕様についてはDADC/実証事業者間で協議を行い定義する（実証対象の全てのユースケースで共通的に利用される最小限の機能を実装）・実装にあたっては、市中のOSSライブラリの活用も可能とする。・実装対象とした機能については、実証用基盤システムに組み込み実証で検証を行う。・ユースケース個別に利用される機能の実装は今後の拡張対象候補とする。	<ul style="list-style-type: none">・実証事業者側で仕様案を検討済・実装言語の前提を置いたうえで利用予定のOSSライブラリは調査済・実証ユースケース中の利用シーンを確認中
2	再配布可能な形式かつ、利用側に構築の負担をかけない形で提供されること	<ul style="list-style-type: none">・計算式のみで演算可能な機能のみを対象とする（≠データベース構築を必要とするシステムとしての提供）・機能要求の実装を優先し、非機能要求（特に性能、拡張性）については利用側で対応する。	<ul style="list-style-type: none">・左記前提で実証事業者で実装案を検討済
3	共通的に利用される定義情報も同時に配布されること	<ul style="list-style-type: none">・地表面等が共通属性として利用される想定があるが、膨大なデータ量となることが想定されるため、共通ライブラリの開発において、共通属性のデータ整備は対象外とする。	<ul style="list-style-type: none">・高さ基準の変換に必要なデータの扱いは別課題として継続管理
4	複数のプログラム言語で提供されること	<ul style="list-style-type: none">・多数のプログラム言語での実装が利用の幅を広げる可能性はあるものの、言語の数分だけ開発、試験、運用が発生するため、スケジュール・コストに影響がある。そのため、本実証で最も利用可能性の高い言語1つのみの実装とし、その他の言語での開発は対象外とする。	<ul style="list-style-type: none">・短期間での実証及び、今後の普及を考慮し、開発者を確保しやすく可読性の高い実装言語として、今年度の実証においてはPython言語による実装を行う。

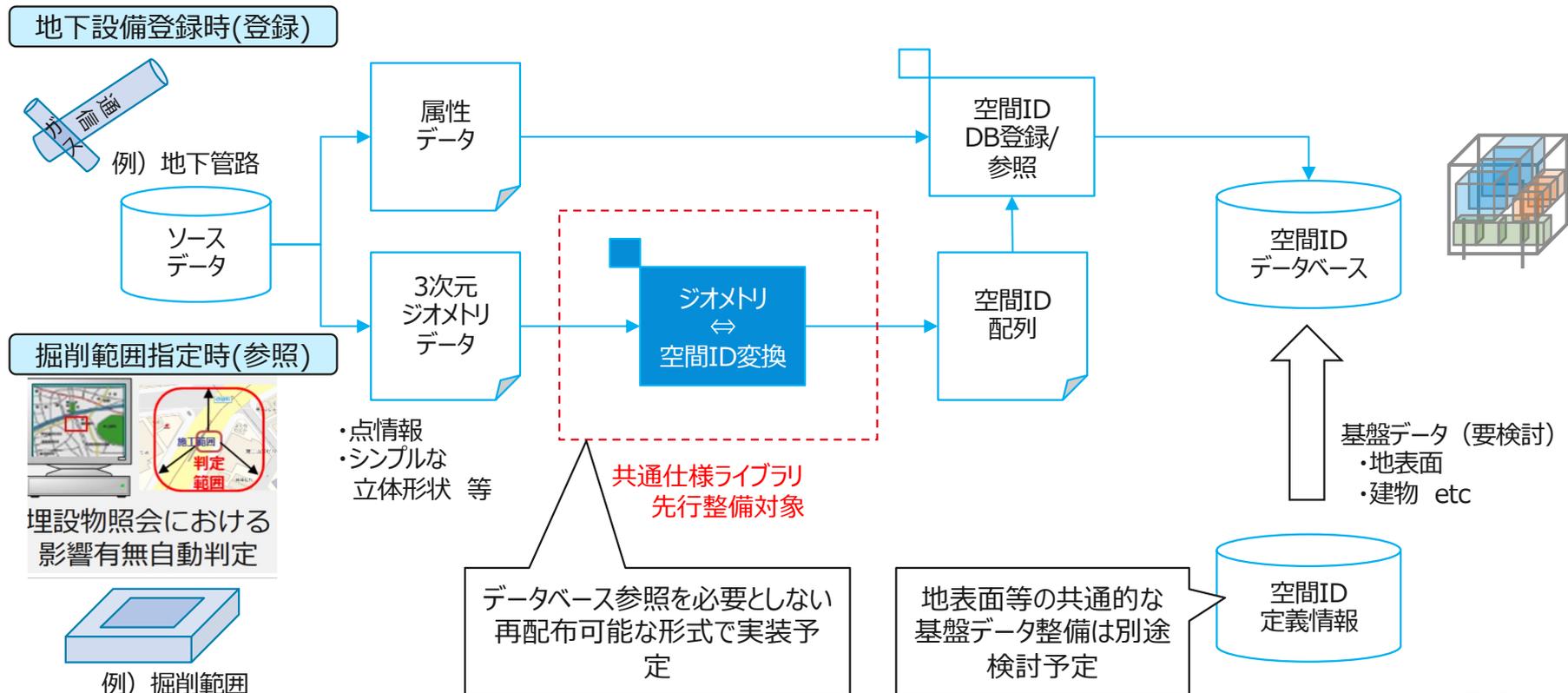
4-1 共通仕様ライブラリの整備②

領域横断の利用を想定し、先行的に整備する共通仕様ライブラリの開発・提供条件については以下の通り検討中。共通性が高く実証に必要な最小限の機能を提示する。

番号	要求条件	要求に対する前提条件	検討状況（7月時点）
5	利用者側で改変を可能とするため、実行形式のプログラムだけでなくソースコード、設計ドキュメントも提供されること（ただし、改変は自己責任）	<ul style="list-style-type: none"> ・著作権、及びOSSライセンス種別を設定する必要があるため、DADC/実証事業者との協議事項となる ・改変を前提とした非コピーレフト型のライセンスの設定を想定（MIT License、Apache License、BSD License等） ・市中のOSSライブラリを活用する場合も、同様のライセンスのものを選定する 	<ul style="list-style-type: none"> ・実証事業者側で非コピーレフトライセンスを想定して実装検討、ライブラリ選定を実施中 ・OSS化した後の運用イメージ・普及展開イメージを検討予定
6	オープンソースとしての提供後も利用者へのサポートや継続的機能追加が提供されること	<ul style="list-style-type: none"> ・実証事業期間中に発生した不具合の修正は、本実証で使用する範囲に対して実施（活用する市中OSSライブラリ側で発生した不具合については不具合解決を保証できないため、利用側でも回避策を検討する） ・次年度以降は別途保守が継続される前提とする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・次年度以降の扱いは番号5と合わせて検討予定
7	ソフトウェア/ドキュメントの品質は一定の品質基準を満たしていること	<ul style="list-style-type: none"> ・提供するソフトウェアの品質指標/品質基準及びドキュメントの記載レベルについてもDADC/実証事業者で協議の上決定する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ドキュメント記載レベルは実証事業者側でサンプル等で今後確認予定 ・品質基準については、仕様が確認できた後に実証事業者を確認・協議予定

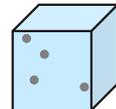
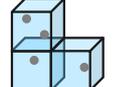
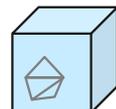
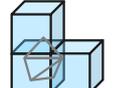
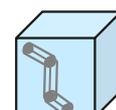
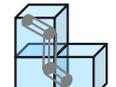
4-2 共通仕様ライブラリの整備 実装方式案

領域横断で最も共通性の高い機能の一つとして「ジオメトリと空間IDの変換」が挙げられる。データベース参照を必要としない再配布可能な形式とするため、計算式のみで演算可能な実装方式を検討する。



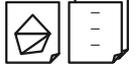
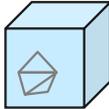
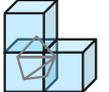
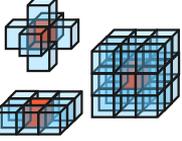
4-3 領域横断で利用を見込む共通機能（ライブラリ）①

想定されるユースケースを踏まえ、領域横断で利用を見込む共通機能は以下の通り。まずはシンプルな形状から対応し、複雑な形状は下記の組み合わせによって対応する。

No.	分類	想定する利用シーン・用途	主な入力データ	主な出力データ	実装イメージ
1	ジオメトリ ⇒空間ID	点座標（複数）を空間IDに変換する	緯度・経度・高度の配列	空間IDの配列	<p><u>Input</u></p>  <p>1つ以上の点座標群</p> <p>レベルM ⇒ </p> <p>レベルN ⇒ </p> <p><u>Output</u></p> <p>空間IDリスト {XXX}</p> <p>空間IDリスト {XXX1, XXX2, XXX3}</p>
2	ジオメトリ ⇒空間ID	閉塞範囲（穴の開いている箇所を除く）を含む空間を空間IDに変換する	緯度・経度・高度の配列	空間IDの配列	<p><u>Input</u></p>  <p>三角形ポリゴンの集合</p> <p>レベルM ⇒ </p> <p>レベルN ⇒ </p> <p><u>Output</u></p> <p>空間IDリスト {XXX}</p> <p>空間IDリスト {XXX1, XXX2, XXX3}</p>
3	ジオメトリ ⇒空間ID	ウェイポイント配列を空間IDに変換する (複数の点座標を直線で繋ぎ、太さを持たせた形状)	緯度・経度・高度の配列、直径	空間IDの配列	<p><u>Input</u></p>  <p>円柱の中心の接続点/ 円柱の直径（半径）</p> <p>レベルM ⇒ </p> <p>レベルN ⇒ </p> <p><u>Output</u></p> <p>空間IDリスト {XXX}</p> <p>空間IDリスト {XXX1, XXX2, XXX3}</p>

4-3 領域横断で利用を見込む共通機能（ライブラリ）②

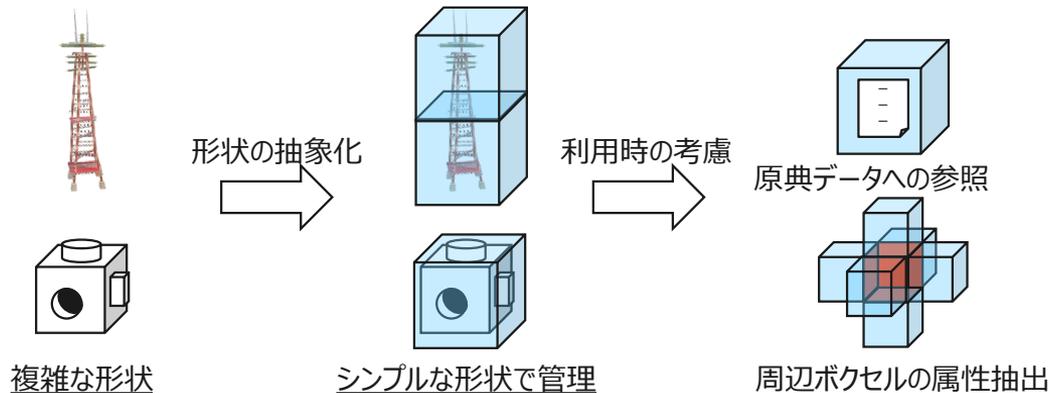
各ユースケースにおいて、ライブラリを組み合わせることで最低限必要な機能が充足するか、実証事業者からのヒアリングを実施中。

No.	分類	想定する利用シーン・用途	主な入力データ	主な出力データ	実装イメージ
4	ジオメトリ ⇒空間ID	3次元の構造物情報（シェープファイル形式）を空間IDに変換する	シェープファイル形式の3Dデータ	空間IDの配列	<p>Input</p>  <p>.shp .dbf等 構造物情報 (シェープファイル形式)</p> <p>レベルM ⇒ </p> <p>レベルN ⇒ </p> <p>Output</p> <p>空間IDリスト {XXX}</p> <p>空間IDリスト {XXX1, XXX2, XXX3}</p>
5	周辺空間ID取得	点座標の周辺の空間を空間ID（6個または8個）に変換する	緯度・経度・高度	空間IDの配列	<p>Input</p> <p>空間ID {XXX}</p>  <p>指定する空間ID (座標の場合No1で変換)</p> <p>⇒ </p> <p>指定した空間ID周辺の空間ID取得</p> <p>Output</p> <p>空間IDリスト {XXX1, XXX2, XXX3 ...}</p>
6	周辺空間ID取得	空間IDを指定して周辺の空間の空間ID（6個または8個）に変換する	空間ID	空間IDの配列	
7	空間ID⇒ジオメトリ	空間IDからボクセルの頂点の座標（8点）に変換する	空間ID	緯度・経度・高度の配列	<p>Input</p> <p>空間ID {XXX} ⇒ </p> <p>⇒ </p> <p>Output</p> <p>8つの頂点の座標</p>

4-4 前回検討会からの個別論点①

共通ライブラリの機能は単純な機能に限定されているが、現実の複雑なデータに対応可能か。

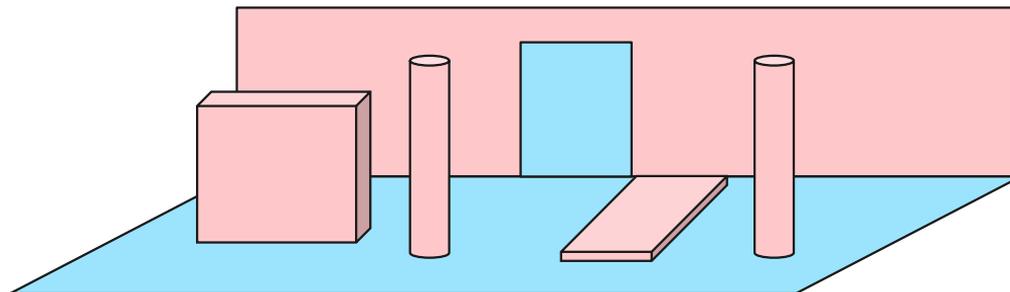
- ・3角形ポリゴンの集合体で複雑な形状も表現することは可能
- ・一方で複雑な形状を正確に再現することは空間インデックスとしての役割と相反する。
- ・複雑な形状に対応すればするほどライブラリ開発者/利用者のコストもかかるため、空間IDデータ整備～空間ID利用において“適度な抽象度”で管理するラインを実証を通じてドメイン毎に検討していく。
- ・複雑な形状が必要な場合、原典データへの参照情報を属性として保持することや、形状の抽象化により過大・過少にボクセルへの紐づけが行われる想定で属性の付与・検索方法を考慮する。



実証を通じて
ドメイン毎に
事例を蓄積する

通れる・通れないといった属性を紐付ける機能も今後検討が必要ではないか。

- ・公共空間においては共通属性として利用される可能性は高い。
- ・一方でユースケースごとに通れる・通れないの条件は異なる（空間の広さと移動体の大きさ）。
例）床面移動：歩行空間、サービスロボット移動可能空間、自動運転車…
空中移動：ドローン飛行可能空間…
- ・ユースケース実証を通じ、以下の内容について検討を進める
 - ・領域別基盤システムで利用する属性の共通項の抽出
 - ・通れる・通れないといった属性を付与するための元データの収集や効率的なデータ整備手法の検討



4-4 前回検討会からの個別論点③

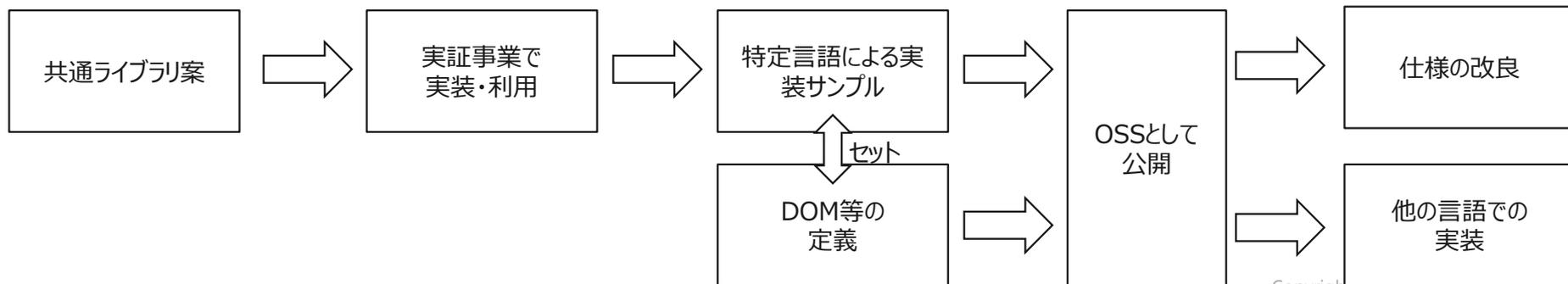
共通ライブラリの仕様については、DOMの仕様のように特定の言語に依存せずメソッドやプロパティを定める方法で定義すると良いのではないか。

以下の手順で検討を進めていく

<検討手順>

- ・実証実施に必要な最小限の範囲において、特定言語での実装を行う。
- ・共通となる機能を実証を通じて明らかにする。
- ・DOMの仕様等も参考に、言語に依存しない抽象化した定義を行う。
- ・抽象化した定義と実装サンプル（OSS）をセットで公開する。
- ・実装サンプルを基にした仕様の改良、あるいはDOM等の定義による他言語での実装

<検討手順イメージ>



4-4 前回検討会からの個別論点④

ドローン等のエアモビリティでは、水平移動が垂直移動より速く、高さ方向をより細分したいニーズがあるので、

- ① 垂直粒度と水平粒度を個々に指定できないか。
- ② もしくは、扁平な空間ボクセルを定義できないか。

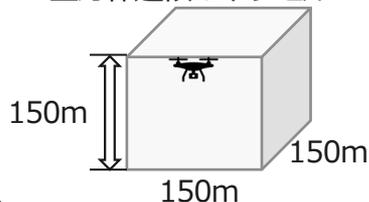
課題認識

- ・ドローンは水平方向の移動が中心
- ・気象データ等は比較的大きなメッシュサイズで提供
- ・例えば150mメッシュの気象データの場合、飛行可能高度は150mのため、立方体形状の場合は1ボクセルとなる(平面と変わらない)

垂直粒度と水平粒度はセット

精度	緯度	経度	高さ
0			
1			
.			
26			

立方体近似のボクセル



検討状況

- ① 垂直粒度と水平粒度を個々に指定
多様な形状のボクセルを定義可能とした場合、組み合わせが膨大になるため、**データの互換・交換が行いにくい**。
- ② 扁平な空間ボクセルを定義
移動体の速度にも依存しユースケース毎に異なる可能性が高いため、現時点では**適切な扁平率が不明**。

① 垂直粒度と水平粒度を個々に指定

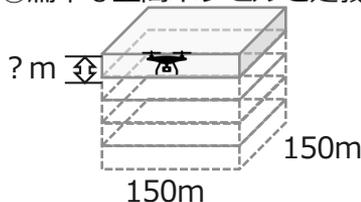
精度	緯度	経度
0		
1		
.		
26		

×

精度	高さ
0	
1	
.	
26	

組み合わせが膨大
→データ交換に課題

② 扁平な空間ボクセルを定義

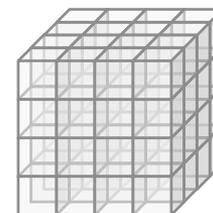


適切な扁平率
→ユースケースごとに異なる

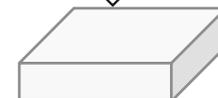
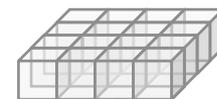
当面の方向性

- ・正立方体近似のボクセル形状として仕様検討を進め、今後の実証等を通じて問題がある場合は見直す。
- ・扁平ボクセルは、より粒度の細かいボクセルの集合として取り扱うことも可能であるため、機能としてボクセル集合を扱う処理方式を検討する。

立方体近似



属性の利用によるグルーピング



精度	緯度	経度	高さ
0			
1			
.			
26			

1 ユースケースの具体化

2 空間の分割方法・空間IDの基本仕様

3 3次元空間情報基盤のアーキテクチャ

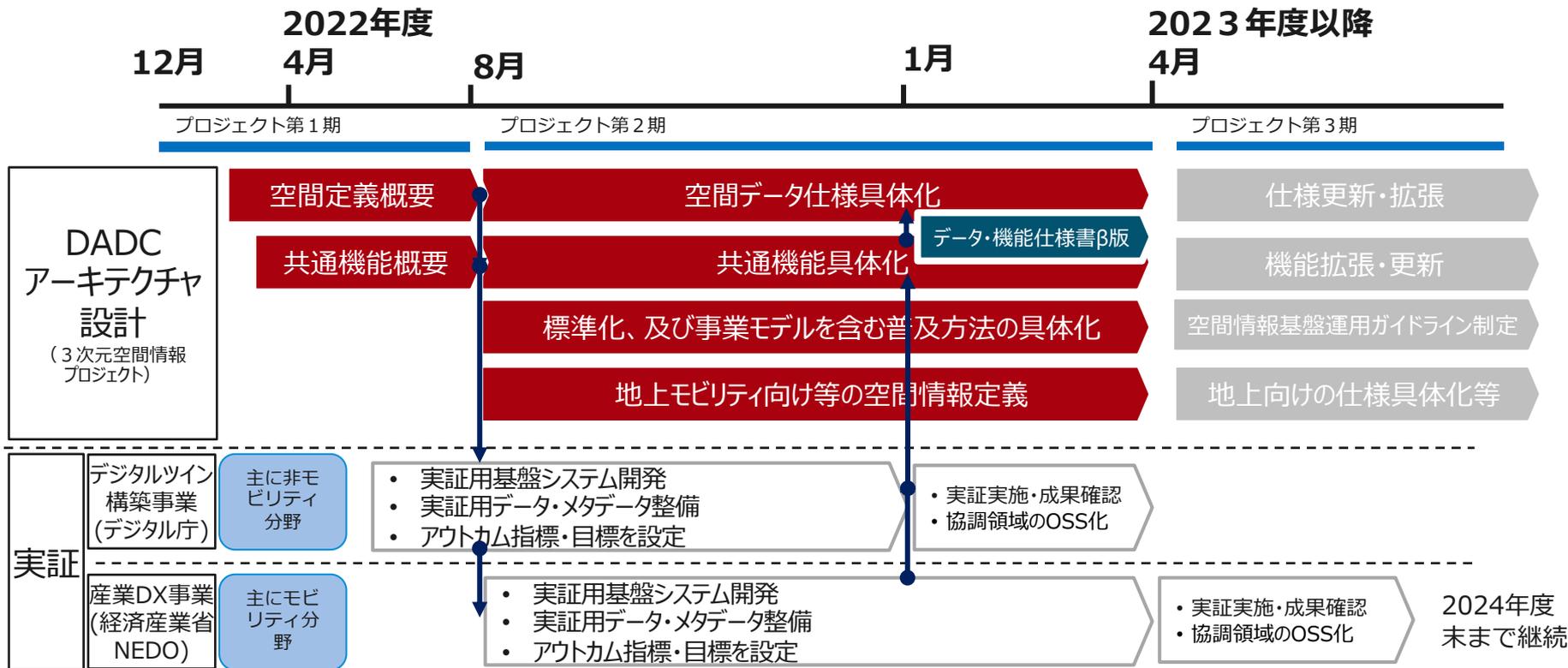
4 共通機能の整備

5 本プロジェクトにおける今後の取組

6 御意見を頂きたい論点

5-1 本プロジェクトにおける今後の取組

プロジェクト第1期の成果をもとに、プロジェクト第2期では実証事業者と連携して空間データ仕様等の具体化や空間情報基盤の運用方法、普及策の検討を進める。また、地上モビリティや海上用途の検討を行う。



5-1 プロジェクト第2期の検討事項（予定）

プロジェクト第2期では、第1期の検討を具体化し、データ・機能仕様書として取り纏める。また、標準化施策や空間情報基盤の運用についても検討する。更に地上モビリティを中心にユースケースを追加していく。

プロジェクト第2期の検討事項（予定）

プロジェクト第2期のテーマ

空間データ仕様具体化

データ・機能仕様書β版

共通機能具体化

標準化、及び事業モデルを含む普及方法の具体化

地上モビリティ向け等の空間情報定義

プロジェクト第1期を引継ぎ、ドローン、GIS、地下埋設物の各領域について、データ仕様を具体化する。

プロジェクト第1期から引き続き、ライブラリ機能や共通インターフェースの仕様を具体化する。

グローバル標準化について調査と検討を行う。

空間情報基盤の運営方法等の事業モデルを検討する。

空間情報の真正性を保つための事業者認定等の具体的施策を検討する。

歩道走行ロボット、自動運転車、海上交通のユースケースを追加する。

5-2

5-3

5-4

5-5

5-2 空間IDの普及・社会実装に向けた標準化の進め方①

- 空間IDの標準化戦略において、国内外でのデジュールスタンダードの獲得と並行して、よりスピード感のある、デファクトスタンダードを確保することが重要。
- そのため、まずはデファクトスタンダードの実現に向け、ステークホルダーを巻き込んだ実証実験を進めつつ、並行して国内外のサービスや標準化の動向やユースケース等を見据え、諸外国に対して積極的に情報発信を行う。その上で、デジュールスタンダードの確実な獲得を目指す。

デファクトスタンダード

市場での普及を通じての事実上の標準

ステークホルダーを巻き込んだデファクトスタンダード化

- 1) 規格検討段階からの関係企業・団体や省庁との共同検討
- 2) 実証・研究開発段階からのユースケースを想定した開発
例) 自律移動するモビリティの運行管理支援
GIS における3次元地理空間情報の重畳の簡易化
地下埋設物の照会や建設機械の掘削支援 等

デジュールスタンダード

公的な標準化組織が開発する標準規格

国内外のサービスや標準化の動向把握及びデジュールスタンダードの獲得

- 1) 国内外のサービスや標準化の動向把握、実証結果を踏まえたユースケースの整理、情報発信及び諸外国との仲間作り
- 2) ISO、国連Open GIS イニシアティブ、OGC等に対する提案

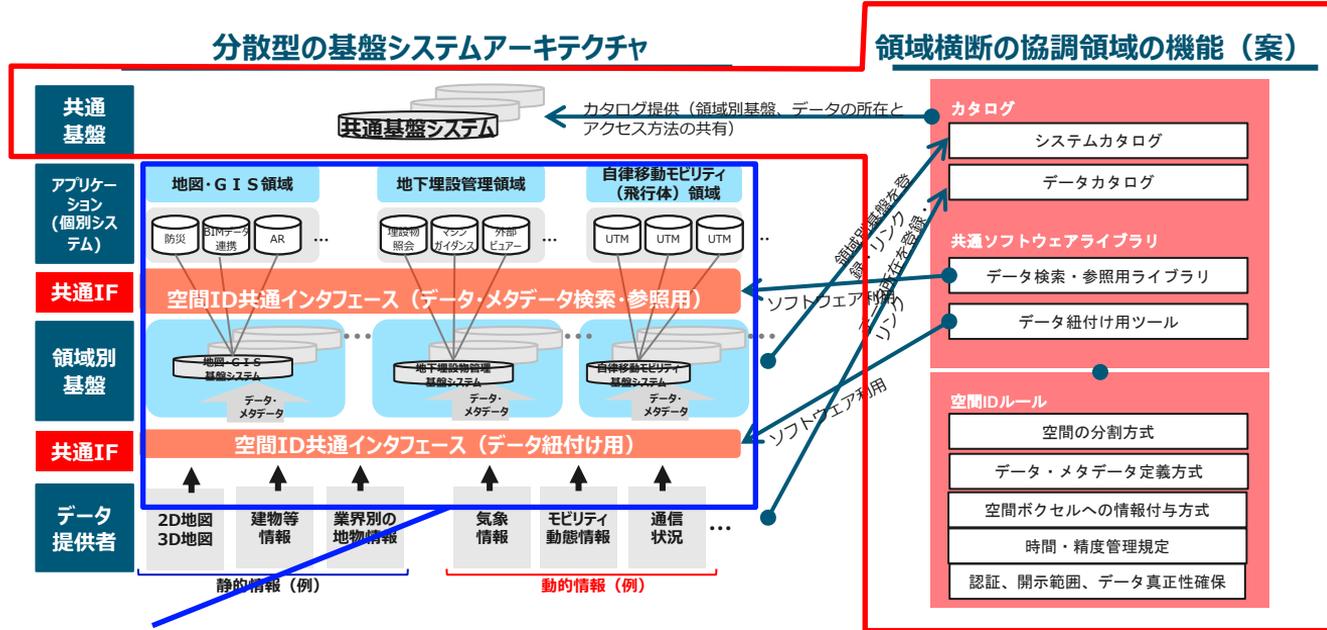
将来ビジョン検討会における議論内容を踏まえて検討のアプローチや具体案を検討中。

第4回 自律移動ロボット将来ビジョン検討会 指摘事項（要旨）

- 今後は**標準化戦略**、**海外へのインフラ輸出**等も含めた先を見据えた展開が不可欠である。
- **デファクト**での世界展開を推進するか、**デジュール**に持ち込むかはDADCが戦略的に進めるべき。**標準化小国/日本が勝つためにはデジュールが必要ではないか。**
- デジュールスタンダードを目指すにしても、**関係者の巻き込み（デファクト）**が重要である。
- 標準化は**ミニマルなガイダンス**であるべきだが、安全性を担保するためには、**ローカルの状況に則した適切なルール作り**が必要ではないか。
- 海外展開を見据えると「**Why Japan ?**」という問いにも**対応できる強みが必要**ではないか。
- **高度な人材育成**に繋がる**コミュニティ形成**や**標準化**への取組が不可欠。標準化された空間IDを含む**パッケージソリューションの海外展開**が必要ではないか。
- **日本ならでは**の方向性、**認証機関**の設立等が必要ではないか。

5-3 空間情報基盤の事業モデル検討

プロジェクト第2期では協調領域の運営方法を中心に検討する。また領域別基盤の運営主体やマネタイズの方法を検討していく。

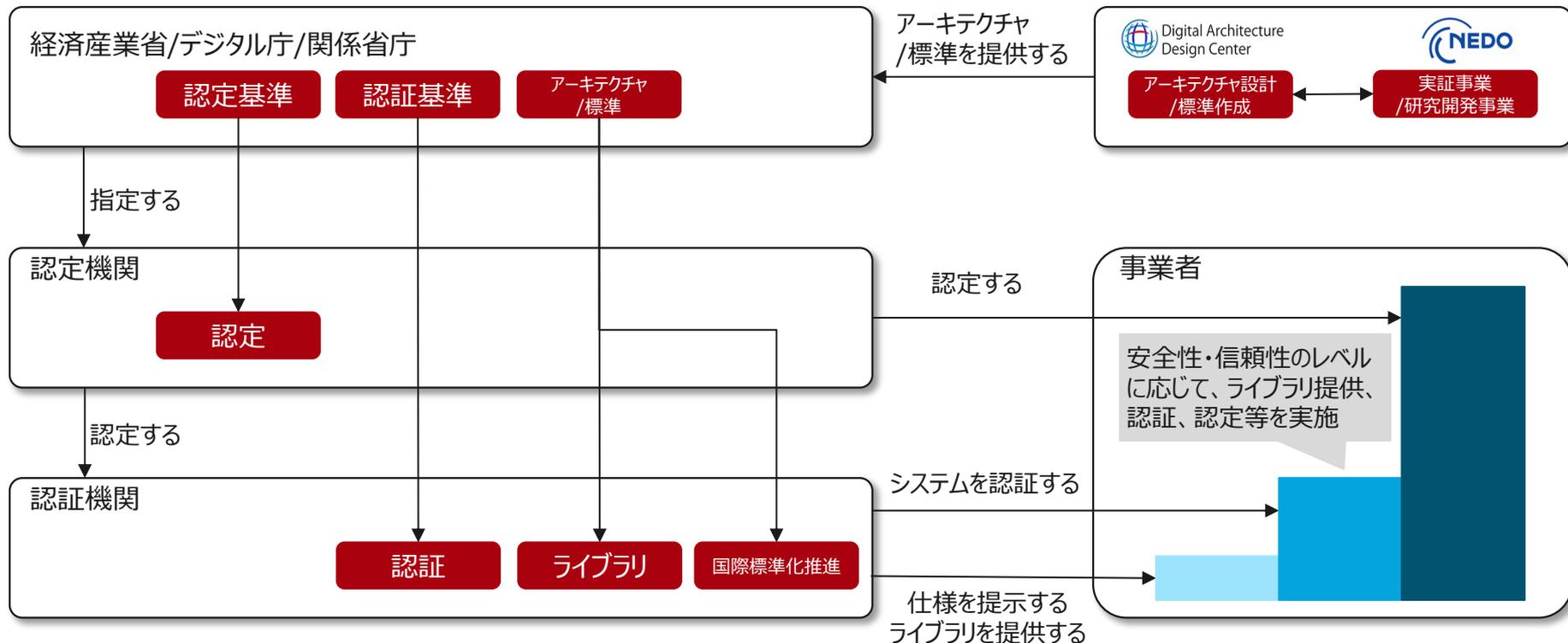


基盤運営主体やマネタイズ方法を検討

恒常的な運用していく仕組み (ソフトウェアの更新・追加含む) や知財取扱等を検討

5-4 空間情報基盤利用者の認定・認証及びデータ真正性の確保

空間情報を活用したLv 4 自律移動モビリティ用途では、誤ったデータの登録や改竄が事故のリスクに直結し得るため、データ登録者の認定等、データ真正性を確保するための施策を検討する。



プロジェクト第1期のユースケースに加え、地上モビリティ及び海上交通のユースケースに取り組む予定。

<プロジェクト第2期より空間情報の検討を開始予定のユースケース>

1. 歩道走行ロボット向け

- ・「車いすサイズの配送ロボット」が屋外でLv4歩道走行を行うために必要となる空間情報の整理
- ・配送ロボットが屋内と屋外を往来するための、屋内空間との情報連携方法を主たるテーマとしたアーキテクチャの検討。

2. 自動運転車（Lv4）向け

- ・自動運転車の安全で効率的な利用を促進するための空間情報の需要調査
- ・需要調査をもとに、協調型システムのアーキテクチャ検討及び空間IDのユースケース検討。

3. 海上交通向け

- ・海上向け空間情報の需要及び市場規模の調査

- 1 ユースケースの具体化
- 2 空間の分割方法・空間IDの基本仕様
- 3 3次元空間情報基盤のアーキテクチャ
- 4 共通機能の整備
- 5 本プロジェクトにおける今後の取組
- 6 御意見を頂きたい論点

PJチームからの進捗報告を踏まえ、以下についてご意見を頂きたい、お願い致します。

ご意見頂きたい論点

	大論点	小論点	関連ページ
1	ユースケース検討の方向性について	• 各ユースケースの検証項目・KGI	P5,7,10,14
2	空間の分割方法と空間IDの基本仕様検討について	• 高さの基準（ジオイドモデル定義） • 測地系 • 時間情報の扱い	P21 P23 P29
3	3次元空間情報基盤のアーキテクチャ	• 空間ID共通インターフェース • 空間IDが連携するデータ項目	P32-33 P35,37,39
4	プロジェクト第2期	• 第2期より空間情報の検討を開始予定のユースケース	P57

End of presentation