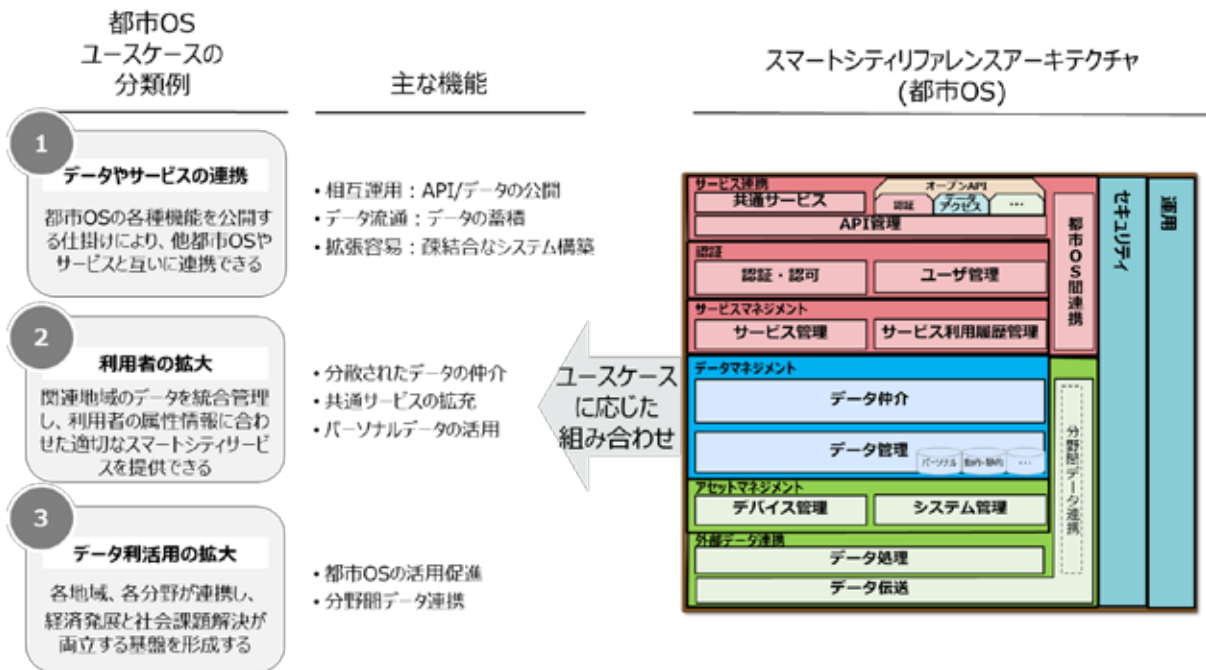


# APPENDIX

## 付録A. 都市 OS の要件一覧

「7 都市 OS」に記載した要件一覧を再掲する。次の図に示すように、個別機能の要件に対し、各地域が解決する課題や目指すべき将来像に応じて、選択して都市 OS を実装する必要がある。都市 OS ユースケースの分類例に対し、どの要件を選択したかについても例として示す。さらに具体的なユースケースについては、「付録 B 都市 OS のユースケース例」を参照いただきたい。



項番	L1	L2	L3	説明	ユースケースの分類例		
	機能群	機能ブロック	個別機能				
1	サービス連携	共通サービス	開発ポータルサイト	都市 OS 利用者向けに、API やデータの検索・仕様の開示が可能なカタログ機能、及び、API を評価可能なコンソール機能等を提供できること。			
2	サービス連携	共通サービス	双方向コミュニケーションポータルサイト	住民や自治体向けに、地域に関連するサービスや情報を集約、配信等を行う機能を提供できること。住民と自治体、及び、住民とスマートシティサービスを繋ぎ、双方向にコミュニケーシ			

項番	L1	L2	L3	説明	ユースケースの分類例		
	機能群	機能ブロック	個別機能				
				ョンが可能な機能を提供し、課題解決や利便性・品質向上に活用されることが望ましい。			
3	サービス連携	共通サービス	パーソナライズ	住民の志向に沿ったスマートシティサービスを提供するため、住民それぞれが興味を持つ事柄に類する記事の表示優先順位を上げる機能を提供できること。			
4	サービス連携	共通サービス	コンテンツ管理	自治体が提供するポータルサイトやホームページ等に掲載するコンテンツの制作、配信等を行う機能を提供できること。イベント開催、メール配信等の効果測定を行うためにキャンペーン管理機能を有することが望ましい。			
5	サービス連携	共通サービス	地域ポイント管理	地域課題に対する住民の参加を牽引・維持することを目的とし、地域ごとの独自ポイントサービスを展開・管理するための機能を提供すること。			
6	サービス連携	共通サービス	オプトイン管理	住民が個人の判断で、都市 OS 運用者、及び、サービス提供者に、個人のパーソナルデータの公開範囲を指定するための機能を提供できること。			
7	サービス連携	共通サービス	可視化・分析ダッシュボード	住民や自治体が地域課題の解決を目的とし、都市 OS 内外のデータと連携し、都市の状況を可視化・分析可能なダッシュボード機能を提供できること。戦略で設定した KGI/KPI に紐づく分析等、施策に対する効果測定ができることが望ましい。			
8	サービス連携	オープン API		項番 54 ~ のオープン API に記載			
9	サービス連携	API 管理	API ライフサイクル管理	都市 OS 上の API のライフサイクル（登録、参照、変更、削除）を管理できること。都市 OS 上に API のエンドポイントを提供し、利用者が API を利用可能となる。			
10	サービス連携	API 管理	API ゲートウェイ	API の使用量制限やネットワーク速度制限、複数 API の集約等を実行する。			
11	サービス連携	都市 OS 間連携	認証連携	他の都市 OS と連携し、他の都市 OS 利用者の認証情報を元に、利用者からの認証要求に対応できること。 「7.3.2.1 認証系 API」に記載した実装例に従い都市間の認証連携を実現可能な機能提供を行うことが望ましい。			
12	サービス連携	都市 OS 間連携	データ連携	他の都市 OS と連携し、利用者に他の都市 OS のデータを提供できること。 「7.3.2.2 データマネジメント系 API」に記載した実装例に従い			

項番	L1	L2	L3	説明	ユースケースの分類例		
	機能群	機能ブロック	個別機能				
				都市間のデータ連携を実現可能な機能提供を行うことが望ましい。			
13	認証	認証・認可	認証	「ユーザ管理」に保存された資格情報（ユーザ ID・パスワードや、生体情報等）を用いてユーザの真正性を証明し、アカウントを特定できること。			
14	認証	認証・認可	認可	「ユーザ管理」と連携し、アカウントに紐づくロールやポリシーを元に、都市 OS の各種機能や管理するデータの利用範囲を許可・制限できること。			
15	認証	認証・認可	個人認証	パーソナルデータを利用する場合、多要素認証（生体認証、マイナンバーカード等の組み合わせ等）により、セキュアに本人を特定できること。 個人の認証については、都市 OS に実装されず、個別のサービスごとに有するケースもあり得る。			
16	認証	認証・認可	シングルサインオン	都市 OS と連携する複数のサービスに対する認証を一元的に管理し、シングルサインオンを実現できること。 利用者が一度だけ認証することで、都市 OS と連携するスマートシティサービスそれぞれ個別に認証する必要がなくなり、ワンストップサービスの実現につながることを望ましい。			
17	認証	ユーザ管理	アカウント管理	利用者を特定の ID に関連づけ、認証情報（パスワード）や属性情報（姓名、組織等）の管理と、ID のライフサイクル（登録、参照、変更、削除）を管理できること。			
18	認証	ユーザ管理	ロール管理	利用者が所属するグループ（利用者、管理者等）を定義するロールを管理できること。			
19	認証	ユーザ管理	ポリシー管理	アカウントやロール別に、都市 OS にアクセスする範囲や権限を定義する制御ポリシーを管理できること。			
20	サービスマネジメント	サービス管理	サービスライフサイクル管理	都市 OS と連携するスマートシティサービスのライフサイクル（登録、参照、変更、削除）を管理できること。 都市 OS が管理するサービスの一覧は、「サービス連携」と連携し、利用者に公開されることが望ましい。			
21	サービスマネジメント	サービス管理	サブスクリプション管理	利用者が利用できるスマートシティサービスに対して、サブスクリプションの状態（利用の開始終了、利用権限の設定変更）を管理できること。			

項番	L1	L2	L3	説明	ユースケースの分類例		
	機能群	機能ブロック	個別機能				
22	サービスマネジメント	サービス利用履歴管理	利用履歴管理	サービスの利用に対して履歴の蓄積を行い、レポート作成を行う機能を提供する。			
23	データマネジメント	データ仲介	データ蓄積	都市 OS が管理するデータに対し、「データ管理」と連携しデータを処理（登録・参照・更新・削除）できること。			
24	データマネジメント	データ仲介	データ分散	他都市 OS や他システムに分散するデータに対し、データを仲介（登録・参照・更新・削除）できること。			
25	データマネジメント	データ仲介	イベント処理	都市 OS が仲介するデータに対し、事前に定義されたシナリオに従いリアルタイムに処理を実施できること。 これにより、都市 OS 内外に流通するデータの分析・変換・加工処理や、社会状況の変化に伴うアクセス権限の変更等、ダイナミックでかつ柔軟に機能が切り替わる仕掛けを提供可能となる。			
26	データマネジメント	データ管理	データストア	特性（多様性、頻度、量）が異なる様々なデータに対し、地域が解決する課題に必要なデータを、適切に蓄積・活用できること。 データの分類として、パーソナルデータやリアルタイムデータ等がある。リアルタイムデータ等の連続したデータを時系列で確認できるよう履歴を管理できることが望ましい。			
27	データマネジメント	データ管理	ユニーク ID 管理	都市 OS が管理するデータそれぞれにユニークな ID を管理し、地域をまたいだ様々なデータの中から一つのデータを特定可能とする仕組みを提供する。ユニーク ID は、グローバルで一意となる必要があり、地域ドメイン等を活用することを推奨する。			
28	アセットマネジメント	デバイス管理	デバイスライフサイクル登録	デバイス情報（デバイス ID や、固有の MAC アドレス等）のライフサイクル（登録、参照、変更、削除）を管理できること。			
29	アセットマネジメント	デバイス管理	デバイス状態管理	登録済のデバイスに対して、デバイスの状態（稼働状況や、機器情報等）を管理、公開できること。			
30	アセットマネジメント	デバイス管理	デバイス制御（アクチュエーション）	接続されているデバイスの再起動やデバイスの動作変更等、デバイスの制御を行うためのコマンドを送信できること。			
31	アセットマネジメント	デバイス管理	デバイス監視	接続されているデバイスの死活状況を監視、もしくは、デバイスから送信される障害のイベントの監視ができること。			
32	アセットマネジメント	デバイス管理	デバイス認証	事前に登録されたデバイスのみアクセスを許可することができること。			

項番	L1	L2	L3	説明	ユースケースの分類例		
	機能群	機能ブロック	個別機能				
33	アセットマネジメント	システム管理	システムライフサイクル登録	都市 OS と連携する他システムの連携情報のライフサイクル（登録、参照、変更、削除）を管理できること。他システムには認証が必要な場合も多く、認証方式やその資格情報についても管理できることが望ましい。			
34	アセットマネジメント	システム管理	システム状態管理	登録済の他システムに対して、他システムとの接続状態（稼働状況や、機器情報等）を管理、公開できること。			
35	外部データ連携	データ処理	データ変換	外部から取得したデータモデルを都市 OS が扱える形式に変換できること。変換対象は、語彙や、形式、項目等が存在するが、取り扱うデータにより変換対象が異なる。			
36	外部データ連携	データ処理	データ受付（キューイング）	都市 OS にデータを蓄積するため、データアクセス（登録・参照）を受け付けること。接続対象は、スマートシティアセットや、他システム等が挙げられる。			
37	外部データ連携	データ処理	データ取得（クロウリング）	定期的に他システムを巡回し、データを取得できること。			
38	外部データ連携	データ処理	データ補完	リアルタイムデータ等で欠損したデータを補完し、データ品質の向上ができること。データの補完方法は様々な方法があり、目的に応じた補完方法を選択できることが望ましい。			
39	外部データ連携	データ伝送	プロトコル変換	地域に展開するスマートシティアセットや他システムと接続するため、一般的な通信プロトコルから都市 OS が対応する通信プロトコルに変換できること。			
40	外部データ連携	データ伝送	分野間データ検索	都市 OS 外に分散されたデータを、データの概要情報（カタログ）を元に検索できること。 将来、分野間データ連携コネクタとの接続に活用される。			
41	外部データ連携	データ伝送	分野間データ交換制御	都市 OS、他システムの双方の取り決めによりデータの利用権限を判断し、データのアクセス範囲を制御できること。 将来、分野間データ連携コネクタと接続に活用される。			
42	外部データ連携	データ伝送	分野間データ交換記録	トレーサビリティによるデータ品質向上のため、都市 OS と他システムの双方で連携したデータの交換履歴を記録できること。 将来、分野間データ連携コネクタと接続に活用される。			
43	共通機能	セキュリティ	認証	都市 OS に接続する利用者、スマートシティサービス、他都市 OS、他システム、IoT デバイス等に対して正しい接続相手であるかを検証し、アクセス権限を与える機能を提供すること。なお、利用者、スマートシティサービス、他都市 OS に対する認証			

項番	L1	L2	L3	説明	ユースケースの分類例		
	機能群	機能ブロック	個別機能				
				機能については「7.2.2 認証」で定義しているものと同等である。			
44	共通機能	セキュリティ	暗号化	都市 OS が行う通信（都市 OS 内の通信及び都市 OS 外との通信）及び、都市 OS が管理するデータに対して、それぞれの秘匿性に応じ適切なセキュリティ暗号化を行うこと。			
45	共通機能	セキュリティ	不正アクセス防止	都市 OS が行う通信に対して、許可されていない通信（不正な IP アドレスやポート番号を持つパケット等）をブロックする機能を提供すること。ファイアウォール機能とも呼ぶ。			
46	共通機能	セキュリティ	不正アクセス検知 / 遮断機能	不正アクセス防止機能では対応できない、DoS 攻撃やアプリケーション層の脆弱性を突く攻撃等を検知し、遮断する機能を提供すること。			
47	共通機能	セキュリティ	脆弱性管理	都市 OS を構成するソフトウェアに関しては、その脆弱性に関する情報を収集し、随時パッチ適用等によりその対策を行うこと。また、都市 OS に対して定期的に脆弱性診断を行い、その結果に基づいて対策を実施すること。			
48	共通機能	セキュリティ	ログ管理	都市 OS が行う通信や処理に関するログを取得すること。取得したログは、証拠保全のために一定期間保存しておくこと。			
49	共通機能	運用	拡張容易	地域が解決する課題や目指すべき将来像に応じ、将来の機能追加や更新が継続的かつ容易に行える仕掛けを提供すること。ビルディングブロック方式といった疎結合なシステム構築により、機能の組み換えを柔軟に対応できることが望ましい。			
50	共通機能	運用	可用性	都市 OS が障害発生時、都市 OS が可能な限り停止することなく稼働し続ける仕掛けを提供すること。都市 OS のサービスレベルを定義し、障害の迅速な検知・復旧、冗長化等により、利用者への影響を最小化することが重要となる。			
51	共通機能	運用	都市 OS 企画・開発管理	地域の発展等によるサービスの拡大に伴って、都市 OS の各種機能の拡張企画・開発を行うこと。企画に基づき、新規共通サービスや新規機能の導入の計画策定や、要件定義・設計・開発・テスト・移行の工程を管理する。従来のウォーターフォール型の開発だけでなく、共通サービス・機能の迅速な立ち上げを実現するため、アジャイル型の開発プロセスを採用することが望ましい。			



項番	L1	L2	L3	説明	ユースケースの分類例		
	機能群	機能ブロック	個別機能				
52	共通機能	運用	サービス移行管理	スマートシティサービスや都市 OS の各種機能を本番稼働する際、スマートシティサービス・各種機能の提供準備と移行計画の策定・管理を行うこと。			
53	共通機能	運用	システム運用管理	都市 OS におけるシステム運用（変更管理・構成管理・インシデント管理・運用サービス管理・キャパシティ管理等）の管理ツールやプロセスを定義すること。			
54	オープン API	認証系 API	認証・認可	アカウント管理に保存された資格情報（ID・パスワードや、生体情報等）を用いて検証、及び、アクセストークンの払い出しや失効を行えること。事前に設定された利用者の権限に応じ、利用範囲が制限される。 OAuth を活用することを推奨する。			
55	オープン API	認証系 API	属性取得	認証されたユーザの属性情報を取得できること。 OpenID Connect を活用することを推奨する。			
56	オープン API	認証系 API	個人認証	パーソナルデータを活用する場合といった高いセキュリティが求められる認証に対しては、生体認証やマイナンバーカードを併用した多要素認証等、個人を特定するための認証方法を提供すること。 個人の認証については、都市 OS に実装されず、個別のサービスごとに有するケースもあり得る。			
57	オープン API	データマネジメント系 API	データアクセス	都市 OS のデータマネジメントと連携し、データのライフサイクル（登録、参照、変更、削除）を管理するための API を提供できること。			
58	オープン API	データマネジメント系 API	パブリッシュ/サブスクライブ	都市 OS が保管するデータに変更が生じた際に、リアルタイムに変更内容を通知先に送信するための API を提供できること。また、通知内容（条件や通知先等）のライフサイクル（登録、参照、変更、削除）を管理するための API についても提供できること。			
59	オープン API	データマネジメント系 API	データ仲介	分散するデータに対し、その所在のライフサイクル（登録、参照、変更、削除）を管理するための API を提供できること。			
60	オープン API	データマネジメント系 API	パーソナルデータ授受 (要考慮個人情報)	パーソナルデータ（要考慮個人情報）をスマートシティサービスや他都市 OS に共有する場合に本機能を提供する。 データ提供には必ず事前に本人確認を行う。本人確認方法には、デバイス認証・生体認証・マイナンバーカード認証等での多			

項番	L1	L2	L3	説明	ユースケースの分類例		
	機能群	機能ブロック	個別機能				
				要素認証を行う。また、データ提供期間及びデータ提供先を限定する機能を提供する。データ提供時にはその履歴を必ず保存する。			
61	オープンAPI	サービス連携	サービス連携（決済等）	都市 OS 上のサービスが保持する API を、都市 OS 上の API として公開する機能を提供する。			
62	オープンAPI	サービス連携	地域ポイント管理	ユーザに紐づく地域ポイントの加算・減算・照会処理等を実行する機能を提供する。			
63	オープンAPI	サービス連携	オプトイン管理	都市 OS のユーザが、自身のユーザ情報をどのサービスに対して提供するか、そのオプトイン/オプトアウトを管理できること。提供する情報の種別まで管理できることが望ましい。パーソナル情報授受と連動し、オプトイン/オプトアウトの履歴を管理できることが望ましい。			
64	オープンAPI	サービス連携	カタログ管理	開発ポータルサイト内のカタログ機能に保管されたメタデータ（データカタログ）の登録・取得・検索処理を実行できること。 参考：総務省発行 データ流通プラットフォーム間の連携を実現するための基本的事項 <a href="https://www.soumu.go.jp/main_content/000483319.pdf">https://www.soumu.go.jp/main_content/000483319.pdf</a>			
65	インタフェース	アセット/他システム連携	片方向通信	汎用的な片方向通信プロトコル（HTTP/HTTPS）による、データアクセスを可能とすること。 データアクセスについては、データアクセス系 API を参照			
66	インタフェース	アセット/他システム連携	双方向通信	汎用的な双方向通信プロトコル（MQTT、WebSocket 等）による、スマートシティアセットのデータアクセスや、スマートシティアセットへのアクチュエーションを可能とすること。			
67	インタフェース	アセット/他システム連携	ネットワークインタフェース	外部からアクセスするためのネットワークインタフェースを都市 OS として具備できること。 スマートシティアセットと連携するためのネットワークは、解決する課題や、接続する機器の仕様により特性（通信距離、通信速度、消費電力等）が異なる。4G/5G 等の広域ネットワーク（WAN）や、LPWA 等の IoT/M2M の通信に利用されている省電力かつ広域利用可能なネットワーク（LPWAN）等が活用される。			



## 付録B. 都市 OS のユースケース例

都市 OS の外部連携におけるユースケース例とその実装例について説明する。ユースケース一覧を以下に示す。

項番	ユースケース	概要
1	都市 OS 間連携による観光事例	利用者が地域をまたいで観光する場合、居住元で収集した情報を元に、個人に最適なサービスを提供する。都市 OS 間の相互運用とデータ流通により、利用者の利便性の向上や、新しいサービスの創出に寄与する。
2	都市 OS 間連携による防災事例	居住地域を超えた広域にわたる災害状況（例えば、単身赴任中の家族の安否確認や、河川の上下流の氾濫等）を把握し、早期の注意喚起や避難指示を可能とする。都市 OS 間の相互運用とデータ流通により、組織やシステムの壁を越えた統合的な課題解決に寄与する。
3	他システム間連携における都市デジタルツイン	旅行者が、自宅ドア前から旅行先のホテル内滞在ルームのドア前までのナビゲーション、自動移動デバイスを利用する自動モビリティサービス実現に際して必要となる空間情報、リアルタイム情報、モビリティサービス（システム）間のデータ連携の可能性について述べる。 本稿では、空港内の自動モビリティと空港からホテルまでの MaaS（自動モビリティ）、ホテル内の自動モビリティサービスが連携する際に必要な空間情報、リアルタイム情報について、システム間連携を軸に概要を述べる。
4	異種スマートシティ基盤のプログラマブル・フェデレーションによる広域人流把握・活用実証 <sup>83</sup>	都市 A、B 間で事前に、被災時の支援物資供給等の取り決めを締結する。都市 A が被災した際、災害状況認識・配信機器が都市 A 内の被災状況から被災レベルを一意に判定し、都市 A、B の都市 OS や在庫可視化システムへ被災レベルの配信を行う。受信した都市 A、B の都市 OS や在庫可視化システムは、取り決めに応じた物資在庫等を自動で開示、連携することで、災害時の迅速な在庫確認、PUSH 型支援を実現する。

<sup>83</sup> 情報提供：名古屋大学 [https://www8.cao.go.jp/cstp/stmain/a-2-3\\_200318.pdf](https://www8.cao.go.jp/cstp/stmain/a-2-3_200318.pdf)

		災害の警戒レベル等、社会状況の変化に応じてスマートシティの容易な相互運用を可能とするモデルと基盤の構築、及びその実証を行った。
5	観光関連サービス事業者向け、AI 活用型高度データ共有化プラットフォームの研究開発・実証 <sup>84</sup>	自治体、小売、観光地、宿泊者、気象等のデータを活用することで、特定の時期や特定の場所（観光地、店舗、宿泊地）を訪れる観光者数の予測結果を提供する。 都市 OS と連携することで、観光外の種々の産業データ（移動予約情報等）を取得することができ、予測精度の向上や、他の産業分野への予測等を行うことが可能となる。
6	スマートシティにおけるパーソナルデータと産業データのデータ取引市場による共有基盤の実証 <sup>85</sup>	サービス提供者が陸送物流事業者（顧客）に向けてデータを活用したサービスを提供するために、顧客より直接調達（1stParty データ）するデータや、オープンデータに加えてデータ取引市場を介して第三者データ（3rdParty データ）を調達しデータを複合、高付加価値化を行うことにより、社会課題になっている陸送物流についての解決策案を行う。 生成されるデータが経済価値として評価され社会で流通されるための機能である「データ取引市場」を都市 OS と連携させるとともに、データ取引市場を介した円滑な三者間データ取引による新たな価値創出の可能性について実証を行い、スマートシティ内、スマートシティ間、官民間における将来のデータ流通の促進に向けたビジネスモデルの検証を行った。

<sup>84</sup> 情報提供：株式会社 JTB [https://www8.cao.go.jp/cstp/stmain/a-2-8\\_200318.pdf](https://www8.cao.go.jp/cstp/stmain/a-2-8_200318.pdf)

<sup>85</sup> 情報提供：エブリセンスジャパン株式会社：[https://www8.cao.go.jp/cstp/stmain/a-2-8\\_200318.pdf](https://www8.cao.go.jp/cstp/stmain/a-2-8_200318.pdf)

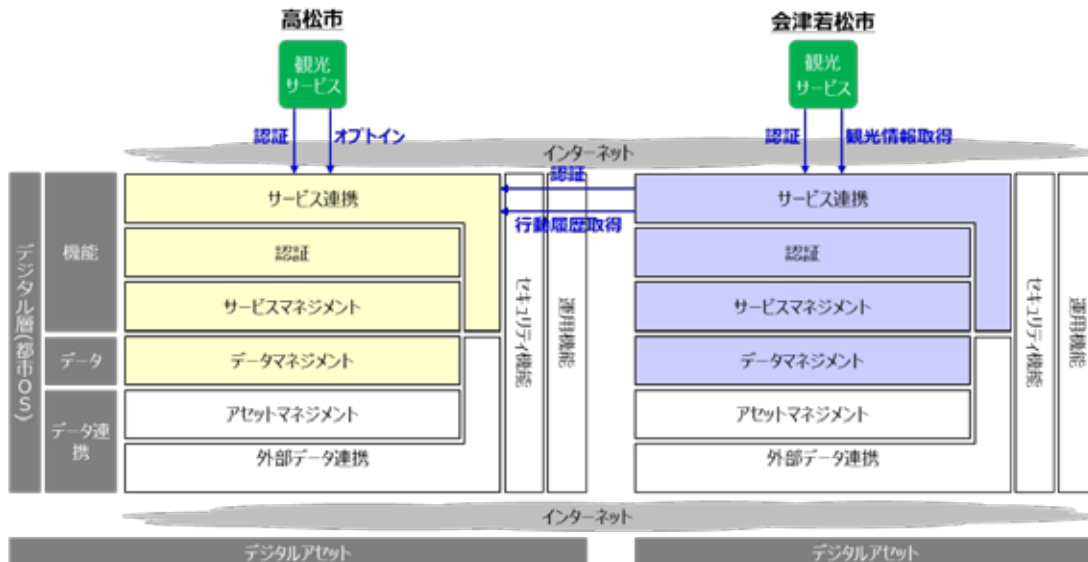
(1) 都市 OS 間連携による観光事例

都市 OS の利用者（住民）が観光により別都市に移動する際、居住元の都市 OS に蓄積された個人の行動履歴を参照する都市間連携を実現する実証。都市 OS 間のデータ流通により、ユーザの利便性の向上や、新しいサービスの創出を可能とする。

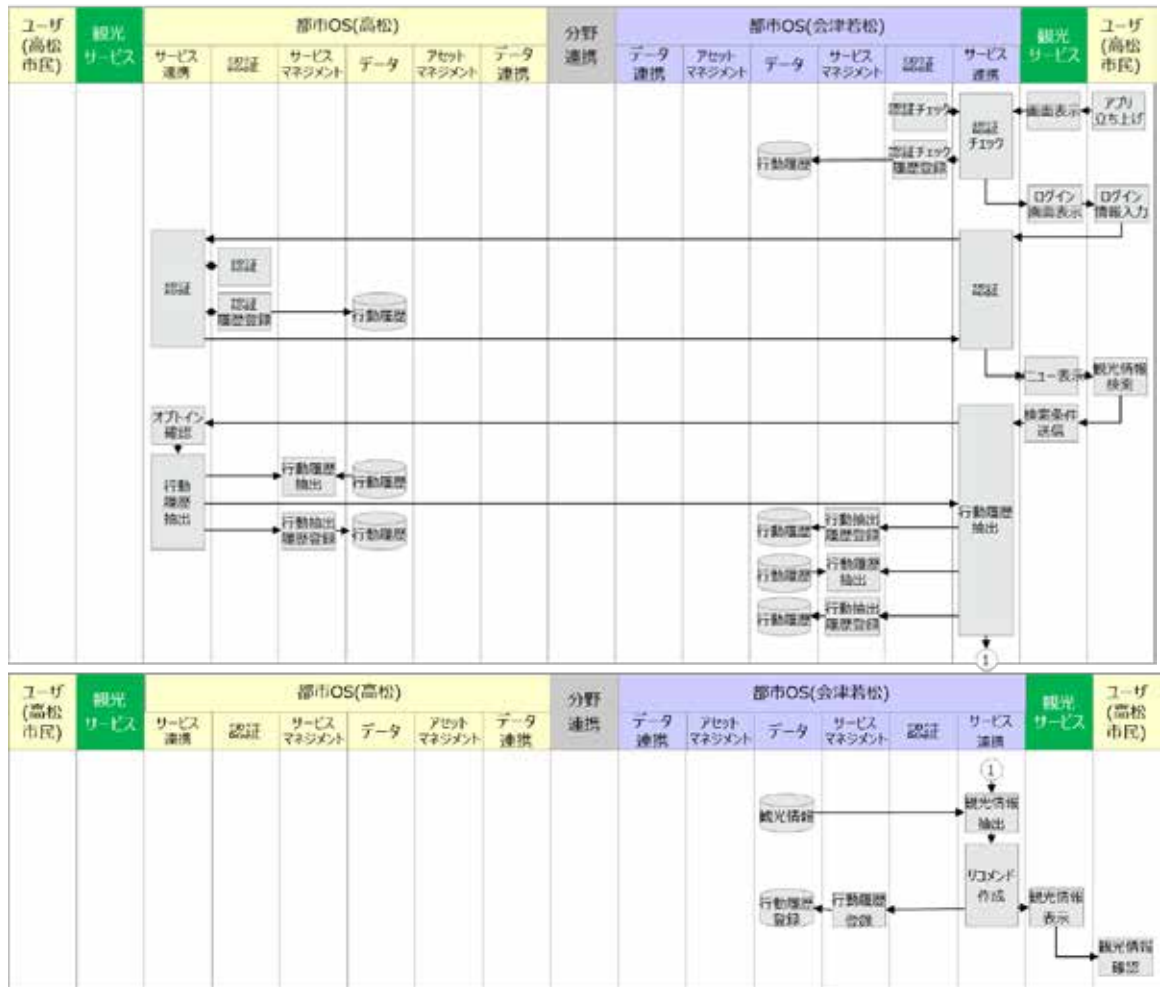
以下にユースケース概要を記載する。

		1.高松	2.会津若松
ユースケース	ストーリー	<p>1.オプトイン</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• そいえば、今度旅行に行くな</li> <li>• 高松の行動履歴を他都市から参照できるようにオプトインしておこう</li> </ul>	<p>1.観光情報参照</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 会津若松、いいとこだなあ。</li> <li>• ちょっと時間が空いたけど、他にも見て回れる場所ないか調べてみよう</li> <li>• こないだ買った日本酒が底を尽きるんだった。この酒屋、ここから近いしちよと行ってみよう。</li> </ul>
	機能の要点	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 観光アプリから、高松の都市OSにログインする</li> <li>• 観光アプリから、他都市からの行動履歴の参照を許可するようオプトインを行う</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 観光アプリから、会津若松の都市OSにログインする</li> <li>• 観光アプリから、観光地情報を検索する。その際高松の行動履歴を入手、リコメンドロジックを実行して観光情報を検索する</li> </ul>
サービス	機能例	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 認証機能呼び出し</li> <li>• ログイン(高松)</li> <li>• 行動履歴登録(高松)</li> <li>• オプトイン(高松)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 認証機能呼び出し</li> <li>• ログイン</li> <li>• シングルサインオン(会津若松)</li> <li>• 行動履歴登録(会津若松)</li> <li>• 行動履歴APIコール(会津若松)</li> </ul>
	主要データ		
都市OS	機能例	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ログアウト(高松)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ログアウト</li> <li>• リコメンドロジック(会津若松)</li> <li>• ログアウト(会津若松)</li> </ul>
	主要データ		

以下にシステムブロック図を記載する。サービス連携/認証/サービスマネジメント/データマネジメントの各機能群を利用し、連携を行う。





以下に処理シーケンスを記載する。



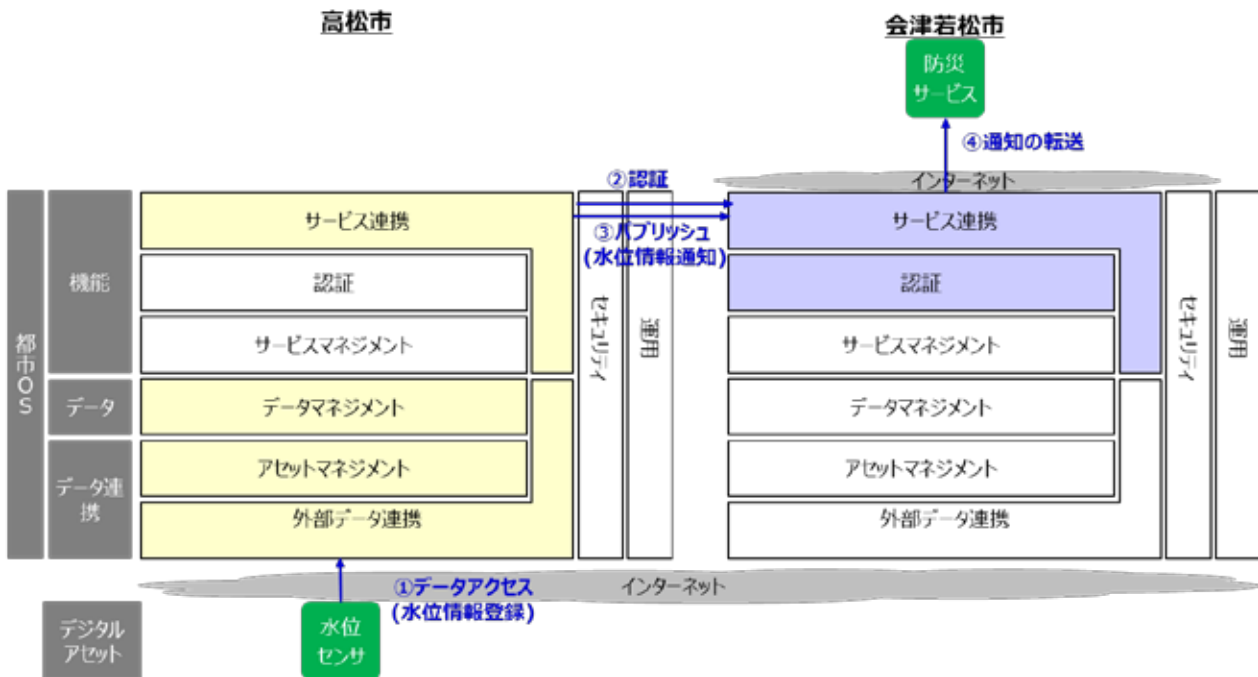
(2) 都市 OS 間連携による防災事例

都市 OS の利用者 (住民) が他都市に住む家族の安否を確認するため、他都市の防災情報がリアルタイムに通知される実証。都市 OS 間のデータ流通により、ユーザの利便性の向上や、新しいサービスの創出を可能とする。

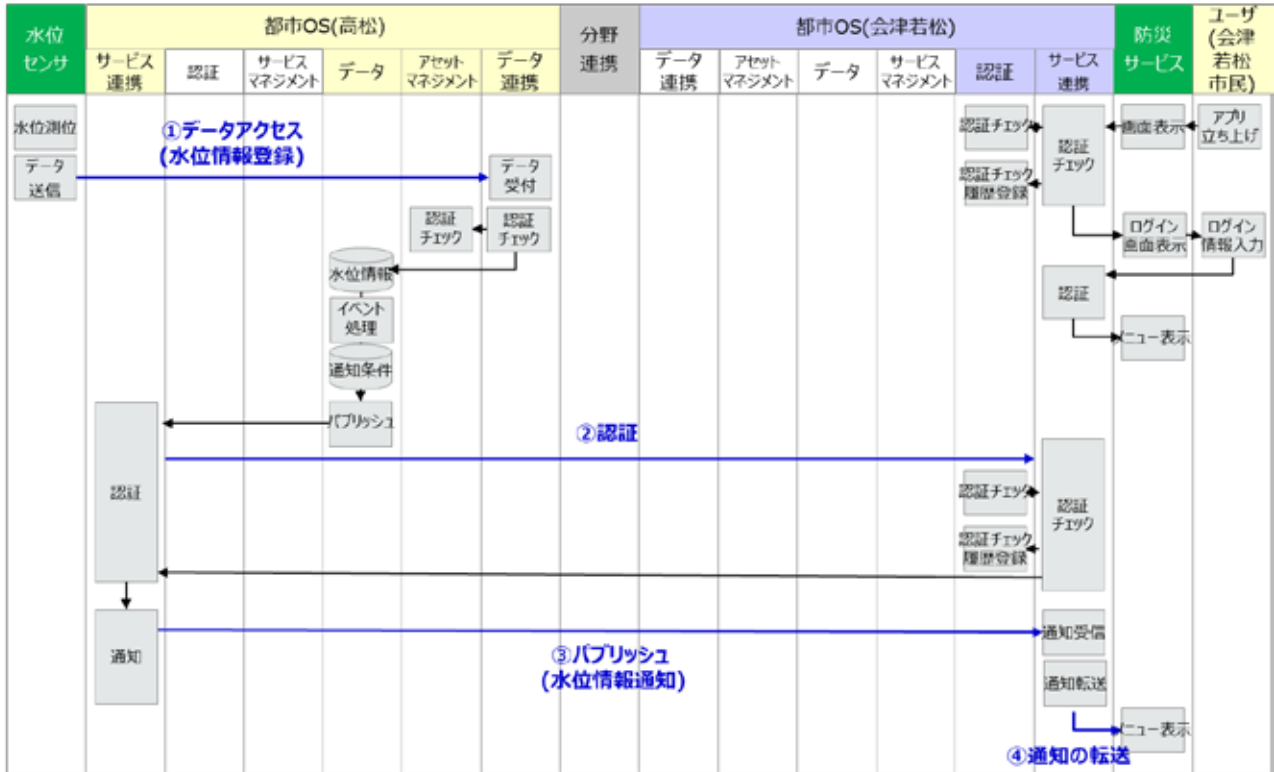
以下にユースケース概要を記載する。

ユースケース	ストーリー	<b>1.高松</b> <b>1-1.防災通知</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・台風の影響で全国的に豪雨が起きているようだが、家族は大丈夫かな</li> <li>・高松と会津若松の防災情報どちらも、同時に確認しておこう</li> </ul>	<b>2.会津若松</b> <b>2-1.防災通知参照</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・家族がいる近くの河川が警戒水域に達した通知が来た</li> <li>・避難するよう家族に電話してみよう</li> </ul>
	機能の要点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水位センサから取得した水位情報を元に、警戒水域を超過しているか判断する。</li> <li>・警戒水位を超過していた場合、会津若松の都市OSに、水位情報を通知する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高松の都市OSから、水位情報を受け取る。</li> <li>・会津若松の都市OSから、防災サービスに防災通知を送信する。</li> <li>・会津若松の防災サービスから、高松の防災通知を確認する。</li> </ul>
サービス	機能例		<ul style="list-style-type: none"> <li>・通知の受信</li> <li>・通知の表示</li> </ul>
	主要データ		
都市OS	機能例	<ul style="list-style-type: none"> <li>・データアクセス (水位情報登録)</li> <li>・パブリッシュ/サブスクリプション</li> <li>・イベント処理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・通知の受信</li> <li>・サービスへの通知の転送</li> </ul>
	主要データ	 	

以下にシステムブロック図を記載する。サービス連携/サービス連携/データマネジメント/アセットマネジメント/外部データ連携の各機能群を利用し、連携を行う。



以下に処理シーケンスを記載する。














(3) 他システム連携による都市デジタルツイン事例

屋内外のモビリティサービスが連携するために、建物3次元モデルや地理空間システム(GIS)などの異なる空間情報、モビリティサービスの位置情報や発着情報、建物内の混雑情報等のリアルタイム情報が連携することを想定したユースケース概要を以下に記載する。





		1. 空港	2. 公共交通機関	3. 目的地の建物
ユースケース	ストーリー	<b>1. 空港内自動移動</b> ・到着ゲートへ自動移動装置が到着 ・予約利用者を到着ゲートから、トイレ、入管、荷物、必要に応じてショップ立ち寄り、などを行う。 ・MaaSと乗り場（交通節点）で連携。	<b>2. MaaSとの連携</b> ・空港内自動移動サービスとの交通節点での乗り換え ・目的地建物入口までの移動	<b>3. 建物内自動移動</b> ・MaaSの交通節点（建物入口）での乗り換え ・ホテルチェックイン ・滞在ルームまでの移動
	機能の要点	・空港内EVとの連携 ・トイレ混雑、ショップ案内情報との連携 ・MaaSとの連携、交通節点情報の共有	・空港内自動移動サービスとの連携 ・運行状況配信	・MaaSとの連携 ・チェックイン機能 ・EV連携 ・部屋までの移動
都市OS	機能例	・交通節点情報（座標・空間コード）の提供	・交通混雑状況 ・交通止め状況	・交通節点情報（座標・空間コード）の提供
	主要データ		  	
他システム	機能例	・EV連携 ・人込み情報（トイレ、コンコース）	・交通量データはIG空間情報センターとの連携	・EV連携
	主要データ	  		 

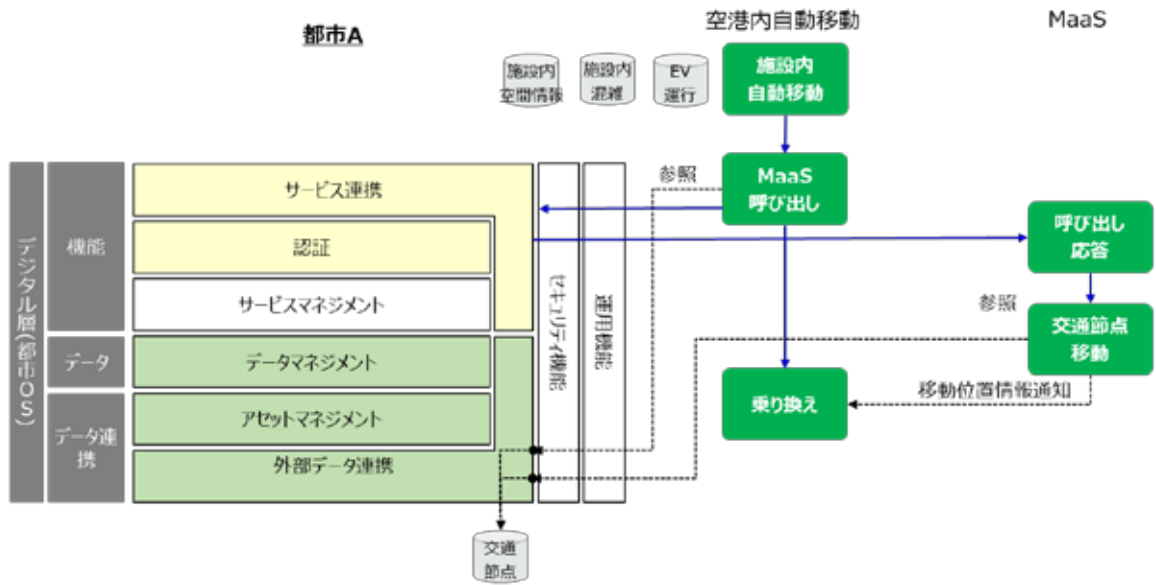
※今回の範囲

【空港内の自動モビリティサービスに関連する空間情報とリアルタイムデータ】

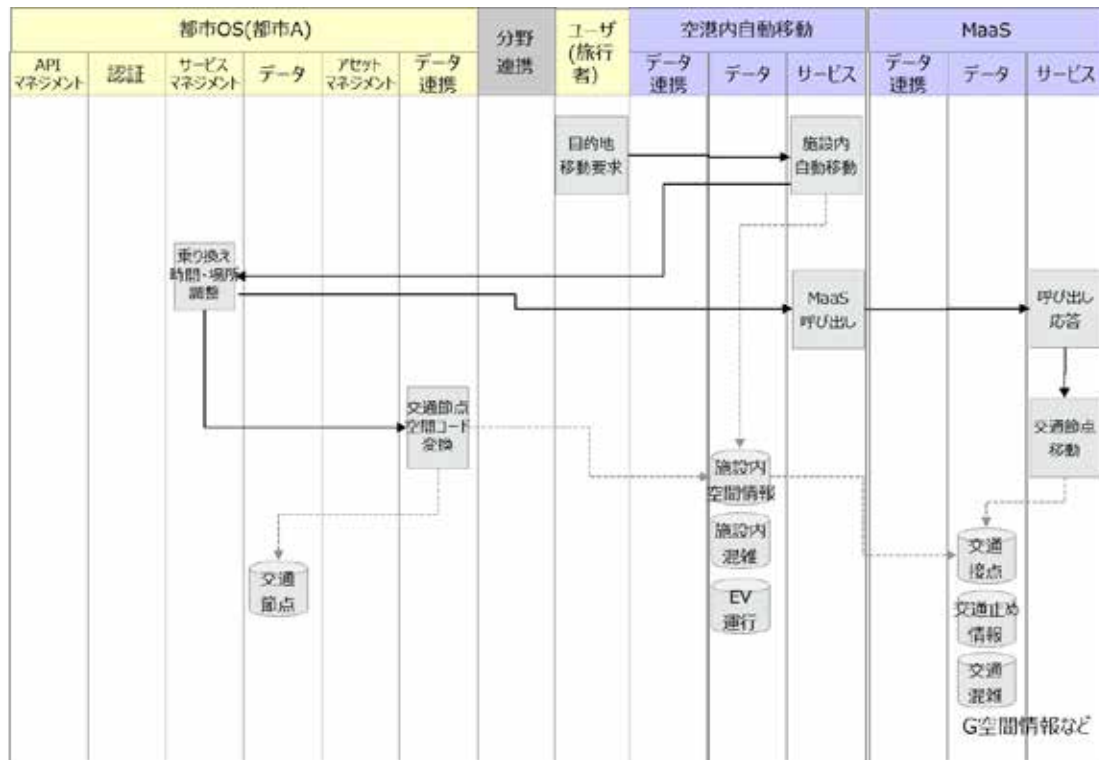
- 空港内自動移動デバイス（ロボット）が必要とする環境マップデータに関連する空間情報（移動可能領域、壁位置・材質、ドア位置、エレベータ位置、交通結節点等）は、BIM(IFC)データから生成可能である。ロボットの環境マップは、複数のロボットや異なるサービスロボット（清掃、セキュリティ、搬送、モビリティ等）間の制御を調整、最適化するロボット OS、IoT プラットフォーム等によって、共通の環境マップとして管理される。
- 自動移動デバイスと外部の他モビリティシステム（MaaS、自動運転バス、公共交通機関等）が乗り換えを行う交通結節点として、共通に活用できる空間コードを使用、またはリンクすることにより、オープンなシステム間連携環境を促進することができる。
- 交通結節点に位置する BIM の空間オブジェクト（部屋・ゾーン）またはドアオブジェクトの識別子が、都市 OS が提供する空間コードとリンクすることにより、他のモビリティサービス、MaaS、IoT プラットフォーム等からも参照することが容易となる。
- 自動モビリティサービスは、リアルタイム情報として空港内混雑状況、発着便時刻情報、天候・気温情報、観光情報、他のモビリティサービス運行状況等を参照し、空港内ショップ案内サービスと連携し、リコメンデーション、商業施設やトイレ等への立ち寄り、外部モビリティサービスとのタイムリーな待ち合わせを実現する。



以下にシステムブロック図を記載する。



以下に処理シーケンスを記載する。





(4) 異種スマートシティ基盤のプログラマブル・フェデレーションによる広域人流把握・活用実証

災害の警戒レベル等の社会状況に変化に応じて、スマートシティの相互運用を容易に可能とするモデルと基盤の構築及びその実証。

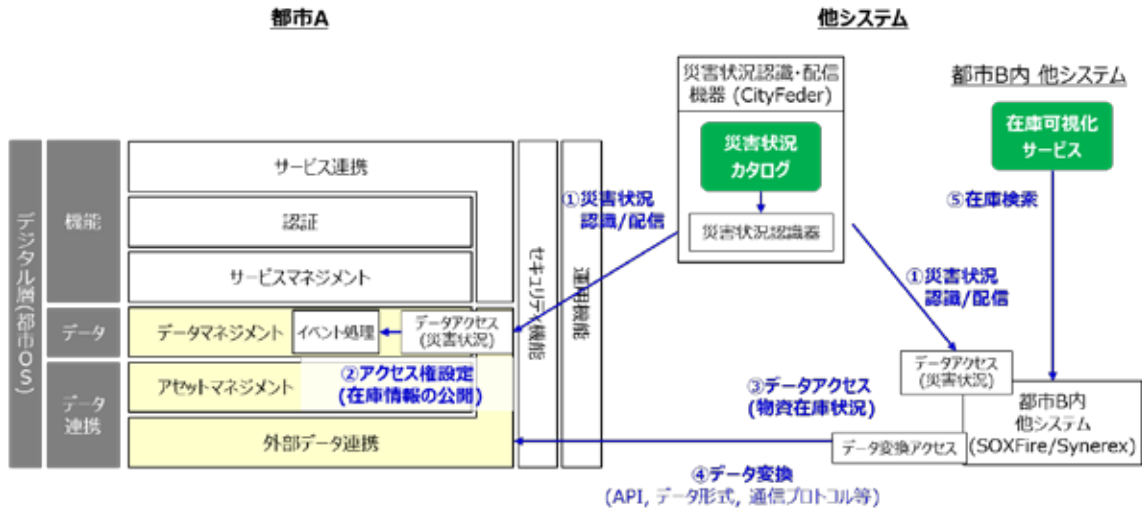
以下にユースケース概要を記載する。

都市 A、B 間で事前に、被災時の支援物資供給等の取り決めに締結する。都市 A が被災した際、災害状況認識・配信機器が都市 A 内の被災状況から被災レベルを一意に判定し、都市 A、B の都市 OS や在庫可視化システムへ被災レベルの配信を行う。受信した都市 A、B の都市 OS や在庫可視化システムは、取り決めに応じた物資在庫等を自動で開示、連携することで、災害時の迅速な在庫確認、PUSH 型支援を実現する。

		1.都市A	2.他都市
ユースケース	ストーリー	<b>1.災害発生対応</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>台風などの災害が発生</li> <li>災害状況カタログから災害状況を配信し、周囲の都市と連携</li> <li>避難所等の在庫管理を実施</li> </ul>	<b>2.在庫情報可視化</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>一意に判定された災害状況を受信</li> <li>都市Aとの事前の取り決めに応じた災害状況でのデータの公開設定に基づき、避難所等の在庫情報を把握</li> <li>(未実証：不足している物資等をプッシュで支援)</li> </ul>
	機能の要点	<ul style="list-style-type: none"> <li>災害発生による災害状況判定</li> <li>一意に判定された災害状況を関連都市へ配信</li> <li>災害状況に基づき、避難所の在庫情報を公開</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>受信した災害状況に基づき、在庫情報を都市Aへ確認</li> </ul>
都市OS	機能例	<ul style="list-style-type: none"> <li>災害状況受信</li> <li>アクセス権設定 (在庫情報の公開)</li> </ul>	-
	主要データ		-
他システム	機能例	<ul style="list-style-type: none"> <li>災害状況の配信</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>データアクセス (在庫情報)</li> <li>在庫情報可視化</li> </ul>
	主要データ		-

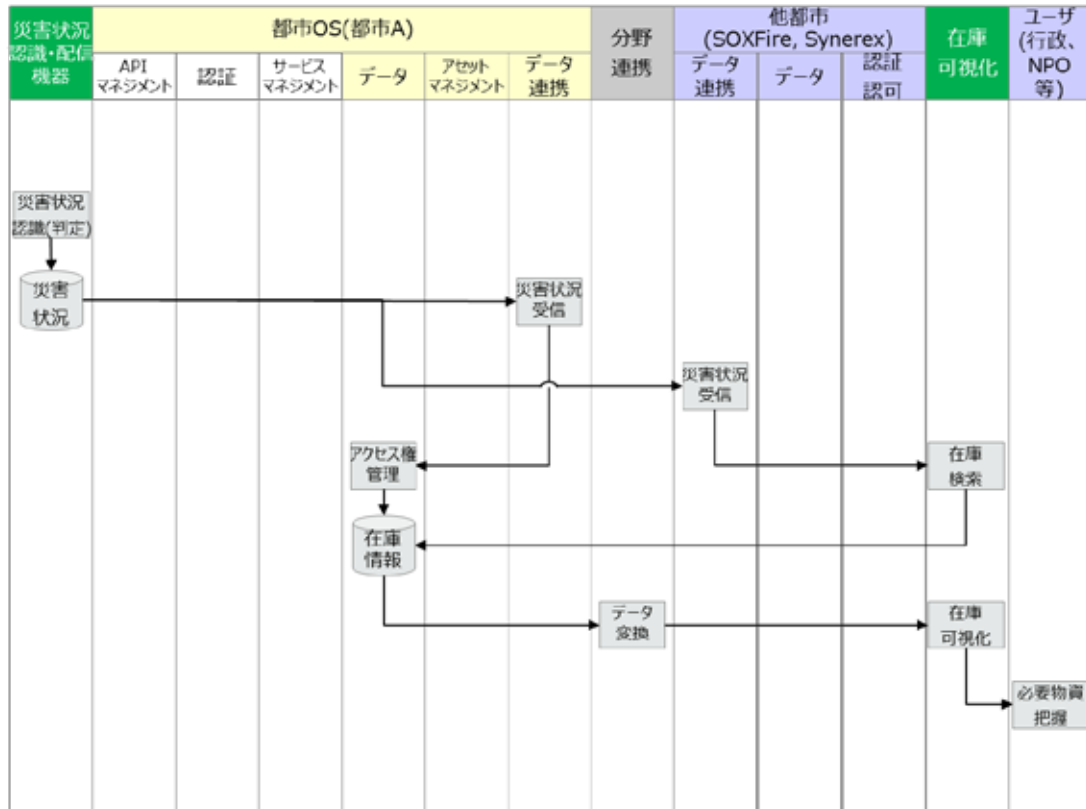
※今回の実証範囲

以下にシステムブロック図を記載する。データマネジメント/アセットマネジメント/外部データ連携の機能群を利用し、連携を行う。



※災害状況 : 震災や警報等を踏まえ判定される都市の危機状況等  
 ※災害状況認識・配信機器 : 上記の災害状況を一旦に判定し、都市OSや他システムへ配信を行うシステム (実装未定)

以下に処理シーケンスを記載する。



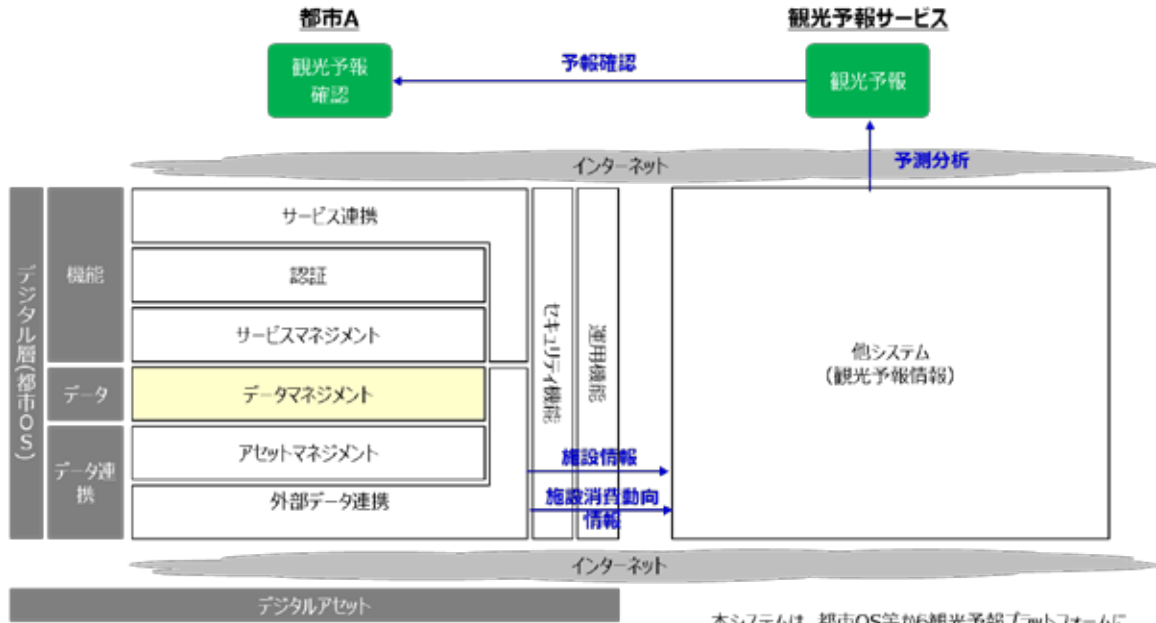
- (5) 観光関連サービス事業者向け、AI 活用型高度データ共有化プラットフォームの研究開発・実証  
 都市 OS と連携することで、観光外の種々の産業データ(移動予約情報等)を取得することができ、予測精度の向上や、他の産業分野への予測等を行うことが可能となる。

以下にユースケース概要を記載する。

自治体、小売、観光地、宿泊者、気象等のデータを活用することで、特定の時期や特定の場所(観光地、店舗、宿泊地)を訪れる観光者数の予測結果を提供する。

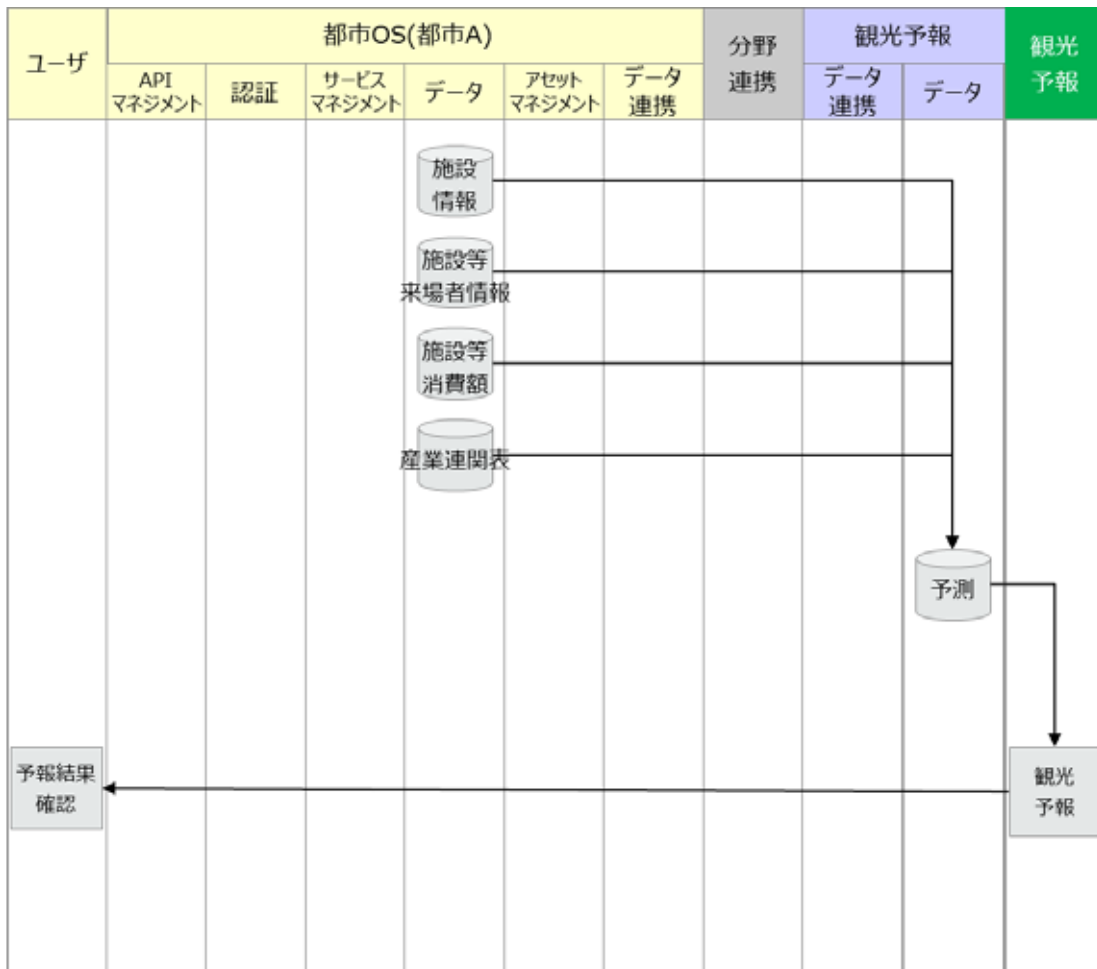
		1.都市A	2.観光予報
		1.データ提供	2.予報提供
ユースケース	ストーリー	<ul style="list-style-type: none"> <li>都市訪れる観光者数にあった、施設の稼働状況の最適化、飲食物廃棄の削減を図りたい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>都市から提供頂いたデータ、外部から入手したデータ(気象、宿泊者数など)を元に、ある時期のある地域に訪れる観光者数の予測結果を提供</li> </ul>
	機能の要点	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設・イベントの情報、施設への入場者数の提供</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>観光者数の予測結果の提供</li> </ul>
都市 OS	機能例	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設・イベント情報、施設・イベントごとの来場者数の提供</li> <li>施設・イベントの消費(売上)額のエリアごとの提供</li> <li>エリアの産業連関表の提供</li> </ul>	-
	主要データ		-
他システム	機能例	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>ある時期のある地域に訪れる観光者数の予測結果の提供</li> <li>予測結果に基づいた、消費額および経済波及効果の予測の提供</li> </ul>
	主要データ	-	

以下にシステムブロック図を記載する。



本システムは、都市OS等から観光予報プラットフォームにデータを提供し、その情報も含めて予測分析を実施する

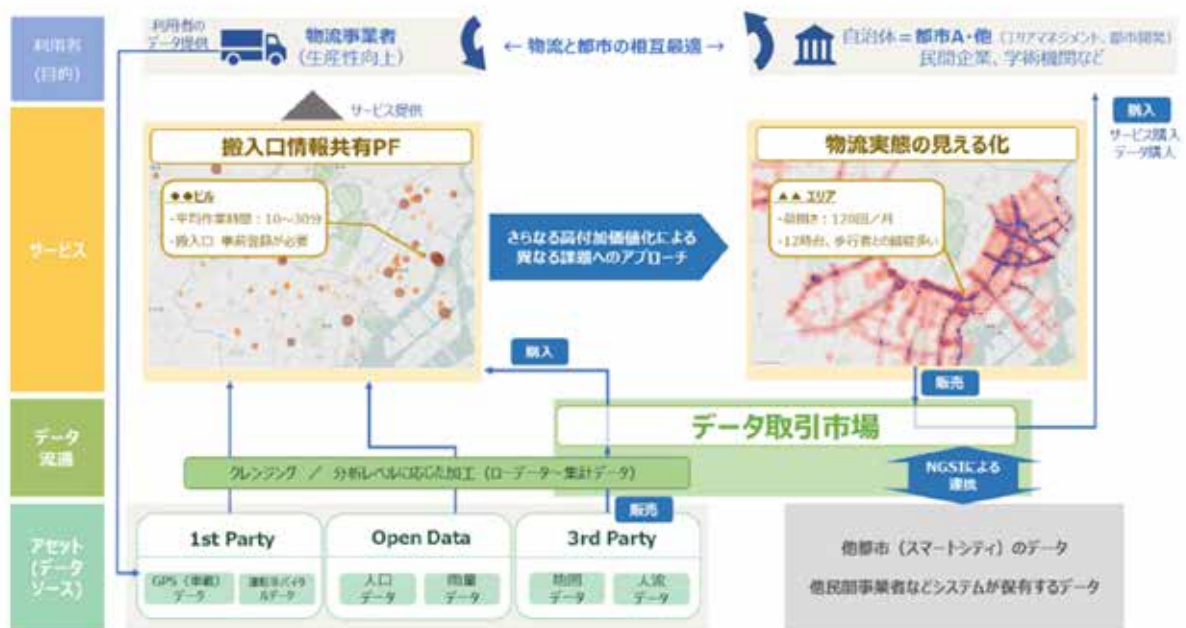
以下に処理シーケンスを記載する。



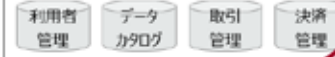


- (6) スマートシティにおけるパーソナルデータと産業データのデータ取引市場による共有基盤の実証  
 生成されるデータが経済価値として評価され社会で流通するための機能である「データ取引市場」を都市 OS と連携させるとともに、データ取引市場を介した円滑な三者間データ取引による新たな価値創出の可能性について実証を行い、スマートシティ内、スマートシティ間、官民間における将来のデータ流通の促進に向けたビジネスモデルの検証を行った。

以下にユースケース概要を記載する。

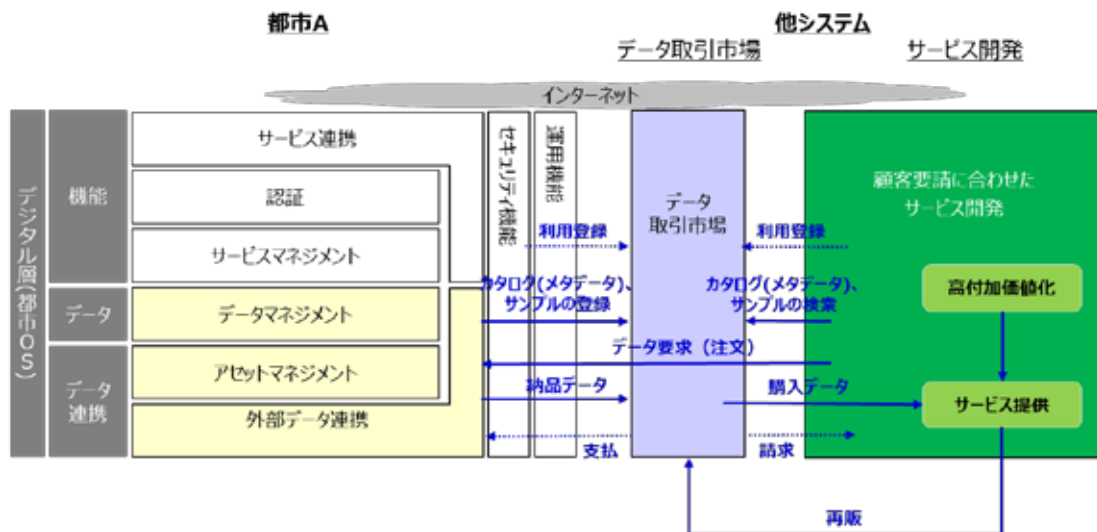
サービス提供者が陸送物流事業者（顧客）に向けてデータを活用したサービスを提供するために、顧客より直接調達（1stParty データ）するデータや、オープンデータに加えてデータ取引市場を介して第三者データ（3rdParty データ）を調達しデータを複合、高付加価値化を行うことにより、社会課題になっている陸送物流についての解決策案を行う。



		1.都市A	2.データ取引市場	3.サービス提供者
		保有しているデータの販売	データ取引市場運営事業者	データ購入/サービス開発・提供
ユースケース	ストーリー	<ul style="list-style-type: none"> <li>保有しているデータを、社会の役に立てたい。そのために価値化（クレンジング、マッシュアップ、一次加工）を行い付加価値を付けて販売したい</li> <li>販売先の信用審査、データ経路、データ活用での安全性は確保したい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>利用登録の申請が行われ、事業者の信用調査、管理を実施する</li> <li>データの管理や取引の管理を行い、スムーズなデータのやり取りを実現する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>サービス受益者から要請を受け、受益者から提供されたデータや外部の価値のあるデータを組み合わせて、付加価値を高めたサービス開発をしたい</li> <li>上記の成果をデータ取引市場を介して販売することで、更なる高付加価値化を行い、社会の課題解決に向けたサービス開発をしたい</li> </ul>
	機能の要点	<ul style="list-style-type: none"> <li>データ取引市場に利用登録する</li> <li>データ取引市場へ販売するデータセットのカタログ情報（メタデータ）、サンプルデータを登録する</li> <li>データ購入者からの注文を請け、提供を行う</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>利用者の信用調査や登録を管理</li> <li>カタログや販売データ、それらの高談や取引を管理</li> <li>データ取引市場のAPI、GUIを提供（都市OSの推奨APIを拡張する機能を実装）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>データ取引市場に利用登録する</li> <li>データ販売者との高談、購入要求（注文）する</li> <li>請求に合わせて支払いを行う</li> </ul>
都市OS	機能例	<ul style="list-style-type: none"> <li>データカタログ(メタデータ)作成</li> <li>販売データの作成</li> </ul>	-	-
	主要データ		-	-
他システム	機能例	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>利用者登録</li> <li>契約管理</li> <li>取引管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>データカタログ(メタデータ)登録/検索（提供）</li> <li>データカタログ(メタデータ)登録/検索（要望）</li> <li>契約・取引・決済・マッチング・リコメンド</li> </ul>
	主要データ	-		

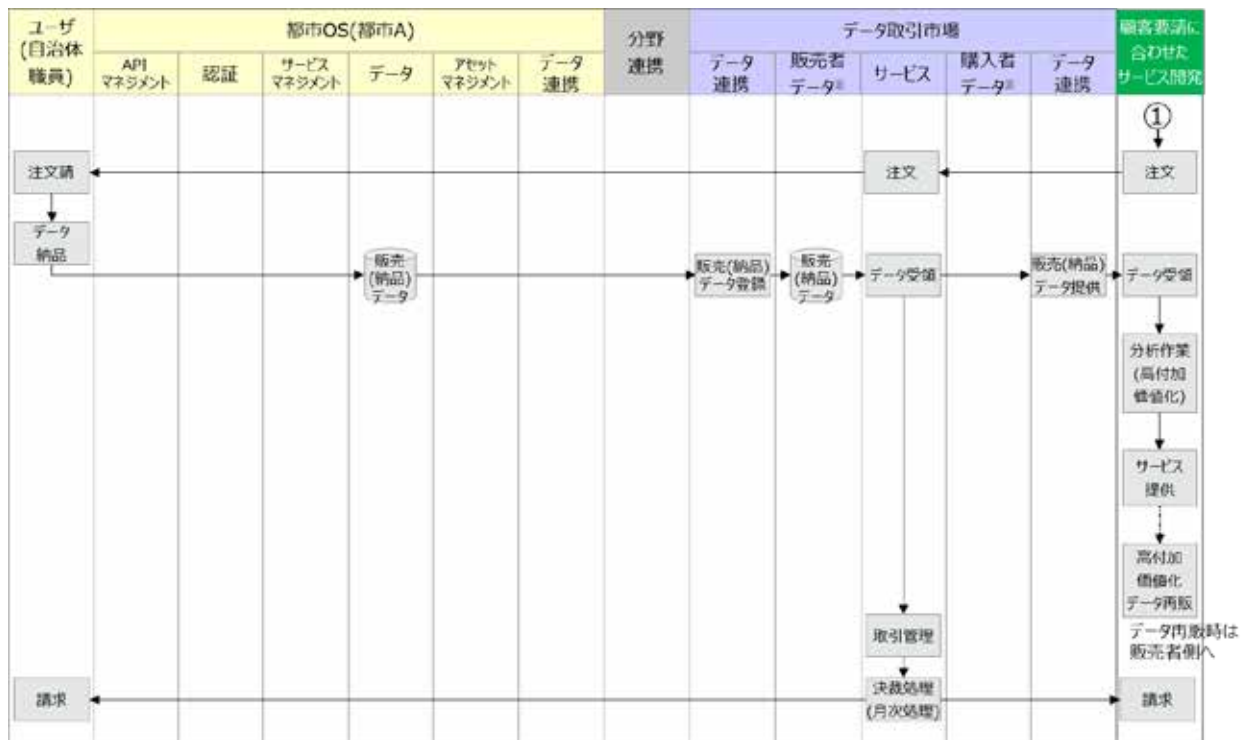
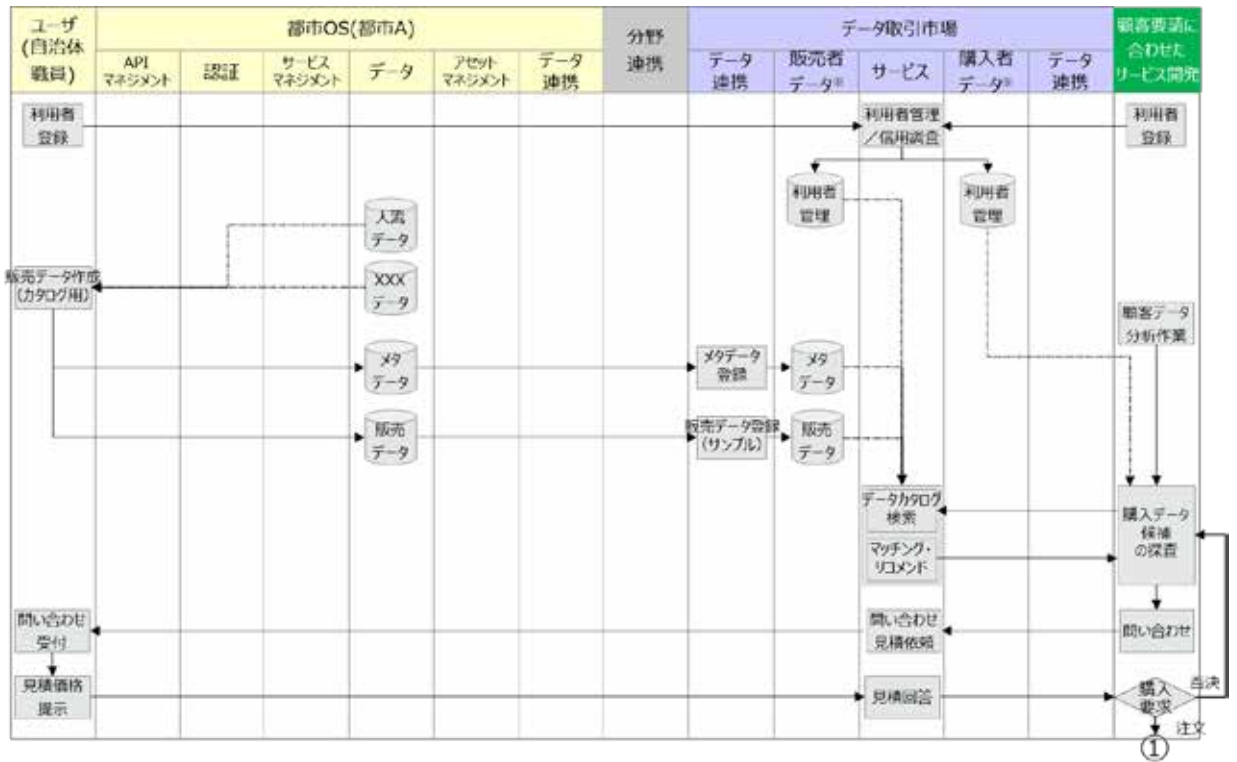
※今回の実証範囲

以下システムブロック図を記載する。都市 OS が推奨する API 等を用いて、データ取引市場と連携を行うことが可能となる。



以下に処理シーケンスを記載する。

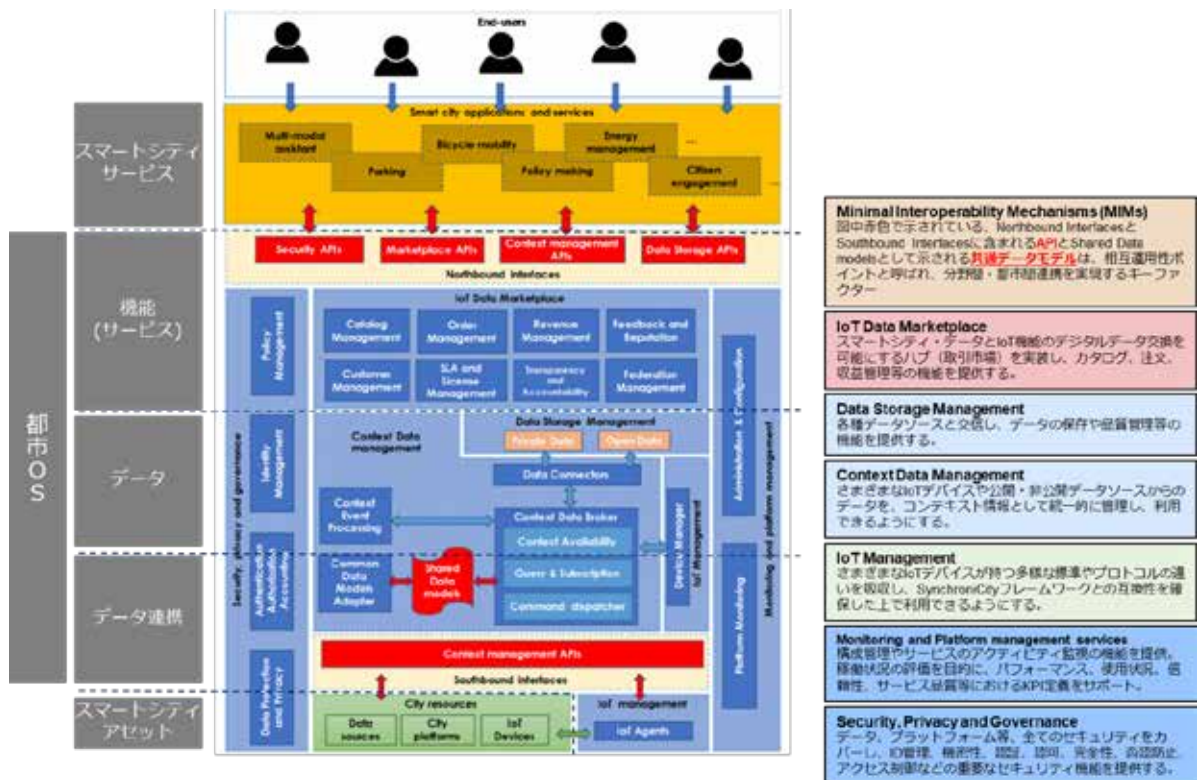




## 付録C. 海外のスマートシティアーキテクチャ

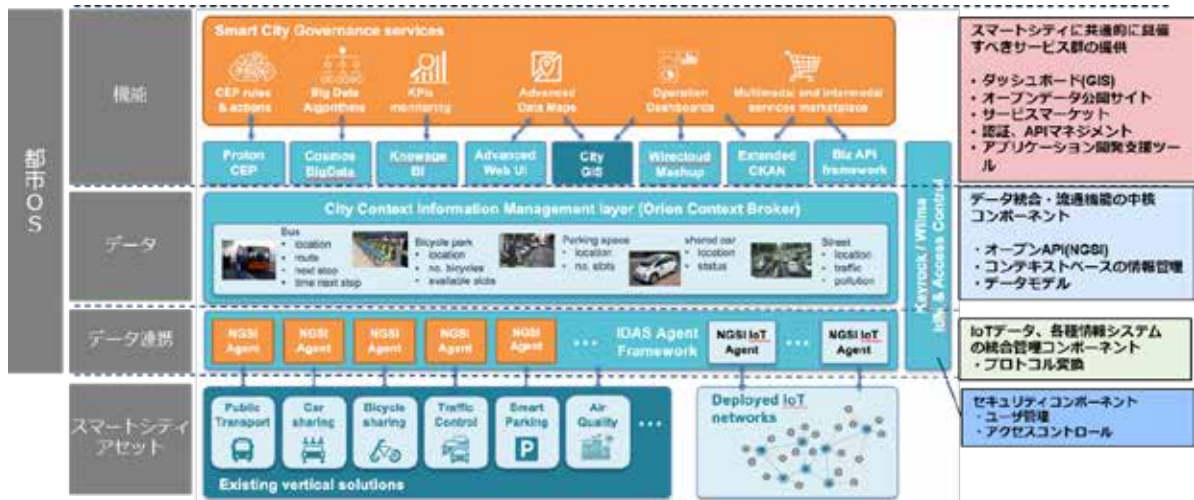
「7.1.2.3 海外スマートシティアーキテクチャの参考ポイント」の補足資料として、都市 OS の各種機能の参考ポイントとした海外のスマートシティアーキテクチャの一部を説明する。

### (1) SynchroniCity<sup>86</sup>

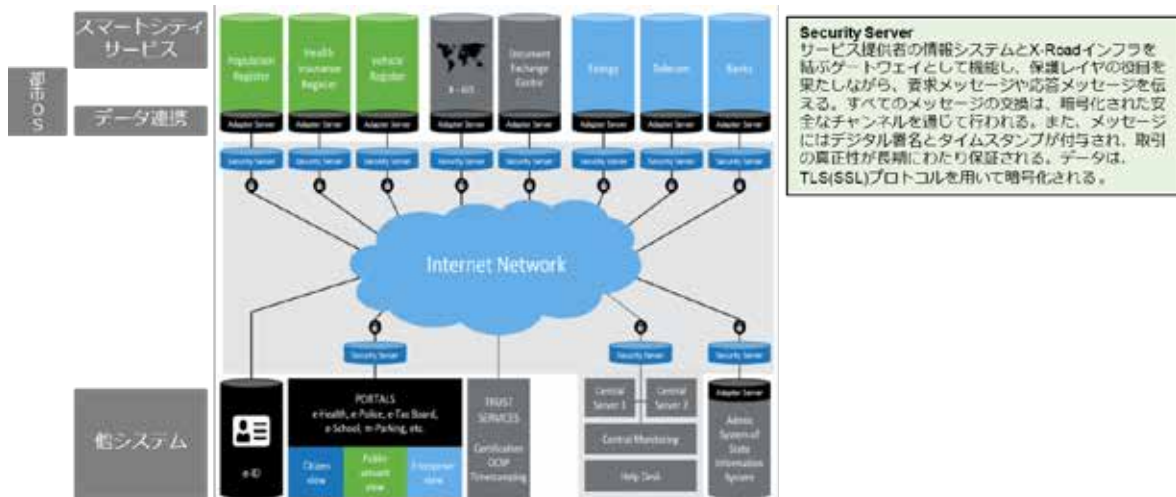


<sup>86</sup> SynchroniCity: Delivering an IoT enabled Digital Single Market for Europe and Beyond を参考に加筆  
[https://synchronicity-iot.eu/wp-content/uploads/2018/09/SynchroniCity\\_D2.10.pdf](https://synchronicity-iot.eu/wp-content/uploads/2018/09/SynchroniCity_D2.10.pdf)

(2) FIWARE<sup>87</sup>



(3) X-Road<sup>88</sup>



<sup>87</sup> Open Stack Days Japan 2017, FIWARE Foundation を参考に加筆  
<https://openstackdays.com/archive/2017/wp-content/uploads/2017/08/4-B4-4.pdf>

<sup>88</sup> Interoperability Framework and eGov Coordination を参考に加筆  
<https://ega.ee/wp-content/uploads/2019/11/Interop-IRI.pdf>

(4) IndiaStack<sup>89</sup>



<sup>89</sup> IndiaStack – Overview

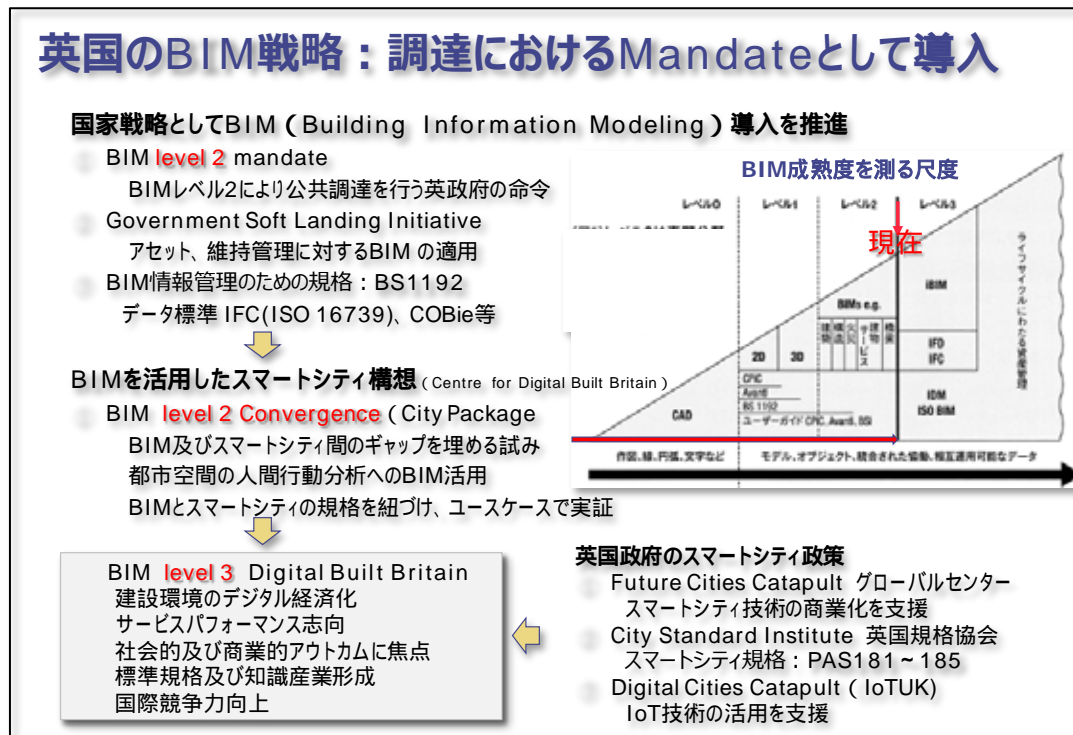
<https://www.indiastack.org/presentations/>

## 付録D. 都市デジタル化の動向

スマートシティに関連する、3次元空間データの動向について、海外での取組例、活用されている3次元空間情報のデータモデル標準、空間情報のデータ連携に関連する標準・API等について、以下に示す。

### (1) 都市デジタル化の取組

#### (a) 英国デジタル・ビルト・ブリテン構想 (Digital Built Britain)



付図 1：英国 Digital Built Britain (COCN2018 年度「デジタルスマートシティ の構築」最終報告書<sup>90</sup>から)

英国では、英国政府の BIM タスクグループの BIM 導入の取組の延長線上において、インフラ・建設業を始めとしたサービスバリューチェーンと資産ライフサイクル全体をデジタル化し、これらの最適化を目指すため、「デジタル・ビルト・ブリテン (Digital Built Britain)」プログラムを 2016 年に開始した。英国の BIM 導入では、公共調達分野における BIM 導入を段階的に Level 1 から 3 まで定義し、BIM の業務ワークフロー、情報管理等のガイドラインを英国標準 BS 1192 シリーズとして発行している。Level 3 では BIM データの国際標準 IFC (ISO 16739) に準拠したワークフローを目標としている。また 2016 年以降、BIM Level 3 を目指すための戦略として、BIM をスマートシティの基盤として位置づけ、各都市のカタパルト (ラボ) による実証実験の成

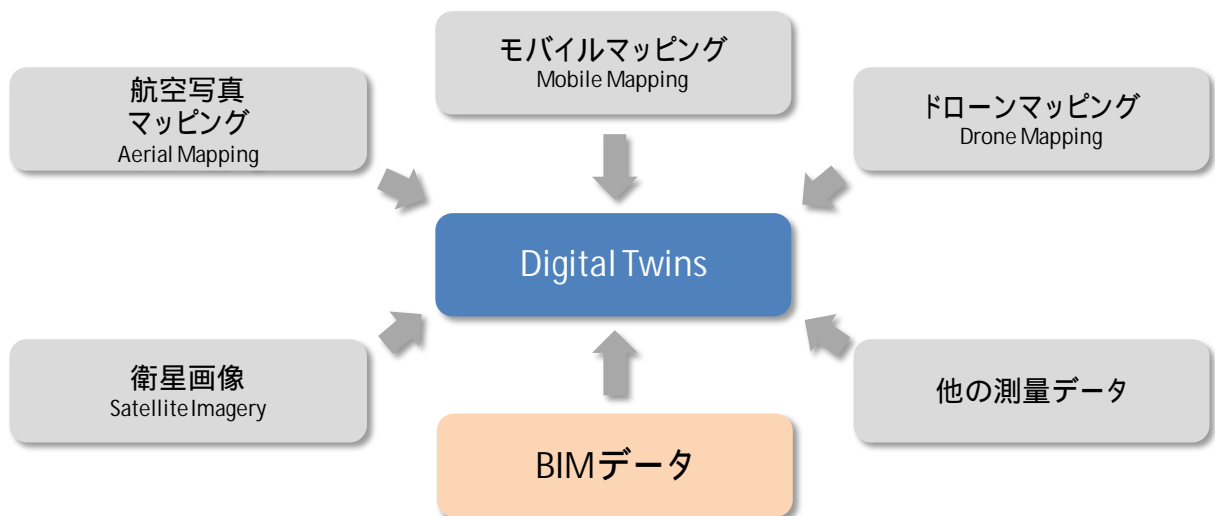
<sup>90</sup> <http://www.cocn.jp/report/012ed99f84a097edcf4e14e17becad1dda9aff61.pdf>



果や、ケンブリッジ大学に設置された Centre for Digital Built Britain による研究成果を、企業、市民、行政等のナレッジベース形成に活用する体制を敷いている。

英国標準規格協会が発行した BS 1192 シリーズの基本的概念は、2018 年に発行された国際標準 ISO 19650 シリーズに引き継がれている。本国際標準では、プロジェクト期間中のデータ (Project Information Model; PIM) 竣工後の維持管理フェーズのデータ (Asset Information Model; AIM) の定義・運用手法について述べられており、スマートシティに資する BIM データの入手において、参考となる標準の一つであると考えられる。

#### (b) シンガポールにおける都市デジタルツイン



付図 2：シンガポールにおける都市デジタルツイン構築への取組（参考資料：buildingSMART 北京サミット 2019 資料「Integrating Digital Twin with Digital Workflow」Singapore Land Authority より）<sup>91</sup>

シンガポールでは、「スマートネーション」構想により、国土全体にセンサネットワークを構築し、IoT を駆使したスマートシティコンセプトを前面に出した政府プロジェクトを推進している。また、国土を 3D モデル化する「バーチャル・シンガポール」では、シンガポール土地管理局 (SLA) やシンガポール国立研究財団 (NRF) 等によって 3 次元地理空間情報分野のデジタル化が試みられている。2019 年 10 月、中国・北京で開催された BIM の標準化・普及推進を行っている buildingSMART サミットにおいて、SLA から、今後の都市デジタルツイン構築への取組の方向性が述べられた。

バーチャル・シンガポールにおいては、衛星画像、航空写真、モバイルマッピング、ドローンマッピング等から、3 次元点群、3 次元幾何形状中心の 3 次元都市モデルを構築し、空間の属性情報が設定された CityGML の活用も試みられている。

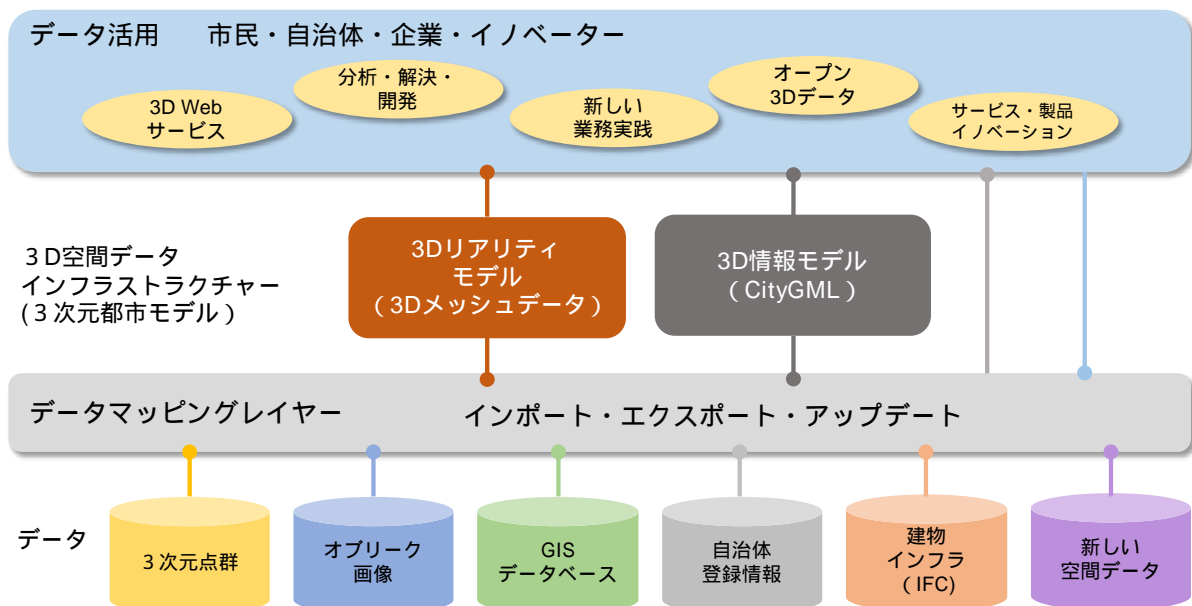
<sup>91</sup> 出典：[https://www.buildingsmart.org/wp-content/uploads/2019/10/Beijing\\_Agenda\\_FINAL\\_V6.pdf](https://www.buildingsmart.org/wp-content/uploads/2019/10/Beijing_Agenda_FINAL_V6.pdf) 講演資料

一方、シンガポールでは 2001 年から CORENET e-Submission プログラムにより建築確認手続きの電子化、BIM 活用を進められている。SLA が示す今後の都市デジタルツイン構築には、3次元点群、3次元幾何形状、CityGML 形式のデータとともに、e-Submission で入手した BIM データを組み込む方針が述べられている。

### (c) フィンランド ヘルシンキ 3D+プロジェクト

フィンランド・ヘルシンキ市では、1980 年代から都市レベルのデジタル化を試みている。近年ではヘルシンキ 3D+プロジェクトにより、ヘルシンキ市の都市デジタルツイン構築、オープンデータとして公開をしている。

ヘルシンキ 3D+プロジェクトで構築される 3次元都市モデルにおいては、画像データ、LiDAR (Light Detection And Ranging; レーザー等の光を用いたセンシング技術)による 3次元点群、地理情報システム(GIS)、建物情報(IFC)などがデータソースとなっている。データソースから構築される 3次元都市モデルに関して、3次元幾何形状データを中心とした 3D リアリティモデル形式、及び 3次元幾何形状に属性情報が設定された CityGML 形式の 2 分野が明確に区別されている(付図 3)。



付図 3 : 3次元都市モデルを構成するリアリティモデルと CityGML 及びデータソースとなる IFC/GIS 等の空間データ (buildingSMART 北京サミット 2019 資料「Digital Twins of a City」 Helsinki 3D+ Project より)

本プロジェクトでは、3次元都市モデル構築に、3次元点群、画像データ、GIS データ、登記簿情報 (Registers)、建物・インフラ構造物として IFC データ等を統合する方法をとっている。このような 3次元都市モデルを活用した例として、都市レベルの定量的な分析、都市計画の意思決



定支援、交通・物流、資産管理、安全安心、観光・ナビゲーション等のユースケースが挙げられている（付表 1）。

付表 1：3次元都市モデルユースケースの例

カーボンニュートラルシティ	プロジェクト計画
スマートシティ	微気候可視化
イノベーションと製品	建築確認
サービスとワークフロー	意思決定
Webサービス	プロジェクト管理
業務サービス	建設
教育・研究	資産管理
（都市）マーケティング	建物・インフラ維持管理
観光とナビゲーション	通信ネットワーク&照明施設管理
都市計画	例外的な状況
（スマート）交通・運輸（物流）	防災・安全・安心サービス
建物とインフラ設計	展示会

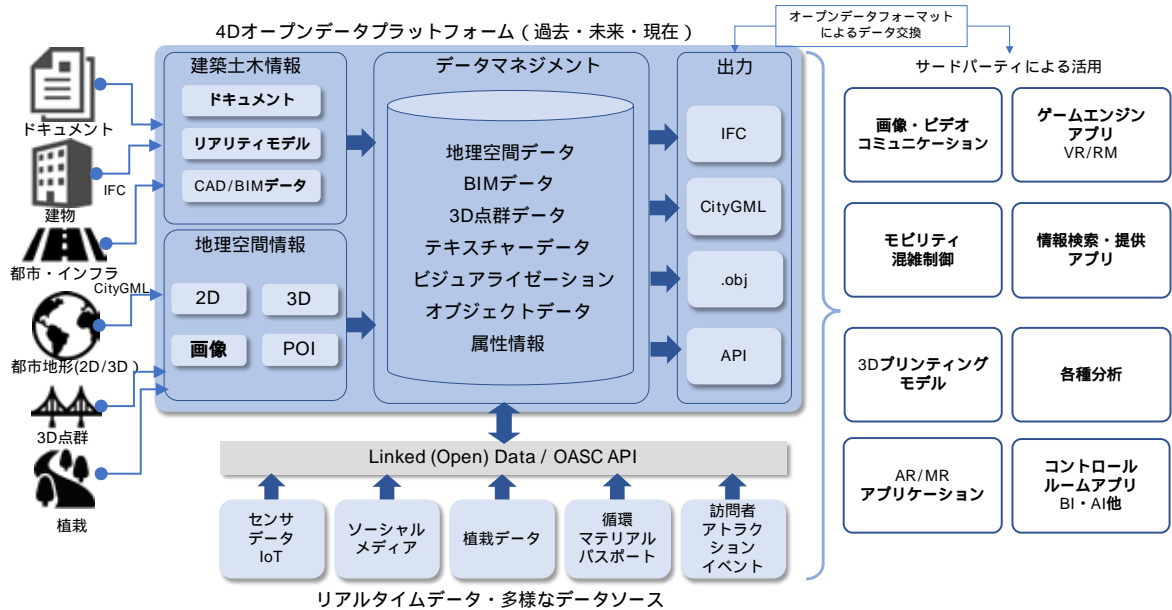
ヘルシンキ市は、3D 都市モデルをオープンデータとして公開しており<sup>92</sup>、データとしてダウンロード、API でのアクセス、Web インタフェースでの表示<sup>93</sup>等が可能となっている。ヘルシンキの都市デジタルツイン構築に関して、2019 年に技術的内容を含んだレポートが公開されている<sup>94</sup>。

<sup>92</sup> Helsinki's 3D city models: <https://www.hel.fi/helsinki/en/administration/information/general/3d/3d>

<sup>93</sup> View the models: <https://www.hel.fi/helsinki/en/administration/information/general/3d/view/>

<sup>94</sup> Kalasatama Digital Twins Pilot Project's Final Report:  
[https://www.hel.fi/hel2/tietokeskus/data/helsinki/kaupunginkanslia/3D-malli/Helsinki3D\\_Kalasatama\\_Digital\\_Twins\\_020519.pdf](https://www.hel.fi/hel2/tietokeskus/data/helsinki/kaupunginkanslia/3D-malli/Helsinki3D_Kalasatama_Digital_Twins_020519.pdf)

## (d) Digital Floriade ALMERE (オランダ国際園芸博覧会 2022)



付図 4 : Digital Floriade ALEMERE における都市デジタルツインの概要

2022年にオランダ・アルメレ（Almere）で開催予定の国際園芸博覧会フロリアード EXPO において、Digital Floriade ALEMERE プロジェクト<sup>95</sup>が推進されている。本プロジェクトでは、2022年の EXPO 会場において IoT デバイス、ゲームエンジンを活用したアプリ、AR/VR を駆使した都市デジタルツイン活用を目指している。EXPO 後は、都市計画、教育、環境アセスメント、資産管理、エネルギー管理等の分野で都市デジタルツイン活用を計画している。

付図 4 に示されるのは、図の左に示される都市空間情報として、建物（BIM）データ、土木・インフラデータ、3次元地形・都市モデルデータ、3次元点群、植栽データ等がデータソースとして存在し、都市のリアルタイムデータ（図下部）として IoT データ、ソーシャルメディアデータ等があり、都市空間情報とリアルタイムデータ間を Linked Data（リンクト・データ）や OASC (Open Agile Smart Cities) API 等によって統合し、IFC、CityGML、3次元形状(obj)、API 等により都市デジタルツインを構築する全体像である。

## (2) 3次元空間情報のデータモデル標準

ここでは、前項にて紹介した都市デジタルツイン構築の動向において活用されてきている、3次元都市モデル及び BIM データに関連するデータモデル標準、CityGML 及び IFC についてその概要を示す。

<sup>95</sup> ” Expo 2022 Floriade Almere: City as a platform. Almere as an incubator for circular sharing cities”, <https://smart-circle.org/wp-content/uploads/sites/5/2019/03/9.-Presentation-Frans-Jorna.pdf>

(a) CityGML<sup>96</sup>

CityGML は、Open Geospatial Consortium (OGC)により策定されている、仮想 3D 都市モデルのデータ交換や格納のためのデータモデル(データ形式)標準である。GML3.1.1(Geography Markup Language, ISO 19136)の応用スキーマとして定義されている。CityGML には、3D 都市モデルの基本的な構成要素や属性、関係性の一般的な定義が含まれており、異なるアプリケーションで同じデータを再利用することが可能になる。同様に、屋内ナビゲーションのための屋内空間データモデルとして OGC が IndoorGML を策定しているが、CityGML や以下の IFC と組み合わせて利用することが想定されている。

また、CityGML には、LOD (Level Of Detail)と呼ばれる、都市モデルの粒度を 5 段階に応じた表現できる仕組みを持っている。LOD0 は、地形、ランドスケープレベルであるが、LOD3 で市街地、建物の外観、LOD4 では建物の屋内空間を表現できるように LOD が定義されている。LOD3、4 レベルの CityGML データに関して、以下の IFC データからの変換が可能となっている。

(b) IFC (Industry Foundation Classes)<sup>97</sup>

IFC は、buildingSMART が国際標準化機構 (ISO) と協調して策定している BIM (Building Information Modeling)、CIM<sup>98</sup> (Construction Information Modeling)におけるデータモデル(データ形式)標準である。2013 年に IFC は ISO 16739:2013 として、建築分野の国際標準として発行され、2018 年に改訂版 ISO 16739:2018 が ISO/TC59/SC13 により発行された。2013 年以降、道路、橋梁、トンネル、空港、鉄道、港湾施設等のインフラ分野における IFC 標準化活動が進展しており、2020 年以降、インフラ分野の IFC 拡張が発行される予定となっている。

buildingSMART からは IFC データモデル定義が、ISO 10303-11 形式 (EXPRESS 言語) XML スキーマ形式、ウェブオントロジー言語 OWL 形式で公開されている<sup>99</sup>。OWL による IFC データ表現により、IFC データがセマンティック Web 技術により Linked Data としての展開が可能となる。

---

<sup>96</sup> CityGML, OGC: <https://www.ogc.org/standards/citygml>

<sup>97</sup> ISO 16739-1:2018, Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries — Part 1: Data schema: <https://www.iso.org/standard/70303.html>

<sup>98</sup> CIM とは土木分野における BIM を指すが、日本国内のみで使用される呼称である。

<sup>99</sup> IFC Specifications Database, buildingSMART International:  
<https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-schema-specifications/>

### (3) 空間情報のデータ連携に関連する標準・API について

都市デジタルツインの構築及び都市 OS が提供する機能に資する、異種空間データ間、空間データとリアルタイムデータ間のデータ連携に関連する、空間コード、API 等の標準について、その概要を示す。

#### (a) Place Identifier (PI) 及び Place Identifier Linking

Place Identifier (ISO 19155-1)は、場所識別子の概念、及び構造を規定するアーキテクチャを定義したものである。「場所」の概念は、実世界だけでなく仮想世界の「場所」も含み、座標識別子、地理的識別子、または URI 等の仮想世界識別子のいずれかを使用して識別される。ISO 19155 では、同じ場所を指す異なる場所識別子を対応付ける仕組みを規定している。

Place Identifier Linking (ISO 19155-2) は、場所識別子 (PI) を他のエンコーディングに存在する地物やオブジェクトにリンクさせるため、次の三つの仕組みを定義している。

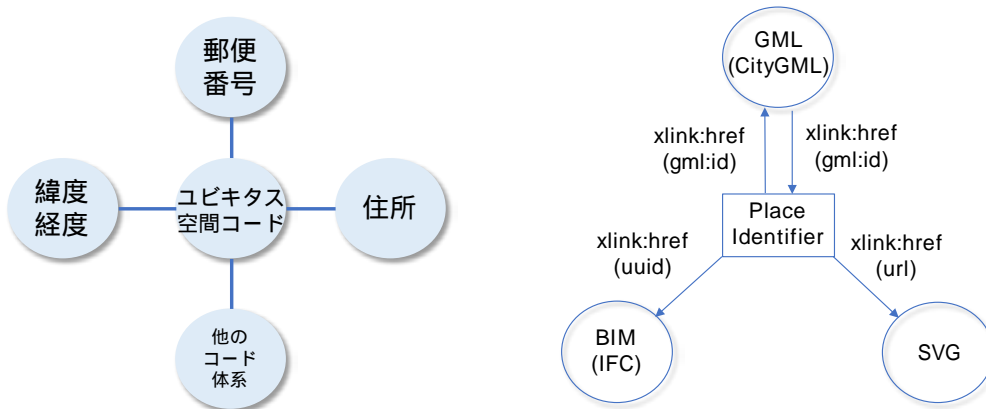
Y gml:id (ISO19136 参照)

Y UUID (IETF RFC 4122 参照)

Y URL(IETF RFC 1738 参照)

PI Linking を活用して CityGML、IndoorGML、IFC 等、異なる空間データを個々の識別番号をリンクすることによりデータ連携が可能となる。IFC には、ドア、窓、部屋、設備機器、センサ等、BIM モデルを構成する個々のオブジェクトに、UUID の実装の一つである 128bit の GUID (グローバル一意識別子) と呼ばれる ID を設定することが可能で、他システムとのデータ連携の際に BIM オブジェクトの識別子として利用可能である。分野間空間情報のデータ連携、及び空間情報とリアルタイム情報である IoT データ等、都市活動情報をデータ連携する際、座標による重ね合わせ方法だけでなく、PI Linking のような仕組みを活用して空間コード、BIM オブジェクト識別子、IoT デバイス識別子等のリンク関係によりデータ連携することが可能となる<sup>100</sup>。また、既存のコード体系に対して、ユビキタス空間コードのような共通の空間コードを対応付けておくことで、既存のコード体系に依存している業務プロセスを変える必要はなくなる (付図 4)。

<sup>100</sup> 都市活動・環境情報の履歴情報、予測情報 (シミュレーション結果) と空間情報のリンクには、位置と時間情報が必要となる。



付図 4: 空間データやリアルタイムデータをリンクする仕組みと標準（左：ユビキタス空間コードによるコード変換、右：PI Linking によるコード連携の概念）

### (b) 国内の空間コードについて

国内において、公共のための空間コードとして国土地理院が提供している場所情報コード（uPlace）<sup>101</sup>がある。場所情報コードとは、緯度・経度・高さ（階層）によって定義される空間と、その空間に存在する特定の地点を一意に識別するための ID として定義されている。

また、現実の空間にある場所やモノを一意に同定するための「国家標準識別子体系」（National Standard ID System）の確立について、日本学会議情報学委員会ユビキタス状況認識社会基盤分科会が提言<sup>102</sup>を行っている。

### (c) 位置参照技術・サービス

住所・地名・空間コード等から緯度・経度に代表される地理座標値を導き出すにはジオコーディング機能、逆に座標値から関連する住所・地名・空間コード等を取得するには逆ジオコーディング機能が必要となる。これらの位置参照情報サービスは、API によって提供することが可能である。

道路地図のデジタル化を推進している ITS（Intelligent Transport Systems：高度道路交通システム）分野においては、道路ネットワーク情報の位置参照方式が ISO 17572 シリーズとして国際標準となっている。ドアツードアの経路案内や、モビリティサービスが道路と建物にまたがる空間情報のデータ連携を行う際に、これらの位置参照技術、関連する位置参照方式や空間コード等の標準が、都市 OS またはその周辺のサービスにおいて活用される機会が増していくと考えられる。

<sup>101</sup> 場所情報コード(uPlace)：国土交通省 国土地理院：<https://www.gsi.go.jp/sokuchikijun/uPlace.html>

<sup>102</sup> 「ユビキタス状況認識社会の構築と時空間データ基盤の整備について」,2014年9月19日,日本学会議情報学委員会 ユビキタス状況認識社会基盤分科会：<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-t201-4.pdf>

空間コードとリンクした BIM データがある場合、特定の地理座標値周辺の、例えば建物の入り口ドアの BIM ( IFC ) オブジェクトの識別子 ( GUID ) を、位置参照情報サービスを活用して検索することが可能となる。屋外のモビリティサービスが、建物入り口ドアの GUID を検索キーとして、以下に示す IFC モデルサーバ API により、その建物の BIM データ全体へのアクセスが可能となる。

#### ( d ) IFC モデルサーバ API

IFC モデルサーバとは、IFC データをリレーショナル型、ドキュメント指向の NoSQL 型、グラフ型等のデータベースシステムに格納し、API により IFC データへのアクセス、2D/3D 幾何情報の抽出や表示等、様々な情報処理機能を提供する仕組みである。IFC モデルサーバの API により、BIM データと、IFC ビューワ、BI ( Business Intelligence ) ツール、GIS ( 地理情報システム )、IoT サービス等を連携させ、BIM データ利活用の可能性を広げる技術として今後の普及が期待されている。

IFC モデルサーバの API に関して、標準の指針となる仕様を BIMSie ( BIM Service interface exchange )<sup>103</sup> プロジェクトが策定し、buildingSMART が BIMSie の API 仕様を公開している。

#### ( e ) GIS 分野の API

地理情報データに関する API には、以下のような国際標準化機構 ISO、OGC104が発行している標準が存在する。

- l ISO 19128:2005, Geographic information — Web Map Server interface (WMS) : 地理情報から動的に地図データ ( 地図画像 ) を生成して配信するためのインタフェースの規格。
- l ISO 19142:2010, Geographic information — Web Feature Service (WFS) : 地理的フィーチャ ( 道路、建物等地理情報の単位で、図形情報と属性情報から構成されている地物 ) のトランザクションと地理的フィーチャへのアクセスを提供する Web サービスの動作を規定している規格。
- l OGC API – Features : 地理情報のフィーチャを API でアクセスするための標準で、API をいくつかの構成要素で構築するための API ビルディングブロック方式の仕組みを提供する。本標準の策定は、ISO との協調が図られている。

<sup>103</sup> BIMSie-API, buildingSMART International: <https://github.com/buildingSMART/BIMSie-API>

<sup>104</sup> OGC® Standards and Supporting Documents: <http://www.ogc.org/standards>



**著作者**

日本電気株式会社  
アクセンチュア株式会社  
鹿島建設株式会社  
株式会社日立製作所  
国立研究開発法人産業技術総合研究所  
一般社団法人データ流通推進協議会