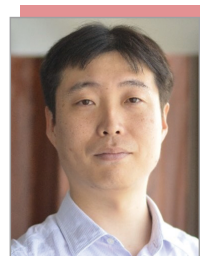


[デジタルアーキテクチャデザイン]

4 スマートシティの リファレンスアーキテクチャ

— Society 5.0 に準拠したアーキテクチャ構築とその展開 —

藤田 範人 | NEC



スマートシティにおける リファレンスアーキテクチャの必要性

国内におけるスマートシティの現状

昨今、国内の各都市においてスマートシティの取り組みが盛んに行われている。しかしながら、①分野、都市ごとに個別に実装され、持続的な取り組みになりにくい、②分野間でサービスが統合されず、住民の利便性が向上しにくい、③構築されたシステム、サービスの再利用ができず、開発コストが高い、といった課題があり、実証実験レベルにとどまっているケースが多いのが実態である。スマートシティの取り組みを持続可能なものとし、社会のイノベーションに結びつけるためには、設計の共通指針となるリファレンスアーキテクチャを定義し、スマートシティのシステムを拡張性および相互接続性のあるものとするのが求められていた。

海外における状況

海外においては、欧米を中心にスマートシティのアーキテクチャ共通化の取り組みが進んでいる。欧州を中心とするスマートシティの国際団体である Open & Agile Smart Cities (OASC) が推進する Synchronicity¹⁾ では、最小限相互運用メカニズム (Minimal Interoperability Mechanisms, MIMs) の考え方にに基づき、各都市のアプリケーションやシステムの相互運用性を担保するための主要イン

タフェース (API, データモデル) に関する要件をアーキテクチャで定めている。また、米国の国立標準技術研究所 (National Institute of Standards and Technology, NIST) は、効果的かつ強力なスマートシティソリューションを実現する上で、種々の IoT プラットフォーム関係者への呼びかけを行い、アーキテクチャの比較検討に関する国際的な共同作業 (IES-City Framework²⁾) を通じて、アーキテクチャ上の特徴に関する合意形成のフレームワークを策定している。

Society 5.0 に準拠したアーキテクチャ構築

筆者らは 2019 年度に実施された内閣府戦略的イノベーションプログラム (SIP) 第 2 期「スマートシティアーキテクチャ設計と関連実証研究の推進」において日本におけるスマートシティのリファレンスアーキテクチャ (RA) を構築した^{☆1}。スマートシティ RA の検討にあたっては、今後構築される他分野の RA との相互運用性を容易にするため、内閣府で定義された Society 5.0 RA³⁾ (図-1 の左) を出発点としレイヤ構造を共通化した。Society 5.0 RA はさまざまな分野に適用できるよう各レイヤで定義すべき事項が抽象的であるため、スマートシティの実態やあるべき姿を考慮し、スマートシティ RA

☆1 本事業は NEC, アクセンチュア, 鹿島建設, 日立製作所, 産業技術総合研究所, データ流通推進協議会で受託し, 6 社の共同でスマートシティ RA の構築を行った。

において定義すべき具体的事項を事前に抽出した(図-1の右)。さらに、スマートシティの推進主体を始めとした関連ステークホルダーがスマートシティサービスを構築する際の指針とできるよう、具体的な検討手順や参考となる事例、準拠すべき技術的基準などもスマートシティ RA の中で明らかにするようにした。

構築したリファレンスアーキテクチャ

全体像

スマートシティ RA の構築にあたり、スマートシティを推進するための重要な基本コンセプトとして以下の4つを定めた。

1. すべてのスマートシティに関与する者は、常にスマートシティサービスの利用者を意識してスマートシティの取り組みを進める必要があること(利用者中心の原則)
2. スマートシティが持続的に運営され続けるためには地域全体をマネジメントする機能(都市マネジメント)が必要であること

3. 都市オペレーティングシステム(OS)を通じてスマートシティサービスを提供することで、データやサービスが自由かつ効率的に連携されること
4. 日本全体で効率良くスマートシティ化を推進するためには、他地域や他システムとの相互運用を効率良く行える必要があること(相互運用の重要性)

上記のコンセプトを踏まえ、構築したスマートシティ RA の全体像を図-2に示す。Society 5.0 RA のレイヤ構造を踏襲しつつも、利用者中心の原則を明確にするため、レイヤを縦に積み上げるのではなく利用者を最上位に置き、利用者に対するスマートシティサービスをどのように実現するか、という観点でサービス層を中央に配置した。サービスを実現するためには、スマートシティ戦略から規定され、サービスを設計し運営していく機能である都市マネジメント(組織層、ビジネス層)と、都市内外のデータ(アセット層)を管理・連携してデジタルサービスを提供する基盤である都市 OS(機能層、データ層、データ連携層)の両面からのアプローチが必要、という構造になっている。またルール層については、都市 OS も含めてあらゆるレイヤに関係するた

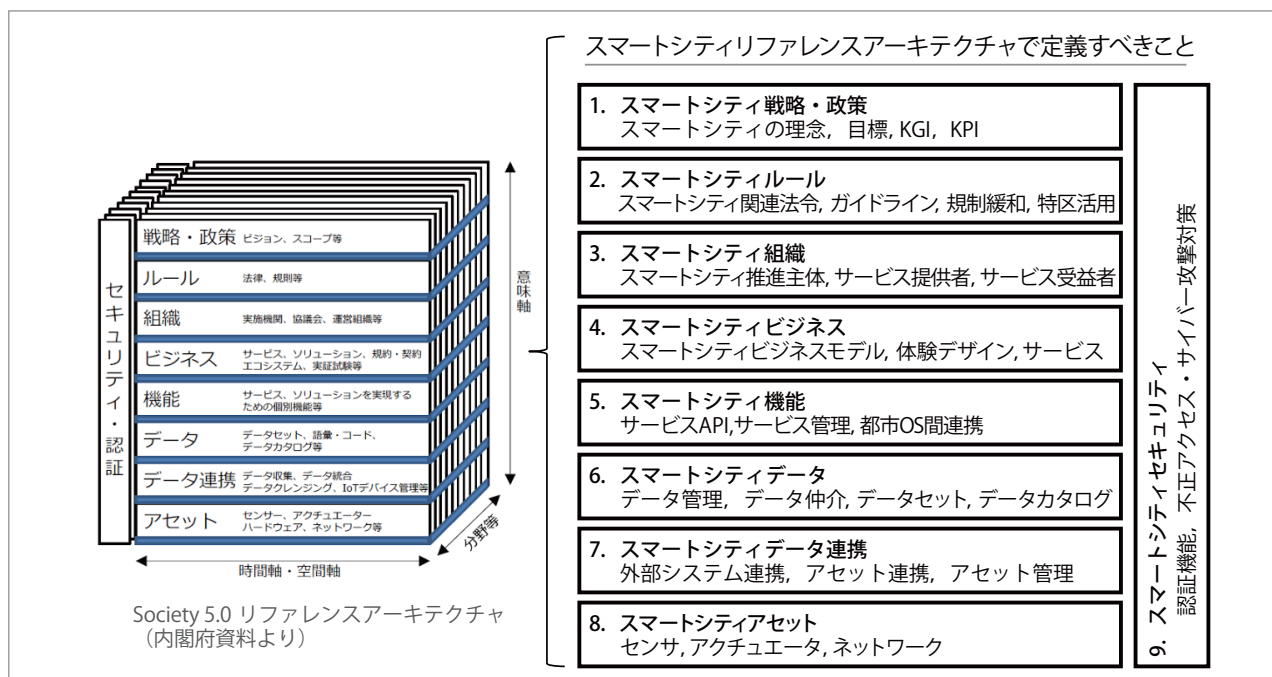


図-1 Society 5.0 RA とスマートシティ RA で定義すべき事項

め, Society 5.0 RA を変形し横断的なレイヤとして配置している。

都市マネジメント

非 IT 層である都市マネジメント（組織層、ビジネス層）および、スマートシティ戦略、ルールについては地域ごとの違いや例外を考慮し、具体的な実装方法の指定は避け、スマートシティの推進者がスマートシティ構築の際に必要な要素を漏れなく検討するためのフレームワークを提示するにとどめた。ただし、スマートシティの推進者が具体的イメージを持った検討ができるよう、実際の事例における構成要素や手法をフレームワークに落とし込んだものも具体例として併記している。

図-3 にスマートシティ組織の場合の策定フレームワークを示す。利用者に対してスマートシティサービスを提供するためには背後にどのような組織的役割が必要か整理されており、それぞれの役割を果たす組織を埋めていくことで漏れのない組織設計ができるようになっている。また、本フレームワー

クに併せて、会津若松市、高松市、大手町・丸の内・有楽町地区の3つの対照的な事例を組織マップに落とし込んだものも提示している、図-4 に会津若松市におけるスマートシティ組織の事例について示す。

同様のフレームワーク提示および具体的内容の例示をスマートシティ戦略、ビジネス、ルールに対しても行っており、スマートシティ構築における非 IT

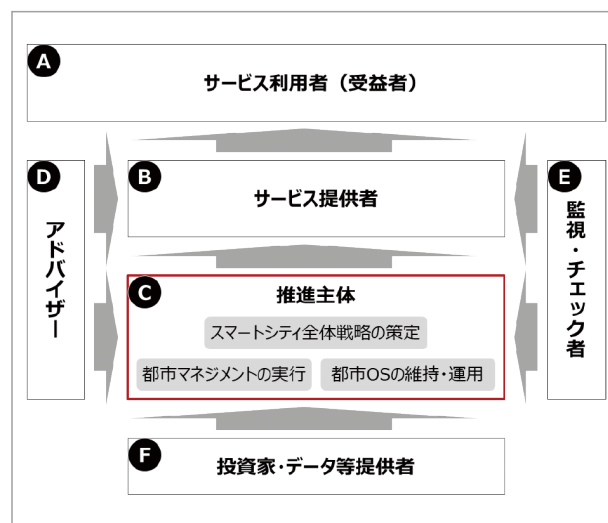


図-3 スマートシティ組織の策定フレームワーク

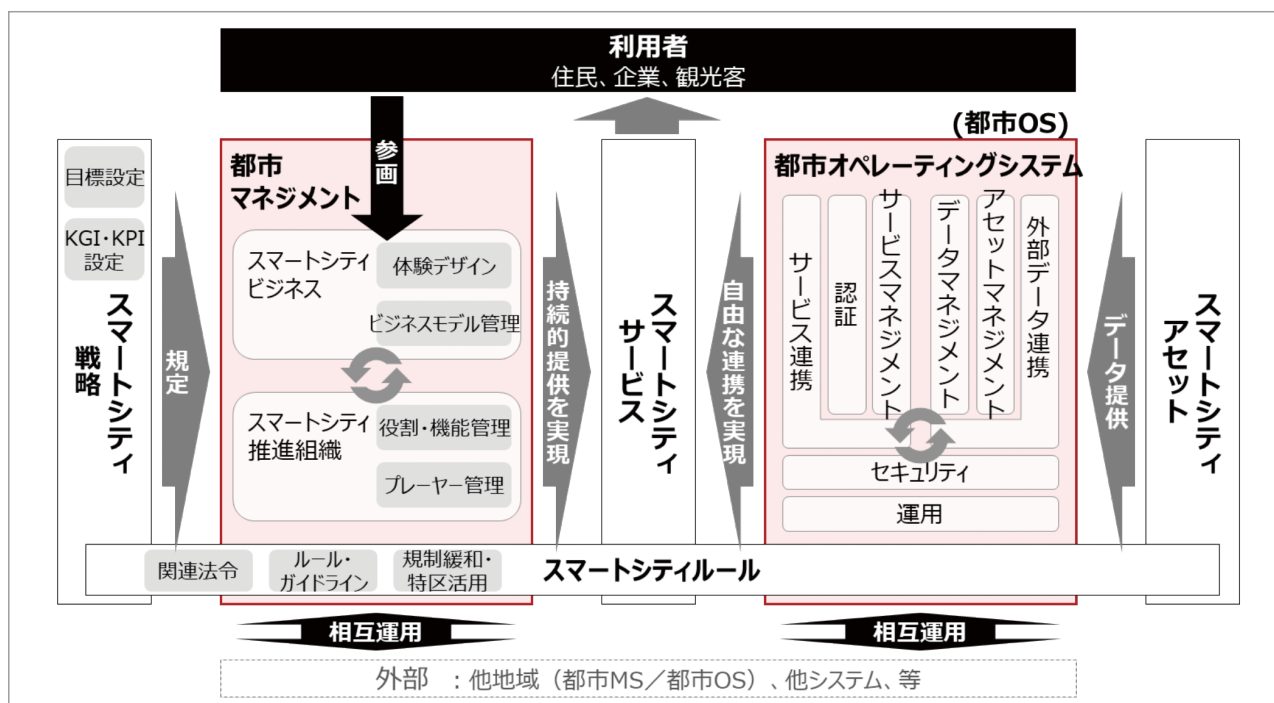


図-2 構築したスマートシティ RA の全体像

特集

Special Feature

要素の必要十分な検討ができるものとなっている。

都市 OS

スマートシティ RA では、都市マネジメントと双対となる要素として都市 OS を定義している。都市 OS がない場合は、スマートシティサービスを実現するための IT システムが独自かつ独立したものとなり、データやサービスの連携、流通が困難になっ

たり、サービスの横展開が困難になる。都市 OS は、都市内外のさまざまなデータを集め、API を通じてスマートシティサービスのためのアプリケーションを実現したり、他の都市 OS 間と接続して都市間連携を実現するための共通基盤と位置付けられる。都市 OS の詳細を設計するにあたり、現状のスマートシティの課題である、①サービスの再利用・横展開が困難、②さまざまな分野を横断したサービス実

現が困難、③サービスを継続する際の拡張性が低い、という認識をもとに以下 3 つの要件を定義した。

①相互運用（つながる）

都市内／間のサービス連携や、アプリケーションの再利用を可能にする仕組みを備えること

②データ流通（ながれる）

地域内外のさまざまなデータを仲介して連携させる仕組みを備えること

③拡張容易（つづけられる）

都市 OS で利用する機能やアーキテクチャ更新にあわせ拡張を容易にする仕組みを備えること

上記の要件を考慮しつつ、Society 5.0 RA のレイヤ構造に準拠して構築した都市 OS の全体アーキテクチャ（機能ブロック図）を図-5 に示す。

1 つ目の要件である相互運用性を実現するためにサービス（アプリ等）や他都市 OS と「つながる」ための API 連携、認証連携の仕組みを図-5 の機能層において規定した。しかしながら、具体的な API やデータモデルの仕様を限定することは

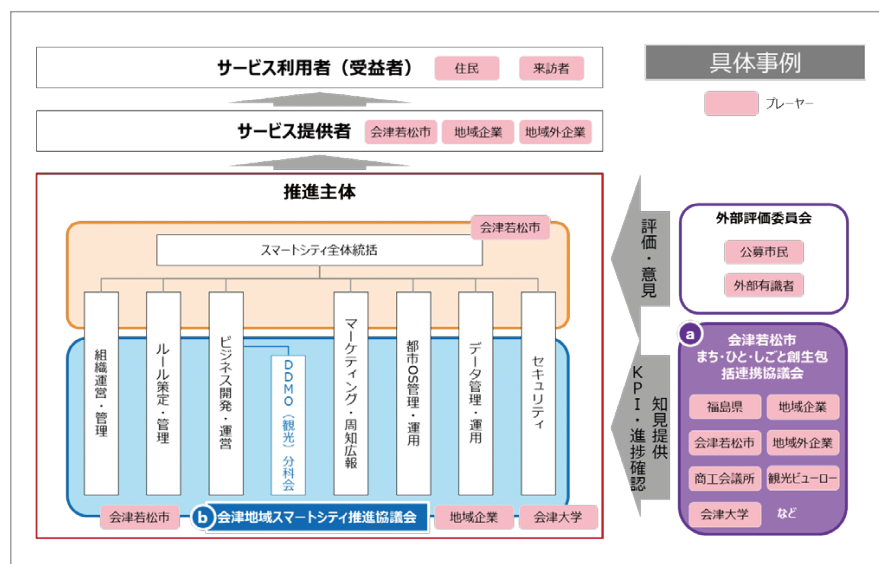


図-4 スマートシティ組織の具体例（会津若松市）

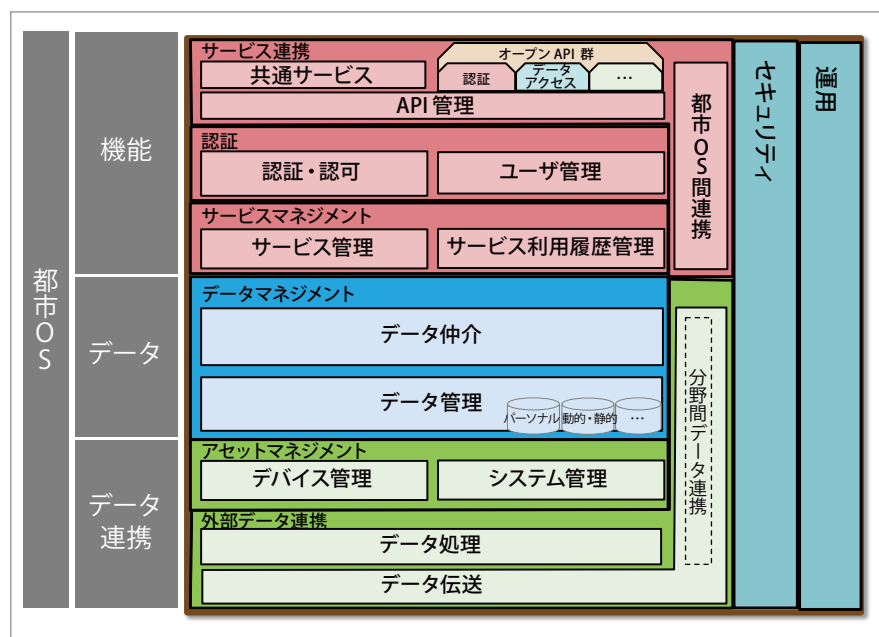


図-5 都市 OS のアーキテクチャ

特集

Special Feature

せず、つながるために共通化、公開すべき対象となる API、データモデルの対象を具体例とともに示している (図-6)。

また、データ流通の要件に対しては、他都市 OS、他システム、IoT デバイス等から多種のデータ (メタデータ、静的データ、動的データ、地理空間データ、パーソナルデータ) を取り込み、都市 OS 上のサービスに活用することができるよう、データ層、データ連携層における機能を定義している。その中核と

なる機能がデータ仲介であり、データ利用者と都市 OS との間のデータの受け渡しを一元的に担うハブの役割を担っている。データ仲介が管理するデータの所在は、(a) 都市 OS 内に蓄積する、(b) 都市 OS 外に分散されている、の双方がサポートされ、データ利用者はスマートシティのサービス実現に必要なさまざまな種類のデータを、その所在を意識することなく利用できる。

最後に拡張容易性 (つづけられる) に対しては、図-5

に示したそれぞれの機能ブロックが着脱できるよう、ブロック間の API を共有化しビルディングブロック方式で都市 OS を構成できることを要件化した。これにより、スマートシティの発展とともに段階的に都市 OS を拡張でき、最小機能単位での機能実装での稼働や最小機能単位での機能追加ができるようになる。

実証研究

スマートシティ RA の構築にあたっては、各レイヤのフレームワークや要件を決定するための具体事例の収集および、構築したアーキテクチャの一部を実現可能であることを検証するための 8 つの実証研究が同時並行で行われた。各実証研究は防災、観光、ヘルスケアなどスマートシティの代表的なユースケースをカバーするよう、偏りない選択がなされている。

まず、筆者らは各実証研究を構成する要素を Society

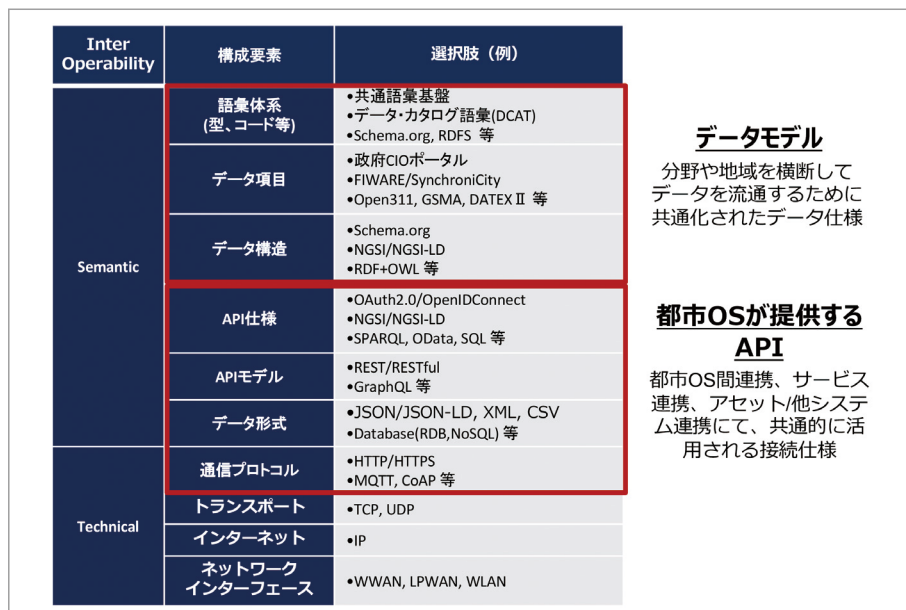


図-6 共通化、公開すべき API とデータモデルの範囲

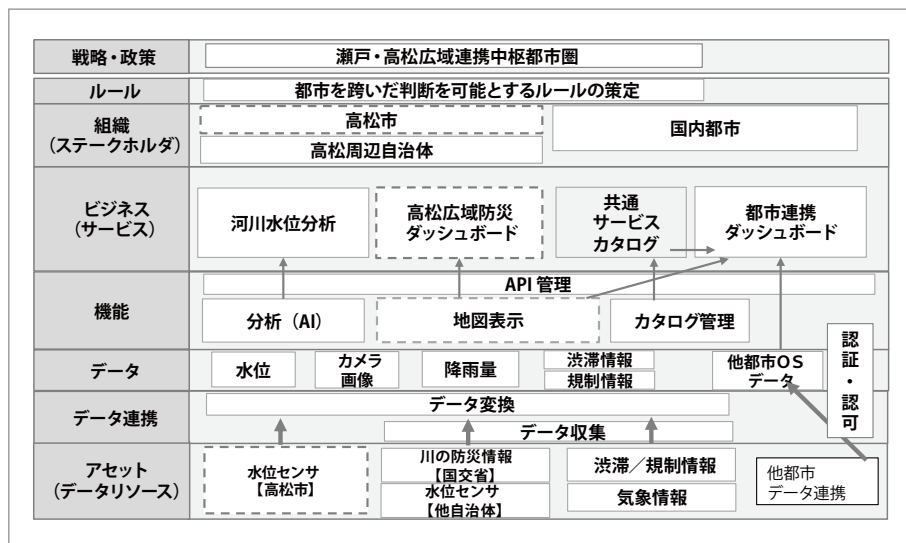


図-7 実証研究における構成要素の抽出 (高松広域)

特集

Special Feature

5.0 RA のレイヤ構造に基づいて抽出した。高松広域における実証研究の内容を各層に分解し、構成要素と関係性について整理した例を図-7に示す。抽出した構成要素および関係性は、スマートシティ RA の仮説に当てはめながら見直しを繰り返すことにより、最終的な各レイヤのフレームワークを導いた。また具体的な構成要素の一部は、都市マネジメントのフレームワークに基づく具体例として提示するとともに、都市 OS の相互運用、データ流通を実

現する具体的手法としてスマートシティ RA の中で参照するようにした。8つの実証研究のそれぞれにおいて、実際にスマートシティ RA へ反映した主なポイントを表-1に示す。

さらに、都市 OS で定義した相互運用性の実証のため、8つの実証研究間で相互接続し、各地域のデータをリアルタイムかつ一元的に可視化する実験を行った。各実証研究間の相互運用を図るため、欧州で標準化されている NGSI に基づき API、データ

モデルを共通化することにより、元は異なる設計で構築された8つのシステム間でデータ流通が図れることが確認できた。

リファレンスアーキテクチャの展開

成果の公開

筆者らは検討したスマートシティ RA をホワイトペーパーと導入ガイドブックの2つの形式で作成した。日本語版と英語版の双方が内閣府 Web ページからダウンロード可能である⁴⁾。ホワイトペーパー (図-8) は、スマートシティ実現に必要な構成要素や実装指針を体系的に整理した RA の詳細版である。政府や専門家など日本のスマートシティの在り方に関して検討を行う関係者や、スマートシティの各種サービスや都市 OS の提供者が、スマートシティ実現に必要な構成要素や実装指針を体系的に理解するために活用することを想定している。

また、導入ガイドブック

表-1 実証研究とスマートシティ RA への反映

実証研究	スマートシティ RA への主な反映ポイント
101 市民サービス 会津若松市 (アクセンチュア)	・地域協議会主体の都市 OS 運用モデル (ビジネス) ・具体事例 (スマートシティ戦略、都市マネジメント)
102 都市間接続 中部圏-関東圏 (名古屋大)	・都市 OS 間連携 (都市 OS)
103 広域防災 高松広域 (NEC)	・複数自治体による都市 OS 運用モデル (ビジネス) ・具体事例 (スマートシティ戦略、都市マネジメント)
104 地域 MaaS 富山市、高松市 (NEC)	・都市間相互運用 (都市 OS, サービス) ・具体事例 (都市マネジメント)
106 観光 伊勢、湯河原、白馬 (JTB)	・他システムとの連携 (都市 OS)
108 ヘルスケア 札幌市 (日建設計)	・産官学連携協議会による推進 (都市マネジメント)
109 物流 東京都 (エブリセンス)	・データ取引市場との連携 (都市 OS)
110 見守り、保育 加古川市 (日建設計)	・官民協働運営による都市 OS 運用モデル (ビジネス) ・個人情報の取扱い (ルール)

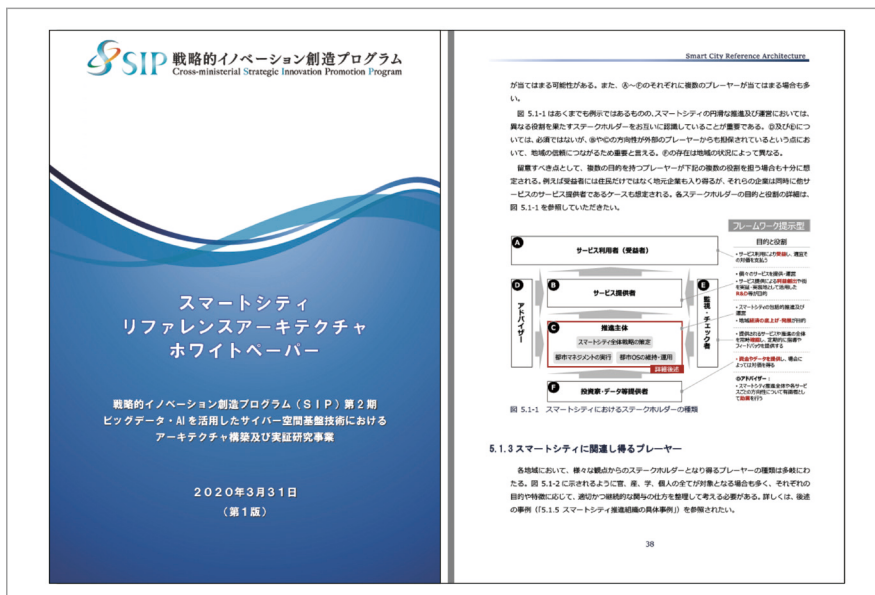


図-8 ホワイトペーパー

(図-9) は主にスマートシティを主体的に推進する自治体や組織が、スマートシティ RA に基づき地域課題を解決する具体的な手順を理解できるようにした普及促進ツールの位置づけである。本書には実証研究を中心に複数のスマートシティ事例についても紹介されており、同様の地域課題を持つ人々にとってスマートシティ導入の参考とできるようになっている。

政府関連事業における リファレンスアーキテクチャの参照

筆者らが構築したスマートシティ RA については、政府の2020年度のスマートシティ関連事業で参照することが共通方針とされており⁵⁾、その活用が始まっている。関連事業においては、(1) ビジョンの明確化 (スマートシティ戦略)、(2) アーキテクチャによる全体俯瞰 (全体)、(3) 相互運用性の確保 (都市 OS)、(4) 拡張性の確保 (都市 OS)、(5) 組織・体制の整備 (スマートシティ組織)、をそれぞれスマートシティ RA に基づき実現または明確にすることが求められている。

また、2020 年から AI などの先端技術と規制改革により住民が抱える社会的課題を解決しようとする試みであるスーパーシティの検討が政府で始まっ

ている⁶⁾。スーパーシティの中核となるデータ連携基盤整備事業においては、(a) データモデル、API の標準化・外部公開、(b) データ仲介モデルの構築、(3) ビルディングブロック方式によるシステム構築、が取組事項として挙げられており、スマートシティ RA における都市 OS の要件が参照され共通基盤として具体化する検討が始まっている。

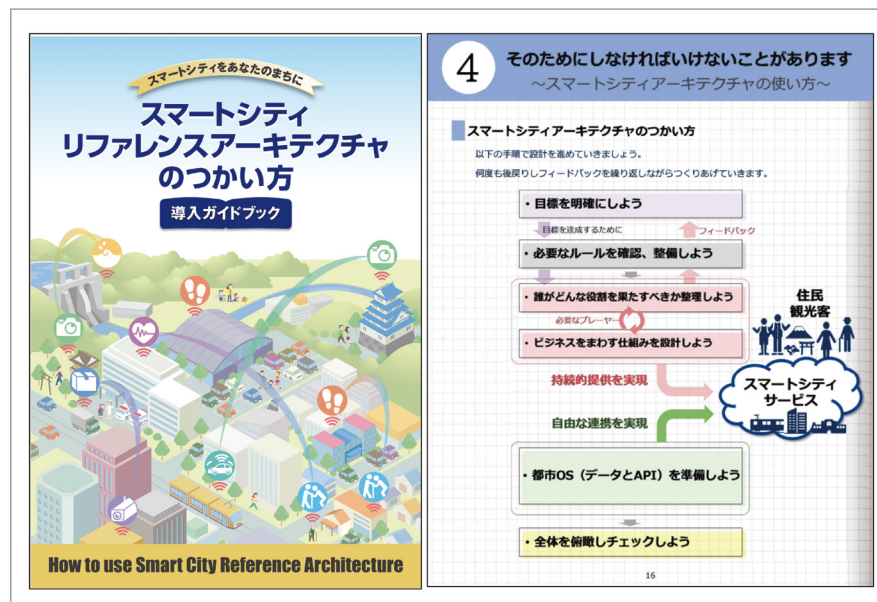
参考文献

- 1) SynchroniCity, <https://synchronicity-iot.eu/>
- 2) NIST A Consensus Framework for Smart City Architectures IES-City Framework, <https://pages.nist.gov/smartcitiesarchitecture/>
- 3) 内閣府：総合科学技術・イノベーション会議 データ連携基盤の構築, <https://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/juyoukadaai/14kai/siryo2-1.pdf>
- 4) 内閣府：SIP サイバー／アーキテクチャ構築及び実証研究の成果公表, <https://www8.cao.go.jp/cstp/stmain/20200318siparchitecture.html>
- 5) 内閣府：政府による令和2年度のスマートシティ関連事業～共通リファレンスアーキテクチャを踏まえた一体的推進～, <https://www8.cao.go.jp/cstp/stmain/20200324smartcity.html>
- 6) 内閣府：国家戦略特区 スーパーシティ, <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/tiiki/kokusentoc/supercity/openlabo/supercitycontents.html>

(2021 年 2 月 4 日受付)

■ 藤田範人 n-fujita_bk@nec.com

1996 年京大・工・電気卒業、1998 年同大学院修士了、同年 NEC 入社。ネットワークシステムやセキュリティの研究に従事。現在 NEC セキュアシステム研究所所長代理。2019 年に SIP 第 2 期「スマートシティアーキテクチャ設計と関連実証研究の推進」研究開発責任者として「スマートシティリファレンスアーキテクチャ」を公開。



■ 図-9 導入ガイドブック