

寄稿：

事業者が主導するライフサイクルBIM ～ビルディングIoTのサービスプラットフォーム～

NTTファシリティーズ プリンシパルアーキテクト 横田 昌幸

Keyword：BIM, IoT, ライフサイクルBIM, CPS, Society5.0, FM, シェアオフィス, CRE, プロパティマネジメント

1. はじめに

ICTやAI, IoTなどの革新的な技術進化による産業、社会のデジタルトランスフォーメーションがいわれているが、建築、不動産の分野においてはBIM (Building Information Modeling) の活用があらためて注目されている。これまでBIMの利用は設計事務所、ゼネコンなどが中心であったのが、最近では建物所有者、運用管理者などの事業者の得られる価値に注目が集まっており、本稿では、事業者が利益をもたらすBIMのライフサイクルでの活用の可能性について述べる。

NTTファシリティーズは、建物の計画から設計、建設、維持保全、撤去に至るまでのライフサイクルで建築の業務を行ってきた。またその仕事の多くは産業建築、いわゆる生産施設で、情報インフラをつくる通信建物や鉄塔、データセンター、工場や事務所、発電所などの社会基盤をつくり、それを維持管理し機能保全を図っていくということが重要業務である。この建物を日々使うことで、事業に価値を提供している業務へのライフサイクルでのデジタル技術の活用は、極めて有用である。

BIMは設計、建設のフェーズではその効率性や品質向上などのメリットからかなり使われてきているが、FMフェーズにおいてのBIMはこれからという状況である。建築は使われて初めて価値を所有者やユーザに提供するのであって、建物完成後にいかに価値を提供し続けることができるかが大事である。建物が設計の目論見通りに完成し、長期間にわたって効率的にその機能を発揮し続けていくことに、BIM活用の可能性を見ていきたい。

2. 建物ライフサイクルでのBIMの価値

2.1 インテグレートッドプラクティス(総合的な業務実施)～建物情報共有化への道筋

BIMが注目されたのは、2004年に米国で報告された以下のレポートがスタートである。

『建築の建設プロセスにおいて、設計、施工、運用における情報連携の不備によって、毎年158億ドルに及ぶ大きな損害が生まれている。発注者はそのために予算を工面したり、工期を延長したり多くのトラブルを抱える

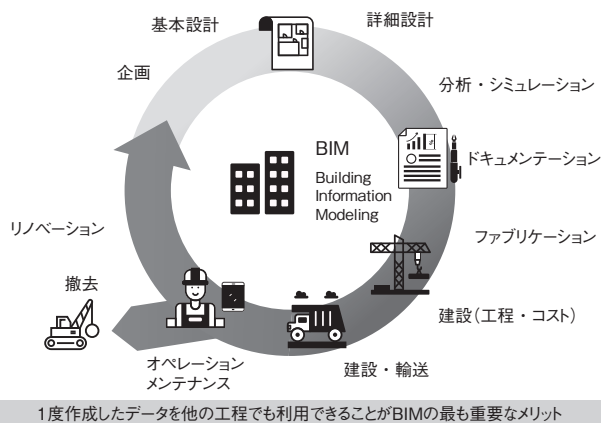


図1 建物ライフサイクルとBIM ～情報の集約と各工程での活用

ことが日常的に発生している』(米国国立標準技術研究所レポート)

建築のプロジェクトにあっては、実際多くの設計や工期の変更、中断や手戻り、工事のやり直しなどが発生しており、その理由の1つに、設計、建設段階においても運用段階においても、プレーヤーすなわち関係者が非常に多いということがある。これらの関係者間で確実に情報が共有されて、間違いや手戻りが起こらない仕組みとしてBIMが提唱された。

また建物の設計、建設、運用、改修、撤去のライフサイクルの中で、時間軸の上では建設後の運用期間は長く、維持修繕、設備更改などが繰り返されるので、建物情報がBIMによって適切に受け渡され活用されていけば、建物のライフサイクルではコスト上も大きな効果が得られると期待される。

国内外におけるBIM活用の年表をみると、2004年の報告以来、米国では公共建築を所管する連邦標準局GSAなどが先導してBIMを導入してきた。日本でも2008年頃から設計においてスタートし、近年ではゼネコンを中心とするBIM-コンストラクションに大きく進展し、最近になってJFMA(日本ファシリティマネジメント協会)からBIMガイドブックが出たように、BIM-FMへと広がってきている。一昨年、公共建築でのBIM導入義務化を決めた英国でも同様のことがいえる。NTTファシリティーズでは、2008年にNTTファシリティーズ湯島ビル



図5 BIM-FM～BIMと連携したペーパーレス日常点検

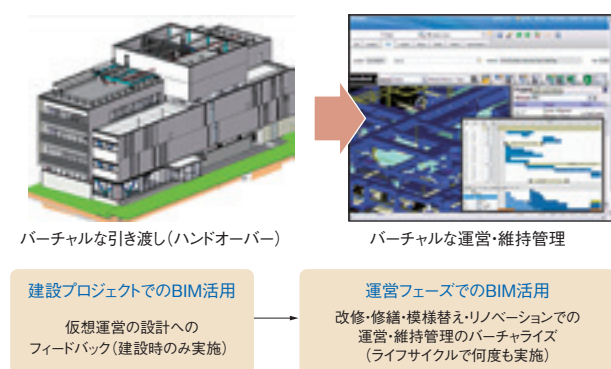


図6 BIMによるバーチャライゼーション (Virtualization)

計建設のBIMモデルをつくることとした。そのため、BIM-FMモデルの作成時において多くの建設時データの移行が可能となった。設計には設計のBIM、工事には工事のためのBIMを目的に応じ使っているため、設計・施工をBIMで行っていれば、そのままBIM-FMに使えるというわけでは全くない。この用途に応じたBIMのモデルをつくること、次のフェーズにおいて必要なデータを使えるようなデータフローの計画をあらかじめ立てることが重要である。

BIMの大きな効能として、バーチャライゼーションがある。ワークフローとしてバーチャル竣工を工事着手前に行うことで、建設シミュレーションにより手戻りをなくし、取り合いや詳細部の確認、施工手順や仮設計画による安全性リスクや工期の確認ができ、事業者としてはコストや工期の担保が得られる上に、期待すべきものが品質を確保されて提供される。また施工時データは、ライフサイクルの中では修繕、模様替工事の中で何度も活用が可能になる。

また、バーチャルな引き渡し（ハンドオーバー）により、運用、維持管理のシミュレーションを行い、問題があればそれを実建物へ反映して修正することにより、建物完成時からすぐにスムーズな建物運用が可能になる。

2.3 事業者の求めるBIM活用～既存建物ストックへの展開

英国のNBS (National Building Specification) のBIM

の定義は、建物のライフサイクルにわたって建物情報を作成し、管理するシステムであると述べており、BIMの目的は建物資産のライフサイクル全体の価値を高めることとある。特に多くの建物を所有し、管理運用している事業者、ディベロッパーなどオーナー事業者はこの点でBIM導入による利益を強く意識している。BIMのCRE (Corporate Real Estate)、プロパティマネジメント利用である。

オーナーがBIM導入で得る価値は、建物建設時には効率的に、期日通りに、性能、品質の高い建物を得ることができること、運用時には運用シミュレーションと最適制御により、少ないコストで最適な運用ができることであり、またさらに事業用の建物においては、BIMにより事業への直接的な貢献や、運用の中で新たなサービスを生むことも期待されている。

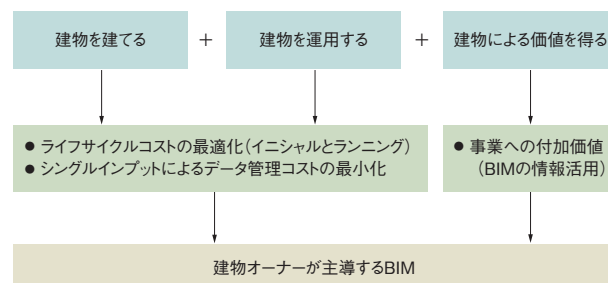


図7 建物オーナーがBIMに求めるもの

BIMの効能は運用段階においてもバーチャルシミュレーションにあり、空間情報はオフィスの空間利用のシミュレーション、ショールームの展示シミュレーションや家具レイアウトに活用したりすることができる。また、エネルギー管理や省エネルギーの見える化、災害時避難などBCP (Business Continuity Plan) のシミュレーションなどにも価値を提供する。

複数の建物を所有するオーナーにとってみれば、既存の建物もBIM化して一体的に管理したいわけであるが、管理目的に合わせて扱いやすいBIM-FMモデルをつくり、資産全体を一体でマネジメントすることも可能である。BIMデータ、機器の属性データ、コストデータから



図8 点群によるBIM～既存建物をライフサイクルBIMにのせる

中長期のライフサイクルコストの算定、修繕、更改の整備計画、投資計画も機動的に立てていくことができる。既存の建物も含めてデータ整備がなされれば、全体での中長期の投資、コストの算出も可能になり、予算措置や最適サイクル、緊急度の高い判断も容易になる。

また、既存建物の3D空間データ化は、比較的短時間に廉価に行えるようになった。レーザースキャナーにより、点群情報から扱いやすいBIM情報に簡易に転換可能である。以前、スキャナーによって歴史的建造物の電子保存ということスタートに始めた頃に比べ、コストも下がり一般的な手法になってきている。

写真映像を3次元で位置合わせして貼り付けることにより、バーチャルな現状3D空間を合成することもできる。こうして既存建物を早く安くBIM情報に移行して、ライフサイクルにおける様々なバーチャルシミュレーションが可能になった。

3. IoT, AIが拡げる ライフサイクルBIMの可能性

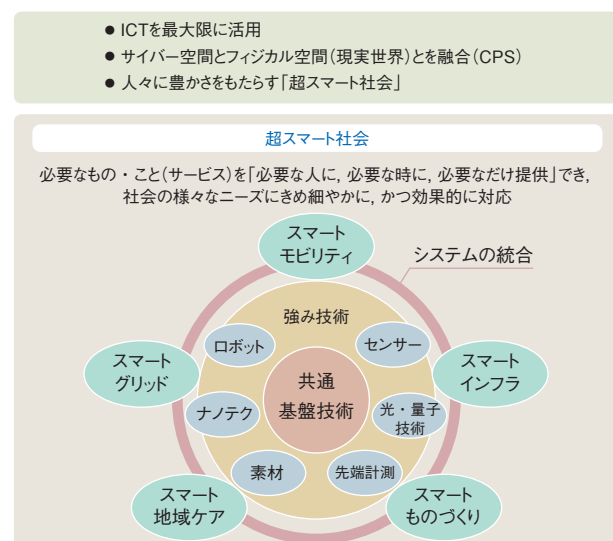
3.1 CPS (Cyber Physical System)

ライフサイクルBIM/IoTの融合

2015年からICTを社会的課題解決に最大限活用して、超スマート社会（Society 5.0）をつくろうという政策提言がなされている。この背景にはスマートフォンなどの爆発的な普及や、コンピュータのデータ処理能力の飛躍的向上で、ビッグデータを汎用AIが有効に処理できるようになったこと、情報通信コストの単価が下がり続け、情報通信量は増大し、様々なものがローコストでリアルにつながりだしたという状況がある。

スマート社会は、センサーネットワークが拡大してモ

政府の総合科学技術・イノベーション会議で検討され、2016年1月に閣議決定された、2016年度から5年間の科学技術政策の基本指針「第5期科学技術基本計画」で登場した、科学技術イノベーションが先導する新たな社会



出典：科学技術イノベーション戦略2015における重点化対象施策について（2015年9月18日 内閣府政策統括官）

図9 Society 5.0

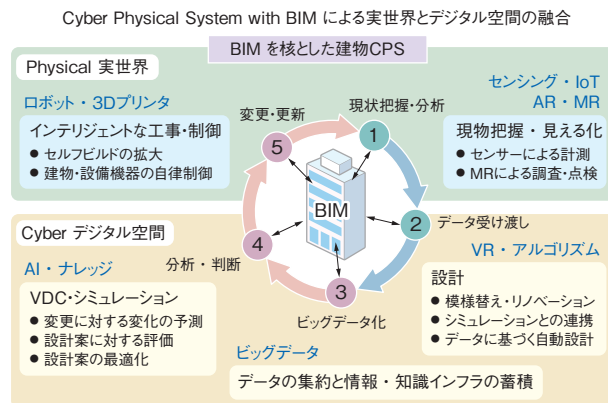


図10 BIMとIoTの融合サービスの可能性

ノとモノとがつながり、AIにより最適制御が自動的に行われ、エネルギーコントロールや安心、安全等の様々な社会的価値を生み出していくとしている。

ここでは、これからの仮想世界と現実世界との融合システムとしての姿が、CPSという概念で説明されている。

図10のように建物CPSでは、建物の実空間とサイバー空間を結びつけるハブとして、BIMをプラットフォームとして使い、現実空間に設置されたセンサーが情報を集め、サイバー世界でそのビッグデータをAIが分析して、実空間のビルシステムを制御する。サイバー空間ではあくまでモデルを扱うわけであるが、リアルと同期したモデルは、リアルと行き来して扱いやすいテレグジスタンス（デジタルツインともいわれる）となる。

BIMは通常では見えにくいデータの世界を、またリアル空間の見えない現実を見える化してくれる。IoTのプラットフォームとして、ライフサイクルBIMが使われるようになるケースが確実に増えると考えている。

3.2 IoTプラットフォームとしてのライフサイクルBIM



図11 BIMによるIoTの見える化

図11は、NTTファシリティーズのスマートビルEXPOでの展示であるが、設置した各種センサーデータをBIMモデルで見える化した事例である。今後、IoTの進展で様々なリアルタイムのセンサーデータが建物内で集めら

れていくようになるが、これをBIMで空間に紐付けして見える化しようとしたものである。

IoTのセンサー情報は、建物運用上、維持管理上、有用なデータであり、IoT・AIによるビルシステムの自動化も、FMフェーズで最もバリューを提供できる。リアルタイムで適切な温熱環境が提供されているか、建物のスペース利用状況や、設備の運転状況、エネルギーの使用状況、アラーム情報などを、リアルタイムにBIMで見える化することで、空間の利用状況に応じた効率的で省コストの建物運用、品質の高い設備運用を可能にしていく。

3.3 リアルタイムモニタリングと最適制御を

可能にするビルディングIoT

IoT・AIにより、建築の世界でもビルシステムの自動運転、建築のロボット化が進むだろう。建物は多くの建築システム（構造や外壁のシステム）、電気、衛生、機械の建築設備システム、さらに多くのサブシステムから構成されている。いわゆるビルディングシステムというもののだが、これらのIoT化、自動最適制御化は今後急速に進んでいく。現状では分散、独立したシステムであるが、IoTビルシステムはそれぞれが進化して連携するようになり、エコシステム化し、それがまた新たな総合的な価値を生む可能性もある。

IoT・AIの建物への導入は、運用、維持管理において最も大きな価値を生む。例えば建物の制御が一律のものでなく、個別の利用状況に応じて自動的に最適制御されるようになれば、ドラスタックに運用コストが下がる。分散ビルシステムが連携すればさらに効果が高い。

NTTファシリティーズで個別に開発した建物構造の安全検証システム「揺れモニ」や、LED照明の最適制御システム「FIT LC」などもビルシステム同士の連携によってさらに進化することが求められている。

BIMは位置情報、IoTは時間情報を見える化して事象共有を容易にする。BIMは建設工程を見える化して情報共有し価値を生むが、IoTは時間軸において運用工程を見える化して価値を生み出す。BIMの建物のライフサイクルでの利用を考えた場合、時間軸が入ってくるのがポイントで、時系列のモニタリングができるIoTの活用がライフサイクルでの建物運用の最適化に価値を生む。IoTの導入で、BIMは4次元目（3D→4D）の時間軸を得て、過去、現在のデータから未来の最適な制御を可能にしていくのである。これまでFMの分野では進まない状況であったBIMの進展は、IoTの導入と共に加速していくと考えている。

リアルタイムで状況把握してAIで最適制御できるIoTビルシステムは、確実に実装されていく。今後はBIMの空間情報をプラットフォームとしてIoT・AIが導入されていくことにより、建物オーナー・事業者は直接的な運用管

理上のエネルギーコストの削減や、省人化、最適マネジメントによる経済効率性のメリットを受けることができる。さらには、省CO₂の環境貢献、BCPなどのレジリエントな災害対応、また新しい収益源となるウェルネスやアミューズメントの新たなサービス開発も進み、さらに大きな経済的価値をもたらすことが期待される。

4. ライフサイクル BIM が変える 建築生産・運用のしくみ

4.1 総合的な業務実施への変化

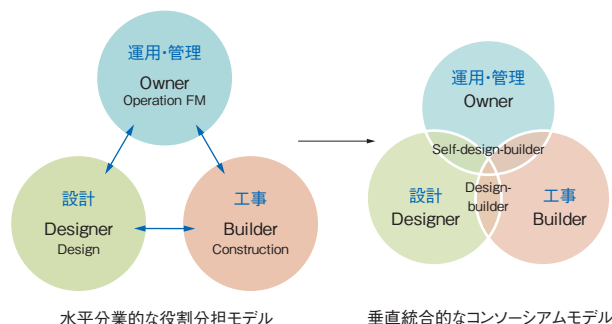


図12 ライフサイクルBIMが変える建築生産・運用のしくみ

建築の情報化、BIMやIoTの導入によって、リアルタイム情報を得る、情報をマネジメントする主体がより重要な役割を持つようになり、またその利益を得るところが中心となって連携し、一体的に建築生産や運用管理が行われる変化が起きている。最近では図12のように、これまでの水平分業から、事業者、設計者、建築工事業者がより密接に連携するコンソーシアムスタイルにあり方が変わっていく事例がみられる。建築生産のBIMの情報連携においてはデザインビルドが合理的であるし、運用まで含めればオーナー・事業者が主導するBIMが望ましく、既存建物改修などにおいてはセルフデザインビルドのような形態が増える。デザイナーも事業コンサルのような形で施主側業務に踏み込んでいくということや、専門工事会社やメーカーと直接つながって工事側業務を行い、完成物の性能責任を果たそうとするケースもでてきている。工事会社もデザインビルドの方向を指向するか、PFIやPPPの投資建設運用まで一貫して請け負うビジネスを拡大するなど事業者化しつつあり、それぞれの領域に踏み込んで垂直統合型のサービスを提供する方向にある。

4.2 We WorkにおけるBIM活用

事業者の主導するライフサイクルBIMの好例であり、事業者自らがBIMをデザイン、施工、スペース運用において事業にも一体的に活用している例として、ニューヨーク発のシェアリングオフィスビジネスWe Workの事例を紹介する。

We Workは、建物オーナーからシェアオフィスになりうる空間を借りて改変し、テック企業などのスタートアップベンチャーなどにワーキングスペースを提供する、最近注目を浴びているシェアリングビジネスである。

彼らは単にシェアオフィスとしてオフィススペースを賃貸するわけではない。スタートアップビジネスに必要なワークプレイスを提供するのがビジネスコンセプトであり、まずは高速で自由に使える情報通信サービス、いってみればサイバーオフィスを提供し、ライブラリーサービスや経済ニュースなどの情報提供サービス、さらにはくつろいだり集中したり打ち合わせしたりする様々なニーズに合った物理的なシェアスペース、顧客やビジネスパートナーとのリアルとバーチャルのコミュニケーションツール、家具や備品、オフィスサプライやフード、ドリンクのサービス、ビジネスに必要なファイナンシャルサービスまで用意されている。

注目したいのは、ワークプレイス空間のデザインと運用そのものがこのビジネスのコアになっていて、これからのライフサイクルBIMとIoTの可能性を示していることである。

We Workは、2015年にニューヨークのインテリアデザイン事務所CASEをM&Aで吸収して自らの一部とした。CASEは、設立当初よりBIMを活用して設計・建設を行っているデザインオフィスである。都心部の倉庫などの空間も、まず既存の建物空間を3Dスキャンして空間モデルをつくり、必要な空間をレイアウトしてそのバーチャルな空間に適切なコストで魅力的な材料や家具などでワークスペースをデザインする。つくりたいものはビジュアルでパートナーのつくり手達に共有される。このBIMモデルにより、明確なコストや工事スケジュールが直ちに得られ、設計図による積算、発注を介さないでスピード感あふれるオフィス開発が実行されていく。We Workは、凄まじい勢いで成長を続けている。このBIM情報は、マーケティングにも生かされる。SNSにアップされたシェアオフィスの空間情報は、顧客がバーチャルにオフィスを訪問し、ウォークスルーすることもできる。

We Workは、シェアオフィスのSelf-design-builderになっており、事業者が自ら欲しいものを差別化したデザインでつくり、ユーザの感触を自ら確認してサービス向上へフィードバックする。BIM-FMがWe Workシェアオフィスビジネスを日々成長させ変化させており、オフィスサービスユースのモニタリングがより収益性の高いスペースサービスを生んでいる。

これまで賃貸オフィスビルをつくってテナントを見つけて貸すという、スタティックな不動産ビジネスを、個々人を顧客としサービス提供を基盤とするダイナミックなオフィスシェアビジネスに変革しているのである。

5. おわりに

新大橋ビルが完成して5年が経った。当時は既存の建物もBIM化して資産管理上の一般手法にBIMを使おうという発想はなかった。この間、管理用のアプリケーションやスキャナー、全天球カメラ等の登場で既存建物をデジタルデータ化することは容易となった。建設BIMが一般化して建設時データから運用、維持管理用のデータを抽出して受け渡すことも容易となった。また、センサー技術やAIの進展で、リアルタイムに状態監視して建物状況を把握し、制御することも可能になった。新大橋ビルの経験を生かし、BIMのFMフェーズへの積極的な利用を図る時代となっている。BIMをIoTのプラットフォームとして活用し、既存建物に展開して、デジタル技術を最大限に活用した、効率的な建物建設、運用、維持管理が行われることを期待したい。

〔参考文献〕

- 1) 米国国立標準技術研究所 NIST: Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry, 2004
- 2) 森元一、松岡辰郎ほか: 建物ライフサイクルにおけるBIM活用の検討、日本建築学会学術講演梗概集, 2014.9
- 3) 村上裕樹、松岡辰郎ほか: 全天球画像とBIMデータを用いた設計方法の考案—既存建物の改修計画への活用、日本建築学会学術講演梗概集, 2017.8
- 4) 松岡辰郎、小田博志ほか: 発注者とのIPDを目的とした新築プロジェクトへのBIM導入、その1 建物ライフサイクルでの活用を前提としたBIM実施計画の策定、その2 運営及び保守性の評価を考慮した仮想引渡しの検討、日本建築学会学術講演梗概集, 2017.8
- 5) 内閣府: Society5.0「科学技術イノベーションが拓く新たな社会」科学技術基本計画, 2016.1.22 閣議決定
- 6) 産業構造審議会情報経済小委員会: 中間取りまとめ—CPSによるデータ駆動型社会の到来を見据えた変革—, 2016.4
- 7) 経済産業省: IoT, AI, ビッグデータに関する経済産業省の取組について, 2016.5
- 8) THE WALL STREET JOURNAL, Lindsay Gellman and Eliot Brown: WeWork: Now a \$5 Billion Co-Working Startup, 2014.12.15
- 9) Archi Daily, Rory Scott: As WeWork Acquires CASE, The Future of Office Design May Start Today, 2015.8.5



よこた まさゆき
横田 昌幸

NTTファシリティーズ プリンシパルアーキテクト
前 NTTファシリティーズ常務取締役建築事業本部長
一級建築士、CASBEE建築評価員
日本建築学会、日本建築家協会会員
認定ファシリティマネジャー

Synopsis

Owner Oriented BIM for Building Life-cycle use to be an IoT Service Platform

Masayuki YOKOTA

As we hear more and more of the digital transformation of industry and society by the evolution of innovative technologies such as the IoT and AI, the use of BIM in the fields of architecture and real estate is attracting renewed interest. While, at the present time, BIM is mainly used at the design and construction phase, it is anticipated that use of BIM throughout the building lifetime including the building operation and maintenance phase will be adopted as an effective asset management in the future stock era. The NTT Facilities Shin-Ohashi Building was a pioneering venture in “the use of owner-oriented BIM for the building life cycle,” a project that implemented planning, design, construction, operation, maintenance and management as an integrated process using BIM. From the experiences during the New-Ohashi Building project, we learned that BIMs required for design, construction and facility management differ depending on the purpose, so that the use of BIM for the life cycle of building is not possible unless the data flow required is planned appropriately to match applications, that visualization and virtualization by digitization is extremely effective in the performance of tasks such as information sharing and advanced studies, and that BIM also proved itself to be highly effective in improving the efficiency of facility management.

Owners are strongly interested in the application of BIM for the utilization of their assets including existing buildings. Incorporating BIM in existing buildings more than proves its worth when used for facility management and repeated repairs and renovations. Moreover, not only furnished with elements such as spatial information, but BIM will provide an additional time axis in the operation process. Use of the IoT enables analysis, evaluation and visualization of phenomena that cannot normally be observed such as temporal change, and the accumulation of such data also makes it possible to make diverse future predictions. Advances in the innovative digital technologies AI and the IoT will enable optimal automatic control matched to the real-time monitoring and the state of usage of buildings, engendering major changes in the operation, maintenance and management of buildings. Cases are emerging in which BIM is being proactively utilized for business by owners making use of such technologies. The proactive introduction by owners of technologies such as BIM and the IoT not only presents the possibility of creating new business, but also enables major contributions in areas including social safety and security, reduction of energy consumption, and the building of a low-carbon society.