

# 建設現場におけるデジタルトランスフォーメーションの推進 後付け3Dマシンガイダンス「スマートコンストラクション・ レトロフィットキット」の導入

村上 数哉・植村 晶

労働力の確保の困難、技術者の減少、「働き方改革」による労働時間の削減の中でも、生産性の向上が求められている今、建設産業でも、IoT、AI（人工知能）、ロボティクスなどの新しい技術導入を進めているが、中小規模工事にて、ICT活用工事の適用率が低迷している。これは、ICT機器のコスト高が原因の一つと考えられる。これら中小規模工事に適した安価な機器の提供はメーカーとしての義務と考える。本稿では、今回新たに開発した後付けの3Dマシンガイダンスシステムの構成、機能、メリット等について報告する。

キーワード：i-Construction、デジタルトランスフォーメーション、ICT施工、後付けキット、3Dマシンガイダンス

## 1. はじめに

労働力の確保の困難、技術者の減少、「働き方改革」による労働時間の削減の中でも、生産性の向上が求められている今、建設産業でも、IoT、AI（人工知能）、ロボティクスなどの新しい技術導入が進められている。

そこで、ICT建機やその建機を最大限に活用できるソフトなどで建設現場の生産性や安全性を向上させるソリューションサービス「スマートコンストラクション」の提供を2015年2月より始めている。さらに、2019年4月よりスタートした中期経営計画「DANTOTSU Value-FORWARD Together for Sustainable Growth」において、モノ（機械の自動化・自律化）とコト（施工オペレーションの最適化）で、施工のデジタルトランスフォーメーションを起こし、「安全で生産性の高いスマートでクリーンな未来の現場」の実現を目指している。

現在、日本の建設現場で稼働する建機の98%以上は、ICT機能を有さない従来型建機であり、本稿で紹介する「スマートコンストラクション・レトロフィットキット（以下「本キット」という）」は、メーカー、機種を問わず後付けが可能であり、それら既存の従来型建機に取り付けることで、3Dマシンガイダンスやペイロード機能などICT建機と同程度のICT機能を利用できるもので、建設現場のICT化を推進することができるかと期待する。

## 2. 市場導入の背景

国土交通省は、2025年までに建設現場の生産性2割向上を目指している。また、2020年度より、直轄土木工事において、ICT活用工事をはじめとする新技術の活用を原則義務化している。

これらの施策を強く推し進める背景には、前述したとおり、労働人口の減少が挙げられる。近年、建設業界への入職者は増加傾向にあるが、それでも10年後には約44万人減少すると試算されている。すなわち、いかにして現在より効率的に仕事をこなし、一人あたりの生産性を向上させるかが重要な課題となっている。

i-Constructionを開始して以来、国土交通省直轄土木工事で、ICT施工は普及拡大し、ICT土工においては延べ作業時間を約3割縮減するなど、その成果が現れてきている。

一方、自治体における土木工事においては、ICT活用工事の採用・適用が非常に少ない現状にある。

地域に根差した中小規模の建設会社にとって、ICT施工による生産性の向上や省人化による安全性の向上などは魅力的だが、ICT建機等は非常に高価であり、加えて3D設計データを作成する人材についても新たに育成する必要があるため、相応の投資が必要であり、ICT施工導入へのハードルは高い。

また、油圧ショベルは10年以上の長期間にわたる稼働が可能のため、買い替えの頻度は少ない。さらに、乗り換え時期に来たとしても、高価なICT油圧ショ

ベルへ乗り換えるといった選択をするユーザーは、限定的であると推測する。当然、既存する後付けタイプのICTキットもあるが、やはり高価なものが多く、購入を躊躇してしまう。これらもICT施工普及拡大の障壁の一因となっている。

このような状況を打破し、建設現場のデジタルトランスフォーメーション実現への第一歩として、本キットの提供を開始した。

### 3. 本キットとは

本キットは、GNSSの計測技術、及び油圧ショベルのバケットリンク、アーム、ブーム、車体の4箇所に取り付けられたIMUセンサ（慣性計測装置）の情報を用いて、車載モニタにショベルの刃先位置と設計値（3次元設計データ）の差異をリアルタイムに表示することで、建機の操作をサポートする技術を有するショベル用後付3Dマシンガイダンスシステムである（図-1）。

このシステムを現場で利用することにより、床掘り時や法面掘削時における作業員の削減や丁張りが不要となり、作業効率と安全性の飛躍的な向上などが期待できる。

また、ユーザーがICT施工をより簡単に利用開始できるように、施工時に必要な「GNSS補正情報配信サービス」や本キット用アプリ「SMARTCONSTRUCTION Pilot（スマートコンストラクション・パイロット）」も併せて開発・提供している（図-2）。同アプリは市販のAndroidタブレットを車載モニタとして利用で

きる仕様となっている。マシンガイダンス用アプリはGooglePlayを介してタブレットにインストールされるので、アジャイル型開発による高頻度なアプリの機能追加や改善によるバージョンアップにおいても自動更新が適応されるため、いつでも最新・最適のアプリで施工できる環境を提供できる。

現場で稼働する全ての従来型建機がICT化し、お互いが3Dデータを共有して稼働することで安全と生産性を大幅に高めた現場を実現するため、本キットはメーカーを問わず、ミニショベルも含めた幅広い機種への搭載が可能となっている。

IMUセンサは厳選した汎用品を利用し、これまで蓄積してきた弊社ソリューションサービスのノウハウに加え、各メーカーやソフトウェアベンダの協力によ

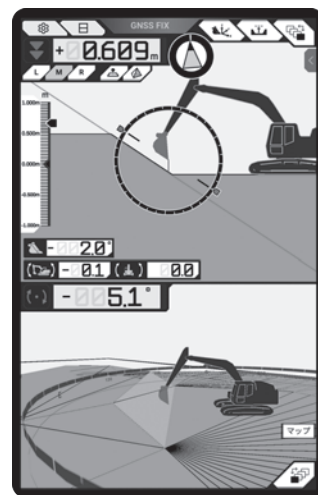


図-2 SMARTCONSTRUCTION Pilot

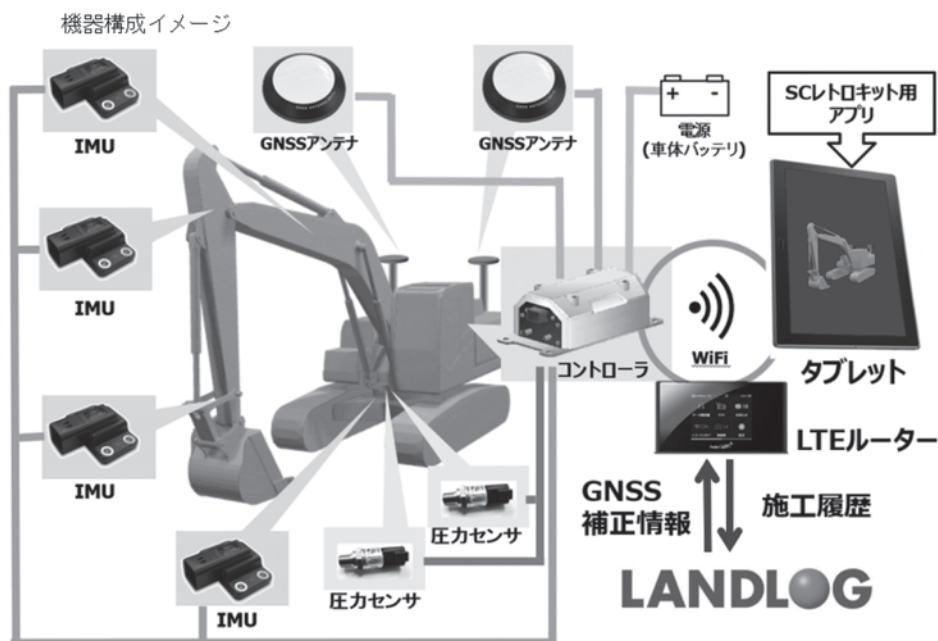


図-1 本キット主要機器概要

り、これまでのICT建機と同等の精度を確保しつつ、大幅なコストの縮減を達成した。

また、令和3年3月に施行された「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」において、河川浚渫工(H30.3)に続き、土工事にも拡大された施工履歴データによる出来形管理にも対応できる。本キットで施工した履歴データは全てインターネットを介しサーバーに蓄積される。専用のアプリケーションにて指定した期間内のデータは規定のメッシュサイズで最下点にフィルタリングされ、出来形管理に必要な施工履歴データをCSVフォーマットでアウトプットすることが可能となっている。

本キットにおけるマシンガイダンス機能の特徴は、設計面の整形をサポートするためのガイダンス機能が充実していることである（図-3）。1つは正対コンパス機能である。特に法面整形作業では横断的視点で設計面とバケットに角度差が生じてしまうと、仕上げ整形時にバケットの角によって筋が残ってしまい出来映えが悪くなる。このためマシンが向いている方向が選択した目標面と正対しているか容易に確認できる機能を実装している。2つ目はバケット底面角度表示機能である。バケットの底面を選択している目標面へ縦断的視点で平行に合わせるために必要な回転角をガイダンスする。これにより高精度な法面仕上げ整形作業をサポートできる。最後に、オプションでペイロードメータ機能が追加可能である（図-4）。土木現場等でペイロードメータを利用することで、油圧ショベルのバケットで積込む土の重量を計測できるようになる。

## 4. 本キットの導入メリット

### (1) 建設会社側のメリット：自社の建機でICT施工が可能に

前述した通り、本キットは、機種を問わず取付可能で手持ちの従来型建機をICT建機に容易にアップグレードでき、3D設計データによる3Dマシンガイダンスを利用したICT施工が可能となる。結果、丁張りが不要となることで、設置作業にかかる人工がゼロになり、建機周りで作業する作業員が削減でき、建機との接触事故を未然に防ぐことができると同時に、人件費の削減や工期短縮によって施工にかかるコストを大幅に減らすことができる。また、経験の少ないオペレータでも一定の施工品質が担保できるため、特定の熟練オペレータに頼っていた作業を分散化して柔軟な人員配置マネジメントができ、同じ人員構成における作業量を底上げすることが可能である。

また、ICT施工ができるようになったことで、簡易型ではないICT活用工事に参入することができるようになる。

### (2) 発注者側のメリット：ICT活用工事の普及促進

2016年度から始まったi-Construction制度は5年目となり、国土交通省は生産性の向上、より創造的な業務への転換、賃金水準の向上など9つの目指すべき項目を決め普及促進に取り組んでいる。一方で、再三述べているが、工事の受注者である建設会社が保有するICT建機は、国内の油圧ショベル全体の2%に過ぎないことは、直轄工事におけるICT活用工事の適用率

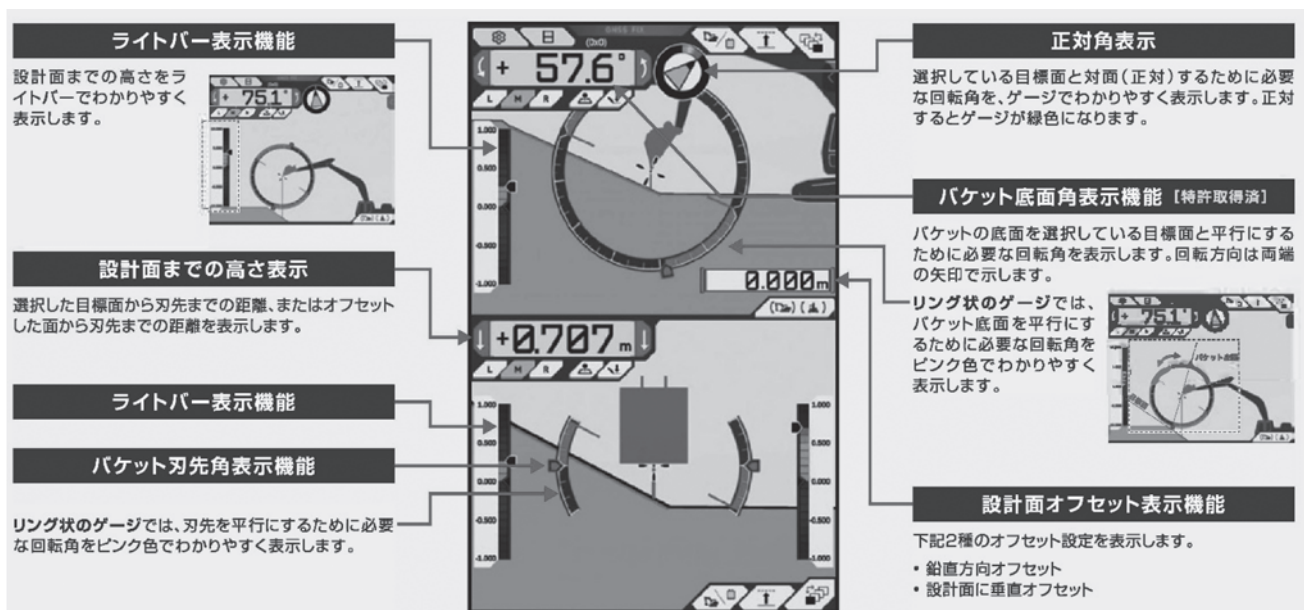
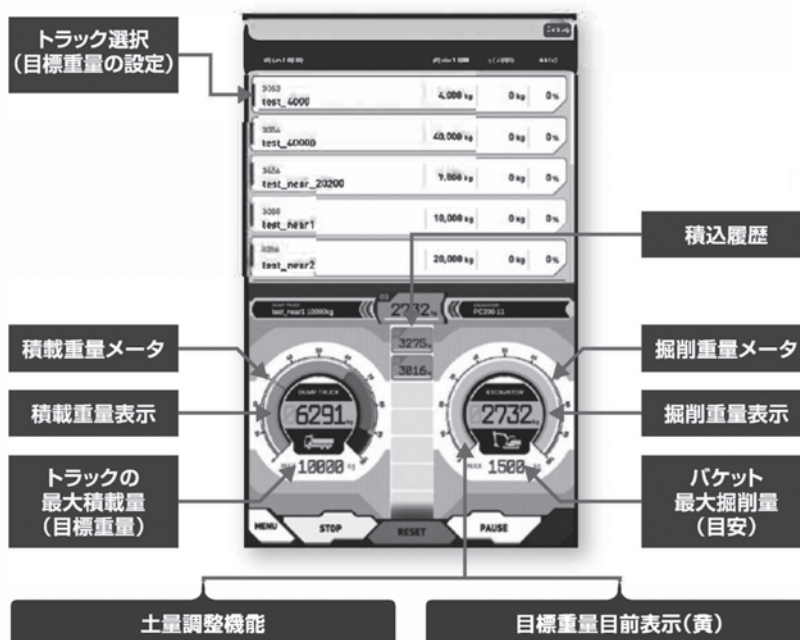


図-3 3Dマシンガイダンス画面表示機能



図一４ バイロードメータ画面表示（オプション）

に比べ、自治体における ICT 活用工事の適用率が低いということにもつながっている。この自治体の工事の大半を占める中小規模の ICT 活用工事に対して、本キットは ICT 建機のレンタル代数か月分で購入・取付代金が賄える安価な価格設定となっているため、導入コストを抑えることができ、工事入札へのハードルも下がると考える。

### 5. おわりに

本キットは、前述の施工履歴データ蓄積機能、および、バイロードメータ機能という建機の作業履歴を取得する機能により、建設現場の作業情報をデジタル化するデバイスとしての役割を果たす。現場から各種デバイス\*を通じて上がってきたデジタルデータはプラットフォーム上に蓄積され、蓄積されたデータをアプリケーションで加工分析することで現状の施工プロセスを見直し、さらなる生産性を向上する施工のデジタルトランスフォーメーションを実現する。

デジタルトランスフォーメーションの入り口として、実際の現場（リアル現場）とデジタルデータによって再現された現場（デジタル現場）が常に同期される状態である「デジタルツイン」を構築する。デジタル現場上において仮設道路の計画や最適な機材の投入、事故発生の予測など様々なシミュレーションを行

い、その結果をリアル現場で作業する人や建機にデジタルタスクとして送信する。デジタルタスクに沿ったリアル現場での作業状況は、直ちにデジタル現場に反映され、反映後のデジタル現場でシミュレーションを行うことの繰り返しにより PDCA が回っていく。

i-Construction による施工実績があり、既に ICT 建機を保有している建設会社が、更なる生産性向上を目指してデジタルトランスフォーメーションを推進するにあたり、現場で稼働するすべての従来型建機を ICT 建機とする必要がある。それに対して、安価な本キットは、その目的に沿った最適のサービスとなっていると考える。

さらなる ICT 活用工事の普及拡大に対して、業界の一員として尽力したい。

JCMA

[筆者紹介]

村上 数哉 (むらかみ かずや)  
 (株)小松製作所  
 スマートコンストラクション推進本部 事業開発部  
 主幹



植村 晶 (うへむら あきら)  
 (株)小松製作所  
 スマートコンストラクション推進本部 事業推進部  
 グローバル推進グループ 主査



\*その他のデバイスとして、現場の地形を計測するドローンや位置情報を取得するスマートフォン等がある。