

JSCAセミナー

「リファレンスアーキテクチャで考える次世代スマートシティ・コミュニティの在り方」

**NTT DATA**  
Trusted Global Innovator

**DX時代におけるスマートコミュニティ関連分野での研究開発及び  
標準化動向調査／調査結果報告資料**

**2022年3月10日**

**株式会社NTTデータ経営研究所**

**三上 雄一郎、三藤 米利紗、渡邊 敏康 博士（工学）**

## 背景・目的

### 第1章 スマートコミュニティやスマートシティ関連分野での研究開発及び標準化動向調査

#### 1-1 世界の各都市におけるスマートシティ、コミュニティの取組状況の調査・整理

#### 1-2 スマートシティ、スマートコミュニティにおけるユースケースの詳細調査・分析

### 第2章 リファレンスアーキテクチャを参考にした階層構造分析

#### 2-1 リファレンスアーキテクチャの策定状況の調査・整理

#### 2-2 リファレンスアーキテクチャの階層構造の分析

(ケーススタディ) リファレンスアーキテクチャを用いたトロントにおける事例

### 第3章 調査結果を踏まえた今後の展望（まとめ）

Appendix 1 スマートシティの事例調査結果

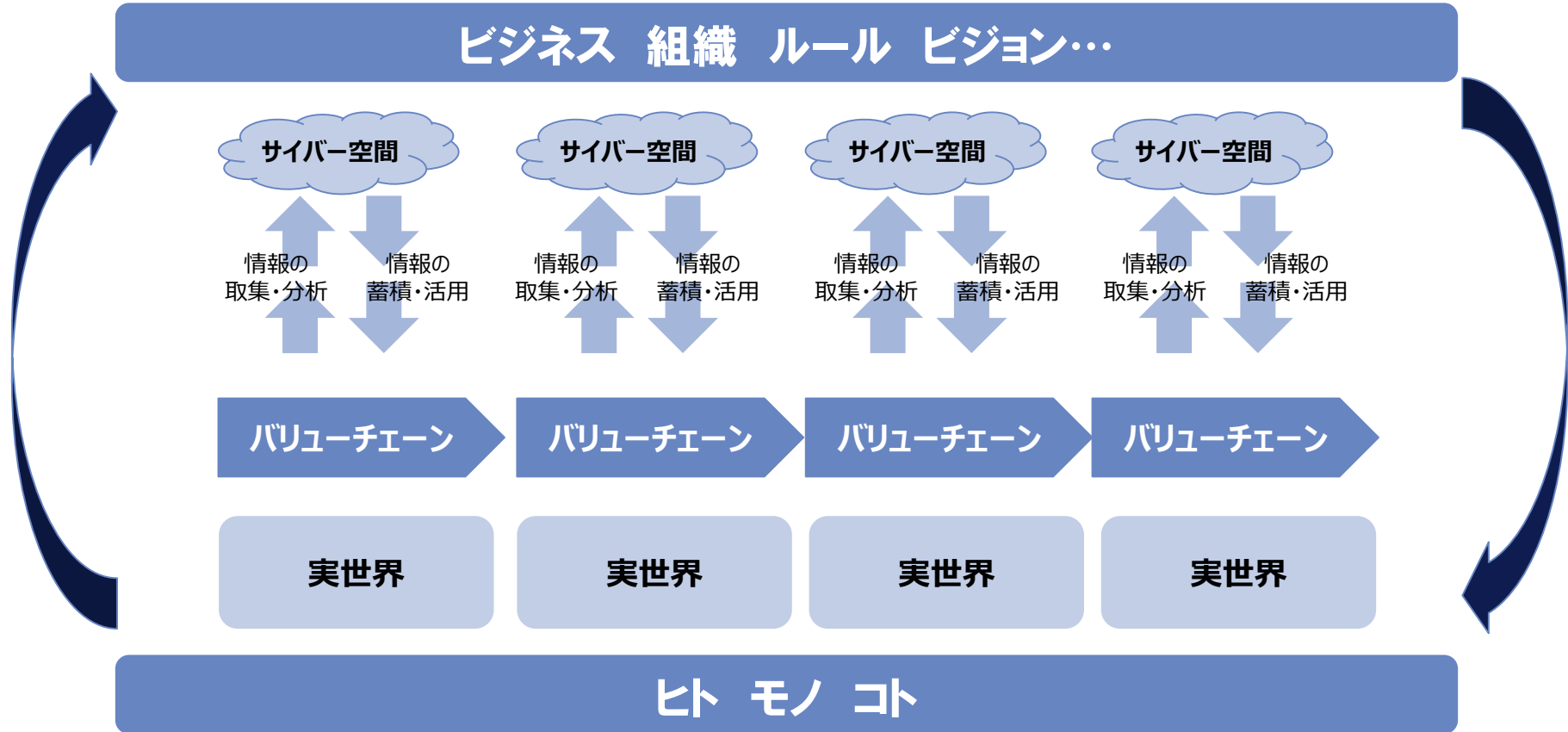
Appendix 2 リファレンスアーキテクチャの調査結果

Appendix 3 リファレンスアーキテクチャを用いたスマートシティの事例分析結果

# 調査の背景と目的

# デジタルトランスフォーメーションとデータ・組織・分野同士の連携

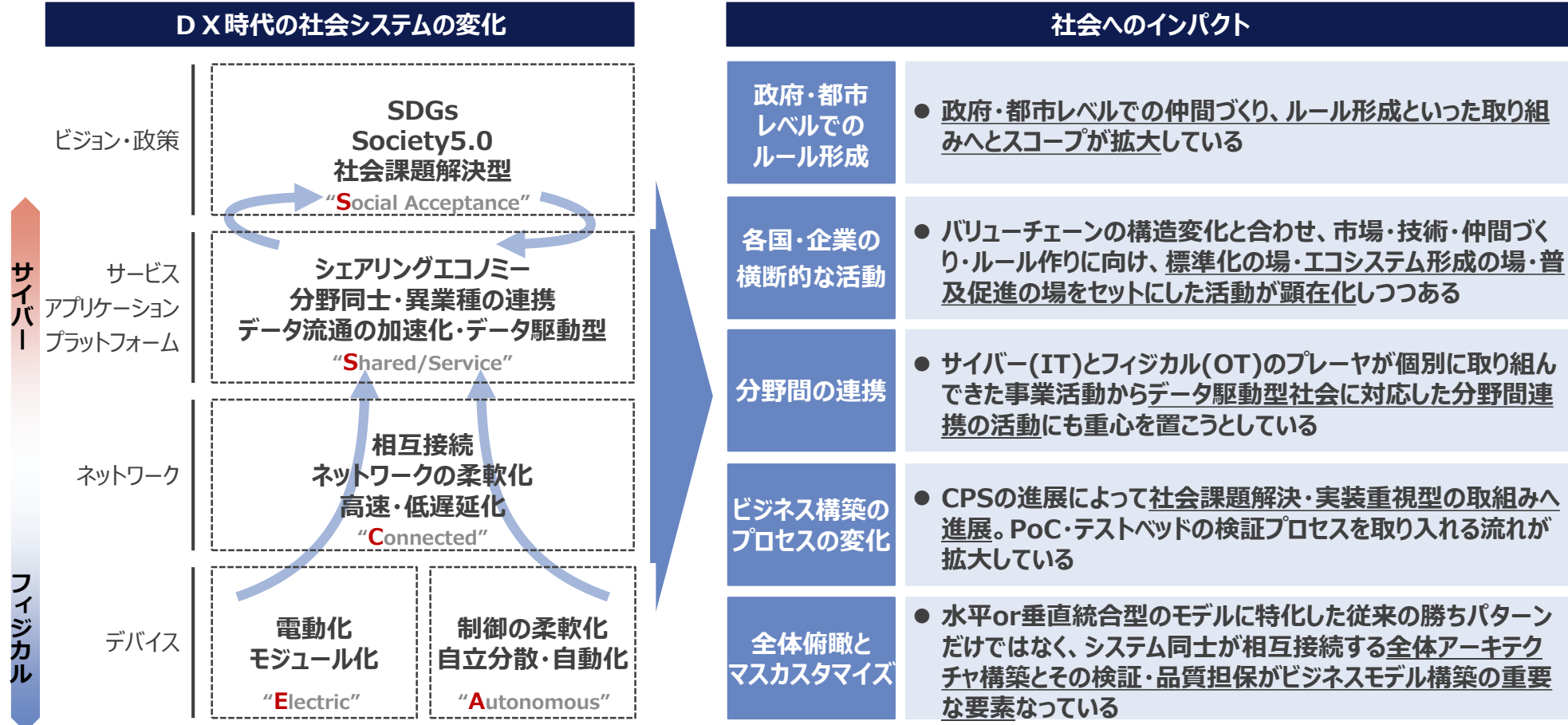
サイバーフィジカルシステムによって経済活動や事業活動が連動していくことで、システム同士の連鎖による変革（DX）が加速化している



**データ同士の連携、組織間の連携、分野間の連携、  
新しいルール・仕組みづくりへ**

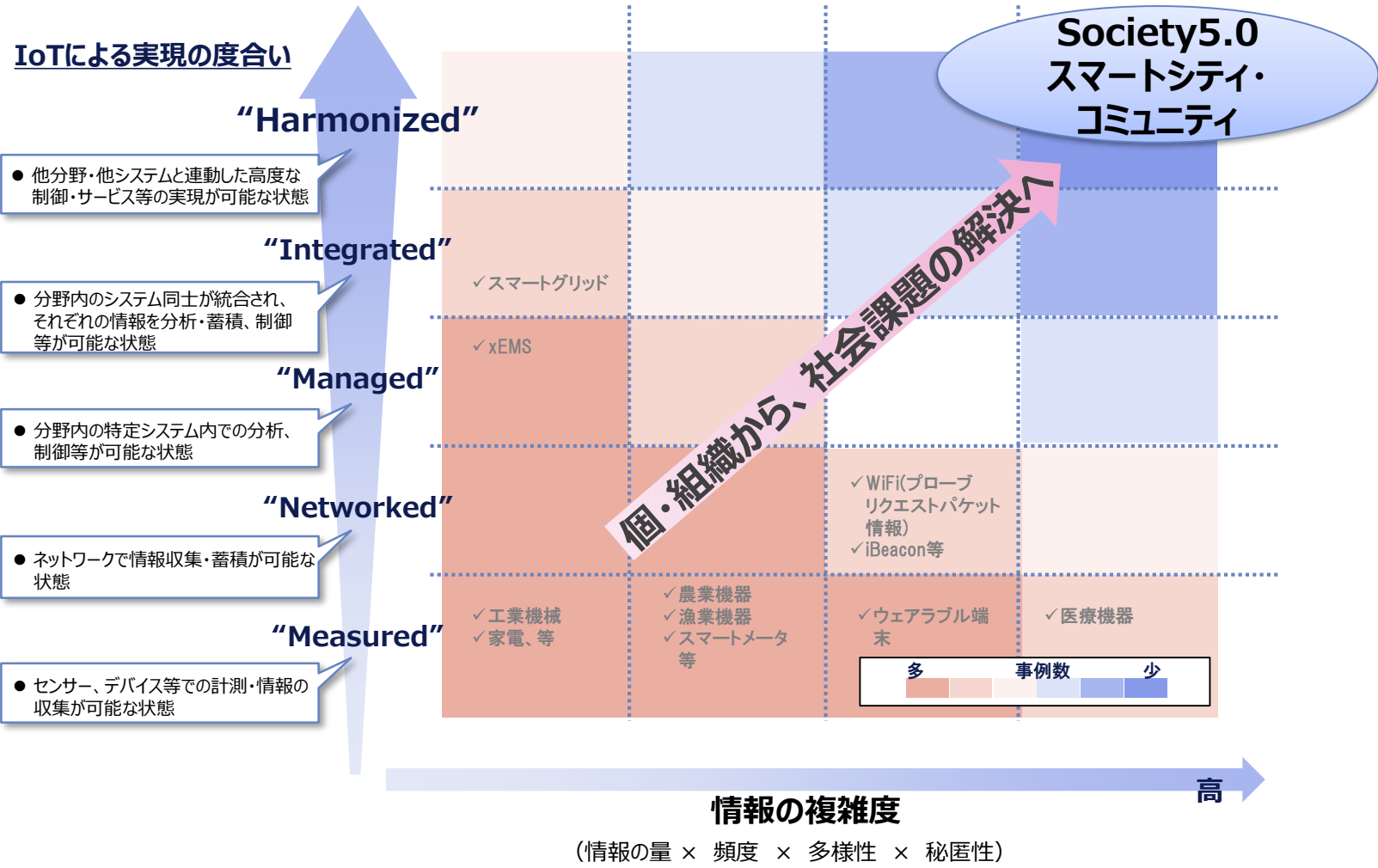
# DX時代における社会へのインパクト

サイバーフィジカルシステム（CPS）の進展、デジタルトランスフォーメーション（DX）の加速化によって、政府・都市レベルでのルール形成や分野間の連携など、社会へのインパクトは幅広い



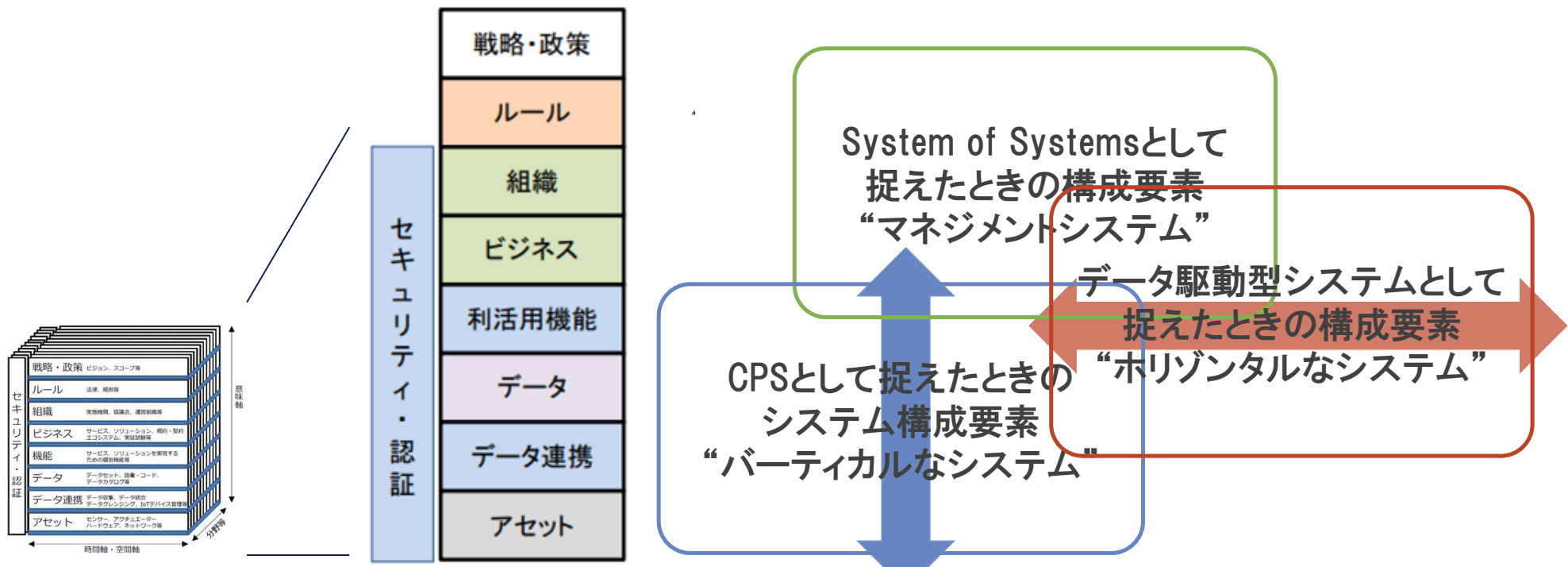
# DX・CPSによる未来社会／Society5.0、スマートシティの実現

CPSの中で分野横断型のデータの流通が加速化していくことで（DX）、Society5.0やスマートシティの様な社会課題解決型の未来社会像の実現へとつながっていく



# DX・CPSによる未来社会／Society5.0、スマートシティの実現

様々なデジタル・テクノロジーの活用が前提となるSociety5.0やスマートシティのような複雑なコンセプトにおいては、リファレンスアーキテクチャで規定される階層構造を的確に捉え、機能展開していくことで、DX時代の標準化領域や領域横断的課題を特定していくことが求められる



Society5.0のリファレンスアーキテクチャ

# 調査の全体像・方針

本調査事業では、電力や交通だけでなく様々な社会基幹インフラにおいて、5G 等の次世代ICTによるCPSを適用するための課題や標準化テーマ、さらには領域横断的に検討すべき課題を見出し、NEDO 事業との連携や政策への提言に向けた検討を行うための基礎資料を作成することを目的とする

**Society5.0**

新たな社会 "Society 5.0"

5.0 Society 1.0 1.0  
4.0 Society 2.0 2.0  
3.0 Society 3.0 3.0

**SDGs**

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

✓ 社会課題・ニーズ (あるべき姿の実現)



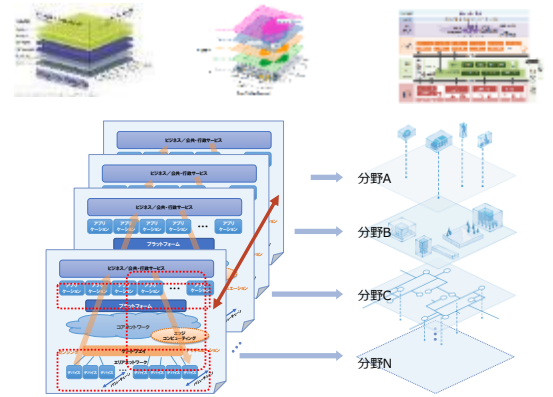
① 各国のスマートシティがどのような背景・課題に基づき、どのようなDX1-ケースが適用されているか

✓ スマートシティの評価レポートの調査・ユースケースの分析



② リファレンスアーキテクチャに基づき、階層、分野毎、分野横断的にどのようなDX関連技術が適用されているか

✓ リファレンスアーキテクチャの階層構造分析



③ スマートシティ・CPSの実現のために必要な取り組み及びその取り組みを推進するためのリファレンスアーキテクチャの活用方法を踏まえた今後の展望



## 検討項目

第1章：スマートコミュニティやスマートシティ関連分野での研究開発及び標準化動向調査

第2章：リファレンスアーキテクチャを参考にした階層構造分析

第3章：調査結果を踏まえた今後の展望（まとめ）

## 実施事項

- **世界の各都市におけるスマートシティ、コミュニティの取組状況の調査・整理**
  - United 4 Smart Sustainable Cities (U4SSC) やISO 37120 で公表されている評価指標（KPI）を適用している都市を中心に、海外のスマートシティ、コミュニティで推進されている取組事例（ユースケース）を調査・整理する
- **スマートシティ、スマートコミュニティにおけるユースケースの詳細調査・分析**
  - 事例整理を行ったなかから4都市抽出し、政策・戦略・ルール、CPS・ネットワーク面、基盤分野と分野間データ連携等の観点から詳細調査・分析を行う
- **リファレンスアーキテクチャの策定状況の調査・整理**
  - スマートシティを推進している国際標準化機関（ITU-T SG20、ISO/IEC JTC1等）や民間の推進団体（Open Geospatial Consortium、Open & Agile Smart Cities等）が策定しているリファレンスアーキテクチャを中心に、リファレンスアーキテクチャの策定状況を調・整理する
- **リファレンスアーキテクチャの階層構造の分析**
  - 上記で調査したRAからオーソリティやスコープ等を鑑み数種類を抽出し、社会課題・ユースケース、CPSに関する技術開発や実装、国際標準化団体における検討論点等の観点からリファレンスアーキテクチャの階層構造分析を行う

スマートシティやスマートシティの前提となるCPSの実現のために必要な取り組み及びその取り組みを推進するための方法論としてのRAの活用方法を今後の展望として1章、2章の調査結果を踏まえ取りまとめる

# 第1章 スマートコミュニティやスマートシティ関連分野での 研究開発及び標準化動向調査

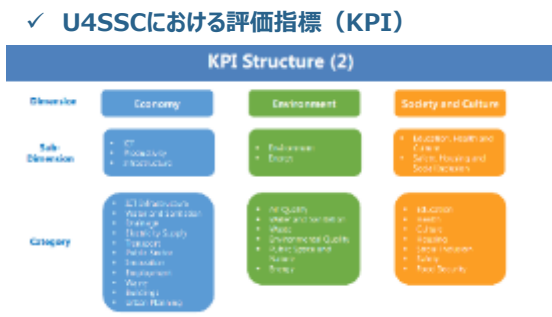
# 1-1 世界の各都市における スマートシティ、コミュニティの取組状況の調査・整理

# 国際標準化機関におけるスマートシティ・コミュニティの評価事例

スマートシティ、コミュニティのユースケースについては、U4SSCやISO 37120などが定める評価指標（KPI）及びそれに基づく評価レポート等で分野ごとに整理がされている

## U4SSC (United for Smart Sustainable Cities) 1)

- U4SSCは、ITU, UNECE, UN-Habitatがコーディネートし、様々な国連機関が支援する国連主導のイニシアチブである（2016年発足）
- SDGs（特に、Sustainable Development Goal 11：「都市と人間の居住地を包括的、安全、強靱で持続可能なものにする」）を推進する活動を実施している
- Smart Sustainable Cities（SSC：スマートで持続可能な都市）のための評価指標として「経済」、「環境」、「社会と文化」に関連した91の指標を策定し、世界中の都市でこの指標を適用したユースケースが報告されている



1) 出典 <https://unece.org/DAM/hlm/documents/Publications/U4SSC-CollectionMethodologyforKPIfoSSC-2017.pdf>

## ISO 37120 (持続可能な都市とコミュニティ評価指標ガイドライン規格)<sup>2)</sup>

- 都市サービスと生活の質について、都市間の比較や時系列の状況比較を行うための指標としてISO 37120が策定されている。2019年に評価カテゴリが追加され、現在はスマートシティの評価指標として経済、教育など19カテゴリ、100指標が定められている
- World Council City Data（WCCD）がISO 37120を用いた都市の指標化を推進しており、5段階で各都市のISO 37120準拠度を認定している
- ISO37120の指標の試験運用が世界の20のファウンデーション都市（Foundation Cities）で行われ、その運用結果がデータとして公表されている



✓ ISO 37120のファウンデーション都市

トロント	ボストン	ロサンゼルス	グアダハラ	ボゴダ
ブエノスアイレス	ヘルシンキ	アムステルダム	ロッテルダム	ロンドン
バルセロナ	ミナー	ヨハネスブルグ	アンマン	ドバイ
メッカ	ハイフォン	上海	マカオ	メルボルン

2) 出典 <https://www.dataforcities.org/iso-37120>

## 主要な調査先

前述の評価レポートに加え、スマートシティを推進する自治体・政府のHPや関連団体・企業等を調査先とし、統合イノベーション戦略2020で定められているSociety5.0の主要分野ごとに取組状況を調査した

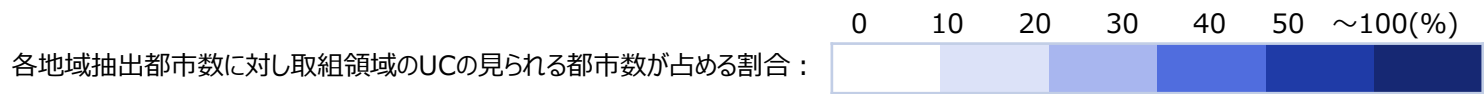
都市事例の調査先		概要
	自治体・政府のホームページ	調査対象都市・国の自治体・政府が、ホームページにおいてスマートシティの取組として紹介している事例について調査を行う
SCの 評価機関	U4SSC	2016年に発足した、ITUをはじめとする国連機関のイニシアチブ。スマートシティの評価事例について調査を行う
	ISO 37120ファウンデーション都市	ISO 37120で策定されている「持続可能なコミュニティ開発を目指した、都市サービスとクオリティオブライフの指標」を用いたパイロット試験が実施された世界20の都市（ファウンデーション都市）の事例について調査を行う
SCの 推進団体、 プラットフォーム、 シンクタンク等	Global Smart City	韓国政府のスマートシティ推進政策の一つ。韓国におけるスマートシティの取組について調査を行う
	Smart Cities World	スマートシティに関する情報提供プラットフォーム。都市ごと取組をまとめたレポート等を発行しており、各国の事例について調査を行う
	IDC Asia Pacific Smart Cities Award	情報技術、電気通信、および消費者向けテクノロジー市場向けのマーケットインテリジェンスやアドバイザーサービスを提供するシンガポールの企業。交通、インフラ等の各分野で優れた取組を実施している都市を表彰しており、その事例を調査する
	Conncted Smart Cities	ブラジルにおけるスマートシティ実現のため、企業、政府及びその他の組織を結びつけることを目的として設立されたプラットフォーム。ブラジルのスマートシティにおける優れた取組を表彰しており、その事例を調査する
	Brookings Institution	1916年に米国で設立された、ワシントンDCに所在する非営利のシンクタンク。経済学、開発、外交政策、ガバナンス及び都市政策の研究を行っており、スマートシティの調査事例を参照する
	2020 UN E-Government Survey	国連経済社会局が2001年から年次で発行している、世界の電子政府に関する調査結果をまとめた報告書。各国の電子政府の取組状況をランク付けしており、スマートシティの基礎情報整理に活用する
	FUTURE STRIDE	通信事業等を展開するソフトバンク株式会社が運営するインターネットメディア。スマートシティの国内事例を紹介しており、関連記事を参照する
SCを 推進している 企業	Alibaba	1999年に中国杭州市で創業した、世界最大の流通総額を持つオンラインモバイルコマースカンパニー。中国国内外において、「City Brain」をはじめとするスマートシティソリューションを提供しており、その事例について調査を行う
	Tencent	深圳市を中心にスマートシティ技術を提供しているグローバル企業であり、スマートシティにおける活動事例について調査を行う
	Huawei	中国発のICTインフラストラクチャとスマート端末のプロバイダー。スマートシティ技術の提供事例について調査を行う
SC系 プロジェクト	Smart City Challenge	2015年に開始した米国運輸省のプロジェクト。全国の都市から応募があったスマート交通システムのアイデアのうちファイナリストとなった7件について、検討の結果を公開しており、その取組内容について調査を行う
	PAWR (Platforms for Advanced Wireless Research)	国立科学財団（米国の連邦機関）と30の企業及び協会からなるワイヤレス業界コンソーシアムが資金提供するイニシアチブ。ワイヤレス技術の実証実験を実施している。

# スマートシティ、コミュニティの取組状況の調査結果概要

計68都市におけるスマートシティ、コミュニティの取組状況を調査し、地域・分野ごとに整理した。取組分野の傾向としては、モビリティ、インフラ、エネルギー、デジタルガバメントの領域は比較的全地域に高い割合で取組事例がみられ、スマートシティの取り組みの基礎となっていると想定される

各地域におけるスマートシティ、コミュニティの取組分野の傾向

地域	抽出都市数	取組分野													
		モビリティ	ヘルスケア	インフラ・防災	農業	物流・商流	エネルギー	地球環境	環境・ゴミ	金融	海洋	宇宙	デジタルガバメント	教育	防犯・安全
アフリカ	4	25%		50%			25%	25%					50%		50%
ヨーロッパ	22	59%	14%	50%	9%	9%	45%	18%	27%	5%	14%	9%	45%	22%	5%
オセアニア	3	100%	33%	33%			33%	33%	33%				67%		33%
中東	4	50%	25%	50%			50%	25%	25%	25%			25%	25%	25%
北米	15	80%	27%	27%	7%	20%	20%	6%	13%	27%			47%	6%	7%
中南米	6	33%	16%	17%			17%		17%						17%
アジア	14	71%	42%	28%			21%	7%	21%	14%		7%	64%	21%	28%
計	68	63%	23%	36%	4%	7%	32%	13%	21%	12%	4%	4%	46%	15%	16%



(参考) スマートシティ、コミュニティの取組状況の調査結果詳細

取組状況の調査結果 (都市別) (1/3)

対象国・都市			入手可能な情報量	取組領域												
地域	国	都市		モビリティ	ヘルスケア	インフラ・防災	農業	物流・商流	エネルギー	地球環境	環境・ゴミ	金融	海洋	宇宙	デジタルガバナメント	教育
アフリカ				●		●			●	●				●		●
	チュニジア	ビゼルト	×	●		●			●							●
	ナイジェリア	ミナー	×													
	南アフリカ	ヨハネスブルク	×			●			●					●		
	ルワンダ	キガリ	○											●		●
ヨーロッパ				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	オランダ	アムステルダム	○	●			●		●	●				●	●	●
		クリンベン・アーン・デ ン・エイセル	×													
		ロッテルダム	○	●	●	●	●	●		●						●
	スイス	ブーリ	○	●					●							●
	スペイン	バレンシア	○	●					●							●
		バルセロナ	○	●												●
	ノルウェー	アスケー	○			●			●							●
		イーピク	○	●					●							●
		オーレスン	○	●		●					●					
		カルモイ	×										●			
		クリスティアンサン	○						●	●						
		スタバンゲル	○	●		●			●		●	●			●	●
		トロンヘイム	○										●			
		パールム	△	●					●							
	ハウゲスン	×										●				
	ボーデ	○	●						●							
	モルデ	○			●									●		
	ラナ	×	●													
	フィンランド	ヘルシンキ	○	●				●						●		
	ロシア	モスクワ	○	●	●									●	●	●
	英国	ロンドン	○	●		●			●		●			●	●	
	エストニア		○		●								●	●		

【「入手可能な情報量」の凡例】  
 ○：詳細調査を実施する上で十分な情報量がある事例（複数の取組領域およびその背景にある技術基盤の情報まで収集可能）（ショートリスト候補）  
 △：詳細調査を実施する上で最低限必要な情報量がある事例（ひとつの取組領域およびその背景にある技術基盤の情報まで収集可能）  
 ×：SCを推進していること以外の情報収集ができなかった事例

(参考) スマートシティ、コミュニティの取組状況の調査結果詳細

取組状況の調査結果 (都市別) (2/3)

対象国・都市			入手可能な情報量	取組領域													
地域	国	都市		モビリティ	ヘルスケア	インフラ・防災	農業	物流・商流	エネルギー	地球環境	環境・ゴミ	金融	海洋	宇宙	デジタルガバナメント	教育	防犯・安全
オセアニア				●	●	●			●		●				●		●
	オーストラリア	シドニー	○	●					●								●
		メルボルン	○	●		●					●						●
	ニュージーランド	オークランド	○	●	●												
中東				●	●	●			●		●				●	●	●
	UAE	ドバイ	○	●	●	●			●		●				●	●	●
		サウジアラビア	×														
		メッカ	△	●													
	ヨルダン	アンマン	×	●													
北米				●	●	●	●	●	●	●	●				●		●
	カナダ	トロント	○	●	●	●			●						●		
		米国	△	●				●									
		カンザスシティ	○	●		●											
		サンフランシスコ	○	●	●										●		
		シカゴ	○	●				●		●							
		ソルトレイクシティ	△	●		●									●		
		デンバー	△	●						●					●		
		ピッツバーグ	△	●													
		ポートランド	△	●													
		ボストン	○	●													●
		ロサンゼルス	○	●		●			●						●		●
		ニューヨーク	○	●	●	●		●			●				●		
		リサーチトライアングル	×			●											
		セントラルアイオワ	×			●											
		コロンバス	○	●	●				●	●							
中南米				●		●			●	●							
	アルゼンチン	エスペランサ	×														
		サンタフェ	×														
	コロンビア	ボゴタ	×						●								
		グアタラハラ	○	●											●		
	ブラジル	サンパウロ	○			●				●							

【「入手可能な情報量」の凡例】

- ：詳細調査を実施する上で十分な情報量がある事例（複数の取組領域およびその背景にある技術基盤の情報まで収集可能）（ショートリスト候補）
- △：詳細調査を実施する上で最低限必要な情報量がある事例（ひとつの取組領域およびその背景にある技術基盤の情報まで収集可能）
- ×



# (参考) スマートシティ、コミュニティの取組状況の調査結果詳細

取組状況の調査結果（都市別）（3/3）

対象国・都市			入手可能な情報量	取組領域												
地域	国	都市		モビリティ	ヘルスケア	インフラ・防災	農業	物流・商流	エネルギー	地球環境	環境・ゴミ	金融	海洋	宇宙	デジタルガバメント	教育
東アジア				●	●	●			●	●	●	●		●		●
	マカオ	マカオ	○	●	●						●				●	●
	中国	杭州	○	●	●	●					●	●			●	
		上海	○		●											
	日本	深圳	○	●											●	
		静岡県裾野市	△	●				●			●					
		愛知県豊田市	○	●										●		
	韓国	兵庫県加古川市	○												●	
		プサン	○			●				●						
	ソウル	○	●					●							●	
	香港	香港	○							●					●	
東南アジア				●	●	●									●	
	シンガポール	シンガポール	○		●	●									●	
	ベトナム	ハイフォン	×													
	マレーシア	クアラルンプール	△	●												
南アジア				●											●	●
	インド	インド	○	●											●	●

【「入手可能な情報量」の凡例】

- ：詳細調査を実施する上で十分な情報量がある事例（複数の取組領域およびその背景にある技術基盤の情報まで収集可能）（ショートリスト候補）
- △：詳細調査を実施する上で最低限必要な情報量がある事例（ひとつの取組領域およびその背景にある技術基盤の情報まで収集可能）
- ×：SCを推進していること以外の情報収集ができなかった事例

## 1-2 スマートシティ、スマートコミュニティにおける ユースケースの詳細調査・分析

# ユースケースの分析対象とする都市

取組状況を調査した68都市の中から18都市（国）を選定し、個別ユースケースの概要について調査・分析を行った

## ユースケースの調査・分析対象とする都市（国）と選定理由

アフリカ	
1 ヨハネスブルク（都市）	アフリカの都市で最も得られる情報が充実しているため
ヨーロッパ	
2 アムステルダム（都市）	複数の記事等で取り上げられているため
3 バルセロナ（都市）	複数の記事等で取り上げられているため
4 ノルウェー（国）	国としての取組が活発であるため
5 ロンドン（都市）	複数の記事等で取り上げられているため
6 エストニア（国）	国としてデジタル・ガバメントの取組が先進的であるため
オセアニア	
7 オーストラリア（都市）	複数の記事等で取り上げられているため
中東	
8 ドバイ（都市）	複数の記事等で取り上げられているため
中南米	
9 サンパウロ（都市）	中南米の都市で最も得られる情報が充実しているため

東アジア	
10 杭州（都市）	中国の都市で最も得られる情報が充実しているため
11 豊田市（都市）	特徴的な取組が実施されているため
12 加古川市（都市）	FIWARAEの活用等、取組が特徴的であるため
13 釜山（都市）	韓国におけるSCのパイロットプロジェクトであるため
東南アジア	
14 シンガポール（都市）	複数の記事等で取り上げられているため
南アジア	
15 インド（国）	Indiastackの中で特徴的な取組を実施しているため
北米	
16 トロント（都市）	複数の記事等で取り上げられているため
17 シカゴ（都市）	複数の記事等で取り上げられているため
18 ニューヨーク（都市）	複数の記事等で取り上げられているため

：本資料で掲載・紹介する都市

# アムステルダム：エネルギーのスマートマネジメント

## 取組概要

- 近い将来、大量の新築住宅が建設される予定のアムステルダム・ズイドウスト(南東部)では、エネルギー使用量の需要増が見込まれており、これに伴い、エネルギーネットワークの容量を拡大するための投資またはスマートエネルギーマネジメントに関するソリューションが必要とされている
- LifeCityプラットフォームの取組は、ArenApoortエリア内にある充電ステーション、ソーラーパネル、建築物、ヒートポンプ、モビリティハブ等の「デジタルツイン」を開発し、サイバー空間において、電気料金の調整やより持続可能なエネルギー生成の統合などを通じてスマートエリアベースのエネルギーを交換可能にするもの

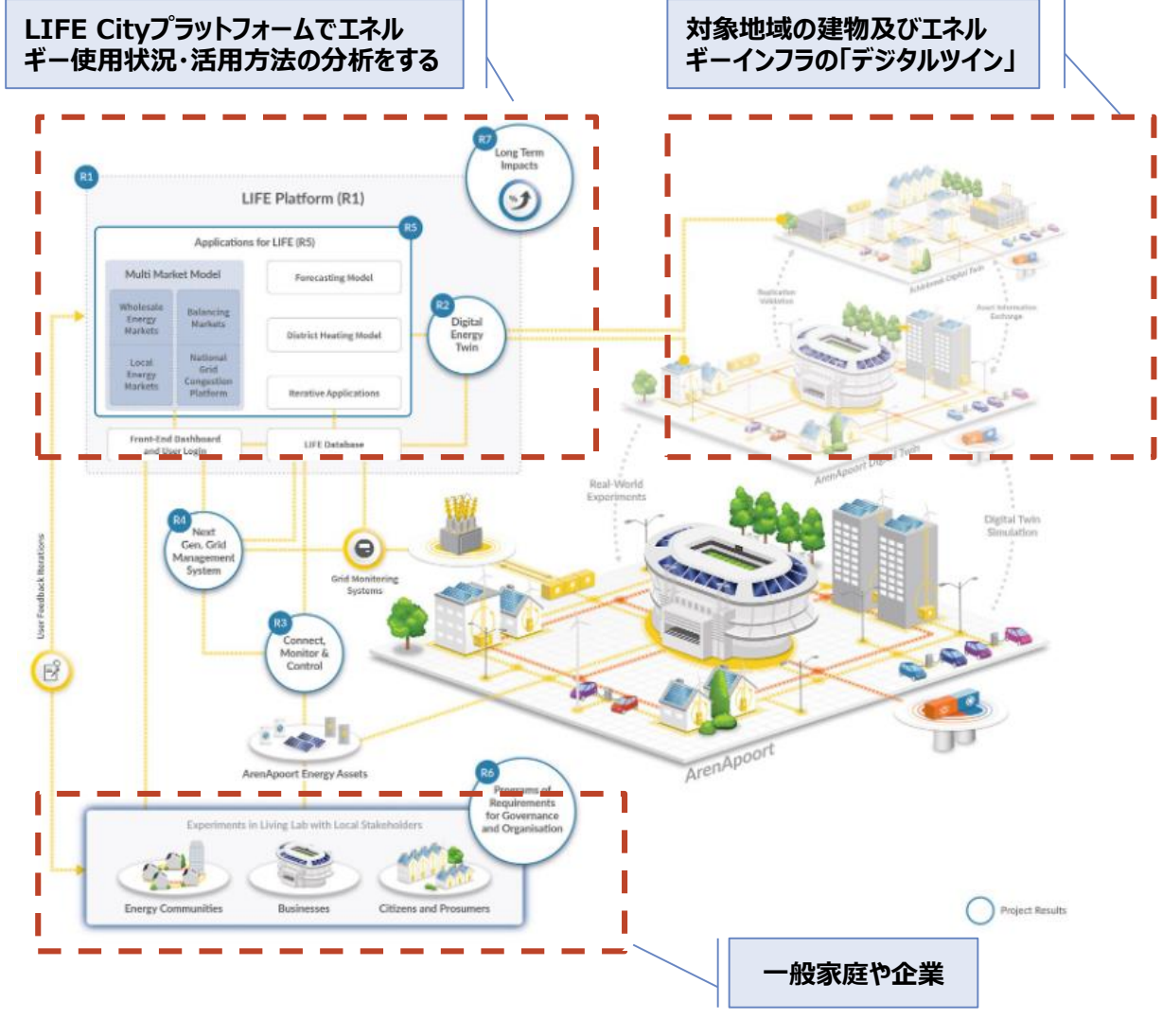
## 対象ユーザー

- 対象地区の一般家庭、企業

## 期待される効果・メリット

- エネルギーをスマート管理することで、エネルギーグリッドに多額の投資をせずに必要となるエネルギーをまかなうことが可能となる
- 対象地区内で生産されたエネルギーを同地区内で貯蔵することが可能となる

## 取組イメージ



出典： <https://www.ams-institute.org/urban-challenges/urban-energy/local-inclusive-future-energy-life-city-platform/>

## オーストラリア：スマート高速道路、ITS統合プラットフォーム

## 取組概要

- オーストラリアでは、Transmax社\*のITS（Intelligent Transport Systems：高度道路交通システム）統合プラットフォームである「STREAMS\*\*」を全国的に導入することで、道路運営者が渋滞に対処し、人々の道路走行をより安全で信頼性の高いものにする取組を推進している

\* オーストラリア国内外の他の交通局をサポートしている政府系企業

\*\* 交通の流れの途絶や事故を未然に防ぐための包括的なアルゴリズム群であり、事故が発生した場合には、人々の移動を再開させるためのツールとして機能する。当初、クイーンズランド州の交通局の一部として開発された。

## 対象ユーザー

- 高速道路管理事業者、利用者

## 効果・メリット

- ピーク時の交通時間：42%削減\*
  - 事故発生数：30%削減\*
- \* 対象地域のひとつであるビクトリア州における効果

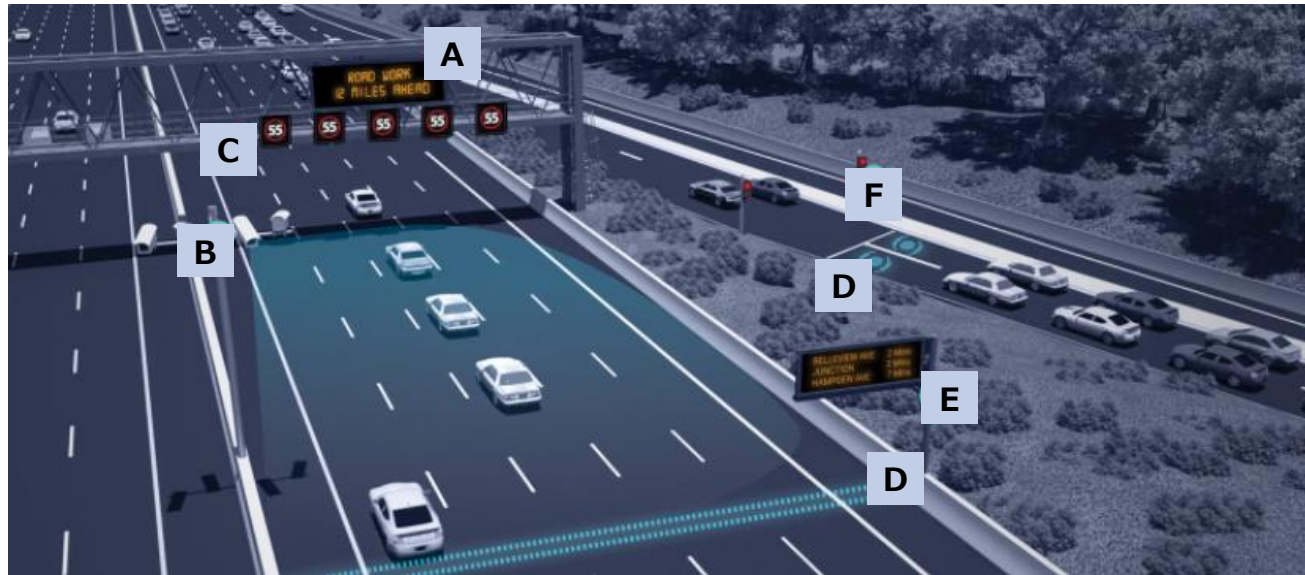
## 取組イメージ

## A メッセージ標識

事故を検知すると、ドライバーに交通状況の悪化を警告する

## B CCTVカメラ

交通を妨げる可能性のある事故の発生を検知する



## D 車両検知センサー

高速道路全体に配置され、交通状況を継続的に監視する

## E 所要時間表示

リアルタイムの交通データの分析により、主要目的地までの所要時間を表示する

## C 車線利用管理サイン

事故発生時に、頭上のサインを利用して事故が発生した車線の速度制限を徐々に落とすことで、該当車線を封鎖する

## F ランプメーター

リアルタイムの交通量に応じて、青信号に切り替えるタイミングを調節する

出典： <https://www.transmax.com.au/smartmotorways/>

## シンガポール：スマート都市計画、都市データ統合プラットフォーム

## 取組概要

- シンガポールでは、シンガポール国立研究財団（NRF）、シンガポール首相府、シンガポール土地庁（SLA）、シンガポール政府技術庁（GovTech）が主導し、シンガポールの3Dデジタル・プラットフォームを開発する「Virtual Singapore」プロジェクトを推進している
- バーチャルなテストベッドや実験（3G/4Gネットワークのカバレッジエリアの検証）、アプリ開発の推進等が可能になるとされている

## 対象ユーザー

- 政府
- 研究者
- 様々なサービスの提供者
- 市民

## 効果・メリット

- 課題解決策の仮想実験、都市計画のシミュレーションの実現

## 取組イメージ

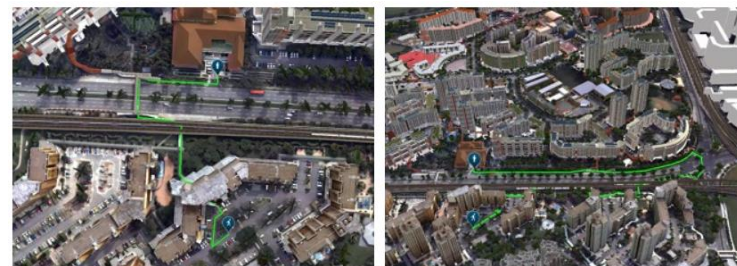
## Virtual Singapore

政府の主導により、シンガポール全域の3D地図「Virtual Singapore」を作成するプロジェクトを実施している。



建物や道路などの地理的データだけでなく、人流や交通、気象のリアルデータも反映される

## アクセシビリティの向上



高齢者や障害者向けのバリアフリールート特定・表示する

## ソーラーパネル設置場所の検討



建物の高さ、屋上、日光量などのデータを用いて、ソーラーパネルの設置に適した場所を分析する

実証事例

出典： <https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore>

## トロント：自動運転車の導入・リアルタイム交通マネジメントシステム

## 取組概要

- トロントでは、Sidewalk Labs社が提唱するトロント市ウォーターフロント地区の再開発プロジェクト「Sidewalk Toronto」計画の一環として、モビリティ分野でのスマートシティユースケースが推進されている
- ユースケースの一例としては、各種センシング技術を活用した自動運転車の導入や車両や路面電車、歩行者、気象情報など多様なデータを収集・分析することによる交通管理システムなどが取り組まれている

## 対象ユーザー

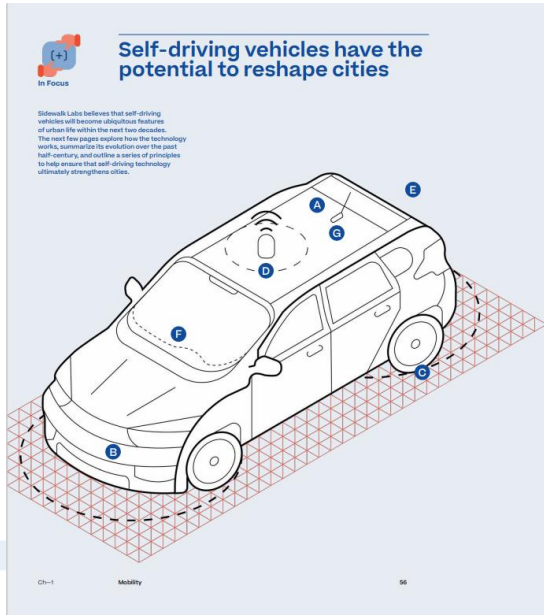
- 市民
- 交通事業者

## 効果・メリット

- 安全、便利な新たな交通オプションの提供
- 交通の効率化、混雑の解消

## 取組イメージ

## 自動運転車の導入



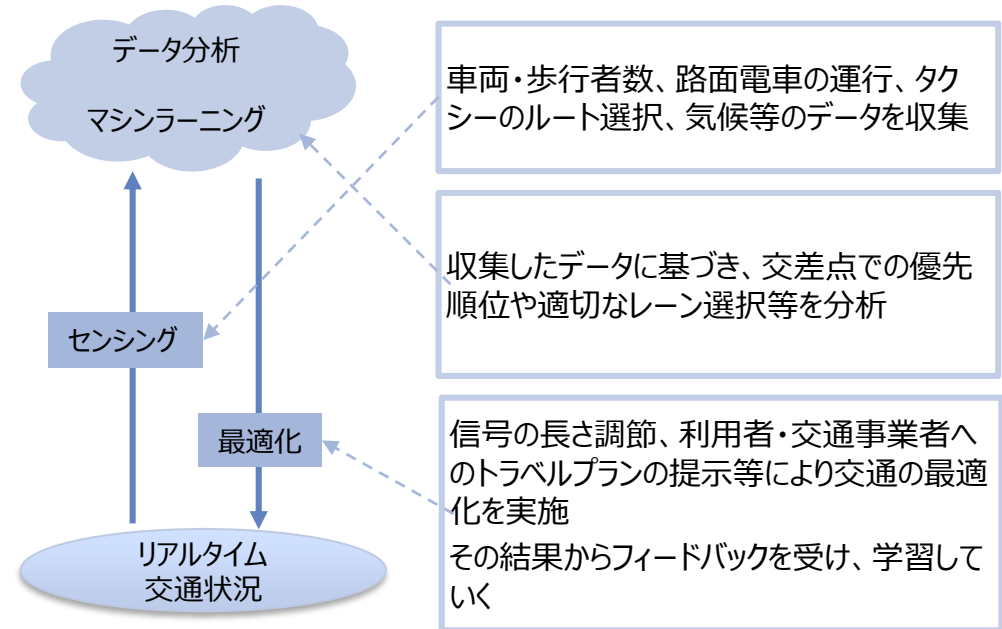
## 新たな交通オプション

自動運転技術を活用した相乗りタクシーやマイクロランジットの推進によって、都度利用の為に自家用車を保有するコストを削減できる

## 安全性の向上

自動のルートプランニング、全方位センサー、操縦データの蓄積・シェア等の技術により、自動車による死亡事故を大きく減少させることが可能

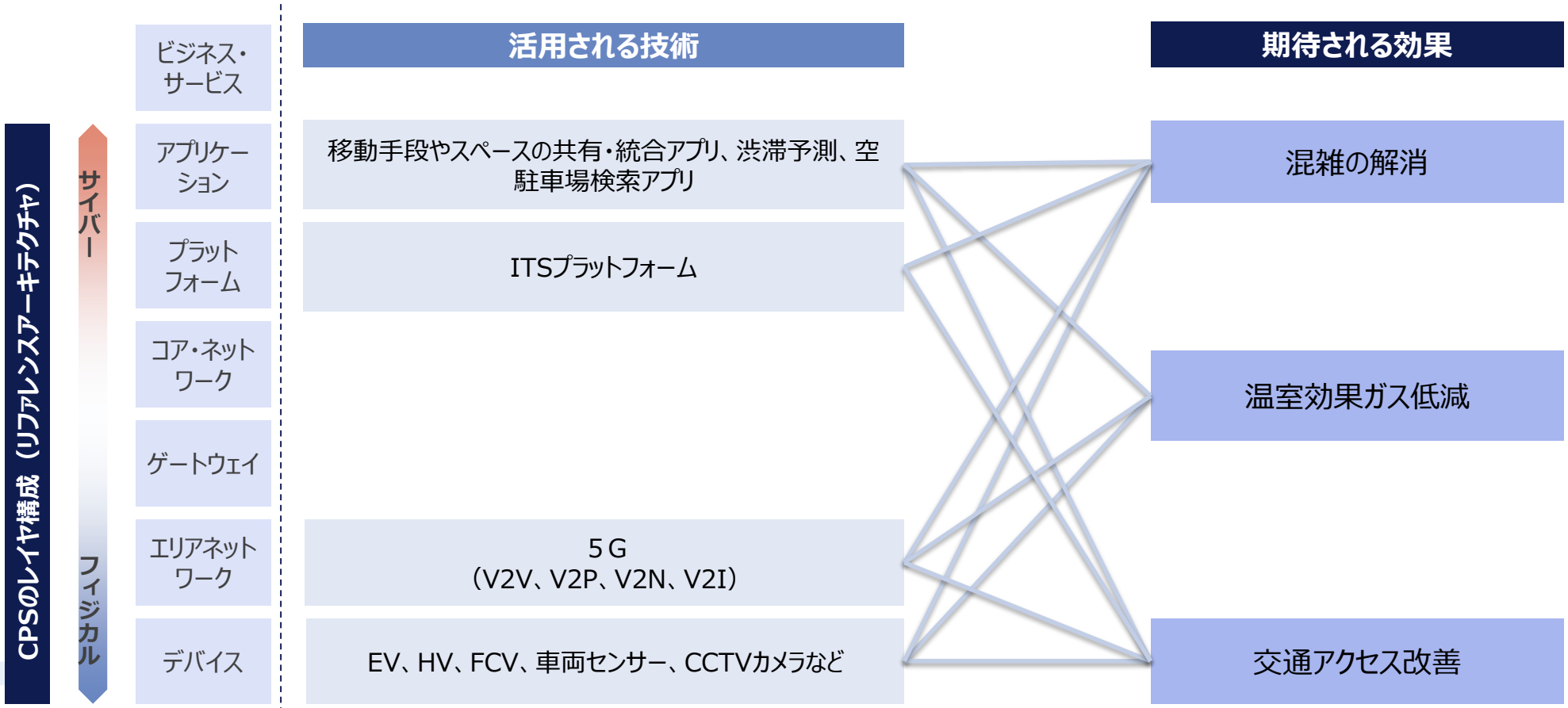
## リアルタイム交通管理システム



出典： [https://storage.googleapis.com/sidewalk-labs-com-assets/MIDP\\_Volume\\_2\\_Chapter\\_1\\_Mobility\\_Accessible\\_c0e403ebad/MIDP\\_Volume\\_2\\_Chapter\\_1\\_Mobility\\_Accessible\\_c0e403ebad.pdf](https://storage.googleapis.com/sidewalk-labs-com-assets/MIDP_Volume_2_Chapter_1_Mobility_Accessible_c0e403ebad/MIDP_Volume_2_Chapter_1_Mobility_Accessible_c0e403ebad.pdf)

# モビリティ分野におけるユースケースの分析

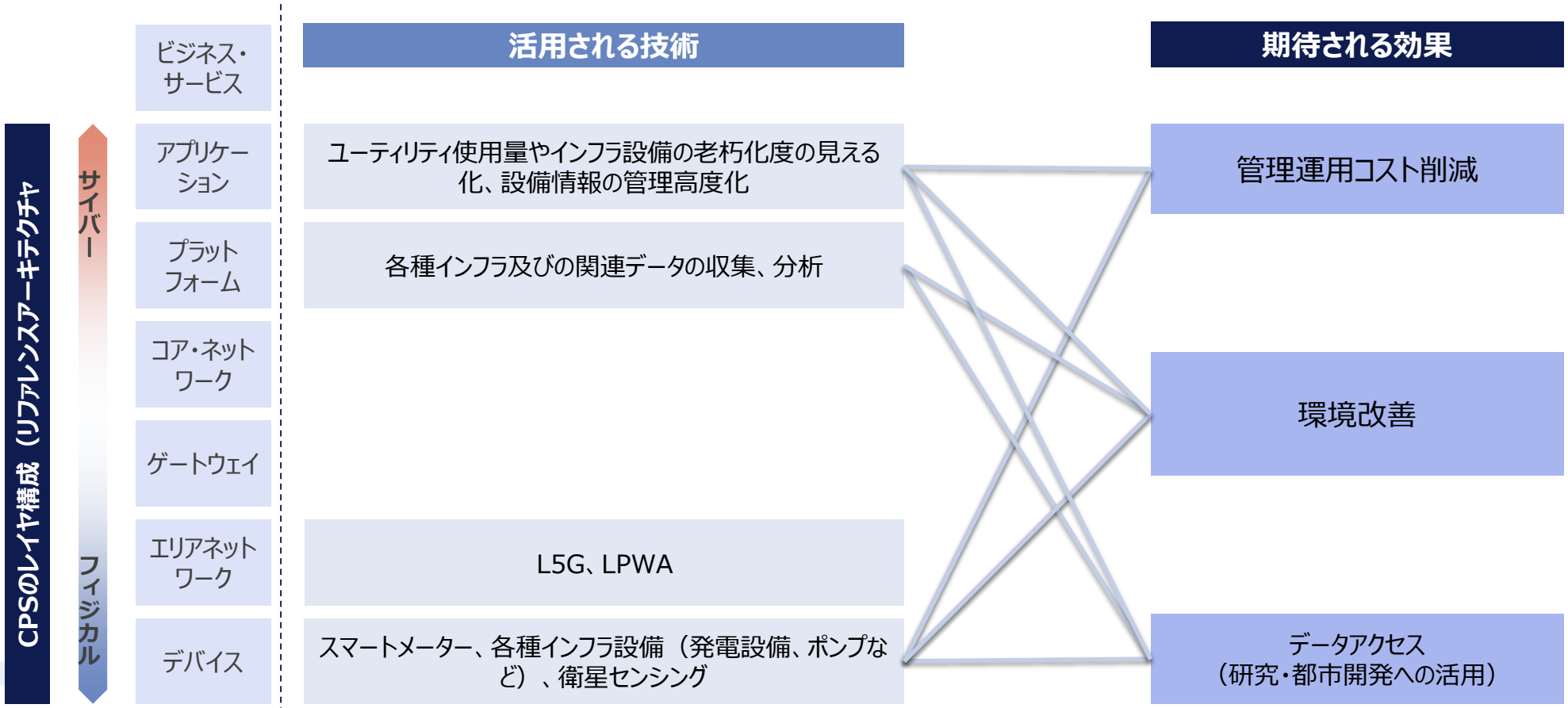
モビリティ分野では、電気自動車（EV）、水素自動車（HV）のような基盤技術やトラフィックの可視化を主目的としたセンシング技術及びセンサーデータを収集・分析した市民向けのスマートフォンアプリ等の開発が推進されており、モビリティ分野の課題に加え、温室効果ガス削減のような領域横断的な課題解決も図られている





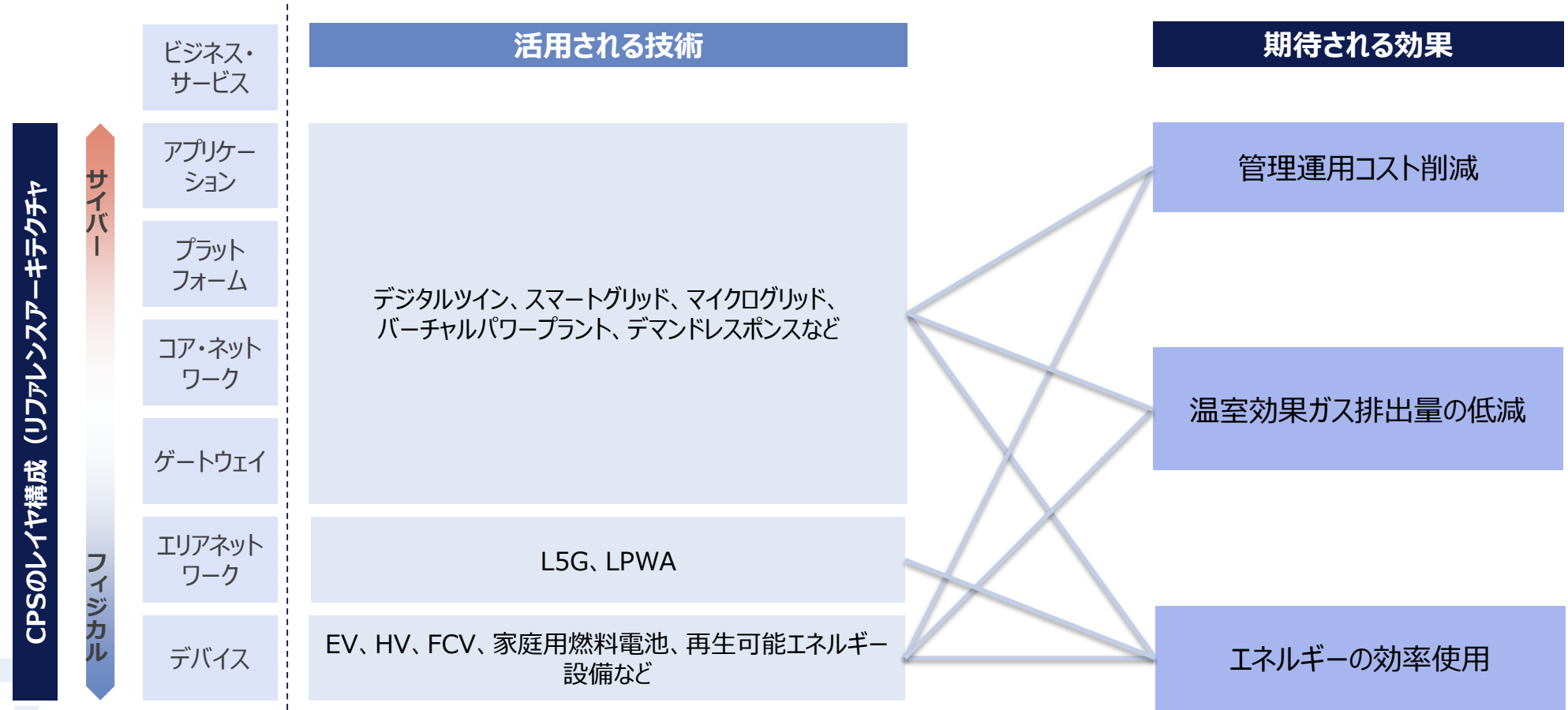
# インフラ分野におけるユースケースの分析

インフラ分野では、スマートメータや発電、給水設備に使用されるセンシング技術、センサーから収集したデータを蓄積、分析するプラットフォーム、ユーティリティ使用量の見える化、都市計画への応用等に活用されるアプリケーションが推進されており、インフラ管理者のコスト削減や市民のインフラデータへのアクセス性の向上の他、環境改善が図られている



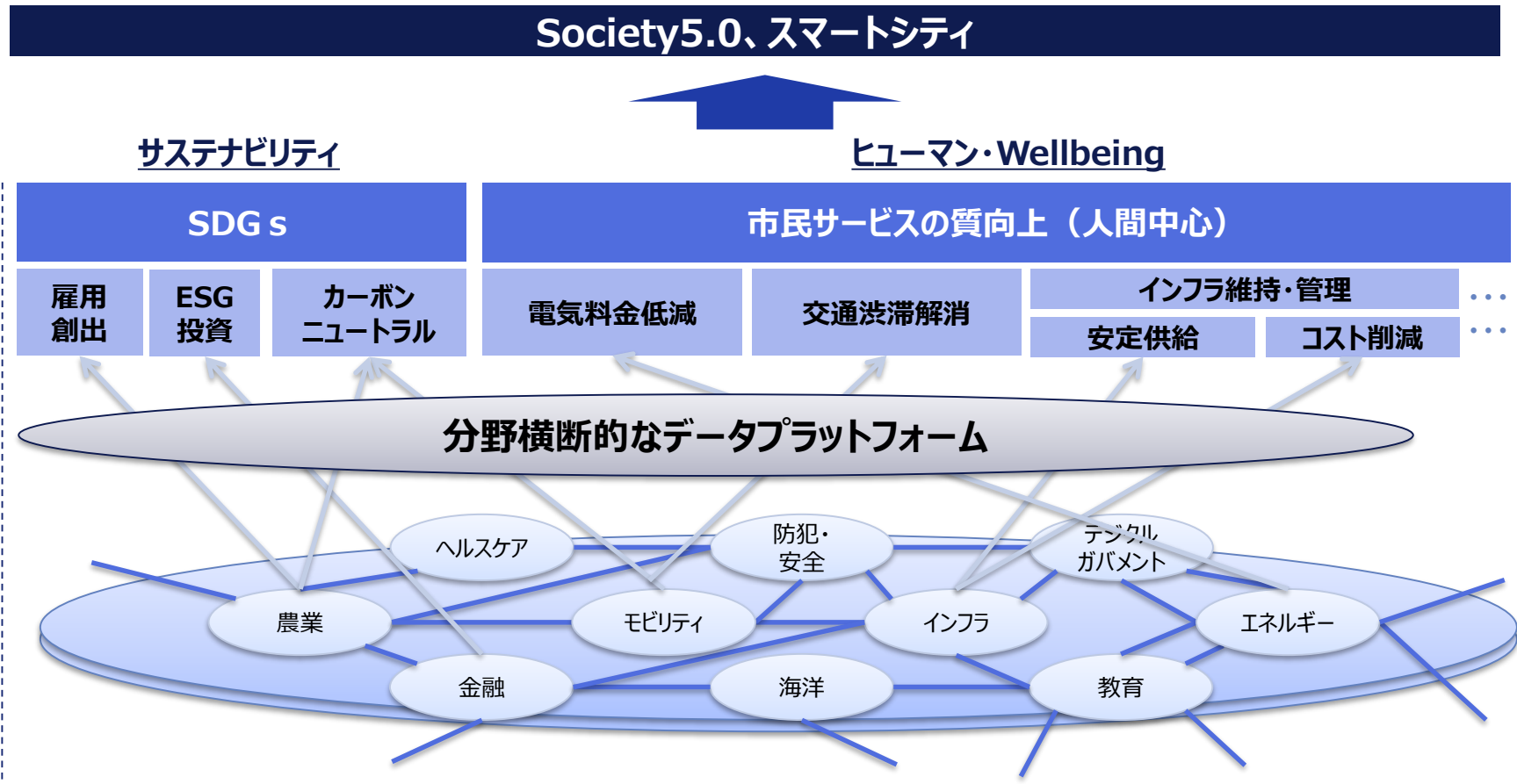
# エネルギー分野におけるユースケースの分析

エネルギー分野では、モビリティ分野の取組としても見られたEV、HVや再生可能エネルギー設備を基盤とした取組、デジタルツインとスマートグリッド、マイクログリッドを融合した次世代通信網技術などが推進されており、コスト低減による供給サービスの質の改善と温室効果ガスの削減による脱炭素の取組が並行して図られている



# 本章のまとめ

- ユースケースには個別分野ごとの取組と、サイバー空間を介して複数分野を横断する取組（分野間データ連携の取組）、その多くにIoT等を活用した各種データの収集・分析・反映するCPSを前提とする傾向が見られた
- 各ユースケースは分野ごとに特徴的な課題解決に向けた取組として推進される一方、その上位レイヤとしては、脱炭素に代表されるSDGsを意識した取組（サステナビリティ）と市民サービスを改善する取組（ヒューマン・Wellbeing）に大別されると考えられる
- CPSを活用したサステナビリティとヒューマン・Wellbeingの両立は、サイバー空間とフィジカル空間の融合によって経済発展と社会課題の解決を目指すSociety5.0やスマートシティの取組方向性の指針の一つと考えられる



## 第2章 リファレンスアーキテクチャを参考にした階層構造分析

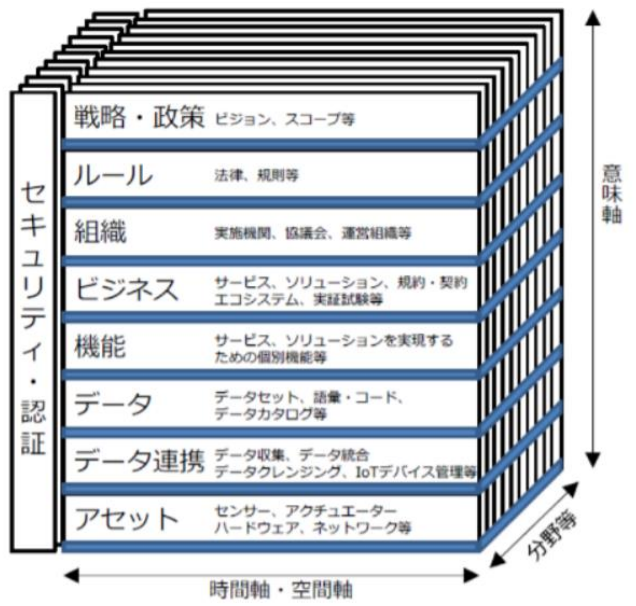
## 2-1 リファレンスアーキテクチャの策定状況の 調査・整理

# リファレンスアーキテクチャとは

リファレンスアーキテクチャとは特定のシステムやサービスにおいて検討を進めるうえでのガイドラインとなる概念・構造を整理した設計図（アーキテクチャ）であり、スマートシティ分野においても国際標準化機関をはじめとして様々な国や機関で策定が進められている

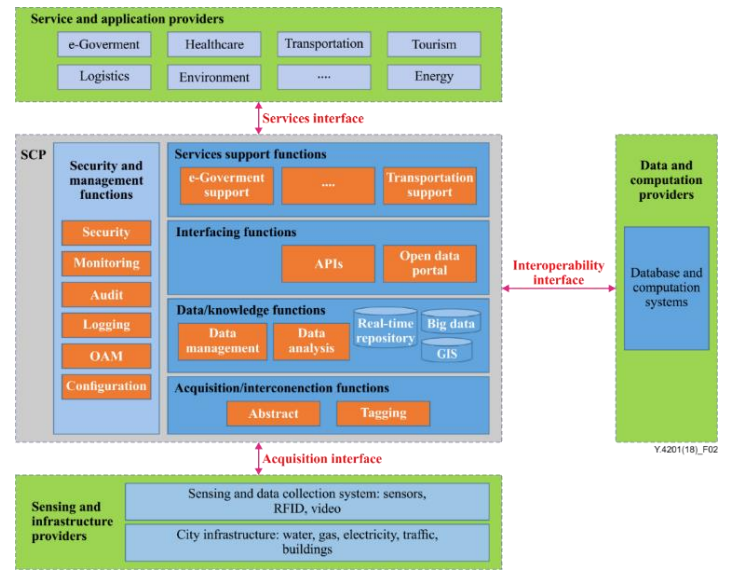
## Society5.0のリファレンスアーキテクチャ

- 異なる分野の相互運用性を確保するために必要な9つの要素（セキュリティ、戦略、ルール、組織、ビジネス、昨日、データ、データ連携、アセット）を意味軸として定めている
- 相互運用性の確保を重視していることから、データやアセットといったCPSにおいて基本的な要素を含みつつ、意味軸には標準的な技術や課題の視点が設定されており、奥行きの方で示される各分野（エネルギー、製造業等）との連携を意識した構成となっている



## スマートシティプラットフォームリファレンスアーキテクチャ (ITU-T)

- スマートシティ・アプリケーションが迅速に作成、展開、拡張、管理できることを目的に、スマートシティにおける基幹的な役割を担うスマートシティ・プラットフォームに必要な機能及び各機能に関連する外部プロバイダーについて規定をしている
- SCPの機能（構成要素）としては、取得/相互接続機能、データ/ナレッジ機能、インターフェース機能、サービスサポート機能、セキュリティ/管理機能等が規定されている



## Society5.0リファレンスアーキテクチャ\_内閣府

Society5.0のリファレンスアーキテクチャは、分野間のデータをつなげるための共通基盤のためのアーキテクチャとしてデータ社会やCPSを俯瞰する汎用的な構成となっている

### 策定団体・機関

- 内閣府総合科学技術・イノベーション会議事務局（CSTI）に設置された重要課題専門調査会・Society 5.0重要課題WGの中で分野間のデータをつなげるための共通基盤のためのアーキテクチャとして検討され、最終報告「分野間データ連携基盤の整備に向けた方針」（2018年4月）中で、Society5.0のリファレンスアーキテクチャとして整理された

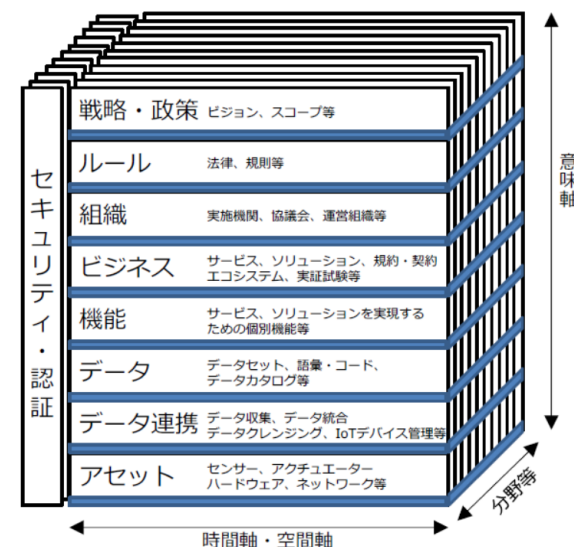


### 策定の背景

- Society5.0が目指す社会においては、分野ごとに蓄積されているデータのインターオペラビリティ(相互運用性)が必要であることが認識されており、内閣府が主導して「分野間データ連携基盤」の構築についての議論が進められた
- 議論の中でデータ連携基盤の機能やその構成、データ交換のルール等を定めた共通のアーキテクチャの必要性が認識されたことでSociety5.0リファレンスアーキテクチャとして整理が行われ、このアーキテクチャに基づき分野間データ連携基盤の整備を進めることが決定された

### スコープとアーキテクチャの全体像

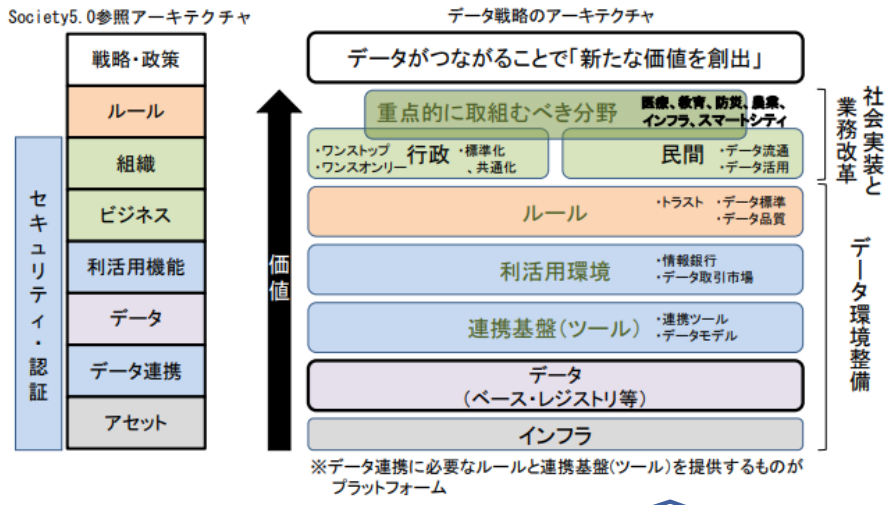
- 異なる分野の相互運用性を確保するために必要な9つの要素（セキュリティ、戦略、ルール、組織、ビジネス、機能、データ、データ連携、アセット）を意味軸として定めている
- 相互運用性の確保を重視していることから、データやアセットといったCPSにおいて基本的な要素を含みつつ、意味軸には標準的な技術や課題の視点が設定されており、奥行きの方野軸で示される各分野（エネルギー、製造業等）との連携を意識した構成となっている



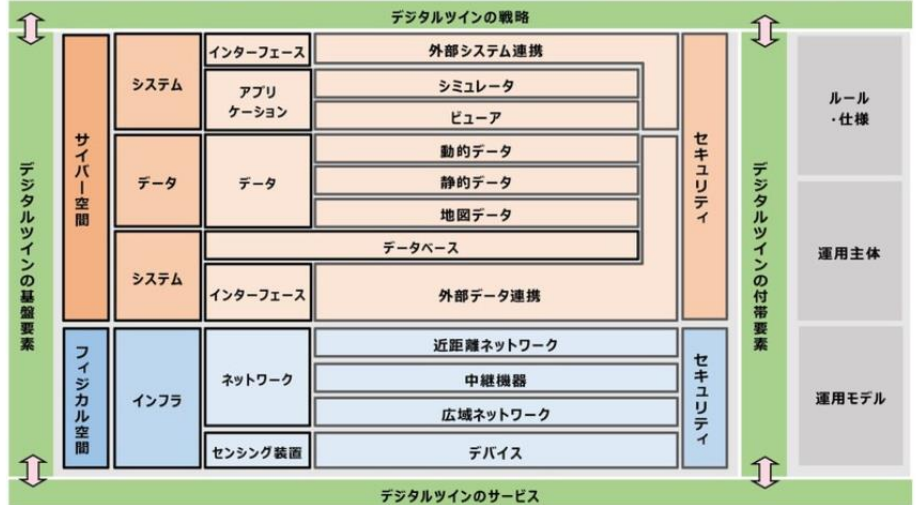
# Society5.0リファレンスアーキテクチャの活用事例

Society5.0リファレンスアーキテクチャはデータ社会やCPSを俯瞰する汎用的なRAであるため、様々な政策・戦略の策定において、課題や検討項目のためのフレームワークとして活用されている

## データ戦略のアーキテクチャ<sup>1)</sup>



## デジタルツインの全体像<sup>2)</sup>



データ戦略のビジョンを実現するためには日本全体で構築するデータの枠組みの全体構造（アーキテクチャ）を社会全体で共有する必要があることから、Society5.0リファレンスアーキテクチャをフレームワークとして、データ整備やその連携だけでなく、関連するデータ連携ルールやトラストなどのルール、利活用環境整備、連携基盤、全体を支えるデジタルインフラを組み込み整理された

デジタルツインの社会実装に向けたステップを検討するために、検討すべきデジタルツインの構成要素をSociety5.0リファレンスアーキテクチャをベースに抽出し、各構成要素の定義・考え方について整理を行った

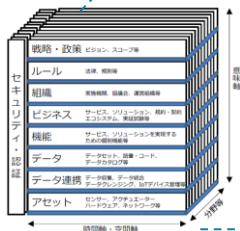
出典)「データ戦略タスクフォース 第一次とりまとめ」  
[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000725147.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000725147.pdf)

出典)「第二回 東京都における「都市のデジタルツイン」の社会実装に向けた検討会」  
<http://info.tokyo-digitaltwin.metro.tokyo.lg.jp/kentoukai02/>

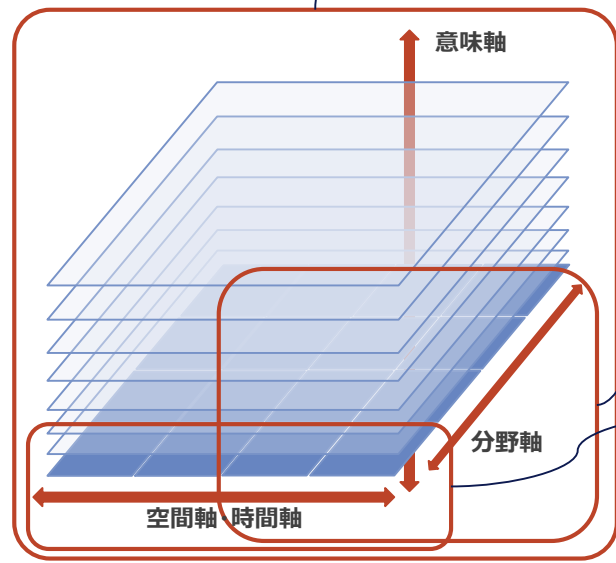


# リファレンスアーキテクチャの整理体系

Society5.0のリファレンスアーキテクチャを起点とすると、定められている意味軸・分野軸・空間軸を具体化する形で、様々な機関からスマートシティ・個別分野・個別技術などをスコープにして策定されている



Society5.0  
リファレンスアーキテクチャ



## スマートシティのRA

reference framework of smart city platforms(ITU-T)

SynchroniCity IoT- and AI-enabled Smart Cities (OASC)

## 個別分野のRA

RAMI4.0 (産業・製造業分野)

SGAM (エネルギー分野)

## 個別技術のRA

IoT RA (ISO IEC/JTTC1)


WoT Architecture (W3C)

## 策定状況整理結果概要 ～スマートシティのリファレンスアーキテクチャ～

## RAの策定状況の整理結果 (1/3)

No. 分類	策定組織・団体	リファレンスアーキテクチャ名称
0 全般	内閣府	Society 5.0リファレンスアーキテクチャ
1 スマートシティ	ITU-T SG20	reference framework of smart city platforms
2 スマートシティ	Open & Agile Smart Cities	SynchroniCity IoT- and AI-enabled Smart Cities
3 スマートシティ	FIWARE Foundation	FIWARE Smart Cities Reference Architecture
4 スマートシティ	内閣府	スマートシティリファレンスアーキテクチャ
5 スマートシティ	Open Geospatial Consortium	Smart City Interoperability Reference Architecture (SCIRA)
6 スマートシティ	IEC Systems Committee Smart Cities WG3	Smart Cities Reference architecture (策定中)
7 スマートシティ	IEEE SA Corporate Advisory Group IoT Architecture WG	P2413.1 Standard for a Reference Architecture for Smart City
8 スマートシティ	the Unique Identity Authority of India	IndiaStack
9 スマートシティ	産業競争力懇談会 (COCN)	COCN Smart City Architecture
10 スマートシティ	カリファ大学、BTグループ	Data Driven Reference Architecture for Smart City Ecosystems

-----


 :本資料で掲載・紹介するRA

## 策定状況整理結果概要 ～個別分野のリファレンスアーキテクチャ～

## RAのロングリストの整理結果概要 (2/3)

No. 分類	策定組織・団体	リファレンスアーキテクチャ名称
11 個別分野（エネルギー）	CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group	Smart Grid Architecture Model (SGAM)
12 個別分野（エネルギー）	Japan Smart Community Alliance	スマートエナジー・アーキテクチャモデル
13 個別分野（製造業）	Industrie 4.0（ドイツ）	Industrie 4.0 RAMI 4.0
14 個別分野（製造業）	中独標準化協力委員会（Sino-German Standardization Cooperation Commission : SGSCC）	Intelligent Manufacturing System Architecture
15 個別分野（ヘルスケア）	TIS、日本マイクロソフト	ヘルスケアリファレンスアーキテクチャー
16 個別分野（ヘルスケア）	Google	医療分析プラットフォームのリファレンス アーキテクチャ
17 個別分野（モビリティ）	MaaS4EU	MaaS4EU Reference Architecture
18 個別分野（モビリティ）	日本マイクロソフト	MaaSリファレンスアーキテクチャー
19 個別分野（インフラ：水道）	SWAN	SWAN Digital Twin Architecture
20 個別分野（インフラ：水道）	マドリード工科大学、Tragsa Group（スペイン）	An IoT based reference architecture for smart water management processes
21 個別分野（産業セクター全般）	Industrial Internet Consortium	Industrial Internet Reference Architecture


-----

 :本資料で掲載・紹介するRA

## 策定状況整理結果概要 ～個別技術のリファレンスアーキテクチャ～

## RAのロングリストの整理結果概要 (3/3)

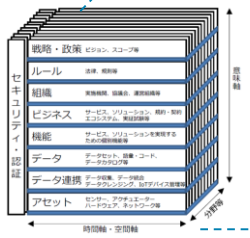
No. 分類	策定組織・団体	リファレンスアーキテクチャ名称
22 個別技術 (IoT)	ISO-IEC JTC 1/SC 41	IoT Reference Architecture (ISO/IEC 30141)
23 個別技術 (IoT)	Alliance for Internet of Things Innovation	AIOTI High level functional model
24 個別技術 (IoT)	5G Automotive Association	V2X Application Layer Reference Architecture
25 個別技術 (IoT)	oneM2M	Functional Architecture
26 個別技術 (IoT)	Open Connectivity Foundation	UPnP Device Architecture 2.0
27 個別技術 (WoT)	World Wide Web Consortium (W3C)	Web of Things Architecture
28 個別技術 (5G)	5G Alliance for Connected Industries and Automation	5G industrial device architecture principles, capabilities and requirements (策定中)
29 個別分野 (スマートグリッド)	NIST (National Institute of Standards and Technology : 米国国立標準技術研究所)	Smart Grid Conceptual Model
30 個別技術 (CPS)	NIST	Framework for Cyber-Physical System

 :本資料で掲載・紹介するRA

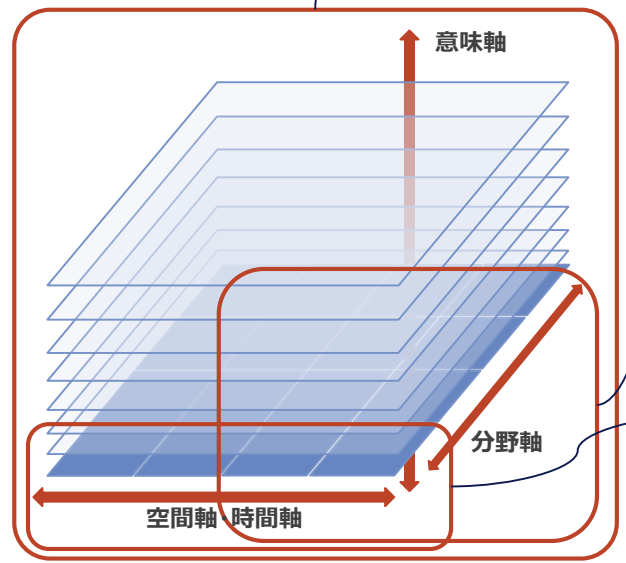
## 2-2 リファレンスアーキテクチャの階層構造の分析

# リファレンスアーキテクチャの整理体系（再掲）

Society5.0のリファレンスアーキテクチャを起点とすると、定められている意味軸・分野軸・空間軸を具体化する形で、様々な機関からスマートシティ・個別分野・個別技術などをスコープにして策定されている



Society5.0  
リファレンスアーキテクチャ



## スマートシティのRA

reference framework of smart city platforms (ITU-T)

SynchroniCity IoT- and AI-enabled Smart Cities (OASC)

## 個別分野のRA

RAMI4.0 (産業・製造業分野)

SGAM (エネルギー分野)

## 個別技術のRA

IoT RA (ISO IEC/JTTC1)

WoT Architecture (W3C)

# スマートシティリファレンスアーキテクチャ（内閣府）

## 策定団体・機関

- 内閣府が主導する戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）において策定された
- 内閣府は、内閣の重要政策や内閣総理大臣が担当するのがふさわしいとされる案件において事務補助を担う機関であり、Society 5.0の実現を推進するためのSIPをはじめとする様々のプログラムの主導も行っている

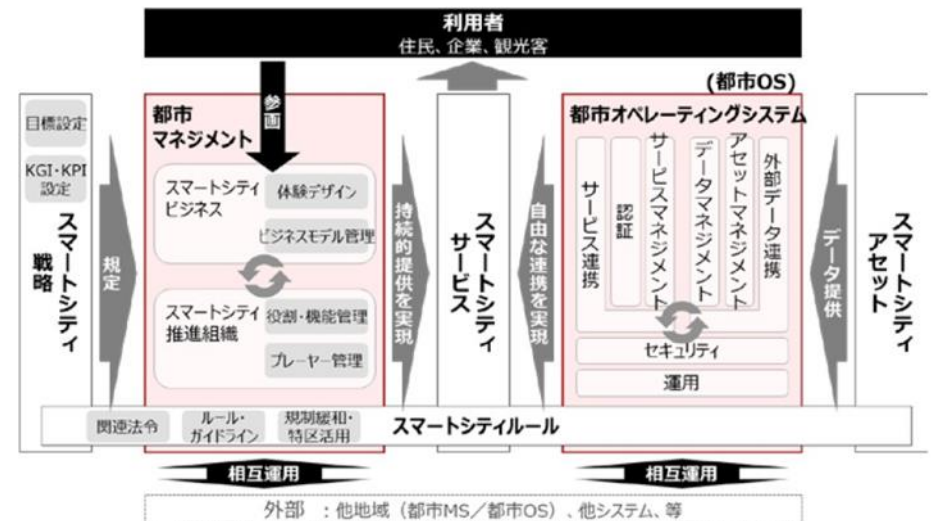


## 策定の背景

- 日本は、少子高齢化や生産性の低下、地域経済の疲弊等の問題を抱えており、これらの問題を解決するための有力な手段の一つとして、デジタルを活用した地域のスマートシティ化が挙げられている
- 地域のスマートシティ化を容易かつ効率的に推進するためのアーキテクチャとして、2020年3月にSIP第2期「ビッグデータ・AI を活用したサイバー空間基盤技術におけるアーキテクチャ構築及び実証研究事業」において策定された

## スコープとアーキテクチャの全体像

- アーキテクチャの構築は、利用者中心の原則、都市マネジメントの役割、都市オペレーティングシステム（都市OS）の役割、相互運用性の重要性、を基本コンセプトとして行われている
- 構成要素としては、スマートシティ戦略、スマートシティルール、都市マネジメント、スマートシティサービス、都市OS、スマートシティアセット、が規定されている



出典 : <https://www8.cao.go.jp/cstp/stmain/20200318siparchitecture.html>

# スマートシティリファレンスアーキテクチャ（内閣府）

## 階層構造（構成要素）の詳細

### 【スマートシティ戦略】

- 各地域が目標を達成するための道筋を立てる機能
- フレームワークとして、課題の抽出、大中小の目標設定、施策の策定が提示されている

### 【都市マネジメント】

- スマートシティが持続的に運営されるために地域全体をマネジメントするための機能
- スマートシティ推進組織とスマートシティビジネスの2要素で構成される

### 【スマートシティルール】

- 組織の運営やサービス提供に関するルールを策定、運用する機能
- 既存の規約、ガイドライン、特区制度を事前に把握することが必要

### 【スマートシティサービス】

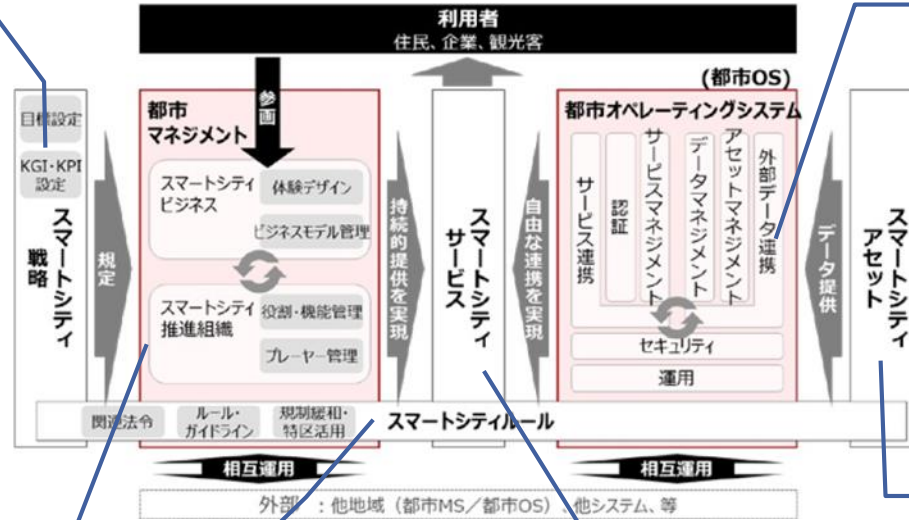
- データやその他サービスとの連携を前提に利用者に提供されるサービス機能
- 具体例として、AIチャットポットサービス（会津若松市）、広域防災サービス（高松市）が挙げられる

### 【都市OS】

- スマートシティの基礎プラットフォームで、サービスやデータが効率よく流通するためのサービス
- 各地域の課題に応じて必要な機能を取捨選択することが必要

### 【スマートシティアセット】

- 都市OSを通してデータ化、制御できる、地域に関連した資産、資源
- データ例として、河川の水位データ、公共交通の運行情報データが挙げられる



(※) 他のスマートシティのリファレンスアーキテクチャでは述べられていない「スマートシティ戦略」「都市マネジメント」「スマートシティルール」を特徴として挙げた

出典：<https://www8.cao.go.jp/cstp/stmain/20200318siparchitecture.html>



## reference framework of smart city platforms (ITU-T SG20)

## 策定団体・機関

- 国際電気通信連合（ITU）におけるスタディグループ20（SG20）において策定された
- ITUは、情報通信技術に関する国連の専門機関であり、通信ネットワークの国際化を促進するために、ネットワークとテクノロジーのシームレスな接続を目指して技術基準を策定する機関で、2015年にはSG20を設立し、IoT及びスマートシティに関する標準化活動を進めている

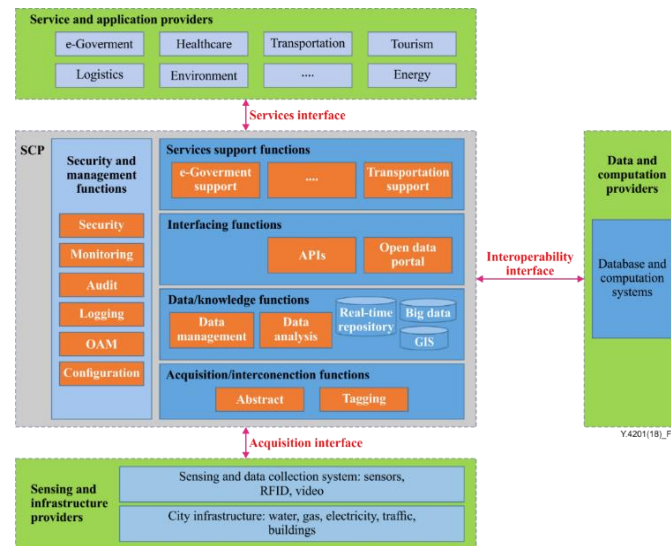


## 策定の背景

- ITUの標準規格であるITU-T Y.4201（High-level requirements and reference framework of smart city platforms）の中で、スマートシティ・プラットフォーム（SCP）の要件を規定するフレームワークとして策定された
- ITU-T Y.4201は、生活の質を向上させ、都市の持続可能性を確保しつつ、市民の利益のために都市運営とサービスを提供することを目的とした、スマートシティのすべてのサービスとアプリケーションをサポートする基本的なプラットフォーム（SCP）の要件を標準化した規格である

## スコープとアーキテクチャの全体像

- スマートシティ・アプリケーションが迅速に作成、展開、拡張、管理できることを目的に、SCPに必要な機能や各機能に関連する外部プロバイダーについて規定をしている
- SCPの機能（構成要素）としては、取得/相互接続機能、データ/ナレッジ機能、インターフェース機能、サービスサポート機能、セキュリティ/管理機能が規定されている
- SCPの各機能に関連する外部プロバイダーとして、SCPのエンドユーザに対するサービス・アプリケーションの提供者やSCPに必要なセンサー・インフラからのデータ提供者などについても言及されている



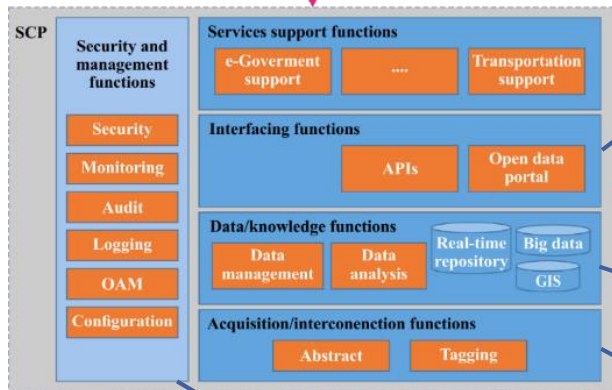
出典：https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.4201-201802-I/en

# reference framework of smart city platforms (ITU-T SG20)

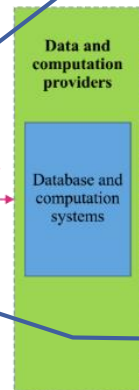
## 階層構造（構成要素）の詳細



Services interface

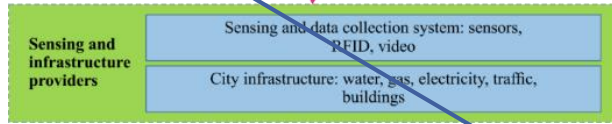


Interoperability interface



Y.4201(18)\_F02

Acquisition interface



### 【サービスサポート機能】

- 利用者が利用するサービス（電子行政、ヘルスケアサービス等）をサポートするための機能

### 【インターフェース機能】

- サービス提供を行うためのアプリケーション等に必要サービスを提供する機能

### 【データ/ナレッジ機能】

- 取得/相互接続機能とインターフェース機能からデータを受け取り、データ移動可能にする機能
- データ処理、分析を行う機能

### 【取得/相互接続機能】

- データ収集システムからデータ取得するメカニズムを提供する機能
- 外部プロバイダーとの相互接続を可能にするための機能

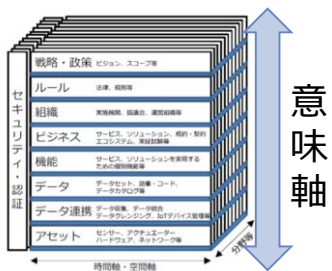
### 【セキュリティ/管理機能】

- セキュリティ、監視、ログ管理、OAM等を提供し、その他SCP機能をサポートする機能

出典 : <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.4201-201802-I/en>

調査結果のまとめ

- スマートシティのRAはスマートシティが備えるべき機能や課題などを規定しており、Society5.0の意味軸をスマートシティの観点から具体化した構成となっている
- 内閣府が策定したRAがCPSの全ての機能について規定している一方、ITU-Tが策定したRA等では戦略・政策、ルール、組織についてはスコップとはしておらず差異が見られた。他方、スマートシティの実現には、各ステークホルダーがルールに従い共通認識を持って取り組む必要があるため、社会実装を推進する際には、戦略・政策、ルール、組織、を検討することが重要であると考えられる



セキュリティ・認証	戦略・政策	SC戦略、KPI等
	ルール	SCルール、ガイドライン等
	組織	SC推進主体、サービス需要者、提供者
	ビジネス	SCビジネスモデル、データマーケットプレイス
	機能	サービスAPI、インターフェース等
	データ	データ管理、データ分析、ナレッジ等
	データ連携	外部システム連携、アセット連携等
	アセット	SCアセット (IoTデバイス等)

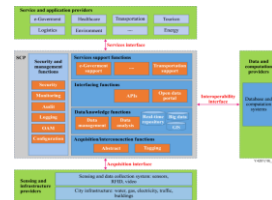
■ スマートシティリファレンスアーキテクチャ（内閣府）

- スマートシティが具備すべき機能を規定した都市OSに加え、戦略・ルール・都市マネジメント・サービスについても規定されている



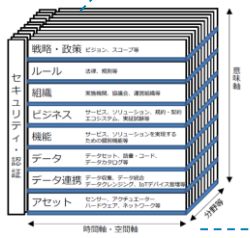
■ reference framework of smart city platforms (ITU-T SG20)

- 外部アクターとのインターフェース要件をはじめ、スマートシティが具備すべき基本的な機能を規定している

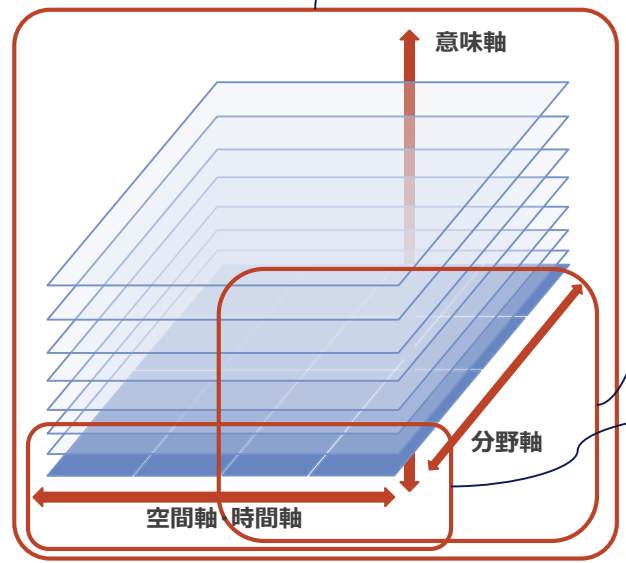


# リファレンスアーキテクチャの整理体系（再掲）

Society5.0のリファレンスアーキテクチャを起点とすると、定められている意味軸・分野軸・空間軸を具体化する形で、様々な機関からスマートシティ・個別分野・個別技術などをスコープにして策定されている



Society5.0  
リファレンスアーキテクチャ



## スマートシティのRA

reference framework of smart city platforms (ITU-T)      SynchroniCity IoT- and AI-enabled Smart Cities (OASC)

## 個別分野のRA

RAMI4.0 (産業・製造業分野)      SGAM (エネルギー分野)

## 個別技術のRA

IoT RA (ISO IEC/JTTC1)      WoT Architecture (W3C)

# Smart Grid Architecture Model (CEN/CENELEC/ETSI)

## 策定団体・機関

- 欧州標準化委員会（CEN）、欧州電気標準化委員会（CENELEC）、欧州電気通信標準化機構（ETSI）がCEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Groupにおいて共同で策定した
- CENは様々な分野の製品、材料、サービス、プロセスに関連する欧州規格や技術開発を行うためのプラットフォームを提供している
- CENELECは電気技術分野の任意規格を作成し、各国間の貿易の円滑化、新市場の創出、単一欧州市場の発展を支援している
- ETSIはICTを活用したシステム、アプリケーション、サービスに関する規格の開発をサポートしている

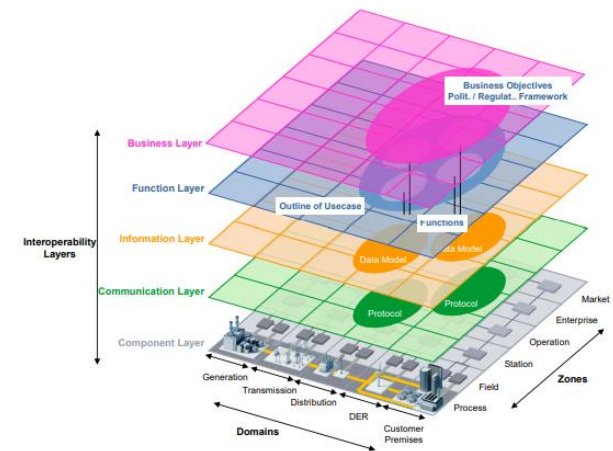


## 策定の背景

- ICTをスマートグリッドに活用する場合、様々なステークホルダーが発生する
- ステークホルダーが、相互運用性を確保しつつ、継続的なイノベーションを促進しながら、継続的な規格の強化と開発を行うことができるようなフレームワークを開発することを目的として2012年11月に策定された

## スコープとアーキテクチャの全体像

- Domains、Zones、相互運用レイヤーの3つが基本軸として規定されている
- Domainsは発電から消費までのバリューチェーン、Zonesは電力系統管理における機能、相互運用レイヤーは電力分野においての相互運用性を実現させるために必要な分野横断的な課題を表している



出典：[https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/xpert\\_group1\\_reference\\_architecture.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/xpert_group1_reference_architecture.pdf)

# Smart Grid Architecture Model (CEN/CENELEC/ETSI)

## 階層構造 (構成要素) の詳細

**【相互運用レイヤー】**

- スマートグリッドに必要な基本構成要素

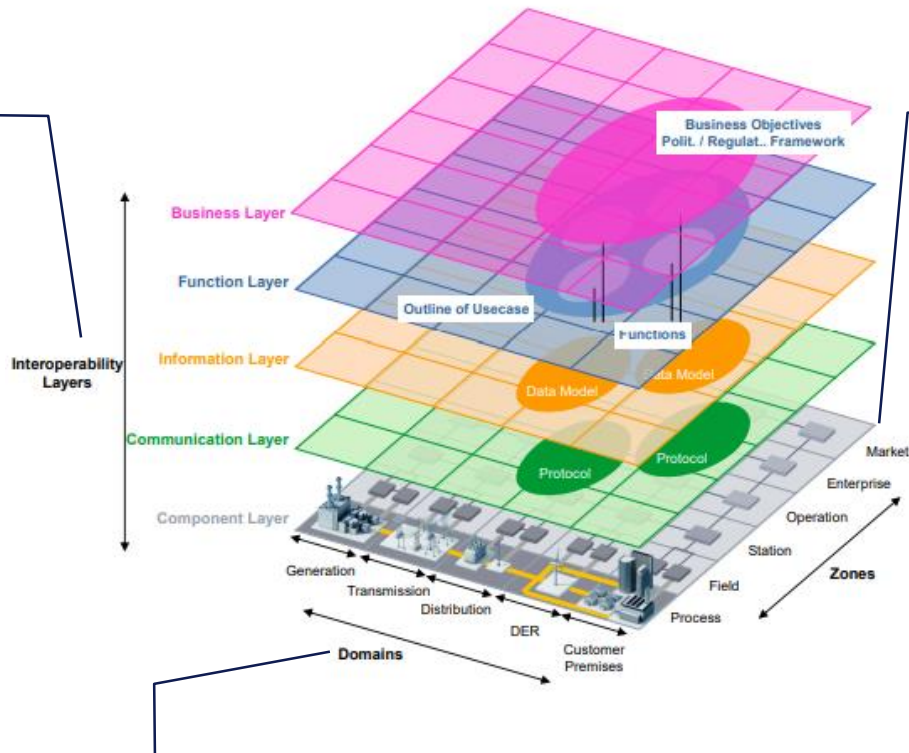
✓ ビジネスレイヤー  
ICTソリューションをビジネス活用するための支援を行うビジネスサポート機能

✓ ファンクションレイヤー  
データの取得・制御・保護等のスマートグリッドの実現に必要な機能

✓ インフォメーションレイヤー  
システム間、装置間等でやり取りされる情報を管理する機能

✓ コミュニケーションレイヤー  
システム間、装置間等で情報を相互運用するためのメカニズム

✓ コンポーネントレイヤー  
電力システム機器等のスマートグリッドに必要な装置



**【Domains】**

- 発電から電力消費までのバリューチェーン
- 「エネルギー発電」「輸送インフラ」「供給インフラ」「分散型エネルギー源」「エンドユーザー・生産者」の5つが挙げられている

**【Zones】**

- 電力システム管理・システムにおける要素・プロセス

✓ プロセス  
発電機や異なるエネルギーリソースを電力変換するための装置

✓ フィールド  
プロセスから収集したデータを保護・制御・監視するコントローラー

✓ ステーション  
フィールドから収集したデータを統合・監視するシステム

✓ オペレーション  
配電や発電・送電を管理するためのシステム

✓ エンタープライズ  
アセットマネジメントや人材管理、顧客管理等の組織的な運営プロセス

✓ マーケット  
エネルギー取引市場

出典 : [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/xpert\\_group1\\_reference\\_architecture.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/xpert_group1_reference_architecture.pdf)

## Reference Architecture Model Industrie 4.0 (ZVEI)

## 策定団体・機関

- ドイツ電気電子工業連盟（ZVEI）によって策定された
- ZVEIは、電機産業分野における技術的、経済的、法的、社会的、政治的な課題について意見交換を行って見解を導く支援を行ったり、国際標準化活動の支援を行って

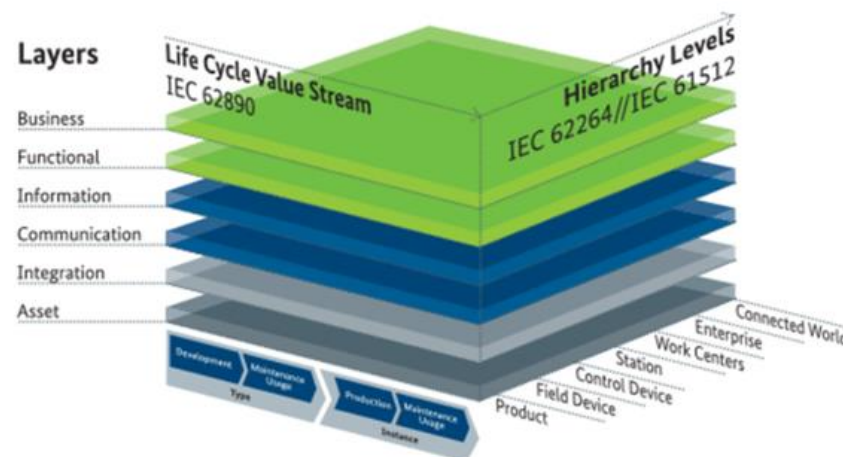


## 策定の背景

- ドイツ連邦政府によって示された「2020年に向けたハイテク戦略の実行計画」の10施策の一つとしてIndustrie 4.0 が公表された
- Industrie 4.0の取り組みを支援する目的で、2015年10月に政府機関、業界団体、研究機関、民間企業が参加するPlatform Industrie 4.0においてReference Architecture Model Industrie 4.0 (RAMI4.0) が策定された

## スコープとアーキテクチャの全体像

- 「ヒエラルキーレベル」「ライフサイクルバリューストリーム」「レイヤー」の3つが基本軸として規定されている
- ヒエラルキーレベルはIEC 62264（Enterprise-Control System Integration）およびIEC 61512（Batch control）に基づいた工場の製造管理プロセス、ライフサイクルバリューストリームはIEC 62890（Industrial-process measurement, control and automation - Life-cycle-management for systems and components）に基づいた設備や製品のライフサイクル、レイヤーは製品・機械または製造業におけるCPSの階層構造を示している
- 関連規格を明確化し、適宜、追加・修正が行えるように、構造的なアプローチが可能な3次元マッピングで視覚化されている



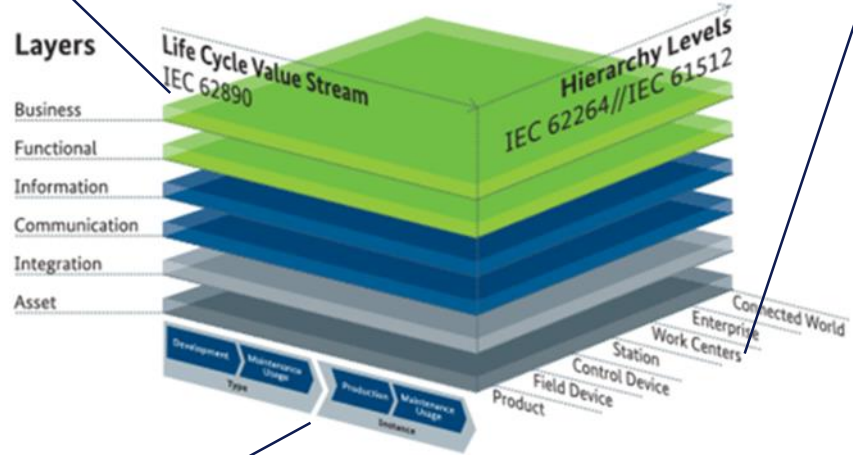
出典： <https://www.isa.org/intech-home/2019/march-april/features/rami-4-0-reference-architectural-model-for-industr>

# Reference Architecture Model Industrie 4.0 (ZVEI)

## 階層構造（構成要素）の詳細

**【レイヤー】**

- 製品・機械または製造業におけるCPSの階層構造
- ✓ ビジネスレイヤー  
ビジネス戦略の立案や広報活動等のビジネス活動
- ✓ 機能レイヤー  
製品仕様の設定やクラウドシステム等のシステム制御に関する機能
- ✓ 情報レイヤー  
データの取得、保管、整理に関する機能
- ✓ コミュニケーションレイヤー  
機械のデジタル情報へアクセスする側面
- ✓ 統合レイヤー  
アセットのフィジカルな情報をデジタル情報に変換する側面
- ✓ アセットレイヤー  
実空間における機械そのものまたは属性情報



**【ヒエラルキーレベル】**

- 工場の製造管理プロセス
- ✓ 製品
- ✓ フィールドデバイス  
製品を製造するための機械
- ✓ コントロールデバイス  
フィールドデバイスをシステム制御するためのPLC等のコントローラー
- ✓ ステーション  
デバイスから得たデータを統合・監視するためのシステム
- ✓ ワークセンター  
製造工程の把握・管理を行うためのシステム
- ✓ エンタープライズ  
財務やマーケティング、販売等の経営活動
- ✓ コネクテッドワールド  
サプライヤーや顧客などの外部との連携

**【ライフサイクルバリューストリーム】**

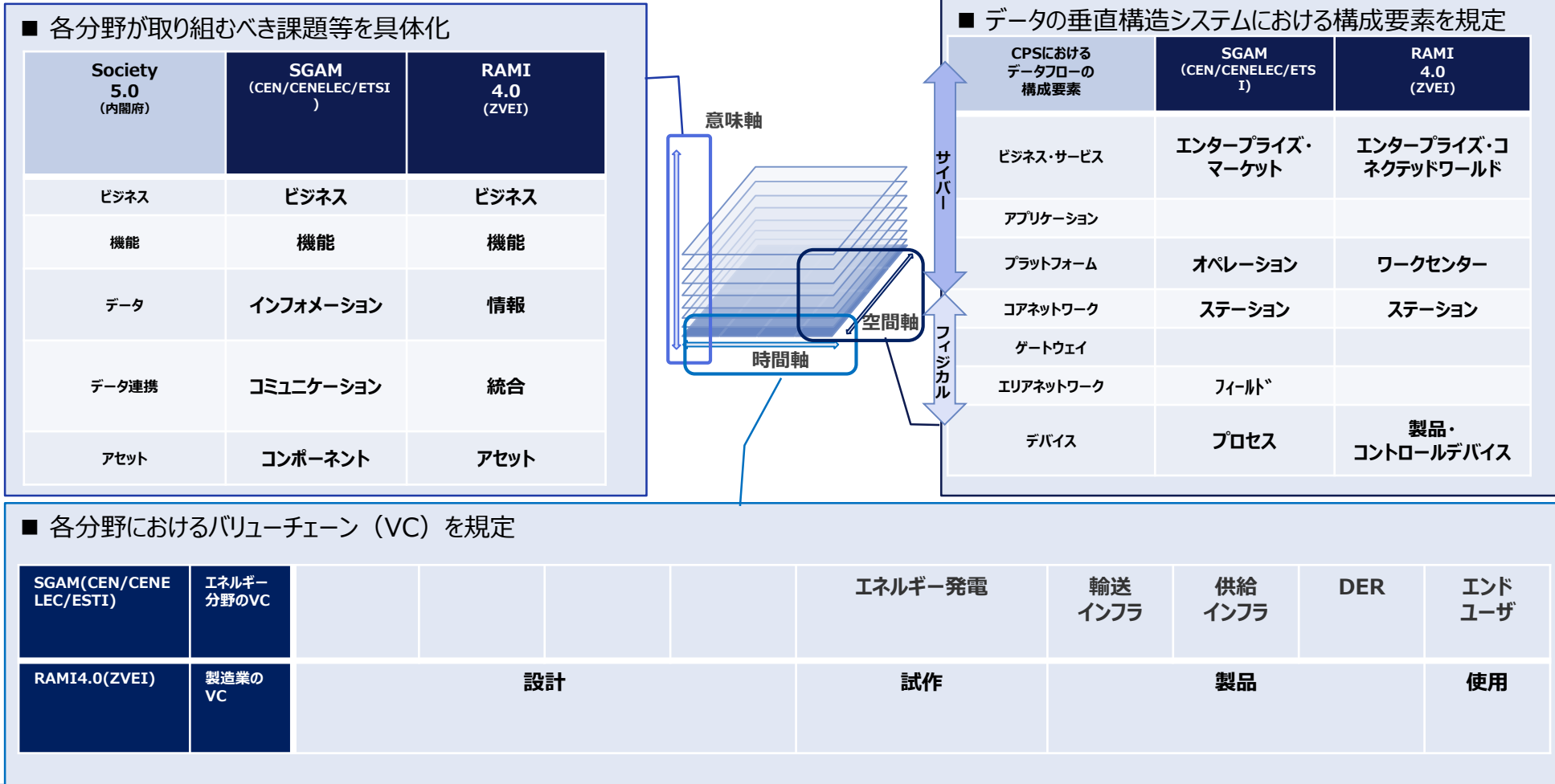
- 設備や製品のライフサイクル
- 「設計」「試作」「製品」「使用」の4つに区分されている

出典 : <https://www.isa.org/intech-home/2019/march-april/features/rami-4-0-reference-architectural-model-for-industr>



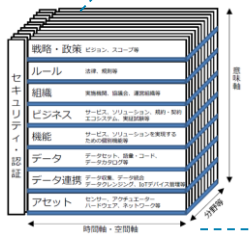
# 調査結果のまとめ

- 個別分野のRAはバリューチェーン（時間軸）、データシステムの構成要素（空間軸）を規定した上で、Society5.0の意味軸にあたる標準的な課題や技術といった観点を各分野に適した名称で具体化した構成となっている
- 個別分野のRAを用いてスマートシティの社会実装を行う際には、分野毎に最適な時間軸・空間軸を規定し、意味軸の内容をレイヤーごとに詳細検討することが必要になると考えられる

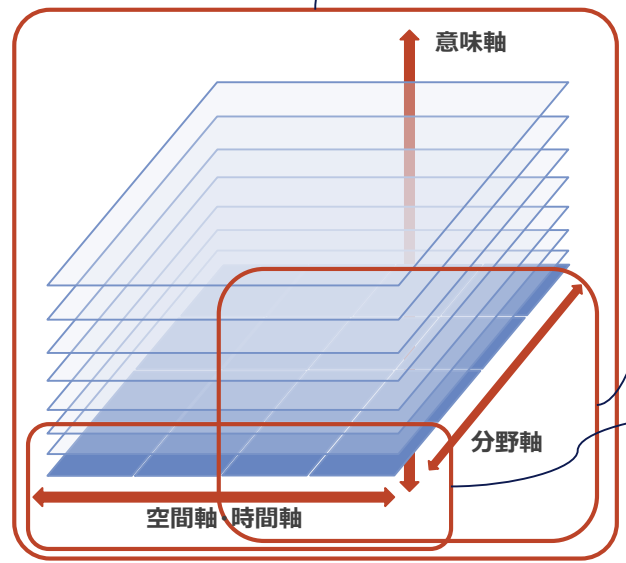


# リファレンスアーキテクチャの整理体系（再掲）

Society5.0のリファレンスアーキテクチャを起点とすると、定められている意味軸・分野軸・空間軸を具体化する形で、様々な機関からスマートシティ・個別分野・個別技術などをスコープにして策定されている



Society5.0  
リファレンスアーキテクチャ



## スマートシティのRA

reference framework of smart city platforms (ITU-T)

SynchroniCity IoT- and AI-enabled Smart Cities (OASC)

## 個別分野のRA

RAMI4.0 (産業・製造業分野)

SGAM (エネルギー分野)

## 個別技術のRA

IoT RA (ISO IEC/JTTC1)

WoT Architecture (W3C)

# IoT Reference Architecture : ISO/IEC 30141\_ (ISO-IEC JTC 1/SC41)

## 策定団体・機関

- 国際標準化機関（ISO）と国際電気標準会議（IEC）の所掌が重複する情報技術分野の標準化に関する審議を行っているISO/IEC JTC 1の中にある情報技術分科会SC 41（ISO-IEC JTC 1/SC 41）によって策定された
- ISO-IEC JTC 1/SC 41では、情報技術分野の中でも、IoTとデジタルツイン、それらの関連技術分野について取り扱っている

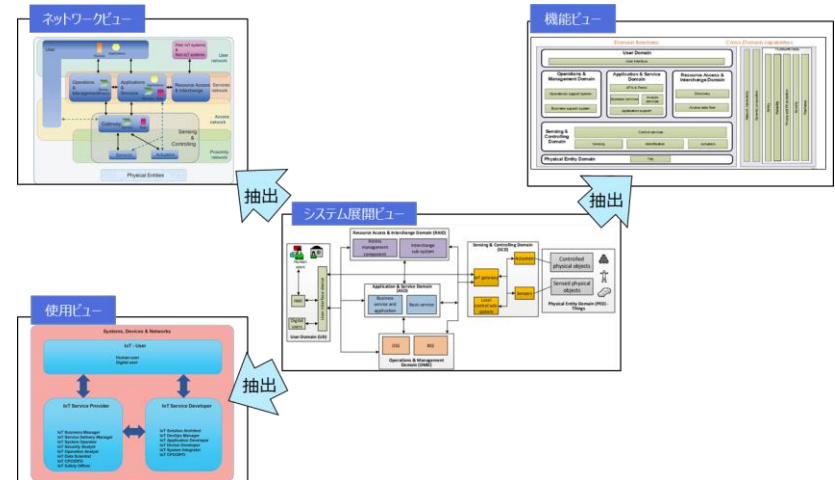


## 策定の背景

- IoT技術はスマート産業、スマートシティ等の様々な分野で使用されている
- 安全かつプライバシーが尊重されており、自然災害やシステム攻撃などの危機にも対応できるシステムの構築の実現を目的として、2018年8月に Internet of Things (IoT) Reference Architecture（ISO/IEC 30141）が策定された

## スコープとアーキテクチャの全体像

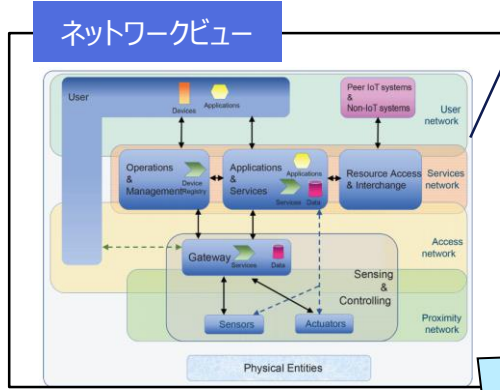
- 「機能」「システム展開」「ネットワーク」「使用」の4つの視点が構成要素とされている
- 様々な分野、技術でも利用できるように、共通の語彙、再利用可能な設計、効率の良い技法が用いられている



出典 : ISO/IEC 30141 Edition 1.0 2018-08 Internet of Things (IoT) Reference architecture

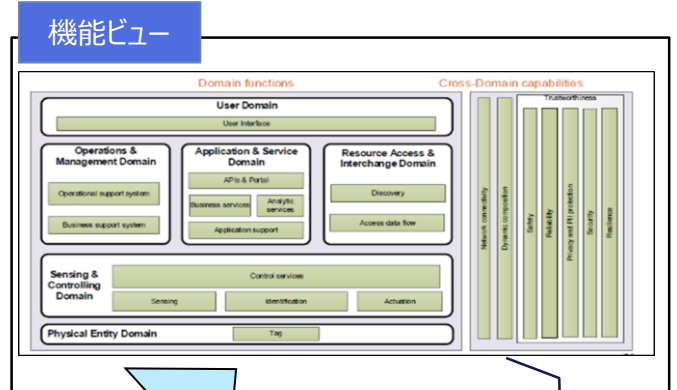
# IoT Reference Architecture : ISO/IEC 30141\_ (ISO-IEC JTC 1/SC41)

## 階層構造 (構成要素) の詳細



**【ネットワークビュー】**

- IoTシステムの主要ネットワーク
- ✓ Proximity network
- ✓ Access network
- ✓ Services network
- ✓ User network

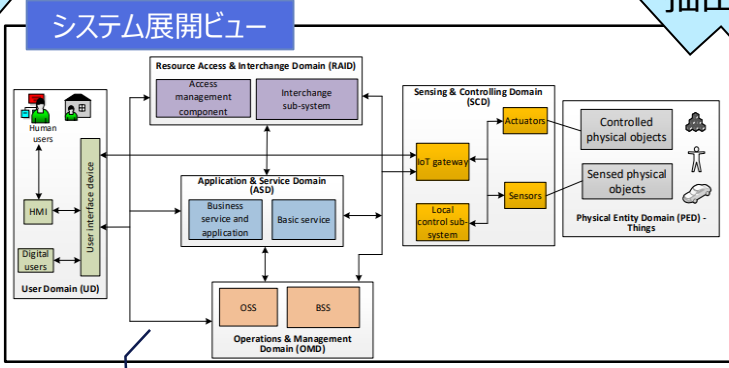
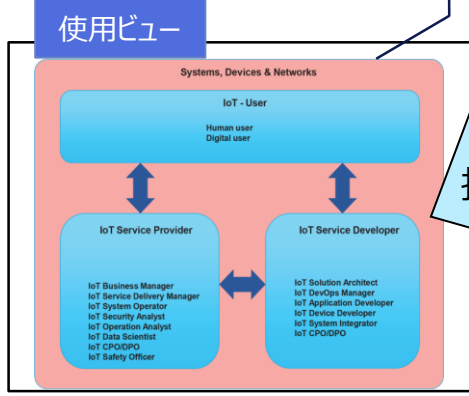


**【機能ビュー】**

- IoTシステムを形成するために必要な機能
- ✓ 内部ドメイン
- センサーの読み取り・制御
- データ分析、ストリーミング処理
- アカウント管理
- 外部システムからのアクセス制御
- ユーザーのアクセス制御
- 機器の識別機能
- ✓ クロスドメイン
- ネットワークの接続性、信頼性を確保するための機能

**【使用ビュー】**

- IoTシステムの開発、運用、使用に関わるステークホルダー
- ✓ プロバイダー/開発者/ユーザー



**【システム展開ビュー】**

- IoTシステムを構成するデバイス、サブシステム、ネットワーク、ステークホルダー

出典 : ISO/IEC 30141 Edition 1.0 2018-08 Internet of Things (IoT) Reference architecture

# High Level Architecture model (AIOTI)

## 策定団体・機関

- Alliance for Internet of Things Innovation (AIOTI) によって策定された
- AIOTIはプライバシーや消費者保護など欧州の価値観を保持しつつ、欧州のデジタル化と競争力の強化を支えることを目的として、IoTとエッジコンピューティング、およびその他の融合技術についての研究と標準化、エコシステムの構築を行っている

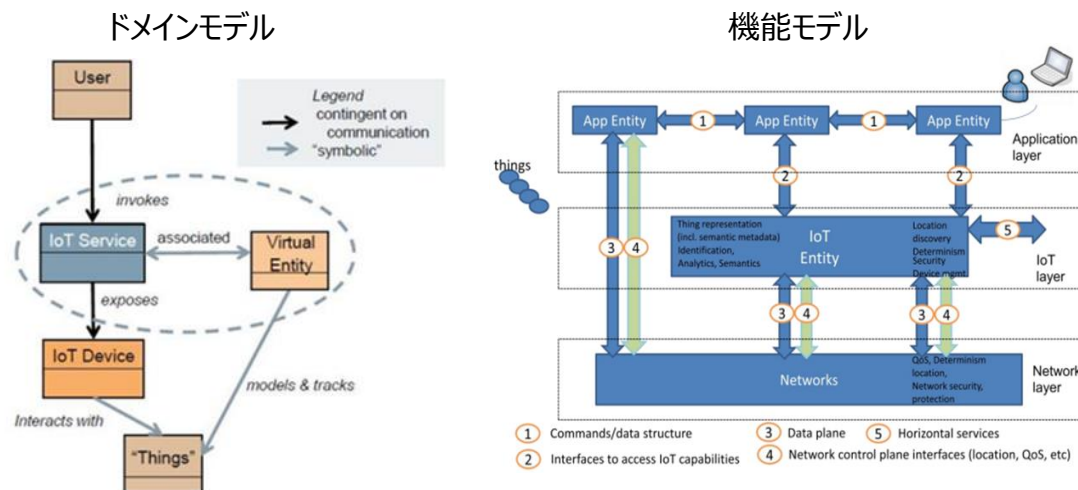


## 策定の背景

- IoT及びエッジコンピューティングについて議論する際の基礎となり、さらに、大規模パイロット時においても基礎として使用されるアーキテクチャを構築することを目的として、AIOTIのWG3での議論を経て、2016年にHigh Level Architecture model (HLAモデル) が策定された

## スコープとアーキテクチャの全体像

- ISO/IEC/IEEE 42010 (Systems and software engineering - Architecture description) で規定されている5つのアーキテクチャモデル「ドメインモデル」「コミュニケーションモデル」「機能モデル」「情報モデル」「フィジカルモデル」「インテグリティモデル」のうち、「ドメインモデル」「機能モデル」に焦点を当てている
- ドメインモデルはHLAモデル内のドメインの関係性、機能モデルはHLAモデル内の機能同士の相互作用、を示している

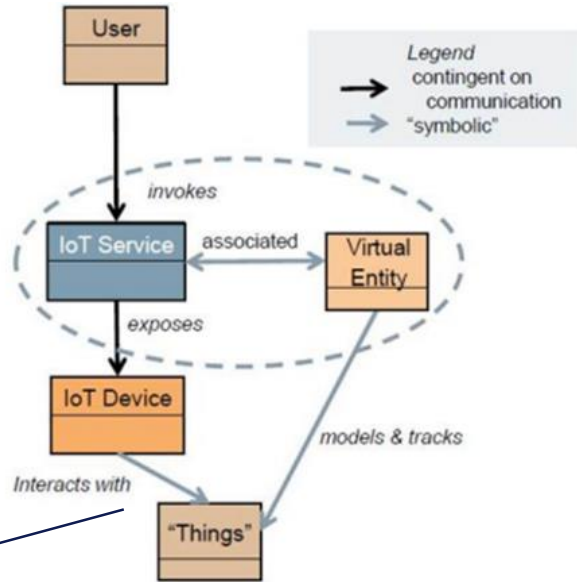


出典 : [https://aioti.eu/wp-content/uploads/2017/03/AIOTI-WG3-IoT-High-Level-Architecture-Release\\_2\\_1.pdf](https://aioti.eu/wp-content/uploads/2017/03/AIOTI-WG3-IoT-High-Level-Architecture-Release_2_1.pdf)

# High Level Architecture model (AIOTI)

## 階層構造（構成要素）の詳細

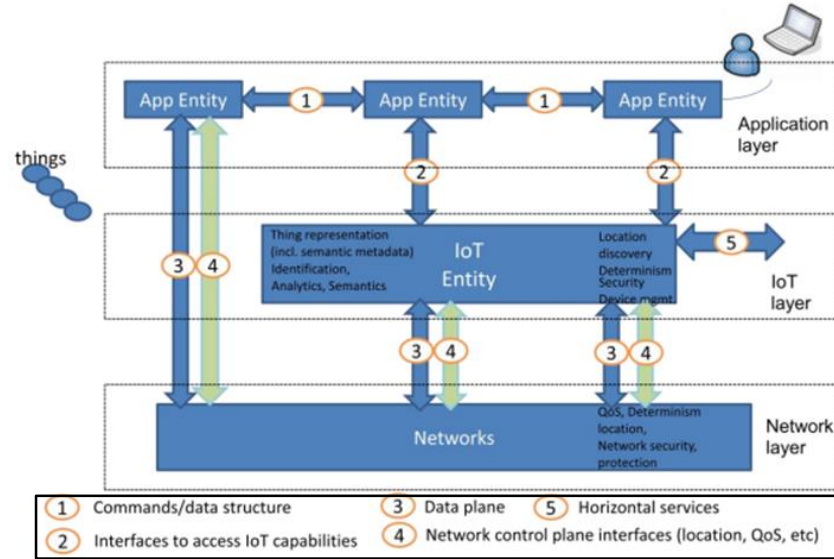
ドメインモデル



【ドメインモデル】

- 5つのドメインの関係性を表現している
- ✓ ユーザーはIoTサービスを介して情報を入手
- ✓ IoTサービスはバーチャルEntity及びIoTデバイスと情報通信を実施
- ✓ ThingsはIoTデバイス及びバーチャルEntityと情報通信を実施

機能モデル



【機能同士の相互作用】

- Commands/data structure : App Entity間通信
- Interfaces to access IoT capabilities : サービスを利用可能にするためのデータ通信
- Data plane : レイヤー間データ通信
- Network control plane interfaces : ネットワーク管理のためのデータ通信
- Horizontal services : IoT機能間のデータ通信

【アプリケーションレイヤー】

- App Entityで構成で構成されている
- App Entityはユーザーが利用するIoTアプリケーション

【IoTレイヤー】

- IoT機能で構成で構成されている
- データ保管・共有、アクセス権管理、等

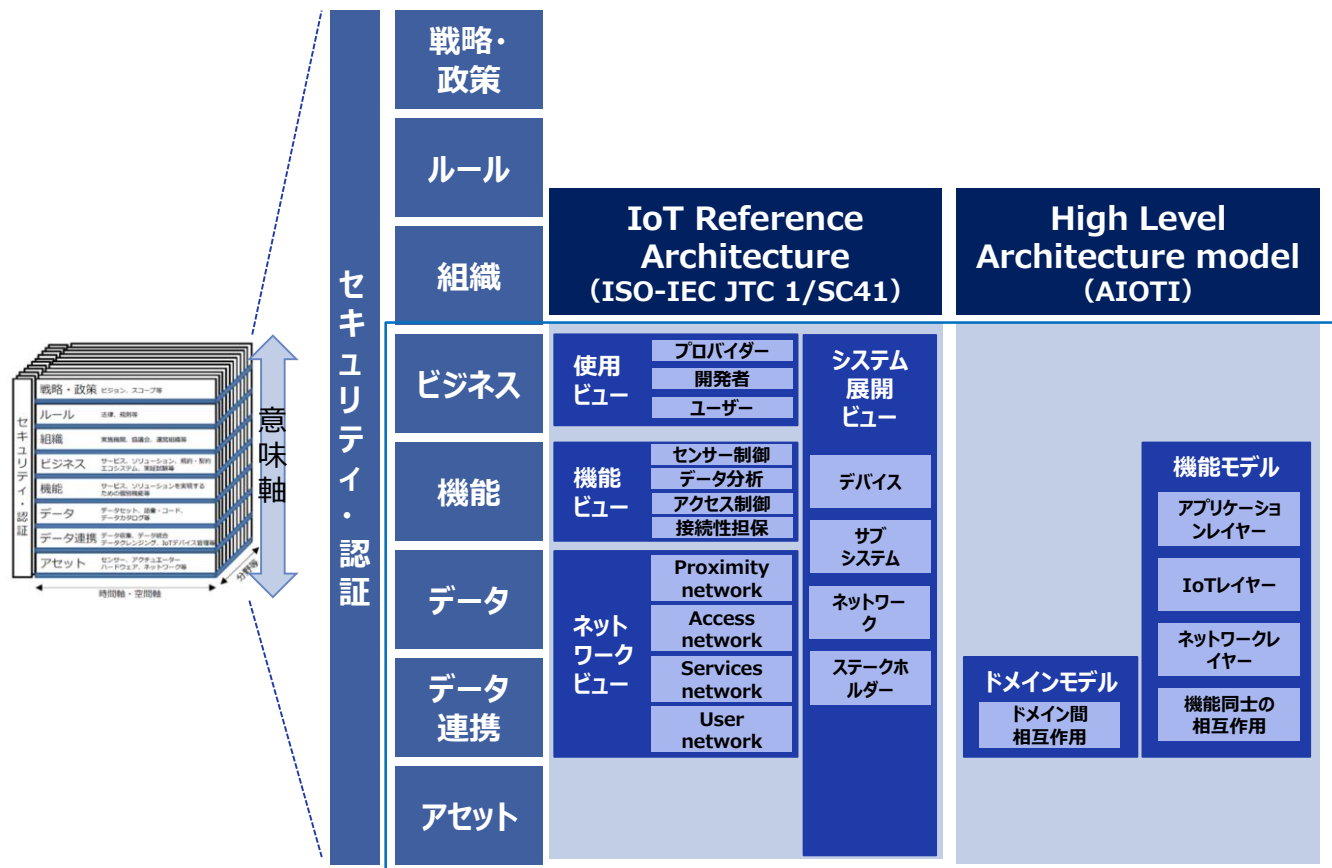
【ネットワークレイヤー】

- ネットワーク技術で構成されている
- Local Area Network (LAN)、Wide Area Network (WAN) 等

出典 : [https://aioti.eu/wp-content/uploads/2017/03/AIOTI-WG3-IoT-High-Level-Architecture-Release\\_2\\_1.pdf](https://aioti.eu/wp-content/uploads/2017/03/AIOTI-WG3-IoT-High-Level-Architecture-Release_2_1.pdf)

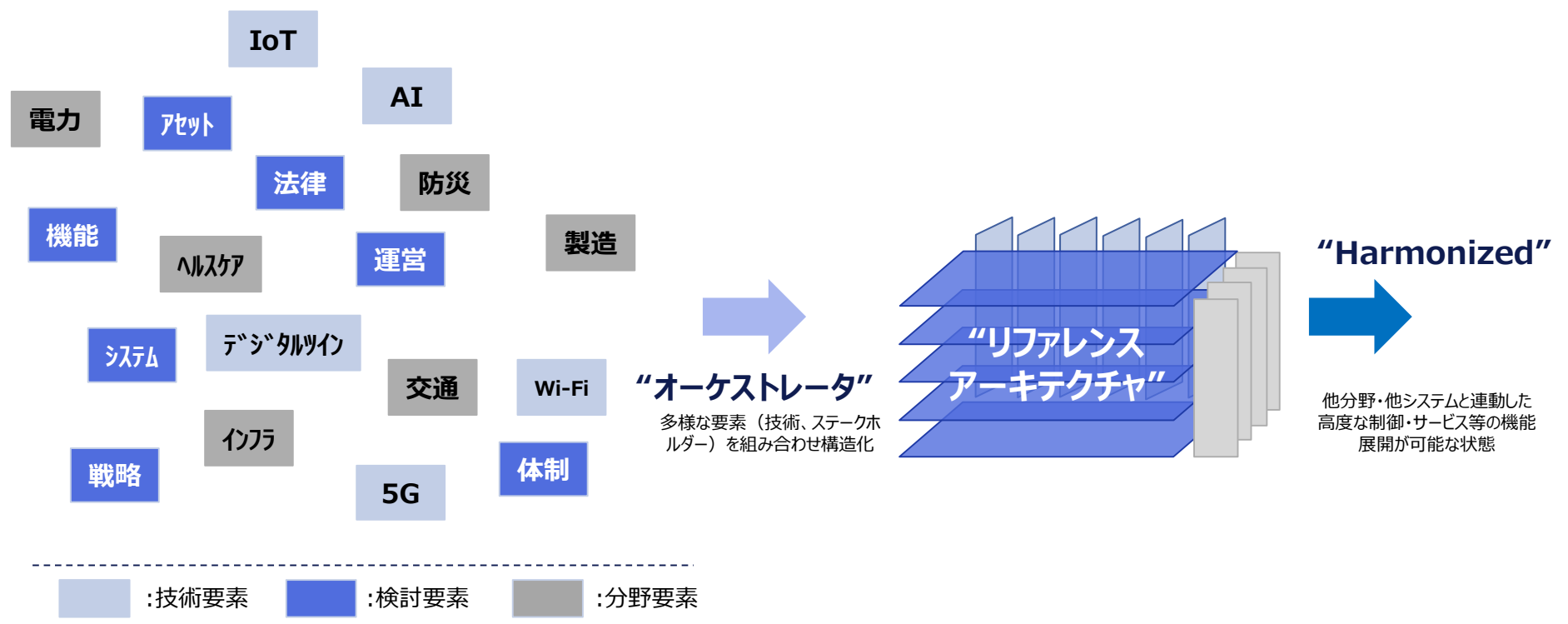
調査結果のまとめ

- Society5.0の意味軸のうち、ビジネス・機能・データ・データ連携・アセットに該当する要素を、アプリケーション、ネットワークのように観点から具体化（機能展開）したアーキテクチャ構成となっている
- 現状、個別技術基盤のRAにおいては、戦略・政策、ルール、組織のレイヤーについては整理されていないが、ステークホルダーが共通認識を持って各技術を機能展開をするためには、国際標準化機関によるマネジメントが必要と想定される



# 本章のまとめ

- Society5.0やスマートシティには、様々な分野、技術、ステークホルダーが関連しコンセプトが複雑化しているため、リファレンスアーキテクチャのような共通のフレームワークを用いて検討を進めるアプローチが推進されている
- 国際標準化機関をはじめ、様々な分野や技術団体においてリファレンスアーキテクチャが開発が進んでいるが、スマートシティ、個別分野、個別技術の各リファレンスアーキテクチャとともに、Society5.0のRAにおける意味軸を各分野や技術の特性に応じて具体化する形で構成されている
- 効果的にリファレンスアーキテクチャを活用するためには、分野ごとのバリューチェーン（時間軸）やデータフローの垂直構造（空間軸）を特定し、適切に意味軸を機能展開していくことが必要と考えられる



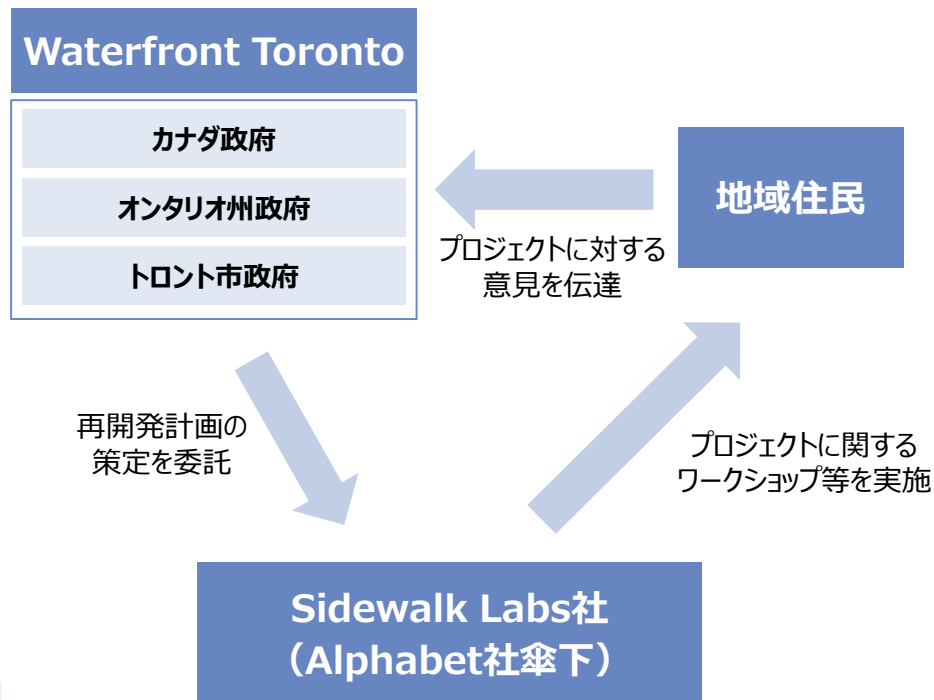


(ケーススタディ)  
リファレンスアーキテクチャを用いたトロントにおける事例

## トロント「Sidewalk Toronto」 – プロジェクト概要

2017年、トロント市ウォーターフロント地区の再開発プロジェクトパートナーとして選定されたSidewalk Labs社（Google社を所有する米Alphabet傘下）が提唱する「Sidewalk Toronto」計画において、技術を活用した人々の生活の質を向上させる取組が推進された

### プロジェクトのステークホルダー



### 「Sidewalk Toronto」計画の対象地域



出典：[https://storage.googleapis.com/sidewalk-toronto-ca/wp-content/uploads/2019/06/23202306/MIDP\\_Volume0\\_AccessibleDocument.pdf](https://storage.googleapis.com/sidewalk-toronto-ca/wp-content/uploads/2019/06/23202306/MIDP_Volume0_AccessibleDocument.pdf)

12エーカー程のQuayside（キーサイド）地区から着手し、最終的には800エーカーまで広げていく予定となっていた

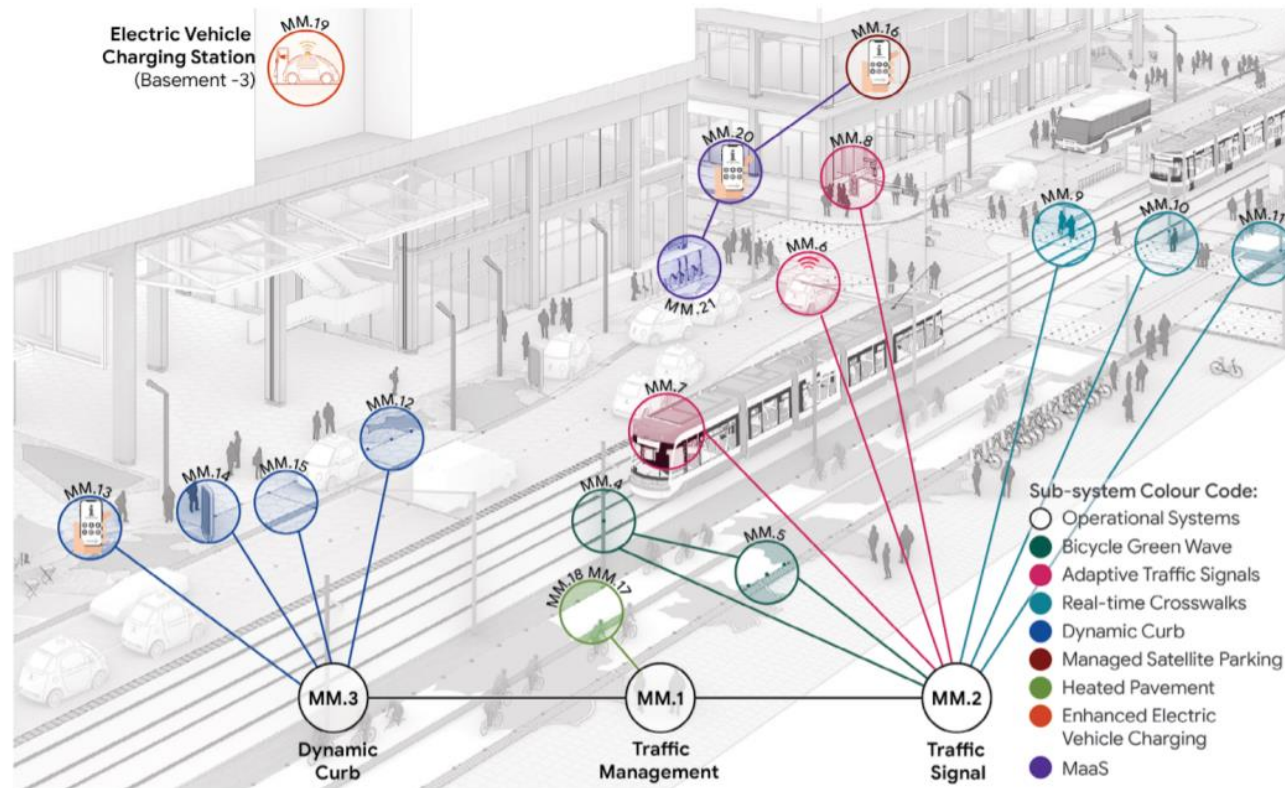
## トロント「Sidewalk Toronto」 – 活用が予定されていた技術

「Sidewalk Toronto」計画では、モビリティやエネルギーをはじめとするあらゆる分野においてフィジカル空間とサイバー空間を統合し、データ利活用を通じて管理の効率化を行う予定としていた

### モビリティ分野での取組イメージ

Quayside Conceptual Site Diagrams – Integrated Digital and Physical Layer

Figure: Mobility Management Systems – Queens Quay Example



出典 : [https://storage.googleapis.com/sidewalk-labs-com-assets/Sidewalk\\_Labs\\_Digital\\_Innovation\\_Appendix\\_8e7575fbff/Sidewalk\\_Labs\\_Digital\\_Innovation\\_Appendix\\_8e7575fbff.pdf](https://storage.googleapis.com/sidewalk-labs-com-assets/Sidewalk_Labs_Digital_Innovation_Appendix_8e7575fbff/Sidewalk_Labs_Digital_Innovation_Appendix_8e7575fbff.pdf)

## トロント「Sidewalk Toronto」 – プロジェクトの一時中止に至る経緯

Sidewalk Labs社が示したマスタープランに対してはWaterfront Torontoから懸念が示されており、最終的に2020年5月に、「Covid-19による経済不確実性」を理由にSidewalk Labs社はプロジェクトからの撤退を表明した

### Waterfront Torontoからマスタープランに対して示された懸念

#### 1. Sidewalk Labsが提案する開発範囲について

- Sidewalk Labsが提案する開発範囲は、当初RFPで示されていたキーサイドの12エーカーを大きく超える範囲が想定されている
- 他地域に取り組みを展開する前に、キーサイド地区での取り組みが目標を達成できているかを評価する必要がある

#### 2. 計画のリードデベロッパについて

- Sidewalk Labsはキーサイドのリードデベロッパーになることを想定しているが、これは当初の開発計画（PDA）では明示されていない
- 仮にマスタープランが実行に進む際にも、Waterfront Toronto主導での正規の調達プロセスを経てデベロッパーを選定する

#### 3. Sidewalk Labsが行政に要求する内容について

- キーサイドの開発に先立ち公共交通機関の拡張や規制緩和を要求しているが、これらの要求はWaterfront Toronto単独で満たすことは出来ない

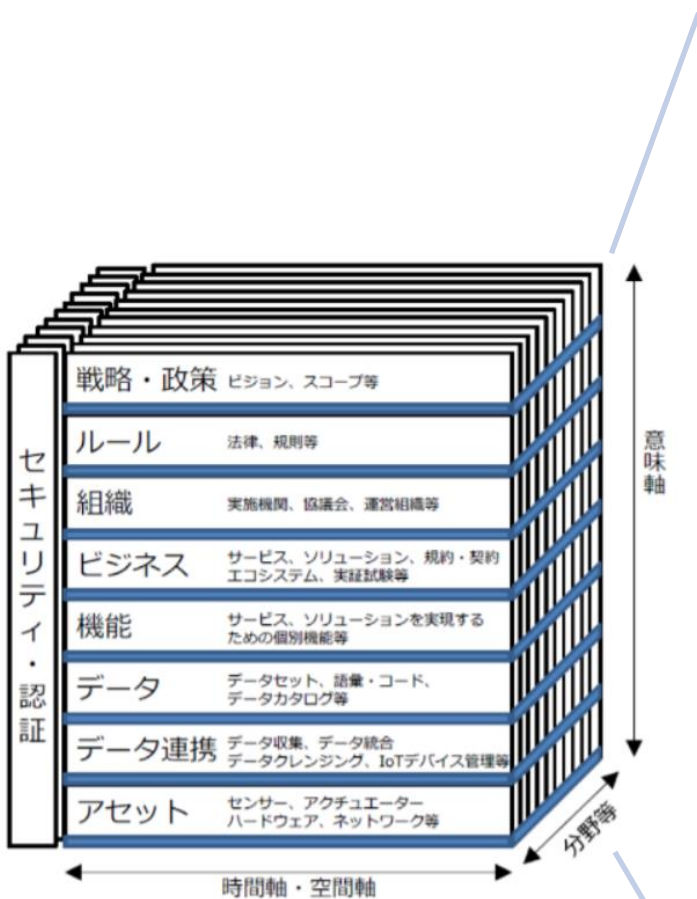
#### 4. データ利活用の仕組みについて

- Sidewalk Labsは、データ収集、データ利用、デジタルガバナンスに関連した提案を行っているが、これらの提案が現行の法律を遵守しているか、またWaterfront Torontoのデジタルガバナンスの原則を遵守しているか精査する必要がある

出典： <https://www.nttdata-strategy.com/knowledge/reports/2021/0311/>

# トロント「Sidewalk Toronto」 – RAを用いた課題の分析

Sidewalk Toronto計画の課題について、Society5.0 リファレンスアーキテクチャの意味軸の階層ごとに分析した結果、主に戦略、政策、ルール、組織、ビジネスといったマネジメント領域に障害要因があることが示唆された

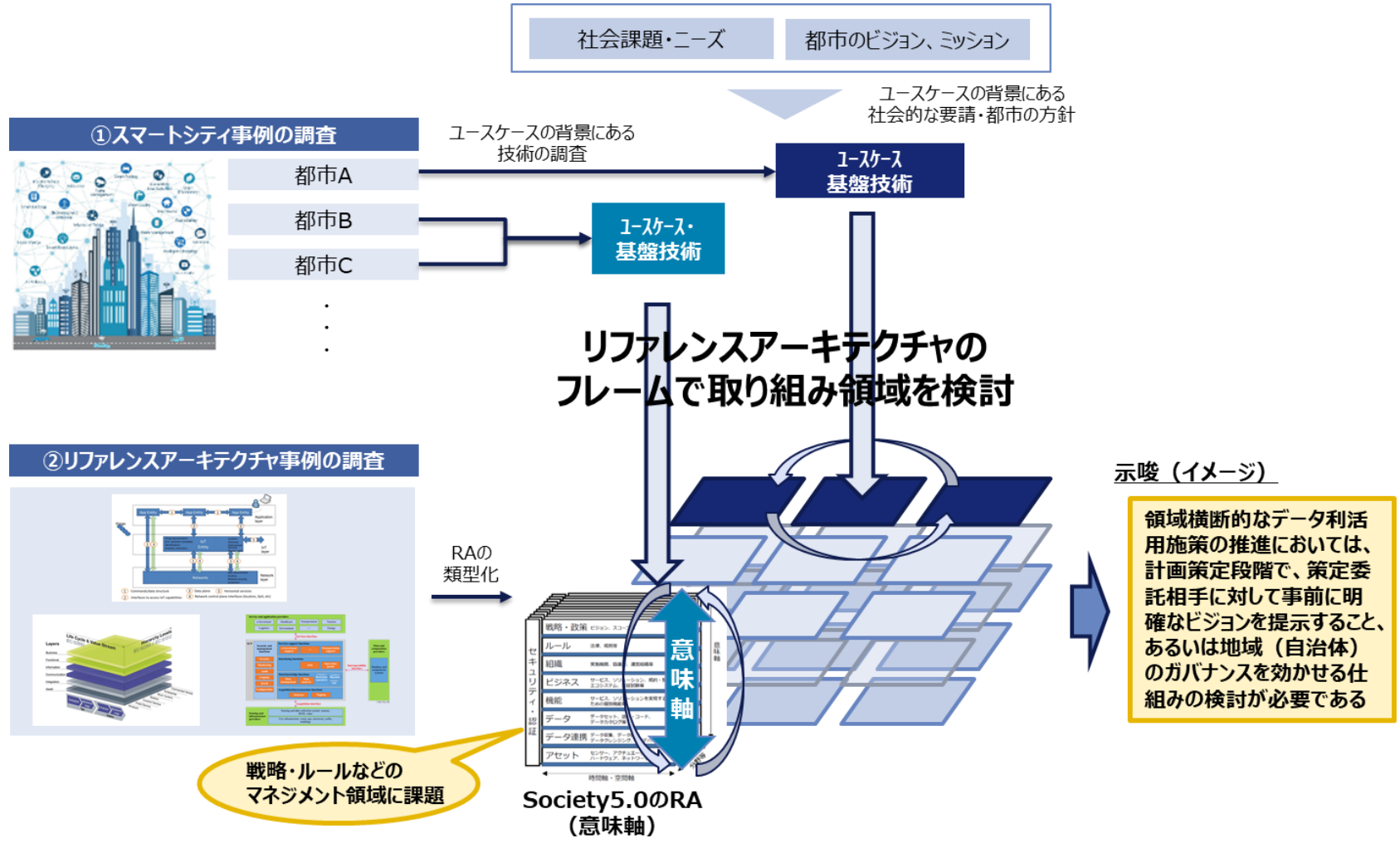


意味軸	障害となった要因	解決策案
戦略・政策	地域と計画策定者がビジョンを共有していなかった	計画策定者（パートナー）を選定する前に、地域が明確なビジョンを打ち出す
ルール	法制度を意識した計画を策定できなかった	データ収集・利活用に関する検討は法制度との整合を前提に地域政府が主導する
組織	計画策定者が地域に根差した組織ではなかった	計画策定者に地域代表者も含める
ビジネス	企業によるデータ収集や広告への使用が行われる可能性があることについて住民との合意が得られなかった	データ収集・利活用に関する検討は地域政府が主導する
機能	(障害となった要因は確認できなかった)	—
データ	(障害となった要因は確認できなかった)	—
データ連携	(障害となった要因は確認できなかった)	—
アセット	(障害となった要因は確認できなかった)	—

## 第3章 調査結果を踏まえた今後の展望 (まとめ)

# リファレンスアーキテクチャをもとにした分野横断型の技術開発の在り方

スマートシティやスマートシティの前提となるCPSの実現のためには、分野間のデータ連携のような領域横断的な取組を推進しつつ、その際のアプローチとしてリファレンスアーキテクチャの活用が有用ではないか

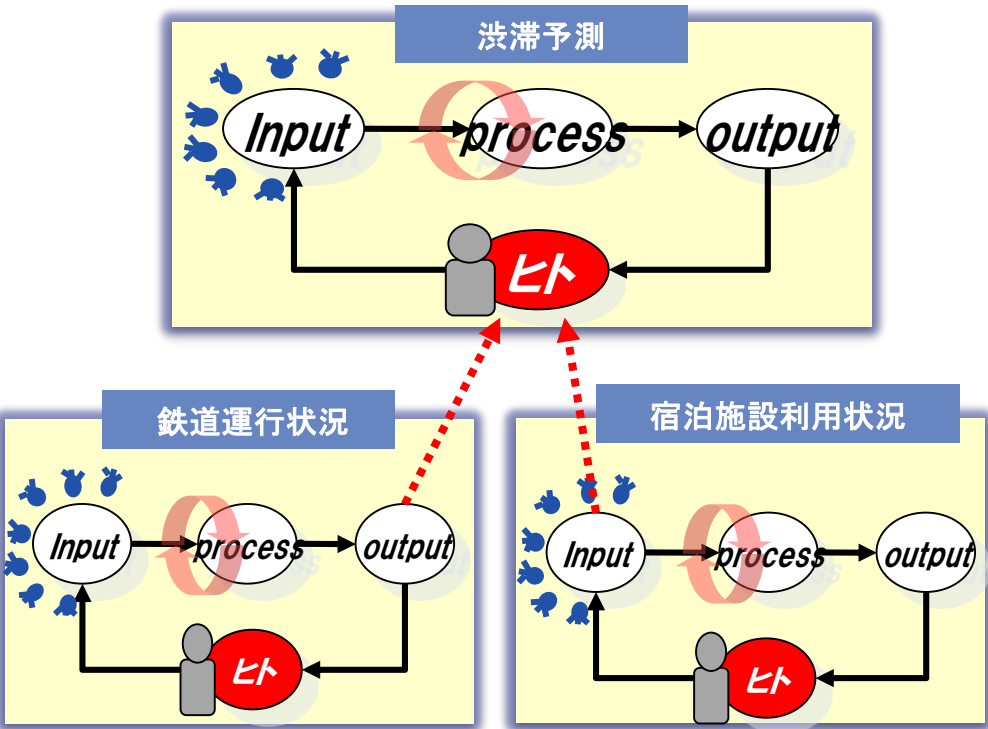


リファレンスアーキテクチャの活用方法を精緻化しつつ、個別ユースケースを考慮した技術開発の在り方・方法論を検討していくことが求められる

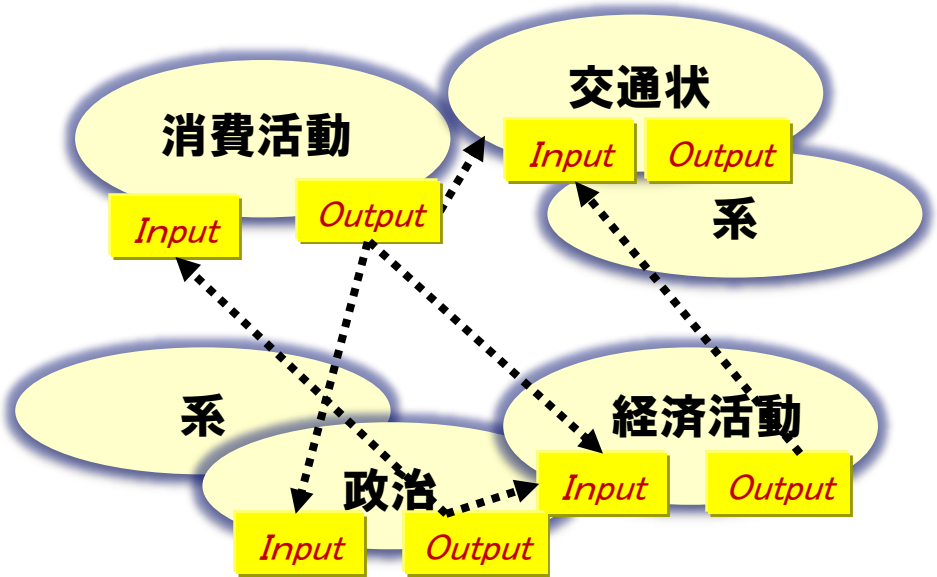
# サイバーフィジカルシステムがデジタルトランスフォーメーションを加速化させていく

サイバーフィジカルシステムによって経済活動や事業活動が連動していくことで、システム同士の連鎖による変革（DX）がこれまで以上に加速化していく

## ネットワークの連動



## システム同士の連鎖

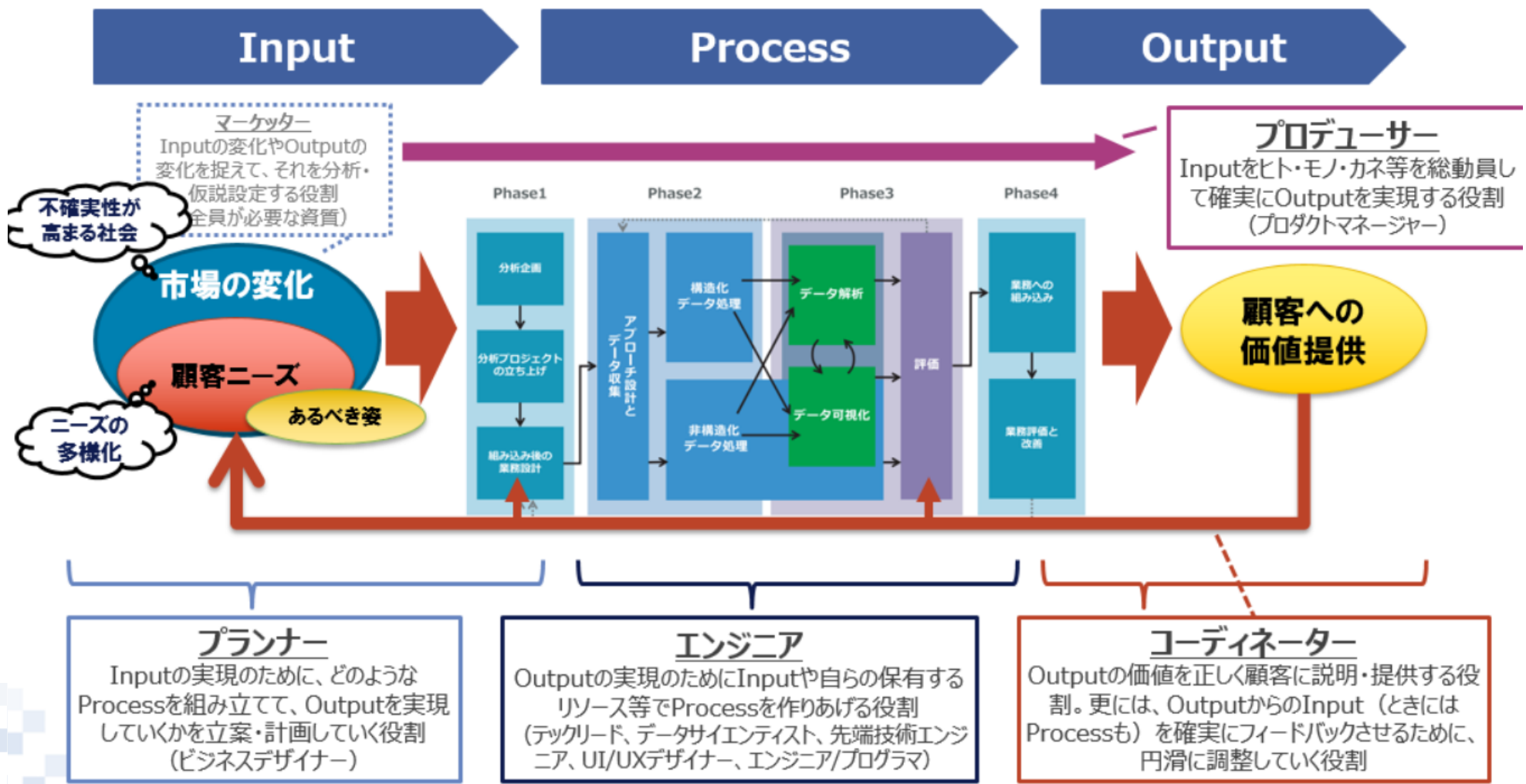


個々のヒトの活動（ふるまい）まで捉えて、サイバーフィジカルシステムのフィードバックサイクルが回っていくことで、デジタルトランスフォーメーションを加速化させていく



# リファレンスアーキテクチャの活用、DXを推進していくための人財の在り方

DX時代においては、InPutからOutputまでの一連の流れを理解したうえで、それぞれの役割を遂行できる人財を類型化していくことも一案ではないか



参考：IPA 「データサイエンティストのためのスキルチェックリスト/タスクリスト概説」

# Appendix 1

## スマートシティの事例調査結果

## ユースケースの分析対象とする都市

再掲

取組状況を調査した68都市の中から18都市（国）を選定し、個別ユースケースの概要について調査・分析を行った

## ユースケースの調査・分析対象とする都市（国）と選定理由

## アフリカ

1 ヨハネスブルク（都市） アフリカの都市で最も得られる情報が充実しているため

## ヨーロッパ

2 アムステルダム（都市） 複数の記事等で取り上げられているため

3 バルセロナ（都市） 複数の記事等で取り上げられているため

4 ノルウェー（国） 国としての取組が活発であるため

5 ロンドン（都市） 複数の記事等で取り上げられているため

6 エストニア（国） 国としてデジタル・ガバメントの取組が先進的であるため

## オセアニア

7 オーストラリア（都市） 複数の記事等で取り上げられているため

## 中東

8 ドバイ（都市） 複数の記事等で取り上げられているため

## 中南米

9 サンパウロ（都市） 中南米の都市で最も得られる情報が充実しているため

## 東アジア

10 杭州（都市） 中国の都市で最も得られる情報が充実しているため

11 豊田市（都市） 特徴的な取組が実施されているため

12 加古川市（都市） FIWARAEの活用等、取組が特徴的であるため

13 釜山（都市） 韓国におけるSCのパイロットプロジェクトであるため

## 東南アジア

14 シンガポール（都市） 複数の記事等で取り上げられているため

## 南アジア

15 インド（国） Indiastackの中で特徴的な取組を実施しているため

## 北米

16 トロント（都市） 複数の記事等で取り上げられているため

17 シカゴ（都市） 複数の記事等で取り上げられているため

18 ニューヨーク（都市） 複数の記事等で取り上げられているため

：appendixで掲載・紹介する都市

### 効果・メリット

- 環境に配慮したインフラ設備の設置による温室効果ガス排出削減

### 対象ユーザー

- 投資家
- ヨハネスブルグ市政府

### 取組イメージ

ヨハネスブルグ市では、2014年から、環境に配慮したインフラ設備設置プロジェクトの資金を調達するために、グリーンボンドの発行を開始した。グリーンボンドにより、42,000台の建物スマートメーター、43,000台の太陽熱温水器、152台のハイブリッドバス及び約30台のディーゼルバスのバイオガスへの交換や、5kmの歩道兼サイクリングロードの建設が実現した。



#### Environmental

The extensive installation of solar water heaters will **save the equivalent of 22.5 GWh of electricity per year,** enough to power a small town.

太陽熱温水器の設置により、年間22.5GWhの電力の節約が期待される



#### Social

Green bond-financed projects to increase recycling separation at the source target 470,000 households and will help increase job creation in Johannesburg.

ゴミ分別の促進に伴い、雇用創出が期待される



#### Economic

Johannesburg's green bonds have reduced the costs of realizing the city's green projects. **As the bond auction in 2014 was 150% oversubscribed,** the city sees even bigger potential for future issuances.

2014年に発行したグリーンボンドに対して、50%の超過申込みがあった

## 期待される効果・メリット

- データガバナンスの強化
- ソーシャルサービスの効率化
- 市民の公共情報へのアクセス性向上

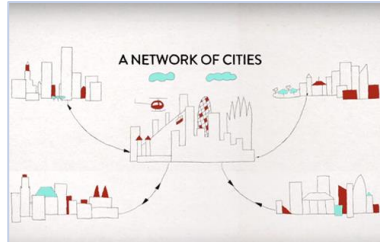
## 対象ユーザー

- 一般市民
- 行政機関

## 取組イメージ

2015年～2019年に実施された「バルセロナ・デジタルシティ」計画における各種取組スマートシティの概念を推し進め、行政と市民の明確なリーダーシップにより、オープンかつ公平、民主的な都市を目指すとしている

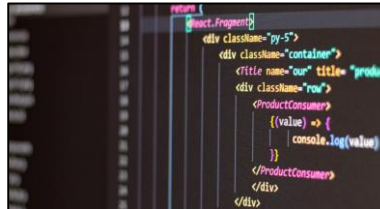
## 都市OS「Data Lake」



- バルセロナ市議会は、「Data Lake」と呼ばれる内部データ管理を行うオープンデータ基盤を都市OSとして開発した。データガバナンス、品質管理、プライバシー及びセキュリティを向上するとされる。また、都市OSを利用して、情報に基づいたデータ主導型の意思決定を行う、新しいデータオフィス（Municipal Data Office）を設立した。

出典：<https://ajuntament.barcelona.cat/digital/en/digital-transformation/city-data-commons/cityos>

## アルゴリズムの活用による意思決定



- 市民からの苦情・提案の報告先割り当てを、モジュール「MARIO」によって支援。従来は50%の報告に再割り当てが必要だったが、導入後は85%が正しい報告先へと寄せられるようになった。
- 市のソーシャルワーカーへの相談に際して、30万件のコーパスによって訓練されたアルゴリズムが対処リソースを提案し、ソーシャルワーカーを補助する。

出典：<https://ajuntament.barcelona.cat/digital/en/blog/barcelona-promotes-the-ethical-use-of-artificial-intelligence>

## オープンデータポータル



- 2014年末の「透明性、公共情報へのアクセス、グッドガバナンスに関するカタルーニャ法」の成立により、市民はバルセロナ市の保有する、人口、健康、経済、教育などに関する500以上のデータセットを含むオープンデータポータルにアクセスできるようになった。
- データは再利用やダウンロードが可能なフォーマットで展開されている。

出典：<https://ajuntament.barcelona.cat/digital/en/digital-transformation/city-data-commons/open-data-portal-open-data-bcn>

## 効果・メリット

- 業務効率化
- コスト削減

## 対象ユーザー

- 自治体（スタバングル市）
- 市民

## 取組イメージ

### リサイクルポイントの監視

2018年春から、スタバングル市は市内にある2つのリサイクルポイントを24時間365日監視している。リサイクルポイントの外に廃棄物が放置されるとカメラが作動し、廃棄物をリサイクルセンターに持ち込む、もしくは廃棄物の無料回収を手配するよう音声アナウンスが流れる。従わない場合には、放置した市民が通報されることもある。

### ゴミ収集所のスマート化

スタバングル市全体の約2,500個の地下ごみ容器に、バッテリーとソーラーパネルで駆動する電子機器が搭載されている。この電子機器は、ごみ収集車のルート最適化ツールに、ごみの充填度やその他のステータス情報（バッテリー残量など）を報告する。充填の度合い、廃棄物の種類、コンテナの位置などは、すべてオープンデータとして公開されている。

### スマートゴミ箱 Big Belly

スタバングル市内に7つのスマートゴミ箱“Big Belly”が設置されている。このゴミ箱には、ソーラーパネルとセンサーが搭載され、満杯になると市当局に通知されるようになっている。また、コンパクターも搭載されているため、従来のごみ箱と比べて容量が増加した。



街中に設置されたスマートゴミ箱“Big Belly”

出典：<https://www.stavanger.kommune.no/en/samfunnsutvikling/stavanger-smart-city/smart-city-projects/smart-waste-management/>

効果・メリット

- 工事の効率化
- 地下インフラ損傷のリスク低減

対象ユーザー

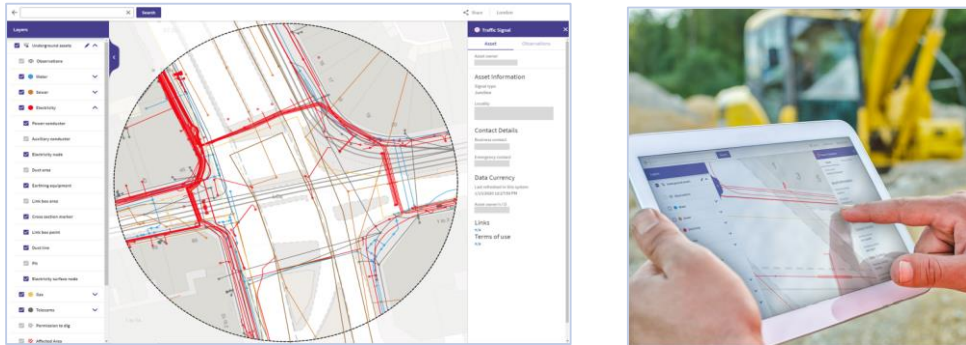
- インフラ事業者
- 工事業者
- 自治体

取組イメージ

NUAR(National Underground Asset Register : 国家地下資産登録)

英国の地理空間委員会は水道管・電線等の地下資産のデジタルマップを作成・提供することによる有用性を試験するため、パイロットプロジェクトをロンドン(LUAR)と北東イングランド(NEUAR)において行った。

LUAR(ロンドン地下資産登録)



- GLA(大ロンドン庁)は2019年から2020年の間、6つのロンドン自治区の地下資産デジタルマッピングを行った
- これまで自治体やインフラ事業者それぞれの保有する地下資産に関する情報は、共有が困難で可視化されていなかった

ユースケース・効果

- GLAとすべてのデータ提供者はデジタルマップにアクセス可能であり、マップを分析ツールとして活用するユースケースとして、
  - 1.安全な掘削
  - 2.工事現場の効率化
  - 3.サイトプランニング
  - 4.データ交換効率化
  - 5.インフラ開発チーム間の調整の改善
 をテストとしている
- 地下のインフラを掘削工事等で偶発的に損傷することによる英国経済への影響は年間1.2億ポンドとされ、その低減やインフラ事業者間の情報共有による工事現場・プロジェクトの効率化が期待される

出典：<https://www.london.gov.uk/what-we-do/business-and-economy/better-infrastructure/londons-underground-asset-register>  
<https://www.gov.uk/government/publications/national-underground-asset-register-project-update/national-underground-asset-register-project-update>

## エストニア：人工衛星による草地監視

## 効果・メリット

- 草地監視の効率化
- 検査コストの削減

## 対象ユーザー

- 農家
- 農業用草地の検査員

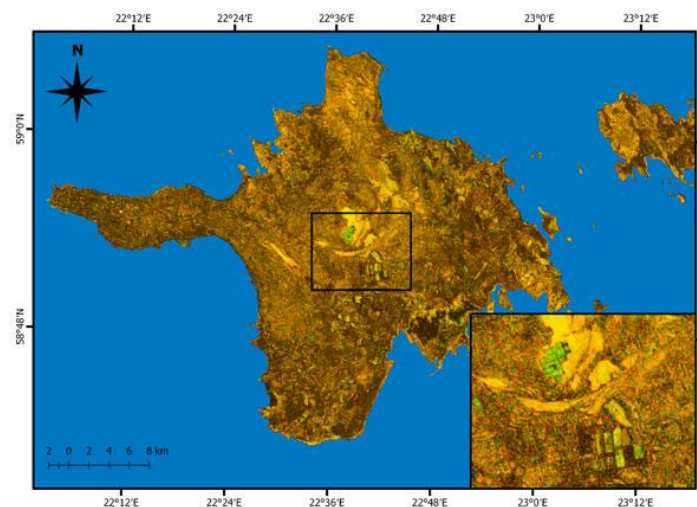
## 取組イメージ

## 農業用草地の監視・検査

- EUの共通農業政策（EUCAP）では、補助金の支払い要件の一つとして、草地の定期的な刈り取りが求められていたが、検査員による現地確認は多額の費用と時間を要していた
- これに対し、エストニアでは同コスト削減の為に人工衛星のリモートセンシングによって草地の刈り取りを自動で検知するシステムを2018年から運用開始した

## 人工衛星によるリモートセンシング

- 欧州宇宙機関の保有する人工衛星Sentinelの合成開口レーダ（SAR）を用いて、同一地点を複数回観測した際の位相差を検知することにより、地表面の変化を把握することが可能となる
- 開墾状況や地表の作物群を検知することや、草地の刈り取り期限前に農家に対して通知を行うなどのサービスも可能となる



人工衛星によって観測された地表の状況

出典：[https://sentinel.esa.int/web/sentinel/news/-/asset\\_publisher/xR9e/content/id/3032886](https://sentinel.esa.int/web/sentinel/news/-/asset_publisher/xR9e/content/id/3032886)



# ドバイ：IoTによるインフラモニタリング

## 効果・メリット

- 都市インフラ管理の効率化
- レジリエンスの強化

## 対象ユーザー

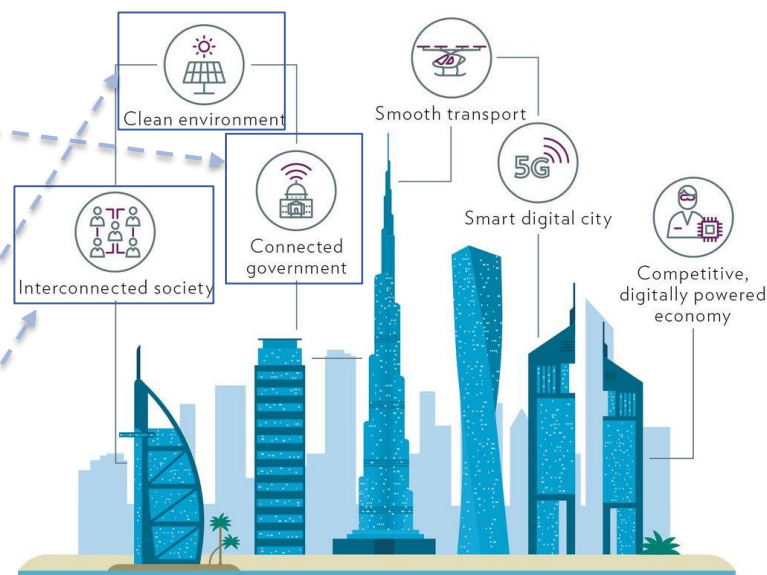
- 一般市民
- エネルギー・インフラ事業者

## 取組イメージ

### IoTによるインフラ監視

- ドバイの発表したスマートシティロードマップ「スマートドバイ2021」の中の6つの戦略目標のうちの一つ（「コネクテッド・ガバメント」）
- 都市資源やインフラ(水、エネルギー、下水、排水、廃棄物流通網、建物、交通信号など)をIoTプラットフォームを通じて監視できるようになる
- 停電・断水等が迅速に検知され、復旧が可能となるほか、市民がエネルギー・水の消費量をモニターすることができる

- 関連する戦略目標として、ヘルスケア・教育・住宅市民サービスのデジタル提供、温室効果ガス排出低減に向けたソーラーパネルパークの整備等が掲げられている



「Smart Dubai 2021」の6つの戦略目標

出典：<https://www.juliusbaer.com/en/insights/future-cities/smart-dubai-2021-harnessing-technology-to-build-a-model-city-in-the-desert/>

## 効果・メリット

- 医療サービスの迅速な提供・効率化
- 医療従事者と患者の接触低減

## 対象ユーザー

- 医療従事者
- 一般市民

## 取組イメージ

## Multissaúde

2021年1月から開始された14の州立病院の14の医療専門分野を対象とする遠隔医療プログラムであり、緊急の場合は、感染症、集中治療、心臓病学、整形外科、臨床神経および神経外科分野でのオンライン相談を行う

## 診療時間・件数

- 緊急事態対応は24時間稼働しており、通常の臨床サポートは1日8時間
- 通常診察時間は1件につき最大20分間、政府は月12,000回の利用が見込まれると発表している

## セキュリティ

- ツールの利用にあたってはデータ暗号化が成され、LGPD（2018年成立のブラジルのデータ保護一般法。国内のデータ処理に適用される）に準拠した機密性を保持している



**Multissaúde - Telemedicina**

**Telemedicina**  
Atendimentos de suporte clínico, especialidades, urgência e emergência de médico para médico

- Atendimentos**  
90 mil horas em urgência e emergência  
25 mil horas em suporte clínico
- 14 especialidades**  
Suporte clínico em 8 especialidades  
Urgência e emergência em 5 especialidades
- Investimento anual**  
R\$ 25 milhões
- Parceiro Tecnológico**  
Prodesp

## プラットフォーム

- 遠隔医療を実現するためのプラットフォームは、サンパウロ州政府が約2,500万レアルを投資し、国務省とProdesp社（サンパウロ州データ処理会社）と共同で開発した
- 医師によるデジタル処方箋や医療報告書の発行が可能
- 患者と医師間のやり取りのみならず、医師同士での記録や検査へのアクセス、ビデオ会議なども可能にする

## 期待される効果・メリット

- 迅速な救急治療
- 新型コロナウイルス感染拡大防止

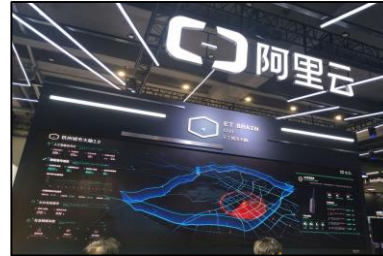
## 対象ユーザー

- 一般市民
- 医療従事者
- フードサプライチェーン

## 取組イメージ

## アリババ社のスマートシティソリューション「城市大脳」を用いた各種取り組み

## 緊急時の個人データ活用



- 市民が対応アプリの緊急事態ボタンをタップすると、居場所と身分証番号が確認され、個人データから過去の病歴をチェック。さらに病院へのアクセスや、ベストな病院を選択し、救急車にどの病院に搬送するのかが指示される。
- 救急車内でも、搬送中に患者の状況を搬送先の病院に伝え、病院に到着したならば即治療のステップへと入ることができる。

出典：[http://www.softbank.jp/biz/future\\_stride/entry/techblog/sbc/china/20210105/](http://www.softbank.jp/biz/future_stride/entry/techblog/sbc/china/20210105/)

## 健康コード



- 赤黄緑の3色いずれかで表示される個人に割り当てられたQRコード。新型コロナウイルス感染者がいる地域に居住していた場合、赤色や黄色のQRコードが表示され、場所によって緑色の健康コードでなければ通行を許されない場所がある。

出典：<https://36kr.jp/92993/#:~:text>

## 学食健康コード

- 2021年4月、杭州市余杭区で開始された。食品加工場所での消毒記録、新型コロナウイルス対策用具のストック、食器の消毒、学食での食材の保管状況などがスマートシティの学校情報に組み込まれ、スマートフォンアプリからオンラインで確認できる。
- 同年8月には地域全体の飲食企業を対象にした「餐飲企業健康コード」が登場し、消費者は市内の各食堂の厨房やスタッフや食材の状況をスマホで把握して店の利用を選択することが可能となった。

出典：<https://36kr.jp/92993/#:~:text>

### 効果・メリット

- 漏水率の改善
- 漏水調査の効率化、コスト削減

### 対象ユーザー

- 水道事業者
- 消費者

### 取組イメージ

システムはイスラエルUtilis社の「ASTERRA Recover」を、衛星画像データはJAXAの衛星「だいち2号」の観測結果を使用

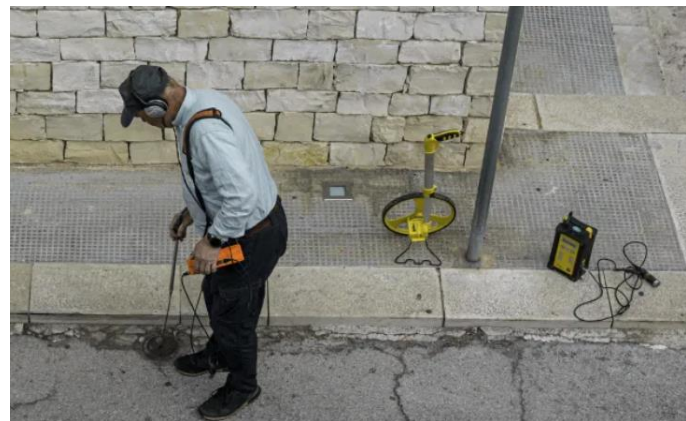
#### 衛星画像データの解析

衛星画像データから得られる電磁波の反射特性を独自のアルゴリズムによって分析し、漏水可能性のある地点を半径100m範囲で特定する。



#### 漏水調査の効率化

漏水地点が絞り込まれているため、従来の音聴調査を実施するための期間・人員を効率化することができる。



出典：<https://www.japan21.co.jp/2021-06-16-utilis-toyota-city/>  
<http://asterra.japan21.co.jp/recover>

## 加古川市：IoTを活用した見守りサービス

## 効果・メリット

- ・ 子供や高齢者の行方不明を防止
- ・ 保護者家族の不安低減

## 対象ユーザー

- ・ 子供
- ・ 高齢者
- ・ 保護者家族

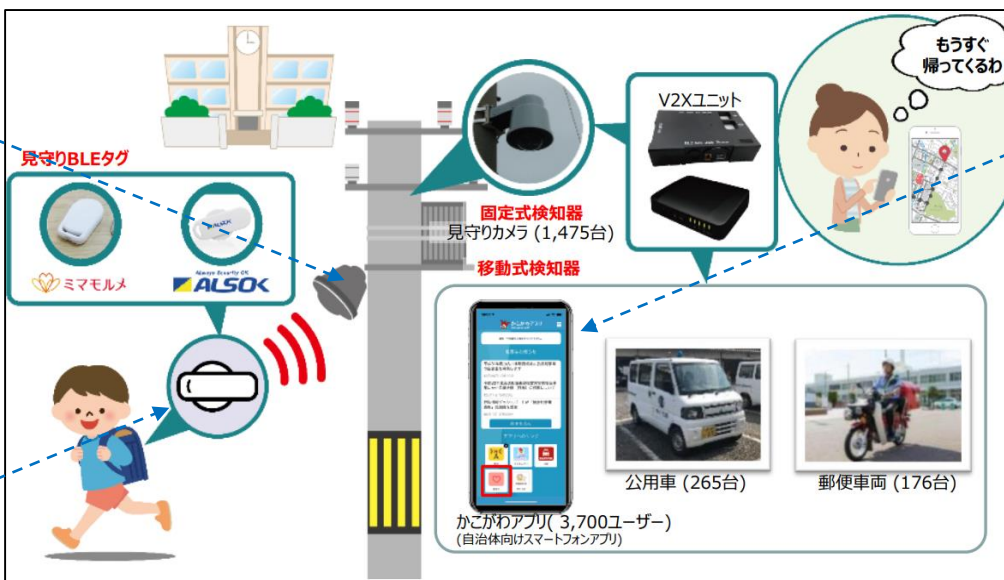
## 取組イメージ

## プライバシー保護

見守りカメラや画像データの扱いについて市は条例を設け、部外者はデータを閲覧できない仕組みとなっている。また、BLEタグを提供する民間事業者についても個人情報保護等の内容を含む協定書を締結している。

## 見守りカメラ・検知器

市内に配置された見守りカメラ兼検知器がBLEタグから情報を取得し、保護者や家族に位置情報履歴を知らせる。



## 検知ポイントの増加

市は見守りボランティアを募り、ボランティアがスマートフォンにアプリをインストールすることにより、スマートフォンが検知器の機能を果たすことができる。

## ビーコンタグ (BLEタグ)

民間事業者が、子供や高齢者等の見守り対象にBLEタグとスマートフォンアプリを提供

出典： [http://www.sci-japan.or.jp/vc-files/member/secure/speakers/20200716\\_SCI-Japan.pdf](http://www.sci-japan.or.jp/vc-files/member/secure/speakers/20200716_SCI-Japan.pdf)

効果・メリット

- 水量・質の管理改善
- 水道水飲用率、満足度の向上

対象ユーザー

- 一般市民
- 水道事業者

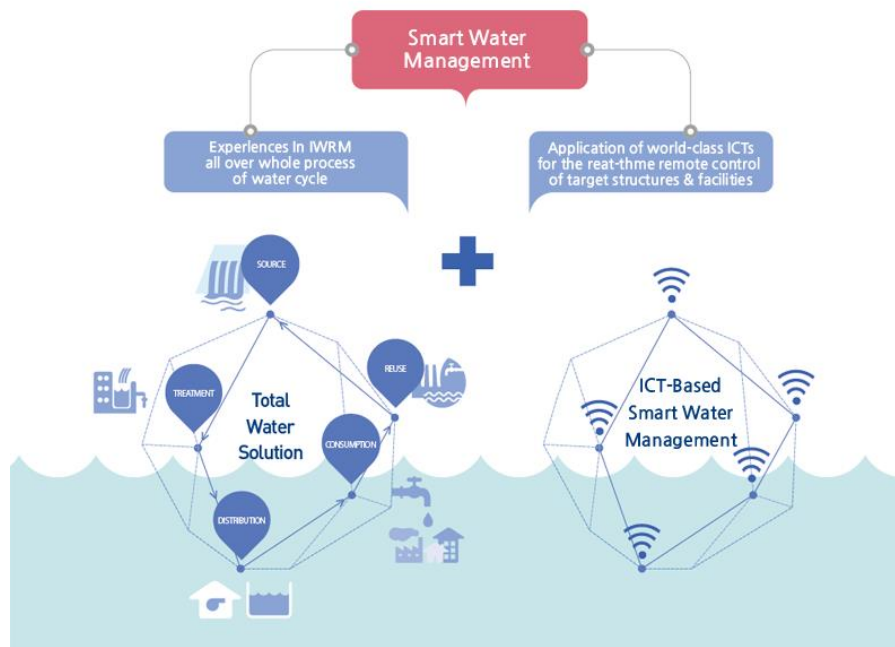
取組イメージ

Smart Water Management

K-Water（韓国水資源公社）によって提供される、水源から蛇口までの給水プロセス全体にICT技術を適用し、水量・水質を科学的に管理し、水道水の情報を市民に提供することで、水質を信頼できる健全な水供給システム

ICT技術の活用

残留塩素均一化、自動排水、リアルタイム水質測定と水質情報提供、管路洗浄、断水不要の高度管路検査、スマートメーター、遠隔水漏れ監視システム等にICT技術を活用



パイロットプロジェクトの拡大

- 2014年に坡州市の一部地域で実施されたパイロットプロジェクトは、市民から好評を博して2016年には全市に拡大され、全国に広まるきっかけとなった
- 釜山は2019年にスマートシティの実証モデル都市となり、スマートウォーターシティとして設計された

水道水満足度の向上

パイロットプロジェクトを行った坡州市の水道水直接飲用率は1%から36.3%に上昇し、市民の水道水に対する満足度も80.7%から93.8%に上昇した

出典： [http://www.kwater.or.kr/eng/busi/water02/smartWater01Page.do?s\\_mid=1186](http://www.kwater.or.kr/eng/busi/water02/smartWater01Page.do?s_mid=1186)

# インド：デジタル公共財「インド・スタック」の取組

## 効果・メリット

- ・ 金融包摂の促進
- ・ オープンAPI活用によるビジネスの活性化

## 対象ユーザー

- ・ インド国民
- ・ 一般事業者

## 取組イメージ

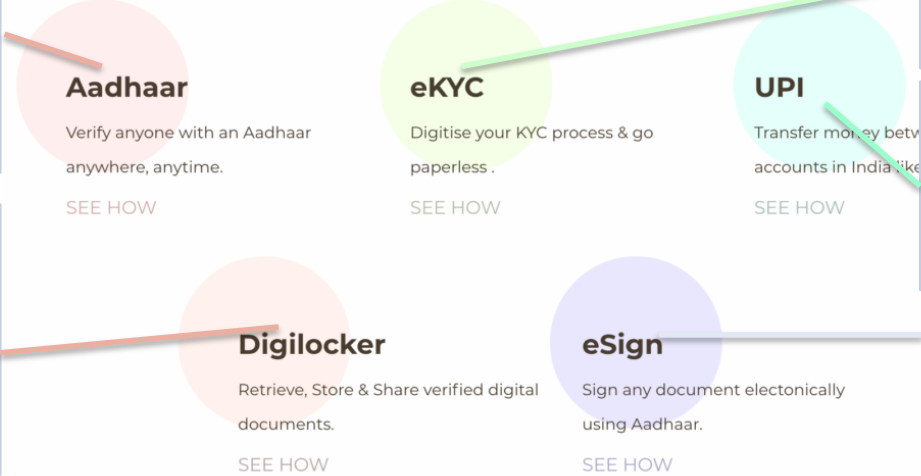
### インド・スタック

インド政府主導で、インド国民全体をID・データ登録・個人認証・決済等の経済活動へ包摂することを旨として構築されている、オープンAPI群を核とするデジタル公共財の集合体

### 「インド・スタック」の核となる主要オープンAPI

**Aadhaar**  
 他のAPIの基盤となる、12桁の番号と生体認証によって国民に付与されるデジタルID  
 2010年から登録が開始され、2019年時点でインド国民の95%が保有

**Digilocker**  
 免許証、保険証等のデジタル署名された電子文書を、Aadhaarを使用して保管・アクセスできる。  
 2016年から運用され、2021年時点で7150万人が使用



**eKYC**  
 Aadhaarによる本人認証に加え、住所等を用いた個人情報に基づく本人確認が可能となる

**UPI**  
 銀行間でリアルタイムの送金が可能となる決済システム  
 2016年から運用され、2021年現在200以上の銀行が接続されている

**eSign**  
 Aadhaar保有者が、各種文書に法的に有効なデジタル署名をすることが可能となる

出典1： <http://www.indiastack.org/index.html>  
 出典2： [http://www.jetro.go.jp/view\\_interface.php?blockId=30542990](http://www.jetro.go.jp/view_interface.php?blockId=30542990)

## シカゴ：スマートグリッド・イニシアティブ

## 効果・メリット

- 消費電力とそれに伴う電気料金の削減
- 雇用創出
- 電力供給の安全性向上

## 対象ユーザー

- シカゴ市民

## 取組イメージ

シカゴ市では、老朽化した電力供給設備をスマートグリッドに置き換えるプロジェクトを実施している。その一環として、シカゴ市を含むイリノイ州北部に電力を供給するComEd社は、2016年2月までに95万台のスマートメーターをシカゴ市に導入した。

## ComEd社のスマートグリッド全体図



## スマート変電所

新しい技術により異常を検知することで、停電を未然に防止する



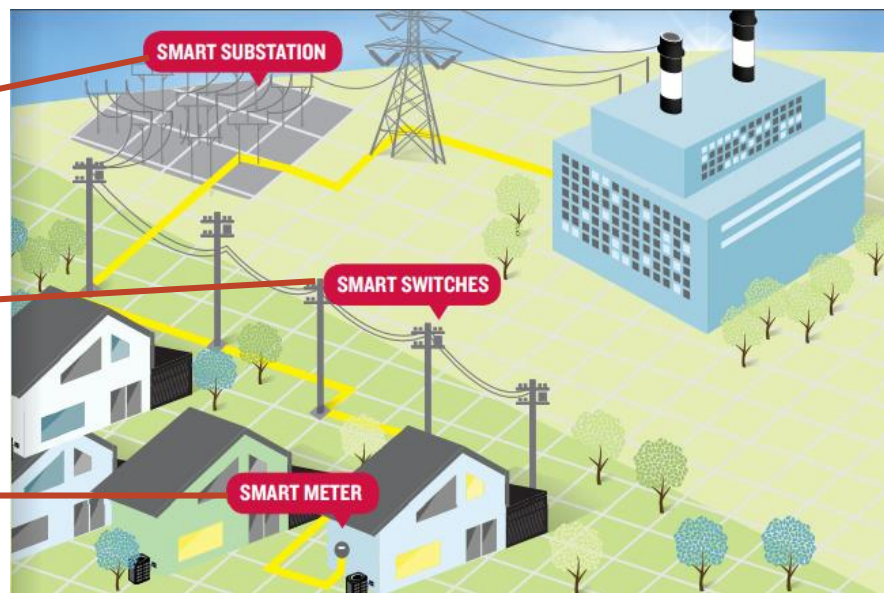
## スマートスイッチ

問題発生時に自動で電力のルートを変更することで、停電により影響を受ける世帯数を抑える



## スマートメーター

スマートメーターが設置された世帯は、「価格プログラム」に任意加入することで、高使用量アラートや週間使用量レポートを受け取ることができる



出典1：<https://www.chicago.gov/city/en/progs/env/smart-grid-for-a-smart-chicago.html>

出典2：[https://www.comed.com/SiteCollectionDocuments/SmartEnergy/EIMA\\_SmartGrid\\_Brochure.pdf](https://www.comed.com/SiteCollectionDocuments/SmartEnergy/EIMA_SmartGrid_Brochure.pdf)



## 効果・メリット

- 健康状態の改善
- エネルギー消費低減

## 対象ユーザー

- ビル利用者

## 取組イメージ

## View Smart Window

- 米国View社の提供する、AI及びマシンラーニングを活用することによって窓から入ってくる光を最適化するスマート窓ガラス
- エレクトロクロミック技術（電氣的負荷をかけることによって可逆的に色調の変化する物質）を活用
- 600を超える建物への導入実績あり

## 機能

- 自動的に窓ガラスの色合いを調整し、入ってくる自然光を最適化するとともに、光による熱やグレアを最小限に抑えることができる
- スマートフォンアプリでの手動調整も可能



**Daylight**  
Building inhabitants enjoy the benefits of natural light, like improved mood and productivity.



**Glare**  
Solar radiation and glare decrease when the glass is tinted, creating a comfortable indoor environment for occupants.



**Heat**  
By admitting natural daylight and rejecting unwanted solar radiation, View Smart Glass keeps occupants comfortable no matter how hot it is outside.



## メリット

- 眼精疲労や頭痛の発生を軽減するなど、健康面でのメリットがある。研究では、窓ガラスの隣で働く従業員の一晩あたり37分の睡眠時間を改善し、認知機能を42%向上させたという
- 日射量を調整することによる省エネ効果があるとされ、ビルのピーク冷却負荷の23%を低減するとView社は述べている

出典1： <http://www.smartcitiesworld.net/news/smart-windows-aim-to-optimise-health-and-wellbeing-of-occupants-6610>

出典2： <http://view.com>

# Appendix2

## リファレンスアーキテクチャの調査結果

策定状況を調査した30種類のRAから13種類を選定し、階層構造について調査・分析を行った

## 抽出の視点

1. Society5.0のRAを俯瞰できるように、スマートシティ全体、個別分野、技術基盤をスコープとするRAからそれぞれ選定する
2. 策定機関のオーソリティが十分（国際標準化機関など）あり、RAとして信頼性が高いものから選定する
3. 収集可能なアーキテクチャコンセプトに関する情報量が十分あるものから選定する

## ショートリストの選定RAと選定理由

## スマートシティのRA

1 reference framework of smart city platforms	ITU-T SG20
2 SynchroniCity IoT- and AI-enabled Smart Cities	OASC*1
3 FIWARE Smart Cities Reference Architecture	FIWARE
4 スマートシティリファレンスアーキテクチャ	内閣府

## 個別分野のRA

5 Smart Grid Architecture Model (SGAM)	CEN-CENELEC-ETSI
6 スマートエナジー・アーキテクチャモデル	JSCA
7 Industry 4.0 RAMI 4.0	Industry 4.0
8 Intelligent Manufacturing System Architecture	SGSCC*2
9 Industrial Internet Reference Architecture	IIC*3

## 個別技術基盤のRA

10 IoT Reference Architecture (ISO/IEC 30141)	ISO-IEC JTC 1
11 AIOTI High level functional model	AIOTI*4
12 Web of Things Architecture	W3C*5
13 Smart Grid Conceptual Model	NIST

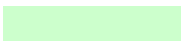
\*1 : Open & Agile Smart Cities

\*2 : Sino-German Standardization Cooperation Commission（中独標準化協力委員会）

\*3 : Industrial Internet Consortium

\*4 : Alliance for Internet of Things Innovation

\*5 : World Wide Web Consortium

 : appendixで掲載・紹介するRA

## 策定団体・機関

- ジャパン・スマートコミュニティ・アライアンス（JSCA : Japan Smart Community Alliance）によって策定された
- JSCAは、スマートグリッドを含むエネルギー・社会インフラの国際展開と国内普及を目的として、業界の垣根を越えた経済界全体としての活動を企画・推進している



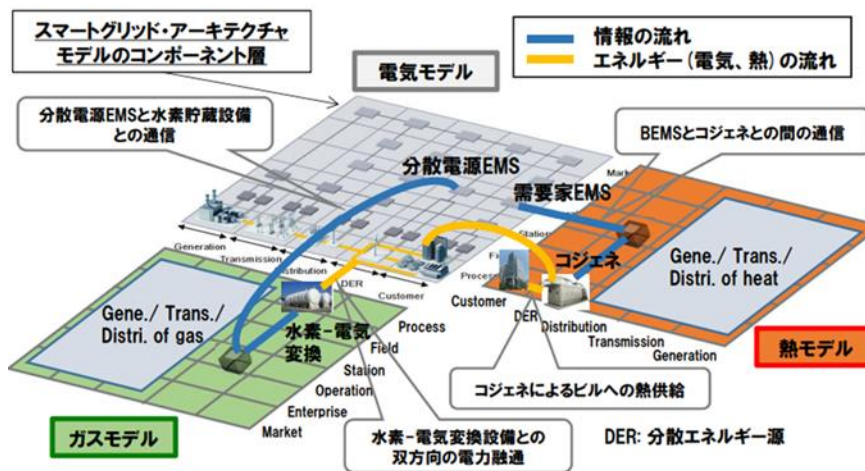
## 策定の背景

- CEN、CENELEC、ETSIによってスマートグリッドのリファレンスアーキテクチャモデルが策定された
- 電力だけでなく、熱・ガスエネルギーでも活用できるリファレンスアーキテクチャの構築を目的として、IEC SyC Smart Energy 国内委員会を通じて、2017年3月にIEC SyC Smart Energyの開発計画（SyC SmartEnergy/54e/INF）として提案された

## スコープとアーキテクチャの全体像

- SGAMで規定されているDomainsが電力・熱・ガスの3つに分けられている
- Zones、相互運用レイヤーについてはSGAMと同様である
- 電力・熱・ガスの全てのシステムが概観でき、かつ、ギャップ分析ができるように、SGAM上でドメインを分割するという方針で策定されている

コンポーネント層のスマートエネルギー・アーキテクチャモデル



出典 : [https://www.smart-japan.org/vcms\\_lf/library/architecture.pdf](https://www.smart-japan.org/vcms_lf/library/architecture.pdf)

# Intelligent Manufacturing System Architecture\_SGSCC (1/2)

## 策定団体・機関

- 中独標準化協力委員会（SGSCC：Sino-German Standardization Cooperation Commission）によって策定された
- 中国の工業・情報技術省（MIIT）とドイツの連邦経済・エネルギー省（BMWi）はIndustrie 4.0の分野で協力体制を確立し、SGSCCのサブワーキンググループIndustrie 4.0/Intelligent Manufacturing（UAG Industrie 4.0）は、IECやISO等の国際機関における国際標準化のために標準化案の策定を推進している

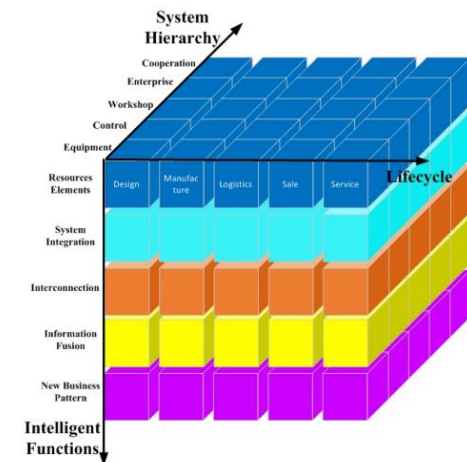


## 策定の背景

- 情報通信技術とオペレーション技術の融合の流れは世界中の製造業のあり方を大きく変えつつある
- この課題に取り組むため、中国において「China Manufacturing 2025」の5つの最重要プロジェクトの一つとして、Intelligent Manufacturingが提案され、その理解を深めることを目的として、2015年12月にIntelligent Manufacturing System Architecture（IMSA）が策定された

## スコープとアーキテクチャの全体像

- 「ライフサイクル」「システム階層」「インテリジェント機能」の3つが基本軸として規定されている
- ライフサイクルは製造業におけるバリューチェーン、システム階層は工場等における一連の活動を機能別に分類したもの、インテリジェント機能は技術標準を策定するための5段階に分類された機能、を示している
- 関連規格を明確化し、適宜、追加・修正が行えるように、構造的なアプローチが可能な3次元マッピングで視覚化されている



出典：<https://ieeexplore.ieee.org/document/8256234>

## 階層構造（構成要素）の詳細

### 【システム階層】

- 工場の製造管理プロセス
- RAMI 4.0のヒエラルキーレベルに相当するが、「製品」にあたる規定はなく、「コントロールデバイス」と「ステーション」は「制御」にまとめられている

#### ✓ 機器

センサー、メーター、計器などの物質的な基盤

#### ✓ 制御

PLCやSCADA等の機器から収集したデータの制御・統合・監視システム

#### ✓ ワークショップ

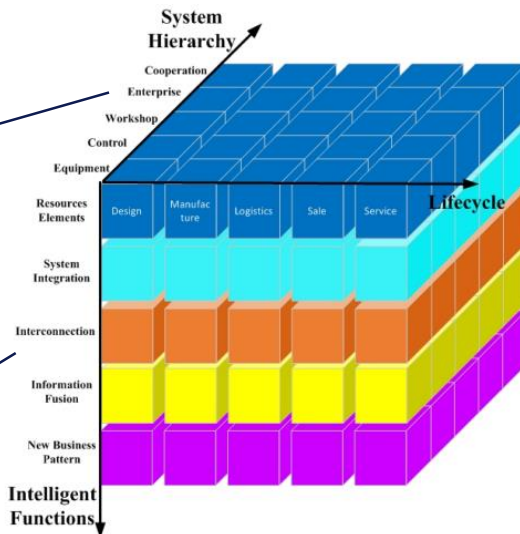
製造工程の把握、管理を行う機能

#### ✓ 企業

財務管理や、人材管理、顧客管理等の経営的な運営プロセス

#### ✓ 協力

インターネットの共有による、複数の企業間で実施される研究活動、物流業務など



### 【インテリジェント機能】

- RAMI 4.0におけるレイヤーに相当するが、「機能」「情報」「コミュニケーション」「統合」における情報のやり取りの分類が異なっている
- ✓ リソース要素：技術文書や生産設備、原材料等の生産に必要な資源
- ✓ システムインテグレーション：リソース要素の情報を収集・統合し、制御・監視する機能
- ✓ インターコネクション：通信技術を用いて機器間、システム間の相互接続を可能にするシステム
- ✓ 情報融合：クラウド等を用いた情報共有システムの実現
- ✓ ビジネスパターン：技術・システムを用いて新しいビジネスを創出する仕組み

### 【ライフサイクル】

- 製造業におけるバリューチェーン
- RAMI 4.0のライフサイクルバリューチェーンに相当するが、「製品」「使用」に相当する項目はなく代わりに「物流」「販売」「サービス」が規定されている

#### ✓ 設計

製品設計およびプロセス設計など

#### ✓ 生産

生産計画の立案、製造スケジュール管理、在庫管理など

#### ✓ 物流

ルート最適化、物流施設の効率化、人員配備の最適化など

#### ✓ 販売

マーケティング活動、eコマース運営など

#### ✓ サービス

遠隔操作などのオペレーションサービスやリサイクル活動など

出典：The Essential Elements of Intelligent Manufacturing System Architecture

# Smart Grid Conceptual Model \_ NIST (1/2)

## 策定団体・機関

- 米国立標準技術研究所（NIST : National Institute of Standards and Technology）によって策定された
- 米商務省傘下の連邦研究機関で、「経済保障を強化し生活の質を高めるよう科学的測定方法、標準、技術を改善し、米国の技術革新及び産業競争力を強化すること」を目的として、各分野の成長・発展を技術面からサポートを行っている

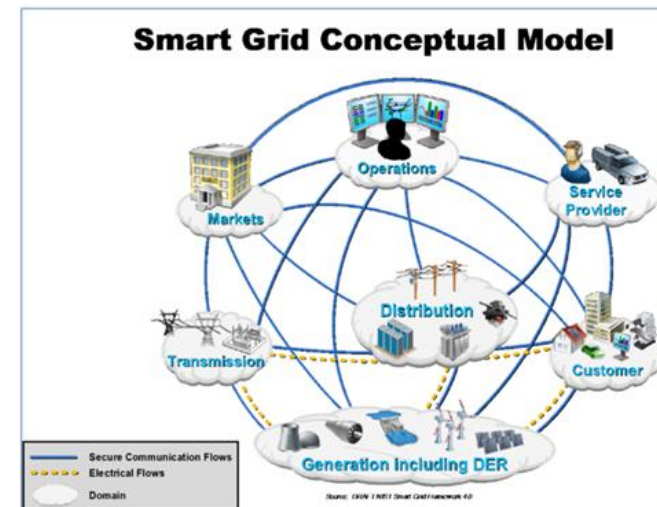


## 策定の背景

- 電力システム分野において、電力網の技術は向上し、関連規格の整備が進んではいないが、相互運用性については十分に改善されてはいない
- 相互運用性が直面している課題を理解し、関係者間でのコミュニケーションを促進させ、相互運用性を向上させることを目的として、2020年7月に NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 4.0にて策定された

## スコープとアーキテクチャの全体像

- スマートグリッドが、相互に排他的なものではなく、相互運用する可能性があることを視覚的に示している
- 構成要素としては、「顧客」「市場」「サービスプロバイダ」「運用」「生産」「送電」「流通」の7つが挙げられている



出典 : <https://www.nist.gov/el/smart-grid/smart-grid-framework>

# Smart Grid Conceptual Model \_ NIST (2/2)

## 階層構造（構成要素）の詳細

### 【市場】

- 電力網の資産（発電、送電、配電）や電力サービスを売買する場所

### 【流通】

- Transmission機能とエンドユーザーとの間で電気のやり取りを行う機能

### 【送電】

- 変電所を経由して、発電源から配電所まで電力を送る機能
- 電力網の安定性を維持することが主な役割

### 【運用】

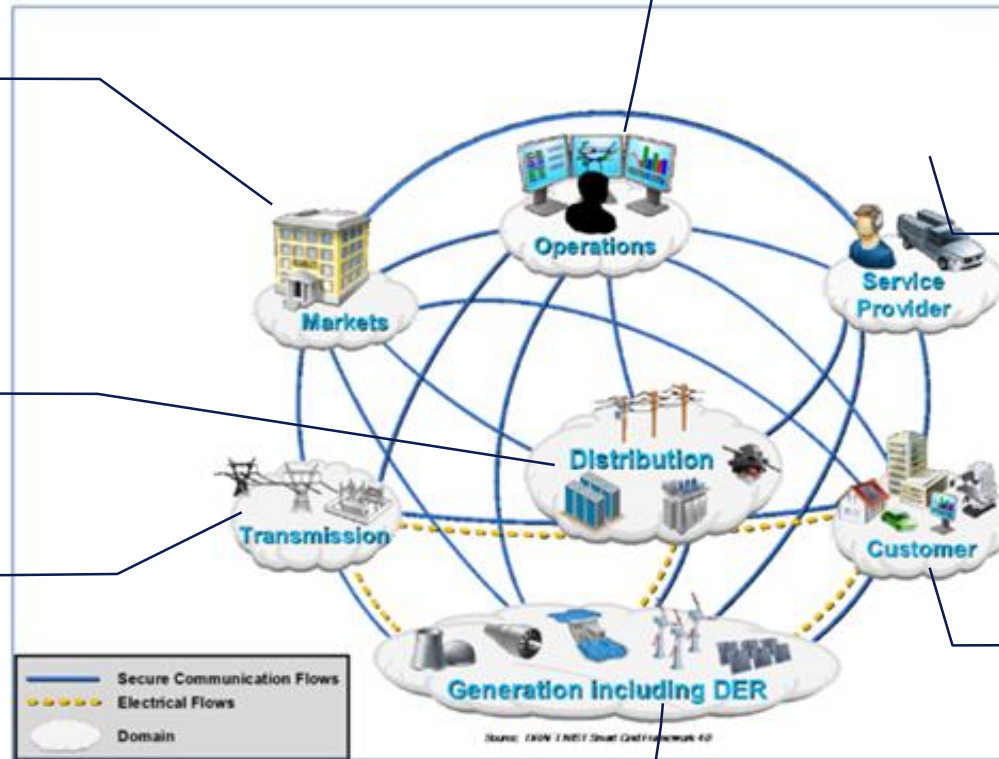
- システム監視・制御・保守など、電力システムが円滑に運用されるための機能

### 【サービスプロバイダ】

- 電気を提供している電力会社などの組織
- 電力生産者や流通業者、顧客へのビジネスプロセスも支援する

### 【顧客】

- 電気のエンドユーザー
- 消費だけでなく、ときには発電（DER）、貯蓄（蓄熱装置、バッテリー）、管理（温度調整等）も行う



### 【生産】

- 電気を発電、送電、貯蔵する機能
- 火力発電や水力発電だけでなくDERも含む

出典 : <https://www.nist.gov/el/smart-grid/smart-grid-framework>



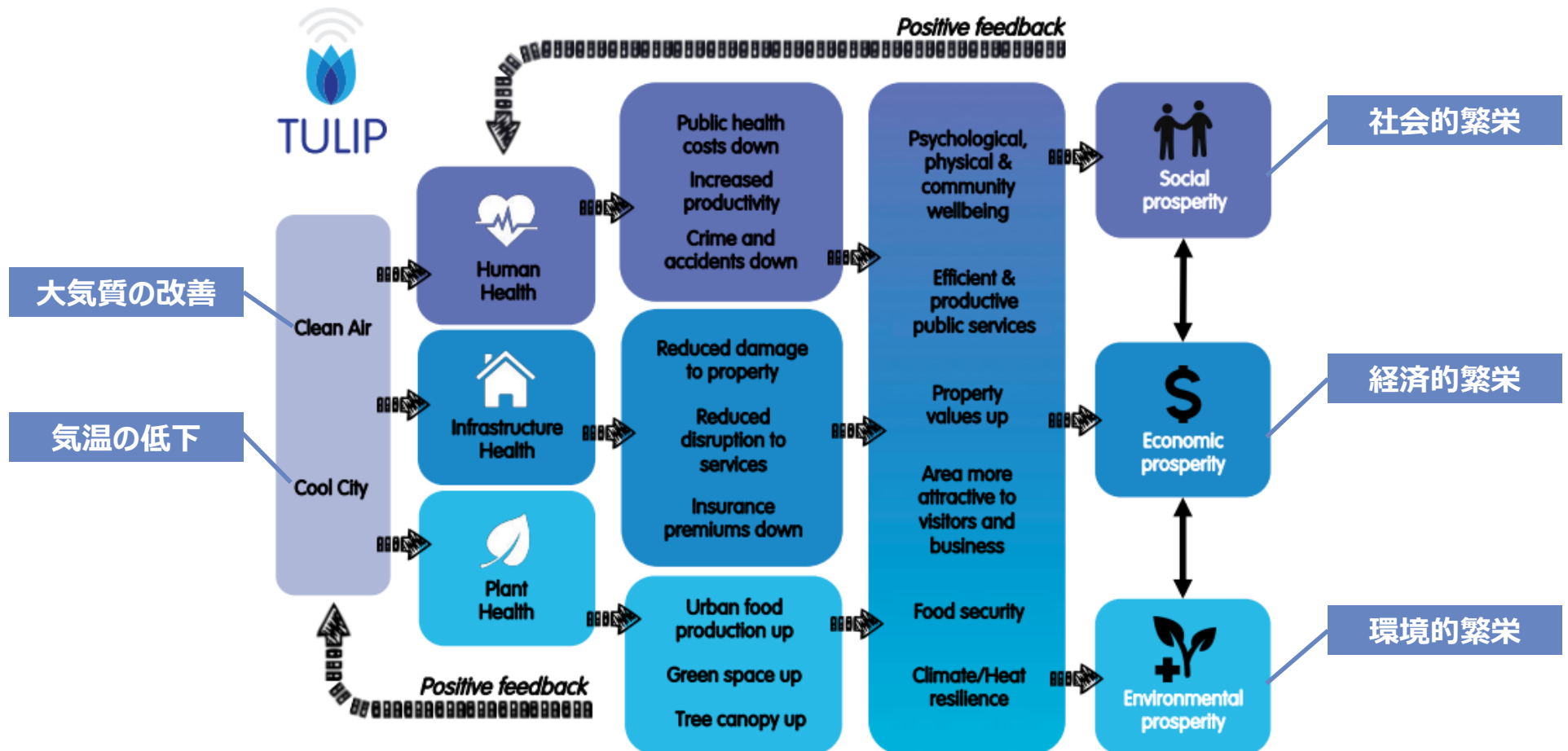
# Appendix3

## リファレンスアーキテクチャを用いた スマートシティの事例分析結果

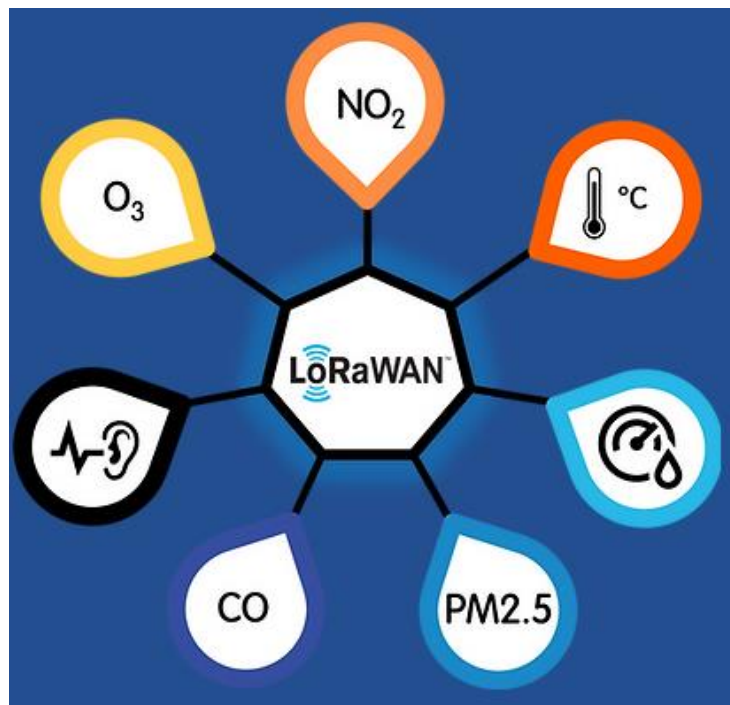
## シドニー「TULIP」 – プロジェクト概要

シドニー工科大学の主導により、IoTの活用による都市環境の把握を通じた対策を講じることで大気質の改善・気温の低下を実現し、社会的・経済的・環境的な繁栄を目指すプロジェクトが実施されている

## 長期的なビジョン



LoRaWANとThe Things Networkを活用することで、都市環境のリアルタイムデータを収集する



### 活用技術

#### LoRaWAN

IoT領域の国際的な標準化団体であるLoRa Allianceにより定められた無線ネットワーク規格。LPWA（省電力長距離通信）の一種であり、低価格で都市環境の健康状態に関するリアルタイムデータを収集することができるセンサーネットワークを指す。電波を使用して少量のデータを数キロの範囲に送信することができる。

#### The Things Network Gateway

LoRaWANとの互換性を持つゲートウェイ（センサー機器とネットワークサーバをつなぐ基地局）。The Things Network（TTN）プロジェクトにより提供されており、非商用ユーザーも利用することができる。

### 収集データ

- 気温
- 湿度
- PM2.5
- 一酸化炭素
- オゾン
- 二酸化窒素
- ノイズ
- 歩行者数
- スマートアセットモニタリング
- 土壌湿度（準備中）
- 雨量（準備中）
- 風量（準備中）
- ストームウォーター（準備中）

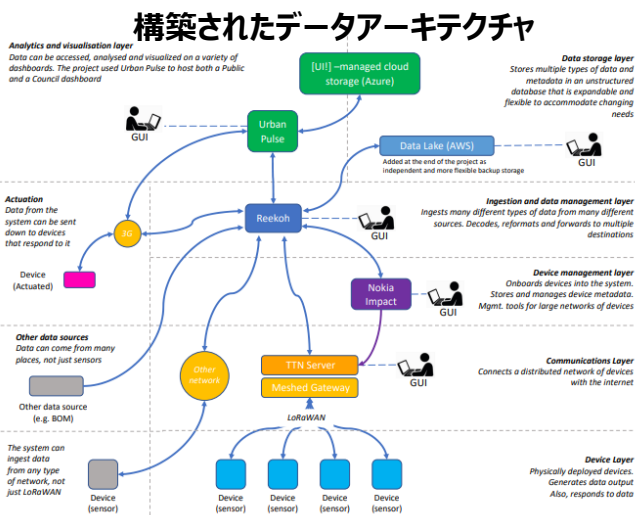
2017年から2020年にかけて、LoRaWANを設置し、環境データの収集・データポータルでの公開を行うプロジェクトを実施した

## プロジェクト① Smart Liveable Neighbourhoods

**実施期間** 2017年11月～2019年6月

**実施内容** Lake Macquarie地区にオープンアクセスLoRaWANを設置し、気温、大気質、騒音のデータを収集した。また、オープンデータポータルを提供するためのデータアーキテクチャ及びデータモデルの構築が実施された。

イメージ



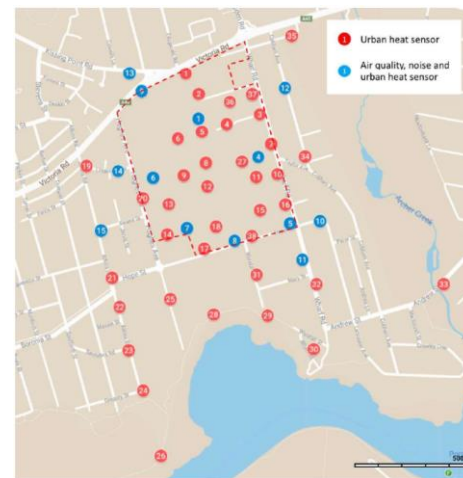
## プロジェクト② Smart Planning and Construction

**実施期間** 2018年11月～2020年6月

**実施内容** 現在開発が進んでおり、将来的に居住スペースと商業区域、工業区域が隣接することが見込まれているMelrose Park地区において、長期的な環境の変化を監視するためのベースとなる気温、大気質、騒音のデータを収集した。プロジェクト終了後も100台のセンサーが継続して設置されている。

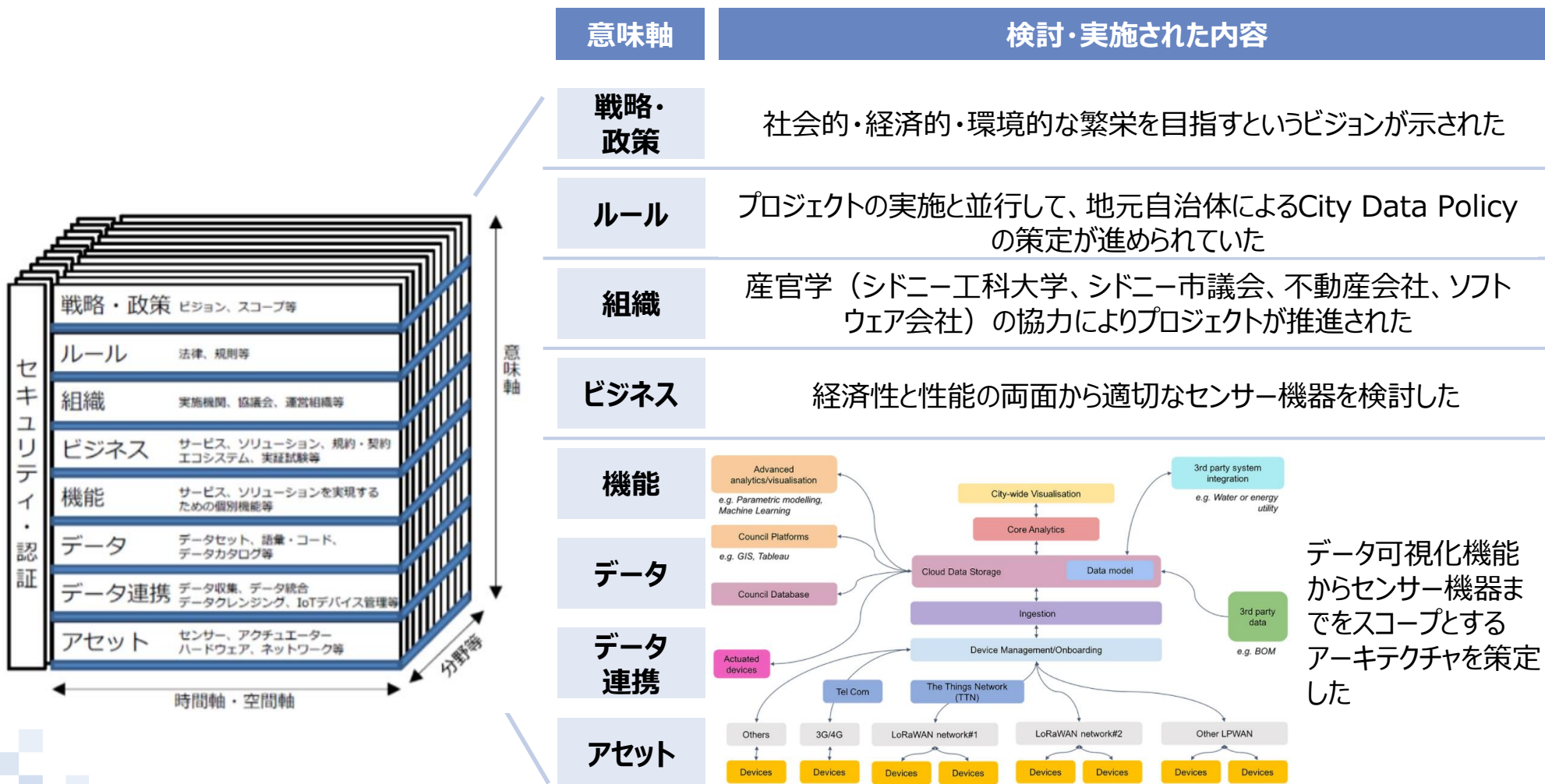
イメージ

センサーの配置図



## シドニー「TULIP」 – プロジェクトの全体像

TULIPプロジェクトでは、ビジョンからシステム構成までの全体をスコープとするアーキテクチャは示されていないものの、Society 5.0における意味軸の各階層が検討の対象とされたことがわかった

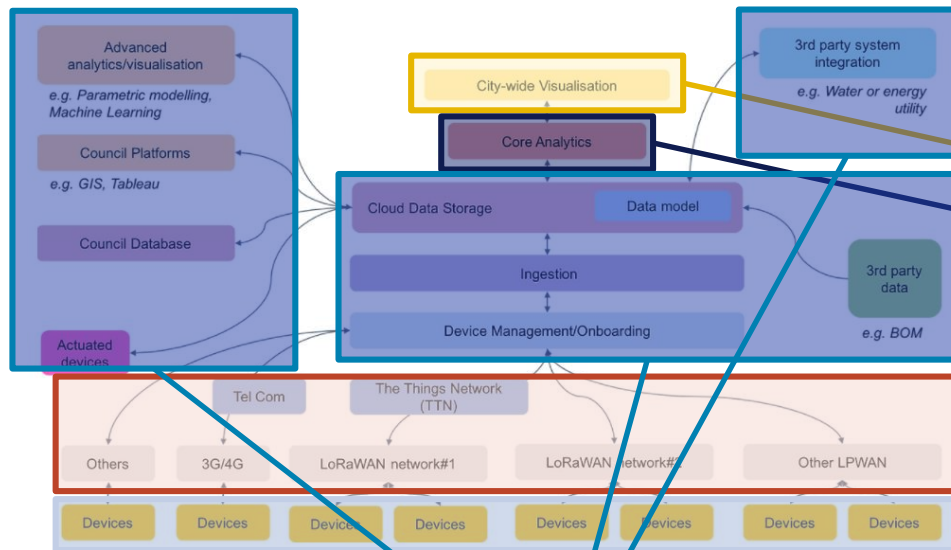


出典：https://www.tulipnetwork.org/

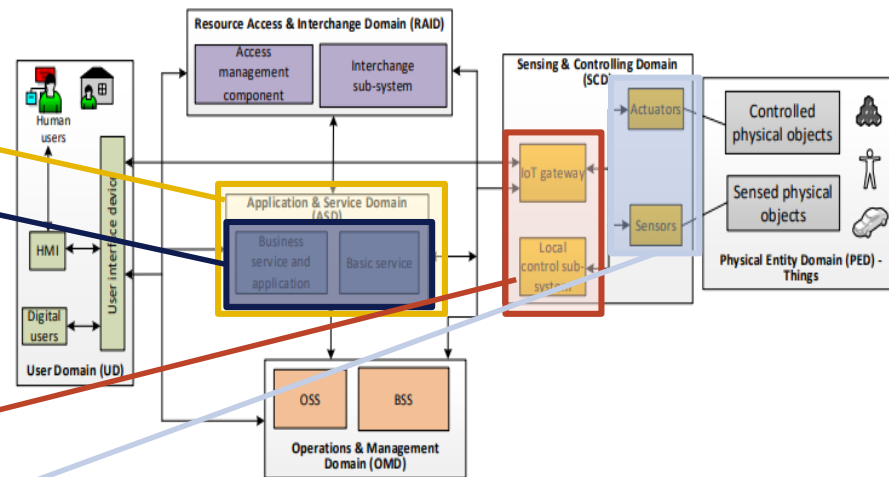
## シドニー「TULIP」 – データ・アーキテクチャ・ブループリント

実際のUCで策定されたアーキテクチャと標準化されたリファレンスアーキテクチャを比較すると、大枠は一致しているものの、標準化されたリファレンスアーキテクチャには不足している項目が見られた  
 リファレンスアーキテクチャをユースケースの検討に適用する際には、共通のアーキテクチャをベースにしつつ、ユースケースの特性に応じて差分を追加検討することが必要となると想定される

## TULIP Data Architecture Blueprint



## IoT Reference Architecture (ISO-IEC JTC 1)



出典 : <https://www.tulipnetwork.org/>

標準化されたリファレンスアーキテクチャでは  
不足していた項目

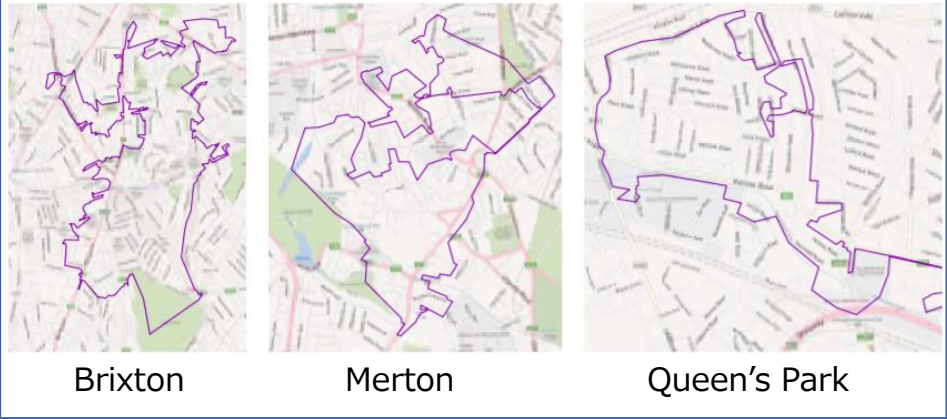
# ロンドン「Low Carbon London」 – プロジェクト概要

2011年、ロンドンにおける低炭素社会実現を目指す4年間のイノベーションプロジェクト「低炭素ロンドン」が実施された

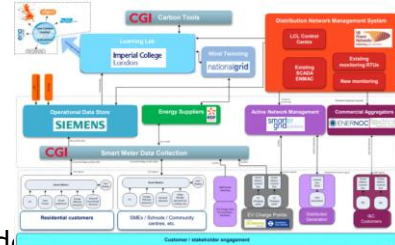
## プロジェクトの概要

エリア	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brixton (都市部、住宅地域)</li> <li>• Merton (郊外、住宅地域)</li> <li>• Queens Park (都市部、商業地域)</li> </ul>
期間	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2011年1月1日～2014年12月31日</li> </ul>
予算規模	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2,800万ポンド</li> </ul>
課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 英国の二酸化炭素の排出量削減</li> <li>• 英国のエネルギー供給の保障</li> <li>• 手ごろな価格での低炭素移行</li> </ul>
目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 実際のデータ・知見に基づき、費用便益分析、実行戦略を通じてスマート配電ネットワークの全体像をとらえる</li> </ul>

## 対象地域



ステークホルダー	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UK Power Networks</li> <li>• CGI</li> <li>• Enernoc</li> <li>• Flexitricity</li> <li>• Nationalgrid</li> <li>• SIEMENS</li> <li>• Smarter grid</li> <li>• Imperial College London</li> <li>• Institute for Sustainability</li> <li>• Transport for London</li> <li>• Office of the Mayor of London</li> </ul>
----------	--

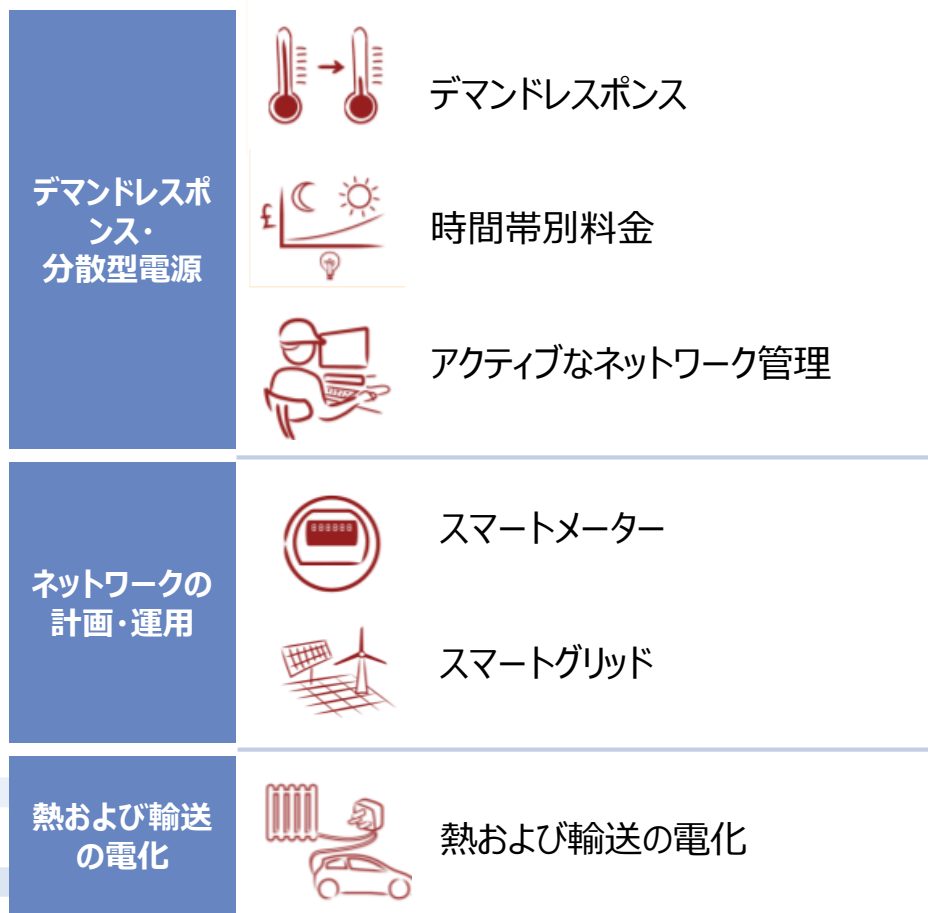


出典 : <https://maps-london.com/maps-london-districts/london-borough-map>  
<https://innovation.ukpowernetworks.co.uk/wp-content/uploads/2019/05/IT-Architecture.pdf>

# ロンドン「Low Carbon London」 – 6つの取組

LCLプロジェクトは3つのテーマ、6つの取組から構成される。このうち、スマートメーター及びスマートグリッドの取組を、SGAMリファレンスアーキテクチャを用いて分析を行う

## 6つの取組



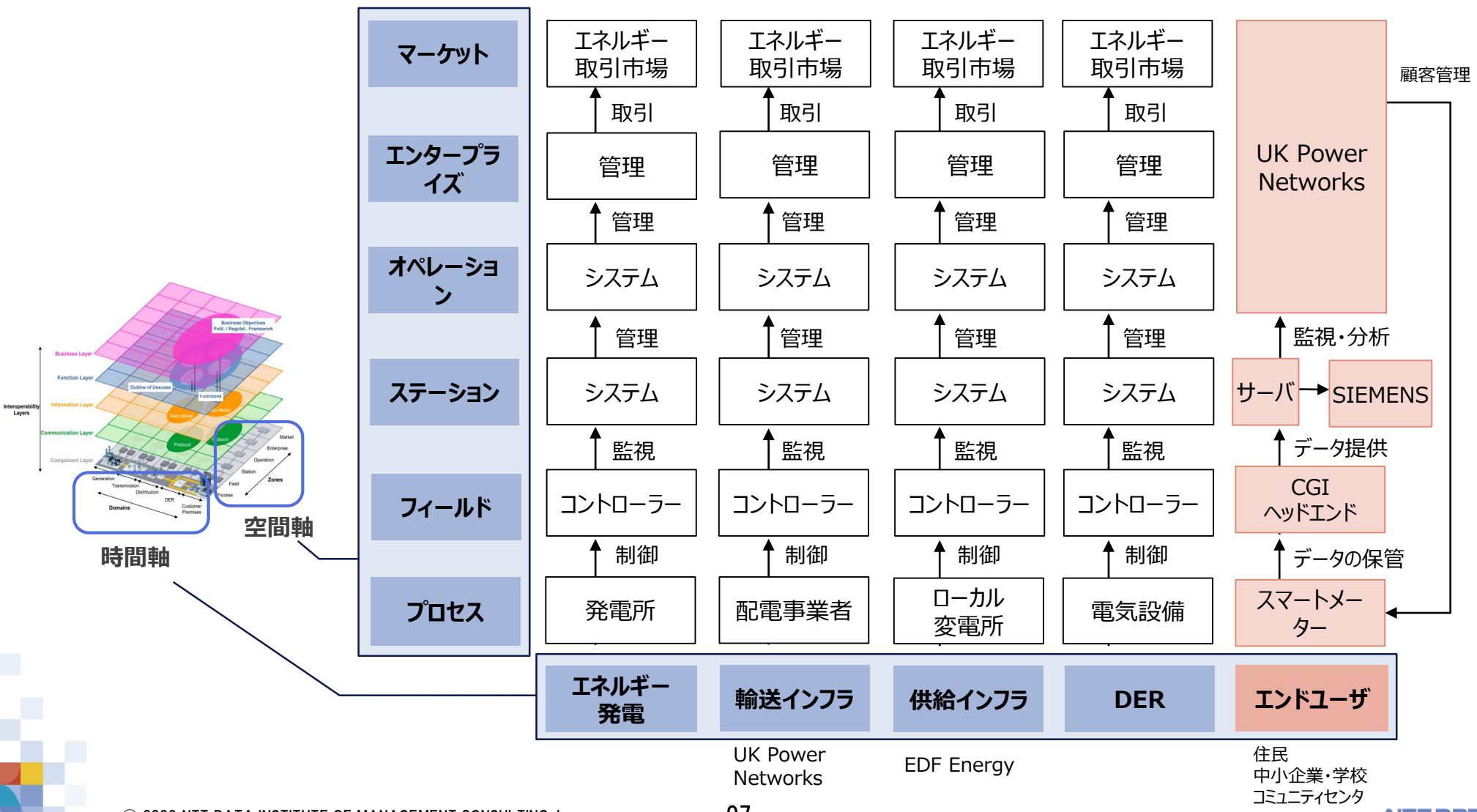
## スマートメーター・スマートグリッドの取組内容

目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>スマートメーターと変電所のセンサーデータを利用し、顧客の電力使用とネットワークの負荷の関係を理解する</li> <li>全国展開に向けて、スマートメーターから得られるデータが、配電ネットワークの計画・運用における有用性把握する</li> </ul>
スマートメーターの設置	<ul style="list-style-type: none"> <li>EDF Energyの住宅および中小企業の顧客の自宅や敷地に5,533個のスマートメーターを配備した</li> </ul>
成果	<ul style="list-style-type: none"> <li>2013年の30分毎の検針データを検針対象者全員分収集した</li> <li>British Gasの顧客についてもデータを取得し、2013年暦年全体で16,300台のスマートメーターの30分ごとの消費量データを統合した連続したデータセットが完成した</li> </ul>



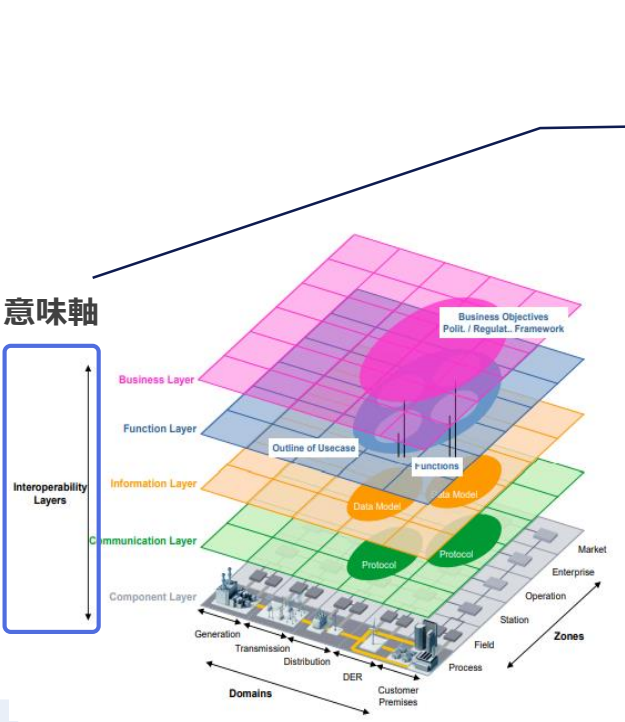
# ロンドン「Low Carbon London」 – RAを用いた時間軸・空間軸の分析

SGAMIリファレンスアーキテクチャの時間軸において、スマートメーターを設置するエンドユーザに着目し、空間軸に沿って、収集されるデータの流れを分析した



# ロンドン「Low Carbon London」 – RAを用いた意味軸の分析

LCLプロジェクトの拡大に向けた改善策を考えるうえで、意味軸の階層ごとにサービス提供者の課題を分析するとともに、時間軸・空間軸で特定したエンドユーザの視点も加えることが重要である

	サービス提供者にとっての課題	エンドユーザ目線の評価	プロジェクト拡大に向けた改善策案
 <p>意味軸</p>	<p><b>ビジネス</b></p> <p>スマートメーター導入に顧客のインセンティブがない</p>	<p>経済的メリットがなければ導入には消極的</p>	<p>導入による経済的メリットを提供しつつ、低炭素化の必要性を理解してもらう</p>
	<p><b>機能</b></p> <p>郊外では顧客数が少なく、スマートメーターのデータと顧客が情報が紐づけられるおそれがある</p>	<p>データが保護されなければ、スマートメーターの導入を受け入れられない</p>	<p>顧客数が少ないネットワークでもデータにアクセスできる最小レベルを定義する</p>
	<p><b>インフォメーション</b></p> <p>(課題は確認できなかった)</p>	<p>—</p>	<p>—</p>
	<p><b>コミュニケーション</b></p> <p>電圧警告の件数が多く、顧客からの苦情が多い</p>	<p>電圧警告を解消するために事業者にお問い合わせる必要がある</p>	<p>電圧問題の原因（機器の故障、ネットワーク不良）を特定するために、受信した警告を管理するシステムを設計する</p>
	<p><b>コンポーネント</b></p> <p>(課題は確認できなかった)</p>	<p>—</p>	<p>—</p>



# NTT DATA

Trusted Global Innovator