

BIM の情報を連携させた建築の DX 生産とサービスソリューション

池 上 晃 司

建設会社にとっての BIM が今後、どのような位置づけになっていくのだろうか？ DX というキーワードが社会に氾濫する中で BIM のあるべき姿やどのような存在になっていくかを総括する。BIM が導入されてからの 15 年近い年月で経験したことや学んだことを活かすべく BIM を新たなステップへ導く。来るべきデジタル時代にこそ必要なコミュニケーションや人材像に加え、業務フローや新たな概念である「xR」「デジタルツイン」「ICT / センサー」「クラウド」「OS」など今後の建設会社に必要な要素を整理し、建物竣工後のサービスソリューションまでをどのように取り入れていくかを検証した。それらが各社の特色となっていく、次世代のモノづくりの魅力が隠れており、いち早く体感できることが望まれる。

キーワード：BIM, DX, デジタルツイン, xR, ICT, クラウド

1. BIM がもたらす次世代の建築生産システムについて

BIM は昨今の建設会社に導入され 15 年近い歳月が流れた。徐々に言葉としては浸透してきたが実務に展開された状態とはなかなか言いづらいのが実情だろう。しかし、日本の建設会社は数多くのプロジェクトに BIM を適用し様々なチャレンジを行ってきた。

BIM と CAD が混合された状態でプロジェクトを遂行する矛盾に近い難しさやソフトウェア固有の単語や複雑さに苦しめられた経験のある方は多いのではないだろうか。

BIM が建設業界の完全なスタンダードになる前に「DX : Digital Transformation / デジタルトランスフォーメーション」という新たな潮流が到来してしまった現状が多くの混乱や誤解の根源のように思う。本稿では BIM と DX の正常な関係やあるべき姿について述べたいと思う。

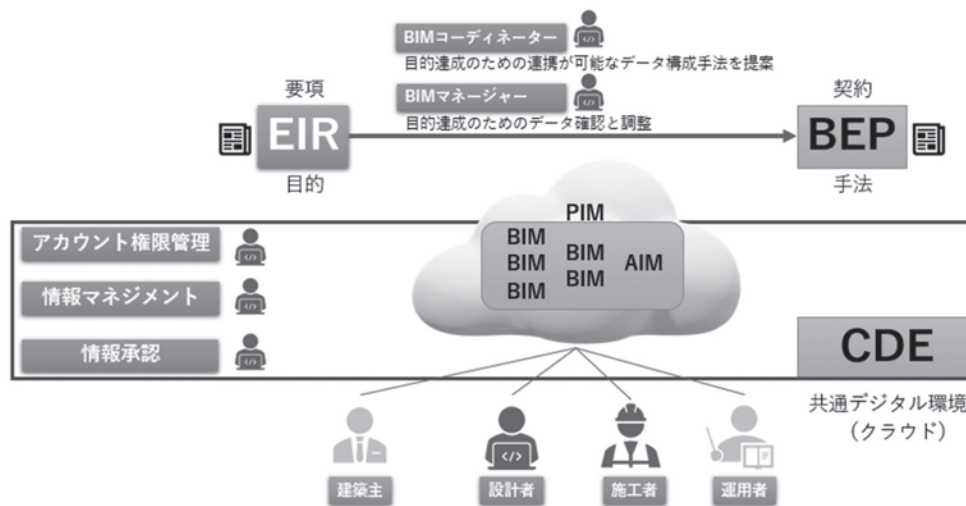
BIM とはわかりやすく言えば「建物情報モデル」である、すなわち通常「設計図書」「契約図書」「建物取扱説明書」をデータとしてまとめたものである。従来は CAD 図・仕上げ表・パース等がそれぞれ独立して作成し、各設計分野で責任区分を明確に作成していたがそれらを統合されたデータを構築するつもりで作業しなければならない。設計の分野別や設計施工分離の考えで BIM を作成するとコストパフォーマンスの悪い BIM が出来上がってしまう。その理由としては、

BIM とは作成者や関係者のこうあって欲しいという情報の「正解」をまとめたものであり、その「正解」を他人に伝えて理解してもらうのがデータ連携の鍵となっている。BIM の業務でよく行われる重ね図干渉チェックや 2D 加筆図面化作業など正解を正解②にしてしまい、ヒューマンエラーや 2 重作業の元を自ら作ってしまい、BIM が嫌いになるという話は何度も聞いてきたし、私自身も経験済みだ。日本の建築生産フロー（ISO）は当然ながら紙図面と押印を前提としているため BIM だけで完結するのは現状不可能である。しかし、紙と BIM の両方を作成してはいつまでも生産性向上は見込めないし、「正解」が二つ存在するという混乱を招いてしまう。

「正解」を BIM なのか図面なのかはっきりと位置付けることは今後の建築生産では重要となるだろう。DX とは業務プロセスの変革であり業務の基盤が紙となっていては絶対に実現できないと感じる。いかに情報や作業をデータ化して繋ぎ、承認や検査を組み込んだ業務フローを構築できるかが「建築生産 DX」へのマイルストーンとなるのは間違いない。

2. BIM をいかに「正解」にし続けるか？

BIM の話をするとき必ず出てくるのが BIM マネージャーや BIM コーディネーターという新たな職能である。現状は設計者や施工者が兼務するパターンが多く明確な職能とはなっていないように感じる。建物に

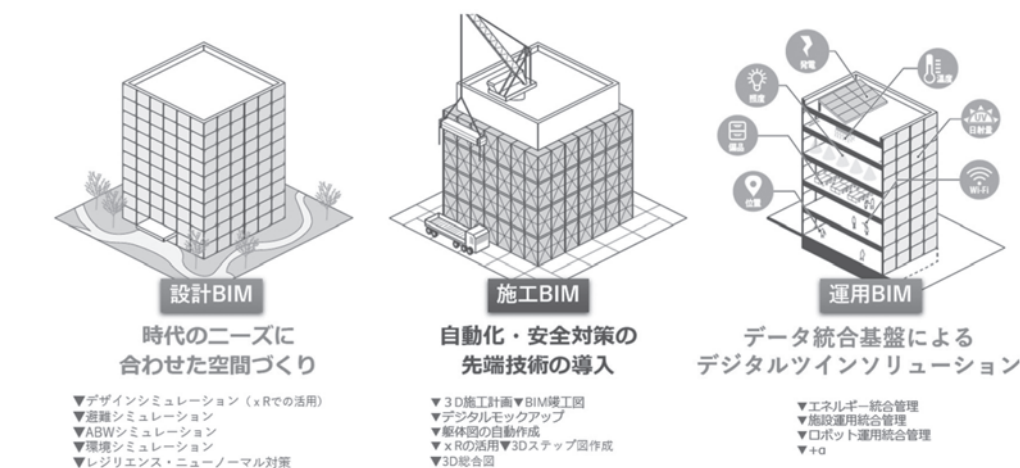


図一 BIM時代のプロジェクト運用

関するデータの価値は今後間違いなく上がっていくのは読者の方はイメージできていると思うが、そもそもこの職能の人材はというのはいかに一体に何をすべきなのかということが日本の建設会社ではあまり議論されずにプロジェクトに投入されているのではないだろうか？ BIMをコーディネーションし、マネジメントするのは海外では重要なポジションであるが目的設定があまりなされず、BIMが図面の参考資料として位置づけられる日本のプロジェクトには適合しない。とりあえずのBIMを作成して社内仕様の図面にテンプレートを使って変換適用した「作図用のBIM」が出来上がっていき、最終更新を確認できずテンプレート通りで目的がないからデータコーディネーションができず、特有の目的がないからデータのマネジメントをする必要がないし、図面より位置づけが低いのでBIMを後追いで修正するが確認や承認作業は二次元で行い、修正作業はBIMで行う。この悪循環が最も生産性を下げている要因と私は考える。BIMに入力したデータ（属性やプロパティ）はできる限り他のデータと連携させたり、プログラムやシステムで処理するようにしなければ紙やCADだけでやったほうが断然生産性は高いだろう。せっかく作成したBIMを他部署等に使ってもらわなければたくさんの労力とコストをかけて設計者や施工者の頭の中を情報化・データ化した意味がない。ここでポイントとなるのがどのようなデータを連携させたいか？ 渡したいか？ という会話（コミュニケーション）が重要となる。今まで紙さえ渡せば人間が判別／解読し、なんとかになっていた業務フローがデータ連携や統合という融通の効かないものへ変わろうとしている。データというのは融通が利かないものだと思え、BIMに入力する

情報や内容、受け渡しの時期、連携させるデジタル技術やICTなどを事前に調整し、それを実現させることができるデータ構成となっているかがコーディネーターとマネージャーの業務となるだろう。

この2種類の業種に加え、図面ではなくデータの承認や照査といった業務が発生する。データの構成や内容が発注者情報要件（EIR：Employers Information Requirements）及び受注者によって作成されるBIM実行計画（BEP：BIM Execution Plan）に合致しているかが今後のプロジェクトでは重要となる。BEPは従来の建設プロジェクト提案書よりも位置づけが高くなり、契約書類扱いとなるため、具体的かつ実現性のある内容が求められる。BEPには設計や施工だけでなく建物運用中のためのBIMについても言及することが可能なので「設計者」のみで作成したり、「施工者」だけで作成するのではなく、プロジェクト全体のBIMの在り方を先行でBEPに定義することが必要である。さらには使用ソフトやxR化への言及も求められる。このようにBIMにかかわるデジタル技術についてもまとめて記述するため従来からある「BIM推進系の部署」だけでは作成できない。プロジェクトの関係者や関連部署との綿密なコミュニケーションが必須となり、プロジェクトの進め方そのものにも影響が出ることを周知し、BIMの在り方や位置づけをオーソライズさせることも重要な職務となるだろう。将来的にはスムーズな連携が予想されるが、現状では多くのBIMプロジェクトが設計・施工・運用（維持管理）の3つのBIMに分かれて作成されているが全てのフェーズのBIMマネージャーを一人で実施できる人材はまだ少ないだろう。各分野の知見や勘所を踏まえたうえでBIMをマネジメントすることは想像通



図一 設計/施工/運用 (竣工後) のBIM目的と役割

り非常に難しく、設計や施工の現実の問題を大量に抱えた設計者や施工者をBIMへ情報統合してもらうコミュニケーション能力が一番大事だと私は感じている。もちろん設計や施工の業務生産性を向上させるのもBIMの大事な役割ではあるが作図を目的としたBIMではそれは実現しないので、ISOなどの業務フローをBIMに合わせるのも急務ではあるが当面は法律による制約や慣例的に紙や印鑑が残る前提ではBIMを設計者や施工者に合わせる、「データ構成のカスタマイズ」が最も即効性があり、BIMのメリットを感じられるはずだ。通常は設計図書の表現をベースにしているがもっと自由な発想でデータをまとめなおすのも今後は重要だ。アクソメ・図面・集計表が一枚に集約された表現などベテラン以外が見ても理解しやすくミスを起こしにくい表現が今後は求められるだろう。つまり、建築生産に関する情報を集約したデータベースから使えそうな情報を再レイアウトするのだ。BIMをデータベース(莫大な表データの集まり)としてみることでどんなグラフを使い、組み合わせることが相手に理解されるかという思考に置き換えることができる。

設計者や施工者の頭の中にある莫大な情報や思考が見える化し相手(他分野)に伝える・連携させることにBIMは価値があり不具合のない着工前のデジタル竣工として「正解」へと限りなく近づいていこう。デジタル竣工はフロントローディングの目指すべき姿の一つであり、着工と同時にスムーズな施工を進めることが建設業界の求める安全・品質管理を含めた「生産性向上」である。

3. 建設業界のDXについて

紙と印鑑にあふれる建設業界がDXに本腰を入れ始め、3年近くが経とうとしている。DXと銘打ったが時間とコミュニケーションの問題で一つの部署で完結させようとした為に単なるデジタル化で終わってしまった事例が多く存在してしまった。

「DXの目的とは何か?どんな働き方を実現し、既存業務を変えるのか?」を議論せずに進めると間違いなく失敗する。ISOなどの根本的な品質を支える業務フローは変えずにBIMのモデリングやxRを取り入れても業務が増えるのみという体験をした方は多いのではないだろうか?

DXの本質はデータ連携であり、今まで行ってきた「紙の受け渡し」をいかにプログラムとシステムで行うかという非常に大きく、重い改革(トランスフォーメーション)であるはずが、単なる「デジタル化」を「DX」として認めてしまったようにも思える。

本質はデータ連携と記述したが、キーとなるのはやはりデータベースとしての「BIM」である。

BIMはデータベースなのであらゆる情報が集まってくる(集約する)のが正しい姿であり、そのような状態にしなければならない。設計(意匠・構造・設備・ランドスケープ)品質・コスト・製作・施工・運用・維持管理等、「建物情報」を列記すればきりが無いのが建設業界の難しい所でありおもしろい部分でもある。

現状ではBIMを要にしたデジタルツインが将来の主流であり、BIMとクラウドとICT/センサーの関係を一手に整理しなければうまく機能しない。とりわけ施工時のデジタルツインは日々変化する施工現場の進捗状況を反映させなければならないため、時間軸データの入力も必須となる。BIMに時間軸のデータ

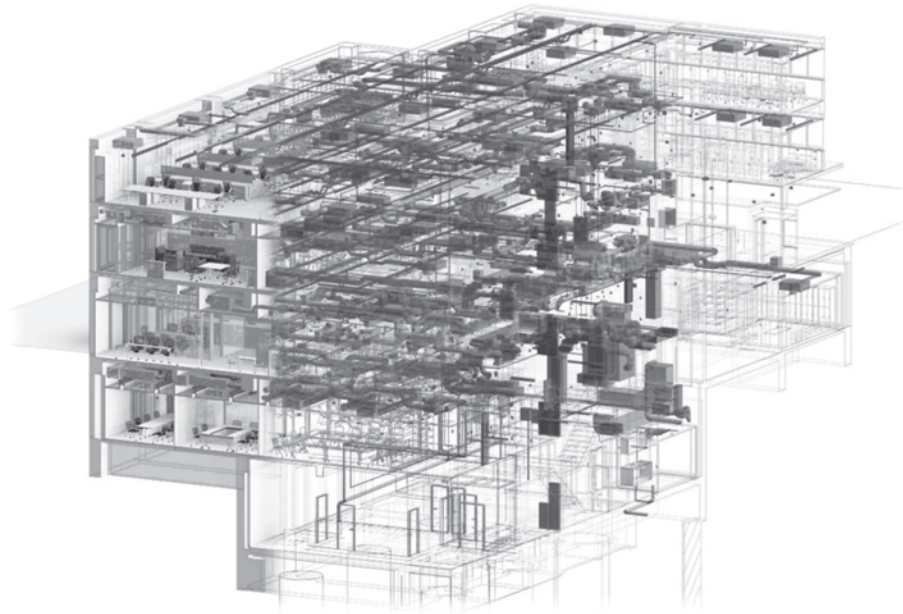


図-3 デジタルツインとなるBIMのモデリングイメージ

を着工前に入力しなければ当然、完成時の情報しかないため、施工現場のデジタルツインとしての利用価値は低いだろう。

現場で使えるデジタルツインとして品質や安全といった点でも「正解」として機能を求められ始めたならば、BIMを図面やVRとしての活用をメインとしていた時代からステップアップしてきたように感じる。BIMと図面は昨今、相互関係にあるため両者が一次データとするならば二次データとして様々な情報（センシングされた点群や映像などのその他の一次データ：施工の状況）とクラウド上で統合処理されたシステムがデジタルツインとして形成され、「安全」「品質」「進捗」のDXをけん引していくだろう。

人間が従来、目視で点検・判定・報告していたこの三項目をデータとシステムでどこまで行えるかは日々進化していく技術に依存するが、人間がどこまでそのデータを信頼し、業務へと組み込んでいけるかが最も難しいところである。デジタルツインは目視での点検・判定・報告を行っていた施工管理の人材の業務効率向上を見越した技術であると同時に様々な副産物を生んでくれている。個人的には今後の社会で最も重宝されると考えている「どの様な状況で人間がどんな判定を下したか？」という情報の蓄積だ。

その蓄積がなければデジタルツインのシステムは、一時の流行や技術検証で終わるのであろうし技術投資の回収は不可となる。データを蓄積し、より高度な判定や連携を行うこと＝「システムを成長させること（成長が可能とすること）」が業務の変革へつながるであろう。DXとして、業務の変革の次はビジネスの変革

が登場するのだが、新たな事業へとつながる信頼性の獲得は通信強度やアップデートの一貫性などをクリアしなければならぬため、少しだけ先の話となるのではないだろうか。徹底した検査や分業化された業務は日本の建設業の品質を高める一因となっていたのは間違いないであろうし、そのスタイルで経験を積んできた方々と組織が今の建設業のシステムを形成していることから、急な変革は起こせないだろうし起こせないことが品質につながっているのだろう。建設業の特徴でもある「一品生産」は人間の柔軟性があるからこそ対応できる世界であるが、現在の「高齢化」「働き方改革」等の要因はもはや避けて通れず、何かを大きく変えなければ建設業自体が破綻してしまうかもしれない。

4. 世代を超えたコミュニケーション能力

業界破綻回避のためには世代を超えたコミュニケーションを図れる人材が欠かせない。従来であれば部下は上司に学び、従い、業務をこなすことで成り立っていた（わかりやすくするため、あえてシンプルな形態とする）が、最近は日々アップデートされていく業務で使用するアプリやツールを使いこなさなければ周りに迷惑が掛かっていってしまう状況となってしまった。チームや部署内でクラウドを利用したチャットで書類やリストが送付（共有）され、別名保存で送付したりすると不思議な視線を送られたりする社会になってしまった。しかし、このようなことがデータ連携の基本であり全員が同じシステムに対応することがDXへ踏み出す第一歩となる。世代を超えたコミュニケー

ションと前述したが、部下は上司に対し、「従来から変わったデータの扱い」「データを扱う一員に組み込まれた事」「アクションを間違えると全員の生産性に影響が出る」といったことをしっかりと伝える必要があり、自らの生産性に影響を与えることもあるだろうからチームとしてどのようにデータを運用していくかを対等に議論できる関係性を構築できる能力が求められる。というのも、DXは言うてしまえばベテラン世代が経験してきた知見を若手世代のデジタル環境（ゲームやSNSなど）に落とし込むことなので片方の世代だけでは到底実現できない。ベテラン勢のDX戦略が若手から不満が噴出していた場合、しっかりと耳を傾け、議論してみることをお勧めする。育ってきた（デジタル）環境が違うのだからすれ違いは当然であるが、そのすれ違いの整合こそDXへの近道が記されているはずだ。

(1) パソコンに近づく「建築」

建設中にも様々なアプリケーションやセンシングを行うことはもはや今後は標準になりつつあるが、大量のデータ（人の検知やロボット統合管理など）を生み、用途ごとに整理し、目的に合わせて再構築することはパソコンと近い。それが最近様々な企業が発表している「OS：オペレーションシステム」の概念の発端である。アプリやデータの連携のベースとなり、データを扱うことができる状態を提供してくれるのが「OS」である。逆に言えばOSに対応していないアプリがあると各段に効率が下がってしまうことは明白であろう。今後のデジタル技術はいかに連携できるかというのが価値となる。つまり、デジタル技術を管理している人同士のコミュニケーションが今まで以上に重要になる。なぜならば紙媒体にアウトプットしないのだから融通が全く利かない。事前にこんなデータをこんな形式で共有するなどを行わないと誰にも使われない、何の（誰の）ためのデータで何を達成するのかわからない状況が生まれてしまう。これが最も生産性を下げ、コストを圧迫し、だれも得しない「デジタル化」といえる。

5. サービスソリューションのBIM

デジタル化が浸透し、DXを実践していく時代。デジタル技術の発展はSNSやエンターテインメント業界だけでなく、建設業界にも大きく波及してきている。SNSプラットフォームと様々なサービス（決済／配達／動画／健康etc…）が紐づいており、データは社会の状況や環境を可視化するだけでなく、現代の

社会文化をも形成していると言える。

我々は生活するうえで必ず建物と密接な関係を持ち、データと建物をつなぐことは大きな意味がある。それを可能にする理念はサイバーフィジカルシステム（建設業においてはクラウドで現実の建物とつながるBIMのデジタルツイン）である。現実の建物で起きている事象とBIMデータを連携させ、様々なサービスを建物利用者に提供するためのプラットフォームやOSといった概念が、その要となる。

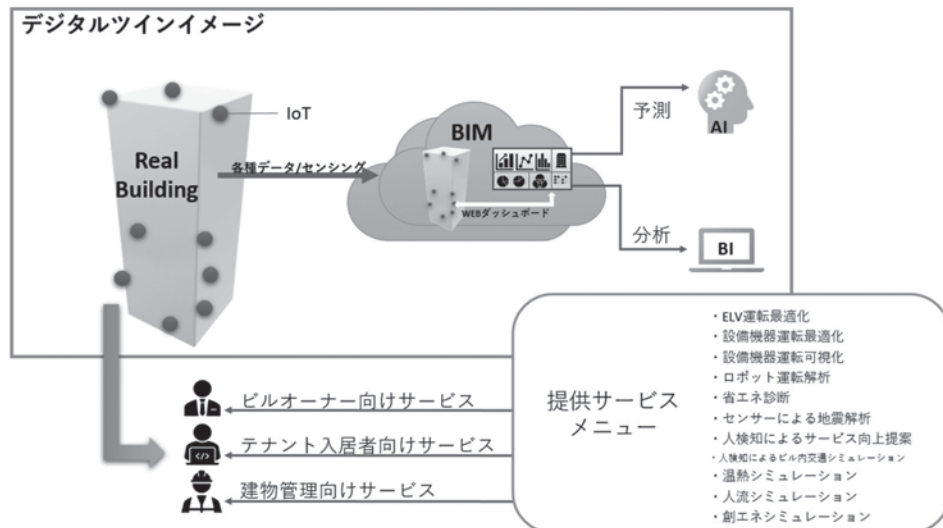
建物は完全オーダーメイドによる世界で唯一無二の巨大なプロダクト（一品生産）とも言えるが、スマホや車と違ってオーナー（施主）でだけが使用するものではない。一般の来訪者もあれば、その建物で働く人、建物内でのイベントを運用する人、建物を維持管理する人など、実に様々な立場の人が建物のユーザーとして想定される。その方々に適した情報をサービスとして提供することが今後の社会の新たなビジネスと考えている。

また、建物の一生は、設計段階、施工段階、運用段階の大きく3つの期間にわけることができる。現在BIMは設計と施工の2つの段階、いわゆる生産フェーズにおいて活かされている。つまり、ここで活用されているのは“つくるためのBIM”である。しかし、建物をライフサイクルの視点で見ると、建物が完成した後の運用段階の方が設計・施工段階よりも圧倒的に期間が長い。建物の一生に寄り添うには、様々な建物ユーザーの活用最適にカスタマイズした「運用BIM」が不可欠なのである。

6. アプリとセンシングに溢れる「建築」

設計施工に活用しているBIMデータと建物の運用管理情報を組み合わせてカスタマイズした「運用BIM」に、竣工後に蓄積していく各種データ（IoT管理・ロボット管理・施設管理・エネルギー管理等）を紐づける建物運用情報の統合管理システムが近い将来、必須となる。建物情報を建物利用者や管理者等、様々な立場の建物利用者のニーズに合わせてリアルタイムに提供し、建物に係る各種デジタルデータを有効活用するデジタルツインの仕組みを既存建屋にも適用することでライフスタイルのDXを実現するサービスソリューションが各建設会社で盛んな動きを見せている。

建物や施設群にこのサービスをインストール（適用）することはパソコンのデータ管理と似ている。普段から画像や文章、図面／3Dなど様々なソフトウェアのデータやインターネット上のデータを扱っています



図ー4 デジタルツインを利用したサービスイメージ

が、それらを1台のパソコンで管理しており、これと同じように、建物内に設置したカメラで撮影された画像・映像やIoTからのセンシングデータを用いて環境や状況を集約して記録することが今後求められる。

さらに周辺の交通状況や気象情報といった外部情報も組み合わせることで、常に最適な環境で建物を維持管理できるようになることが最大のメリットとなるだろう。

ただ、建物は基本的に一品生産であるために、建物ごとに管理者/インフラ事業者/エンドユーザーが変わってしまう。せっかく多くのカメラやIoTセンサーからデータを集めても、建物の使い方とリンクしていなければ、誰も使わないデータ群となってしまう。

そのため、ユーザー体験(UX)に合わせて、BIMデータを構築し、データ同士を組み合わせることで、常に最適な環境で維持管理ができるIoTサービスを提供できるよう「UXコンサルティング」事業も合わせて行うことが今後の主流となるだろう。また、早い段階から運用ニーズに基づいたサービス提供のためのサービスメニューのカスタマイズやアプリ開発を済ませ、建物の運用・管理システムとして実装しておくことで、建物運用開始時にすぐに必要なサービスを提供することが新たな事業への鍵となる。

一般的な建物運用のためのメニューは、スタンダードメニューとして用意しても、建物はフルオーダーの一品生産なので、運用のためのメニューもニーズに合わせてカスタマイズや追加ができるようにすることが求められる。そのためにも情報管理のためのOS(Operation System)という考え方を採用し、自社製以外の様々な情報サービスとつなげることができるように考えなければならない。

もちろん、運用開始後もそれらのアプリケーション

やBIMデータそのものをアップデートしていけるので、リニューアル時にもデータまるごと継承でき、まさに“建物の一生に寄り添っていける”建物のライフサイクルのためのシステムが今後の日本のストック社会で活躍していこう。

7. おわりに

DXやBIMという新たな概念は今後も栄枯盛衰を繰り返し、日々刷新されていこう。しかし、データを業務に組み込み、連携していくスタイルは今後の標準となる。みらいの建築生産や建物は誰もが、いきいきと暮らし、働く、豊かな未来であってほしい。デジタルツインを基盤に高度なIoTやAI技術でヒト、モノ、コトがつながり、都市に住まう一人ひとりの願いが、リアルタイムに都市の姿を成長させていく社会が望まれる。そんな社会こそがSociety5.0として少しずつ具体化し、実現しきったところに新たな技術概念が生まれ、我々はまた四苦八苦しなから建設事業に取り組んでいくのである。

少年がゲーム機を極めたころに新しいゲーム機に移り変わっていくように常にワクワクする心情を持ちながら現在にふさわしいものづくりを求めて生きたいと感じている。

JICMA

[筆者紹介]

池上 晃司 (いけがみ こうじ)

大成建設(株)

建築総本部 デジタルプロダクトセンター

