

生産性向上の新たな視点 —DX（デジタルトランスフォーメーション）—

近年、情報通信技術（Information and Communication Technology）は多方面にわたって大きな発展を遂げており、我々の生活や仕事に大きな影響を与えています。インターネットによる様々な情報交換のツールが生み出され、日々の仕事等では関係者にメールにより連絡することが当然となり、個人の生活でもSNSによる未知の人々との交流が普通のこととなって、郵便や電話という従来からのツールを使う頻度は大きく減少しています。

昨年来のコロナ禍で急速に一般化してきたリモートワーク（あるいはテレワーク）という新しい働き方も、最近のICTが職場だけでなく家庭にまで普及してきたことに支えられています。

建設産業においては担い手の確保が大きな課題となっていますが、短期間に担い手を増加させることは困難であるため、ICTを様々な活用することで生産性を向上することに、各企業において取り組まれてきましたが、最近のクラウド、ロボット・AI、5G等の各種技術の一層の進展で、その動きに拍車がかかっています。

従来のICTも、社会や企業や人々の生活をデジタル技術で変革させるという前向きな意味を持ったDX（Digital Transformation）という概念に替わり、建設業を含む企業や行政でもDXの名を冠した組織を設置して、意欲的に取り組んでいるようです。

新聞やインターネットのニュースでも、DX関連の動きが毎日のように報道されていますが、個別の情報が多く、現状を総合的・多面的に理解することはなかなか難しいところです。

本号では、最近のDXに関する様々な動きを振り返っていただいた上で、設計事務所、施工業者団体と施工業者の皆さんから、それぞれの組織における取り組みをご紹介いただきました。いずれも取り組みの最中であり、更なる進展や新たな展開も考えられます。

読者の皆様の活動を、DXの視点でブラッシュアップする上で参考となれば幸いです。

建設分野で進むDXの潮流

—データ連携が生み出す新たな世界—

株式会社日刊建設工業新聞社 編集局編集部 部長 牧野 洋久

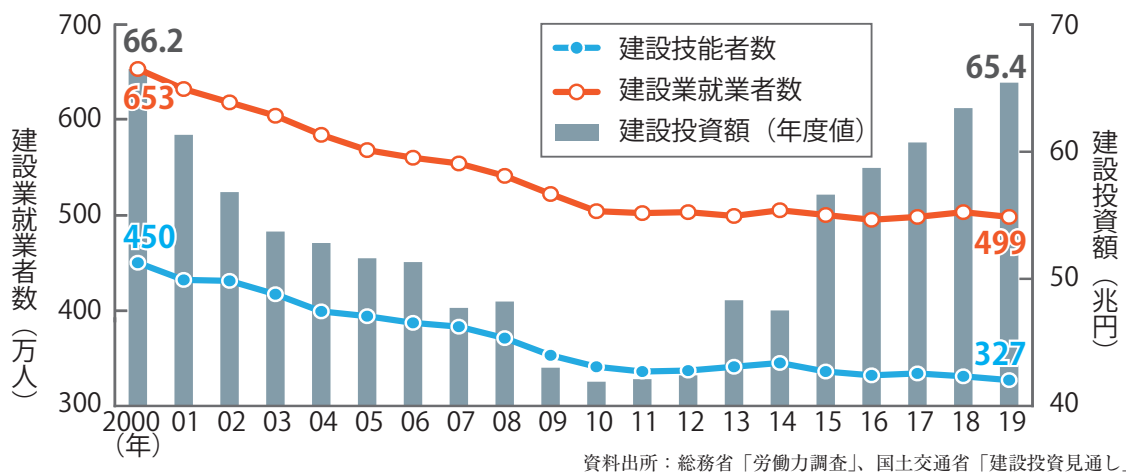
1 来るべくして訪れた変革

加速度的に進化するデジタル技術を背景に、DX（デジタルトランスフォーメーション）の嵐が吹き荒れている。新型コロナウイルスを契機としたニューノーマル（新常态）は、そうした方向性をより色濃くしている。政府は、デジタル政策をより強力に推進する狙いから、本年9月にデジタル庁を発足させ、社会全体にデジタル化の恩恵を行き渡らせる方針だ。

まずは建設分野をめぐる現状から見ていきたい。日本では近年、東日本大震災や熊本地震、西日本豪雨など、大規模自然災害が相次いでいる。高度経済成長期などに整備が進んだ都市基盤の老

朽化も進展しており、対策が急務だ。国際競争力の観点から都市機能の強化も求められる。大都市圏で活発化している大型都市開発は、こうした流れに沿ったものと言えよう。

建設産業が取り組むべき仕事は山積みの状況であり課題も多い。最大の懸案事項が担い手の確保だ。国土交通省のまとめによると、2000年代後半にかけて落ち込みが続いてきた建設投資は、東日本大震災の復興需要や大型都市開発など民需の回復をきっかけに増加に転じ、近年は60兆円台で推移している。だが、担い手は減少傾向に歯止めがかかっていない。2019年には建設業就業者数がピーク時の約73%の499万人に、最前線を支える建設技能者はピーク時の約71%の327万人に落ち込んだままだ（図1参照）。



※1. 2013年以降は「派遣社員」を含む。
 ※2. 2015年度から建設投資額に建築補修（改装・改修）投資額を計上。

図1 建設業就業者数と建設投資の推移

建設業就業者数の年齢構成を見ると、55歳以上が約35%と3割を超えている一方で、29歳以下が約12%と高齢化が顕著で、将来的な人材不足が懸念されている。

こうした状況を打破する切り札がデジタル技術の活用だ。政府が提唱する超スマート社会「Society（ソサエティ）5.0」へ向けて、国土交通省はICT（情報通信技術）を用いて建設現場の生産性を高める「i-Construction」を推進し、建設産業も呼応する形で取組みが拡大してきた。BIM/CIMにより、測量から設計、施工、維持管理に至る建設プロセス全体を3次元データで繋ぎ、業務効率化・高度化を図る方向性だ。国土交通省の有識者会議である「BIM/CIM推進委員会」では、データ利活用に向けた基準や国際標準対応、実施体制などに関する議論も進む。国土交通省の官庁営繕事業では本年度、設計段階から維持管理段階まで一貫したBIMの活用に向けた試行が実施される。

東京都は、本年3月に改定した「東京都建築安全マネジメント計画」に建築行政手続きのデジタル化や、建築行政におけるBIMの活用促進を盛り込んだ。オンラインによる建築確認申請や定期報告などを可能にするシステムの構築や、確認審査や検査事務の効率化に向けたBIMの活用を進める。

建設工事は、構築する建物や構造物などが物件毎に異なり、地盤などの施工条件も千差万別で、工場内など一定条件下で同じ物を大量に作る製造業のような効率化が進んでいない。しかし近年は、超高速・超低遅延による通信を可能にする第5世代通信規格（5G）や、大量のデータの蓄積・活用が可能なクラウドサービスの拡大、ドローンやロボティクスの普及・進展、人工知能（AI）やディープラーニング（深層学習）を用いた画像解析技術の高度化などを背景に、建設現場のような多種多様な条件下でも省人化や自動化などが可能となるような道筋が、徐々に見えつつある。それは、非接触やリモートといったニューノーマルで求められるベクトルと重なる。

2 インフラもDXへ

国土交通省は、インフラ分野でのDX推進へ向けて2020年7月に「国土交通省インフラ分野のDX推進本部」を設置し、本年2月に主要施策の方向性を取りまとめた。



写真1 国土交通省のDX推進本部の初会合

データとデジタル技術を活用して、国民のニーズを踏まえて社会資本や公共サービスを変革し、安全・安心で豊かな生活を実現していく流れだ。業務そのものや組織、プロセスに加え、建設業や国土交通省の文化・風土や働き方を変革する必要性にも言及している。DXとは、ITツールを使いこなすことではない。デジタルを起点に、生産や産業のあり方そのものを次世代型へと切り替えることが重要となる。

国土交通省は、「行動」「知識・経験」「モノ」という三つの観点を提示し、どこでも現場確認が可能となり、誰でもすぐに現場で活躍でき、誰もが簡単に図面を理解できるような環境の構築を目指す。

また、この取組みにおいて、

- ・ロボット・AIなどの活用で現場の安全性や効率性を向上
 - ・デジタルデータを活用し仕事のプロセスや働き方を変革
 - ・DXを支えるデータ活用環境の実現
 - ・行政手続きや暮らしにおけるサービスの変革
- という四つの柱を掲げている。

現場という観点からは、無人化・自律施工によ

る安全性・生産性の向上やパワーアシストスーツなどによる苦渋作業の削減、AIなどの活用による作業の効率化、熟練技能のデジタル化による効率的な技能習得などに取り組む。デジタルデータ活用では、検査の省人化・非接触化など調査・監督検査業務の変革や点検・管理業務の効率化を進める。遠隔臨場の試行も始まっている。

スマートシティへの取組みも加速している。国土交通省のスマートシティモデル事業には、先行モデルプロジェクトとして22ヵ所が、重点事業化促進プロジェクトとして21ヵ所が選定されている。関係府省や地方自治体、企業、大学・研究機関などで構成される「スマートシティ官民連携プラットフォーム」の枠組みの下で、各地のプロジェクト実現へと動いていく。

国土交通省は、3D都市モデル整備・活用・オープンデータ化のリーディングプロジェクトとなる「PLATEAU（プラトー）」も展開中だ。東京都23区や大阪市など全国56都市を対象に、3D都市モデルを整える。防災や環境、交通など都市を取り巻く多様な課題をシミュレーション・分析し、その成果を都市政策に反映していく。都市のデジタル基盤と、交通や環境・エネルギー、健康福祉、公衆衛生といった多種多様なデータを掛け合わせて利用していくイメージだ。行政はもちろんのこと、住民やエリアマネジメント団体、企業ら多様な主体による利活用を見据える。一体的なシミュレーションに基づく全体最適や分野横断型の施策検討に活かすとともに、市民参画や機動的なまちづくりへのエンジンにしていく。

国土交通省のDX拠点も本年度に相次いでオープンしている。東京・霞が関の本省に「インフラDXルーム」を設置したほか、茨城県つくば市の国土技術政策総合研究所（国総研）に「建設DX実験フィールド」や、国土交通省発注工事・業務の3次元データを一元管理・分析する「DXデータセンター」を整備した。このほか、地方整備局DX推進センターも各地に設置。これらが、地方自治体の職員や受注者らを含めた人材育成の場となる。

データ活用の基盤という観点からは、国土・経済・自然現象などに関するデータを連携した統合的な「国土交通データプラットフォーム」の構築を進める。現状は、各データが個別に管理されており、必要なデータの取得が困難となっているため、地図・地形や気象、交通、施設・構造物、エネルギー、防災などの各データを同一プラットフォーム上で表示・検索できるようにしていく。地図データと想定浸水深データを重ねたAR（拡張現実）による効果的な情報提供など幅広い活用が期待できそうだ。調査・測量から設計、施工、維持管理に至る各段階での位置情報の共通ルールとなる「国家座標」基盤の構築にも取り組む。

人流データの活用も期待される分野の一つとなる。これまでは、人々の行動情報が不足していて、具体的な行動データという客観的な根拠を踏まえた施策の企画立案が難しかった。センサーやカメラ、ICカードなどから人の流量を検知して定量的に実態を把握して、公共施設立地計画や土地・不動産取引情報などの様々な地理空間情報と組み合わせて、効率的な地域課題の検討・解決や新たなサービスの創出を促す流れだ。

3

デジタルツインで新たな生産プロセスへ

民間企業にとってDXは競争力に直結する領域になりつつある。情報処理推進機構（IPA）が本年4月に発表した2020年度の「デジタル時代のスキル変革等に関する調査報告書」によれば、回答企業1,857社の53%がDXを実施している。2019年度調査（回答企業：1,983社）の41%から10ポイント以上増加し、実施済の企業の方が多い形へと逆転した。建設業は44社が回答して82%が「DX実施」と回答している。19年度調査は、38社が回答して「DX実施」が50%だった。こうした結果から、意識の高い企業が積極的にDX導入へと動いている状況が見て取れる。

IPAはDXの取組みが優良な企業を認定しており、本年5月時点で98社が認定されている。建設

業関係では、大林組、清水建設、大和ハウス工業、戸田建設が、デベロッパーでは三菱地所が認定を取得。このほか、建設機械メーカーのコマツや日立建機、空調機メーカーのダイキン工業、測量機器などを手がけるトプコン、ガラスなど素材メーカーのAGC、重工メーカーのIHI、JFEエンジニアリングを傘下に持つJFEホールディングスからも名を連ねる。

建設業界からは、「DXが競争力を左右する」（大手ゼネコン幹部）、「DXをベースに設計を一層高度化する」（大手建築設計事務所トップ）といった声上がる。設計の合理化や、各種シミュレーションの高度化など建築設計の面からDXは革新をもたらすと期待されており、コンピュータの能力を最大限に生かして建築デザインに合わせて構造・環境性能などをシミュレーションする「コンピューショナルデザイン」の導入も進みそうだ。

建設関係各社の技術開発を見ると、ドローン（小型無人機）の導入を始め、スマートグラスなどを用いた遠隔からの作業支援、BIM/CIMのデータを活用した生産性向上、建設生産プロセスの見える化、エネルギーマネジメントの最適化など多岐にわたる。

ロボティクスは、資機材運搬や溶接、耐火被覆吹付け、清掃、現場打ちコンクリートの仕上げといった各種作業、四足歩行ロボットによる現場巡回など多様なトライアルが始まっている。複数の作業に対応できる万能型タイプを用意するのではなく、繰り返し作業や定型的な作業、肉体的な負荷が大きい作業を代替させる場面から導入が進むと見られている。建設現場では熟練の技術が求められる場面も多い。建設技能者の高齢化や労働力不足が深刻化へと向かう中で、容易な部分はロボットに任せて、貴重な人間の熟練者は重要な部分に労力を割り振るような役割分担が当面のベクトルと言える。ロボットの導入台数が増えていく中で、ロボットの稼働状況を把握したり、トラブルに繋がりそうな兆候を把握して予防保全に繋げたりするようなプラットフォームを開発する動き

も出ている。

建設機械やクレーンなどの進化も加速している。1,000km以上離れたような遠隔地から操縦する技術は実証実験ベースで具体化が進む。ゲームマシンのようなコックピットから、リアルタイム画像で現地の状況を確認して遠隔操縦するような未来が近づきつつある。例えば、超高層ビルに用いられるタワークレーンは、運転席まで梯子^{はしこ}を使って上るの必要があり、一旦操縦席についたら狭い高所空間に1日拘束される。身体的・精神的な負担が大きく、魅力ある職種へと改善することが求められている。遠隔操縦が普及すれば、労働環境が大幅に改善できるほか、熟練オペレーターが真横について教育・指導することも可能となり、技量向上や技能伝承という観点からも大きな武器になるだろう。将来的には自動・自律運転に向かうと見られる。

3Dプリンター技術も注目分野の一つだ。3Dプリンター用の特殊モルタルと超高強度繊維補強コンクリートを一体化して構造物を造る技術や、建設用3Dプリンターで製作した部材にプレストレスト（PC）鋼材を挿入・緊張して構造体を構築する技術などが開発されている。コンクリート用3Dプリンター向けのモルタルなど材料の開発・改良も進む。3Dプリンターで製作したプレキャスト（PCa）部材や、実大型枠を現場で直接プリントするオンサイト3Dプリンティングの実用化を目指す動きも出ている。BIM/CIMと連携させることで複雑な形状にも容易に対応できるようになれば、多様化する建築ニーズに応える上で欠かせないアイテムになる可能性がある。

いずれの取組みもデータが肝となる。キーワードとなるのが、現実（フィジカル）空間と仮想（サイバー）空間を融合させる「デジタルツイン」だ。建設業は、プレハブ住宅など一部で工業化が進んでいるものの、多くは現場に応じた一品生産となっている。施工前から十分な準備を進めていても、実際に作業が進んでから見えてくることも多く、非効率な作業や手戻りが発生するケースも少なくない。BIM/CIMによって情報をデジタル

化し、仮想空間で竣工させて運用しておくことで、事前に不具合やリスクを把握し、設計や施工、維持管理・運営に活かすものだ。

施工段階において、現場に設置したセンサー・デバイスから空間データを読み取ってクラウド上で管理するような試みが、既に始まっている。現場の状況をBIM/CIMデータと比較すれば、リアルタイムに施工が完了した場所を把握できる。施工進捗率を部材毎に算出するような管理も可能で、遠隔からの施工管理といった生産性向上や品質管理の向上に繋がる。一連のデータは蓄積されていくため、維持管理やメンテナンスへの活用はもちろんのこと、施工状況を完成後に再点検するような利用方法も想定される。施設運営段階には、人やロボットなどの位置等をセンサーなどで把握して3Dモデル上で可視化し、こうしたデータをAIで解析して合理的な施設運営に活かすような取組みが可能だ。スマートシティに向けた流れとして、街区単位で、建物・インフラのBIM/CIMモデルや広域地形モデルを統合化させ、人流・物流・交通・防災といった面から最適化を目指す動きも出ている。

4 全体最適へ向かう流れに

スイスの国際経営開発研究所 (IMD) がまとめた「2020年世界デジタル競争力ランキング」によると、日本は63カ国中27位で、アジアの中でもシンガポール (2位) や香港 (5位)、韓国 (8位) に大きく後れを取っている。項目別では、ビッグデータ活用や、デジタル人材のグローバル化、企業の変化迅速性で最下位という結果だ。

大手コンサルティングのマッキンゼー・アンド・カンパニーが「2030年に向けた日本のデジタル改革」と題した報告書を本年2月にまとめている。その中で「日本は今後10年の間に断固たる決意で遠大なデジタル化への道を歩まなければならない」と指摘し、改革を進めなければ生産性が高まらず、「競争力の低下を受けて日本の強みは失われ、国力に見合わない残念な結末を迎えることに

なりかねない」と警鐘を鳴らしている。

DXは「目指す」のではなく「進まなければならない」対象となっている。だが、推進にあたって課題も多い。真っ先に挙がるのは人材だろう。建設関連企業では高度IT人材の確保を目指すケースが増えているが、「人材の奪い合いになっている」(ゼネコン関係者)との声が上がる。すべての産業がDXへと突き進む中で、人材獲得競争はより厳しくなることが予想される。対応が遅れているほどIT人材を呼び込みにくくなり、DX対応が遅れるという悪循環に陥りかねない。

まずは内なる改革から始めることが求められる。IPAは、「デジタル時代のスキル変革等に関する調査報告書」で、「DXで成果が出ていないと認識している企業では人材不足を訴えてはいるものの、自社のIT人材の人数やそのレベルについてきちんと把握している企業は少ない。『人がいないから成果が出ない』のではなく、デジタル化戦略やその実現のための人材要件が明確になっていないことやマネジメント制度の不備がそもそもの要因」と分析している。

マッキンゼー・アンド・カンパニーは、報告書「2030年に向けた日本のデジタル改革」で、日本のデジタル化にあたっての障壁として、

- ・リスクを避けようとする先例重視の文化
 - ・短期的な生産性改善よりも長期的な継続を重視する経営陣
 - ・一部業界における国際競争の欠如
 - ・政府の支援待ちでデジタル化を進めない民間企業
 - ・民間企業の施策推進を待ち続ける政府との間に生まれる行き詰まり状態
 - ・国家政策を推進するソフトウェアアプリケーションの開発に不可欠なソフトウェア関連エンジニアの圧倒的不足
- を挙げている。

一方で、日本の強みとして、高度に開発された公共インフラがあることも指摘している。政府と産業界が協力し、そうした強みを活かしてスマートシティを拡大することを、改革のための大胆な

一手に掲げた。日本をスマートシティ研究の中心地に育て上げて、世界の中で勝ち抜いていく方向となる。



写真2 上空から見た東京都心部。先進的なスマートシティへ変革できるか

インフラ産業の姿も変わっていくことが予想される。国土交通省は有識者会議の「発注者責任を果たすための今後の建設生産・管理システムのあり方に関する懇談会」で、10年後を見据えた建設生産・管理システムのあり方の議論を始めている。効率的で質の高い事業の実現や開かれたインフラ産業などが方向性として示されている。共通プラットフォームに事業成果データが体系的に蓄積され、必要とする情報に誰でもどこからでもアクセス可能になる環境の構築を例示。測量会社・設計コンサル・ゼネコンといった従来のプレーヤーが、情報通信やロボット、AIなど周辺分野の新技术を取り込んで、広がりを持った産業へと成長するイメージだ。

国土交通省の有識者会議「BIM/CIM推進委員会」で委員長を務める矢吹信喜大阪大学大学院教授は、「21世紀は全体最適化の時代になる」と指摘する。従来の建設産業は、2次元図面を前提とした設計・施工分離発注方式や、重層化した構造で細分化した作業をこなすという「部分最適」を追求してきたが、それはDXとは真逆の方向性だ。「従来の仕事のやり方を本質的に見直してあるべき姿に変えていかないといけない。将来ビジョンとは、最先端の自動車産業のようなものではないか」との認識を示す。

5 未来へ向けて

中小企業を含めて誰もが革新的な建設DXの恩恵を享受できるような体制作りや、個人情報の扱い、プライバシーへの配慮など課題も多いが、スマートフォンを手にして便利さを感じたら手放すことができないように、DXへと向かう大きな流れが止まることはないだろう。将来を確定的に見通すことは困難だが、一つ言えるのは「一部のプロフェッショナルたちだけに社会基盤の情報が集中する時代は終わる」ということではないか。自動運転やドローンなどの新しいモビリティが社会のあり方を変えようとするタイミングの今、巨大IT企業など従来と異なるプレーヤーが都市や建設を取り巻く情報を欲している状況もある。

様々な情報がオープン化されて繋がっていくと、「作る側の論理」よりも「使う側の視点」がより重要になってくるように思える。台湾でデジタル政策担当の閣僚を務めるオードリー・タン氏が、世代や国境を越えた連携の重要性に触れ、「参画を促して多くの人を巻き込み、包括的な形でビットレート（物事の処理速度）を高めることがデジタル改革の正しい道のりだ」と指摘していた。こうした観点は、建設分野でのDXにも当てはまる。そのための意識改革がまずは求められる。

インターネットを通じたマッチング技術によって、Uberがタクシーや配達のビジネスモデルを大きく変えたように、建設産業にも従来の延長線上では考えつかなかったような大転換が待ち構えているのかもしれない。だが、将来世代に安全・安心で豊かな暮らしを引き継ぐという建設分野が担うべき本質は、これからも変わらない。だからこそ、生産性を高めて「新3K（給料がよい、休日が多い、希望が持てる）」の魅力的な産業に転換させ、若い人たちを呼び込んでいかなければいけない。建設DXが、そのための力強い手段となることを願っている。

DX概観と実践

株式会社梓設計 常務取締役執行役員 前田 隆

1 DXの動向

時代は正にデジタル化からDXへ移行している。建築の世界において、手描きスケッチや図面、模型といった情報伝達手段がCADやCGでデジタル化され、今やBIM（Building Information Modeling）に代表される「特性を持つ」データ化が進み、設計—施工—維持管理におけるプロセスも変容している。DXのトランスフォーメーションとは変化とともに進化であり、各方面でその方向性や結論を求めて試行錯誤が行われている。

元来、建築の世界には、肉眼で見えるものとデータにより可視化できるものがあった。前者は建物や設備そのものであり、後者は電気や温湿度等である。デジタルの力により、この両者及び利用・使用状況がデータ化、可視化され、シミュレーションやAI（Artificial Intelligence）解析の力により、人々の生活に大きく寄与できる状況にまでなった。

デジタル庁の発足や、情報インフラ整備により通信容量や速度も加速度的に向上する中、各企業におけるDXが進み、そのシステムも様々であるが、秀逸なプラットフォームが形成されていることは周知の事実である。建築の世界では国土交通省主導の「PLATEAU」が稼働し、都市活動のウォッチングや様々なシミュレーション、新しいサービスの提案等が期待される。その概念と進化

には目を見張るものがある。また巷では、ゲームエンジンを用いた建築プラットフォームも稼働し始めている。これらは、情報のオープン化、業界の協働が重要であり、これにより、今後ますます官民一体となった都市づくりが行われることとなるであろう。

2 企業のDXの目的

企業の社会的責任は、現業を錬磨すること、既存にない新たな貢献を創出すること、そして体系的に継続して社会貢献をし続けることと考える。まちづくり、ものづくりを生業とする業界としては、事業の成り立ちから再編までの流れを理解し、持ち得る匠の知恵と技を駆使して次世代に繋ぐことが社会的役割であろう。

DXの目的（効果）は、情報の選択や発信により新たな事業領域を確保することにある。働き方は大きく変容し、家は住むところから働けるところ、職場も働く場所から集まる場所へと変容している。ましてや、顧客や他業種との協働ともなると、これまでも増して、コミュニケーションの方法と中身が重要な課題となる。

社会・顧客に向き合える環境と時間をより多く創出することを目的とし、実績や価値を数値化、ビジュアル化、オープン化し、オリジナルな情報と信頼性を持つ情報の提供を行う。過去のデータや新たにデジタル化したビッグデータ、センシングデータ（センサーによるもの、調査・ヒアリン

グ内容等をデジタル化したもの等）の活用により、きめ細かい創造が可能となり、顧客ニーズに応えられる。データ選択やプレゼンテーションに、デジタルセンスと顧客対応センスが問われ、その結果、現れる新たな動きや異変に適應できる能力が生まれてくる。

DXを行う組織やシステムを有効活用するために、ある程度の事業規模は、スケールメリットの観点から必要であるし、業界の懸念として、今後就業人口の減少もあるが、これを前向きに捉え、DXにより1人当たりの可動領域を拡大し、新しい領域の拡大や収益の向上に繋げることが図られると考える。

3 DXに必要な環境

業態やデータの種類によって、プラットフォームは様々であるが、建築の場合、そのベースとなるのは、都市、敷地、建物、設備のデータであろう。例えば「PLATEAU」における都市レベルのデータ、敷地や建物のBIMデータやスキニングデータ、センサーによるモニタリングデータ、エネルギーデータ等である。これに携帯電話等の通信会社のビッグデータ、居住者特性を表すビッグデータ、交通インフラ等のモビリティデータ等、様々なものが加わってくる。

業界を貫くプラットフォームでは、データはオープンであることが前提であるが、発展のためにデータ管理者と提供者へのインセンティブが必要であり、今後の展開に期待したい。これには官民が一体となって進めることが肝要である。プラットフォームにしてもアプリにしても、ディスプレイはいつ何時やってくるかもしれない。それを乗り越え、プラットフォームやOSが充実すれば、API（Application Programming Interface）により、OS上で動くソフトウェアやアプリの開発は効率的に進むこととなる。

「PLATEAU」のデータ形式「CityGML」は

LOD（Level of Details）と呼ばれるデータの詳細度を持ち、RPA（Robotic Process Automation）としての「PLATEAU」は基本的にLOD1のレベルで整備されている。LODの階層が上がると、より詳細なモデルを作成・ストックすることができる。ここから先は「PLATEAU」を利活用する人々に委ねられることとなる。

（一財）建築コスト管理システム研究所が提供している営繕積算システム「RIBC2」は、積算におけるRPAと言える。また、「公共建築設計業務等積算システム（C-PUBDF）」は、設計等の業務料算出において、企業内DXに大いに貢献している。

4 社内DXのインフラ整備

弊社の場合、2016年より狭隘化による執務空間の有効活用や場所にとられないワークスタイルを目指し、フリーアドレスの導入を行った。加えて、オリンピックの開催に伴う混雑の解消も念頭におき、テレワークや時差出勤の準備をしていた。2019年8月本社移転、2020年2月からはコロナ禍対応として全社員対象のリモートワークを始めたが、それまでの準備のおかげで、大きな混乱はなく移行できた。現在も出社と合わせた「ミックスワーク」を継続中である。

新オフィスにおいて、ハード面はメガプレートと名付けたワンフロア5,000㎡を超えるフリーアドレス空間、スマートフォン、タブレット、ウェアラブルウォッチ及びノートパソコンの支給、ソフト面では接続環境の提供とデータセキュリティの強化が行われている。また、本社のほか、関東に3ヵ所の拠点（サテライトオフィス）を設け、全国の支社、事務所も合わせ、各地に「集まる」場所を確保し、正に分散型ネットワークも実現している。Web会議システムもハード・ソフト共に整備済みで、通勤・出張・移動にかかる時間を有効活用できている。

5 社内DXの実践

私たちはBIMにおいて、過去の設計データをストックし、過去に設定したデータ一式を部屋名から自動で入力するプログラムや、入力されたデータから熱負荷計算を自動化するRPAプログラムも開発している。

また、アプリを活用した「プロジェクトナビ」という設計者支援システムを構築しており、①プロジェクト、②部門、③専門領域（ドメイン）、④テーマを持った活動内容（タスクフォース）、⑤プロポーザル・コンペ等の提案業務、⑥個人のページを持ち、それぞれのアクセス権を設定し、ページ毎に詳細プロセスをインプットしていくことにより、全体をデータベース化していく。設計監理のワークフローをあらゆる形でデータ化・見える化し、個人と組織を繋ぎ、過去の事象や知見を蓄積し、分析、活用していく。このことが新たな提案を生むこととなる。

社内コミュニケーションは、スケジューラー、Webシステムに加え、社内Facebook、Work Chatアプリ等を活用し、スピード感を重視し、タイムリーなやり取りを実践している。

一部繰り返しになるが、社内DXの着眼項目は以下のとおりで、括弧内はその手法を示している。

- ①情報入手（データベースに取りに行くパターンと新着情報のプッシュアウトパターン）
- ②情報発信（各種入力によるデータとセンシングデータ提供）
- ③時間の有効活用（データのストックと閲覧）
- ④押印・経費処理、原価管理のアクセシビリティ向上（デジタル化、システム刷新）
- ⑤スキル・実績による登用、アサイン、教育訓練、人事考課、報酬の管理（ヒューマンリソース（HR）のプラットフォーム化）
- ⑥フットワーク・ネットワークのための完全モバ

イル化（スマートフォン、タブレット、ノートパソコン、ウェアラブルデバイス、通信環境の全社員配布）

- ⑦集まる場所の充実（サテライトオフィスと地方拠点の充実、ワーケーションの実践）

これら七つの実践に加え、若手社員教育の新たな制度、Webによる部員メンタルフォローミーティング、ウェアラブルデバイスを使ったバイタルデータによる健康増進等も導入し、デジタルに加え、メンタル、フィジカルの三つのトランスフォーメーションに取り組んでいる。

今後のジョブ形態として、

- ①時差を活用した業務形態
（社内や協業者との勤務時間帯のマッチング）
 - ②ギグワーカー・個人事業主との連携
（パートナー体制）
 - ③社内でのギグワーカー的働き方
（インセンティブ制等）
- の可能性を模索している。

6 データの取扱い

ところで、成果品として提出するデータのアクセシビリティとハンドリング（取り扱いやすさ）については、受け取る側からすると、なかなかハードルが高い場合がある。処理速度や処理方法により、大容量データも扱いやすくなってきているが、BIMやアプリケーションの利用は完全なストレスレスではない。

往々にして、竣工時のBIMデータは大変重く、これは施工された各製品の詳細データを始め、建物を形成する膨大な情報が集積していることに起因する。施設における維持管理情報の蓄積やその活用において、LCM（Life Cycle Management）データの軽量化が望まれる。提出後、管理者等データ利用者が、特別な習熟をせずとも利用できることが肝要である。

設計、施工のBIM連携は当然として、維持管理

時点では、データ精度の適正化、BIMリテラシーなしでも使えるビューアソフト、例えば3D化により、情報を可視化し属人化を避け、図面なしで維持管理ができるシステム等があるとよい。弊社では、「AZ ZERO CARBON PROGRAM」や「カーボンビューア」の活用に取り組んでいる。

データ処理速度に関しては、演算処理をクラウド型に移行、ストリーミング配信により、端末性能制約からの解放、ユーザー利用環境における負荷軽減を図るべきであろう。

先人・ベテラン・成功事例から学ぶだけでは現状を乗り越えられないと言われるが、ベテラン視点のデータ化やべからず集は大変重要である。その上に、開発したデータ、チャレンジデータ、失敗事例も合わせ、貴重なデータベースとなる。これらを集めることを進め、情報選択は後から行うこととなるが、単なるデータではなく、視点を持ってその背景まで捉え分析してこそ有効なデータとなる。

7 デジタルツイン

現在、設計事務所として、特に推進・実践しているのはデジタルツインである。これはCPS（Cyber Physical System）の一環で、想定されるプロセスは以下のとおりである。

- ①都市基盤メッシュネットワークと階層構成（レイヤ）設定（人流・物流・消費活動・エネルギー・環境・土木・建設等）
- ②データ基盤のプラットフォーム化
- ③構成関連企業のデータアップロード（ハードデータとセンシングデータ）
- ④既存データのアーカイブ化
- ⑤AIによる解析及びソフトウェアによるサービス提供

都市開発や街づくりにおけるスマートシティ化は、単独企業では成り立たず、企業間連携の成果品である。

デジタルツインの効用は、物理空間にある対象物を仮想空間上に組み上げ、モニタリングやAIにより、物理情報の管理と将来予測を可能とすることである。また、空間の品質管理・設備稼働やメンテナンス管理を行い、設計事務所の既存事業スコープから染み出す新たな業務戦略を展開できる。

顧客や利用者、サービス提供者についても同様の効用がある。XR（Extended Reality：現実世界と仮想世界の融合）によって、生活の利便化が進む。行動のための機能が身近になり、航空、鉄道、Uber等の運用情報、購入決済・自動運転・予約・チェックイン等における顔認証やOne IDによるスムーズ化も進む。情報は、他者、他社、異業種に伝達する時に思慮が必要で、共通言語、共同体制（誰と組むか）の中、情報が循環し、継続して使われることが重要である。デジタルツインの活用場としては、地方自治体等における在住者の災害時安全確認や、支所・公民館との収容連携、航空・鉄道・バスターミナル・駐車場における混雑状況インフォメーションとスムーズな移動表示、荷物運搬の利便性向上、病院における外来・入院状況の確認や医療用品の在庫管理、観光におけるアドベンチャーツーリズム、ホテルの宿泊、レストランの座席予約、ゲーミングソフトとの連携（3Dマップとの連携等）、EC（Eコマース）におけるバーチャル店舗（EC免税店等）等々、枚挙にいとまがない。

8 デジタルツインのビジネスモデル

設計事務所としてのデジタルツインのビジネスモデルは、BIM、3Dスキャニング、センシング等により、データプラットフォーム上でデータを保有し、解析を行い、建築提案をしながら顧客へのサービス化を行うことである。顧客ニーズ対応、それを超える提案が必要なため、顧客への寄り添いや関係・連携の強化、個々の施設に応じた

サービスのローライズが必要となる。また、スマート化とはICT (Information and Communication Technology) + サービスであり、今後もテクノロジーベンダーとの協業もしくはパートナーシップ (両側から融合) が不可欠と考える。

必要な伝統的業務形態が足かせとなつてはならないし、チャレンジしないローリスクはスピードが鈍いため、まずはプロジェクト毎のマッチングを行い、インベスト、新しいオファーリング、投資してノウハウを獲得する。技術領域を明確にし (どこまでやるか)、シビル・FM業務も含め、サブスクリプションも重要なビジネスモデルとなる。我々は従来より、顧客への寄り添い度は高く、川上・川下業務をやっているため、このビジネスモデルは企業カルチャーに合っている。

9 デジタルツイン実証実験

弊社本社においてデジタルツインの実証実験を行っている。2019年8月に羽田空港付近にある物流倉庫にヘッドオフィスに移転した。階高6m、約5,000㎡のワンフロアというオフィスであり、高密度の都心のオフィスではあまり見られない空間となっている。新築ということもあり、昨今のエアコンではないが、DXの名の下に種々のセンサーを初期から搭載し、顧客提案の前段として、自ら実験・実証を始めた。BIMでの設計、IoT (Internet of Things) センサーの設置、利用実態や環境データのデジタル化を行い、それらデータを運用に活かしていく実験中である。取得されるデータの運用への活用、人の属性データや集合密度の測定、CO₂濃度や温湿度測定等、空間利用と環境の因果関係の解析を大学の研究室と共同で行っている。更に、BIMに格納された「特性を持つデータ」を、AR (Augmented Reality : 拡張現実) 技術により現実空間に投影する新たなデバイス開発を行うなど、デジタルツインのメリットも研究している。

10 ニーズとテクノロジー

事業のニーズに対し、テクノロジーを結びつけることは、利便性や効率性の向上に効果的である。ニーズの主体は様々で、事業主や利用者等多岐にわたる。その上、調査やヒアリング、思考、提案の密度とスピードも求められる。一つのプロジェクトにおいても、様々なステークホルダーや企業内の諸部署等を横断して情報共有し、思慮を広げて依頼者の気持ちに気づくことが求められる。弊社では、設計やコンサルティング業務において各専門部署毎に「ニーズ」とその「対応案」と「テクノロジー」を、アプリを使ってデータベース化し、全データを統合することを進めている。通常業務に加え、かなりのパワーが必要な内容であるため、これを専門に行う組織を結成している。

テクノロジーの例として、人流解析や顔認証等は、動線計画や空間活用にとって必要なファクターである。人流データにも、センサーによる個体識別なしのものと、顔認証やスマートフォンにより属性まで分かるものがあり、貴重な情報であるとともに、同意取得や匿名性維持の難しさが課題である。また、ドローンやドライブレコーダー等による、壁面や路面の劣化度の可視化、災害や気候変動に対する画像差分解析等、人に代わって作業を進める技術や、執務空間の快適性分析のように、建築主だけでなく、建物利用者が活用できる仕組みづくりも行われている。一般の方、非専門家に対して分かりやすく、使用が当たり前となり、テクノロジーを意識せず、いざなくなると大変な不便さを感じるもの、例えば交通系のカードの普及は正に好例であろう。利用者の満足度を過剰に超える必要はなく、実態に即した使いやすなもの、変化に対応できるものであれば、サブスクリプションによるビジネスも、より成立しやすくなる。そうしたテクノロジーとニーズのマッチ

ングも我々の役目であると考える。

11 活動の展開

社会及び顧客ニーズに対し、事業のグローバル戦略や経営戦略、リスクマネジメント、環境対応などのコンサルティング業務を提供することが必要と考える。事業調査・構想から実現・維持管理、再構想まで顧客に寄り添うワンストップ提案である。産官学の知見やDXによる迅速かつ論拠のある業務を遂行し、ターゲットは官民とし、情報ソースは金融・経済・政治等までに至る。まずは設計を足掛かりとして、専門的知見や技術を活かして、顧客の経営戦略、DX、SDGsなどの取組みを、事業の企画構想から計画設計、建設、運用、維持管理まで、トータルにサポートするとともに、地球環境や再生エネルギー、スマートシティ、AI、MaaS（Mobility as a Service）、宇宙航空などの新たな領域の新規事業へのニーズに添えている。

新しい事業領域、ビジネスモデルを行う場合、学者や複数のベンチャー企業と連携を図ることもあり、例えば建築へのAI活用というテーマにおいては、学者やベンチャー企業に対し、既存データや受託実証が提供できる。

アクションプランは以下のとおりである。

- ①施設が持つビッグデータをAI解析し、サービスに繋げる。
- ②国際的AI先端技術や環境ソリューション技術を顧客へ紹介、マッチングを行う。
- ③建物のデジタルツインと他施設及び周辺3Dマッピングを連結する際、データのレイヤ構成等を受託し、オープン化しながら、継続的運用に寄与する。
- ④施設デジタルツイン化による、設備更新年次計画、改修計画、将来計画等を含めた、運営計画の事業提案を行う。

12 DXにおけるAIと大切なもの

デジタル化は効率的運用や時間を作ることができ、ポジティブな面もあるが、怠惰を助長させる可能性がある。AIも含め、デジタル化にはルールが必要であり、マニュアル作りには注意が必要である（創意工夫がなくなる。考えなくなることへの危惧）。デジタルが故に肌感覚の大事さに気づき、アナログな部分を残すこと等に、「あえて」の意味がある。たまには、デジタルデトックスも必要なのである。

大切なものを残す、新しいものを生み出すためには知性に加え理性が必要で、AIに頼らない部分を忘れてはならない。

13 結びに

個人にとっては健康で家族や知人が幸福なこと、企業においてはCSV（Creating Shared Value：共通価値創造）等により、社員満足度（エンプロイサティスファクション）が高まること、社会においてはSDGsが継続的に繋がっていくこと等、様々な目標があるが、それらの実現に向けては、大事な部分に思考や時間を注ぎ込めることが必要であり、必要なプロセスは、ビジョンの確立、大切なものの明示、改革する部分の明確化である。それを見据えたDXは正に人間らしさを再考させるトランスフォーマーそのものであると考える。

建設現場におけるDXの取組み

一般社団法人日本建設業連合会 建築本部建築生産委員会IT推進部会先端ICT活用専門部会 主査 堀内 英行
(株式会社大林組 デジタル推進室デジタル推進第二部 部長)

1 はじめに

一般社団法人日本建設業連合会（以下、「日建連」という）のIT推進部会は、IT活用による総合的な建築生産の効率化を目的として1995年に設立され、より専門的な観点で活動を行う専門部会が傘下にある。その中の一つである「先端ICT活用専門部会」（以下、「本専門部会」という）は前身の「スマートデバイス活用専門部会」のあとを受け、2016年から活動している。

本専門部会は、建築生産における生産性向上にICTが寄与するために、各社独自技術による差別化だけでなく、各社共通の取組みによって業界全体の生産性を上げることを目的に設立した。

近年、スマートデバイス（スマートフォンやタブレット端末）による業務改善を始め、様々なICTデバイスやサービスの導入によるワークスタイルの変革、つまり現場にデジタル・トランスフォーメーション（DX）が広まりつつある。本専門部会では、これらICTツールの活用事例やハードウェア、アプリケーション、クラウドサービスなどの最新情報、各社の取組みなどの情報を共有しているが、本稿では建設現場におけるDXへの取組みのきっかけとなったスマートデバイスの活用を振り返り、その後、様々なシーンで活用されるようになったICTツールについて紹介する。

2 スマートデバイスの活用

(1) 建設現場におけるタブレット端末の導入

タブレット端末の代表格であるiPad[®]は、2010年に販売が開始され、2012年頃から建設現場への導入が広まっていった。2013年に発表された「スマートフォン／ケータイ利用動向調査2013」¹⁾によると、2012年の日本企業におけるタブレット端末の導入は約20%となっており、トライアルを含めると、30%以上の企業が採用していた（n=1,795）。

本専門部会でも2011年から注視しており、操作性・携帯性・通信機能など建設現場で利用できる端末として大きな期待を寄せる一方、各社の利用実態が不明であったため、本専門部会会員会社へのアンケートを実施した。

その結果、2012年末における利用企業は46%（6社）であり、次年度に「採用を計画している」もしくは「トライアル中」の企業を含めると77%（10社）にのぼった（n=13）。

サンプル数は少ないが、大手・中堅ゼネコンでは他業界に先駆けて導入・検討している企業が多く、その期待の高さが分かる。

(2) タブレット端末の利用上の課題

iPad 2[®]が発売された2012年を契機に、建設現場へのタブレット端末の導入が進んだが、各社ともいくつかの問題を抱えていた。例えば、タブレット端末の堅牢性や防塵防滴への対応である。

建設現場の過酷な環境下で、これらの性能は非常に重要であるが、残念ながらiPad®については現在でも対応できていないが、この問題については近年、安価で性能のよい防塵防滴ケースが販売され解消されつつある。

また導入ときに苦労したのが、キラーコンテンツ（アプリ）がなかったことである。前述のアンケートで利用しているアプリを調査したが、大半が図面・資料閲覧、検査システム、デジタルカメラの代用が主流だった。とはいえ、図面閲覧はPDFに変換したものを閲覧するだけで、図面管理に特化したサービスはなかった。また検査システムは自社開発が多く、またカメラに至っては画素数が低かったため工事写真の撮影基準に準拠していなかった。

しかしながら2013年に発売されたiPad®（第3世代）からカメラの画素数が向上し、図面管理サービスの出現（図1）により図面を始めとする様々なドキュメントのペーパーレス化が進んだ。



図1 図面共有サービスの例「CheX」

(3) スマートデバイスの普及

その後、大手・中堅企業を中心にタブレット端末の導入が進んだが、本専門部会が2016年に日建連加盟企業全社にアンケートを実施した結果、未導入の企業が約4割あった（n=62）。本専門部会は大手・中堅ゼネコンで構成されており、タブレット端末の導入は早い段階で始まっていたが、

加盟各社全体となるとまだ利用が進んでいなかったことが浮き彫りとなった。また、同年に日建連において生産性向上推進要綱が制定され、その推進方策の一つに「建築現場における携帯情報端末等のICTの活用を推進」が謳われた。

そこでタブレット端末の利活用を啓蒙するため、未導入企業に対して本専門部会主催のセミナーを実施し、前年度に作成した「工事現場のタブレット導入ガイドブック」の紹介や導入事例、すぐに使えるアプリなどを紹介した。その結果、2017年末に実施したアンケートでは、96%の企業で導入され現在に至っている。

(4) 導入効果

2017年末に実施したアンケート（図2）によると、タブレット端末の活用は図面閲覧や検査システムにとどまらず、電子黒板付きカメラ（図3）やコミュニケーションツール、電子野帳（図4）など幅広く活用されている。またこれまで自社開

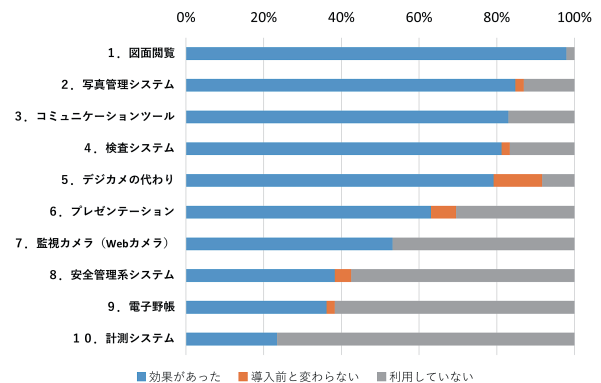


図2 スマートデバイスの利用用途



図3 電子黒板付きカメラの例「蔵衛門工事黒板」

発が多かった各種検査システムは、現在様々なサービスが提供され始め、現場における生産性向上に寄与している。

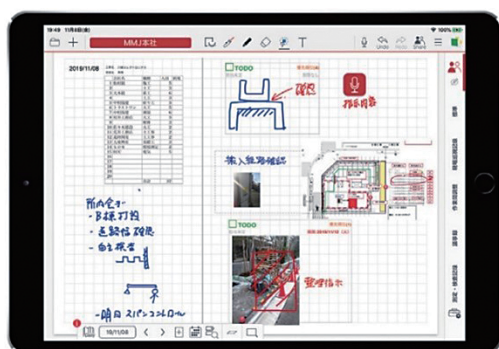


図4 電子野帳の例「eYACHO」

2017年末に実施したアンケートによると、タブレット端末導入の効果は以下のとおりとなっている。

・生産性向上

「場所を選ばずに業務が行える」「写真整理作業の時間が削減できた」「事務所に戻る回数が減った」「事務所に戻ってからの作業が半減できた」

・業務精度・スピード向上

「画像情報を付加でき、情報伝達精度が上がった」「情報伝達の高速化」「タイムリーな報・連・相の実現」

・コミュニケーション向上

「テレビ電話機活用で、現地状況を遠隔から確認できるようになった」「コミュニケーション面でも作業所内の情報共有の円滑度が向上した」

・働き方・業務改革意識の向上

「最も有意義だったのは、スマートデバイスを用いて、現場業務の仕方自体を変えられないかという発想を持った社員が多く出現したこと」

現在では、現場業務においてタブレット端末はなくてはならないものになった。今後もデバイス性能の向上、ソフトウェア・サービスの多様化により、これまで以上にタブレット端末の利活用が進むと思われる。

3 建設現場向けICT技術開発動向調査

(1) 調査の概要

本専門部会では、2018年4月～2019年11月の間にメンバーであるゼネコン15社が社外へ公開したICT関連の技術として37件の事例を収集し、業界の動向を読み解いた。

(2) 調査結果

① 傾向分析

収集した37件の事例を、技術の内容によって6種類に分類したところ、件数が多いものからロボット、IoT、AI・データ分析、BIM・XR（VR/MR/ARなどの総称）・3Dプリンタ、検査ツール、データ通信の順であった（図5）。ロボットについてはいくつかの定義があるが、ここでは特に自動化・自律化の度合いが高いものを抽出しており、高度な環境センシングや人とのコミュニケーション機能も伴うことからICT技術に含めている。

これまで現場のICT技術開発の主役であった検査ツールやデータ通信に関するものは、既に普及・展開フェーズに入っており、先端的な技術開発の対象としては、ロボット、IoT、AIなど複雑・大規模な情報を解析してより高度なサービスを提供するものに移ってきている。

また、取組みレベルと外販予定をそれぞれ3段階に分けて件数分布を図6に示した。取組みレベルとしては、約半数が実運用中であったが、開発中、検証中の段階で公開している技術も多く、中長期的な目標を持って建設現場のデジタル化に取り組んでいる事例が見られる。外販予定については、予定なしが最も多いものの外販中と予定ありを合わせると約3割に達した。これまで自社で囲い込む技術開発が中心であったゼネコンにとって、建設現場向けICTは協調領域としてオープンイノベーションや外販展開に取り組みやすい分野だと言える。なお、調査時期には含まれていないが、2020年には大手ゼネコン間でロボット施工・

IoT分野での包括的な技術連携に関する基本合意を交わすなど、その傾向は加速している。

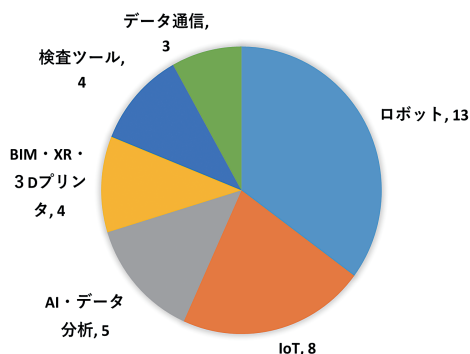


図5 技術分類別リリース件数

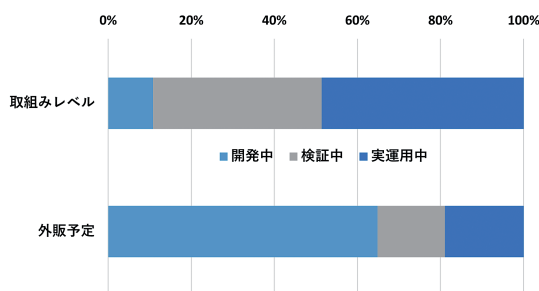


図6 取組みレベル、外販予定別の件数分布

② 事例分析

13件の事例があったロボット分野について、最も開発が活発なのは資材搬送に関するものである。これまでは、コントローラーを持った作業員一人で操作するなど、重量物搬送時の作業員を減らすことが主眼だったが、近年はカメラ映像などからロボット自体がいる空間の3次元地図を作成し、自動的・自律的に目的地へ資材を搬送できるようになった。また、米Boston Dynamicsが開発したSpotに代表される四足歩行型ロボット（図7）の高い走破性を活かし、建設現場での情報収集を遠隔化・自動化し、生産性向上を目指す動きも出てきている。

8件の事例があったIoTについては、人の情報をセンシングするものとモノや環境の情報をセンシングする技術に大別される。人の情報をセンシングするものは、ヘルメットに取り付けたセンサ

（図8）や腕時計型のウェアラブルセンサなどで作業員のバイタルデータを取得して、夏場の酷暑下における熱中症対策などの安全管理に活かすものが多い。モノの情報をセンシングする例としては、磁気センサにより高所作業車の作業台の昇降を検知することで、稼働率管理を行うものなどがあつた。また、これらIoT関連ソリューションの通信環境を構築するために、従来から現場に設置されている仮設分電盤に通信機能を付加する技術も見られた。

BIMは、タブレットなどのスマートデバイスで設計情報を確認するだけでなく、3Dプリンタ、XR技術向けのデータ生成など、現場ICT技術の基盤データとしての活用が進んできている。配筋にBIMモデルを重ねるMRアプリケーション（図9）の事例は、建設現場において最も検査に時間がかかる配筋を3Dモデルで比較することで検査を効率化、更に径やピッチを自動取得することでヒューマンエラーの是正も目指している。また、杭打設時に地中の支持層を3Dモデル化し、必要な杭の長さを可視化するシステム（図10）は、BIM及びICTを活用して施工実績を設計情報



図7 工事現場内での四足歩行型ロボット実証の例



図8 センサデバイスをヘルメットに装着した例

に反映することで品質確保に活かした例である。

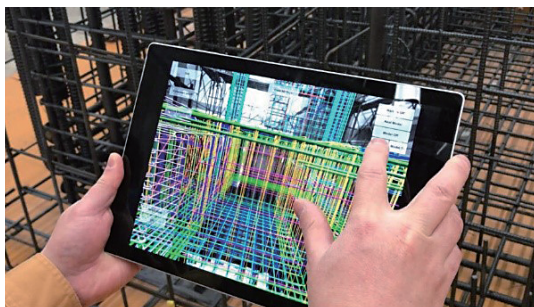
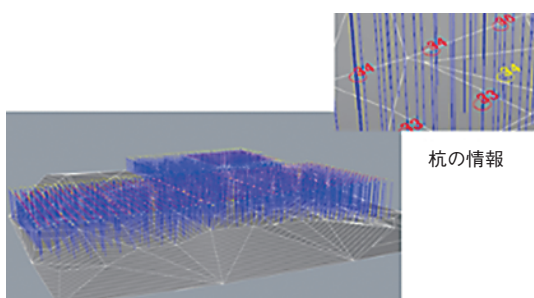


図9 BIMモデルと配筋を重ねてMRで確認する例



3Dモデルを活用して杭の長さを自動設定

図10 3Dモデルを活用した杭の情報管理の例

4 先端ICTツールの建設現場適用状況調査

(1) 調査の概要

様々なICT技術開発がなされる中で、特に建設現場の生産革新に寄与するツールとして「ドローン」、「AI」、「HMD（ヘッドマウントディスプレイ）」の三つを選定し、日建連会員企業63社を対象に、これらがどの程度実務に導入されているかを調査した。調査期間は2018年11月～2018年12月で、回収率は70%（44社／63社）であった。

(2) 調査結果

① ドローン

ドローンは、ここ数年で民生用でも製品が普及してきており、放送や広告などの業界における撮影手段としても市場が確立した。建設現場においても、主に土工事など広域かつ上空から視認しやすい現場において、有効な撮影手段として利用が進んできている。

ドローン導入状況（図11）を見ると、回答した44社の約8割にあたる35社が作業所で利用し、7社が設計業務で利用していた。また、16社が調査・情報収集、12社が技術開発での試行を進めており、既に実務で利用しながら新たな活用を模索している会社が多いことが窺える。具体的な用途としては、施工段階の進捗確認が最も多く、出来高管理、竣工写真撮影などが続く。進捗確認や出来高管理においては、上空から網羅的に撮影した多量の画像から、形状を点群化する技術が活用されることが多く、これを実現するソフトウェアやサービスも豊富になってきている。

また、ドローンが建設業で更に普及するための課題として重要なもの（図12）としては、安全上の問題（18社）や活用知識不足（6社）、操作者の確保（5社）など運用上の課題を挙げる会社が多く、ソフトウェアの性能（5社）や導入コストの高さ（2社）、ハードウェアの性能（0社）などのドローンそのものの課題は比較的少なかった。

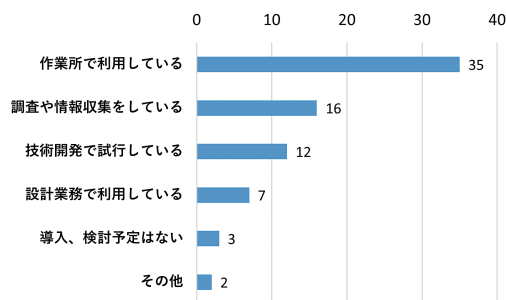


図11 ドローン導入状況（複数回答可）

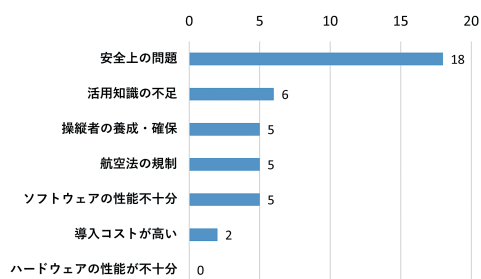


図12 ドローン普及の課題として重要なもの

② AI

AIについては、回答企業の約5割にあたる21

社が何らかの取組みを実施しており、そのうち11社が試験的なものも含めて既に導入していた。また、現状具体的な取組みがない18社についても、取り組む予定がある（3社）、興味がある（14社）という回答がほとんどだった。

利用目的については、顔認証やひび割れ計測など画像解析技術を応用したものが8件と最も多く、施工支援（7件）、安全対策（4件）と続く（図13）。労働人口の減少や働き方改革に向けた生産性向上や安全性確保への期待が大きいことが読み取れるが、一方で取組み予定がない企業からは導入効果が分からない、導入するのにハードルがあるといった声が上がっており、AI導入のメリットを明確にしていく必要がある。

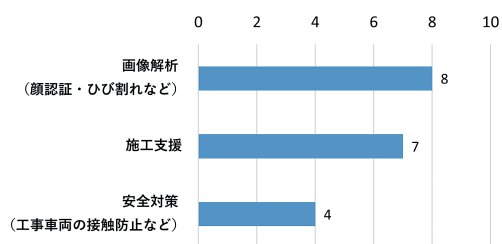


図13 AIの利用目的

③ HMD

HMDについては、5割以上の24社が既に導入済みで、約3割にあたる12社が導入を検討しており、各社の期待が高いことが分かる。

HMDはXR技術と親和性が高いデバイスであり、VR、AR、MR及び単に端末画面を投影するモニタ（図14）の四つの用途に分類し、それぞれ導入の有無を確認した（図15）。この結果、最も導入が進んでいたのはVR（21社）で、営業・企画・設計段階、施工段階及び安全教育などの幅広いシーンで利用されている。AR、MRは実際の映像と3Dモデルを重ね合わせる必要があるため、デバイスが高価になる傾向にあり、VRよりは導入が遅れているものの、施工段階における設計情報の確認目的などで活用されていることが分かった。普及のための重要課題で最も多かったのは導

入コストの高さ、続いてハードの性能不足、アプリケーションの不足であり、デバイスそのものや周辺技術の更なる成熟が必要と考えられている。



図14 HMDの用途による分類

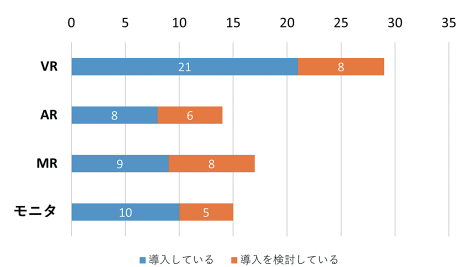


図15 HMDの分類別の導入検討状況

5 おわりに

建設現場におけるICTの活用は、スマートデバイスの出現により一気に加速し、近年ではロボットやHMD、ドローンなど、様々なハードウェアを始め、建設業界向けソフトウェア・サービスも充実してきている。また今後はIoTなどセンサデバイスと、5GやLPWA（Low Power Wide Area）など通信網の発展により、デジタルツインが本格的に導入されることが予測される。

今後も本専門部会では、業界共通の取組みによってDXによる生産性向上が図れるよう情報発信をしていきたい。

（参考文献）

1) ㈱インプレスR&D「スマートフォン／ケータイ利用動向調査 2013」

鹿島DXが創る次世代建設生産システム －スマート生産－

鹿島建設株式会社 デジタル推進室 室長 真下 英邦
建築管理本部建築技術部 課長 古賀 達雄

1 鹿島のデジタル戦略について

1.1 経営計画の達成に向けたDX2本の矢

鹿島建設株式会社では、建設業や当社を取り巻く諸々の課題解決を目指して、全社でデジタルトランスフォーメーション（DX）に取り組んでいる。

建設業では、就業者の高齢化や若手技術者の減少、特に熟練労働者の将来的な不足が大きな課題である。また、建設業の特色である現地・一品の生産が、労働集約的で標準化・機械化・遠隔化による生産性・品質・安全性の向上の妨げになって

いる。更に、苦渋・危険作業とも隣り合わせの建設現場は、3Kと呼ばれることもあり、若者が建設業への就業を躊躇する原因とも考えられる。

当社は、これら課題の解決を目指して、建設業の魅力向上も視野にグループDX戦略を定め、デジタル技術を高度に駆使して次の二つのDXにチャレンジしている。

- ① 既存事業や経営基盤の強化（DX1.0）
- ② 事業領域の拡大・多様な収益源の確立（DX2.0）

DX1.0では、中核事業である建設生産プロセスの変革を通じた生産性向上や建設業の魅力向上、経営基盤の最適化・合理化などを目指してい



Copyright © 2020 Kajima Corporation

図1 DXが目指す「次世代建設生産システム」

る。また、DX2.0では、デジタル社会における社会・顧客の新たな課題に対してデジタル技術を活用して応え、事業領域の拡大を目指している。

1.2 DX実現に向けた主要施策

中核事業強化の主な取組み（DX1.0）として、「次世代建設生産システム構築」が挙げられる。当社が目指す「次世代建設生産システム」の概念図を図1に示す。

デジタル空間上では、「デジタルツイン」と呼ばれる現実の構造物を模した仮想モデルを用いた施工及び建物運用のシミュレーション、客観的なデータに基づく「データドリブン」な意思決定が行える仕組みの構築などを進めている。

現実空間では、施工の生産性向上や苦渋作業・危険作業軽減のための「機械化・自動化」、施工管理の生産性向上のため、現場を遠隔管理する基盤の構築、VRやAR、ドローン、3Dスキャナーなど「デジタルツール」の開発と適用を進めている。

本稿では、建築分野における主要取組みの一つとして、前述の要素を包括する「スマート生産」について紹介する。

DXの具体的取組みについて

2 ～鹿島スマート生産ビジョンの策定と推進～

2.1 はじめに（ビジョン策定の背景と狙い）

少子高齢化や働き方改革といった建設業が抱える課題解決のためには、建築の生産性を高め、働く場としての魅力を高めていくことが本質的な解決策になるものと考えている。

そこで、日進月歩で進化し続けるICT、ロボット技術に着目し、先端技術を積極的に取り込んで生産性を高めた将来の建築生産イメージを描いたものが鹿島スマート生産ビジョンである。2018年11月にプレス発表も行い、社内外でビジョンを共有することにより、開発の加速のみならず、設

計、施工、製造、流通など、複雑に分業化された多くの関係者のベクトル合わせや、IoT、AI、ロボットといった、建設会社である当社が保有していない先端技術や知見を有する企業との協力体制の推進にも効果を発揮しており、オープンイノベーションの推進に大きく貢献している。

2.2 ビジョンの概要

鹿島スマート生産ビジョンでは、ワーク（作業）、マネジメント（管理）、エンジニアリング（生産プロセス）に対して、各々以下のコンセプトを掲げており、作業と管理の両面からスマート化を図っている。ビジョン全体のイメージは、図2に記載のQRコードから確認可能となっている。

【作業の半分はロボットと】

人と機械の協働による生産性向上を図る。危険・連続・補助作業などをロボットが支援することで、人の生産性を高めていく。

【管理の半分は遠隔で】

現物確認と遠隔管理の組み合わせで、現場管理者の働き方改革を図る。監視・目視・数量把握などはセンサー技術等を利用し、三現主義の質を高めていく。

【全てのプロセスをデジタルに】

BIMを基軸としてプロセスをデジタル化し生産性向上を図る。設計検討・調整・合意・進捗管理・保守運用まで、デジタル情報を蓄積し最適化へ活かす。

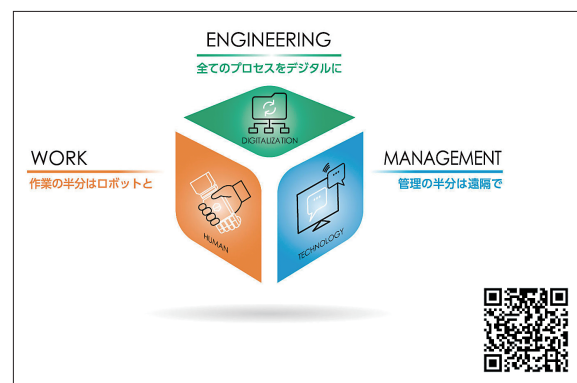


図2 ビジョンコンセプト図とイメージ動画（QRコード）



図3 スマート生産ビジョンで描く自動搬送の将来像

2.3 スマート生産への取組み状況と効果

ビジョンに基づき、各種技術開発を進めている。ドローンやアシストスーツなど、外部の先端技術の活用と自社開発を組み合わせながら、各種技術開発を進めている。以下、具体的な開発内容とその効果を紹介する。

2.3.1 作業のスマート化

建設におけるロボットは、作業場所へ自ら移動しなければならないことや、雨や風の影響を受けやすいなど厳しい制約条件も存在するため、工場で一般的に利用されている定置式ロボットとは大きく異なる。そこで当社では、厳しい作業環境下により身体的負担が大きい作業や、一定時間同一場所での連続作業が可能な工種、比較的要求精度が低い作業など、ロボット活用の意義や得意分野を考慮の上、安全や環境面などの付加価値向上も加味した生産性向上を目指している。

2.3.1.1 作業負担の軽減、省力化

床面に打設されたコンクリートを仕上げるためには、通常は「土間工」と呼ばれる作業員が、長時間腰をかがめてコテを押し付けながらの重労働を強いられる。また、夏場はコンクリートの乾きが早いため素早い作業が求められ、冬場は仕上がりに時間を要するため、真夜中や明け方まで作業がかかるなど、過酷な労働条件下での作業であるため、新規入職者の確保が難しく、作業員不足を

生じやすい工種となっている。そこで、作業員の負担軽減を目的としたロボット開発に取り組んでいる。開発中の装置は、ゲームコントローラーのようなりモコンにより直感的かつ容易な操作を可能としており、作業員自ら操縦してコテ押さえを行うことができる。また、障害物がない平坦な環境においては、自律移動による自動コテ押さえ機能も有する。これまでに12現場で導入検証を行い、操作性やボディ形状など2度のバージョンアップを重ねている。今後、必要機能を絞った廉価版を開発し、更なる適用拡大を目指している。そのほかに、耐火被覆吹付作業なども身体的負担が大きい作業の一つであり、ロボットの活用による生産性の向上を目指し開発を進めている。

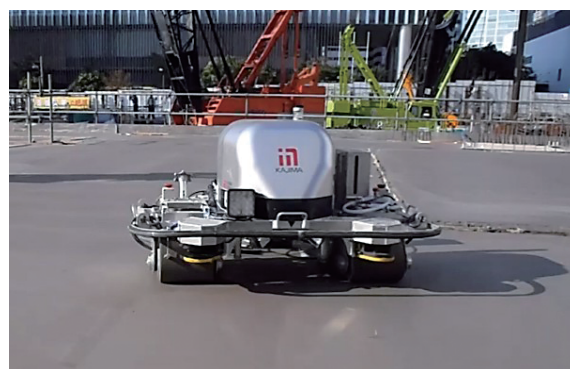


写真1 コンクリート仕上げロボット



写真2 耐火被覆吹付ロボット

2.3.1.2 連続作業の効率化、省人化

高度な技能を必要とする現場溶接作業においても、溶接技能者不足が課題となっている。そこで、当社は溶接作業の効率化と省力化を図るべ

く、汎用可搬型の溶接ロボット活用を開始した。2016年には、当社グループ会社に新たに溶接事業部を立ち上げ、ロボットオペレータの育成を自ら行うことにより、溶接ロボットの運用・品質保証に向けた総合的な推進体制を構築してきた。これまでに既に20現場を超えるロボット溶接の実績を積み上げている。また、梁下フランジ部のロボット上向き溶接を実現することにより、構造上の弱点となるスカラップの削減、下階フロアからの施工による安全性向上などの付加価値も生んでいる。更に昨年度には、上階の床コンクリート打設後に梁下フランジに上向き溶接を実施する工法の現場導入を行い、溶接作業の全天候化、工程の山崩しなど、新たな付加価値も創出している。このような汎用可搬型溶接ロボットのほかにも、BOX柱の角溶接も可能なマニピュレータ型現場



写真3 汎用可搬型溶接ロボット（上向き溶接）

溶接ロボットや、壁面塗装ロボットなど、効率化、省人化を目指したロボット開発を推進している。



写真4 マニピュレータ型溶接ロボット

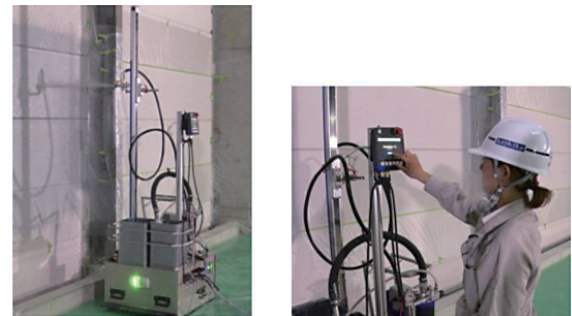


写真5 壁面塗装ロボット

2.3.2 管理のスマート化

長時間労働が問題となっている現場管理者の生産性向上と働き方改革の実現が喫緊の課題となっている。もちろん、現場で現物を現実に確認する三現主義が施工管理の基本であり、また現場管理

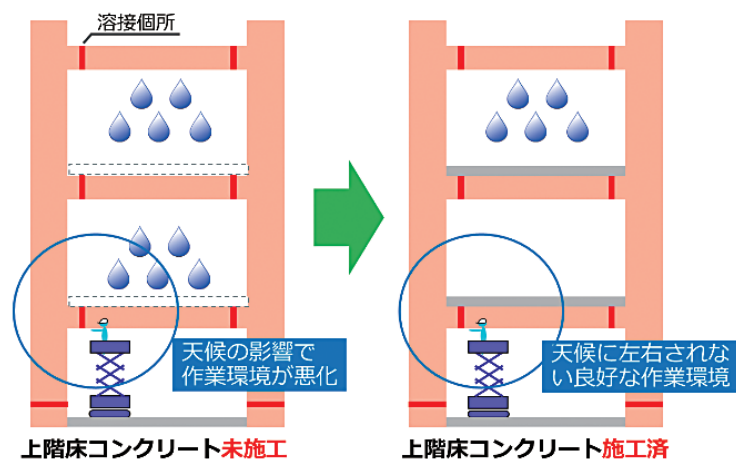


図4 全天候型梁下溶接工法

技術を習得するためにも現場で体得する経験を積むことは必須であるが、その上で、作業進捗状況など単純な確認業務の遠隔化や、関係者とのリアルタイムな情報共有など、ICT、IoTなど先端技術活用による課題解決も目指し、各種技術開発を進めている。

2.3.2.1 現場状況把握の効率化

日々目まぐるしく変化する現場の状況を常に把握することは、施工管理業務において非常に重要である。例えば、作業予定エリアについては、前作業が予定どおり終了しているか、不要な資機材や廃棄物が残置されていないか、必要な墨が出ているか、足場や安全設備は整っているかなどの現地確認は必須である。また、図面内容の確認など、作業員から現地で迅速な指示や対応を求められることも多く、特に経験の浅い現場担当者にとっては、現場内での移動や確認に多くの時間を要している。

スマート工事事務所と称する工事事務所では、マルチモニターを設置しており、躯体施工階や搬出入ヤードなどの重点管理エリアを中心に、現場内のリアルタイムな映像を表示している。三現主義を補完する形で、遠隔での確認やコミュニケーションを可能としており、ほかにも、天候情報や現場入退場履歴情報など、現場管理に必要な情報を表示することにより、情報の一元化、共有化も図り、施工管理の効率化を目指している。



写真6 施工管理情報を一元表示するスマート工事事務所

2.3.2.2 資機材管理の効率化

当社が開発した資機材管理システム（3D K-Field）では、高所作業車や可搬式作業台、台車などの資機材に小型のセンサーを取りつけ、現場内のリアルタイム位置や稼働状況を表示することが可能となっている。また、資機材の入出庫管理や日常点検などをスマートデバイス上で行うシステム（KENLOGI）も自社で開発し運用している。特に大規模現場では、大量の資機材の管理に多くの時間を要するため、このようなシステムは有効となる。今後、資機材管理のデータ蓄積により、計画段階への適切なフィードバック及び計画の最適化にも繋げていきたいと考えている。

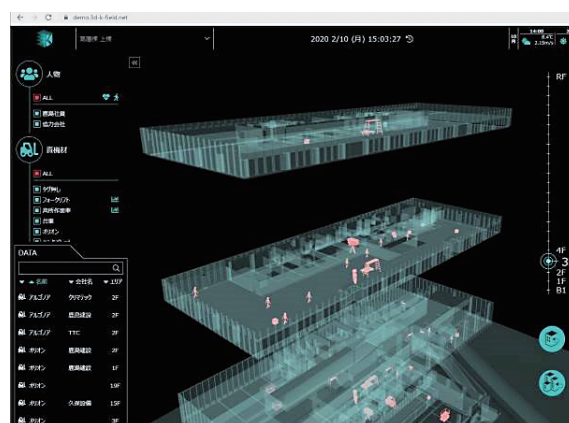


図5 資機材や人の位置、稼働を表示するシステム

2.3.2.3 品質、出来形確認の効率化

スケールやトランシットなどの測量機器を用いて施工の出来形を確認することも、施工管理における重要な業務の一つである。最近では、3Dスキャナーや画像測量（SfM: Structure from Motion）、AR（拡張現実）といった、先端技術を用いた新たな確認ツールも登場している。ARについては、当社自らアプリケーションも開発しており、施工部位や建物の事前確認、仮囲いや足場など仮設物の配置確認など、様々な用途で活用しながら、機能改良や運用体制の構築を進めている。3DスキャナーやSfMは、ドローンと組み合わせた掘削土量管理や躯体の面精度管理などへの



写真7 AR（拡張現実）を用いた新たな現場確認手法

活用を進めており、業務効率化を目指している。

2.3.2.4 連絡・コミュニケーションの効率化

現場における連絡手段として、1990年代からは携帯電話が登場し、2000年代以降はスマートフォンが普及してきた。これら新たな通信機器に搭載されるメールやチャットなどのソフト機能の進展により、多数の関係者への一斉連絡や、カメラ映像を見ながらのコミュニケーションなど、情報共有に要する時間や移動時間の削減による業務効率化が進んでいる。更に、現場巡回時の指摘事項や、検討中の施工図に対する確認事項など、図面と画像とを連携してリアルタイムかつ多人数に共有することが可能なソフトウェアも登場しており、当社でも既に多くの現場での活用が広がっている。



写真8 スマホを活用した新たな朝礼システム

また、市販のソフトウェアの活用だけでなく、必要に応じて自社でソフトウェアを開発し運用も進めている。例えば当社が開発したスマート朝礼システムは、作業員が自分のスマートフォンでQRコードを読み取ることにより、当日の朝礼内容をいつでもどこでも確認できるシステムとなっている。コロナ禍や改修工事などの多人数が一同に集合することが困難な状況下や、スポット業者など朝礼に参加できない作業員などに対する情報連絡手段として効果を発揮している。今後も積極的にこれら最先端技術を活用することで、管理業務の更なる効率化を進めていきたい。

3 おわりに

建築生産プロセスの変革は、多くの場合、作業ロボットやIoT管理ツール、BIMなどのデジタルツールの活用とのセットで実現される。機械やセンサーを用いることで、施工歩掛や品質管理などに関するデータを蓄積し、そのデータを分析・活用して設計や施工計画の作成、並びに建物運用の最適化を実現することは、スマート生産の最終的な成果にも繋がる。また、各種デジタルツールの活用は、建築生産プロセス全体やサプライチェーンの変化など総合的・複合的な変革を創出するものとも期待でき、今後も鹿島スマート生産を更に推進・進化させていきたい。

DX推進による建築設備工事の効率化と ビジネス変革への取組み

ダイダゲン株式会社 CIO兼経営企画室長 佐々木 洋二 インノベーション本部技術研究所基盤技術課長 田中 法幸
スマートビルディングソリューション室ソリューション営業部長 熊尾 隆丈

1 はじめに

当社では、2010年代後半から建設現場が多忙となる時期に備え、施工効率化、働き方改革の推進等を目的として、建設現場へのデジタル技術の導入を推進してきた。2020年代に入るとその成果が評価され始め、経済産業省と東京証券取引所が共同で実施する「DX 銘柄 2020」、国土交通省「i-Construction大賞工事・業務部門優秀賞」などに選定された。

また、当社は2021年度を初年度とする中期経営計画を策定し、DXの推進を目標達成に向けた成長ドライバーと位置づけている。この中期経営計画を受けて、「IT・デジタル戦略方針」を立案した。「長期ビジョンで目指す空間価値創造企業の実現に向けて「人を活かすDX」を推進する」の理念の下、①建築設備DXの推進、②IT基盤の整備・拡充、③ガバナンスシステムの整備・強化の3点をIT・デジタル戦略方針として掲げ、DXを推進している。

本稿では、この取組みの一例として、デジタル技術による施工現場の効率化の事例、及び建築設備に係るビジネスの新しい形を目指した監視・制御の革新事例を中心に、当社のDXへの取組みを紹介する。

2 施工現場における生産性向上

2.1 施工現場の課題・生産性向上の必要性

建築設備は、多種多様な材料や資機材、施工方法が存在する中で、高度な技能を有する多数の作業員が協力し作り出すことに加え、基本的に一品毎の受注生産であることが特徴として挙げられる。そのため、製造業のような“ライン生産方式”、“セル生産方式”、“自動化・ロボット化”などのパターン化された技術の採用が難しい。更に、バブル崩壊後、多くの企業で行われた新規採用の停止やリストラ、そして建設業にイメージされる3K（きつい・汚い・危険）が根強いこともあり、人手不足が深刻な問題となっている。特に29歳以下の若年層の建設業就業者数の推移に、その傾向が顕著に表れている。この人手不足が建設業全体の生産性に大きく影響していると考えられる。

この人手不足を克服するとともに生産性を向上させるためには、働き方改革により新たな人材の確保とその育成環境の整備に加え、3Kを払拭させるようなICT（Information and Communication Technology）の活用による施工効率化が望まれる。その一案として、国土交通省では、新たな取組み“i-Construction”を推進しており、ICTを駆使することにより1人当たりの生産性が向上すれば、旧3Kから新3K（給与・休暇・希望）へシフトされ、建設業のマイナスイメージを払拭することができると考えられている。i-Construction

の推進は、建設業を希望の持てる産業へ発展させるために、国が掲げたスローガンである。

2.2 解決しようとする課題

現場管理者の業務は、安全書類の作成、作業員の就労記録、作業指示書の作成などの日常業務に加え、施工図面の作成、材料発注、自主検査記録などの施工管理業務と多岐にわたり、人手不足の影響もあり、1人当たりの業務量は年々増加傾向にある。特に、施工図面の作成や工程管理に関わる業務の負担は大きく、効率化が望まれる。この効率化を図るための課題として以下が考えられる。

- (1) 工事計画の具現化
- (2) 個から共への施工管理

これらの課題に対する解決策を実際の施工現場で活用した事例を次に紹介する。

2.3 DX(ICT技術活用)による課題解決事例

(1) 施工現場の3Dモデル化

これまで施工現場では、施工図を工事計画の基礎情報として用いてきた。近年では、これまで2次元で表現されていた施工図を3次元（3D）化し、立体的な納まりを検討できるところまで発展してきている。特に更新工事においては、施工現場の現況を3Dモデル化することが有効となる。そして、3Dレーザースキャナが代表的な3D化技術として取り入れられ始めている。しかし、3Dレーザースキャナによるデータは仮想空間の表現に留まり、実際の現場の状況を再現するには至っていない。また、3Dレーザースキャナは、撮影時間や処理時間、そしてコストの大きさに課題が残っている。

当社では、デジタルカメラで撮影した2次元画像データから写真測量技術（SfM：Structure from Motion）を用いて、3Dデータを作成する技術に取り組んでおり、現在、現場での活用を始めている。ここで

は、国土交通省よりi-Construction大賞工事・業務部門優秀賞を受賞した技術の活用事例について紹介する。

当該工事は、地下熱源機械室にある冷凍機の撤去工事であり、搬出ルートを含めた作業計画を施主や作業員と共有することを目的として活用した。このSfMを用いた写真測量技術の特徴は、写真から対象の物体あるいは空間を3Dのデータとして得られることであり、対象物に対して連続的に撮影した2次元画像からカメラの位置姿勢と対象物の座標を推定し、3Dモデルを作成する。図1に工事対象エリアのデジタルカメラ画像を、図2に写真測量技術を用いた3Dモデルを、図3に冷凍機の搬出計画を3Dモデルで検討した様子を示す。図1と図2を比較してみると、バルブの位置や形状を始め、搬出入に障害となりそうな対象物が、正確に再現できていることに加え、3DCADやBIM、そして3Dレーザースキャナによる仮想空間的な3Dモデルとの違いが分かる。図3に示すように、工事対象エリア全体を3Dモデル化し、冷凍機の搬出計画を詳細に検討した結果、作業効率の向上により10%のコストを削減することが可能となった。更には、施主や作業員と工事計画の内容を細部に至るまで共有することで、品質と安全性を確保し、入居者の業務に支障をきたすことなく工事を完了することができた。

いくつかの現場で活用した結果、この写真測量



図1 工事対象エリアのデジカメ画像



図2 写真測量技術を用いた3Dモデル



図3 3Dモデルによる工事検討
緑色が搬出する冷凍機を示している

技術を全社で汎用的に活用するためには、①撮影作業の熟練、②撮影時間の短縮の二つの課題があることが分かった。そこで、デジタルカメラの代替として、全方位（360°）カメラを用いた撮影方法（動画撮影）による写真測量技術を考案し、調査・検証を行った。その結果、熟練を要せず初心者でも撮影が可能で、撮影時間の90%削減を実現することができた。この全方位カメラを活用した写真測量技術の試行結果を次に紹介する。

某機械室（奥行7.8m、幅3.2m、階高3.9m）を対象として、全方位カメラでの撮影を行った。図4に取得した全方位カメラ撮影動画の一部を、図5にその映像から切り出された撮影動画の一部を示す。図4より切り出された、図5の複数の2次元画像から3D化したモデルを図6に示す。2点間で計測可能な部分を対象として任意の10点を計測し、実寸との誤差を確認したところ、2cm程度に収まっており、全方位カメラはデジタルカメラで撮影した図2の事例と同等の精度で3Dモデルを復元できることが分かった。これにより、

全方位カメラを用いて高度な撮影技術を要しない汎用的な写真測量技術の活用が可能となった。現在では、この手法により、写真測量技術を全社的に活用し、更なる生産性の向上に向けて取り組んでいる。



図4 取得した全方位カメラ撮影動画の一部



図5 全方位カメラの撮影動画より切り出された2次元画像



図6 某機械室の3Dモデル

(2) “共による” 施工管理

若年技術者は、施工要領書や施工手順書を基に作成されるチェックリストを片手に現場を巡回し、“個”で施工管理を行う。しかし、チェックリストに反映されていない項目で問題があると早

期発見に至らず、後の手戻り工事に繋がり、業務が煩雑化するなど、負のサイクルを生み出しているのが現状である。この現状に対し、工事状況を会社内で共有しながら現場を“共”で管理することが解決策として有効であると考えられる。

この“共”で施工管理をするために当社が導入したのが、現場支援リモートチームの運営である。リモートチームは、作図を始め、品質と安全など現場監理者の業務を遠隔から支援するとともに、各拠点（本社・支社・支店）から状況に応じて適宜業務を支援する体制をとっているため、複数現場への対応を柔軟に行うことができる。前項で紹介した、写真測量技術を用いた3Dモデルもリモート支援に有効活用されている。図7に、現場支援体制の概略図を示す。リモートチームは、熟練技術者や様々な専門能力を有した人材で構成されているため、多面的な対応が可能である。この現場支援リモートチームの運営の事例について紹介する。

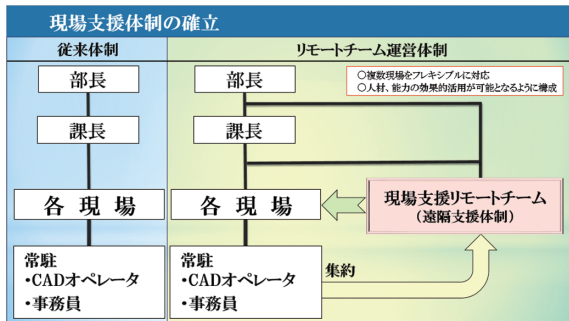


図7 現場支援体制の概略図

当該現場では、現場と拠点をリモートで共有し、現場の進捗管理や社内検査等に活用しており、施工図の作図も拠点となる本社で進め、現場での変更に対し柔軟に対応している。拠点に在籍する熟練者が現場の状況をリアルタイムで把握することにより、現場の若年層に的確に指示することが可能となり、手戻り工事をなくすとともに技術者の育成にも寄与している。また、CADオペレーターも現場の変更に適宜対応できるため、常に最新の情報を図面に反映することができている。更に、業務の内容によって自宅からのリモート

ワークとすることにより、生産性向上だけでなく働き方改革にも大きく貢献している。

他方、当該現場内では、資機材管理へのICTの活用も進めており、資材や作業車などにICタグを設置し、保管場所や在庫などの情報を現場内で共有している。このICTの活用により、資材や作業車を探す手間がなくなり、使用の予約状況を把握することで、適宜工程を見直し効率よく現場を運営しながら、施工の効率化及び生産性の向上を図っている。

3 監視、制御の革新

建物の設備機器を統合管理する中央監視システムは、高機能であるが故に、それを使って建物を管理するためには高度な知識と豊富な経験が必要となる。しかしながら、中小規模の建物では、高機能なシステムが導入されていても、管理する設備機器が少ないことから、その性能を十分に発揮することができない。また、近年の人材不足から、すべての建物に管理者を配置することは難しくなっている。建物の設備管理の省力化は喫緊の課題と言える。

3.1 目指すべき監視、制御

高機能な中央監視システムは、大規模建物から中小規模建物まで建物管理をすることが可能であるが、見方を変えれば中小規模の建物に導入するにはオーバースペックであるとも言える。建物に応じて、必要な機能を必要な規模で構築できるシステムが望ましい。

管理者は、中央監視装置の表示を見て、適切な操作を行うことで管理能力が発揮される。現状、中央監視装置は、建物それぞれに設置されているため、建物に行かなければ管理能力が発揮されない。近年、発展の著しいICT技術を活用して、どこにいても中央監視の表示を確認し、操作を行うことが可能なシステムとすべきである。

自動制御システムは、建設段階で構築し、建物

利用前に試運転調整を行うと、その後は不具合が生じない限り変更されることは少ない。しかしながら、試運転調整は設計要件に応じて実施されることから、運用時に設計時の想定と違う使われ方をした場合、省エネルギー性や快適性に富んだ運用とはならないことがある。その場合、建物運用中にエコチューニングを行うが、従来のシステムでは、現状データの取得、分析、評価、改善策の適用の多くを建物に行って実施する必要がある。遠隔から状態監視を行い、自動制御ロジック及びパラメータを変更できるシステムとすることは、省人化に繋がり、省コストにも寄与する。

3.2 クラウド型監視・制御システム

今日では、IoT技術、クラウド技術を活用し、中央監視、制御システムをクラウドに構築することが可能となってきている。図8にクラウドシステムの構成を示す。従来の中央監視システムも、その表示機能や操作機能はソフトウェアで構築されており、クラウドに実装することに大きなハードルはない。機能毎にアプリケーションにしておけば、中央監視の各機能はプラグ&プレイで着脱が可能となる。また、クラウドに中央監視機能を持たせることで、スマホやタブレットなどのハンディな端末を用いて、建物外からインターネット

を介し、監視システムにアクセスすることが可能となる。

制御システムは、クラウドに実装することで遠隔から制御内容を変更することが可能となる。竣工後に見つかる制御不具合の是正や運用データに基づくエコチューニング作業は、クラウド上の仮想制御装置の設定値調整や制御内容変更を遠隔から実施することが可能となる。ただし、制御をクラウドに実装する場合、災害時など通信環境が不安定になると操作の遅延や不能に繋がる。防災や排煙など事象発生時に確実な動作が必要な制御に関しては、建物機能として確実に動作するよう設計し、クラウドシステムとの役割分担と連携を綿密に計画しておく必要がある。

クラウド監視、制御システムを某社支店に導入した。建物概要を表1、外観を写真1に示す。

表1 建物概要

所在地	香川県高松市
建物用途	事務所
構造	RC造
階数	地上3階
敷地面積	1,206㎡
延床面積	1,180㎡
竣工	2019年

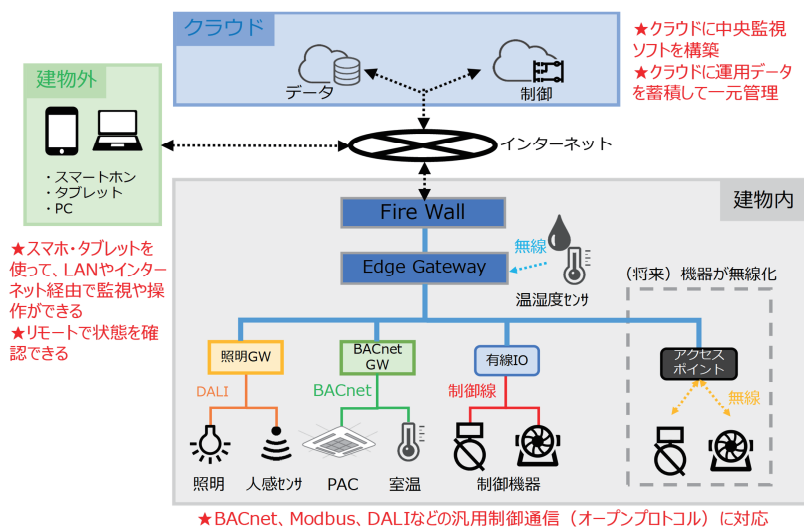


図8 クラウド監視制御システムの概要



写真1 建物外観

当該建物の空調は、主に天井隠蔽型のビル用マルチエアコンで行っている。これらの設定変更は遠隔地から実施することが可能であるため、運用状態での温湿度やエネルギーデータ、執務者の快適性評価の結果などを解析し、タイムリーに改善している。また、当該建物には図9に示す空調イスを導入している。この空調イスは、着座状況、送風・加熱モード設定、送風・加熱出力などの情報を発信する機能を有しており、使用状況に応じてビル用マルチエアコンの設定を自動変更し、省エネルギー性、快適性の向上に寄与する制御を行っている。バッテリーを積載し、夜間にコンセントより充電する。昼間はコードレスでの使用となる。



図9 空調イスの概要

照明システムは、DALI (Digital Addressable Lighting Interface) を採用している。竣工時には、各室の使用形態を想定して照明のグルーピングやシーン設定を行っているが、運用の過程で使用形態が変化する室もある。例えば、リフレッ

シュコーナーにおいては、昼光利用の観点から在室時に必ずしも照明を点灯する必要はないため、利用者の判断でON-OFFを行うこととしていた。しかしながら、運用を始めると利用者の照明消し忘れが多発し、人感センサーによる制御が望ましいと判断し、竣工後に制御を変更した。

3.3 コネクティッドビルに向けて

近い将来、コネクティッドカーの普及が期待されている。コネクティッドカーは、自動車にとって最も重要な安全性能を向上させながら、渋滞の少ない経路や燃費の良い経路の情報を通信によって取得し、利便性を向上させている。それと同様に、通信により建物情報を共有するコネクティッドビルは、建物の消費エネルギー情報や運用情報を共有することで、省エネルギー性の向上やウェルネスに配慮された建物を実現できると考えられる。これから登場が期待されるスマートシティにおいては、建物情報と都市のインフラ情報を相互にやりとりすることで、都市単位でエネルギーの効率利用、利便性の向上を図ることが可能となる。また、クラウドシステムの採用により、今後、期待されるクラウドベースのAI解析サービスの適用も容易となる。コネクティッドビルは、今後の人材不足、カーボンニュートラルを解決する、次世代の建物として期待される。

4 まとめ

本稿では、自社で活用した施工効率化、省力化の事例と、監視・制御システムの革新に向けた取り組みを紹介した。建設業界においては施工の自動化を含めてデジタル化が加速している。現場の効率化、それに伴う働き方の変化、そしてコミュニケーションの改善や技能継承など様々な課題に対し、当社は「人を活かすDX」で働き方改革を推進していく。また、建物の建設から運用段階までライフサイクルを通してデジタル技術を活用することでビジネスモデルの変革に取り組んでいく。