



# Smart Constructionご紹介

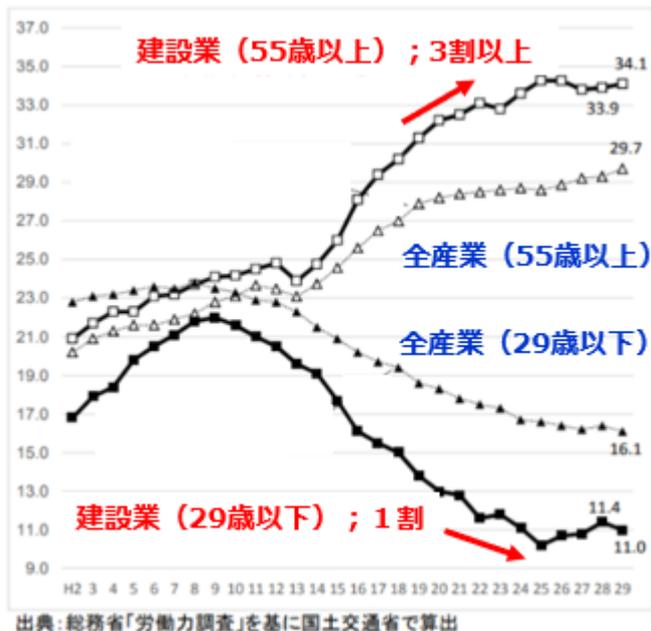
コマツ スマートコンストラクション推進本部 村上 数哉  
2022/10/31

# 建設市場の労働人口不足と建設業のDX

建設労働者の減少、コロナ禍の安全性向上のために、デジタル化・ビジネス変革が必要

労働人口の不足

建設業のデジタルトランスフォーメーション

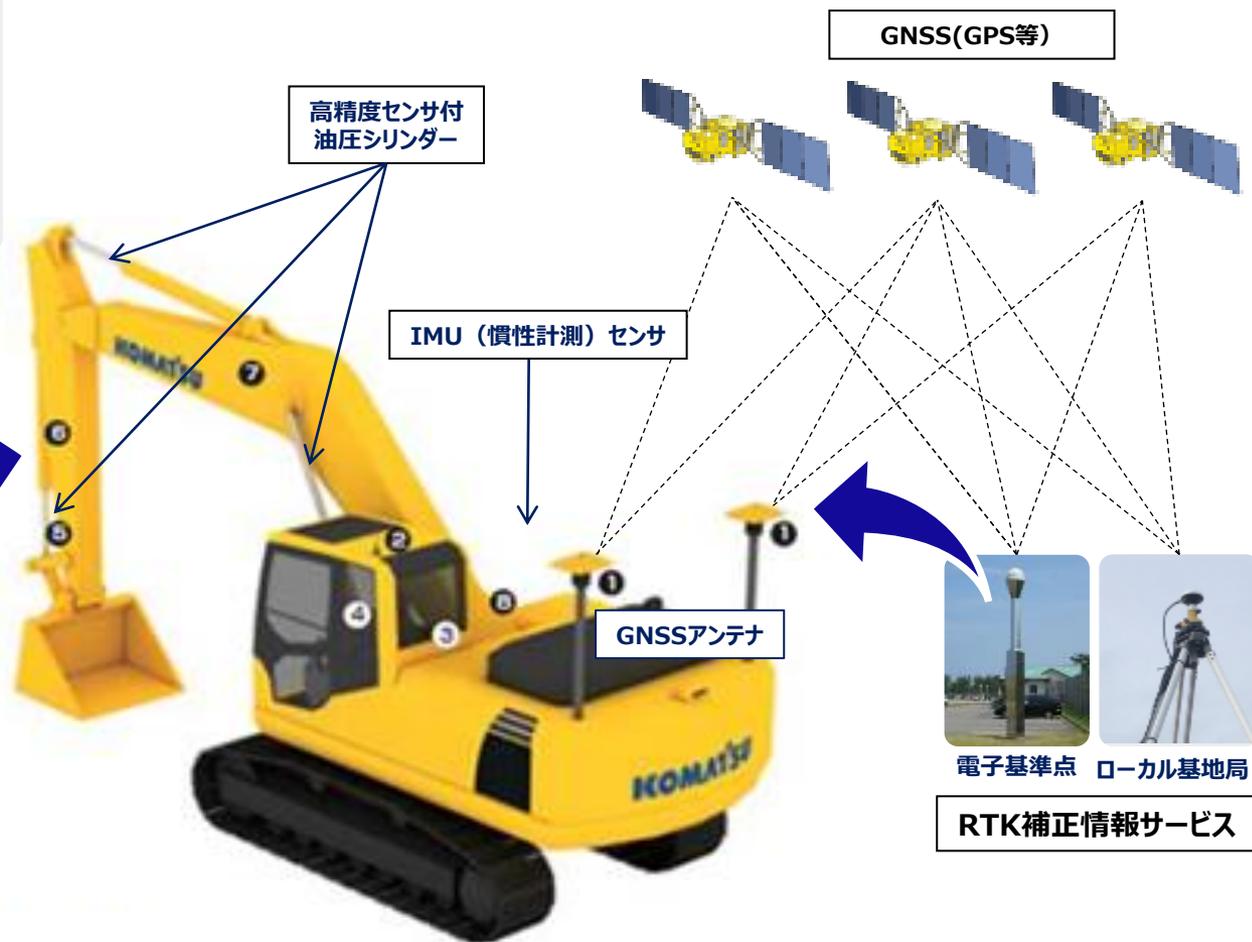
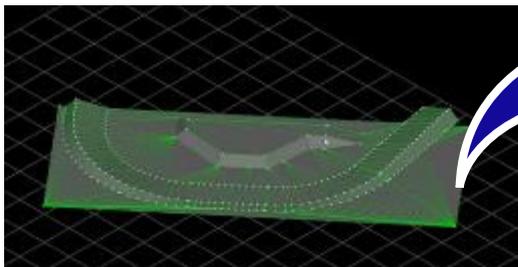


**i-Construction**

# Smart Constructionとは？

## ICT建機の開発

2013年世界初IMCブルドーザ  
2014年世界初IMC油圧ショベル



GNSSの誤差をRTK補正 (※) し、3次元データで施工

※衛星から提供される緯度・経度・**楕円体高**の座標要素を工事基準点で使用されている平面直角座標系に変換する必要があり、建設現場ではRTK方式が一般的

# 市場導入後に直面した課題

前後工程にボトルネックが発生し、生産性が上がらない

## 【自動車専用道路の路床工事】

### 工事工程



掘る  
積む

従来建機  
(1台)



運ぶ

10tダンプ  
(15台)



盛る

ブルドーザ  
(1台)



転圧

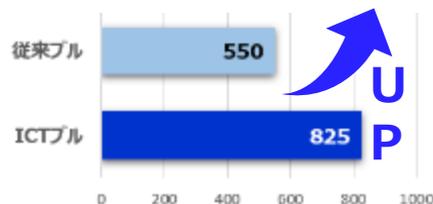
振動ローラ  
(1台)



法面

従来建機  
(1台)

### 1日当たりの施工土量



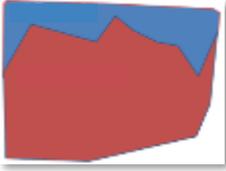
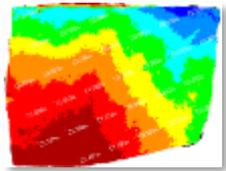
ICT施工により、人員削減と燃料コスト削減については実現できたが、他工程にボトルネックが発生し、工事の生産性には変化が無かった。

**ICT建機のみでは工事全体の生産性向上は見込めない**

施工する土量が正確に解らないため正確な施工計画が作成できない

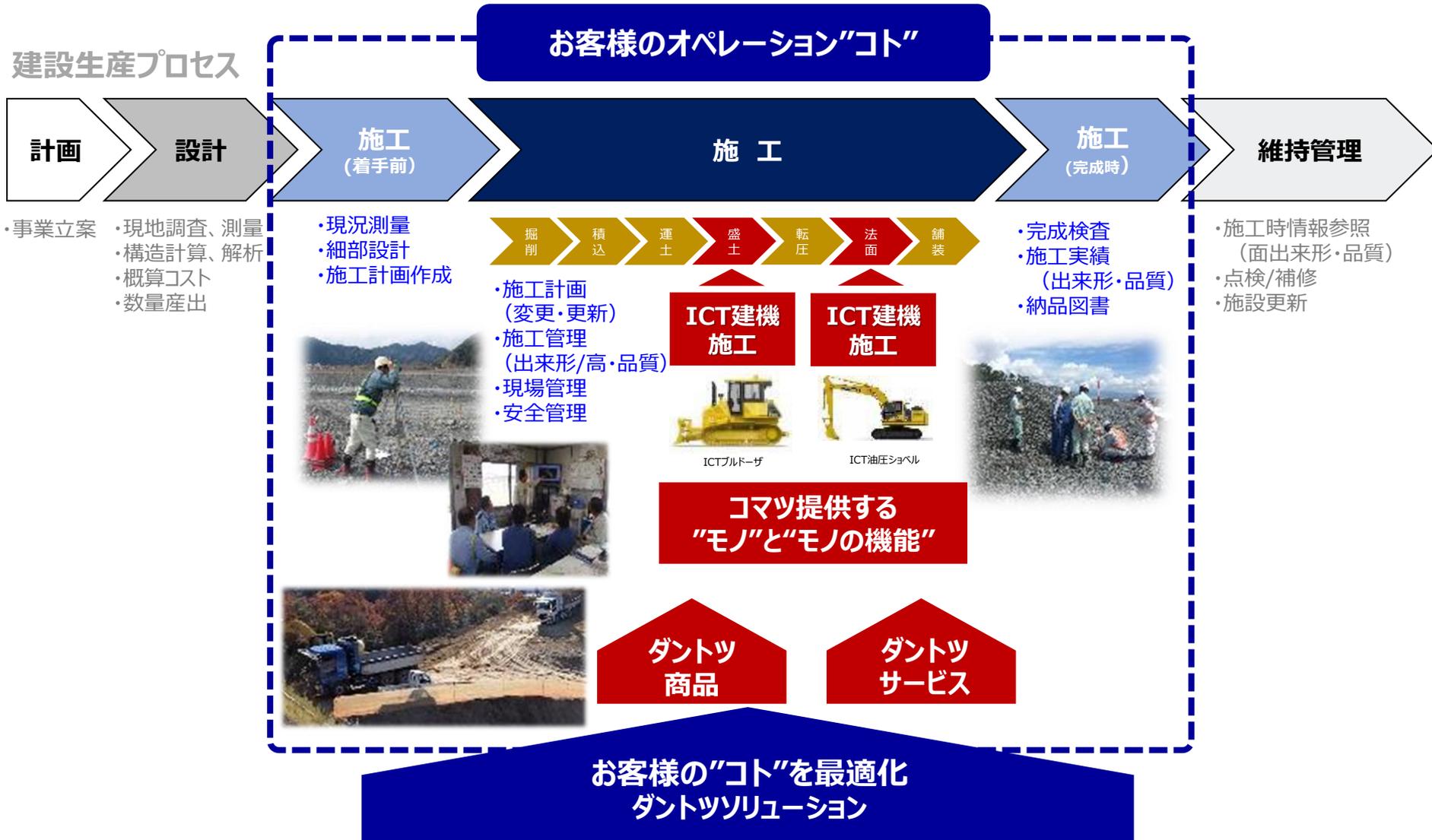
### 従来の測量

### ドローン測量

手段	 光学測量機器	 ドローン
時間	数千点を1週間で計測	数百万点を15分で計測
精度		
土量	14,100m <sup>3</sup>	17,600m <sup>3</sup>

より正確な施工計画のためには精度の高い現況測量が重要

## コマツが関与するのは、一部のプロセスのみの部分最適



# Smart Constructionの開始

各プロセスのデジタル化



各プロセスの最初から最後まで 施工全工程をデジタルでつなぐ『横のデジタル化』

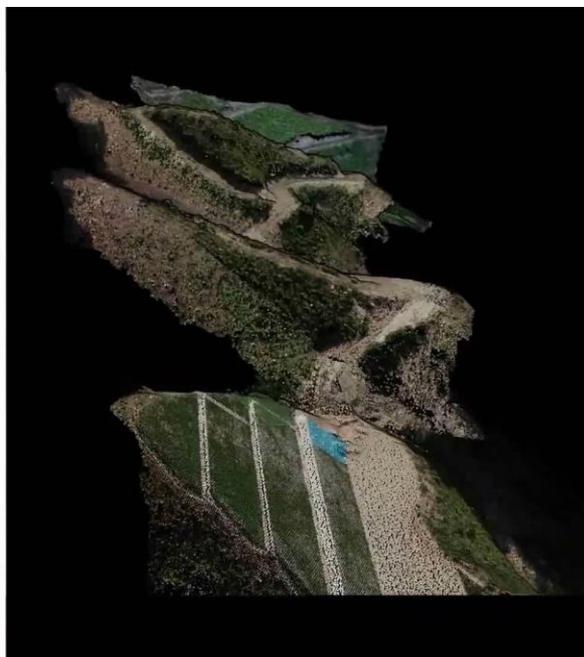
施工のデジタルトランスフォーメーションが起こる

# DX Smart Constructionのデジタル施工

# デジタルツイン施工とは

## ■「デジタルツイン」とは

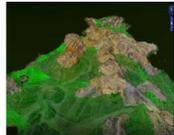
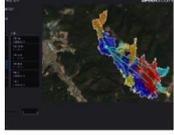
DXスマコンを実践するにあたり、まず最初に実際の現場の詳細なコピーを仮想空間に再現する、デジタル現場（デジタルツイン）を作成するところから始まります。



「リアルの現場・デジタルの現場」を**同期**させながら**施工の最適化**が可能  
→工事全体の**安全性・生産性・環境適応性**を飛躍的に向上

# DX Smart Constructionの提供するデバイス／アプリ

## ■ Digital Transformation Smart Constructionデバイス／アプリ一覧

ソリューション名	機能概要	イメージ	ソリューション名	機能概要	イメージ
 <b>SC Field</b> (①デバイス)	- 現場情報入力、指示確認用端末 (スマホ/デバイス)		 <b>SC Fleet</b> (②アプリ)	- 建機・ダンプの稼働ビューアー - 同稼働分析	
 <b>SC Fleet</b> (①デバイス)	- 建機・ダンプに設置する通信機 (スマホ/専用デバイス)		 <b>SC Pilot</b> (②アプリ)	- 3Dマシンガイダンス - ペイロード	
 <b>SC Edge</b> (①デバイス)	- 写真・点群生成 - 固定局		 <b>SC Dashboard</b> (②アプリ)	- 3D地形・計測ビューアー - コスト分析	
 <b>SC Retrofit</b> (①デバイス)	- SC Pilotに使用する後付けキット		 <b>SC Simulation</b> (②アプリ)	- 施工計画/機械・労務・材料配置シミュレーション - 現場タスク生成	
 <b>SC Field</b> (②アプリ)	- 現場作業員の電子日報 - 将来タスクの送信		 <b>SC Design</b> (②アプリ)	- デザイナーとの打ち合わせ円滑化 - 3D簡易作図	
 <b>SC VR</b> (②アプリ)	- 遠隔から実物大の現場を確認		 <b>SC Quick3D</b> (②アプリ)	- 狭小エリア地形を手軽にiPhoneなどで3D化	
 <b>SC Insight</b> (②アプリ)	- 経営者用の複数現場進捗確認ダッシュボード		⋮ ⋮ ⋮	⋮ ⋮ ⋮	⋮ ⋮ ⋮

今後も新たなソリューション投入を計画



# 地形の3次元化（デジタル化）

取得した3次元点群データはクラウドに自動アップロードされます。  
アップロードされたデータは弊社各種アプリで利用可能です。

## ■ アプリ連携により実現する機能の一例

国交省の要領に沿った報告書を自動で作成可能です。

**資料の作成時間や作成時の記載ミスを大幅に減らすことが可能。**

出来形合否判定総括表					
工程		道路土工		測点	入力欄
種別	盛土	測定箇所	法面	合否判定結果	合格
測定項目	規格値	判定	出来形管理図(ヒートマップ) ※異部点を除くデータを表示		
標準較差	平均値	-24mm +80mm -80mm	+100 +80 +50 +20 ±0 -20 -50 -80 -100 [%]		
	最大値(差)	100mm +190mm	+		
	最小値(差)	-120mm -190mm	-		
	データ数	160 1点/m <sup>2</sup> 以上 (146点以上)	任意点検索 近傍点		
	評価面積	145.5m <sup>2</sup>	+		
	異部点数	0 0.3%以内 (0点以下)	-		
ばらつき	規格値の50%以内のデータ数 (-95.0mm~+95.0mm)	156 (97.5%)	20 m		
	規格値の80%以内のデータ数 (-152.0mm~+152.0mm)	160 (100.0%)			

出来形合否判定総括表  
(SC Dashboard機能)

①異部とする検出箇の確認			
2.計測方法: 既知点 or TSによる出形検計測 or GNSSによる出形検計測			
異部とする検出箇の位置座標			
	X	Y	Z
5	-42,099.779	87,266	6,861
6	-42,101.213	90,349	6,848
②地上写真測量による計測結果			
地上写真測量で測定した検出箇の位置座標			
	X'	Y'	Z'
5	-42,099.796	87,265	6,850
6	-42,101.225	90,369	6,850
③誤差の確認 (測定精度)			
地上写真測量による計測結果 (X', Y', Z') - 異部とする検出箇の出形値 (X, Y, Z)			
	ΔX	ΔY	ΔZ
5	0.017	0.001	0.011
6	0.012	-0.014	-0.002
X成分 (最大) =0.017m (16.691mm) ;合格 (基準値50mm以内)			
Y成分 (最大) =0.014m (13.831mm) ;合格 (基準値50mm以内)			
Z成分 (最大) =0.011m (10.911mm) ;合格 (基準値50mm以内)			

精度確認試験結果報告書

# 地形の3次元化（デジタル化）

## ■モバイルSfMアプリ

### <モバイルSfMアプリ導入の背景>

現在、ICT施工の広がりにより建設現場の点群化の必要性が増加している。

ただ、ドローン・LSでは**機材の準備や専門知識**が求められ、誰でも簡単に短時間で作業を行うことができない



モバイルSfMアプリの場合、**機材の準備・専門的知識をほとんど必要としない**という点で、ドローン・LSの利用が難しい現場において**低予算・低工数でのICT施工の拡大**を見込むことができる。



## 既稼働建機のICT\*化促進

ICT機\*  約2%

ICT機能\*の拡大促進

既に稼働している建機へのICT機能提供

従来機  約98%

国内で稼働する油圧ショベル

\*ICT化、ICT機およびICT機能とは、国交省が推進する「i-Construction」のICT活用工事でICT建機として定義されている、3Dマシンガイダンス(3D-MG)および、3Dマシンコントロール(3D-MC)機能搭載した建機、機能となります。

# 従来の建機をICT建機にする

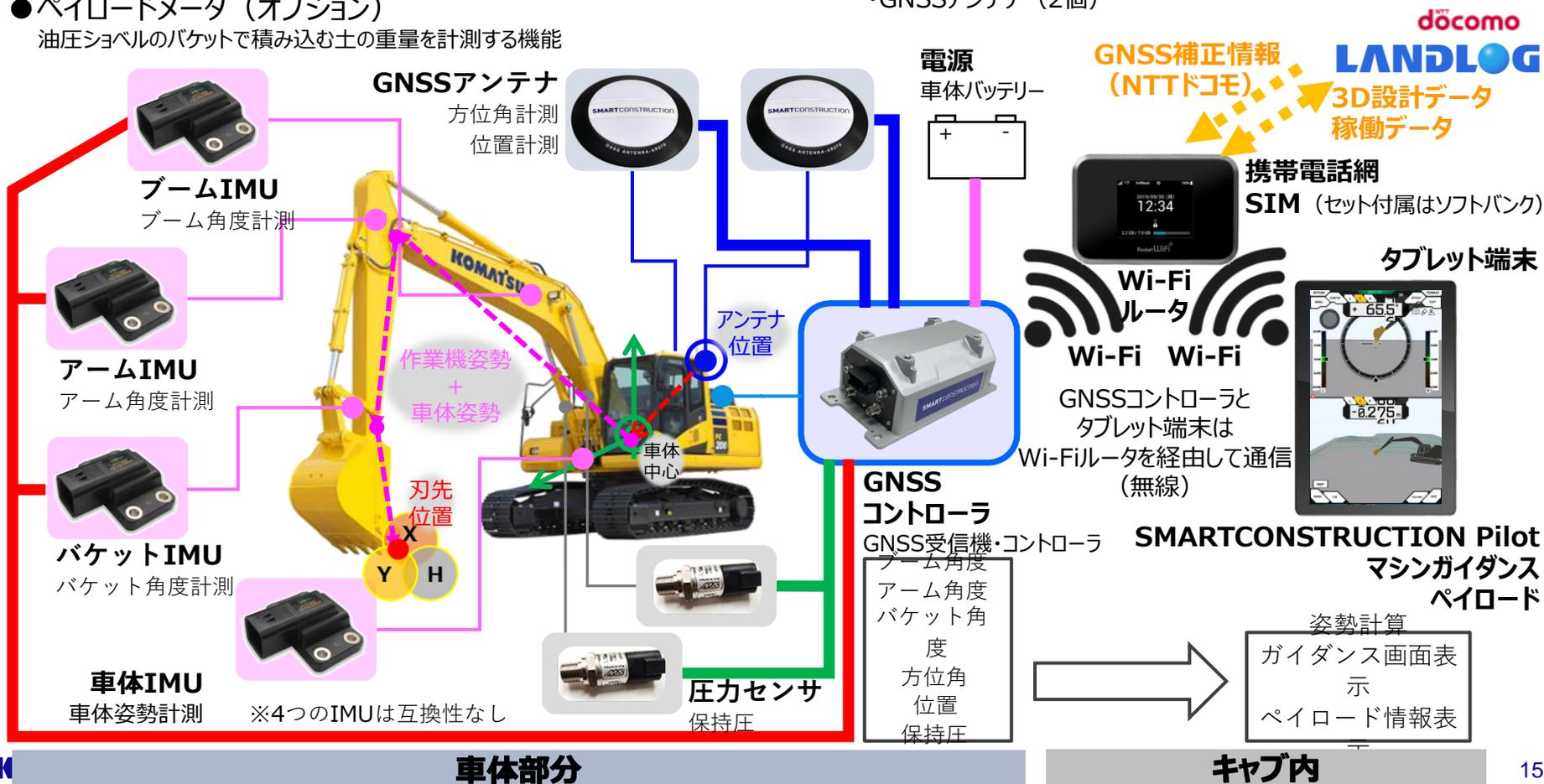
本キットは既存の車両にICT機能を提供するための後付けキットです。  
本キットを搭載することで以下の機能が利用可能になり、従来型建機でもICT施工が可能となります。

## 主な機能

- 3D-マシンガイダンス機能  
マルチGNSSにより機械の位置情報を取得し、施工箇所の設計データとバケット刃先位置との差分を運転席のタブレット端末へ提供する機能
- 3D 施工履歴データ取得機能
- ペイロードメータ (オプション)  
油圧シヨベルのバケットで積み込む土の重量を計測する機能

## キット構成品 (同梱品)

- ・バケットIMU
- ・アームIMU
- ・ブームIMU
- ・車体IMU
- ・GNSSアンテナ (2個)
- ・GNSSコントローラ
- ・ハーネス
- ・その他、取り付けブラケットなど
- ・圧力センサ (2個) (オプション)



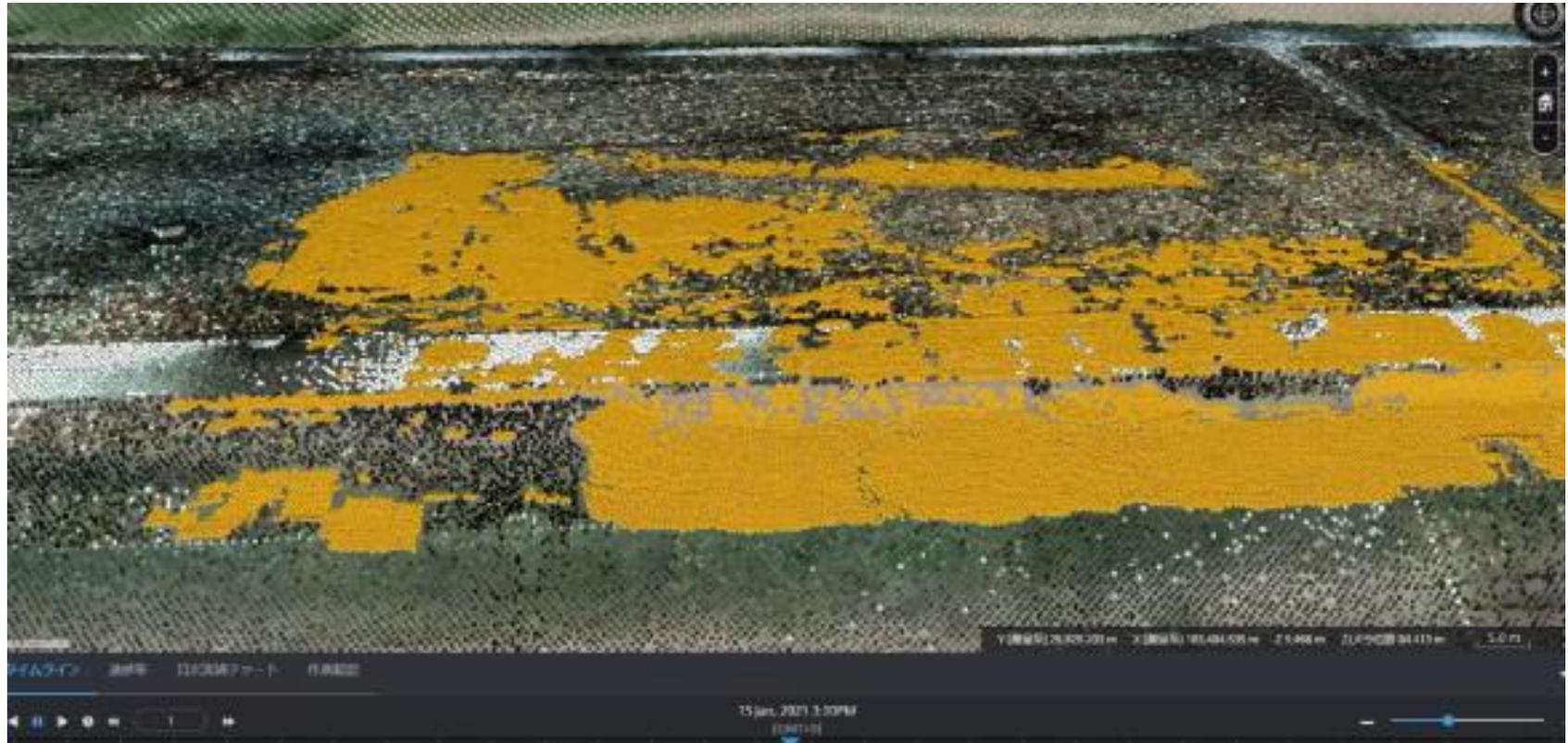
# 従来の建機をICT建機にする

## ■ Smart Construction Retrofitによるマシンガイダンス (MG)



# 従来の建機をICT建機にする

## ■ Asbuilt (ICT建機/SC Retrofit)



## ■ SC Dashboard

日々刻々と変わる現場に対し、測量・設計・施工履歴等、様々なデータを集約して3次元ビューアで可視化します。

施工管理に必要な情報（土量、面積、距離等）を計測し、今後の工事の方針を決める根拠とし、現場関係者に周知したい内容は注釈機能ですぐさま共有し、施工前～施工後まで施工管理をサポートします。



### 主な機能



#### 全体計算

設計範囲全ての部分で土量、施工進捗等、様々な計測ができる。



#### 多角形

任意のエリアで土量や面積等、様々な計測ができる。何か範囲の指示を行いたい場合の注釈機能としても活用可能。



#### 線

任意に線を引く機能で、注釈としてダンプの運行経路を示したり、計測として距離や横断形状など様々な計測ができる。



#### マーキング

ピンを打ち込みマーキングし、その箇所の高さ、勾配、標高変化推移を計測ができる。



#### 文字入力

3DViewer上に自由に文字を入力できる。作業指示や安全指示に利活用可能。



#### 矢印

3DViewer上に自由に矢印を入力できる。運搬経路や施工手順等、方向指示に利活用可能。

## ■ 土量算出 動画

計測機能

プロジェクト > 2021 SCダッシュボー...

データ レイヤー ?

+ データ レイヤーを追加

測量データ(点群)

点群 メッシュ 両方

- 背景地図  
衛星写真
- オルソ画像
- 測量データ(点群)
- 施工履歴データ(建機)

設計データ ↻

- 3次元設計データ.xml
- 施工範囲境界
- メッシュ
- ワイヤフレーム

基準点

Y (測量系) -20,264.842 m X (測量系) -135,738.044 m Z 38.435 m カメラ位置 744.731 m 100.0 m

タイムライン 進捗率 日次実績チャート 作業範囲

28 May, 2021 8:19AM (GMT+9)

17 May 21 May 25 May 29 May 01 Jun 05 Jun 09 Jun

オルソ画像

測量データ(点群)

施工履歴データ(建機)

# 3次元モデルを利用した施工計画

## ■ SC Simulation : 高速道路工事

右回り  
(滞留あり)

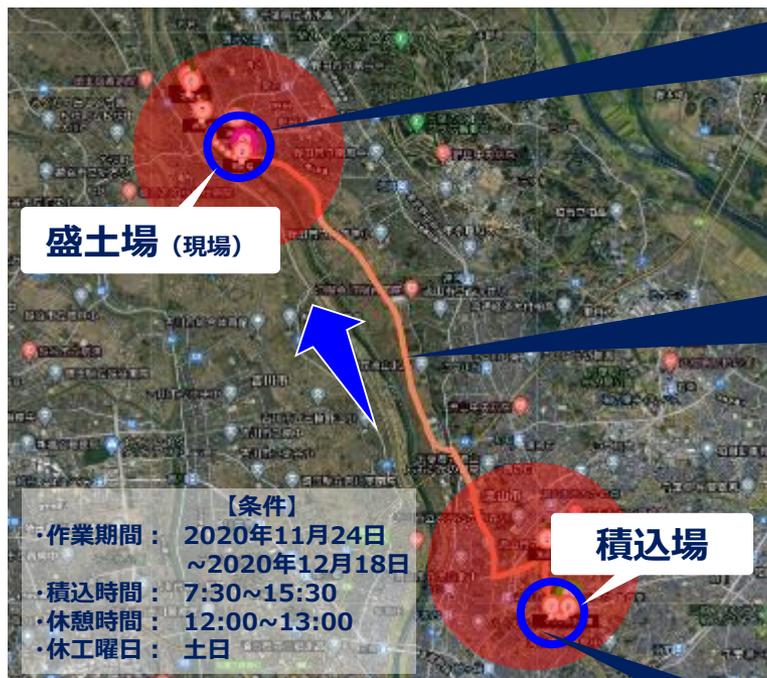
片側交互通行区間が長くなるためダンプ台数を増やした場合ダンプの滞留が予想されます。

工区東側を出入り口とする場合片側交互通行区間が約500m長くなります。

すれ違い不可、ダンプ台数の増加による滞留の影響を施工前に把握した

## 盛土のための土運搬ルート

荷下ろし場（現場）～積込場（土取り場）18km



### 【制約条件】

“渋滞ポイント”が多い

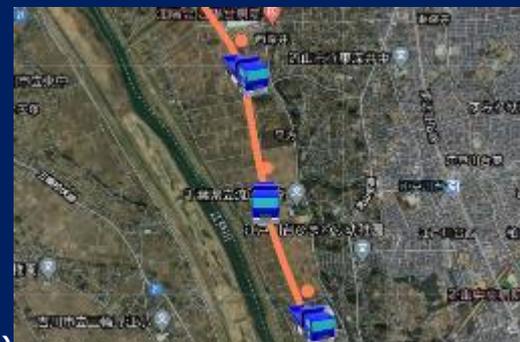
例) 積込場周辺> スクールゾーン  
盛土場周辺> 橋周辺

【盛土場（現場）】  
盛土数量：16,000m<sup>3</sup>



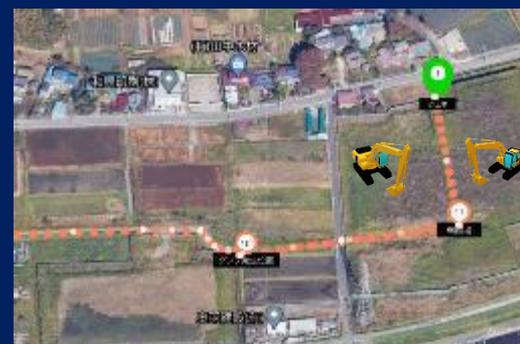
・D37PXi×1台（敷均し）  
・D61PX×1台（締固め）

【運搬】  
場外時速；23km/h  
場内時速；15km/h



10tダンプ×20台（当初計画）

### 【積込場】



・PC200×1台（掘削）  
・PC200×1台（積込）

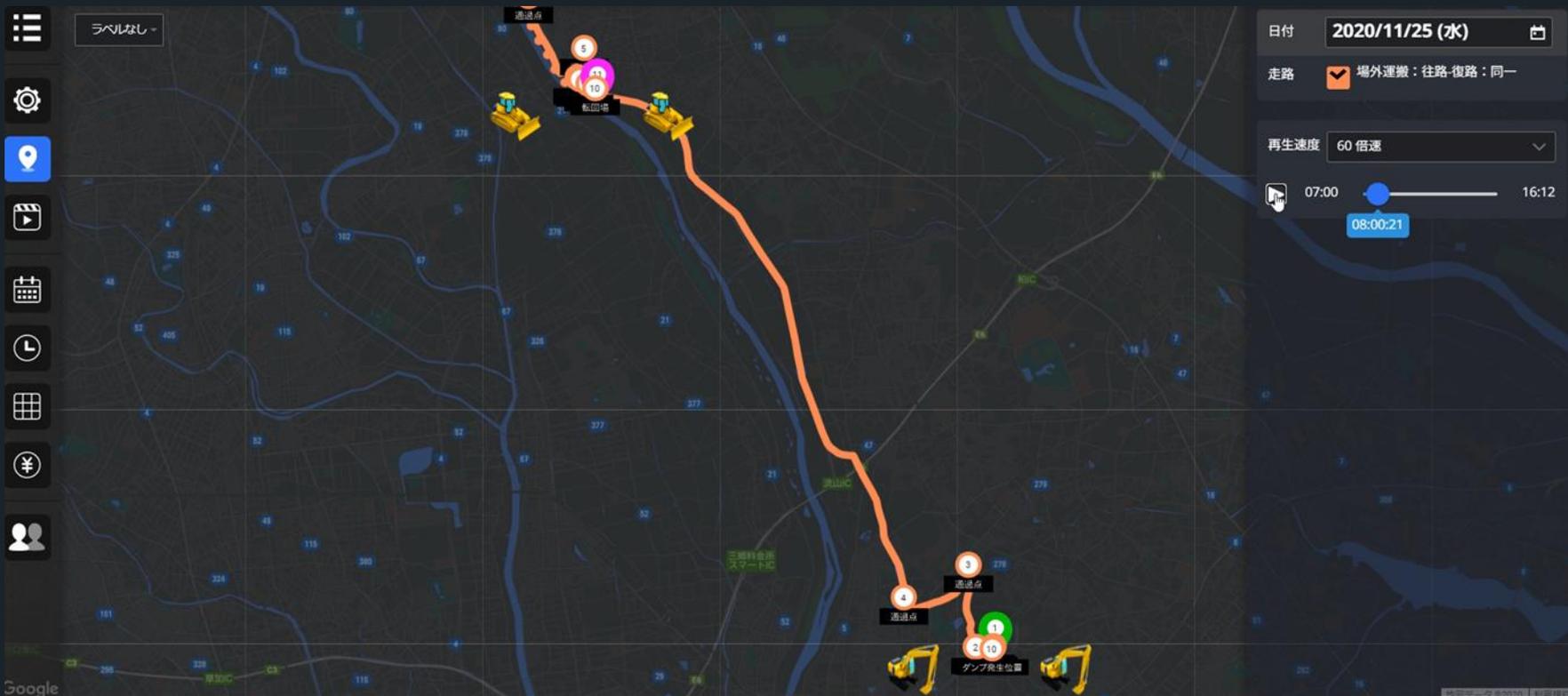


SC Fleetから**実際の走行履歴**から**平均時速とサイクルタイム**（往復時間）を取得し**反映**

種類	項目	当初計画	シミュレーション結果
ダンプ 	台数	20台	30台
	稼働率 (台)	99%	97%
	土量 (台)	29m <sup>3</sup>	29m <sup>3</sup>
	周回数 (台)	6周	6周
ショベル 	稼働率	57%	68%
	土量	522m <sup>3</sup> /日	758m <sup>3</sup> /日
工期		2021年1月14日	2020年12月18日

(12月末まで間に合わず)

## 【シミュレーション結果のアニメーション】



**【ダンプの動きを作業開始から終了までを確認】**  
アニメーションからダンプが滞留せずに運行できていることが把握できる

**シミュレーションでの計画通り、30台にて実施した結果、  
2020年12月18日に盛土終了**

# 建設機械の自動化・遠隔化

## 無人ダンプトラック運行システム (Autonomous Haulage System)

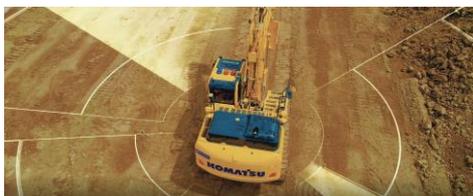
2008年に市場導入、世界4か国、19鉱山で  
500台超稼働  
有人稼働と比較して15%超のコスト削減効果



## ブルドーザ・油圧ショベルの遠隔化

コマツ中期経営計画で掲げるダントツ商品：  
自動化、自律化、電動化、遠隔操作化

技術的には実現可能、顧客現場への試験  
導入準備中



### 2. コマツの目指す、ありたい姿：未来の現場へのロードマップ

コトでお客さまへの新しい価値を生み出し、コトと親和性の高い、安全で環境にやさしい高効率なモノを提供し、お客さまのすべてのプロセスをデジタル化によりつなぎ、未来の現場・カーボンニュートラルの実現を目指します。



KOMATSU

ものづくり技術の革新・新しいバリューチェーンの構築

A photograph of two construction workers in safety gear (hard hats and high-visibility vests) standing next to a yellow Komatsu excavator. The worker on the left is pointing towards the machine. The excavator has "intelligent MACHINE CONTROL" and "D 65PXi" written on it. A "DANGER" sign is visible on the right side of the machine. The background is a bright, hazy outdoor setting.

ご清聴ありがとうございました。