

施工現場のデジタル化で協業，現場遠隔管理の実証実験を開始

林 健人・長谷直樹

建設現場のDX（デジタルトランスフォーメーション）を実現するため、付加価値の高い情報を最適な状況で提供することで、予測型遠隔管理の実現を目指して第一歩を踏み出す。本稿では見える化の3つの価値（見える・分かる・支援する）やデジタルエビデンスとして有効な映像データの利活用についての実証サマリーや課題について報告する。

キーワード：遠隔管理，デジタル化，建設現場のDX，Society5.0，BIM，AI，デジタルエビデンス

1. はじめに

建設業では、技能者の高齢化が進み、中長期的な担い手不足を解消するために、若年入職者の確保と育成が喫緊の課題である。さらに、2019年6月に改正された「新・担い手3法」では、長時間労働や職場の処遇改善を含めた働き方改革の促進、技術者に対する規制の合理化、ICT活用による建設現場の生産性向上の具体的な措置が規定されている。

そこで「Society5.0」の基本理念に則り、建設で扱う様々なデジタル情報を連携し活用することで、働き方改革につなげる「デジタルコンストラクションプロジェクト（以後DC-PJ）」を2019年8月より開始した（図-1）。「DC-PJ」着手前に於いても、品質の安定・

コストの低減・短納期・環境配慮などを目指して、設計プロセスや施工準備プロセスで生成されるBIM、3D設計モデルを製造や施工プロセスで活用する『建築の工業化』を進めてきた。「工業化2.0」へのチャレンジとして、持続可能な建設業になるために、IoTで人と物が繋がり、ビッグデータや人工知能を活用した付加価値の高い情報を扱うことで、建設プロセスの変革を起し、希望の持てる建設業となるよう一歩目を踏み出した。

「DC-PJ」は、設計から施工までを含む全プロセスの改革・改善を対象としているが、今回紹介するのは、建設現場の施工管理に関連することがテーマとなる。アナログ管理が中心だった施工管理が、予測型遠隔管理へ進化することを目指して、3つのステップ（図-2）

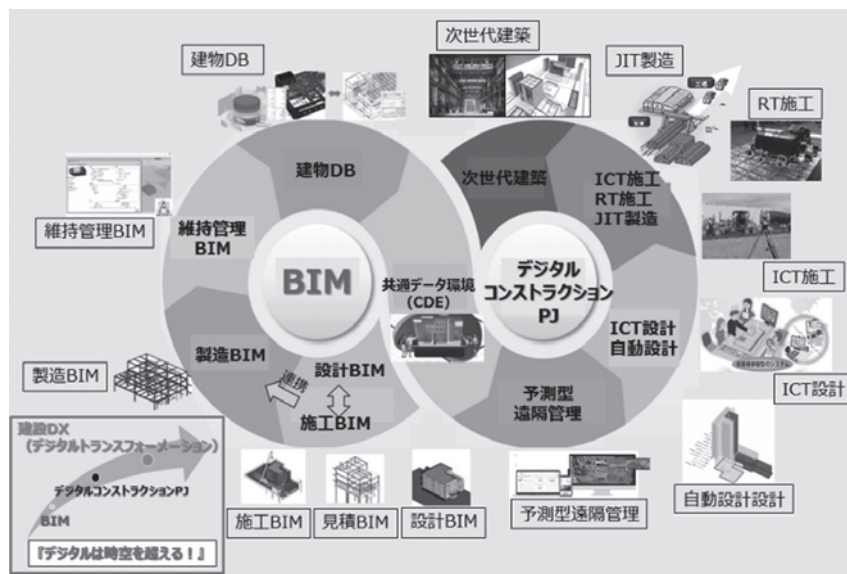
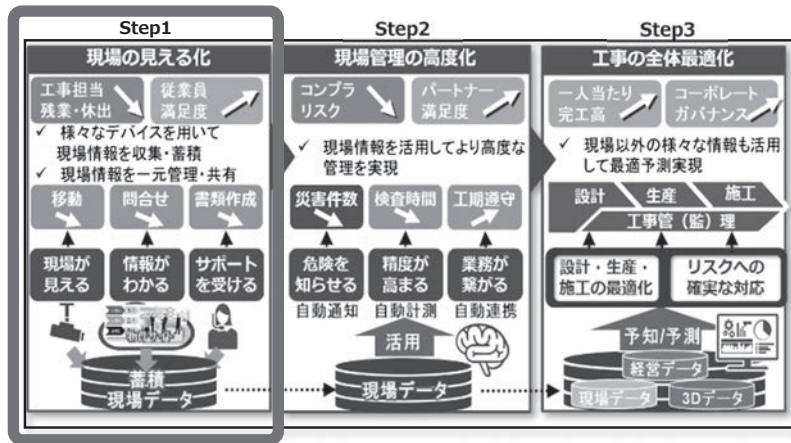


図-1 デジタルコンストラクションPJ基本方針



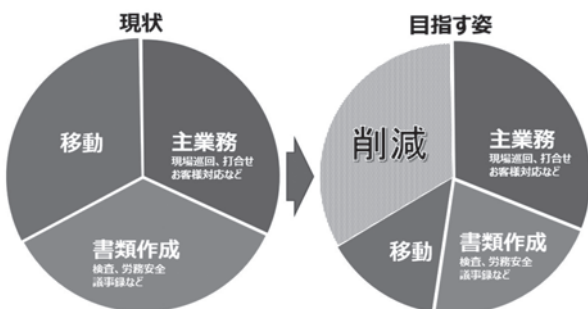
図一 2 施工管理の最適化3ステップ

を掲げた。2020年度より Step1 の重点施策である『施工現場のデジタル化と現場の遠隔管理』の実証実験を開始した。本稿ではその実証実験を中心に紹介する。

2. 施工現場の状況を遠隔管理できる『スマートコントロールセンター』の設置

施工管理の生産性向上には、Step1 で掲げた3つの価値（現場が見える価値・情報が分かる価値・支援する価値）を高めることが重要である。そこで、一人の施工管理担当者が複数物件を掛け持つ戸建住宅をターゲットとして、移動時間削減と書類作成時間削減を目標として、施策検討を始めた（表一1）。特に移動時間削減に於いては、予定外の移動も多く、予定外移動回数を削減するために、現状の把握から始めた。

表一 1 戸建住宅部門 住宅工事担当の業務負担

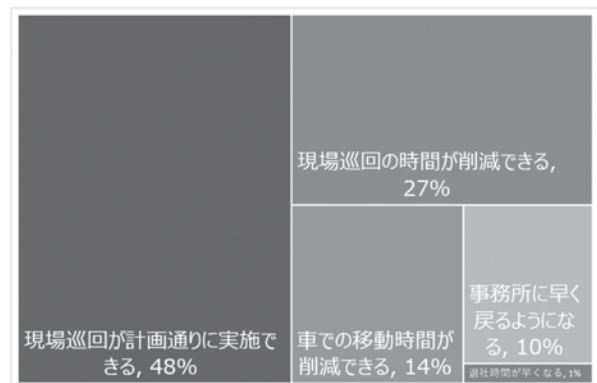


施策検討前から「現場が見える価値」については期待度が高かった。しかし、設置が進んでいた定点カメラは、不法侵入対策が目的で、出入口ゲートや現場事務所が撮影されていた。そこで、施工現場管理を目的としたカメラ設置を試案し、遠隔で施工現場が見える環境を構築して実証を行った。施工管理担当者を対象としたアンケート結果に示すように、遠隔で施工現場

が見える環境を利用すると、業務効率が向上することが分かった（表一2）。一方で「情報が分かる価値」「支援する価値」については、建設中に活用する様々なデジタル情報を一元管理し、最適な情報共有やデータ連携ができるシステム基盤（スマートコントロール基盤）の構築を目指した。さらに、基盤構築の一環として、「スマートコントロールセンター（以後 SCC）」を全国12拠点に設置して、定点カメラやウェアラブルカメラを使用し、遠隔管理の実証を進めた。この「SCC」では、スマートコントロール基盤と連携するとともに、4つの機能（図一3）を発揮し、施工全般業務に必要なデジタル情報をタイムリーに提供することを目指す。デジタル情報を扱うためのスマートフォンやタブレットが普及したことで、業務での活用が建設現場にも広がってきている。施工現場からの質疑をオンラインチャットで即座に回答すると、問題解決のスピードが向上するため、実証において評価が高かった。

情報の共有や蓄積については、「DC-PJ」着手前からクラウドサービスやコミュニケーションツールを使い、デジタル化が進んでいた。ゆえに施工プロセスでのアウトプットはPDF化が定着してきているが、記

表一 2 カメラ設置の期待効果 アンケート結果



SCC12拠点 142名による項目複数選択にて

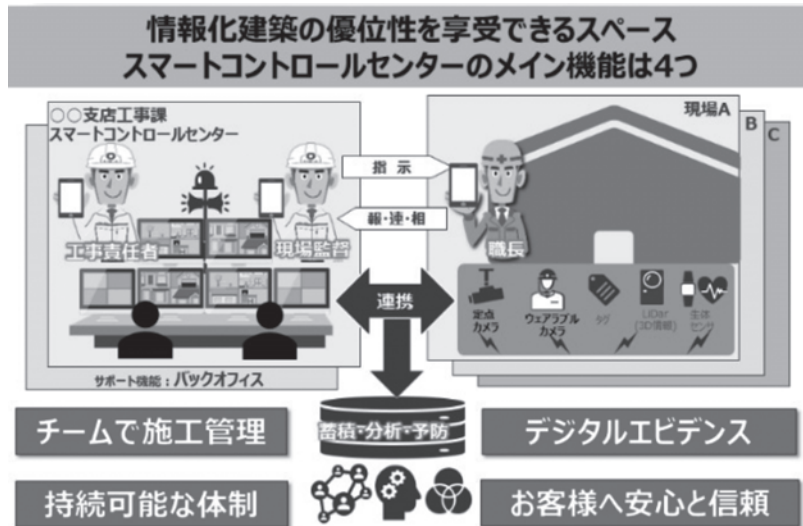


図-3 スマートコントロールセンターの機能

録として残す目的のデータのため、利活用するデジタル情報としては、付加価値が殆ど無かった。そこで「DC-PJ」におけるデジタル情報は、映像・音声・文字などのデジタルデータで扱い、施工における安全・品質・工程の「デジタルエビデンス」として蓄積を始めた。施工品質管理に於いては、視覚的に確認割合(図-4)はととても大きく、映像をコントロールできれば、施工管理プロセスを大きく改革できる可能性がある。次項で映像コントロールの技術を活用した施工管理の高度化について実証した内容を紹介する。

3. AI とデジタルエビデンスを連携させた作業効率化や危険予知

デジタルエビデンスとなる映像データを活用して、安心で安全な環境づくりを加速させる目的で、施工管理の目線で実現したいシナリオを策定し、物体認識と検索精度を数値化してAI自動判定の利用用途や適用可否を確かめるための検証を始めた。図-2で示すStep2の施策であるが、近年AIによる画像認識技術が製造業等でも実運用され、早く建設業にも導入していきたいという思いもあり、先行着手した。外部の定点カメラ映像データが対象になるため、基礎～足場設置完了までの外部工程及び前面道路付近の工事車両が対象となる。今回カバーできない範囲は、今後取り組むべき課題である。

最初のステップとして、施工現場の物体の認識から着手した。当初は施工現場映像の蓄積がなかったため、ウェブスクレイピング(特殊車両画像と背景画像を収集して合成したものを機械学習すること)を活用して、特殊車両の検知を行なった(図-5)。AIモデルは、混同行列で再現率と適合率を定義して評価を数

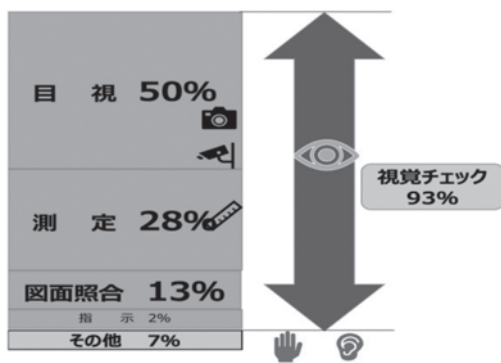


図-4 施工品質管理における視覚チェックの割合

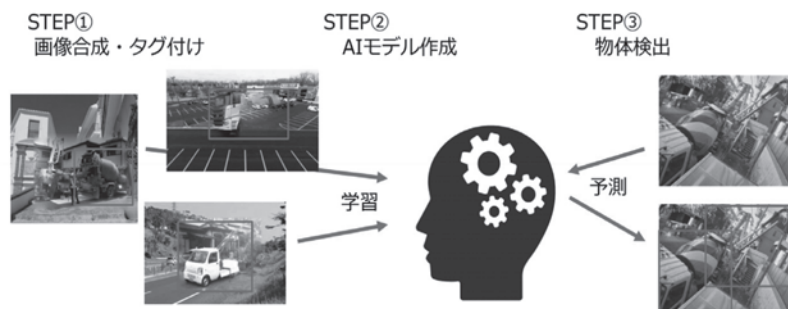


写真-1 ウェブスクレイピング活用の機械学習と予測

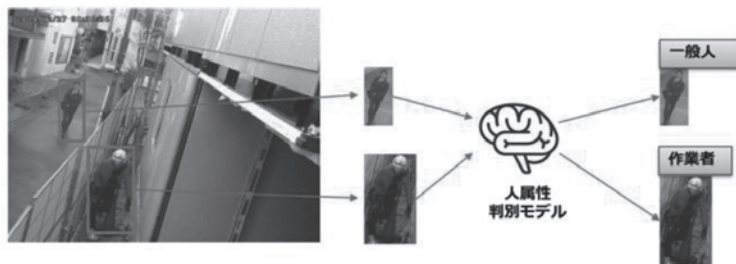
| 混同行列 | | モデルの予測結果 | | |
|----------------|----------------------|-------------------|--------------------|--|
| | | True (物体ありと予測) | False (物体なしと予測) | |
| 真の値 (正解ラベル) | True (物体が映っている) | 10 | 4 | 再現率 10/14×100≒71% 物体が映っている全画像の内、検出出来た枚数の割合 |
| | False (物体は映っていない) | 2 | 124 | |

適合率
 10/12×100≒83%
 モデルがありと予測した結果の内、予測が当たっていた枚数の割合

図一五 AIモデルの評価指標 再現率 と 適合率

作業者と一般人の自動判別

- 検出された人に対して、人の属性を判別するモデルを作成して判別を行う手法の検討



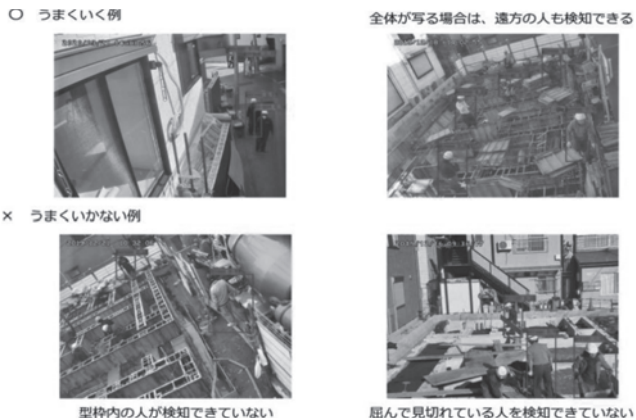
図一六 施工者と一般人の判別イメージ

値化した。ミキサー車やクレーン車など特徴的な形状の車両については合成画像で学習させた AI モデルで高い数値が出る物件もあったが、認識対象の物体が見切れた場合や、物体が小さい場合は検知精度が低く、この機械学習のみでは、現場に活用できないことが分かった。検知精度が良くなかった見切れ画像に対して手作業でタグ付を行い、機械学習の対象の幅を広げることで、特殊車両の検知の実現性が高くなると判断できた。

人や一般車両、トラックについては、オープンな学習済 AI モデルを活用して、検知精度を確認した。追加で見切れ画像にタグ付けが必要になるものの、施工現場で学習済 AI モデルが一部活用できた (写真一2)。オープンな学習済 AI モデルと人属性判別 AI モ

デルを併用することで、作業者と一般人を判別可能なことも分かった (図一六)。今後もオープンな学習済モデルについては、積極的に利用して AI モデル作成のスピードを向上させたい。

外部工程の施工現場映像で、施工管理の目線で実現したい AI モデル自動検知のシナリオを考え、施工部材検知が可能な AI モデルの作成を進めた。施工現場映像に写っている建物基礎や車両を検知し、検知されたものから施工工程を推測する手法を採用することで、様々な施工現場に対応できる汎用性の高い AI モデルが出来上がった。型枠や基礎立上コンクリートなどの施工部材については、比較的検知精度が高く、時系列で認識可能なことが分かった (写真一3)。道路や隣地境界を区分して認識させることも可能で、AI でどこに何が存在しているかを判別することも分かった (写真一4)。現在の技術を活用して、AI モデルを育てていくことで、人の目視による確認と同等程度の検知は可能だが、必要な映像を如何に獲得できるかが大きな課題であることは間違いない。また、AI モデル作成が目的ではなく、業務プロセスに実装して、判断時間の軽減や判断作業の削減につなげる必要がある。適用する業務プロセスを選定し、AI モデルの検知精度に応じて自動判定のしきい値を決め、まずは作業プロセスの時間軽減を目指したい。



写真一2 オープンな学習済 AI モデルを利用した人物検知結果



写真—3 型枠施工～脱枠期間での施工部材認識結果



写真—4 道路を認識して判別したイメージ

4. おわりに

冒頭に述べたように、建設業の持続可能性を確保して担い手不足の解消を実現するために、建設の情報化に取り組み、ICT技術を活用して業務プロセスや役割分担を最適化する必要がある。「DC-PJ」がスタートして1年半が経過して、一部の施策が運用フェーズに移行している。ペーパーレス化などのデジタイゼーションの浸透から始めていかなければならない状況ではあるが、着実に定着させられるように、付加価値の高い情報を作り続け、アップデートし続けることにこだわっていききたい。しかし、変化は必ずしも利用者に受け入れられる訳ではない。利用者に変化を受け入れてもらうためには、評価を真摯に受け入れることや便利

になったと実感してもらうこと、次の変化はもっと便利になりそうだと期待してもらうことが大切になる。

画像分析活動は、NECが他業界での事例、製造業での検品、不審船検知、舗装道路損傷診断なので画像解析プロジェクトで培った映像・画像からの物体検出、画像間の距離計測（メトリックラーニング）などの技術、ノウハウを建設現場でのカメラ映像からの物体検出という観点で転用したものである。引き続き「DC-PJ」において課題解決に取り組み、将来的には建設業界全体に対し作業効率化や安心・安全な環境づくりで貢献していきたいと考えている。

J|C|M|A

《参考文献》

- 1) 国土交通省 建設業の取り巻く課題 令和2年9月
(<https://www.mlit.go.jp/totikensangyo/const/content/001367723.pdf>)
- 2) 内閣府 Society 5.0
(https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html)

【筆者紹介】



林 健人 (はやし たけひと)
大和ハウス工業㈱
技術統括本部
建設デジタル推進部
DC推進1グループ長



長谷 直樹 (はせ なおき)
日本電気㈱
製造・装置業システム本部
シニアエキスパート