

## —第18回— 「BIM/CIM(ビム/シム)」

### 〔寄稿〕 建設業のIT革命をもたらしたBIM/CIM ～ロボット、AIと一緒に働く工事現場～

#### はじめに

最近の建設業では、従来から使われてきた2次元の図面の代わりに、パソコン上に建物や橋などの3D(3次元)モデルを作りながら設計するBIM<sup>(※1)</sup>、CIM<sup>(※2)</sup>という手法が普及しはじめた。BIM/CIMによって、建設業の設計や工事現場に本格的なIT革命が始まった。そして、ロボットやAI(人工知能)が工事現場で働く人間の同僚になろうとしている。

(※1、2) BIM (Building Information Modeling) はビルや住宅などの建物を、CIM (Construction Information Modeling) は橋や道路などを3Dモデルで設計する手法。

#### 1. 人手不足に悩む建設業

##### (1) 昔から変わらない建設業のものづくり

インターネットやパソコン、スマートフォンがこれだけ普及した今も、工事現場でのものづくりは50年前、100年前からそれほど大きく変わっていない。「鉄筋や合板といった素材を職人が一つ一つ現場で組み立てて型枠を作る」、「生コンクリートを流し込む工程では現場総出で締め固め作業を行う」、といった具合だ。

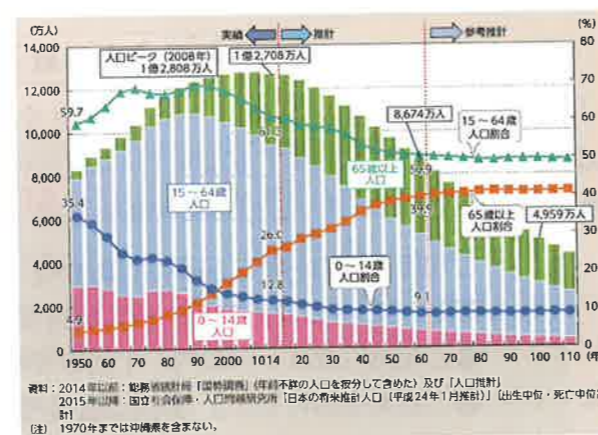
その理由は、クルマやスマートフォンなどを大量生産する製造業と違って、建設業は一品生産の産業だからだ。敷地の形や大きさ、高さはすべて異なっており、それに合ったビルや橋をオーダーメイドで設計し、建設していく。その過程では、どうしても現場ごとの条件に合わせてものを造る、人間ならではの「現場解決力」が必要になるからだ。

##### (2) 深刻化する人手不足をロボットで克服

しかし、こうした人に頼った建設業はこれから立ち行かなくなることは目に見えている。というのは、少子高齢化による生産年齢人口(15～64歳)の減少は1990年代から続いており、今後も減少の一途をたどると見込まれているからだ(図表1)。あと数年のうちに、これまで10人でやっていた工事を7～8人でこなさなければならない時代がやってくる。外国人労働者を投入しても焼け石に水なのだ。

人間の代わりに誰が働くか、その労働力として期待されているのがロボットやAIだ。肉体労働はロボットに、頭脳労働はAIに手伝わせることで不足する労働力を補う方法が、建設業でも現実的になりつつある。

図表1 日本の人口推移



(資料) 平成27年版厚生労働白書

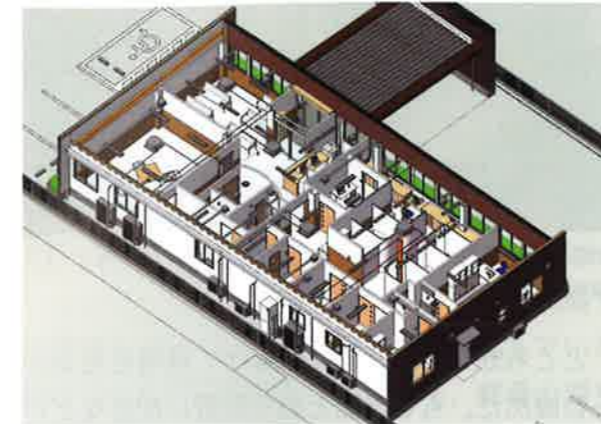
#### 2. BIM/CIMの普及がきっかけに

##### (1) 建物や橋などを3次元で表現

工事現場で人間が操作しなくても仕事をしてくれるロボットやAIが現実的になってきたの

は、従来の図面に代わり、パソコンの中に精密な3Dモデルとして現場を表現するBIMやCIMといった設計手法が使われ始めたことにある(図表2)。

図表2 建物を3Dで設計したBIMモデルの例



壁裏の配管や柱なども忠実に再現されている。  
(資料) 美保テクノス

BIM/CIMは建物などの外観はもちろん、壁の裏にあるコンクリート柱やその中にある鉄筋、天井裏の配管など、見えないところを含めて実物同様に、忠実に3Dモデル化されているところが特徴だ。まるで映画などで使われるCG(コンピューター・グラフィックス)のように立体で表現されるので、図面と違って誰もが完成後の建物などの姿を理解できる。

もう一つの特徴は、建物などを構成するドアや配管などの部材ごとに、その種類や材質などのデータベースを内蔵していることだ。これにより、建物の建設に必要なドアの枚数やコンクリートの量などを自動的に計算できるため、集計表などの作成を自動化できるありがたいものとなっている。

##### (2) 2009年は日本の“BIM元年”

日本の建設業界でBIMという言葉が知られ始めたのは2007年頃だった。当時、米国の建築業界ではBIMブームが起こっており、日本でもBIMに関するセミナーやシンポジウムが開かれるようになった。そして2009年を迎え

ると、BIMを導入する企業やユーザーが急増した。そのため、2009年は日本の“BIM元年”と呼ばれている。

一方、CIMの方はBIMから約3年遅れで普及が進み始めた。建築分野で先行していたBIMを土木分野でも導入して生産性向上を実現しようと、国土交通省が“土木版BIM”をCIMと名付けて試行的な設計業務や工事を発注し始めたのだ。

##### (3) 人間とロボットの共通言語

これまでのBIM/CIMは、「人間にとってわかりやすい」、「配管と梁などが空間的にぶつかる“干渉”などの設計ミス(はり)を工事の前に発見・修正できる」、「数量などの計算を自動的に行える」といった、人間の作業を効率化できる点が注目されてきた。

しかし、これからのBIM/CIMは、現場で働くロボットやAIに建物や橋などを理解させるためのデータとしても使われ始めている。誤解を恐れずに言えば、人間とロボットの両方が理解できる共通言語こそがBIM/CIMなのだ。

#### 3. 建設現場の革命が始まった

##### (1) 国土省が i-Construction を推進

BIM/CIMの普及によって、工事現場の生産性が上がりつつある例をいくつか紹介しよう。まずは、BIM/CIMモデルを使って工事現場の生産性を2025年までに20%高めることを目指す、国土交通省の「i-Construction(アイ・コンストラクション)」という施策だ。

以前の現場では、地形や盛り土の形や高さなどを計測するとき、望遠鏡のような測量機ひょうしやくと標尺という巨大な物差しのような器具を使って、無数の「点と線」を計測する手間ひまのかかる方法が一般的だった。それが i-Constructionでは、ドローンを飛ばして現場上空から連続写真を撮影し、その写真データをパソコンで処理して現

場の3Dモデルを作る方法が採用された。

これまで何日もかかっていた測量が、ドローンを十数分飛ばし、パソコンで数時間処理するだけでできるようになったのだ。

また、道路の盛り土などを造成する工事では、ブルドーザーやバックホー(油圧ショベル)でCIMモデル通りの形に自動的に土を盛ったり、削ったりできる「3Dマシンコントロール」というシステムが使われている。ブルドーザーの場合、オペレーターが前後進させるだけで土の高さを調整するブレード(排土板)を自動制御してくれるので、素人でもプロと同じ精度の作業が行える(図表3)。

図表3 ICT(情報通信技術)ブルドーザー



3Dマシンコントロールによって、3Dデータ通りに地盤を造成する。  
(資料) 筆者撮影

### (2) 現場に完成した建物を映すHoloLens

一方、BIMで作った建物などのモデルを実際の現場に重ねて実物大で立体的に見ることができる「HoloLens(ホロレンズ)」という機器が最近、工事現場で注目を集めている。仮想と現実の世界を融合させて見る「MR(複合現実)」という技術を応用したゴーグル型のコンピューターだ(図表4)。

その代表的な用途は、建物や配管などが設計通りに作られているかどうかをチェックする「<sup>できた</sup>出来形管理」という業務だ。これまでは、図面から建物各部分の寸法を調べては実物の建物をメジャーなどで一つ一つ測るといった地道な作業が必要だった。

図表4 施工管理を効率化するHoloLens



実際の現場風景に側溝の設計位置が重なって見える。  
(資料) 筆者撮影

ところが、HoloLensを着けて現場を見ると一目瞭然だ。もし図面と違う位置に配管などが付いていると、それを一目で発見できるのだ。これまでアナログ的に行われてきた出来形管理の業務が、デジタル化によって大幅に効率化される。このほか、床面などに壁などを取り付ける位置を描く「<sup>すみだし</sup>墨出し」という作業にもHoloLensが使われ始めている。

## 4. ロボットやAIが同僚になる現場

### (1) 3Dプリンターがコンクリートロボに

近い将来、建物や橋などの建設で人間を助けてくれる可能性があるのがコンクリート状の材料を使って壁などを作ってくれる「コンクリート3Dプリンター」だ。建物のBIMモデルのうち、コンクリートで作る部分のデータを取り出し、厚さ数センチメートルずつ建物の水平断面に沿って積み上げながら壁などを作ってくれる(次頁図表5)。

コンクリート工事と言えば、まず木の板で型枠を組み、その中にコンクリートを流し込むという手順で行われる。どれも人間に頼った作業だ。その点、コンクリート3Dプリンターはデータさえ入れておけば、型枠なしでコンクリート構造物を造ってくれるのだ。人間は機械の管理や造形のちょっとした手直し、掃除など補助的な作業を行えばよい。

図表5 3Dプリンターと人間の共同作業



実物の建物を建設している様子。  
(資料) CyBe Construction

### (2) 溶接、吹き付けから資材運搬まで

ここ2~3年、大手建設会社を中心に現場での作業を手伝うロボットが続々と登場している。例えば、鉄骨を溶接するロボット、鉄骨の周りに耐火被覆という断熱材を吹き付けるロボット、ビル工事現場で所定の階・位置に使用する資材を配達するロボットなどだ。

足もとに障害物が多い現場では、タイヤで走行するロボットが使いにくい場合もある。そこで犬のように四つ足で歩行しながら写真撮影してまわるロボットや、キャタピラーで階段をのぼり、3Dレーザースキャナーで現場の進捗状況をチェックするロボットも開発されている。

中でも驚かされるのが国立の研究機関、産業技術総合研究所が開発した作業員そっくりの二足歩行ロボットだ(図表6)。重さ数十kgの石膏ボードを持ち上げて、壁にねじ止めするまでの作業を一貫して行える。その様子を撮影した動画がYouTubeで公開されると、世界中の人が驚きのコメントとともにシェアした。

また建設業でのAI活用は、ディープラーニング(深層学習)によって、コンクリートや道路舗装の表面に生じたひび割れを発見するシス

テムなどが実用化されている。

図表6 二足歩行ロボット「HRP-5P」



人間のよう石膏ボードを持ち上げ、取り付ける。  
(資料) 産業技術総合研究所

### (3) ロボットやAIと働く心構えとは

ロボットやAIというと、並外れた能力を持つ完全なものをイメージする人が多いかもしれないが、実際はその逆だ。人間に比べて融通が利かないので「定型業務」しかできないことがほとんどだ。作業や業務のうち7~8割をロボットやAIにやってもらい、残りの2~3割は人間が仕上げるくらいの気持ちがあった方が、イライラなくて済みそうだ。

最後に、ロボットやAIを使いこなすため、私なりにまとめた「7つの戦略」を紹介しよう。それは、(1)自分の仕事の流れを理解せよ、(2)ICTの知識は広く浅く集めよ、(3)創意工夫力を持って、(4)顧客志向力を磨け、(5)社外に仲間を作れ、(6)論理的思考力(プログラミング力)を養え、(7)オタクの居場所を確保せよ、というものだ。

プログラミングは2020年から小学校でも必修科目になるが、ロボットやAIを思いのままに操るための言葉でもある。人手不足時代の工事現場を手伝ってくれる彼らを温かい気持ちで迎えたい。

#### <筆者プロフィール>

建設ITジャーナリスト 家入 龍太(いえいり りょうた)氏

1985年京都大学大学院修士課程修了、日本鋼管(現JFEエンジニアリング)入社。1989年から20年にわたり日経BP社で日経コンストラクション副編集長、ケンプラッツ編集長などを務め、2010年から建設ITジャーナリストとして活躍している。

主な著書に「図解入門 よくわかるBIMの基本と仕組み【第2版】」(秀和システム)、「CIMが2時間でわかる本」(日経BP社)など。

