

# 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。

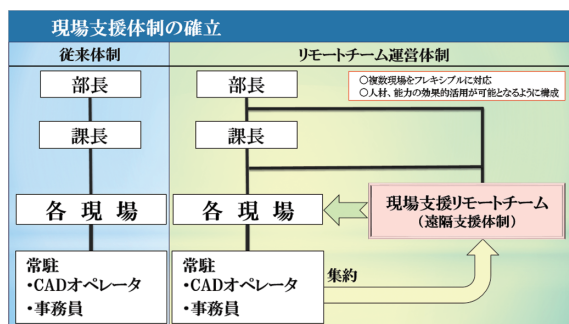


図7 現場支援体制の概略図

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

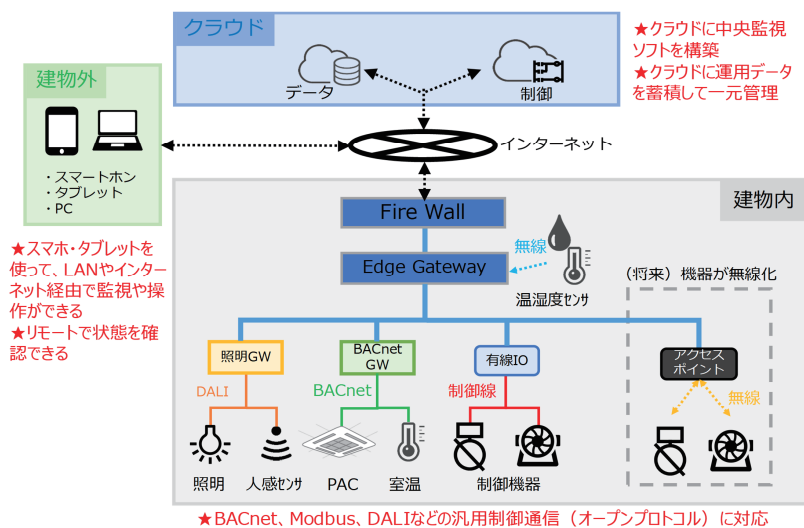


図8 クラウド監視制御システムの概要



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。