

# スマートビル 総合ガイドライン

独立行政法人情報処理推進機構  
デジタルアーキテクチャ・デザインセンター  
スマートビルプロジェクト

2023年（令和5年）4月21日 パブリックコメント版

改定履歴

改定年月日	改定箇所	改定内容
2023年4月21日	-	パブリックコメント版発行

# 目次

1.	はじめに	1
1.1.	背景	1
1.1.1.	社会背景	1
1.1.2.	技術的動向	2
1.1.3.	政策的経緯	5
1.1.4.	スマートビルの果たす役割	8
1.2.	本ガイドラインの策定目的	9
1.3.	本ガイドラインの見直し	10
1.4.	用語一覧	10
1.5.	ステークホルダーの分類	12
1.6.	スマートビル関連ガイドラインの構成	13
2.	未来社会におけるスマートビルのあるべき姿	15
2.1.	社会要素としてスマートビルが担うべき機能	15
2.2.	スマートビルの定義	16
2.3.	従来のビルとスマートビルの比較	16
2.4.	スマートビルの活用シーン	18
2.4.1.	人との連携	18
2.4.2.	モビリティ・設備・AIとの連携	19
2.4.3.	地域全体での調整、街の最適化	21
3.	スマートビルの設計原則と実装方針	23
3.1.	新たな産業創生・拡大のためのエコシステム	23
3.1.1.	協調領域がもたらすステークホルダーへの影響	23
3.1.2.	協調領域の実現に必要な要素	24
3.2.	スマートビル・アーキテクチャの全体像	25
3.2.1.	システムアーキテクチャについて	25
3.2.2.	構築運用プロセスについて	25
3.2.3.	データガバナンスについて	25
3.3.	スマートビルの要求事項	26
3.3.1.	体験価値を考慮すること	26
3.3.2.	協調領域を持つこと	26
3.3.3.	データドリブンであること	27
3.4.	スマートビルが満たすべき性質	28
3.4.1.	相互運用性	28
3.4.2.	互換性	29

3.4.3.	拡張性 .....	29
3.4.4.	信頼性 .....	29
3.4.5.	持続可能性.....	30
3.4.6.	オープン性.....	30
3.5.	スマートビルの実現で期待される効果.....	30
3.6.	スマートビル実現のための実装指針.....	32
3.6.1.	体験価値を考慮することに対する検討領域.....	33
3.6.2.	協調領域をもつことに対する検討領域.....	33
3.6.3.	データドリブンであることに対する検討領域.....	34
3.7.	ステークホルダーに求められる要件.....	35
4.	スマートビルの社会普及におけるコンセプト.....	36
5.	Appendix.....	38
5.1.	The Hickman.....	38
5.2.	The Bridge .....	39
5.3.	Paya Lebar Quarter .....	40
6.	リファレンス .....	42

## 商標

- ・本ガイドラインに記載する会社名、製品名などは、それぞれの会社の商標もしくは登録商標です。
- ・本ガイドラインの文中においては、これらの表記において商標登録表示、その他の商標表示を省略しています。

## 1. はじめに

### 1.1. 背景

#### 1.1.1. 社会背景

スマートシティは ICT(Information and Communication Technology)を活用しつつ、都市のマネジメントの高度化を実現するもの [1]とされており、都市レベルでデータを共有してサービスを動的に連携する仕組みのことを指す。我が国では、目指すべき未来社会の在り方として Society5.0 [2]を掲げているが、スマートシティはその先行的な実現の場と言える。本書で解説を試みるスマートビルは、高度な制御機能を有した建物であり、Society5.0で目指すスマートシティの1要素とみなすことができる。

ビルに対する社会的なニーズとしては、2011年の東日本大震災を大きな転機とする省エネの推進がある。エネルギー消費を極力抑え、災害時でもエネルギー的に自立した建築物として ZEB(ネット・ゼロ・エネルギー・ビル) [3]が注目されるようになった。また、2019年12月に発生した新型コロナウイルス感染症は、働き方の多様化に対する強い社会的要請を引き起こし、国内におけるデジタル化、またスマートシティ推進の1つの契機ともなった。社会のニーズの多様化や変化を象徴する出来事といえる。

都市の生活者の観点では、価値観の変容に伴った消費行動の変化が注目される。すなわち、モノを売って消費するという習慣から、サブスクリプションサービスなどのコト消費が活性化することへの変遷である。この背景には、スマートフォンやクラウド技術の普及によるサービス価格の低廉化、コロナ禍による生活様式の変化などの要因が挙げられる。中西らは「計算機からなる道具・環境・他者達と、物理的な道具・環境・他者達が織りなす未来の総体をスマートシティと呼ぶのであれば、それは、いま現在の我々とは異なる新しい人間を生成するはずだ」と述べている [4]が、コト消費を始めとする定型行動の変化の顕在化も併せて、スマートシティとその要素であるスマートビルを捉えるべきだろう。

スマートビルは、一般的にはクラウド、IoT・AIなどの技術を用いて、既存の設備制御システムでは実現が難しかった高度な省エネ(脱炭素、気候変動対応)や快適性・利便性の向上等を実現するビルという理解がされている。また、ロボットやAIなどの先端的な技術導入を行ったビルとしての側面もある。一方、国内においてスマートビルに対する決定的な定義は未だ存在せず、国外の関連団体、認証制度においても個別ビルの最適化からクラウドによる複数ビルの最適化までと、団体により幅広である(図1)。

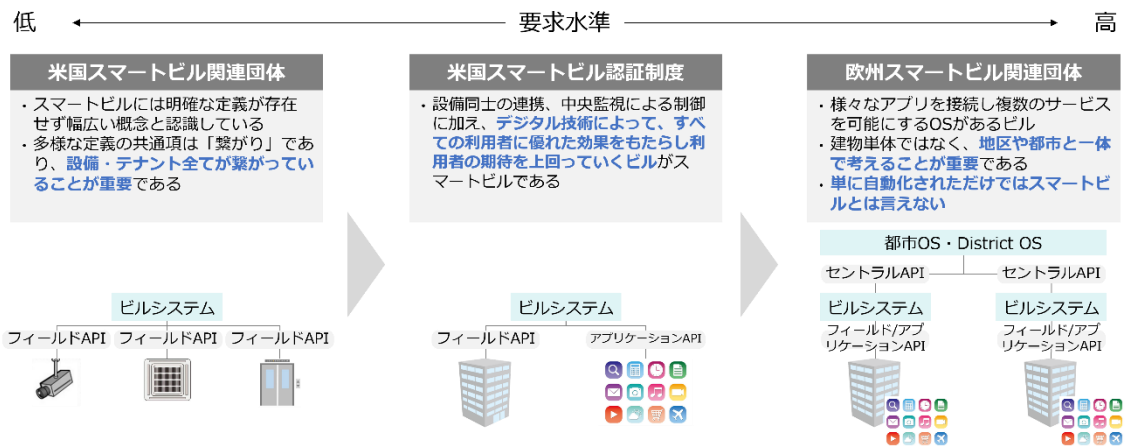


図 1 国外スマートビル関連団体における定義の相違

本節ではスマートビルの技術動向や政策的経緯を踏まえて、未来社会においてスマートビルに期待される役割を整理する。

## 1.1.2. 技術的動向

### 1) スマートビルの要素技術の発展

#### (1) インテリジェントビルによる設備制御システムの発展

1980年代に情報化をキーワードに将来の社会変化に対応した高い機能を有するビルをインテリジェントビルと呼び、ビルの高機能化を牽引した。インテリジェントビルは、「生産性向上のための建築空間・建築設備及び共用の情報通信設備を備えて、入居者がそれらのサービスを享受できるオフィスビル [5]」である。

1985年の通信自由化を契機として、様々な設備のネットワーク化が可能となり、地域電話サービスが充実することで産まれたといわれている。ビルの最適制御を行うビルディングオートメーション ( Building Automation and Control System: BACS [6])、ビルの共用LANなどの通信サービスを行うテレコミュニケーション、ビデオテックスやビデオ会議室システムの提供及びOA (Office Automation)機器の導入サポートなどを行うシェアードテナントサービスの3つを特徴としており、オフィスにコンピュータやプリンタなどのOA機器導入が進んだ時期であることから、OAフロアの導入といった建築的特徴も有していた。ビル側で共通の通信インフラや設備を持ち、テナントに共有することにより、空

調機器のパーソナル化をはじめとした、現在のスマートビルと同様の機能を提供する試みも行われている。ただし、当時は技術標準化が進んでいなかったため、排他的な独自ソリューションが多く作られていた。2000年代にBACnet [7]やLONWORK [8]といったオープンプロトコルの普及が進んだことによって、ビルシステム（BACS）のアーキテクチャの普及と標準化が進んできた。

## (2) ビル制御システムへのクラウド導入

ビルの設備制御システムへのクラウド導入については、2006年にAWSによるクラウドサービスの展開からやや遅れて、国内事業者へのクラウドサービスが十分に普及してから始まった。受付・入退管理サービスをビル内に設置したサーバから、インターネットを介して利用するようなオンプレミスによるサービス提供は先行していたが、クラウドへの移行は、2010年代半ばのパブリッククラウドの一般化以降に本格化した。当初はIaaS（Infrastructure as a Service）のようなサーバをクラウドに配置しただけの構成であったが、次第にPaaS（Platform as a Service）の利用が増えていった。例えば、IoTや機械学習のPaaSなどを用いて負荷予測などのサービスが試行された [9]。現在では、特にデータの見える化のようなサービスについて、SaaS（Software as a Service）のような形態も多い。

2020年にはMicrosoftが自社キャンパスにおけるスマートビルのベストプラクティスを集めてPaaSとしたAzure Digital Twins [10]を発表するなど、海外のクラウド提供者が積極的にスマートビルのソリューション開発を牽引するようになっている。それらスマートビル向けのPaaSにある程度共通する考え方が、クラウドにデータを送信・格納するのにあたってデータの形を揃えたり、物理世界をモデリングしたりすることである。これまで物理的形態に拘束され、限定的にしか利用ができなかった空間や設備を抽象化し、仮想化するとともに、今までサービスが担っていた機能をプラットフォーム側に委譲することで、アプリケーションの構築を簡便にしている。

## (3) IoT インフラ技術の発展

IoTの発展により、ビルの中でこれまで活用できていなかったデータを共有することも可能となっている。海外では、BIIoT（Building IIoT）と呼ばれ、デバイス・サービスのマーケットも急成長している [11]。領域としては、セキュリティとアクセスコントロールを行うためのAIカメラやスマートロックをはじめとしたデバイス、スマートな運用・保守を実現するための環境センサや分析・予測ソリューション、感染防止やオフィス稼働率分析のための人流センシング、非接触デバイス、サイネージやなど多岐にわたる。一部のサービスプロバイダーが主体的にAPIなどを公開することで、データ活用も進んでいるように見えるが、サイロ化が課題になっているという報告もある。

#### (4) ビル OS の開発・導入およびその課題

インテリジェントビルのムーブメントは、ビルの高機能化に大きな影響を与えたが、クラウドや IoT といった技術が現れる前であり、複数棟をまとめた効率的な運用管理などは提案されていたが、なかなか一般化しなかった。

スマートビルでは、上記の機能を実現するために、ビルのデータ活用と高機能化を加速する“ビル OS” [11]の開発と導入が進んでいる。ビル OS は多種多様なビルの設備や IoT のデータを、単独の事業者が保有してサービスを提供する世界から、エコシステムを形成してデータを利活用する世界へと変遷を後押ししているといえる。クラウドの活用を前提としており、ビルのサービス提供における「モノからコトへ（所有から利用へ）」というパラダイムシフトへの契機とみることもできる。また、ビル OS は、BIM をはじめとした静的なリソースや、センサなどから取得される動的なデータ（テレメトリ）を管理する基盤として動作するが、それまで物理的に結びついていた機能も含めて抽象化して、サイバー空間で扱えるようにしている。本ガイドラインではそれらをデジタルツインと呼ぶが、それら抽象化された機能、例えば空調制御やビル内の人流センシング、入退管理などを組み合わせることで新たなサービスを生むことが可能になる。また、構築したデジタルツインやテレメトリを用いることで、より精緻な建物内のシミュレータの開発が可能になり、ビルの挙動や利用者の行動予測が可能になる。しかしながら、現状では標準化領域が存在しておらず、サイロ化が進んでいることが課題になっている。加えて、これらのクラウドソリューションはランニング費用がまだ高額なことが多く、投資対効果に合わない場合も多い。

## 2) スマートビルの応用領域でのニーズ

### (1) 省エネへの応用

エネルギー的に自立した建物である ZEB は建築的に省エネ性能を上げるとともに、太陽光発電や蓄電池を組み合わせることや、IoT センサなどを活用して室内環境や人の動きを取得し、空間や設備の状態をより解像度高く把握することでエネルギーの最適化制御を行うなど、様々な取り組みが行われている。近年では AI を利用した設備制御などの事例も多い。

### (2) 快適性・利便性への評価

建物の快適性・利便性といった指標についても評価の対象となっている。2014年に米国のデロス・リビング社により考案された WELL 認証（WELL Building Standard®） [12] では、心身の健康をサポートしたり、快適性が高く人間の健康やウェルネスに好影響をもたらしたりする建築物が評価され、認証が与えられる。これは、例えばオフィスにおいて、そこで働く従業員が心身共に活発になることでパフォーマンスが向上し、労働生産性が上

昇するとの考え方に基づくものであり、認証を取得したビルの不動産価値の向上や、魅力的なオフィス提供による労働人員の確保・定着にもつながるとされている。また、近年のコロナ禍によってリモートワークが一般化し、ビルに人が集まる機会や必然性が減少しており、今まで以上に多様な人材を活用するために生産拠点であるビルの価値の見直しが求められている。WELL 認証は、国内では実績は少ないものの注目を集めており、2023年3月には30件の認証実績 [13]がある。

### (3) ロボット利活用の広がり

応用的な技術活用の観点では、ビル内でのロボットの利活用についても広がりつつある。経済産業省が旗振り役となり、ロボットが導入しやすい環境（ロボットフレンドリー（ロボフレ）環境 [14]）を進めているが、人手不足の解消なども目的にロボットがビル内で稼働するための取り組みが増えてきている。清掃や消毒、警備や配送など目的はそれぞれであるが、ビル内の段差や扉、エレベーターなど、ロボットの動作にとって障害となるものを対象に、建築的な最適化や設備連携などが行われている。

## 1.1.3. 政策的経緯

### 1) スマートシティの推進

スマートシティについては、政府は2019年6月に閣議決定された「統合イノベーション戦略2019」等において、スマートシティの事業推進が明記している。それに基づいて同年8月に「スマートシティ官民連携プラットフォーム」が発足し、官民一体となったスマートシティの推進が行われている。2020年には「スマートシティリファレンスアーキテクチャ [15]」、2021年4月には「スマートシティ・ガイドブック [16]」なども発行されており、スマートシティや都市OSの実装に関する情報発信を継続的に行っている。

### 2) 省エネ・脱炭素の推進

省エネ・脱炭素については、2012年には経済産業省による「ネット・ゼロ・エネルギー・ビル実証事業 [17]」が開始され、2014年4月閣議決定した「エネルギー基本計画 [18]」において、2020年までに新築公共建築物等で、2030年までに新築建築物の平均でZEBを実現することが政策目標とされた。2015年にはZEBロードマップ検討委員会が開催され、ZEBの定義、実現・普及に向けたロードマップが策定された。2016年には「ZEB設計ガイドライン [19]」などが発行され、経済産業省やSII（環境共創イニシアチブ）が中

心となって、ZEB の推進を図っている。なお、ZEB ロードマップ検討委員会の定義によると、ZEB とは「先進的な建築設計によるエネルギー負荷の抑制やパッシブ技術の採用による自然エネルギーの積極的な活用、高効率な設備システムの導入等により、室内環境の質を維持しつつ大幅な省エネルギー化を実現した上で、再生可能エネルギーを導入することにより、エネルギー自立度を極力高め、年間の一次エネルギー消費量の収支をゼロとすることを目指した建築物」であるとされている。また、深刻さを増すエネルギー・環境に関する課題に対して菅内閣総理大臣が 2020 年 10 月の所信表明演説において 2050 年カーボンニュートラル<sup>1</sup>を宣言した。加えて、2021 年 4 月には、「2050 年目標と整合的で、野心的な目標として、2030 年度に、温室効果ガスを 2013 年度から 46%削減することを目指す。さらに、50%の高みに向けて、挑戦を続けていく」ことが表明されている。具体的な取り組みとしては、2021 年 2 月に経産省が策定した「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略 [20]」がある。ここでは 14 の重要分野について高い目標を掲げ、関連政策を盛り込んだ実行計画を策定し、これを発展させる形で 2022 年 1 月から「クリーンエネルギー戦略」に関する有識者懇談会 [21]」が発足している。特に「住宅・建築物産業」においては、エネルギーの最適化に向けてビッグデータや AI の活用が今後の取り組みとして定義されている。

これらの社会実装を実現するためには、個別技術の確立と実用化のみならず、それぞれの技術（機器・設備等）をネットワーク化し、それぞれ独立したシステムとシステムがお互い連携することによってエネルギーバリューチェーン全体で最適化を図ることが求められており、これらはエネルギーと情報が融合する社会（Internet of Energy: IoE [22]）と呼ばれている。

### 3) 労働生産性向上の推進

労働生産性の向上の観点からは、労働人口減少のための施策として 2018 年 6 月に成立した「働き方改革法案（働き方改革を推進するための関係法律の整備に関する法律（平成 30 年法律第 71 号）） [23]」が制定された。評価項目としては、空気、水、食物、光、フィットネス、快適性、こころなどがあり、運用によるところも大きい、建物設備によって制御可能な項目も多い。

---

<sup>1</sup> 温室効果ガスの排出量と吸収量を均衡させること。

#### 4) ロボット利活用の推進

ロボット活用においては、ロボフレの実現を目的に、2019年度に「ロボット実装モデルタスクフォース (TF)」を設置するとともに、2020年度から「革新的ロボット研究開発棟基盤構築事業 [24]」等の予算事業が行われている。また、RRI (ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会) が、新たな規格 (ロボット・エレベータ連携インタフェイス定義 [25]) を制定・公開している。

#### 5) 海外認証制度の広がり

スマートビルに期待される多様な機能やサービスが採用されたビルに対する認証が海外で広がりつつある。そのうちの 1 つである SmartScore [26] は、2021 年 4 月に発表されたスマートビル認証であり、世界の建物をよりスマートに相互につなげることをビジョンとしている。認証を通じて、運用に役立つ技術に投資するインセンティブを不動産オーナーに持たせることを狙っており、現在ヨーロッパを中心に 7 か国・70 のビルに適用されている。SmartScore の評価は、ワーカーの生産性やヘルスケア、サステナビリティといったユーザー機能性に関わるもの、デジタル接続性やサイバーセキュリティなどの技術基盤に関わるものなど 130 項目ほどあり、50 以上で CERTIFIED, 90 以上で PLATINUM となる (5.Appendix に事例を記載)。WELL 認証や環境認証である LEED と連携して認証の取得負荷を下げていることも特徴であり、例えば、WELL 認証の評価対象である空気質モニタリングをクリアしていれば、SmartScore でも単位を付与している。なお、SmartScore を代表とするスマートビル認証はビルの入居者や管理者を対象としたサービス提供のみを主体としており、ビルで収集されるデジタルアセットをスマートシティに対して提供することや、データ連携のための協調領域の実装を必ずしも前提としていない。なお、SmartScore を代表とするスマートビル認証はビルの入居者や管理者を対象としたサービス提供のみを主体としており、ビルで収集されるデジタルアセットをスマートシティに対して提供することや、データ連携のための協調領域の実装を必ずしも前提としていない。

#### 6) デジタル・アーキテクチャの推進

Society5.0 を社会システム全体の信頼性や日本の競争力を確保した形で実現するため、関係各省や産業界がさまざまな取り組みを展開している。それぞれ独立して調達・運用・管理されるシステムが繋がって新たな価値を生むものを System of Systems (以下、SoS) と呼ぶが、多様なシステムを統合するため、かつ横断的に必要となる新たな社会のインフラを、IT だけでなく法制度やビジネスエコシステムの在り方も含むさまざまな観点を踏まえて全体最適を図りつつ設計することが重要となっている。政府はこの設計のための場

として、2020年5月に「情報処理の促進に関する法律の一部を改正する法律（令和元年法律第67号）[27]」に基づき、（独）情報処理推進機構（IPA）にデジタルアーキテクチャ・デザインセンター（Digital Architecture Design Center: 以下、DADC）を設置した。なお、DADCで扱う「アーキテクチャ」とは「システムが存在する環境の中での、システムの基本的な概念又は性質であって、その構成要素、相互関係、並びに設計及び発展を導く原則として具体化したもの[28]」といえる。システムの持つ定義された目的を達成するための基本的構造であり、その具体的な構成要素と構成要素間の相互関係やその原則のことである。

2022年6月に閣議決定されたデジタル田園都市国家構想基本方針[29]において、スマートビル分野を中心に、相互連携に必要なシステム全体のアーキテクチャの設計・検証に向けた技術開発を行うことが明記された。今後、社会インフラとしてのSoSの普及が進む中でも、スマートビルは重要な構成要素になるといえる。

#### 1.1.4. スマートビルの果たす役割

上で述べたようにビルを取り巻く環境は、AIサービスの変革やクラウドの普及、自律的に移動するモビリティ<sup>2</sup>の台頭などのデジタル技術が発展する中で、脱炭素・省エネへの意識の高まりや働き方の変化、少子化・人手不足への対応、Well-Beingの実現等、世の中のニーズは多様化し、変化し続けている。

その中で、スマートシティの構成要素としてのスマートビルは、フィジカルな空間や環境を形作り、人やモビリティ、システムなどスマートシティの諸要素が会する場を提供する。さらにビル空間、設備、周辺環境のデータを中心にサイバーの空間へ複製を行い、他のシステムの作用で最適化した結果をフィジカルに反映することで、人、モビリティ、システムなどに働きかける。そこでは、物理空間と仮想空間が高度に融合し、IoT・AI・ロボットなどの多様なサービスが連動することで、自動車やエンターテインメント産業などの異業種が有機的につながり最適化された社会の実現を支える。

このように、スマートビルは空間や環境を形作り、それに作用可能なインターフェースとなって、将来的に起こり得る様々な変化へ柔軟に対応しながら、人々に価値を提供し続けることが期待される。スマートビルの果たすべき役割は、以下の様にまとめられる。

---

<sup>2</sup> 自動車を始めとした人の移動手段に加えて、ロボット、ドローンなど自律的な移動体の総称として用いる。

「ビルを取り巻く状況が変化する中で、空間や環境、またそれらのデータを介して都市全体と協調し、外界やニーズの変化に柔軟に対応する能力を保持しながら、人々に価値を提供し続けること」

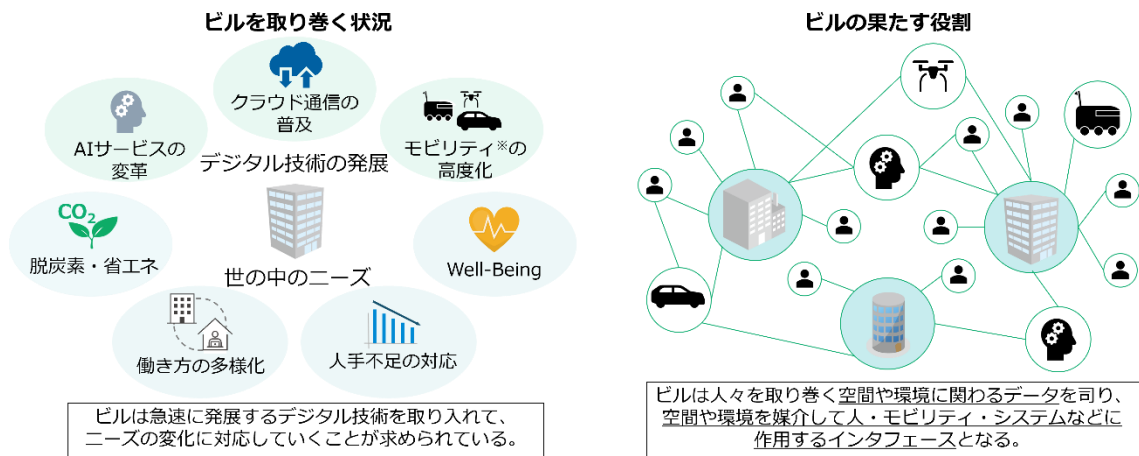


図 2 ビルを取り巻く状況とビルの果たす役割

スマートビルが都市全体と協調し、外界の変化へ柔軟に対応するためには、疎結合なシステム構成を有し、なおかつ外部のビルやシステム間の相互運用性や互換性を担保することが求められる。また、スマートビルをはじめとするサイバーフィジカルシステム、また SoS は、従来のシステムと比較して、システム自体の構造やその運用の仕組み等の複雑性・不透明性の高まり、異なる分野や文化への影響範囲の拡大、デジタル技術の革新等によるめまぐるしい変化への追従などを考慮した検討が求められる。

それらの実現において、データモデルやインターフェースの標準化など、様々なステークホルダーが共通的に活用できる協調領域を設定し、それに基づいたスマートビル・アーキテクチャを整理することが必要との観点から、本ガイドラインを取りまとめることとなった。

## 1.2. 本ガイドラインの策定目的

スマートビルはスマートシティなど新たな産業のためのエコシステムにおける重要なモジュールであり、データと価値が循環するための仕組みを構築・運用していく必要がある。本ガイドラインでは、スマートシティをより進化させ新たな付加価値の創出を目指すスマートビルについての共通理解を促し、多様なステークホルダーによる協調と適切な競

争の下、スマートビルの分散的な社会実装を促すことを目的とする。そのために、スマートビルの将来像や定義、設計原則をはじめとした包括的な検討内容を示す。

本ガイドラインの策定においては、システム全体を把握し、全体が最適化された形を描く「アーキテクチャ」の考え方をを用いて検討した。また全体最適の観点で、ステークホルダー間で共通的に検討・実装すべき領域を「協調領域」として設定している。

### 1.3. 本ガイドラインの見直し

本ガイドラインは、関係機関・企業における現時点の技術・知見等を取りまとめたものであり、今後の運用実態や新たな技術・知見等の創出を踏まえ、より良いガイドラインとなるよう適宜見直しを行う。

### 1.4. 用語一覧

本ガイドラインにて用いる主要な用語について、以下のとおり定義する。

表 1 用語の定義

用語	説明
AM	Asset Management の略字。保有している資産を既定の用途で適切に運用し収益を上げることや売買することで利益を最大化する、いわゆる資産管理業務のこと。
BM	Building Management の略字。建物の清掃や景観管理、設備の点検などの業務のこと。
BIM	Building Information Modeling の略称。 コンピュータ上に作成する建築情報モデルであり、建築部材や設備などのオブジェクトの集合体として構築される。3次元の形状情報だけでなく、空間の名称・面積、部材の仕様・性能など、建築物の属性情報を有する。
FM	Facility Management の略字。企業・団体等が組織活動のために、施設とその環境を総合的に企画、管理、活用する経営活動のこと。
PM	Property Management の略字。不動産経営の様々な業務をオーナーに代わって行う管理業務のこと。

アーキテクチャ	システムが存在する環境の中での、システムの基本的な概念又は性質であって、その構成要素、相互関係、並びに設計及び発展を導く原則として具体化したもの
アセット	価値を持ちうる物理的、電子的な資産の総称。スマートビルでは各種機器、センサ、土地や部屋等の空間、システム、ファイル、データ、さらに関わる人や、人から取得したデータなどを含めて広く言い表す。
ビル OS	建物内のアセットを抽象化されたデジタルアセット（デジタルツイン）として扱うことで、データ標準化を行うとともに、ビル設備と多様なサービスを連携させ、アプリケーションの開発を加速させるデータ連携基盤のこと。
都市 OS	スマートシティ実現のために、スマートシティを実現しようとする地域が共通的に活用する機能が集約され、スマートシティで導入する様々な分野のサービスの導入を容易にさせることを実現する IT システムの総称。
機器/センサ/デバイス	機器はビルの屋内外に設置する照明や空調機、給排水衛生などの設備、センサは温度センサや CO2 濃度センサを表す。デバイスは、そのような機器/センサを総称したものを表す。
協調領域	システムを全体で最適化するために、ステークホルダー間で共通的に検討・実装すべき領域。
データモデル	現実世界の対象をデータ集合として表現するために、対象物を目的や用途に応じて適切に抽象化して、関係や構造を特定の表現形式で記述したもの。 特に、本ガイドラインでは概念データモデル、論理データモデル、物理データモデルによる 3 層スキーマの区分を前提として用いる。
デジタルツイン	現実空間から収集したデータを活用して、仮想空間上に現実空間と同等の空間を作り上げる技術のこと。現実空間と同等の物理的なシミュレーションをコンピュータ上で再現するなど、様々な用途に活用される。
フィジカルアセット	アセットの中で、特に物理的な実体を有するものを指す。

## 1.5. ステークホルダーの分類

スマートビル事業に係る主要なステークホルダーについては以下のとおり分類している。(表 2)

表 2 ステークホルダーの分類

ステークホルダー名	説明
ビルユーザー	ビルを日常的に利用するテナントで働く”就業者”や“入居者”、“テナント”などが該当する。
来訪者	一時的にビルを利用する人が該当する。
ビルオーナー	ビルを所有する人・団体を指す。所有者個人のほか、デベロッパーや公共施設の管理者なども該当する。大規模に限らず、中小ビルのオーナーも含む。
ビル管理者/設備管理者	ビルオーナーから委託を受け、ビルを管理する人が該当する。AM、FM、PM、BM など複数の業態から成り立つ場合が多い。
設計者/施工者	スマートビルの躯体や設備における設計や施工の事業担当者を指す。ゼネコン・サブコン・設計会社など、従来の建築業務に係るステークホルダーが該当する。
設備・システムメーカー	ビルの設備に関する製造や販売を手掛ける事業担当者が該当する。
ビル OS 事業者/アプリ・サービス事業者	スマートビル向けのアプリやサービス、ビル OS などの事業担当者が該当する。
都市開発関係者 (自治体等)	スマートシティなどの観点で、街づくり(街開発)をするステークホルダーを指す。デベロッパーや地方自治体などが該当する。

さらに、上記ステークホルダーに対し、データ利活用における立場に基づいて分類を行っている。(表 3) なお、データに関する権利等の注意すべき事項についてはデータガバナンスガイドライン (表 4) を参照すること。

表 3 データ利活用の立場に基づくステークホルダーの分類

分類名	説明	対応する主なステークホルダー
データの活用者	建物のデータを活用し、サービスを様々な関係者に提供する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• アプリ・サービス事業者※</li> </ul>
データの仲介者	データの仲介を行い、データを流通させる。データモデルに即してデータの成型を行う。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ビル OS 事業者</li> </ul>
データの提供者	データを流通させるとき、所有しているデータや作成したデータを提供する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ビルオーナー</li> <li>• ビル管理者/設備管理者</li> <li>• 設計者/施工者</li> <li>• 設備・システムメーカー</li> <li>• アプリ・サービス事業者※</li> </ul>
個人データの主体者	個人の利用者データをアプリケーションに提供する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ビルユーザー</li> <li>• 来訪者</li> </ul>

※アプリ・サービス事業者はデータの活用者、データの提供者どちらの立場も取りうる。

各立場に対する具体的な要件については、3.7.ステークホルダーに求められる要件を参照のこと。

## 1.6. スマートビル関連ガイドラインの構成

本ガイドラインを含めたスマートビルに関連ガイドラインは、想定読者ごとに必要な情報を得られるように「全体 4 部構成」としている (表 4)。各ガイドラインでは、構想企画～維持管理・運営フェーズまでの全てのフェーズを検討対象にしている。また建種については、オフィス・商業ビルを検討対象に定めている。住宅や工場、病院などにも同様の考え方を適用できる可能性はあるが、それらの建種に対する検討は行っていない。

表 4 ガイドライン一覧

ガイドライン名	記載概要
総合ガイドライン (本ガイドライン)	<p>スマートビルを取り巻く背景やガイドライン発行の目的、さらにスマートビルのあるべき姿として、スマートビルの担うべき機能を基にした将来像や定義、またその実現に向けての設計原則として、要求事項や満たすべき性質などを記載。</p> <p>全てのステークホルダーがまず理解しておくべき前提事項を解説している。</p>
システム アーキテクチャ ガイドライン	<p>スマートビルのシステム構成図の他、構成要素とそれに紐づく要求機能、協調領域などを記載。スマートビルの設計を進めるうえでのポイントや、スマートビルのシステム概要、データモデル・インターフェースの考え方を中心に解説している。</p> <p>データの活用者、データの仲介者は上記の基本的な情報を学ぶことができ、またデータの提供者はデータモデルに対する理解を促すものとして活用できる。</p>
構築・運用 ガイドライン	<p>構築や運用における標準プロセス、ステークホルダーの役割などを記載。スマートビル構築において、実施すべきタスクやコミュニケーションの取り方などのポイントを解説している。</p> <p>データの活用者、データの仲介者、データの提供者が共通して参考にするべき情報であり、プロジェクト関係者間で役割等に関する共通認識を得るものとして活用できる。</p>
データガバナンス ガイドライン	<p>スマートビルにおけるデータのガバナンス、特にデータポリシーの考え方を記載。データを利活用するステークホルダーが理解すべき内容を解説している。</p> <p>データの提供者やデータの仲介者など、データに関する取り決めが必要な者にとっての基本的な情報であり、関係者間の合意形成を促すものとして活用できる。</p>

## 2. 未来社会におけるスマートビルのあるべき姿

1章では、政府や諸団体が主導するビルに関連する施策・取り組みを紹介するとともに、ビルを取り巻く状況と果たすべき役割、スマートビル・アーキテクチャの必要性について説明した。本章では、スマートビル・アーキテクチャを纏めるための前提となる将来像や、スマートビルの定義、それが実現された際のシーンについて説明する。

### 2.1. 社会要素としてスマートビルが担うべき機能

1.1 スマートビルの果たす役割 にて示したことを前提に、未来社会においてスマートビルが担うべき機能や姿を以下のとおり明記する。

「人・モビリティ・ビルをはじめとしたフィジカルアセットにより収集されたデータがデジタルツインを構成する。これらを活用したデータドリブンなサービスによって、建物の空間価値が向上し、多くの関係者に利益をもたらす。さらにスマートシティの構成要素であるビル同士が相互に連携することで、地域の活性化をはじめ、社会的課題を解決する。」

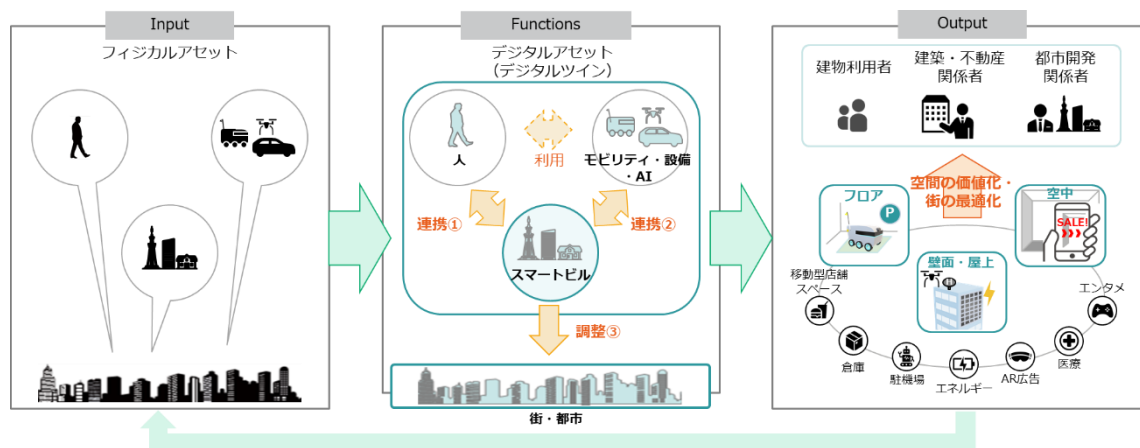


図 3 スマートビルの将来像

上記に表現した将来像 1.1 (図 3) において、スマートビルはビルの機能やサービス自体を継続的に高めていくものとなる。スマートビルの社会実装が進むことで、スマートビル内部に存在するフィジカルアセット (人・モビリティ・ビルなど) は抽象化された上ですべてサイバー空間上へ複製され、現実空間をシミュレーション可能なデジタルアセット (デジタルツイン) を構成する。デジタルアセット上で連携したデータの活用によって、

関連する事象を分析・予測し、最適化した結果をフィジカルアセットに反映することで、空間の価値を向上する。このような新しい、あるいは高度なサービスの提供を実現し、スマートビルに関わるステークホルダーに対して利益を生み出す。

スマートビルによってスマートシティの推進を支援するためには、ビルのデジタルツインを街レベルで活用可能にし、ビルや地域全体の管理運営に有益な情報を提供するための協調領域を有することが必要である。例えば、ビル OS が導入されているビルであれば、新築既築を問わず、共通インターフェースやデータモデルを用いて、適切に認証された都市 OS などの広域データプラットフォームと連携が可能になり、空間や設備の利用状況、人やロボットを始めとしたリソースにアクセス可能となることが求められる。

それによって、ビルの利用者（ビルユーザーや来訪者）は魅力的な空間の享受、建築・不動産関係者（ビルオーナー、ビル設計者/設備管理者、設計者/施工者、ビル OS 事業者/アプリ・サービス事業者）は設計・施工・管理業務の効率化、都市開発関係者は賑わいの創出、地域全体の調整・最適化といった観点で、従来のビルでは実現できなかったサービスを楽しむことができる。

## 2.2. スマートビルの定義

2.1.社会要素としてスマートビルが担うべき機能 2.4 スマートビルの活用シーンを実現するため、スマートビルの定義を定める。なお、背景でも述べた通り、2023年4月現在、国内において、スマートビルに対して業界の共通理解となる定義はいまだに存在していない。本ガイドラインにおけるスマートビルの定義は、図 1 に示した欧州スマートビル関連団体が提案するような都市 OS などとの連携を考慮したものとした。以下に、その定義を示す。

「空間や業務などの概念また設備や機器といったビルに関わるアセットや、ビル外のアセットを組み合わせることで、提供可能な機能を拡張し、サービスの創出や追加を行う。さらに街を構成する他のビルも含めてシステムが連携することで、街レベルのサービス提供も可能にし、多くの関係者に継続的な価値向上をもたらすビル。」

## 2.3. 従来のビルとスマートビルの比較

スマートビルと、既存のビルとの違いを図 4 に示す。既に多くの領域で DX が進んでおり、様々なシステムがビルと連携しているといえるが、それぞれのシステムで個別にデータを抱えていることが多く、システム連携のためには個別の調整が必須となる。スマー

トビルはデータを起点としたサービス提供を行うために、共通のデータモデルやスキーマ、インターフェースを有したデータプラットフォームであるビル OS を有する。データ連携のためのインターフェースはモジュール単位で必要に応じて追加することが想定されており、それぞれのシステムは必要なデータを抽出・加工することでサービスを行う。データの冗長性や解釈の揺らぎも排除することで、多様なサービスを安価に構築できることが期待される。サービスの受益者、提供者など多様なステークホルダーやそこに発生する業務や活動まで巻き込んで最適化されるのがスマートビルであると考えられる。

またデータの形態に着目すると、従来のビルシステムと比較して、空間を代表とする概念を抽象化して扱える特性を持っている。抽象化された空間内の情報には設備機器や IoT センサから取得できる環境データだけでなく、カメラやウェアラブルデバイスと連携して人のバイタルや感情などのデータまで含まれる。この様な空間に紐づくデータを用いれば、アプリケーションと連動し空間の可視化や遠隔制御による空間の操作といったデジタルツインを実現できる。

デジタルツインの実現により、今までは空間に紐づいていたサービス内容、例えば夜間の見回り業務での人による目視確認などは、センサデータの確認により抽象化された空間データの監視のみで済むため、遠隔地から複数拠点を監視できるサービスといったユースケースが考えられる。

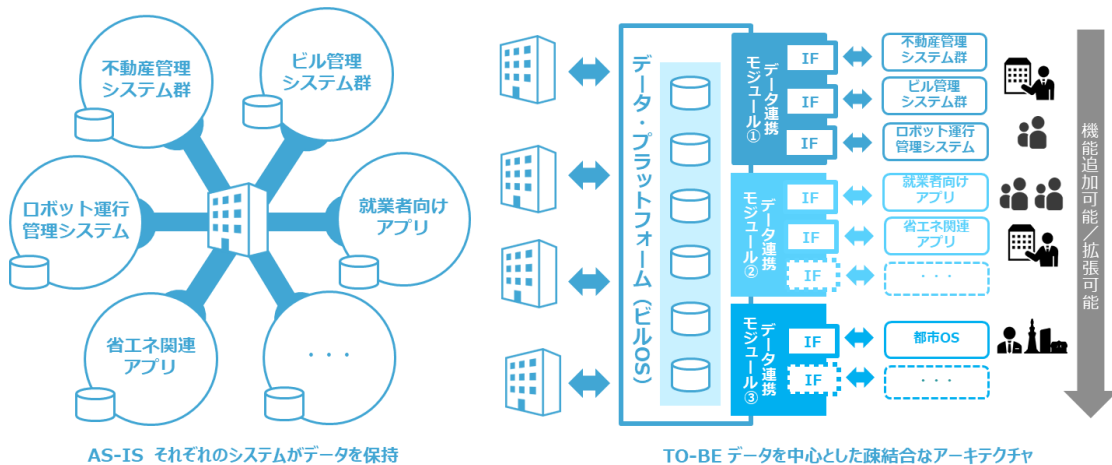


図 4 既存のビルシステム (As Is) とスマートビル (To Be)

## 2.4. スマートビルの活用シーン

本節では、上記の将来像が実現した社会におけるスマートビル活用のシーンについて述べる。スマートビルの主要な関係性として、①人との連携、②モビリティ・設備・AIとの連携、③街の調節を検討し、それぞれの領域におけるスマートビルのコンセプトを考案した。

### 2.4.1. 人との連携

#### 1) コンセプト

多様な個性に寄り添い、人々の営みを活気づける空間やサービスを提供するビル

ビルが利用者の多様性を受け入れることで、人々が安らぎを感じる空間固有のサービスを提供する。それにより、空間で活動する人々のエンゲージメントが向上し、増々ビルに人が集まるようになり、多様性の相乗効果により新たなサービスを創り出していく。

#### 2) 代表的なシーン



図 5 代表的なシーン (人との連携)

表 5 シーンの説明（人との連携）

No	シーンの説明
1	スマートビルが来訪者の属性（嗜好、興味など）を踏まえ、ビル内のイベントやセール情報などのパーソナライズした情報を提供している。来訪者は受け取った情報をもとに、行動の選択肢を増やすことができ、想定していなかった出会いや発見の機会を得ることができる。
2	スマートビルがビル内で排出される炭素排出量を従来のビルと比較して、より細かく・リアルタイムに収集・提示している。確度の高い情報を外部へ発信することで、省エネ意識の高いビルユーザーや来訪者から選好されやすくなる。また、投資家・レンダー等の ESG 投資の判断基準としても活用されることも期待できる。
3	スマートビルがビルユーザーや訪問者の状態（感情、ふるまいなど）を踏まえ、最も相応しいと推定した映像をサイネージ等で投影している。ビルユーザーらは投影された映像を眺め、安らぎを感じ、スマートビルが提供する空間に対して居心地の良さを感じる。
4	スマートビルがビルユーザーの合意のもと、ヘルスデータを収集し、他のデータと組み合わせた分析を行うことで、ビルユーザーに対して、健康増進に繋がる行動提案を行っている。例えば、運動不足気味だが生活改善を希望するエレベーターと階段を利用した場合の効果を可視化し、自発的に階段を利用したくなるように導く。

#### 2.4.2. モビリティ・設備・AI との連携

##### 1) コンセプト

モビリティ・設備・AI が相互に連携し、追加や変更に対して柔軟に対応することで継続的にアップデートするビル

自律的に動作するロボット、モビリティ、設備、AI が相互に連携することで、サービスの向上や業務の効率化等を実現する。さらに、ビルがロボットや設備の新規追加・変更に対して柔軟に対応し、提供するサービスを継続的にアップデートすることで、竣工後にも価値が上昇し続けるビルを実現する。

## 2) 代表的なシーン



図 6 代表的なシーン（モビリティ・設備・AI との連携）

表 6 シーンの説明（モビリティ・設備・AI との連携）

No	シーンの説明
1	スマートビルがロボットの導入やその他モビリティとの接続・連携等の機能の追加要求に即座に対応している。例えば、ビル内にロボットを導入する場合に、そのロボットがインターフェースを含めて標準仕様に従っていれば、スマートビルと容易に接続し、稼働に必要な初期設定を自動で構築する（プラグアンドプレイ）ことができる。また、スマートビルとロボットが即座に連携できることは、複数のスマートビル間でロボットの労働力を融通させるといったことも可能にする。
2	スマートビルで稼働するロボットがビルユーザーのビル内での活動を支援している。例えば、買い物時の荷物の運搬を随伴型ロボットが代替し、ビルユーザーの利便性を向上させると同時に、荷物を運ぶことが困難である人などのハンディキャップを取り除く。
3	スマートビルで稼働するロボットが、ビルの管理業務を代替している。ビル内の警備・清掃業務に対して、AI等の技術を用いて運搬経路の最適化やロボット間の清掃状況の共有を支援することで、業務の省人化や効率化を実現する。
4	スマートビルがドローンに対して充電エリアや地図データを提供することにより、ドローンが外壁の点検などの人の業務の代替を可能にしている。スマートビルがモビリティに対して支援を行うことで、モビリティの新しい活躍の場を創出する。

### 2.4.3. 地域全体での調整、街の最適化

#### 1) コンセプト

##### 街のリソースのバランサーとなるビル

街中に点在しているビルが都市リソース（ヒト・モノ・エネルギー・情報等）を適切に分配するバランサーとして機能することで、地域全体のリソースを調整・最適化し、スマートシティの実現を推し進める。

#### 2) 代表的なシーン

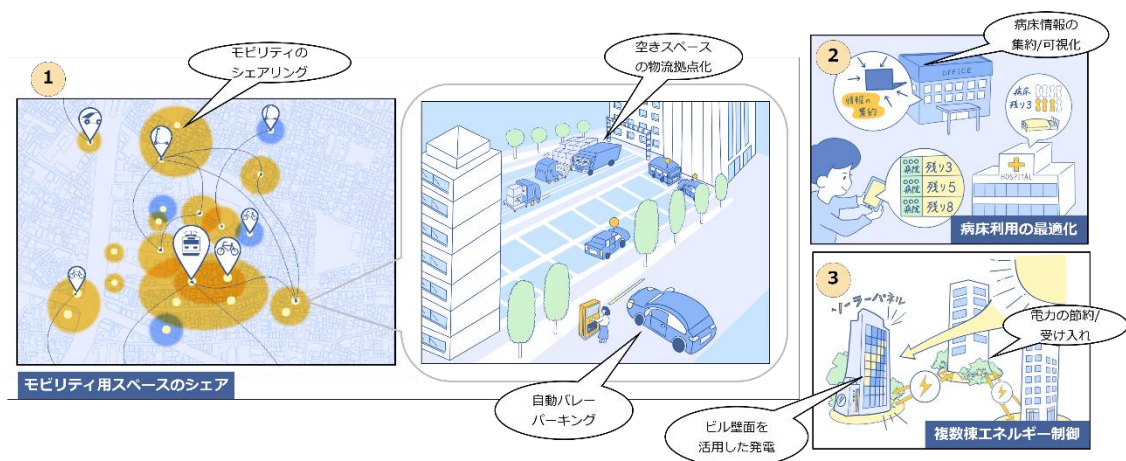


図 7 代表的なシーン（地域全体での調整、街の最適化）

表 7 シーンの説明（モビリティ・設備・AI との連携）

No	シーンの説明
1	<p>スマートビルが空間の一部をモビリティへ開放し、人の移動や物流などの都市活動が円滑に行われるように調整している。例えば、シェアサイクルの駐機スペース（ポート）用に場所を提供する際、ポートの空き状態で料金のダイナミックプライシングを行う（密集時には高く、過疎時には安くするなど）ことで、人の消費者心理に働きかけ、都市に点在するモビリティの配置バランスを取る。</p>
2	<p>スマートビル（医療施設）が施設の稼働状況（手術室の稼働状況、病床の空き状況など）をリアルタイムに収集して可視化し、効率的な搬送調整の実現に貢献している。適切な頻度、タイミングで病院施設を利用できることで、医療従事者が主たる業務へ専念できるようにすると同時に、地域住民の安心感の向上に寄与する。</p>
3	<p>スマートビルがビル内での消費電力量やビルに接続するモビリティ等への給電量を調整することで、消費電力量のコントロールを行っている。さらに、複数のスマートビル間で電力の融通を行うことで、街（スマートシティ）単位での省エネへの取り組みを可能とする。</p>

### 3. スマートビル設計原則と実装方針

本章では、2章で説明したスマートビルの将来像を実現するため、スマートビル設計における基本的な要求事項、満たすべき性質、更には実装に向けての指針を述べる。

#### 3.1. 新たな産業創生・拡大のためのエコシステム

DADCではスマートビルに関わる新たな産業を創生・拡大していくために、各システムやデータを連携させサービスやアプリケーションに活用出来るプラットフォームの様な協調領域を必要不可欠としている。協調領域が確立されることで、特定の領域内では使われていなかったデータや機能が産業横断で展開され、共通の仕様で利活用可能であるために新たなサービスが安価に創出され易くなる。新たなステークホルダーの参入による拡大も含めて、このように関連する業界の活性化を促すものをエコシステムとしており、これは経済的成長と社会的課題解決を両立するものである。

本節では、産業横断で展開されるシステムや機能を取り巻くステークホルダーやデータの繋がりによって形成されるエコシステムとプラットフォームに着目し、その中でのスマートビルについて言及する。

スマートビルの領域においては、ビルを取り巻く空間や業務のデータが自由に活用できるようになることで業務の自動化領域の拡大による省人化やランニング費用の低減、タイムリーなサービス内容のカスタマイズといった既存の業務やサービスが見直し容易になると考えられる。それらを実現するためには、エコシステムやプラットフォームの根幹となる協調領域の定義が非常に重要となる。

##### 3.1.1. 協調領域がもたらすステークホルダーへの影響

設備・システムメーカーやアプリ・サービス事業者は協調領域を利用することで開発工数をサービスやアプリケーションの根幹部分に集中することができ、マンパワーの集約によって品質の向上や提供価格の低減などが期待できる。また、多種多様なデータを利活用することができるため、特定の領域に限定されない新たなサービスを生み出し易くなる。

ビルオーナーはサービス市場の拡大が進めば協調領域を取り入れたスマートビルを建設することで、スマートフォンのようにビルのサービス・アプリケーションをカスタマイズできる。さらに、スマートビルを取り巻くニーズを反映してアプリケーションを切り替えることで、ビルユーザーに対して有意義なサービスを継続的に提供でき、ビルの資産価値向上をもたらすと同時にビルの陳腐化を防げる。

ビルユーザーは空間固有のサービスを受けることが可能になるため、従来よりも外出する機会が増加し、様々なサービスや人々と関わることで、新しい気づき・経験を得ることが可能になる。

### 3.1.2. 協調領域の実現に必要な要素

協調領域を根本から支えるデータに関しては、統一された様式と考え方でデータの意味を正しく抽象化したデータモデルを定義する事が重要である。また、定義されたデータモデルをデータカタログとして整備しユーザーに提供することで、協調領域内の様々なデータの中から必要となるデータに対して容易にアクセス可能となる。

一方、データの入出力を行う各インターフェースは、機能要件を整理した上で API として規定することが必要となる。なお、データカタログや API に関しては、開発者向けにドキュメントや SDK(Software Development Kit)の整備を行うことで既存システムとの相互接続や新規サービス・アプリケーションの開発を促進できる。

そうして開発されたスマートビル向けのサービスやアプリケーションを集めたマーケットプレイスを開設・運営することは、ビルオーナーとサービス・アプリケーションのマッチング機会の増大や、市場の拡大に対して効果的といえる。

また、それぞれのデータに対するトラストを担保し、ガバナンスの仕組みを構築することで、技術の進化に合わせて IoT や AI などの技術を容易に取り込み更新し続けられる仕組みも重要である（図 8 新たな産業創生・拡大において必要な要素）。アーキテクチャや協調領域の検討においては、これらの考え方を前提において実施した。



図 8 新たな産業創生・拡大において必要な要素

### 3.2. スマートビル・アーキテクチャの全体像

2.4.で示したユースケースのように、抽象化された空間情報と業務やサービス・アプリケーションが紐づくスマートビルを実現するためには、システムや組織、ガバナンスなど包括的な観点での検討が必要である。一方で、多くの領域でその具体的な手段やベストプラクティスが業界として確立されておらず、共通理解となるアーキテクチャが形成されていない。本節では、スマートビルを実現するアーキテクチャについて、検討に必要な観点の全体像についてまとめている。

アーキテクチャの検討に際しては共通の目標や指針を持つことが必要であるが、本ガイドラインの3.3.スマートビルの要求事項 や3.4.スマートビルが満たすべき性質 において、スマートビルの基本的な要求事項や方針、また有すべき性質を設計の原則として整理している。

#### 3.2.1. システムアーキテクチャについて

システムの観点では、基本的な設計思想としてスマートビルシステムの全体構成図や、各構成要素、及びその機能の整理が必要なことに加え、共通の仕様によってシステム間の相互接続を実現するための協調領域を制定することが不可欠である。システムアーキテクチャガイドラインではビルOSを中心としたスマートビルのシステムについて、データモデルやインターフェースも踏まえて整理を行っている。

#### 3.2.2. 構築運用プロセスについて

構築と運用のプロセスとその担い手の観点では、既存のステークホルダーに加えて、デジタル技術に詳しくデータマネジメントに携わるような新たな権能や機能を持った主体が必要になる。構築・運用ガイドラインではMSI (Master System Integrator)として、建設プロセスの最適化やシステム運用を担うものとして提案している。

#### 3.2.3. データガバナンスについて

ガバナンスの観点では、データ利活用の前提としてデータにまつわる権利・責任・プライバシー保護の考え方や品質特性が整理されている必要がある。データガバナンスガイドラインでは、上記の項目に関して参照すべき他のガイドラインや、その中で特に検討すべき重要事項についてまとめている。

### 3.3. スマートビルの要求事項

スマートシティ及びデジタル社会の実現と持続的な産業振興のためには、スマートビルを中心とした新しい産業エコシステムが必要であり、その成立要件としてビル間の相互接続性やシステム互換性によるサービス継続性の確保や活発なデータの流通、利活用、そして人中心としたサービスの展開が不可欠である。この新しい産業エコシステムによって多くの企業のサービス開発参加が促され、品質やコスト競争力の向上が期待される。これらの要件を満たし、スマートビル実装の前提となる要求事項として以下を提案する（図 9）。



図 9 スマートビルの要求事項

#### 3.3.1. 体験価値を考慮すること

人々の主要な生活基盤であるビルにおいては、単に「モノ」としてのビルの機能が向上するだけではなく、人を中心とした体験としての「コト」の価値が提供されなければならない。

Bali らは「Smart Building Design(2019)」 [30]で、スマートビルのアプリケーションは、個別性が高く汎用性だけを考慮に入れられないと述べており、入居者に受け入れられるためには、最初にインストールされ最適化した機能だけでなく、様々な状況で個々のユーザーの行動パターンに対応できる必要があること、UI (User Interface)/UX (User Experience : 体験価値) が重要な要素であることを指摘している。

このように、スマートビルはトレンドに合わせて UX やサービスの見直し、アップデートを実行可能なことが肝要である。また、体験価値はビルの入居者や就業者などのビルユーザーや、ビル管理者だけに留まらず、全てのステークホルダーに対して追及されるべきである。

#### 3.3.2. 協調領域を持つこと

スマートビルを新しい産業エコシステムを構成するモジュールと捉えると、ビル間の相互接続性やシステム間の互換性を担保することが中核的な要件となる。一方で、連携しう

るシステム全てに対して個社個別の作りこみでこれを実現しようとする、社会全体で非現実的なコストがかかってしまう。このコストを実現可能な域まで低減するために、スマートビルは疎結合のシステム構造と、標準化され公開された技術仕様を含んだ協調領域を持たなければならない。

スマートビルのシステム構造は、ビルの躯体や設備、センサなどのフィジカルアセットを表すフィールド層、ビル OS 等のシステムによってフィールド層から送られたデータを抽象化しデジタルアセットとして管理や保存を行うデータ連携層、収集されたデータを用いてサービスを行うアプリケーション層の 3 レイヤーによって抽象化される。(図 10)

レイヤー構造による設計と適切な協調領域の設定を行うことで、アプリケーションの動作において共通的に活用可能な機能が提供され、システム開発におけるコストを軽減する。さらにインターフェース等を対象に協調領域が設定されていれば、ビルの相互接続性が向上し、システム連携やシステム拡張を促進する。例えばビル OS がアプリに提供する API やデータモデルが統一されることによって、アプリケーションの開発効率が向上するとともに、ビル OS をまたいだデータの利活用といったサービスの高度化や、アプリケーションの後発的な追加によるビルのアップデートを実現する。図 10 さらに、疎結合な構成と協調領域の業界全体への波及によって参入障壁が大きく下がるため、スタートアップなども巻き込みながらサービスの競争を加速させることが期待される。

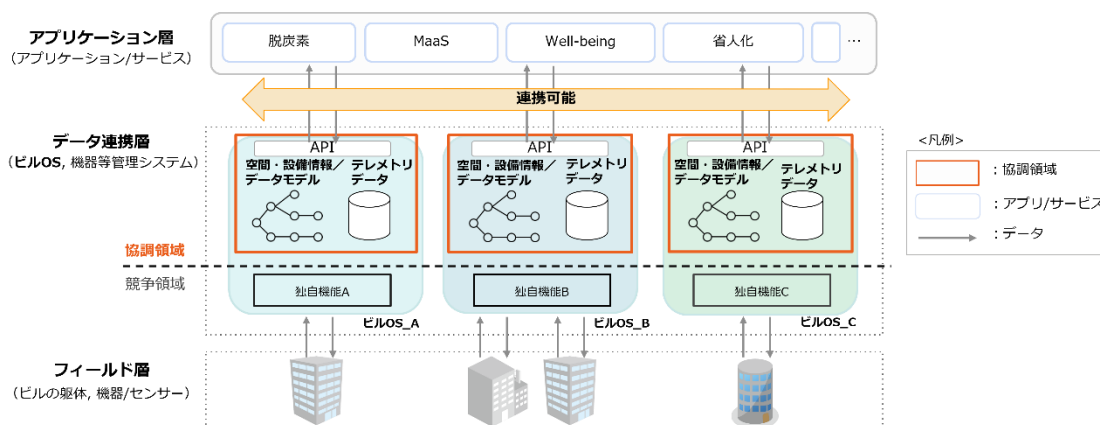


図 10 スマートビルのレイヤー構造と協調領域の例

### 3.3.3. データドリブンであること

スマートビルでは、積極的なデータの利活用を促進するために、得られたデータを起点にして、サービスの向上や適切な意思決定が可能になることを求められる。例えば、これまでに蓄積したデータを利活用することで、AI の機械学習の精度向上や、設備の故障予知、都市開発やモビリティのシミュレーションなどを可能にする。

ビル設計・施工や運用においては、予め設定した KPI(重要業績評価指標)に基づき、設計・施工時のデータや運用で得られたデータを利活用することで、機器更新や改修、運用改善に関する判断をより適切に行うことが可能となり、ビルの継続的な機能向上を実現する。

そのためには、スマートビルやスマートシティにおけるビッグデータの利活用を可能にしなければならない。データサイエンティストなどがガバナンスに則って適切にデータを利活用できるデータ連携基盤を有することで、地域横断のエリアマネジメントや防災対策などを、データに基づいて分析・判断することが可能となる。

また、AI や機械学習によるデータ利用を促進するために、アプリケーションからビルにどのようなデータがあるか識別可能であり、データ品質を一定以上に保つことが必要である。データが AI 入力等の特徴量としてそのまま活用されることで、分析の精度や学習のコストが改善し、継続的なビル機能向上を実現する。

### 3.4. スマートビルが満たすべき性質

本節では、スマートビルが有すべき特徴的な性質として、6つの性質を解説する。これらの性質は、上記の原則に加えて、スマートビルの代表的なユースケースを分析して導出した結果や多様なステークホルダーの意見等も踏まえて、整理した。各性質を発揮させる手段については、要件に応じて様々な実装方法が認められる。なお、通常の建築物並びに IT システムとして満たすべき性質についても考慮が必要である。

#### 3.4.1. 相互運用性

- (1) 人・モノ・都市インフラ・他のスマートビルなど、ビル外部のシステムとスマートビルが相互にデータの要求や返却を行い、ビルにまつわるデータ流通を促す。スマートビルでは図面、設備台帳の情報や BIM、シミュレーション結果やコミッショニング計画などの設計や施工における成果物、また設備や IoT のテレメトリデータなどから構成されるデジタルツインの情報が提供される。また都市 OS や PLATEAU<sup>3</sup>、不動産 ID<sup>4</sup>などの外部システムの情報も参照、連携し、サイバー空間におけるシミュレーションの精度を高める。
- (2) ビル外部のシステムがスマートビルの管轄するフィジカルアセットに対して制御要求を行い、システムの連動によってサービスの高度化を促す。配送用ロボットによる

---

<sup>3</sup> 国土交通省が主導する 3D 都市モデル整備・活用・オープンデータ化プロジェクト

<sup>4</sup> 国土交通省が定める「不動産を一意に特定することができる ID」

ビルのセキュリティゲートやエレベーターに向けた制御要求や、省エネアプリやエリアマネジメントシステムによる空調や照明への節電制御の要求などに対応する。

#### 3.4.2. 互換性

- (1) スマートビルを構成するサービスやフィジカルアセットを置き換えても同様に動作する。従来のビルとは異なり、フィジカルアセットの置き換えだけではなく、インターフェースやデータモデルの共通化などにより、導入するアプリケーションやビルOSの機能モジュールの置き換えにも容易に対応する。
- (2) サービスを構成するシステムのパッケージ化がなされ、アプリケーションの再利用を可能にするポータビリティ(可搬性、移植性)を確保する。例えば、エネルギーマネジメントサービスを利用しているビルオーナーは、データの互換性を保ったまま、新たなサービスに移行することが可能となり、テナントとして入居している企業は、移転した先でも同じサービスを使えるようになる。

#### 3.4.3. 拡張性

- (1) スマートビルは機能をモジュール化することで、柔軟に機能追加することが可能となる。またハードウェアのライフサイクルよりも早く、ソフトウェアの改修によるビル機能の継続的なアップデートが可能であり、社会や人々の要請に適応し続ける。
- (2) ビルに存在する設備機器などの各種フィジカルアセットを適切に抽象化しデータモデルとして規定することで機器追加や変更時に関連するソフトウェアやサービスの影響範囲を限定することができる。その結果、改修範囲を狭めることができ、従来よりも少ない工数でハードウェアの更新に対応することが可能となる。

#### 3.4.4. 信頼性

- (1) スマートビルを構成する各システムは、一定の条件下において、要求された機能を継続的に動作させることが可能である。バックアップや冗長化などの仕組みを備えることで、システム全体としてフォールトトレランスや回復能力を担保し、障害が発生した場合においても、安定的に動作し続けることを実現する。また、不正アクセスや攻撃、ウイルス感染などを防止するため、堅牢なセキュリティ対策を講じる。
- (2) ビルに存在する各種フィジカルアセットは、ビルOSやアプリケーションなどのシステムで障害が発生した場合においても、フィールド層で要求される最低限の役割を果たし続ける。例えば、空調・照明・入退室、防災・防犯に関しては、システムの状態

に関わらず、フィールド層のローカル制御だけで発停等の機能を継続できるようにする。また、各フィールド層の主要機器については適切な管理権限者を有する者のみがアクセスできるセキュリティゾーニングを行い、悪意ある第三者が近づけないような物理的対策を講じる。

- (3) システムが取り扱うデータ自体の品質を担保する仕組みを備えている。データの正確性や完全性などを担保することで、データを利活用するサービスの品質を向上させる

#### 3.4.5. 持続可能性

- (1) 企画・設計・施工・構築・管理運用・更新の体制が整備されており、プロセスの改善・最適化、データガバナンスの在り方を含めて持続的な管理運営を行う。これによりスマートビルの長期運用・維持コストを最適化する。
- (2) 自己点検機能、故障診断機能などの保守性を高める機能を有している。
- (3) ネットワーク、パフォーマンス、セキュリティ等が容易に管理・設定できることなどの管理性を高める施策を講じている。例えば、運用にまつわる各種 KPI が設定され、データによってそれがリアルタイムに把握可能となることで、具体的な改善のためのアクションが継続的に行われる。

#### 3.4.6. オープン性

建物関連データやインターフェースなどに対してアクセス権限・公開範囲の設定機能を有し、アクセス制御を前提とした外部へのデータ共有機能を有している。ビルオーナーや管理者が利用すべきデータと、設計者や施工者、サービスプロバイダーが必要とするデータは、それぞれが認証・認可の仕組みによって権限管理をすることで、適切な権限を有する利用者が許可された範囲内でデータにアクセスできることを担保する必要がある。

### 3.5. スマートビルの実現で期待される効果

要求事項と性質が満たされたスマートビルによって期待される効果を図 11 に示す。協調領域を規定することでデータを横断的に利活用することが容易になり、アプリケーション開発の参入障壁が低くなる。それに伴い、多くのサービスが生まれることで、①コスト削減、②キラーアプリの創出、③DXの推進、④ネットワーク効果をもたらす。

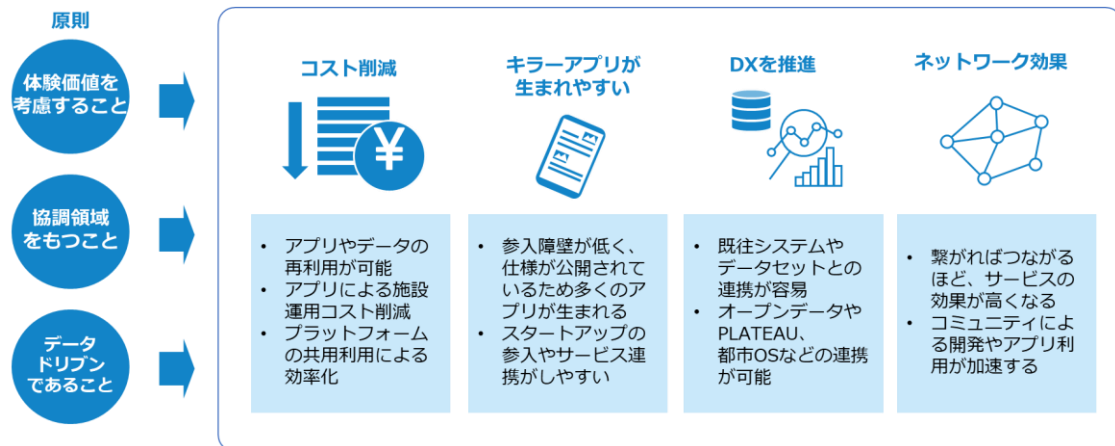


図 11 スマートビルの実現によって期待される効果

4つの効果について、より具体的なメリットの例を図 12 に示す。

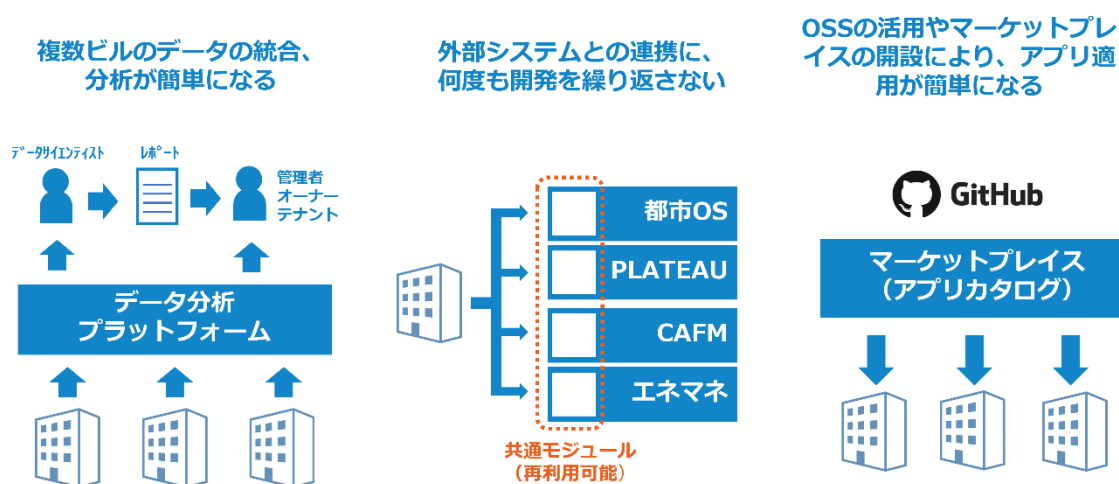


図 12 スマートビルのメリットの例

図 12 の左図ではデータ分析プラットフォームが複数のスマートビルのデータを利用する例を示しており、データドリブンなサービスがデータモデル等の協調領域に従うことで最適な運用形態が取られている。データの取得方法やデータモデルが共通になっている（相互運用性やオープン性が確保されている）ため、複数ビルでの統合的な分析が可能で、データサイエンティストなどが容易に関与し、更なる省エネの提案などにつなげることが可能となる。現状では、各社でデータのフォーマットや取得周期などが個別に定義されており、統一的分析や精緻なコミッションング、事前のシミュレーションとの妥当性検証などが難しいという課題がある。スマートビルでは、データの品質についてデータ活用者

と提供者で予め合意がされ、仕様に則ったシステムが調達される（データの信頼性が確保されている）ため、エネルギーマネジメントが容易かつ AI や統計分析によるレポート作成などが自動的に行うことができる。（プロセスとして持続可能性を有している）

図 12 の中図、右図では、共通モジュール化によるメリットを示している。都市 OS や PLATEAU、企業が既に利用されている CAFM（Computer Aided Facility Management）や会計システムとの連携のためのモジュール・ライブラリが共通化され、再利用することができる（拡張性や互換性が確保されている）ために、データのマッシュアップが進む。それらのソフトウェアは、マーケットプレイスや OSS などのプラットフォームで管理されることで、容易にサービスを導入することや、機能拡張が可能となる。

### 3.6. スマートビル実現のための実装指針

スマートビルの設計原則を満たすため、今後検討すべき領域について図 13 に整理し、実装の指針を示している。これらの領域はアーキテクチャの考え方をういて今後必要と仮定されたものであり、具体的な実装においては、それによって要求事項を満たすと同時に、3.4 節の性質を発揮するようなものでなくてはならない。各ガイドラインでは一部の領域を実現する仮説や基本的な考え方を整理しており、一部は本項にて検討すべき内容を整理している。

なお、各領域は、本ガイドラインの発行時点での検討状況を踏まえて記載している。そのため、要素の追加、削除、更新といった全体の整理を含めて将来的な検討事項として取り扱っていくとともに、記載済みの仮説や考え方に対しても、今後の詳細検討の結果に応じて記載を改めていく方針である。

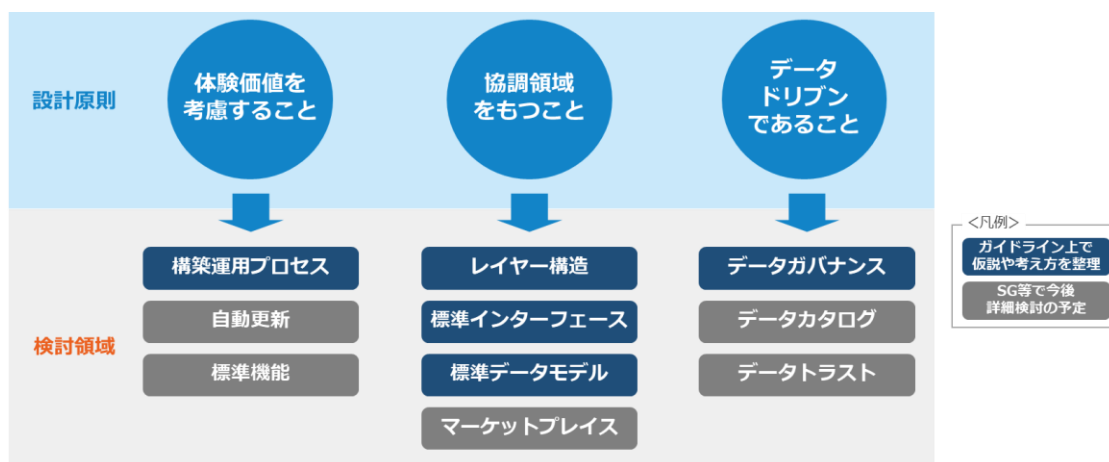


図 13 スマートビルの検討領域

### 3.6.1. 体験価値を考慮することに対する検討領域

#### 1) 構築運用プロセス

MSIの機能に基づいて体制とプロセスを整備する。ユーザーの期待に応えるような価値の提供とともにビルをアップデートし続けるため、従来からの体制やプロセスを見直し、適切にプロジェクトを進める必要がある。

#### 2) 自動更新

多様化するユーザーからの期待や要求に応じられるように、ビルのシステムをアップデートする仕組みを整備する。本論点は将来的な検討事項として詳細化していく。

#### 3) 標準機能

アプリケーションのインストールや分析などの使い勝手が高められるような、標準機能を整理する。誰もが使う共通的な機能が標準化され、価値の創出に集中可能なようにする必要がある。本論点は将来的な検討事項として詳細化していく。

### 3.6.2. 協調領域をもつことに対する検討領域

#### 1) レイヤー構造

システムやサービスの相互運用性や互換性を高めるために、疎結合なアーキテクチャ構造を規定する。従来のようにビルのフィジカルアセットとシステムやサービスが密結合するのではなく、データ連携層としてのビルOSを介する3層構造のアーキテクチャとすることが必要である。

#### 2) 標準インターフェース

システムやサービスの再利用性を高めるために、標準となるインターフェースを規定する。標準インターフェースによってシステムのサイロ化を防ぎ、同時にスマートビルのサービス開発を効率化する。

### 3) 標準データモデル

データをシステム間で連携可能にするために、標準となるデータモデルを規定する。共通の概念や語彙によってデータを記述することで、システムにおけるデータの解釈が容易になり、データの利活用性を高めることができる。また、ビル内のコントロール対象（設備機器や空間自体などの各種アセット）を適切に抽象化する事により、アプリケーション開発の最適化やプログラムの再利用を促進する。

### 4) マーケットプレイス

アプリケーションの安全性と流通を高めるために、共通のアプリケーション基盤を整備する。安全かつ容易にビルへのアプリケーション適用を行うため、アプリケーションとビル OS 等の連携基盤間の相互運用性や安全性・信頼性を認証する基盤と、アプリケーションを選択できるカタログ機能を併せ持った業界共通の仕組みが必要である。また、マーケットプレイスの活性化にはマーケットプレイス内で選択できるアプリケーションや設備システムの充実が不可欠と考える。よって、アプリケーションや設備システム開発者向けにスマートビル用の開発プラグインやテスト環境、開発者コミュニティといった開発に関わる周辺環境の整備を併せて検討を進めていく必要がある。本論点は将来的な検討事項として詳細化していく。

## 3.6.3. データドリブンであることに対する検討領域

### 1) データガバナンス

データマネジメントを行う上で必要なデータの品質について保証する範囲や、運用する上でのポリシーやプロセス等を取り決める。データ活用が適切かつ効果的に行うため、データの保護や保証の範囲は関係者間の契約を通じて行う必要がある。

### 2) データカタログ

利用及び連携するデータの項目や構造を業務やドメインごとに整理する。システム間のデータ流通を促すために、連携するデータの項目は、利用するスキーマや識別子を含めて明確にする必要がある。本論点は将来的な検討事項として詳細化していく。

### 3) データトラスト

データの信頼性を高め、データを検証する仕組みを整理する。データの発生から変換、保存、利用といった一連のフローの中で、その信頼性を担保する仕組みを検討する必要がある。本論点は将来的な検討事項として詳細化していく。

#### 3.7. ステークホルダーに求められる要件

設計原則並びにスマートビル・アーキテクチャの論点を踏まえ、各ステークホルダーに対して具体的に求められる要件を表 8 に整理している。なお、表 8 に記載している内容は、本ガイドラインの発行時点で検討が進んでいる領域（図 13 の「ガイドライン上で仮説や考え方を整理」に分類されている 5 項目）が中心であり、今後の検討状況を踏まえ、追加していく予定である。

なお、スマートビルの構築や運用においては、ビルの設備システムからデジタル技術まで多岐に渡る専門知識を背景に、ビル全体のサービスを企画、設計、運用、更新するような新たな権能や機能を持った主体が必要である。この主体やその主体が担う機能を MSI と定義しているが、MSI の機能はどの事業者にも自由に分担しうるものとして、各ステークホルダーに求められる要件には含めていない。MSI の詳細な機能については構築運用ガイドラインを参照すること。

表 8 各ステークホルダーに求められる要件

分類	要件
共通	スマートビルの構築・運用プロセスに準拠していること
データの活用者	データ取得リクエスト時に標準化された API に従っていること
データの仲介者	ビル OS はレイヤー構造のアーキテクチャであること
	データの提供レスポンス時に標準化された API に従っていること
	データが標準化されたデータモデルに従って構造化されていること
	ビル OS は求められる所定の機能を有していること
データの提供者	仲介させるデータについて、品質を保証する範囲を取り決めること
	取り決められたデータ品質に則ってデータを仲介すること
	利用者データを標準的なポリシーに則って扱うこと

#### 4. スマートビルの社会普及におけるコンセプト

前章にて、スマートビル自体のビジョンやその設計原則や性質などについて述べた。本章ではスマートビルを普及及び社会実装させるための基本的なコンセプトについて、ステークホルダーとスマートビルに関連性を含めた将来像と共に示す（図 14）。

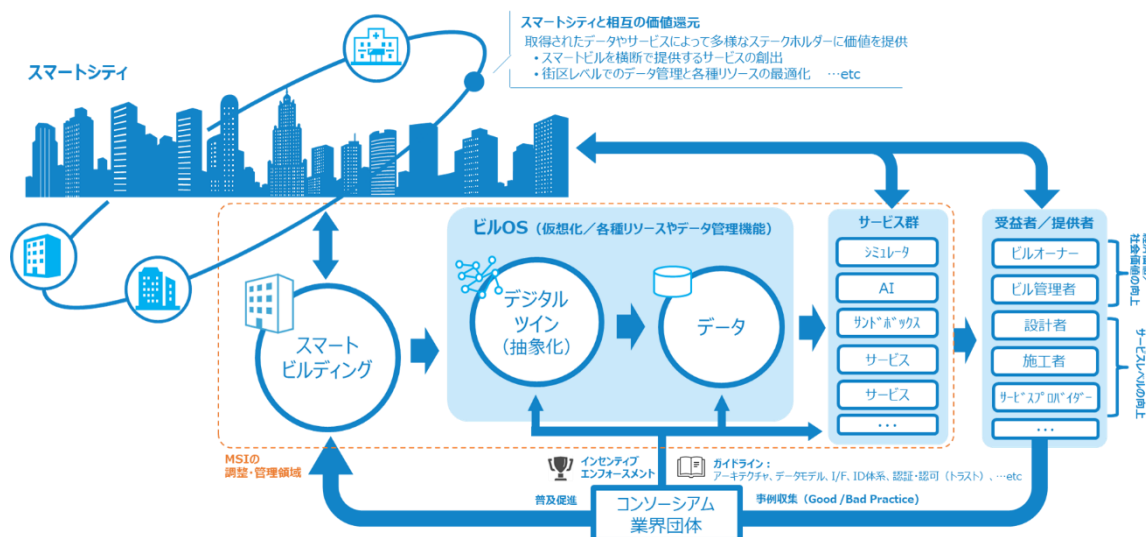


図 14 スマートビルの社会普及におけるコンセプト

スマートシティの構成要素であるスマートビルは、データ連携基盤であるビル OS を有しており、そこには物理空間における多様なアセットが抽象化されたデジタルツインが構成されている。都市 OS などのプラットフォームはデジタルツインを介して複数のビルのリソースにアクセスし、空間や設備、エネルギーなどの利用状況を把握することに加え、設備の制御を行うことも可能である。スマートビルは都市が空間にアクセスするためのインターフェースとして機能し、都市レベルでのサービス提供によって地域活性化などの価値が社会に還元される。また、ビル OS を介して生まれたサービスは、ビルオーナーや管理者にとっては、賃料や店舗の売上増、管理コスト削減といった経済価値、ビルユーザーや来訪者にとっては、安心安全・健康や快適性といった社会価値に還元される。一方で、設計者や施工者、メーカーやサービスプロバイダーは得られたデータを用いて自身のソリューションやプロセスの高度化・最適化を行う。アクセス制御など適切に行う必要があるが、そうした性質によって、ビル OS はデータ活用のためのコモンズとなり、データドリブン社会の実現が加速する。

これらの仕組みを実現するためには、スマートビルやプラットフォームとしてのビル OS の適切な事例の収集・発信、デジタルツインやデータやサービスを構築、利用するためのガイドラインの発行、更には政府と連携することで表彰や補助金などのインセンティ

ブ、規制をはじめとしたエンフォースメントの制定とともに、それらを推進する業界団体の組成が必要になると考えられる。本ガイドラインは上記を実現するための1要素としての位置づけである。

## 5. Appendix

スマートビルの参考情報として、海外においてスマートビル認証を獲得している代表事例について取り上げる。海外においては、ファシリティマネジメントを実現する総合的なインフラとしてビル OS の開発と導入が進んでおり、国内も進出を始めているプロダクトも存在するが、導入においては提供体制やローカライズなどの課題があるものも多い。

### 5.1. The Hickman

#### 1) 概要

The Hickman はイギリスで一番のスマートビルと呼ばれており、2020 年に竣工した。デジタルツインとワークプレイスアプリを連携している点に大きな特徴があり、ビルユーザーの職場体験を向上させるため継続的なイノベーションを目指している。 [31]

The Hickman は SmartScore の世界初の PLATINUM を取得している。また、イギリスの建築研究財団が開発した環境評価システムである BREEAM においては Excellent の評価となっており、国内の優れた都市計画や創造的な開発に対して表彰される Building London Planning Awards も受賞している。 [31] [32]

#### 2) 基本情報

表 9 The Hickman の基本情報

項目	内容
所在地	イギリス-ロンドン
竣工年	2020 年 9 月
用途	事務所
延べ床面積	7212 m <sup>2</sup>
デベロッパー	Great Portland Estate

#### 3) 提供機能

The Hickman のデベロッパーである Great Portland Estate (GPE) は sesame と呼ばれるワークプレイスアプリケーションを開発しており、ビルユーザー向けに様々な機能を提供している。例として、空気質のチェックや照明や温度など環境制御サービス、オフィススペースを最適化するための人流計測と統計分析、リアルタイムエネルギー分析などがある。

ビルの利用者は、家を出る前にデスクの予約を行い、空気質チェックをしながら、最新の交通情報をもとにしたピーク時間の回避、雑誌の無料閲覧、カフェでのコーヒーの事前注文、周辺施設の情報確認などのサービスを利用することができる。 [33]

また、ビルのデジタルツインを構築し、建物管理システムと統合することで高度な管理を実現している。 GPE は 2030 年までに炭素排出量ゼロを目指すという野心的な目標を掲げており、そのためセンサ情報を基にビル設備利用を最適化することでエネルギーや管理コストの削減を行うとともに、利用者や管理者の満足度を高く維持し、職場環境の向上を目指している。 [34]

## 5.2. The Bridge

### 1) 概要

The Bridge はポーランドで竣工予定の超高層オフィスビルであり、Signal OS と呼ばれるビル OS を活用したビル管理に特徴がある。中央ヨーロッパ、東ヨーロッパで初めて SmartScore のプラチナ認証を取得する予定のビルであり、その他 BREEAM、WELL 認証、Green Building Standard といった各種認証を取得している。 [35]

### 2) 基本情報

表 10 The Bridge の基本情報

項目	内容
所在地	ポーランド-ワルシャワ
竣工年	2023 年予定
用途	事務所
延べ床面積	約 47000 m <sup>2</sup>
デベロッパー	Ghelamco

### 3) 提供機能

Signal OS は The Bridge のデベロッパーGhelamco によって独自に開発されたシステムであり、各種設備やシステムを接続し、データを集約してビルの維持管理プロセスの最適化を行う。システム連携以外にも、ビルへのアクセス制御（入退予約）やデスクや会議室予約、テナント管理やメンテナンス業者などのベンダー管理、エネルギー管理などの機能、

それら进行操作するためのインターフェースを有しており、エレベーターや電気自動車などとの連携も可能である。

設備制御においては、特に水の消費削減や、モニタリングによる高度な空気質管理などを行っている。また Signal OS にはカードキーレスでの部屋の移動や、部屋、デスク、駐車スペースの予約などが可能なモバイルアプリケーションも含まれている。 [36]

### 5.3. Paya Lebar Quarter

#### 1) 概要

Paya Lebar Quarter はシンガポールで Lendlease によって開発された多目的の複合施設であり、住居、オフィス、商業施設、公園の4つのセクションで構成されている。これらは iviva の手掛ける Open Building System Integration (OBSI) と呼ばれる単一のプラットフォームによって運営されており、3D BIM モデルと統合して各建物のデジタルツインが構成されている。 [37]

シンガポールの建築建設省 (Building and Construction Authority) によって開発運用されている Green Mark 認証 [38] では最高評価である Platinum を取得しており、建物の環境への影響と性能が評価されている。 [39]

## 2) 基本情報

表 11 PayaLebar Quarter の基本情報

項目	内容	
所在地	シンガポール-シンガポール	
Tower 1	竣工年	2018 年
	用途	共同住宅
	延べ床面積	約 31000 m <sup>2</sup>
Tower 2	竣工年	2019 年
	用途	事務所
	延べ床面積	約 51000 m <sup>2</sup>
Tower 3	竣工年	2019 年
	用途	商業施設
	延べ床面積	約 29000 m <sup>2</sup>
デベロッパー	Lendlease	

## 3) 提供機能

OBSI プラットフォームによるデジタルツインは各建物の物理的な空間、機器、システム、およびインフラストラクチャプロセスを含むデジタルのレプリカであり、状態ベースでのシステムメンテナンス、アラート、ダッシュボードなどによって、運用・保守の業務を高度に行う。各施設、設備の状況が一元管理されていることで、例えば異常が発生したときにデジタルツイン上でどのフロアに異常があったかを検知できる。また各設備の持っている状態を把握することが可能であり、例えば空調の設定温度や CO2 の排出量をデジタルツインから確認、管理することができる。 [37]

## 6. リファレンス

- [1] 内閣府, スマートシティリファレンスアーキテクチャ, <https://www8.cao.go.jp/cstp/stmain/20200318siparchitecture.html>.
- [2] 内閣府, “Society 5.0,” [オンライン]. Available: [https://www8.cao.go.jp/cstp/society5\\_0/](https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/).
- [3] 環境省, ZEB とは?, <https://www.env.go.jp/earth/zeb/about/index.html>.
- [4] 中西泰人, スマートシティとポスト人間中心デザイン, 2021.
- [5] 山. 対馬義幸, 梅田センタービル物語, 彰国社, 1988 年 4 月.
- [6] ISO, ISO16484-1:2010, 2010.
- [7] Commiteee, BACnet, About BACnet, <https://bacnet.org/about/>.
- [8] LonMark, ISO/IEC series of standards, <https://www8.cao.go.jp/cstp/stmain/20200318siparchitecture.html>.
- [9] ジョンソンコントロールズ, “ジョンソンコントロールズ、マイクロソフトの機械学習を活用した不具合検知（FDD）システムを開発,” [https://www.johnsoncontrols.com/ja\\_jp/media-center/news/press-releases/2018/07/09/-/media/ca8ea5071a7a4fbe83c7b62b7c939b94.ashx](https://www.johnsoncontrols.com/ja_jp/media-center/news/press-releases/2018/07/09/-/media/ca8ea5071a7a4fbe83c7b62b7c939b94.ashx), 2018.
- [10] Microsoft, Azure Digital Twins, <https://azure.microsoft.com/ja-jp/products/digital-twins>.
- [11] memoori, The Internet of Things in Smart Commercial Buildings 2020 to 2025, memoori, 2020.
- [12] G. B. JAPAN, WELL とは, [https://www.gbj.or.jp/well/about\\_well/](https://www.gbj.or.jp/well/about_well/).
- [13] G. B. JAPAN, 日本の WELL 認証・WELL Health-Safety Rating 認定プロジェクトリスト, [https://www.gbj.or.jp/well/about\\_well/certified-projetcts/](https://www.gbj.or.jp/well/about_well/certified-projetcts/).
- [14] 経済産業省, ロボットフレンドリーな環境の実現に向けた取組が加速しています, <https://www.meti.go.jp/press/2022/10/20221005001/20221005001.html>, 2022.
- [15] 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>, 2020.
- [16] 内閣府, スマートシティ・ガイドブックの作成について, [https://www8.cao.go.jp/cstp/society5\\_0/smartcity/index.html](https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/smartcity/index.html), 2021.
- [17] 環境共創イニシアチブ, 令和 4 年度 ネット・ゼロ・エネルギー・ビル（ZEB）実証事業, [https://sii.or.jp/zeb/zeb\\_guideline.html](https://sii.or.jp/zeb/zeb_guideline.html).

- [18] 経済産業省, エネルギー基本計画, [https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic\\_plan/pdf/140411.pdf](https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/140411.pdf), 平成26年4月.
- [19] 環境共創イニシアチブ, ZEB 設計ガイドライン/パンフレット 公開について, [https://sii.or.jp/zeb/zeb\\_guideline.html](https://sii.or.jp/zeb/zeb_guideline.html).
- [20] 経済産業省, 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略, [https://www.meti.go.jp/policy/energy\\_environment/global\\_warming/ggs/index.html](https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/ggs/index.html).
- [21] 内閣官房, 「クリーンエネルギー戦略」に関する有識者懇談会, [https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/clean\\_energy\\_kondan/index.html](https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/clean_energy_kondan/index.html).
- [22] 日本エネルギー経済研究所, 「IoE 社会のエネルギーシステム」に関する研究会 運営支援及び特定調査分析業務 成果報告書 (要約版) (2021年度報告), [https://www.jst.go.jp/sip/dl/p08/report2021\\_1.pdf](https://www.jst.go.jp/sip/dl/p08/report2021_1.pdf).
- [23] 厚生労働省, 「働き方改革を推進するための関係法律の整備に関する法律」について, [https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000148322\\_00001.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000148322_00001.html).
- [24] 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO), 革新的ロボット研究開発基盤構築事業, [https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP\\_100188.html](https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100188.html).
- [25] ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会 (RRI), ロボット・エレベータ連携インタフェイス定義 RRI B00RRI B0001:2021 (Draft Rev.2.0) 公開, <https://www.jmfri.gr.jp/info/rri/1904.html>.
- [26] WildScore, SmartScore certification, <https://wiredscore.com/certify-a-building/smartscore/>.
- [27] 経済産業省, 「情報処理の促進に関する法律の一部を改正する法律」(令和元年法律第67号) が施行されました, <https://www.meti.go.jp/press/2020/05/20200515001/20200515001.html>.
- [28] 日本規格協会, JIS X 0170:2020 システムライフサイクルプロセス, 2020.
- [29] デジタル庁, デジタル田園都市国家構想, [https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/digital\\_denen/pdf/20220607\\_honbun.pdf](https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/digital_denen/pdf/20220607_honbun.pdf).
- [30] M. Bali, D. A. Half, D. Polle, J. Spitz, Smart Building Design: Conception, Planning, Realization, and Operation, BIRKHÄUSER BERLIN, 2018.
- [31] G. P. Estates, THE HICKMAN, <https://the-hickman.co.uk/>.
- [32] G. P. Estates, The Hickman, <https://www.gpe.co.uk/portfolio/the-hickman>.
- [33] G. P. Estates, The Hickman achieves WiredScore's SmartScore 'Platinum' rating, the first awarded globally, <https://www.gpe.co.uk/news-media/news/2021/the-hickman-achieves-wiredscore-s-smartscore-platinum-rating-the-first-awarded-globally>.

- [34] smartspaces, The Hickman, <https://www.smartspaces.app/case-studies/the-hickman/>.
- [35] EuropaProperty.com, THE BRIDGE OBTAINS FIRST SMARTSCORE AND WIREDScore CERTIFICATES IN CEE, <https://europaproperty.com/the-bridge-skyscraper-obtains-first-smartscore-and-wiredscore-certificates-in-cee/>.
- [36] SignalOS, SignalOS, <https://www.signalos.io/>.
- [37] iviva, Paya Lebar Quarter(PLQ) Digital Twin, Singapore - A Smart Precinct Case Study, <https://www.iviva.com/casestudies/paya-lebar-quarterplq-digital-twin-singapore-a-smart-precinct-case-study/>.
- [38] B. a. C. Authority, Green Mark Certification Scheme, <https://www1.bca.gov.sg/buildsg/sustainability/green-mark-certification-scheme>.
- [39] ARUP, Paya Lebar Quarter, <https://www.arup.com/projects/paya-lebar-quarter>.

## 謝辞

スマートビルガイドラインの作成にあたり、独立行政法人情報処理推進機構（IPA）デジタルアーキテクチャ・デザインセンターに設置した「スマートビル将来ビジョン検討会」「標準化 SG」「フィールドガイドライン検討分科会」「クラウドガイドライン検討分科会」「MSI 検討分科会」へご参加いただいた方々、及び情報提供や執筆にご協力いただいた方々へ厚くお礼を申し上げます。

## 執筆者

独立行政法人情報処理推進機構

デジタルアーキテクチャ・デザインセンター

青野 敏紀  
岡田 拓郎  
岡田 良平  
粕谷 貴司  
清國 敦史  
後藤 喬行  
中村 公洋  
那須 隆博  
野沢 直弘  
原田 晋吾  
吉田 壮志

## レビューアーリスト (五十音順・敬称略)

SB テクノロジー株式会社

エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社

株式会社大林組

経済産業省 商務情報政策局

シスコシステムズ合同会社

清水建設株式会社

ソフトバンク株式会社

ダイキン工業株式会社

大成建設株式会社

株式会社竹中工務店

株式会社東芝

東芝インフラシステムズ株式会社

日本電気株式会社

日本マイクロソフト株式会社

一宮 昇平  
中芝 孝秀  
三浦 啓祐  
山口 直之  
山本 晃  
和泉 憲明  
越地 信行  
斉藤 浩  
後藤 大輝  
小倉 孝訓  
北村 拓也  
桑山 忠弘  
大野 元嗣  
矢野 雅  
佐古田 健志  
会津 宏幸  
望月 康則  
内田 訓雄

パナソニック株式会社

株式会社日立製作所  
buildingSMART Japan  
三菱電機株式会社

三菱電機ビルソリューションズ株式会社  
森ビル株式会社

中西 進  
鈴木 勇至  
平松 勝彦  
吉村 祐一

足達 嘉信  
安達 佳明  
大瀧 尚巖  
朝比奈 努  
有山 清隆  
佐藤 芳紀

**オブザーバーリスト (五十音順・敬称略)**

大阪公立大学大学院 教授  
慶応義塾大学大学院 教授  
芝浦工業大学 教授  
多摩大学大学院 客員教授  
東京工業大学 教授  
NPO 法人ロンマークジャパン 理事長

阿多 信吾  
白坂 成功  
志手 一哉  
市川 芳明  
松浦 知史  
富田 俊郎