

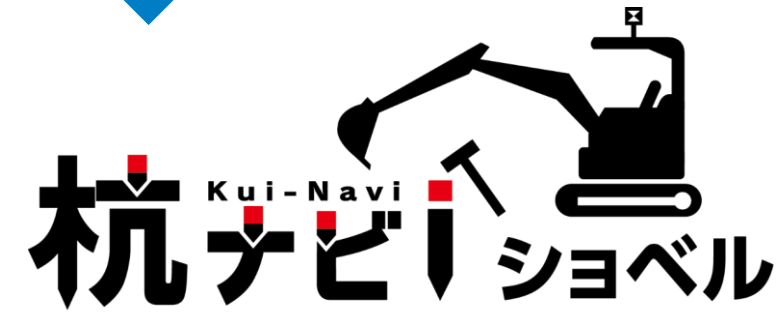
# ICT普及促進WG(第2回)

## (小規模ICT施工技術の試行)

---

# 小型バックホウマシンガイダンス技術 (TOPCON)

---



# 杭ナビショベル

～小規模現場向けマシンガイダンスシステム～



2021年10月6日

(株) トプコンポジショニングアジア

簡易型測量機  
(杭ナビ) を使って、



キャビン内  
施工

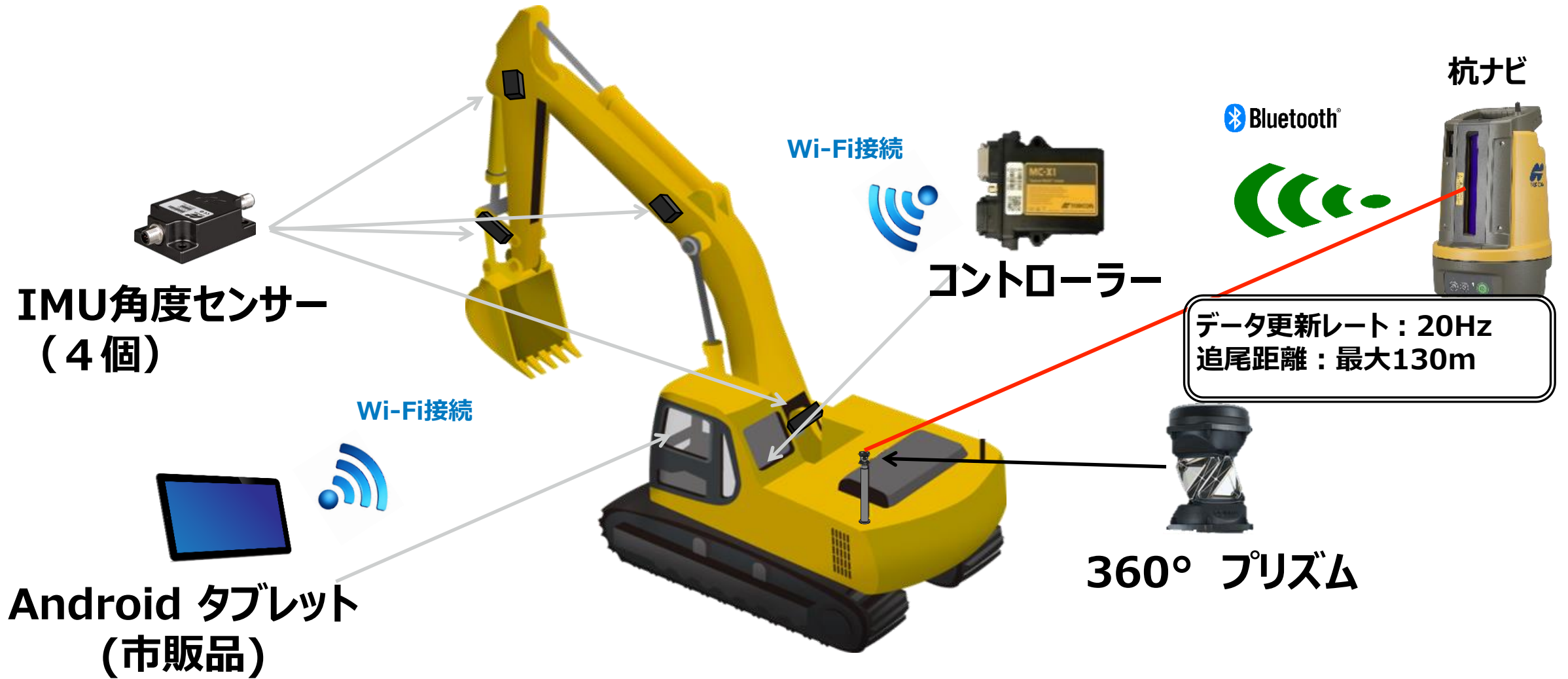
ICT施工と、

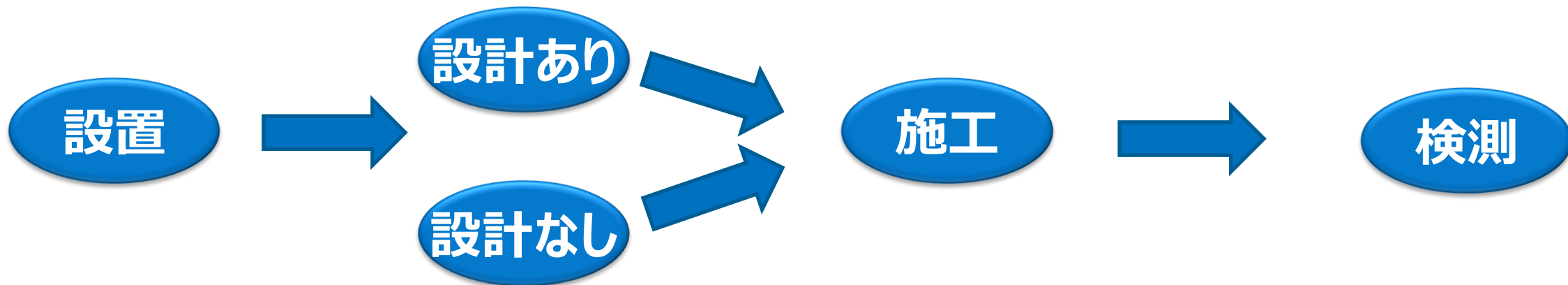
現場測量を  
簡単に、

フィールド  
測量

小規模土工に最適なソリューション

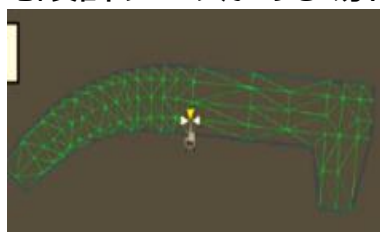






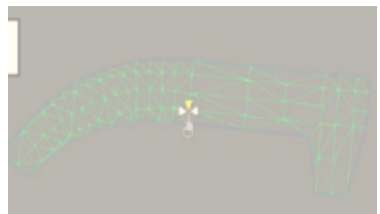
杭ナビ設置

3次元設計データがある場合



入力

3次元設計データがない場合



設計データ



ICT施工



バケツで出来形検測

出来形検測

中小規模建設業者にも広く普及している杭ナビの活用。

市販の堅牢性タブレットを利用することで、導入コストを低下。

技術を要する座標ローカライズが不要なプリズム追尾タイプ。

自動整準機能搭載  
自動傾斜角補正搭載  
防塵防水：IP65



杭ナビ (LN-150)

防塵防水：IP65  
耐環境：-20℃~50℃  
耐衝撃：MIL-STD-810H準拠  
(メーカー仕様より)



Android タブレット

座標計測精度  
測距精度：3mm  
測角精度：5秒



360°プリズム

中小規模業者にも使いやすく導入しやすい。



ICT建機の操作に必要な、3D設計を表示している。

3D設計表示

## 3D設計データがない場合にICT施工するための測量機能

杭ナビシヨベル画面

無限平面設計データ  
グリッド線付き

オフセット値

バケット刃先の高さ計測

現場で！ 1点無限平面作成

バケットで高さ確認しながら敷均し

バケットの刃先で2点計測、  
もしくは1点と勾配率を入力  
するだけで勾配面を作成

バケットの刃先で1点計測す  
るだけで無限平面を作成

現場で！ 勾配面作成

杭ナビシヨベル画面

勾配平面設計データ

水勾配の←表示

設計面との差

移動

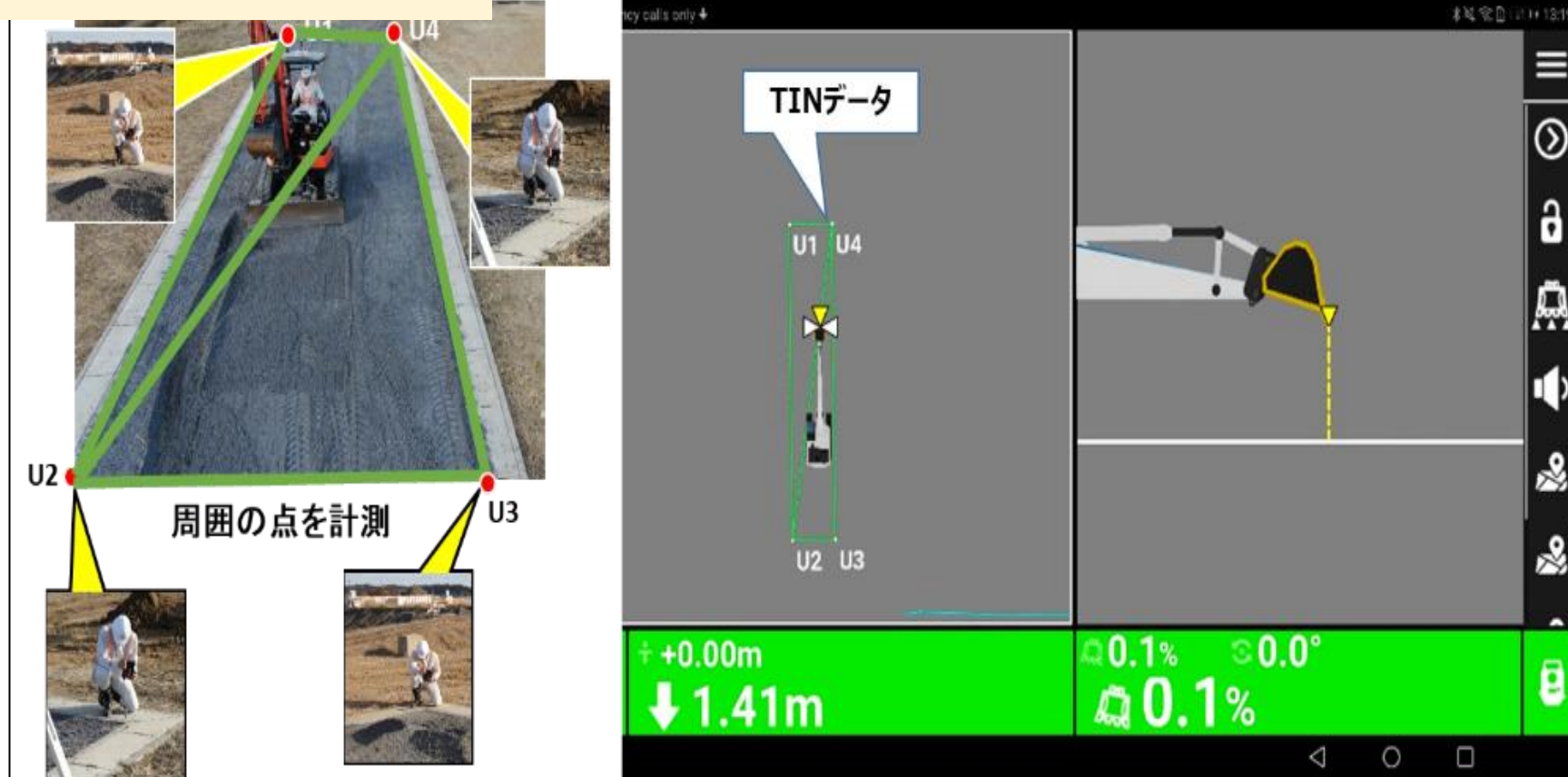
バケットをタッチ！ A点

バケットをタッチ！ B点

バケットで高さ確認しながら敷均し



バケットの刃先及びプリズムで計測した  
 多点を使って簡易設計 (TIN)  
 を作成



**現場で！簡易設計(TIN)作成**

杭ナビシヨベルの特徴を最も良く発揮できる現場としては、以下のような小規模土工の現場が考えられる。



都市部工事



山間部工事



農業土木



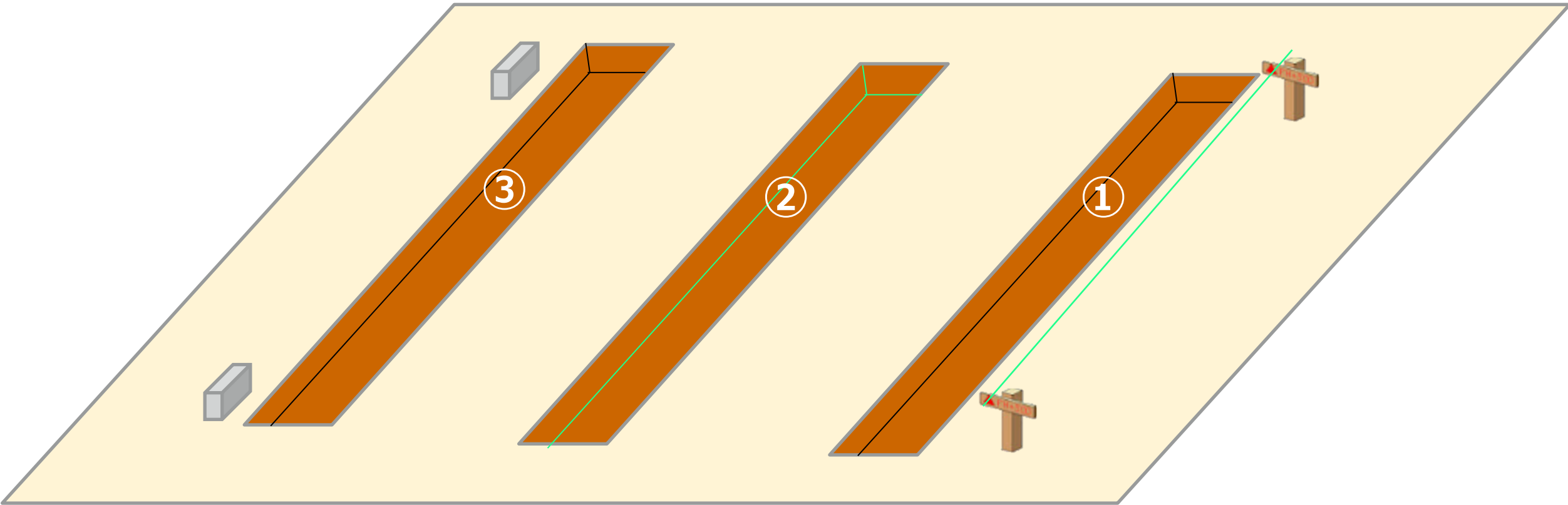
(屋内) 建築



③ 3D設なし

② 3D設計あり

① 従来施工



デモ現場

## ① 精度確認

ICT建機の日々の精度確認を模擬（バケットの刃先とプリズムで計測した座標の比較）。

## ② 従来施工（非ICT施工）

丁張、水糸を用いた従来施工を模擬。

## ③ 3D設計あり（ICT施工）

事前に作成した3D設計データを入力しておき、オペレータはそれに従って施工を行う。

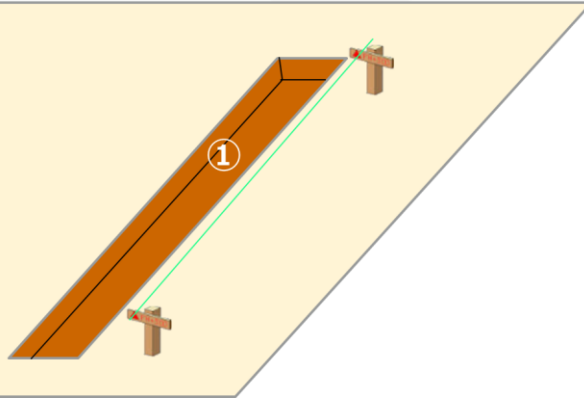
## ④ 3D設計なし（ICT施工）

現況にバケットをタッチすることで、座標を計測して簡易的に設計面を作成する。

- （1）1点無限平面の作成
- （2）勾配面の作成
- （3）多点計測による簡易設計面（TIN）の作成

## ①従来施工（非ICT施工）

①従来施工

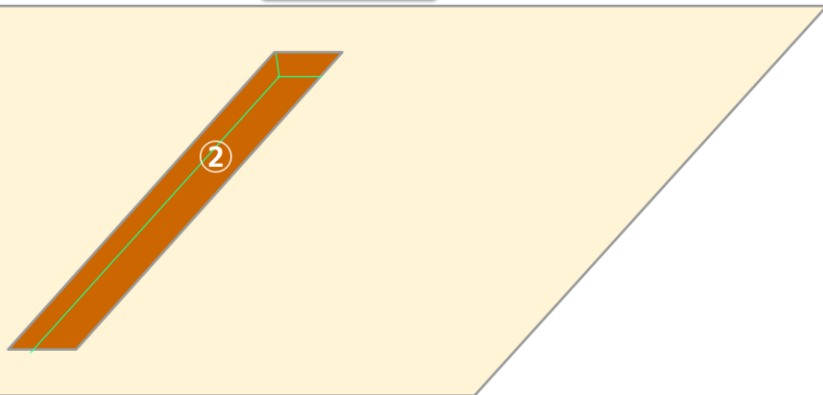


### 作業

1. 丁張と水糸を設置する。
2. 掘削した後に作業員が高さチェックを行う。
3. 丁張の間は水糸の高さを基準にチェックする。

## ② 3D設計あり (ICT施工)

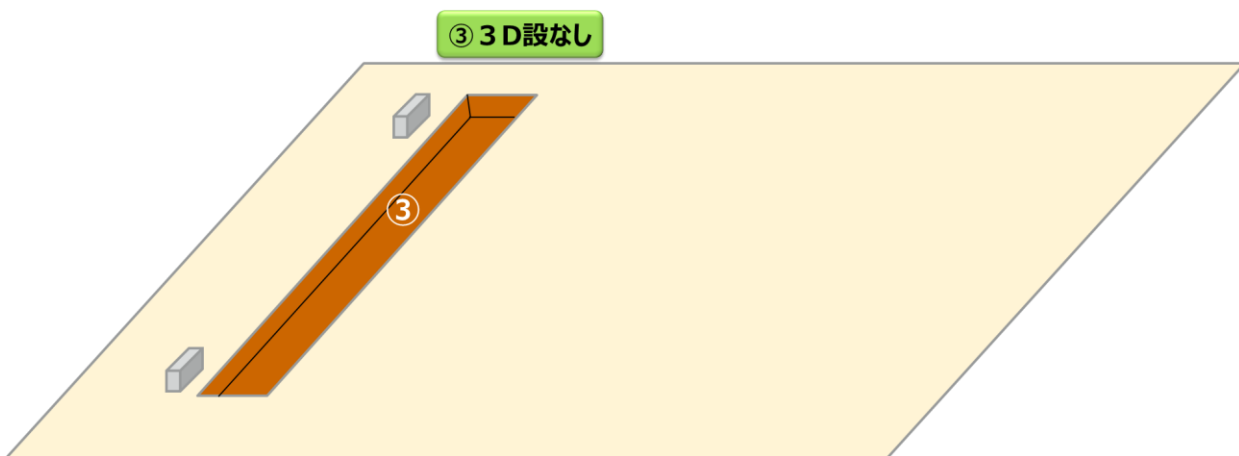
② 3D設計あり



### 作業

1. 3D設計データを使って、画面を見ながら平面図、横断図、縦断図を使って施工ができる。
2. 平面図から掘削幅も把握できる。
3. 設計と刃先の差が表示される。
4. 掘削後にバケットを施工面に合わせて高さ確認ができる。
5. バケットの形が画面に表示されるため、バケットの勾配も把握できる。

### ③ 3D設計なし (ICT施工)



#### 作業

1. 平面を作りたい高さにバケツ置いて高さを計測し、3D無限平面を作成。
2. 勾配を作りたい地点にバケツを置いて座標を計測し、勾配率を入力して3D勾配面を作成。
3. 勾配を作りたい2点の地点にバケツを置いて座標を計測し、その2点の座標を用いて3D勾配面を作成。
4. 複数の既設の点（現場合わせ）をバケツの刃先で計測し、その点を用いて3D設計（TIN）を作成。

End

# 小型バックホウマシンガイダンス技術 (EARTHBRAIN)

---



本日実施するデモの施工手順となります。  
各技術の詳細は参考ページをご確認下さい。  
提供している技術は現在国内で既に提供開始しております。

① SCソリューション全体の紹介 3分 ……参考資料2P



②ARでの施工画面の紹介 ……参考資料3P



③ 3 DMG施工デモ ……参考資料4-5P  
・ラインワーク+無限平面による施工データ作成  
・溝掘削  
・As-builtデータ取得状況



④パイロードメーター施工デモ ……参考資料6-8P  
・計測データ取得状況およびデータ管理について



⑤取得As-built データ管理について ……参考資料9-10P



⑥取得出来形・高データを利用したシミュレーションについて ……参考資料11P

お問い合わせ先：

(株) EARTH BRAIN スマートコンストラクションサポートセンター  
TEL： 0120-445-538 / 0120-460-106

LANDLOG

様々なソリューションプロバイダーへ開放

SC DX SMART CONSTRUCTION



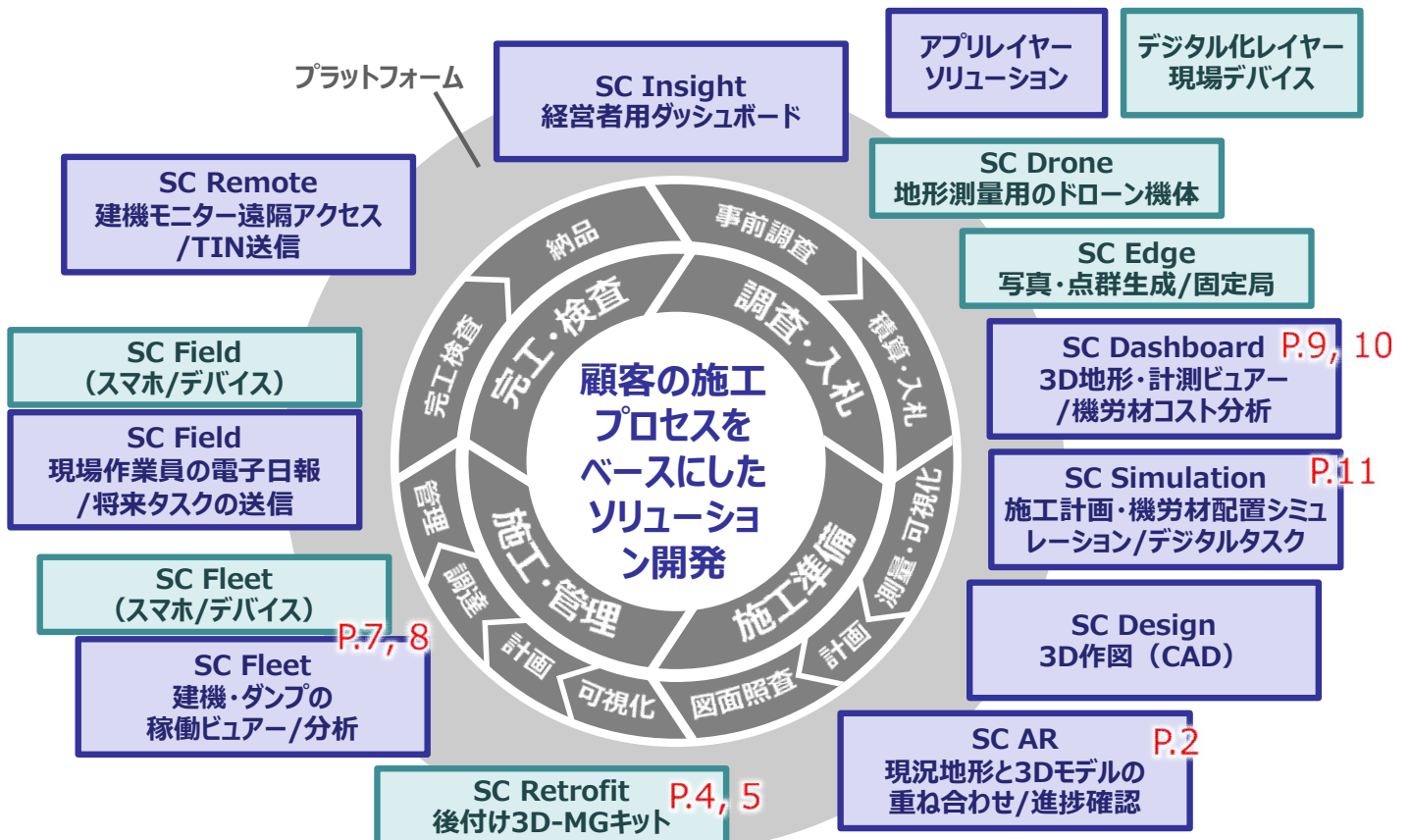
精度良く、高速に、簡単に、安く、コトデータ化



建設現場に関わる人、機械、材料全て



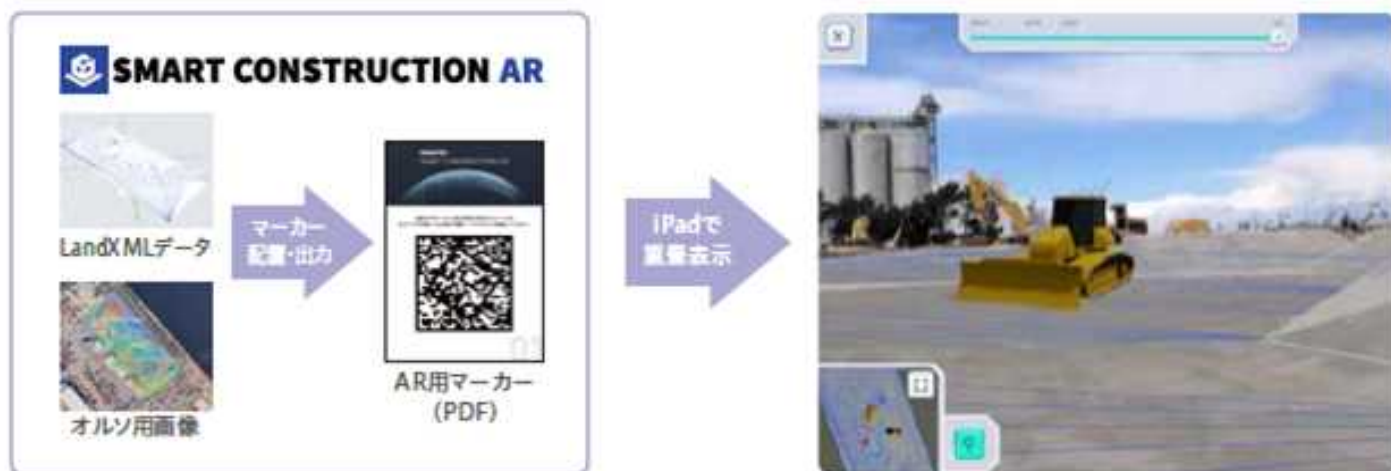
“DXスマコン(コト)”では、顧客の施工プロセスを中心に据え、顧客の悩みを起点としたソリューション群を開発してきた



# SMART CONSTRUCTION AR

## 01 施工に必要な情報を現実空間上に仮想の視覚情報(3D)として表示

Smart Construction AR<sup>※1</sup>は、LandXMLデータ上に任意の画像をオルソ<sup>※2</sup>として貼り付けることにより、実在の現場にバーチャルの視覚情報を重ねて表示することができるiPad用のアプリケーション<sup>※3</sup>です。



施工に必要な付加情報を現実空間上に仮想の視覚情報(3D)として重ねて映し出すことで、施工の情報伝達・意思決定が迅速に行えます。

## 02 Smart Construction ARの利用できる機能

### 建機の3Dモデルの配置機能

3D建機を施工面に合わせて建機配置できるため、事前の配置確認や安全確認を容易に行えます。<sup>※4</sup>



### 計測機能

アプリ画面上で任意の点から対象物までの大まかな距離を簡単に計測することができます。<sup>※5</sup>



### ミニチュア機能

ARで表示される3Dデータをミニチュア模型のようにiPadの画面に表示することができます。



※1：本アプリケーションは、イメージを把握するツールであり、ガイダンスとしての利用を意図したものではありません。  
 ※2：LandXMLデータ及びオルソとなる画像は、お客様側でご用意下さい。  
 ※3：iPadは、お客様側でご用意下さい。また、最新のiPadをご利用頂くことで移動精度が高まります。  
 ※4：表示される3D建機のサイズは実際の建機と異なる場合があります。  
 ※5：AR測量精度を改訂するものではありません。



# SMART CONSTRUCTION Retrofit

PC30MR-5

## 01 後付けで安価、手軽にミニショベルの3Dマシンガイダンスを実現



## 02 スマートコンストラクション・レトロフィットの主な特長

### 特長

#### I-Construction工事に対応可能

国土交通省が推進するI-ConstructionのICT活用工事において、ICT建機として利用可能です。

#### ICT機能を、安く、簡単に導入

従来品と比べ安価、かつGNSS補正情報など必要な機能が揃っているため、装着してすぐにICT施工が始められます。

#### 3D-マシンガイダンス機能による省力化を実現

従来品と比べ安価、かつGNSS補正情報など必要な機能が揃っているため、装着してすぐにICT施工が始められます。

#### 3D施工履歴データ取得可能

ICT施工による現場での施工履歴を取得することができます。

### モニター画面表示

**ライトバー表示機能**  
設計図までの高さをライトバーでわかりやすく表示します。

**設計図までの高さ表示**  
選択した目標面から刃先までの距離、またはオフセットした面から刃先までの距離を表示します。

**ライトバー表示機能**

**バケット刃先表示機能**  
リング状のゲージでは、刃先を平行にするために必要な回転角をピンク色でわかりやすく表示します。

**設計図オフセット表示機能**  
下記2種のオフセット設定を表示します。  
■ 始端方向オフセット  
■ 設計面に垂直オフセット

**正対角表示**  
選択している目標面と対面（正対）するために必要な回転角をゲージでわかりやすく表示します。正対するとゲージが緑色になります。


**バケット垂直表示機能【特許取得済】**  
バケットの垂直面を選択している目標面と平行にするために必要な回転角を表示します。回転方向は両端の矢印で示します。

リング状のゲージでは、バケット垂直面を平行にするために必要な回転角をピンク色でわかりやすく表示します。


## 簡易施工データ作成機能

3次元設計データがなくても水平面や単一勾配の傾斜平面設計データをタブレットで簡単に作成し、ICT施工を行うことができます。

### 無限平面設計データ



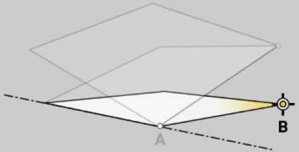
ポイント：A

L M R 


N [ ] m E [ ] m Z [ ] m

任意のポイントの高さを基準とした無限平面を作成します。

### 傾斜平面データ




ポイント：A

L M R 




N [ ] m E [ ] m Z [ ] m


ポイント：B


L M R 

N [ ] m E [ ] m Z [ ] m

傾斜

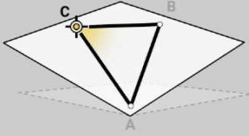
  

C  [ ] 0.0°


D  [ ] 0.0°

1点目に入力した高さZを基準とし、2点の縦断勾配と、入力した横断勾配を持つ傾斜平面を作成します。

### 任意の3点による平面データ




ポイント：A

L M R 


N [ ] m E [ ] m Z [ ] m

ポイント：B

L M R 

N [ ] m E [ ] m Z [ ] m

ポイント：C

L M R 

N [ ] m E [ ] m Z [ ] m

任意のポイント3点を結んだ平面データを作成し、無限に拡張します。



# ペイロードメータ (オプション)

登録したダンプの積載重量を管理するアプリ「SMART CONSTRUCTION Fleet」と連携し、油圧ショベルのバケットで積込む土の重量を計測することができます。オペレーターがダンプへの積込量を把握できるため、最大積載量に合わせて積込むことができ、現場の生産性向上に寄与します。積載重量・積込可能重量は、タブレットアプリのモニターでリアルタイムに確認できます。

**トラック選択 (目標重量の設定)**

RESULT NAME	WEIGHT MAX	LOADING	RATIO
3353 test_4000	4,000 kg	0 kg	0%
3354 test_40000	40,000 kg	0 kg	0%
3354 test_near_20200	9,000 kg	0 kg	0%
3355 test_near1	10,000 kg	0 kg	0%
3354 test_near2	20,000 kg	0 kg	0%

**SMART CONSTRUCTION Fleet**

**積込履歴**

**積載重量メータ**

**積載重量表示**

**トラックの最大積載量 (目標重量)**

**掘削重量メータ**

**掘削重量表示**

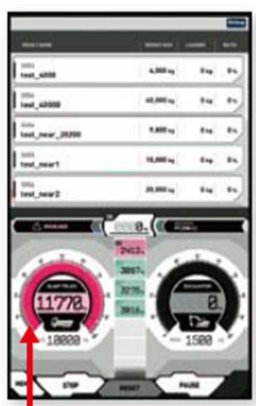
**バケット最大掘削量 (目安)**

## 土量調整機能

掘削重量メータにはバケット内の土量がリアルタイムに表示(掘削重量表示)されるので、バケット内の土の量を減らすことで積み込み土量を調整することができます。  
※土量調整は旋回前に行ってください。

## 目標重量目前表示(黄)

積込最終回になると、掘削重量メータが黄色で表示されます。  
(残り1回掘削すると、概ね目標重量となる場合)



**ダンプ積載重量オーバー表示(赤)**



**積込重量オーバー表示(赤)**

積み込む土の積載重量が目標の重量をオーバーしてしまう場合、掘削重量メータが赤色で表示されます。

※ペイロードメータは検定に合格した計量器ではありません。取引・証明には使用しないでください。表示重量は目安としてください。



# SMART CONSTRUCTION Fleet

技術名称: SMART CONSTRUCTION Fleet  
NETIS登録番号: KT-190101-A

建機・ダンプの位置情報をリアルタイムに確認して分析、現場作業員と情報を共有します。

## 01 Smart Construction Fleet 概要

ダンプに端末を搭載して走行することで走行履歴をリアルタイムにモニタリングし、「ダンプの運搬回数」「サイクルタイム」「運搬エリア別土量算出・運搬エリア別サイクルタイム」などを管理します。また、重機オペレータなどにダンプが接近したことを知らせることにより、効率のよい積み込みが実現可能になります。

### ダッシュボード基本機能

- ①建機・ダンプ・誘導員の位置情報は3秒に1度更新されます。
- ②積込荷降結果、サイクルタイム、カメラ画像等リアルタイムな現場運営判断に有用な情報が一目で確認できます。
- ③作業員へのメッセージ送信により、作業指示や注意事項伝達等が容易に行えます。

**車載端末**

スマートフォン      Smart Construction Fleet デバイス

3秒に1度更新

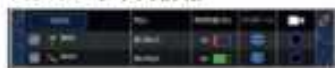
- 自車両・他車両 地図情報を表示
- 作業カウント・アラート発報
- 他車両へメッセージ送信も可能

**SMART CONSTRUCTION Fleet**

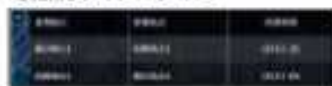
リアルタイム位置情報確認  
リアルタイムに車両の位置、方位、周回時間を表示します。位置情報は3秒に1度更新します。

### 主な表示項目

ログイン中車両情報



地点別サイクルタイム



積込荷降回数・サイクルタイム



カメラ画像



地点別積込荷降履歴





## 02 施工場面に応じたSmart Construction Fleet 活用例

### メッセージ送信・接近通知警告

#### メッセージ送信機能

ログイン中の作業員に対しメッセージ送信できます。



#### 接近通知機能 / 接近警告機能

①任意の範囲(黄色の円)を設定し、その中にダンプが進入するとアラート(警告)を知らせ注意喚起を行うことができます。

②任意の積込地点付近にグート(白い領域)を設定し、その中にダンプが進入するとショベルのオペレータと指導員にダンプの接近通知を知らせます。オペレータは取扱い良く積込準備ができ、指導員は余裕を持って安全に誘導することができます。

③車両と人、車両と車両の接近に対し警告発報し安全性を向上します。



### 自動写真撮影

#### 自動写真登録機能： ダッシュボードでのリアルタイム確認

スマートフォンのカメラにより一定範囲で自動で写真撮影し、リアルタイムに表示します。

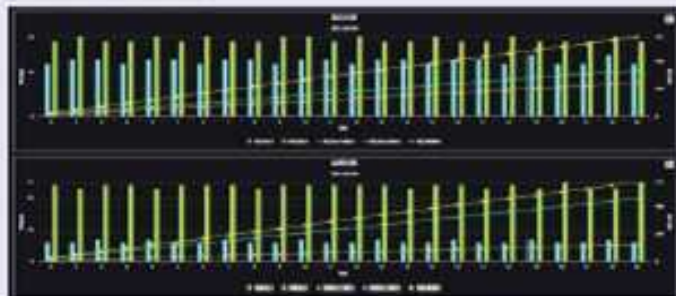


リアルタイムな確認だけでなく、過去の実績も確認可能です。

### 履歴閲覧・レポート

#### 積込荷降作業履歴の閲覧

積込・荷降の回数、サイクルタイムが記録され、日々対する作業実績の確認の他、効率把握としても有効です。



#### レポート作成機能

運搬状況、稼働実績、サイクルタイム等各種データのグラフ・表をユーザが任意に配置、レポートとして出力する機能です。



### ペイロードアプリとの連携

#### ペイロードとの連携

Smart Construction Fleet側のダンプ情報とペイロードアプリを連携させることで、最大積載量の異なる各ダンプに対し、ペイロードアプリ側では最大量に対する積込上量を認識しつつ積み込むことが可能です。ペイロード積込履歴はSmart Construction FleetのWeb画面に保存され、実績の確認・出力が可能です。



Smart Construction Fleetに  
ダンプ情報(最大積載量)登録



ペイロードアプリ  
に反映



積込



車両別の最大積載量がペイロードアプリに反映  
積載率の最大化を図る事が可能

積込結果  
自動保存





# SMART CONSTRUCTION Dashboard

NETIS技術名称:SMART CONSTRUCTION Dashboardによる出来高・出来形管理システム  
登録番号:KT-150096-VE【活用促進技術:平成29年度選定】

測量、設計、施工履歴データなど、様々なデータを取り込み、建設現場をデジタル化します

## 01 Smart Construction Dashboard 概要

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3D Viewerで可視化し、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。



### ① サイドパネル

- データレイヤー
- 計測
- 各種設定等々

目的に応じて切り替えて使用

### ② グラフ・チャートタブ

- タイムライン : インポートしたデータの進捗を3D Viewerに表示
- 進捗率 : 現場全体の施工進捗を表示
- 日時進捗チャート : 過去に遡ってその日の日当たり施工量を表示
- 作業範囲 : 任意のエリア(工区別、掘点別)等の施工進捗を表示

### 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



#### 文字入力

3D Viewer上に自由に文字を入力できる作業指示や安全指示に活用可能



#### 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、傾斜変化検出を計測ができる



#### 経路

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、計測として距離や傾斜形状など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



#### 矢印

3D Viewer上に自由に矢印を入力できる運搬経路や施工手順等、方向指示に活用可能

#### (アップロードできるデータ例)

- UAVやLS等の測量点群データ【txt.csv, las etc】
- 3D設計データ【LandXML, tp3 etc】
- オルソ画像【tiff etc】
- 平面図【dxf etc】



# 02 施工プロセスに合わせた Smart Construction Dashboard 活用例

施工  
プロセス

Smart  
Construction

## SMART CONSTRUCTION Dashboard

事前  
調査



ローカライゼーション

衛星画像上(3D)に平面図重畳



衛星画像上(2D)に  
平面図重畳



2次元平面図を衛星画像上に重ねることが可能なので、現場をイメージしやすい。そして、周辺環境(工事の出入り箇所、病院・学校・住宅密集地の有無等)と現場の関係も正確に確認できます。

施工  
計画



SMART CONSTRUCTION  
Drone  
(施工測量)



SMART CONSTRUCTION  
Design  
(3D設計データ作成)



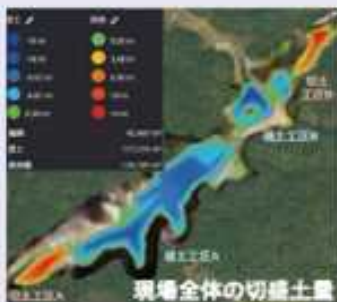
SMART CONSTRUCTION  
BCT  
(ICT連携)



SMART CONSTRUCTION  
Detail



SMART CONSTRUCTION  
Drone  
(山形測量)



設計範囲全体または任意の範囲の当初の計画施工数量、施工進捗土量・出来高数量、既施工土量等、お客様のニーズに合わせた様々な土量を計測できます。



表面積を計測できるので、上記画像のように個別の面積別の計測を行うことができます。

施工



任意の距離を設計範囲外も計測可能なので、上記画像の例では、ダンプ道路の検測に利用。文字入力機能と合わせて使用すれば、交通事故が起こりそうな危険箇所を明示し、安全管理の計画にも役立つことができます。



オルソ画像を用いれば、現場全体が俯瞰的に把握することができ、以下のように伏線が不足している箇所を一目瞭然と見つけることができます。



高さ方向の傾斜を任意で設定した等高線を表示できる。線だけでなく高低差がヒートマップで表示を行う現場内のどこに水が溜まるか判断できるため、仮設水路の計画や現場作成の判断材料等に活用できます。

検査  
納品



SMART CONSTRUCTION  
Drone  
(出来形測量)



Smart Construction (ICT活用工事)に対応した出来形測量を作成可能です。  
※土工も機械工に対応



フォルダを自由に追加でき、あらゆる拡張子のデータをアップロード可能なため、電子納品に必要な資料は勿論、他にもお客様との様々なデータファイルの共有が行えます。

# SMART CONSTRUCTION Simulation

## 01 測量・設計・各種履歴データをもとにAI最適化技術で現場効率化の最適な施工計画を導く

EB社が培ってきた技術と経験をもとにしたアルゴリズムを現場に応用し、土配計画における機材の配置や稼働率のシミュレーションを行うプログラムです。現場条件から導き出した仮設ルートをベースに、「運土量」「機械の能力値」「速度」などの条件を組み合わせ、建機はダンプの「稼働率」「運搬量」「仕事量(掘削・盛土量)」などを算出。計算された結果は、施工手順のアニメーション化や、個別の建機やダンプの運土量や稼働率などがパーチャートとして表現され、視覚的に確認することが可能になります。

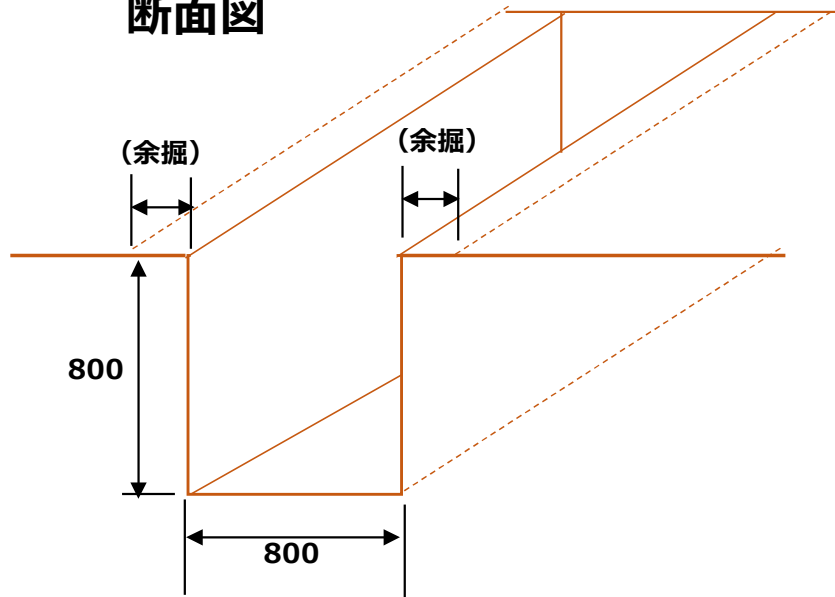




## 3DMG施工(管路掘削) : PC30MR



### 断面図



## パイロード (掘削土積込み) : PC78US



### 掘削土積込み計測データ取得状況およびデータ管理についてのデモ実施

トラック選択 (目標重量の設定)	積込履歴
test_4000 4,000kg 0kg 3%	
test_40000 40,000kg 0kg 3%	
test_near_30000 1,000kg 0kg 3%	
test_near1 10,000kg 0kg 3%	
test_near2 20,000kg 0kg 3%	

**積載重量メータ** (掘削重量表示)  
**積載重量表示** (6291)  
**トラックの最大積載量 (目標重量)** (18000)

**掘削重量メータ** (掘削重量表示)  
**掘削重量表示** (2732)  
**トラックの最大掘削量 (目安)** (15000)

**土量調整機能**  
**目標重量目表示(黄)**  
**ダンプ積載重量オーバー表示(赤)**  
**積込重量オーバー表示(赤)**

掘削重量メータにはバケット内の土量がリアルタイムに表示(掘削重量表示)されるので、バケット内の土の量を減らすことで積込み土量を調整することができます。  
 ※土量調整は旋回前に行ってください。

積込最終回になると、掘削重量メータが黄色で表示されます。  
 (残り1回掘削すると、概ね目標重量となる場合)

積込む土の積載重量が目標の重量をオーバーしてしまう場合、掘削重量メータが赤色で表示されます。

●パイロードメータは検定に合格した計量器ではありません。取引・証明には使用しないでください。表示重量は目安としてください。



# スマホを活用した出来形計測技術 (大成ロテック)

---



**令和3年度**

**建設DXフィールド内における現場試行**

**実施内容**

## 1. 計測概要

本計測は、LiDAR 機能を搭載したモバイル端末を、計測対象に向けることで、対象物の空間情報（X 座標、Y 座標、Z 座標）を取得するものである。計測の流れは以下のとおりを行う。

- ・Rotec-AR（仮名称） → LiDAR 計測用アプリケーション
- ・スマホ de サーベイ → 簡易測量アプリケーション

検証名称	検証方法	使用データ
◇「Rotec-AR」を用いた点群データの比較	・地上型レーザースキャナーで取得した点群データと、モバイル端末で計測した点群データを比較する。	・地上型レーザースキャナーおよび、モバイル端末で計測した点群データをメッシュ（TIN）データに変換する。比較したデータを重畳し、差分を抽出する。
◇「スマホ de サーベイ」を用いた実測の比較	・空間上の 2 点間の距離および、高さを計測可能である「スマホ de サーベイ」を用いた計測値の検証を行う。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事前に設置した測点上において、床掘の深さ、幅員を、テープを用いて実測する。実測値に対して「スマホ de サーベイ」で計測した数値を比較する。</li> <li>・構造物において、スケール等で計測した数値を比較する。</li> </ul>

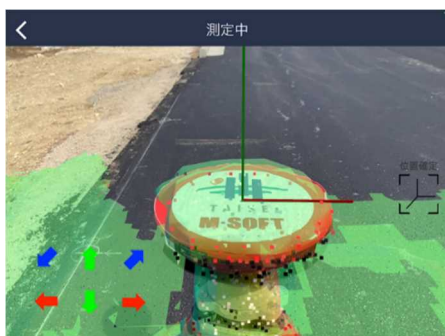
## 2. 使用機械

モバイル端末	概要
 <p>iPad Pro</p>  <p>iPhone 12Pro Max</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・LiDAR 機能を搭載したモバイル端末を使用。</li> <li>・事前に専用のアプリケーションをインストールする。</li> <li>・計測データは、デバイス内に保存され、クラウド上にアップロードが可能。</li> </ul>
GNSS 対空標識	概要
 <p>GNSS 対空標識</p>  <p>AR マーカー</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本体で、衛星測位システム（GNSS）を用いた、座標取得を可能とする対空標識を使用。</li> <li>・専用の AR マーカーを、モバイル端末でアプリケーション上から読み取ることで、自己位置（原点）を認識する。</li> </ul>

### 3-1. 計測手順【Rotec-AR（仮）】

Rotec-AR（仮）	
<p>1. アプリケーションの起動</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・端末内のアプリケーションを起動する。</li> <li>・現場登録を行う。</li> </ul>
<p>2. AR マーカーの読み込み（開始時）</p>  	<ol style="list-style-type: none"> <li>①GNSS 対空標識に貼付した AR マーカーを、端末で読み込む。</li> <li>②アプリケーション内で、AR マーカーの画像を認識し、中央部に原点の 3 軸を表示させる。</li> <li>③ 3 軸の傾きや方向などを補正後、計測を開始する。</li> </ol>
<p>3. 計測</p>  	<ol style="list-style-type: none"> <li>①計測時は、端末を対象物に対して 4 5°程度に傾かせ、速度は一般的な歩行速度（時速 4 km/h 程度）で移動する。</li> <li>②LiDAR の特性上、暗い箇所での計測が困難なため、夜間時はバルーンライト等で対象物を照らす。</li> </ol>

#### 4. AR マーカーの読み込み (終了時)



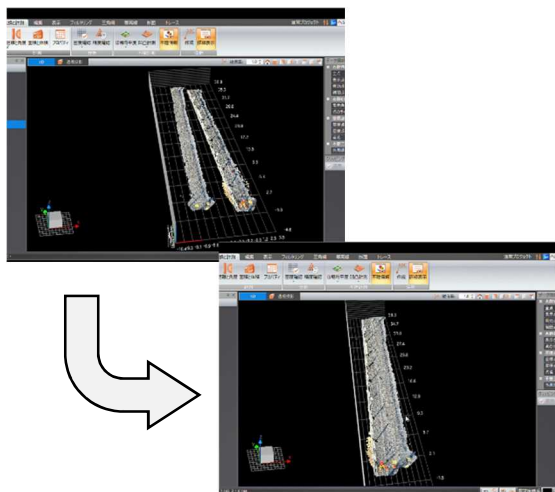
- ①計測が終了したら、終点部に設置した AR マーカーを読み込む。
- ②アプリケーション内で、AR マーカーの画像を認識し、中央部に原点の 3 軸を表示させる。
- ③ 3 軸の傾きや方向などを補正後、計測を終了する。

#### 5. 取得データの確認



- ①計測終了後は、アプリケーション内で取得データの確認を行う。
- ②確認終了後は、データを端末内に保存し、クラウド上にアップロードする。

#### 6. 取得データの合成

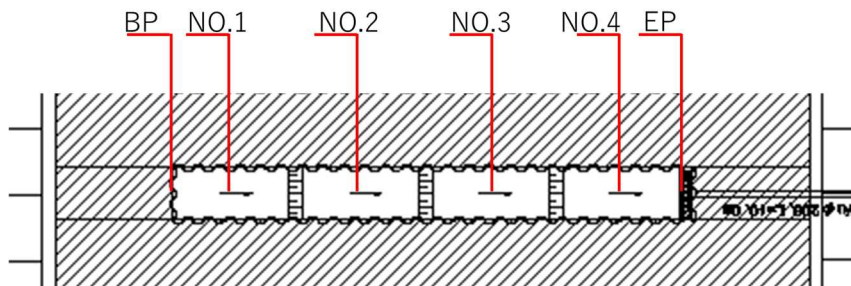


- ①取得した点群データを、点群処理ソフト上で合成する。
- ②合成は、点群上に表示されている GNSS 標識や、データ結合のための標定点を元に従来の点群処理ソフトにて行う。

### 3-2. 計測方法【Rotec-AR（仮）】

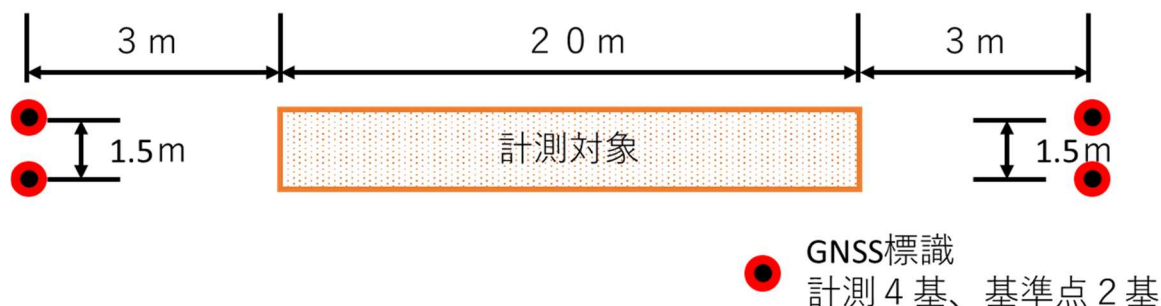
#### 【測点の設置】

①地下埋設物付近に測点を設置する。測点は、埋設物の深さごとに設置する。



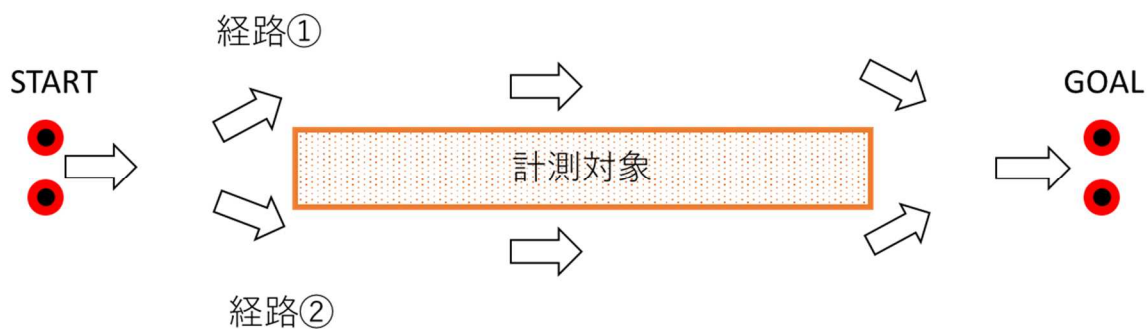
②GNSS 対空標識は、基準点に 2 か所設置し、計測エリアには 4 か所に GNSS 対空標識を設置する。

③計測は、一方向に向かって移動しながら行う。



④計測開始時は、2つのうち1つのAR マーカーを認識し、計測終了後も1つのAR マーカーを認識する。

⑤データ合成のため、取得するデータ内に4つのGNSS 対空標識を映りこませて計測する。



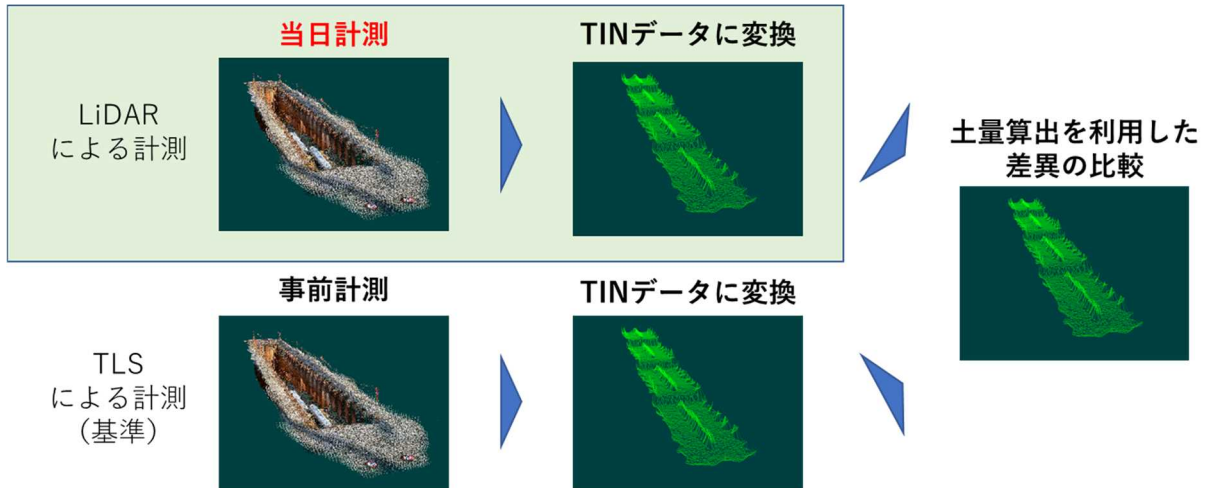
⑥計測後は、従来の点群処理ソフトにて合成作業を行う。



### 3-3. 検証方法【Rotec-AR（仮）】

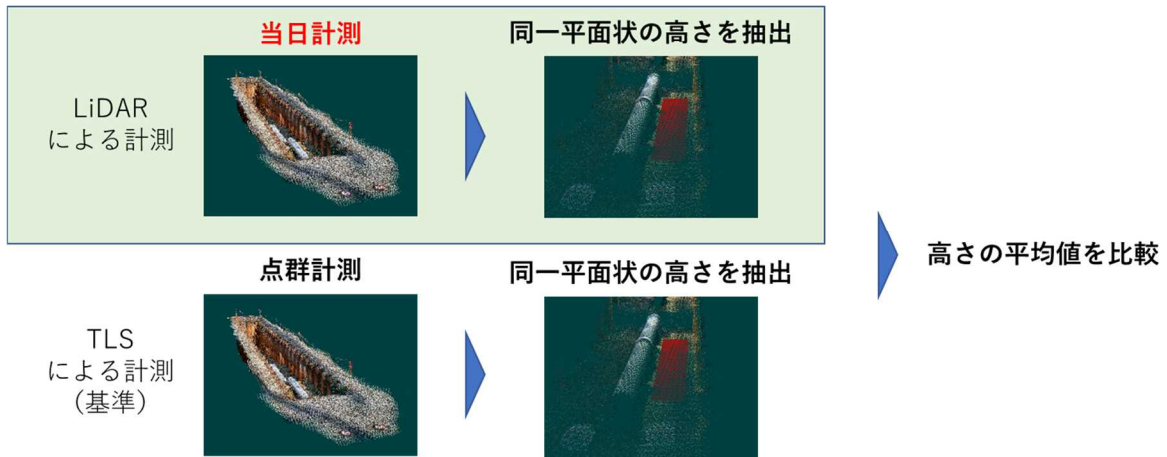
①地上型レーザー scanner（TLS）の計測により取得した点群データを基準とし、LiDAR 計測により取得した点群データを比較する。

→従来の TLS により取得される点群データと、同程度の点群が取得されているかを確認



②双方で取得した点群データ上の、床掘り面において、同一平面上の高さの平均値を比較する。

→従来の TLS により取得される点群データと、高さ方向の比較を行う。



【10/6 当日の作業】

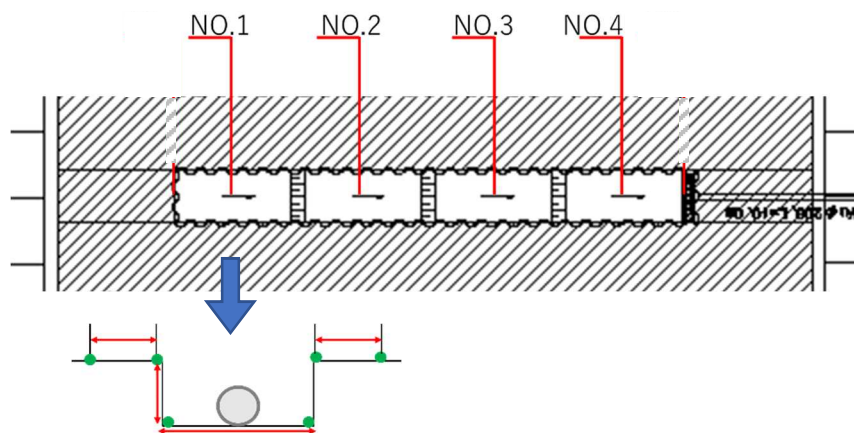
- ・LiDAR による点群計測
- ・事前に行った検証結果の報告

## 4-1. 計測手順【スマホ de サーベイ】

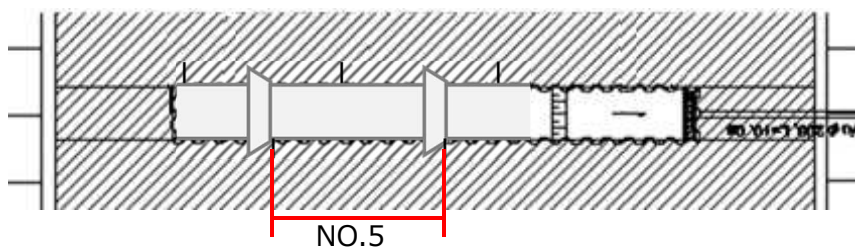
スマホ de サーベイ	
1. アプリケーションの起動	<ul style="list-style-type: none"> <li>・端末内のアプリケーションを起動する。</li> <li>・「横断測量」、「面積測量」を選択する。</li> </ul>
2. 計測 	①対象物の計測位置に、画面上に表示されているポールを合わせ、指定する。
3. 計測 	①計測後、距離および面積が表示される。
4. データ出力	①指定したポール位置は、ロカル座標として csv 出力が可能。

#### 4-2. 計測方法【スマホ de サーベイ】

① 下図 No.1~No.4 の各測点について、地下埋設部の幅員、掘削高を計測する



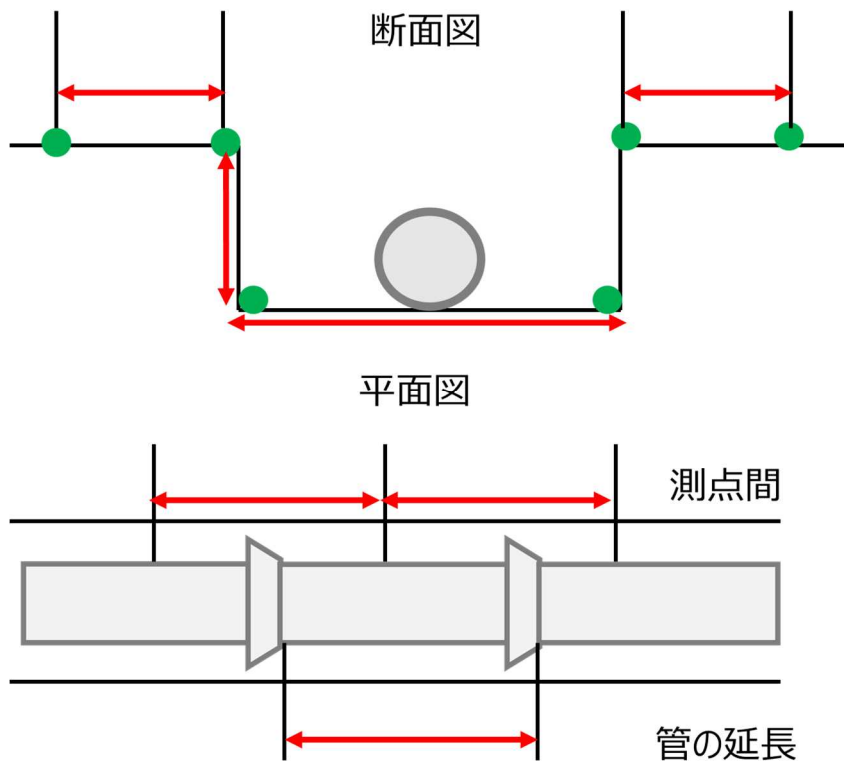
② 下図 No.5 の測点について、埋設管の延長を計測する





### 4-3. 検証方法【スマホ de サーベイ】

地下埋設部および、構造物部において、事前の実測した数値と、「スマホ de サーベイ」を用いて計測した数値を比較する。



#### 【10/6 当日の作業】

- ・スマホ de サーベイによる計測
- ・スマホ de サーベイにより計測した箇所の実測
- ・事前に行った検証結果の報告

# スマホを活用した出来形計測技術 (OPTiM)

---



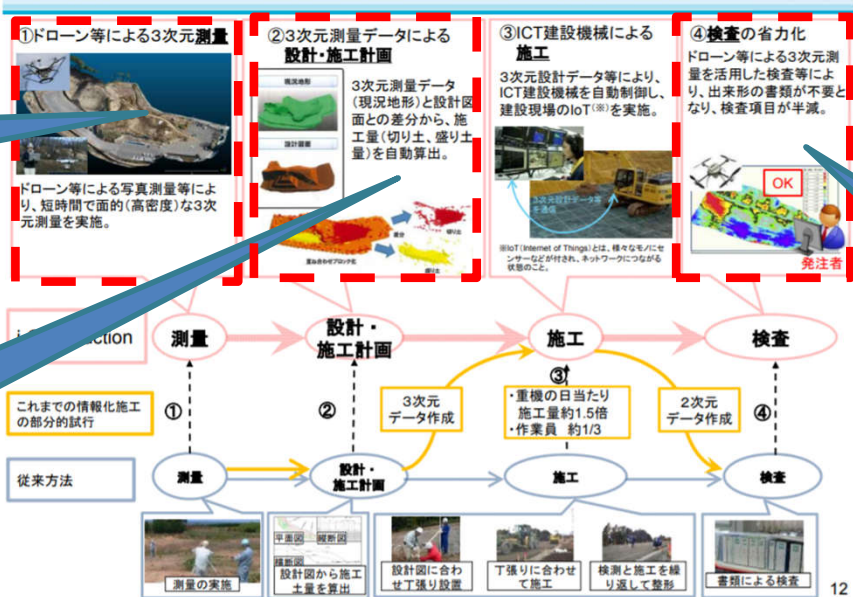
**LiDARスキャナ付きスマートフォン等を活用した  
3次元測量アプリケーションOPTiM Geo Scan  
の小規模施工現場ICT活用について**

- OPTiM Geo Scanについて . . . P.3
  - 開発の背景
  - OPTiM Geo Scan 概要
  - 3次元データ取得方法
- 今回の実証計画について . . . P.7
- 参考：実証実績について . . . P.9

手軽で安価に3次元データが取得できる環境を整備し、  
全ての建設現場がICT技術を活用できることを目標に開発

- ・ 中小規模現場ではICT技術活用が進んでいない
  - 理由①：工事規模に対して、ICT機器が高額（レーザースキャナーは一千万円～、ドローンは数百万円）
  - 理由②：ICT技術を活用できる技術者の不足（高齢化、若手技術者の不足、高額なソフトウェア）
- ・ 近年、低価格なGNSSユニットやレーザースキャナを搭載したタブレット端末が普及し始めた
- ・ そうした背景を踏まえ、令和2年8月に、「LiDARスキャナ付きタブレット等を活用した測量アプリケーション「OPTiM Geo Scan」を開発

### 3(1)①. トップランナー施策の推進(ICT技術の全面的な活用) 国土交通省



だれでも  
安価に  
かんたんに  
Geo Scanで

既存 3 DCAD  
活用

3Dデータ活用  
出来形測量

## 概要

スマートフォン端末という汎用デバイスを使って、誰でも簡単に、測量対象物をスキャンするだけで高精度な3次元データを生成することができるアプリケーション

## 特徴・機能

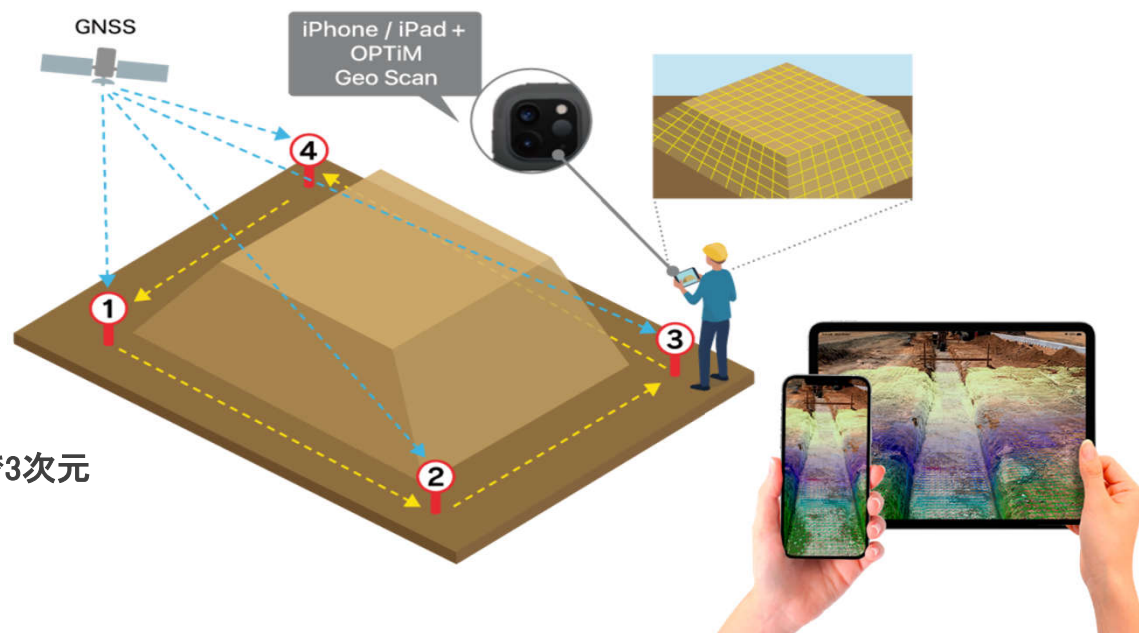
### ■特徴

本サービスでは、スマートフォンで、測量対象物をスキャンするだけで3次元測量が実施できるため、誰でも簡単に1人で3次元測量が行えます。

- ・機材が安い
- ・事前の研修や申請など準備が不要
- ・簡単操作で、誰でも、手軽に1人で測量可能
- ・高精度(検証点誤差±50mm以内)の3次元データが取得できる

### ■機能

- ・スマートフォン内蔵のLiDARセンサーによる3次元データの取得
- ・GNSSサービスによる高精度位置情報補正
- ・端末上でのプレビュー機能
- ・3次元データ取得後クラウドへのアップロード
- ・国土地理院発行APIの活用による日本測地系(直交座標系)への変換



# OPTiM Geo Scan 3次元データ取得の流れ

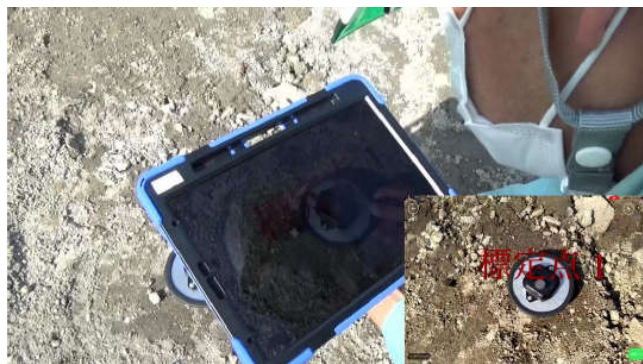
LiDARスキャナ付きデバイス（iOS対応タブレットやスマートフォン）とGNSSユニット、3次元測量アプリ「OPTiM Geo Scan」を使用し、作業員1名で現況3次元点群データを、取得、出力する技術

## ■ 点群データの取得方法

- ①作業員が、タブレット端末を手に持ち、歩速1m/程度で測量対象物の周りを歩きながらスキャン
- ②スキャンと同時に約5m移動毎に、タブレット端末の画面に映ったGNSSユニットをタップすることで、位置情報を取得
- ③位置情報は、国土地理院発行APIの活用による日本測地系（平面直角座標系）への補正をリアルタイムに行い、平面直角座標系位置情報付き3次元点群データを測量作業終了と同時に出力する。



①スマホ・タブレットでスキャン  
(1m/秒程度で歩行しながら)



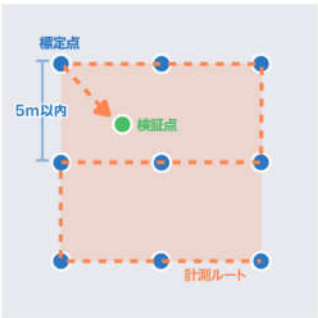
②GNSSによる位置座標の計測



③位置情報付き点群データの作成

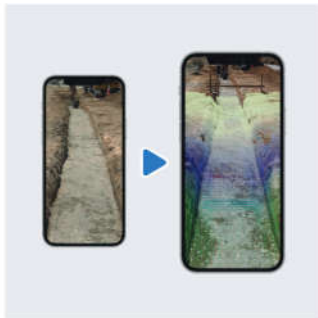


# OPTiM Geo Scan で RTK-GNSS レシーバーを使った測量方法



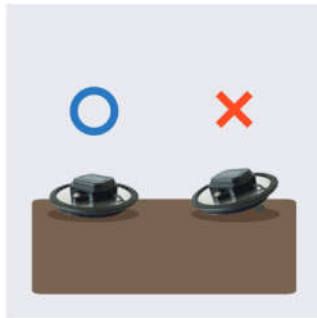
## 撮影する区画の計画を立てましょう

- ・5×5m～10×10m程度の広さが推奨です。
- ・標定点を4つ以上設置しましょう。
- ・内側に検証点を1つ設置しましょう。
- ・開始地点は端にしましょう。



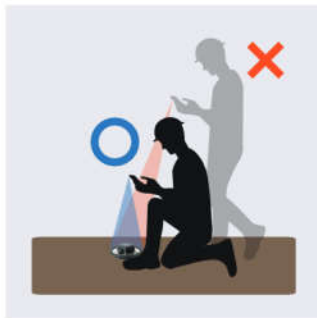
## 測量したい範囲にメッシュが現れるまで少し待ちます

- ・メッシュが現れるまでに数秒かかることがあります。



## お手持ちのRTK-GNSS レシーバーを地面に水平に設置します

- ・最初の標定点を作成しましょう。



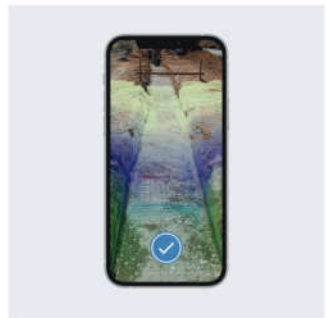
## 真上からレシーバーを画面に映し、中心をタップして標定点を追加します

- ・しゃがむなどしてなるべくレシーバーに近づいて撮影してください。



## メッシュを作りながら次の標定点まで移動し、標定点を追加します

- ・検証点も、標定点と同様にメッシュを作りながら移動して追加してください。
- ・画面はゆっくり動かしてください。



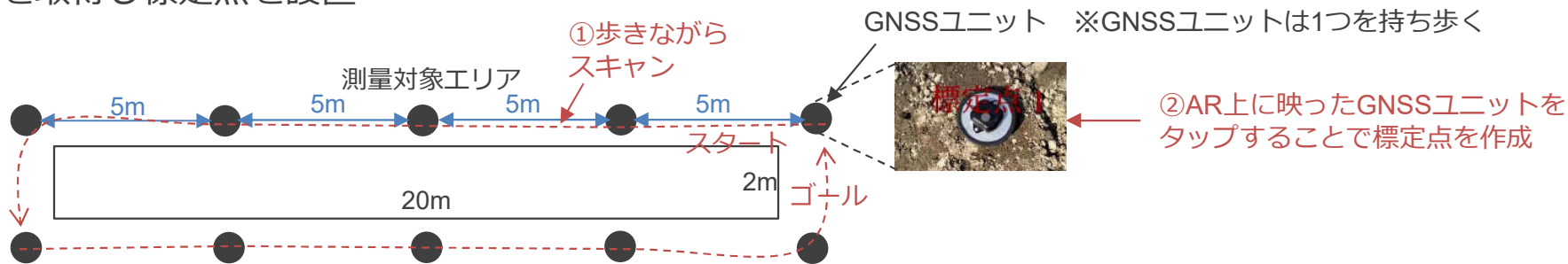
## 全ての標定点・検証点を追加しメッシュを作り終わったら、チェックボタンをタップして完了です



# 本実証におけるOPTiM Geo Scanによる3次元点群データ取得方法

## ■点群データの取得方法

- ①スマートフォン端末を手に持ち、歩速1m/程度で測量対象物の周りを歩きながらスキャン
- ②スキャンと同時に約5m移動毎に、スマートフォン端末の画面に映ったGNSSユニットをタップすることで、位置情報を取得し標定点を設置



- ③位置情報は、国土地理院発行APIの活用による日本測地系（平面直角座標系）への補正をリアルタイムに行い、平面直角座標系位置情報付き3次元点群データを測量作業終了と同時に出力する。



平面直角座標系およびローカライゼーション設定画面

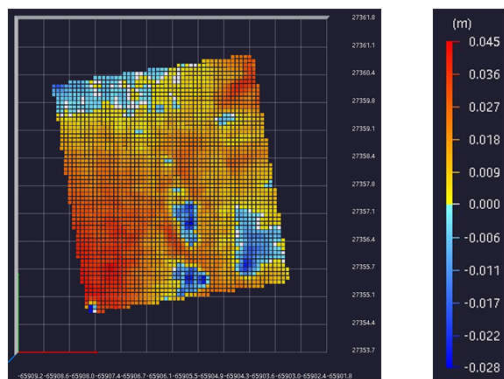
## ■ 点群データの確認

OPTiM Geo Scanで取得した3次元データをクラウドにアップロードし、市販の3次元処理ソフトウェア上で確認する



## ■ 点群データの精度検証方法

地上型レーザースキャナで事前に取得した3次元データとOPTiM Geo Scanで取得した3次元データの高さを比較し、コンター表示することで測量精度を検証する



- 検証に用いる精度管理値
  - ・ 【3次元計測着銃を用いた出来形管理要領(案)令和3年3月国土交通省】  
地上移動体搭載型レーザースキャナー（地上移動体搭載型LS）  
に要求される性能基準を参考にする
  - ・ 出来形計測：【鉛直方向・平面方向】±50mm以内  
【点群密度】 1点/1m<sup>2</sup> (1m×1mメッシュ)

## ■ 計測対象

1. 地下埋設物模型部の床付け面
2. 土構造物模型

## ■ 検証方法

1. 地下埋設物模型の床付け面については、面的管理による精度検証を実施
2. 土構造物模型については、試行技術により取得した3次元点群データから抽出した値が出来形管理に活用可能か検証

## ■ 検証に用いる精度管理値

### 1 について

- ・ 【3次元計測着銃を用いた出来形管理要領(案)令和3年3月国土交通省】  
地上移動体搭載型レーザースキャナー（地上移動体搭載型LS）  
に要求される性能基準を参考にする
- ・ 出来形計測：【鉛直方向・平面方向】 $\pm 50\text{mm}$ 以内  
【点群密度】1点/1m<sup>2</sup> (1m×1mメッシュ)



**■ 使用器機**

使用時期	機器	備考
準備測量	トータルステーション	基準点設置
	レーザースキャナー	比較データ取得
計測作業時	iPad pro・iPhone pro OPTiM Geo Scan	試行技術
	GNSSレシーバー	
計測作業後	PC	比較検証用

**■ 事前測量**

- ・トータルステーションにより、計測箇所周辺に工事基準点を設置
- ・設置した工事基準点は、地上型レーザースキャナの評定点、試行技術のローカライゼーション用既知点として使用
- ・地下埋設物構造模型周辺を、地上型レーザースキャナーにより計測
- ・計測点群データは、試行技術で取得する点群データの比較資料とする

**■ 計測作業**

- ・OPTiM Geo Scanにて、計測対象物の3次元点群データを取得

**■ 計測後作業**

- ・PC上の既存3次元ソフトウェアにて
  - 一床付け面について面的管理による精度検証を実施
  - 一土構造物模型についてOPTiM Geo Scanで取得した3次元点群データから抽出した値が出来形管理に活用可能か検証を実施



# Appendix

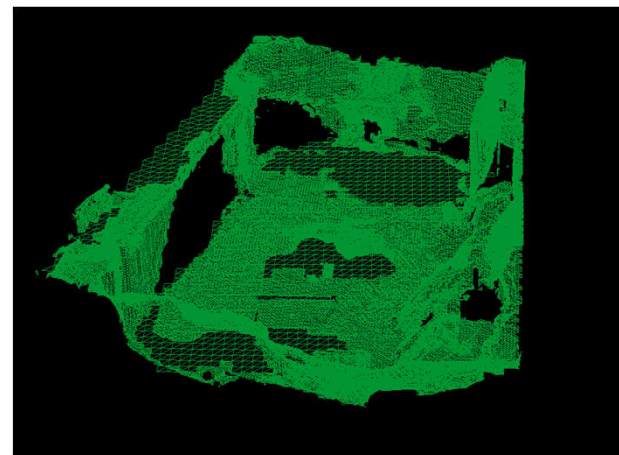
## 建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト 令和2年度 試行案件 技術II: データを活用して品質管理の高度化等を図る技術

- ・ コンソーシアム  
松尾建設、オプティム
- ・ 業務名  
「街整交金 第0301252-012号 城内線（3工区）街路整備  
交付金工事（函渠工）」施工現場における品質管理の高度化等を図る技術の試行業務
- ・ 試行場所  
佐賀県佐賀市本庄町本庄  
（佐賀県佐賀土木事務所発注の松尾建設が施工する函渠工現場）
- ・ 試行業務の結果
  - ① データ取得に関する試行
    - ・ 作業員1名で現況3次元データの取得を実施
    - ・ レーザースキャナで取得した3次元データと比較し $\pm 50\text{mm}$ 以内の精度であることを確認
    - ・ 取得した3次元データを、クラウド環境で共有
  - ② データ活用に関する試行
    - ・ 試行技術で取得した3次元データにより、出来形帳票、土量数量計算書を作成
    - ・ 現場測量業務の50%削減、段階的な計測管理の3次元データ活用を確認

- データ取得状況（作業員1名）



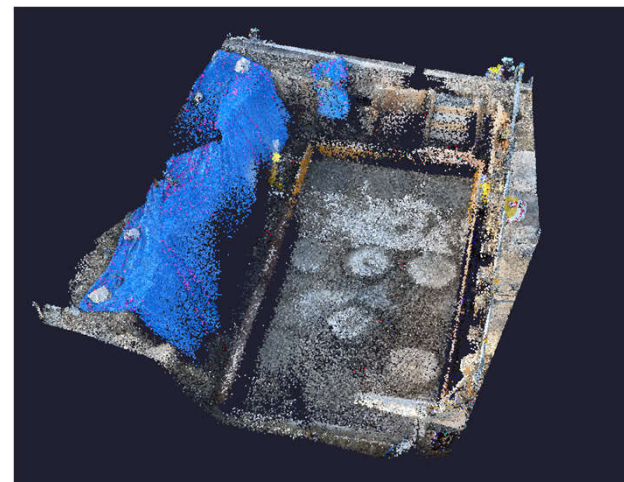
- 取得した3次元データ（TIN：初期版ver.1）



- データ取得中のipadpro画面



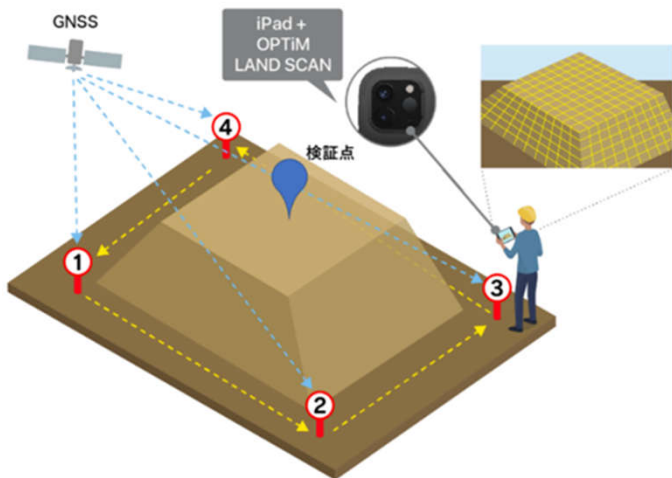
- 取得した3次元データ（色付点群：改良版ver.2）





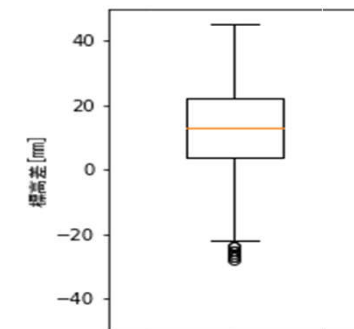
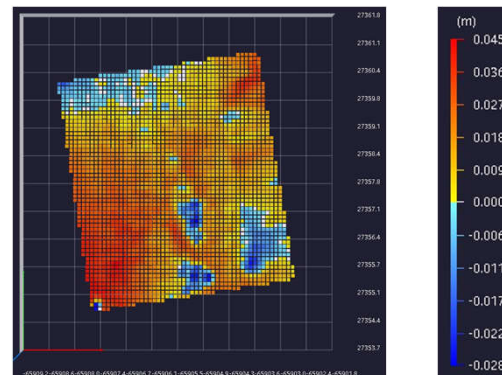
# 3次元データ取得に関する試行事例

- データ取得イメージ

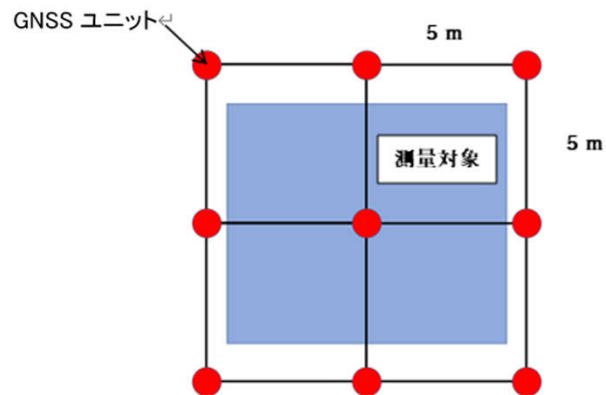


- 試行技術で取得した3次元データの精度確認  
(レーザースキャナー取得データとの対比)

±50mm以内の誤差であることを確認。



- データ取得時のGNSSユニット配置



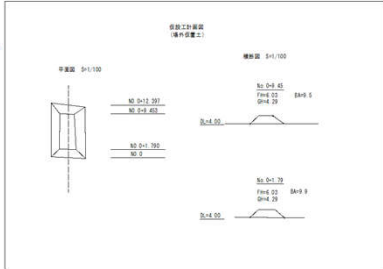
現場測量業務の50%省人化、帳票作成までの作業時間58%削減を確認

従来技術

①TSによる現場測量



②測量計算・図面作成



③帳票・数量計算書作成

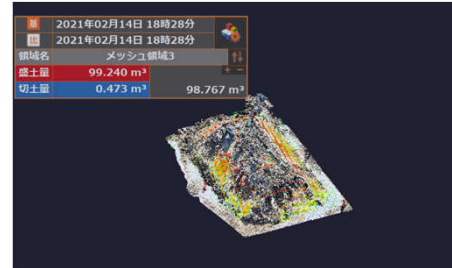
区間	種別	数量 (m³)
	盛土	99.240
	切土	0.473
	計	98.767

試行技術

①試行技術による現場測量



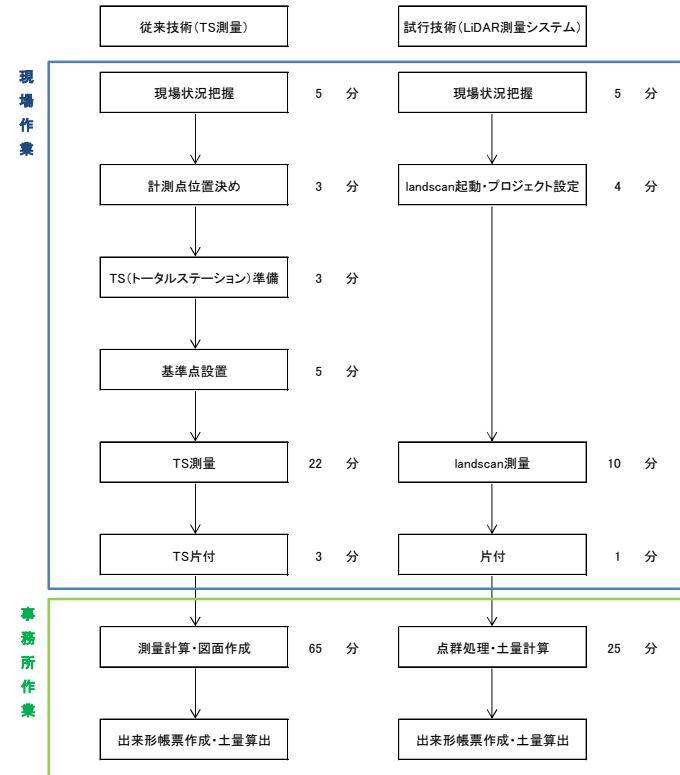
②点群処理・土量計算



土量計算書

③帳票作成

名称	数量 (m³)
盛土量	99.2 m³
切土量	0.5 m³
計	98.7 m³



作業時間の比較

従来技術(TS測量)		試行技術(landscan)	
現場作業	41分	現場作業	20分
事務所作業	65分	事務所作業	25分
<b>合計</b>	<b>106分</b>	<b>合計</b>	<b>45分</b>

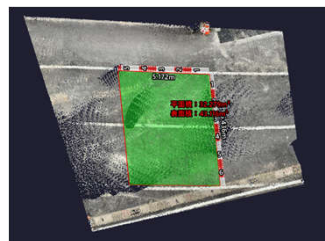
作業時間の削減率

現場作業	-51%
事務所作業	-62%
<b>合計</b>	<b>-58%</b>

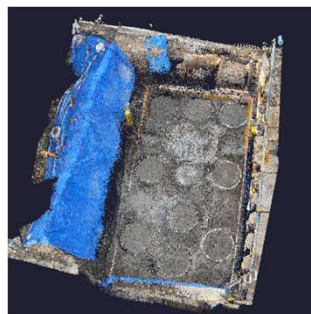
## 技術革新に合わせて段階的に活用範囲を拡大していく

現況確認、不可視部分の写真管理に代わる管理方法として活用可能

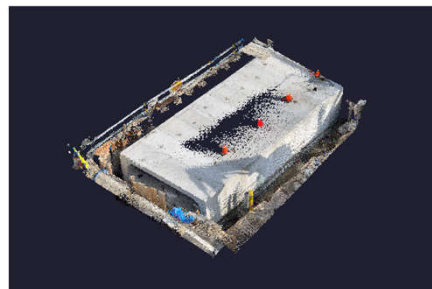
### ① 構造物撤去前の舗装面積数量把握



### ② 改良杭完了時

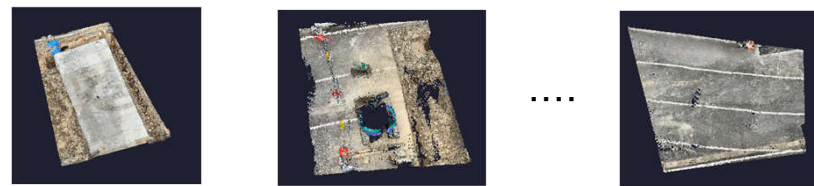


### ③ カルバート工据付完了時



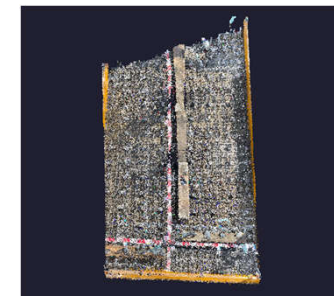
複数回に分けて3次元データを取得すれば、700m<sup>2</sup>程度の3次元化は30分程度で可能

### ④ 複数回に分けて取得した現場3次元データ(約700m<sup>2</sup>)



現状は、ミリ単位の精度を要求する、配筋出来形、舗装厚さ等の管理には不向き

### ⑤ 基礎コンクリート配筋完了時



# OPTiM

[www.optim.co.jp](http://www.optim.co.jp)