

# 『令和4年度建設業デジタル化促進モデル事業現場見学会』

## 一部 現場見学会

§ 1、「ICT活用工事」施工実績説明

§ 2、レーザスキャナ3次元測量のデモンストレーション



株式会社 土居建設

# 令和3年度 窪川佐賀道路拳ノ川改良工事 『ICT活用工事』 現場見学会説明資料



完成イメージ図



## 【工事概要】

工事場所： 高知県幡多郡黒潮町拳ノ川

工事内容： 工事延長L=220m

掘削工 V=48,100m<sup>3</sup>程度 排水構造物工 1式

路体盛土工 V=54,600m<sup>3</sup>程度 仮設工 1式

法面工 1式

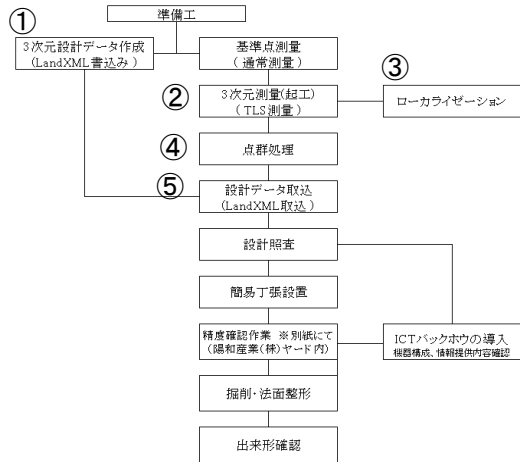
工期： 令和 3年 7月 21日 ~ 令和 4年 2月 28日

施工者： 株式会社 土居建設

現場代理人： 福留 紀彦

監理技術者： 山本 幸英

## 施工フロー



### ② 3次元設計測量(TLS測量)

※ 拳ノ川IC及び町道が近接しているため、測量規定によりTLS測量を採用。

### ③ ローカライゼーション

現場管理で使用している座標系とGNSSで取得される位置情報(緯度・経度・楕円体高)は異なる為、事前にGNSS座標系を現場座標系に変換する必要がある。

具体的な変換プロセスは、施工エリアを囲む最低4点の現場基準点(X,Y,H)をGNSS測量機で観測。変換データを作成後、建機に入力を行う。

### ① 3次元設計データ作成

CADソフトで3次元設計データを作成。

### ④ 点群処理

点群処理ソフトにデータを取込編集作業行う。

### ⑤ 設計データ取込

編集した点群座標に3次元設計データを取込。

### ICT建機取込

設計照査後ICT建機にデータを取込み施工を開始する。

# ICT活用:マシンガイダンス(MG)とマシンコントロール(MC)とは?

## マシンガイダンス(MG)とマシンコントロール(MC)の違い

ICT建機は、操縦システムによって大きく「マシンガイダンス(MG)」と「マシンコントロール(MC)」の2種類に分けられるが、違いや特徴が分かりにくいと思います。

ICT建機種類	仕組みは	特徴	メリット	デメリット
・マシンガイダンス(MG)	地上で位置計測する自動追尾式トータルステーション(TS)や人工衛星による位置計測のGNSSなどが、施工建機の位置をリアルタイムで計測し、オペレーターに送信する。オペレーターはICT建機に搭載されたPCで、設計データと実際の位置の誤差距離の確認ができる。	現地盤よりも仕上げ面までどれだけ差分があるかという情報を <b>操作画面上で確認</b> しオペレーターが操作を行う。(ICT建機は補助的)	・丁張設置及び補助作業員が不要となり安全性・作業性の向上となる。	・オペレーターの技量により出来形精度がバラつく。 ・トータルステーションやGNSSからの情報が届かない状況では活用できない。
・マシンコントロール(MC)		<b>自動制御システム</b> がついているので、バケットが自動制御され過掘りを防止するため、設計値以上に深くバケット刃先が入らないように制御される。	・丁張設置及び補助作業員が不要となり安全性・作業性の向上となる ・出来形制度にバラつきがない。	・トータルステーションやGNSSからの情報が届かない状況では活用できない。

測位方式(人工衛星GNSS)  
(「MC」・「MG」共通)



重機搭載コントロールボックス(PC)  
(「MC」・「MG」共通)



掘削断面を指定すると、バケットの位置と断面との位置関係が表示。画面のガイダンスとセミオート制御に従って、設計通りの施工が可能。

「マシンガイダンス(MG)」と「マシンコントロール(MC)」操作の違い



### 【補足】

#### GNSSとは

GNSS(Global Navigation Satellite System / 全球測位衛星システム)は、米国のGPS、日本の準天頂衛星(QZSS)、ロシアのGLONASS、欧州連合のGalileo等の衛星測位システムの総称です。

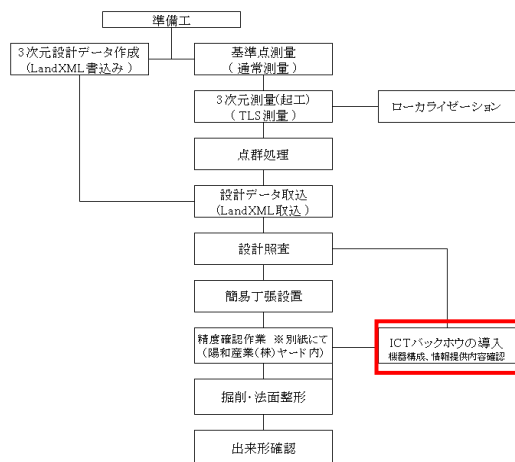
#### RTKとは

Real Time Kinematic(リアルタイムキネマティック)(GPS)の略称です。GNSSの位置情報を、基準局(BASE)と移動局(ROVER)の2か所で取得して、その差分を読み込ませること＝「補正情報の転送」で位置情報のずれを修正する方法。

以上の特徴を踏まえ本工事では『マシンコントロール(MC)』を使用

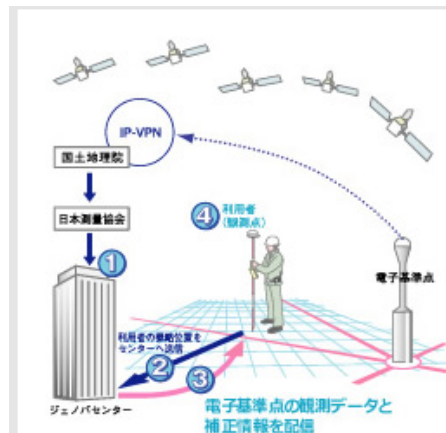


## 施工フロー



## ② 測位方式

VRS-RTK-GNSS（仮想基準点を利用したリアルタイムキネマティック）  
電子基準点より測位情報を取得し、通信回線にて補正情報を建機へ送信する。（VRS方式）



- (1)全国約1200点の電子基準点観測データを収集  
ジェノバセンターでは、国土地理院が数十km単位で配置している電子基準点のリアルタイム観測データを24時間連続受信しています。
- (2)測位場所の概略位置をジェノバセンターへ送信  
利用者は測量する場所で概略位置（単独測位等による）を携帯電話等の通信手段によりジェノバセンターに送信します。
- (3)最寄り1点の電子基準点RTKデータを配信  
利用者から送信された概略位置に近い電子基準点1点のRTKデータを利用者に配信します。
- (4)補正情報で高精度の位置情報を取得  
利用者はジェノバセンターから送られてくる情報により、電子基準点を固定局とする高精度なRTK測位を行う事ができます。

## ①油圧ショベル



## ③ セミオート3D-MCシステム構成図



ストロークセンシングシリンダー（ブーム・アーム・バケット）  
ICTコントローラー  
IMU+ 慣性センサー  
コントロールボックス（表示モニター）  
GNSSアンテナ  
GNSSボックス（受信機）

技術名称	インテリジェントマシンコントロール油圧ショベル		事後評価済み技術 (2017.01.18)	登録No.	KT-140091-VE
事前審査	試行実証評価	活用効果評価	技術の位置付け(有用な新技術)		
			推奨技術	準推奨技術	評価促進技術
		有			★ (2017.4.10~)
			旧実施要領における技術の位置付け		
			活用促進技術(旧)	設計比較対象技術	少実績優良技術
活用効果調査入力様式			適用期間等		
-VE 活用効果調査は不要です。 (フィールド提供型、テーマ設定型で活用する場合を除く。)		-	活用促進技術 平成29年4月10日~		

# ICT活用:ICTバックホウ導入・その他(ステレオカメラ・クラウド管理について)

## インテリジェントマシンコントロール(NETIS録番号:KT-140091-VE)

GNSSアンテナとGNSS補正情報から得たバケットの位置情報と、3次元の設計データをもとに、作業機操作をセミオート化したマシンコントロール油圧シヨベルです。



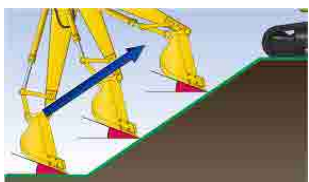
●自動整地アシスト **UPGRADE**  
アームの操作にあわせ、バケット刃先が設計面に沿って動くように自動で制御。アームレバー操作のみで、車両足元までの整地が可能です。



●自動停止制御  
ブームまたはバケット操作でバケットの刃先が設計面に達すると作業機が自動で停止。バケット刃先の位置あわせも容易に行えます。



●最短距離制御  
バケットの幅・輪郭点の中で設計面にもっとも近い点を自動検出して刃先制御。設計面に正対していても掘り過ぎを気にせずに作業が可能です。



●バケット角度保持制御 **NEW**  
バケット角度を自動で維持することができ、整地時のバケット角度の調整が不要。整形時の負担を軽減します。制御中のオペレータによるバケット操作は優先されます。



●締め叩き制御 **NEW**  
締め叩き代を残した粗整形から、バケット底面での締め叩きができます。さらに擦り付けによる最終仕上げまでの一連の作業を、セミオートモードのみですべて施工できます。

ICT建機のコントロールボックスがリアルタイムで閲覧可能

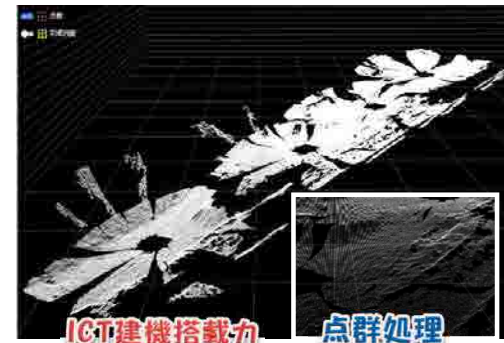
## ステレオカメラ



### ステレオカメラ(KomEye)

#### UPGRADE

ICT建機以外の従来型建機などによる施工箇所も、3次元化して「見える化」するカメラです。カメラをキャブ外に配置することで視界性が向上し、前窓・天窓の開閉が可能になりました。



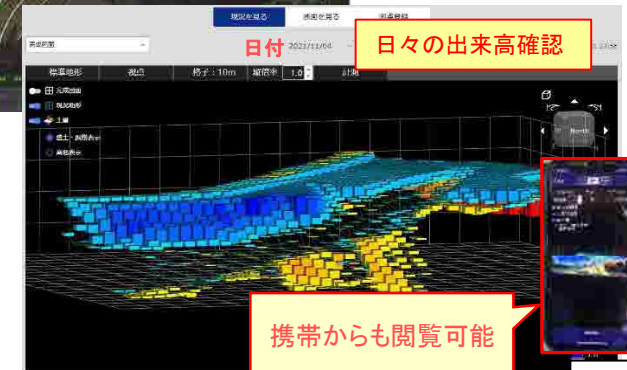
ICT建機搭載カメラでの点群

点群処理

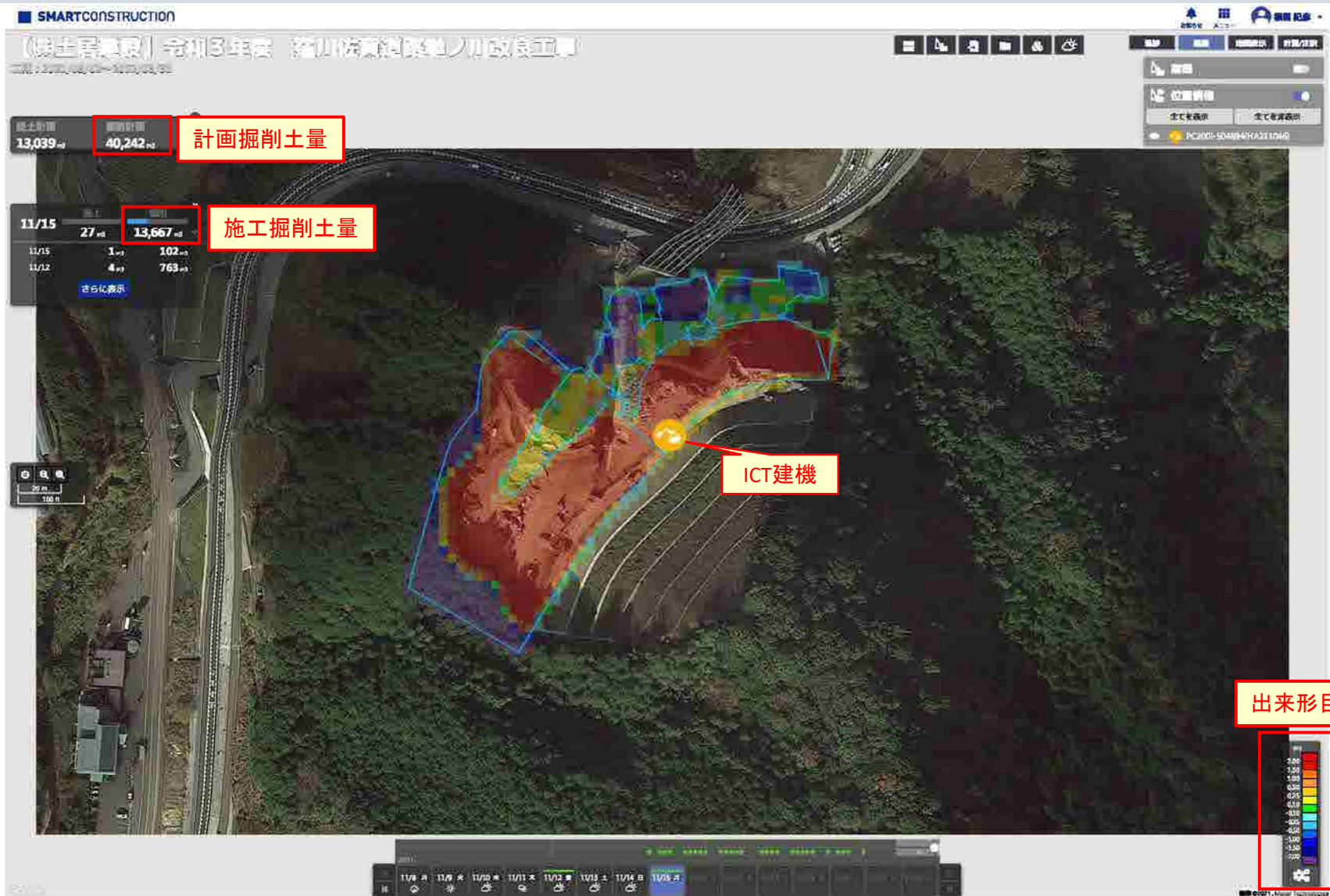


携帯アプリでリアル画像が確認できる。

## クラウド管理



携帯からも閲覧可能



# 『令和4年度 建設業デジタル化 促進モデル事業現場見学会』

2部 講座会

デモンストレーション内容説明



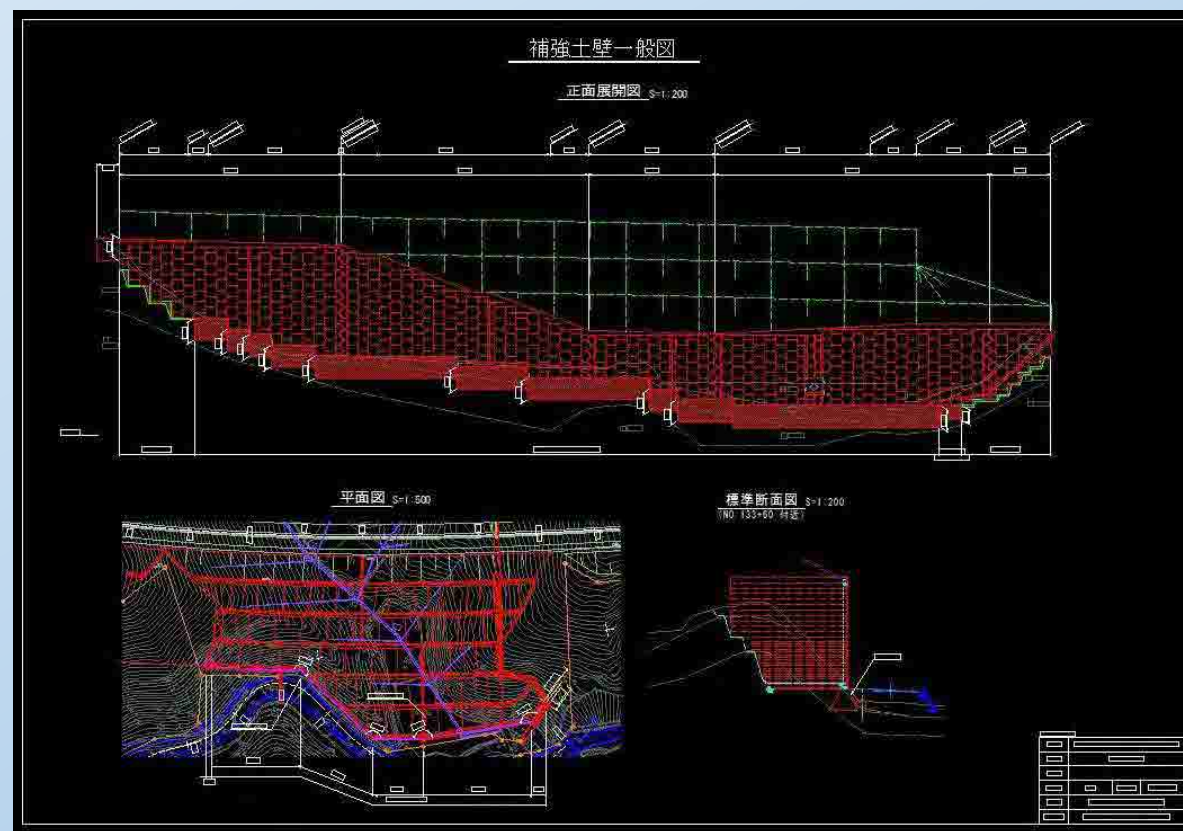
# レーザーสキャナ使用例

レーザースキャナ (Trimble X7)  
現場：補強土壁 (L=128m、断面数52)

## 施工前



## 展開図



## 3次元測量



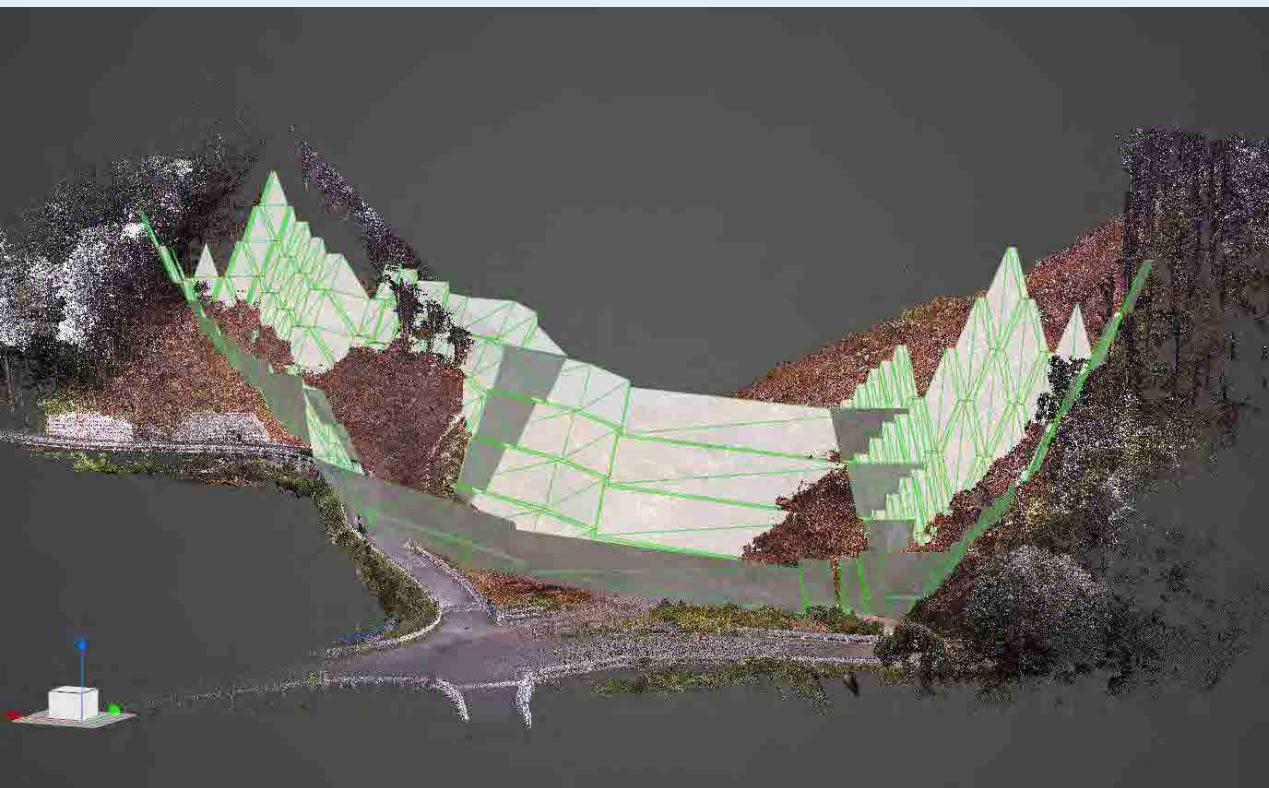
ワンマンにて3次元測量

## スキャン（タブレット確認）

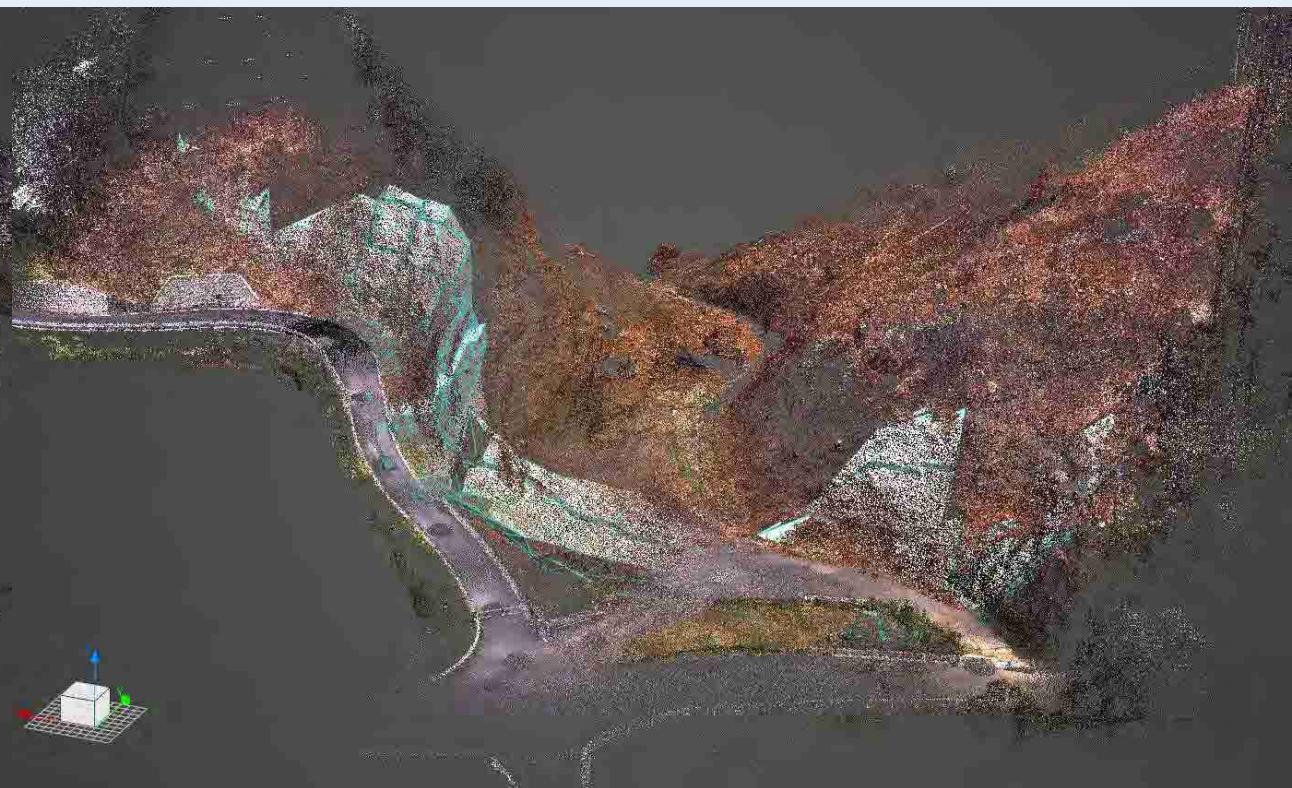


高速Wi-Fi通信でデータをタブレットへ自動転送。  
スキャン直後に点群ビューとステーションビューで  
観測漏れや点密度の確認を即座にチェックできる。

## 3次元計画



## 3次元設計データ



The background features a light gray diamond shape centered on a white background. This diamond is outlined by a white border. In the four corners of the page, there are overlapping geometric shapes: yellow diamonds in the top-left and bottom-right, and blue diamonds in the top-right and bottom-left. The text is centered within the white diamond.

# ICT活用の普段使い

## 『トンネル内空断面での活用』

三次元起工測量 (LS) → 三次元断面計算

延長：500 m、覆工：65 スパン

### 【 従来計測 】

- ・ Con打設量はセントル窓より数十か所計測。
  - ・ 作業員の邪魔になる。
  - ・ 時間がかかる。
  - ・ 狭い箇所での安全率の低下
  - ・ 決定数量が不安で予備Conを発注せざるを得ない。
- ・ 上記を打開するため三次元データ構築し、1ブロック毎の体積計算を行い打設管理とした。

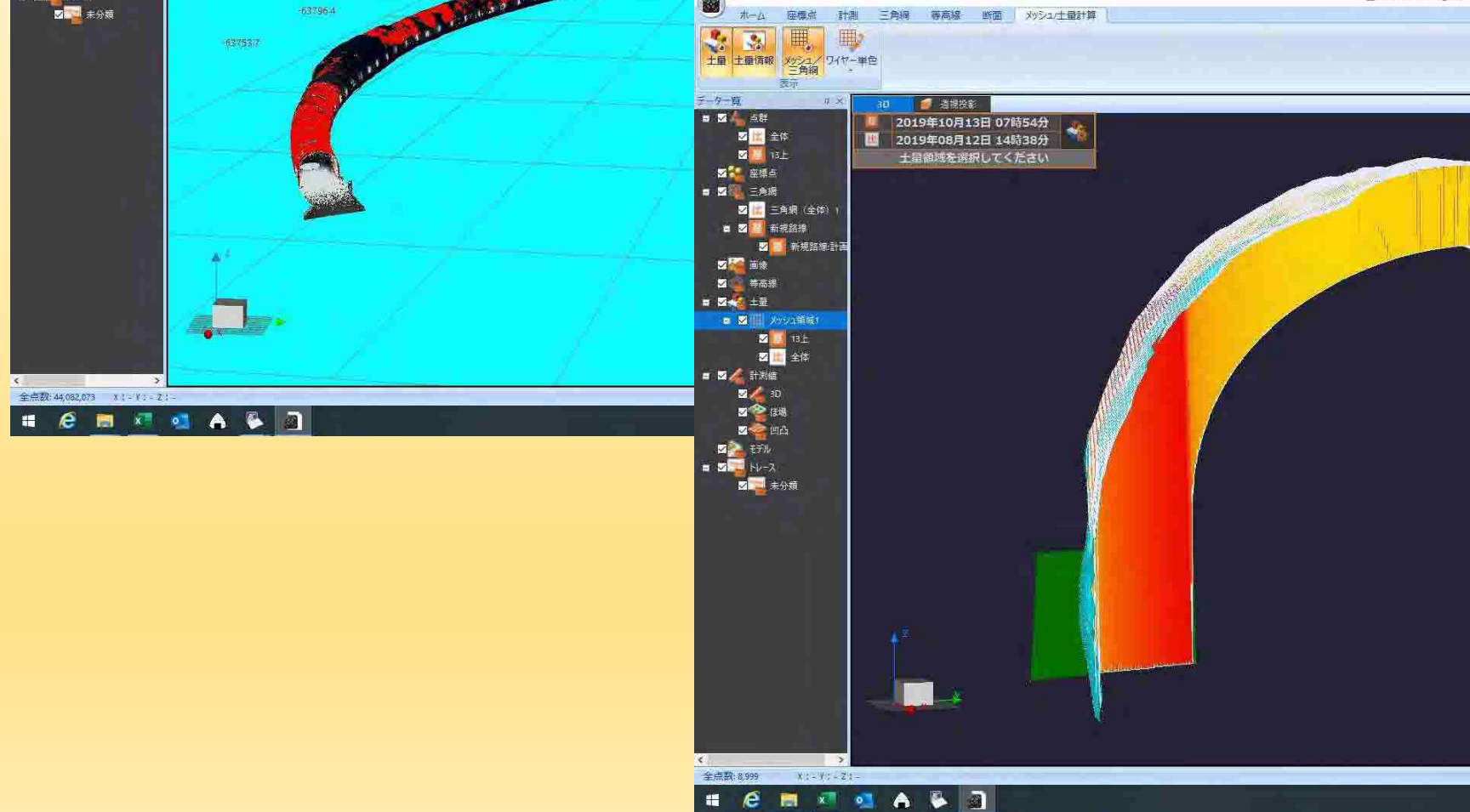
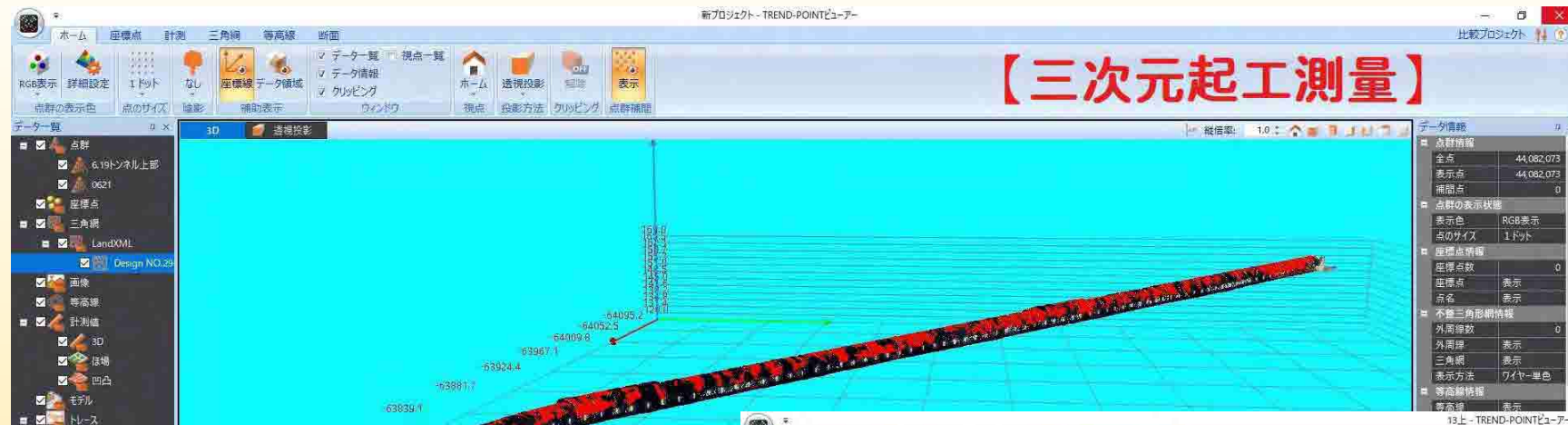
## 【 処置結果 】

- ・従来施工 { 予定数量 +  $4 \text{ m}^3$  ( 10 t 車 / 1 台 ) 発注 }  
 $65 \text{ スパン} \times 4 \text{ m}^3 \div 260 \text{ m}^3$  ( 見込みロス )

三次元断面計算 : 実施打設量  
 $2,906.4 \text{ m}^3$  :  $2,921.9 \text{ m}^3 = 15.5 \text{ m}^3$  ( ロス )

☆結果  $15.5 \text{ m}^3 - 260 \text{ m}^3 = -245.5 \text{ m}^3$  減少

工程・安全・原価管理のロスを最小限とし、新技術の応用とした。

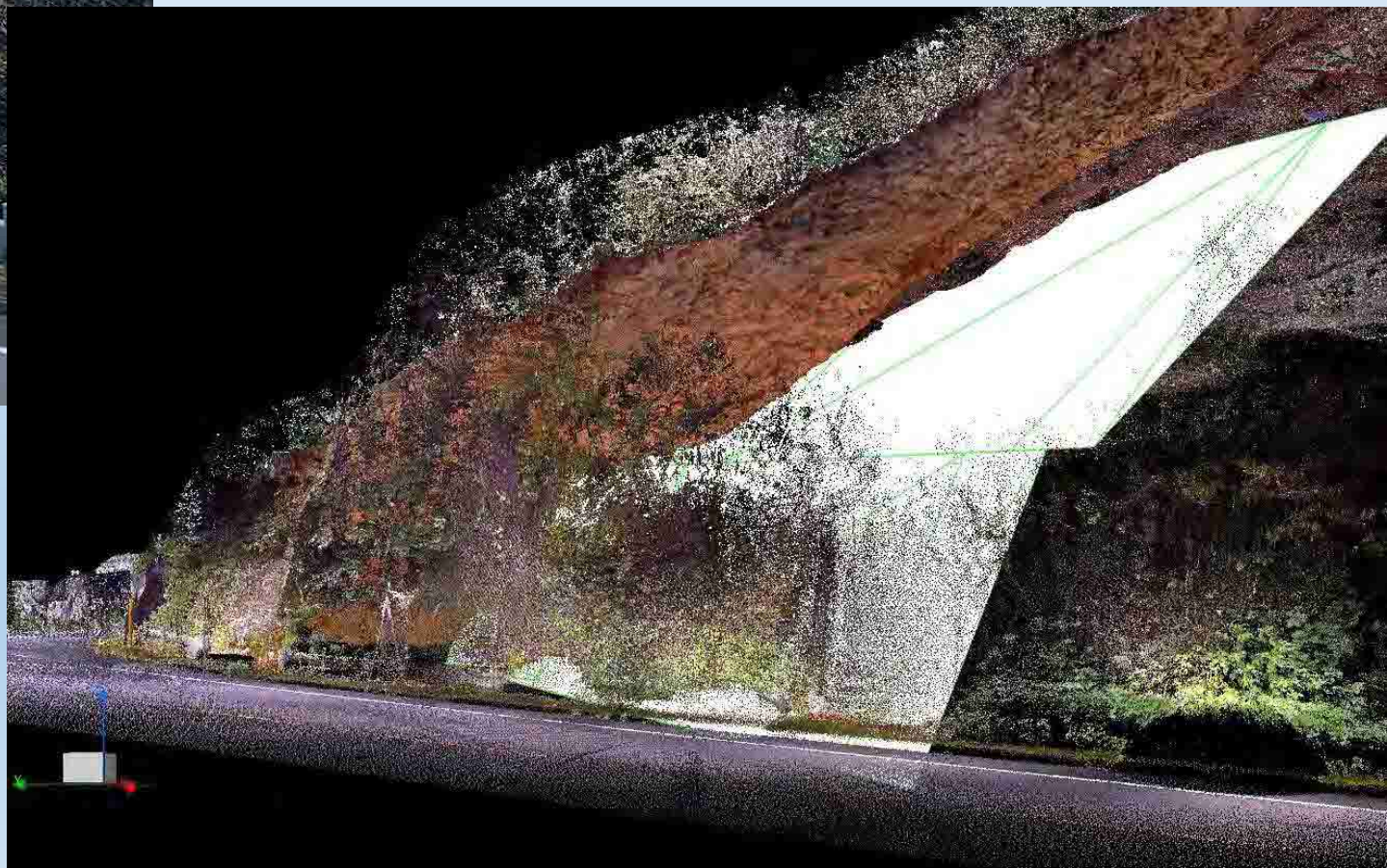






# 『張コンクリート擁壁掘削面での活用』 (土質：中硬岩)

三次元起工測量 (LS) 三次元設計データ





掘削完了後、LS測量

施工ブロック毎にCon打設数量計算



『県道急曲線での活用』 → ICT掘削不可能（段切掘削） → 急曲線の擁壁工（三次元データ作成）  
丁張無しでの型枠組立 & Con打設断面計算

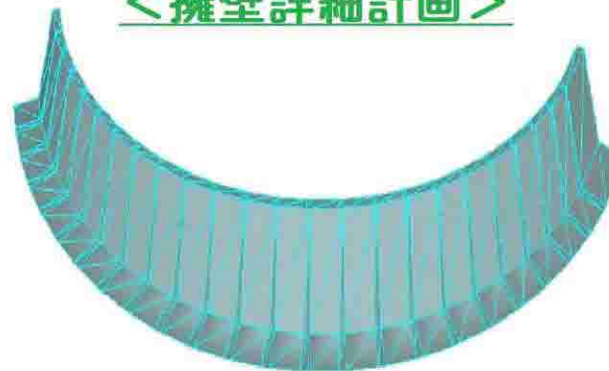
【県道急曲線での活用】

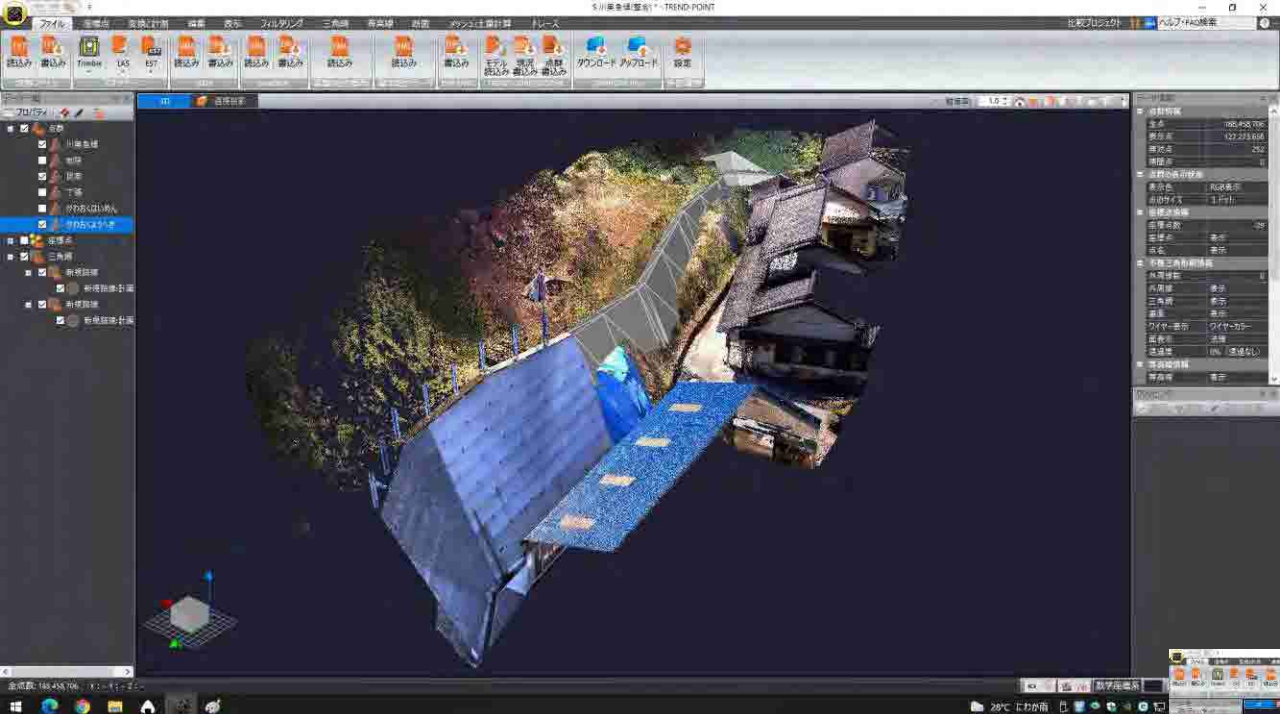


<擁壁計画>



<擁壁詳細計画>

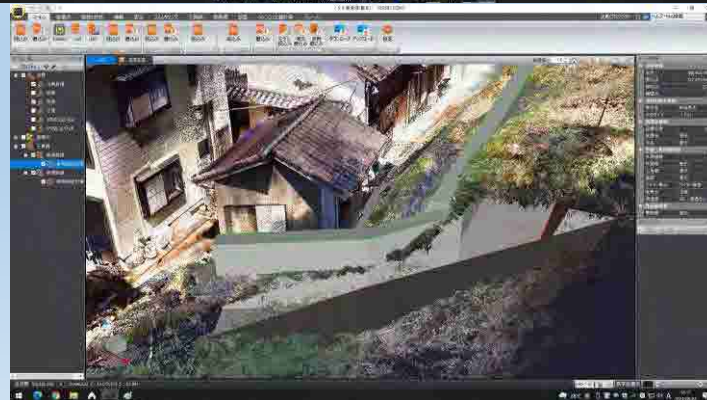
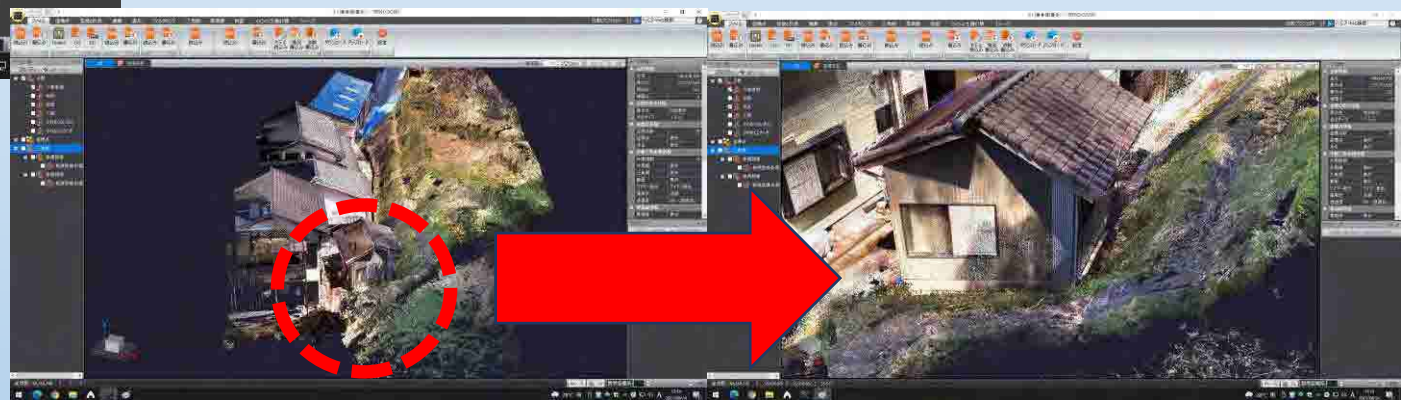


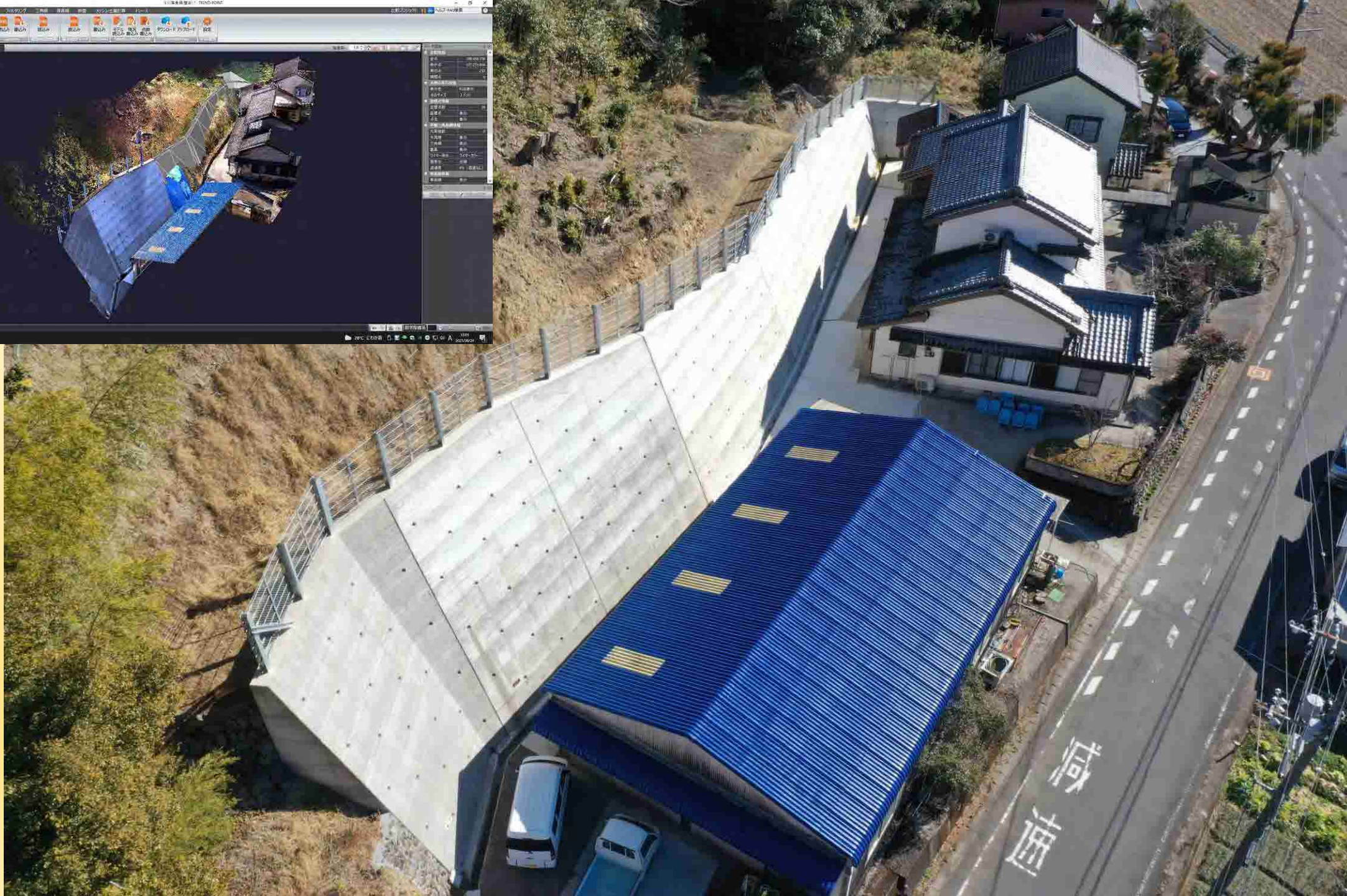
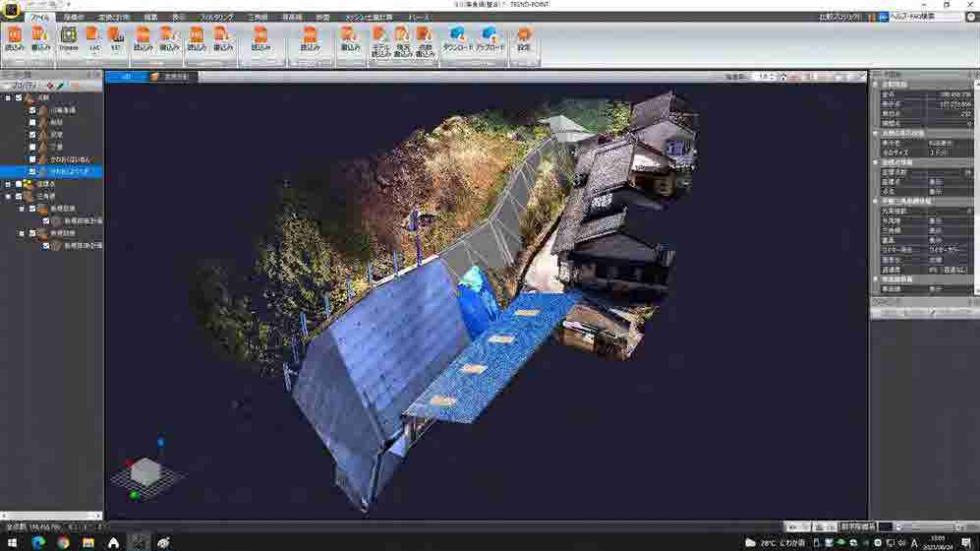


## 『急傾斜地工事での活用』

→ 狭小部でのICT活用 (LS)

- ・ 作業員との打ち合わせが容易。
- ・ 安全作業となる。
- ・ 完成形のイメージができる。
- ・ 地権者の方に完成形を伝えられる。  
後でのトラブル防止





# 遠隔臨場使用例

# 現場検測特化型 遠隔臨場システム 「Gレポート」

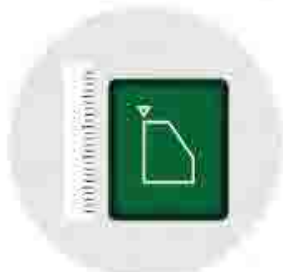
- スマートフォンを起動後、自動的に専用アプリケーションが起動
- アプリから「接続」をタップするだけでPCとの接続を開始
- ブラウザからIDとパスワードでログインするだけで、検査側PCにソフトのインストール不要
- ワイヤレス機器で構成されており、撮影者の動きが制限されません



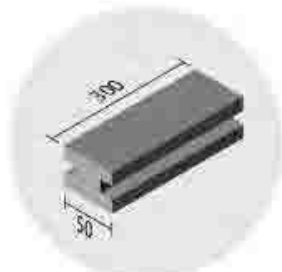
## 活用シーン



材料の確認



出来形の確認



寸法の確認



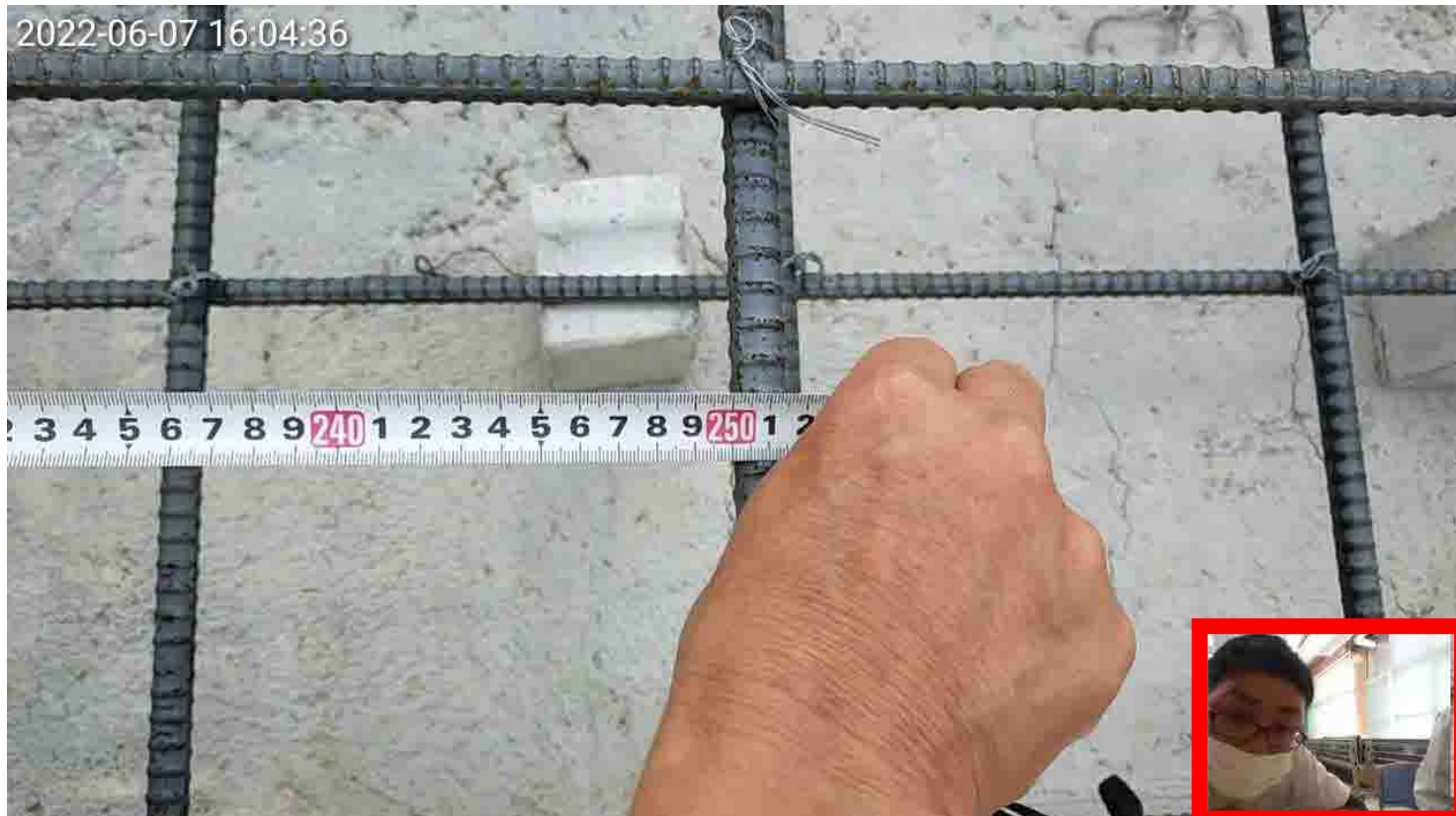
外観・雰囲気の確認

一例として以下のような確認・検査に向いています。

- ・材料や出来高の確認
- ・高さや長さ、幅や厚さ、数や寸法の確認
- ・色や外観などの雰囲気の確認

## 監督員確認状況

### 遠隔臨場 配筋検測状況





## カメラの切り替えで表情を見ながらの対話が可能

Gリポートはインカメラとアウトカメラを自由に切り替えることができます。検査対象物の撮影に使用する「アウトカメラ」から「インカメラ」への切替えはワンタッチで行えるため、接続開始時・検査終了時などには、撮影者自身の表情が見えることで、スムーズで安心感のある対話を実現します。

また、監督者側PCのカメラを利用した場合は、PC画面およびGリポートの画面に監督者の表情をピクチャインピクチャで表示することも可能となり、互いの表情を見ながら自然なコミュニケーションを行うことができます。

遠隔臨場においては、メジャーの目盛りを確認する際などにmm単位の識別が必要になることから、随時被写体に接近するなどして撮影する必要があります。Gリポートは電子制御の3軸ジンバルを採用することで、こうしたシーンで手振れを最小限に抑えながら自由度の高い画角調整や被写体への高い追従性を実現しています。

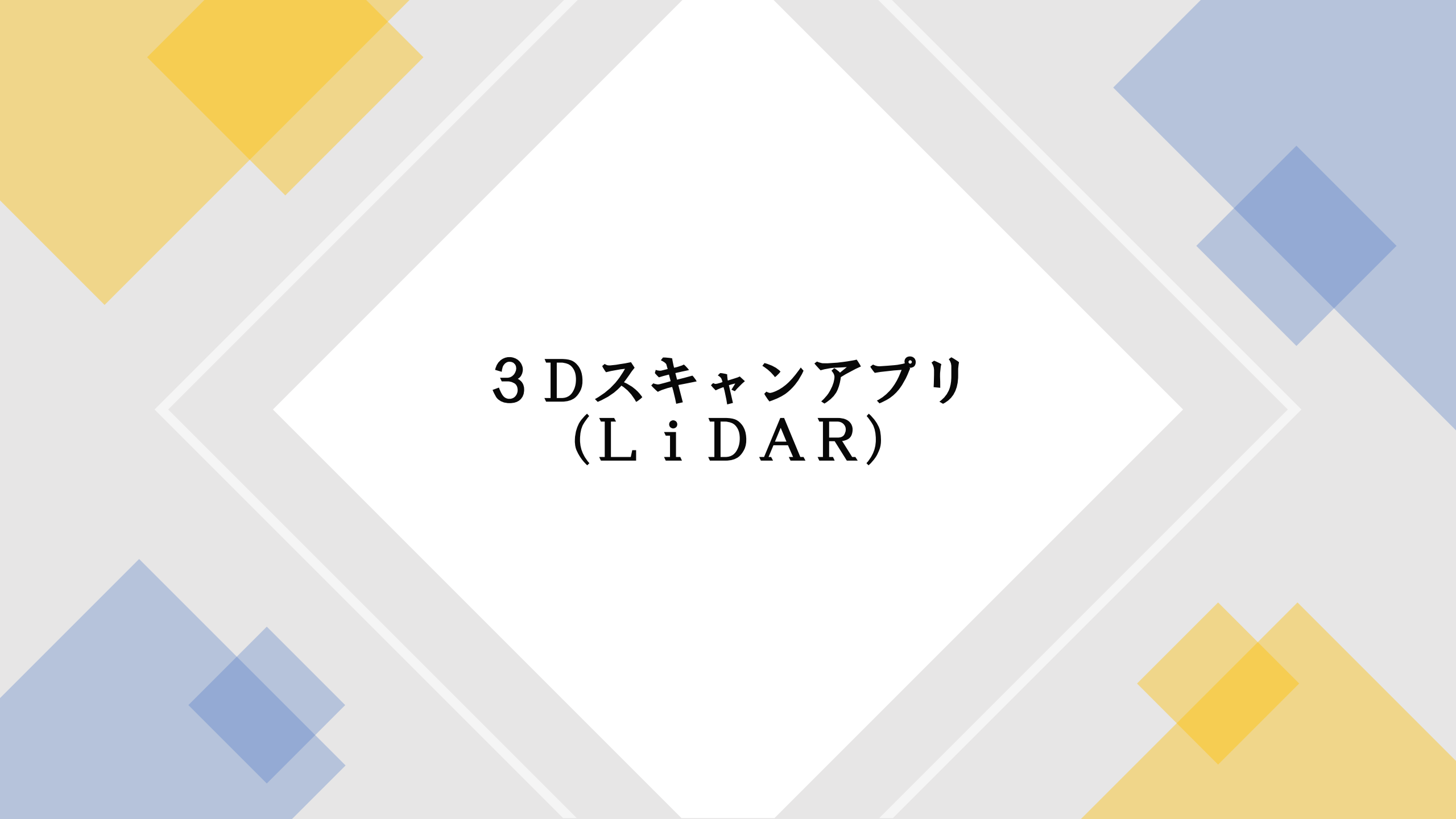


Gリポートアウトカメラ

Gリポート インカメラ



PC画面 (検査側)



# 3Dスキャンアプリ (L i D A R)

## iPhone 3Dスキャンアプリまとめ(R4/03/28更新)



アプリ	Metascan	Scaniverse	Polycam	3d Scanner App	WIDAR	EveryPoint	SiteScape	Trnio 3D Scanner
スキャンタイプ	メッシュスキャン	メッシュスキャン	メッシュスキャン	メッシュスキャン/点群	メッシュ	点群スキャン	点群スキャン	フォトグラメトリ
価格	5500円/年	無料	6600円/年	無料	無料	無料	無料 (クラウド共有機能:39\$)	610円/買い切り
スキャンモード	LIDAR/Photogrammetry	LIDAR/Photogrammetry	LIDAR/Photogrammetry	LIDAR/TrueDepth	LIDAR/Photogrammetry	LIDAR	LIDAR	Photogrammetry
Photoモードの制限	撮影可能枚数200枚/回 月間処理回数150回/月	不明	撮影可能枚数250枚/回 月間処理回数150回/月	×	撮影可能枚数100枚/回 (処理は無制限)	×	×	撮影可能枚数100枚/回 処理回数無制限
クラウドアップロード	○	○	○	×	○	×	○ (課金業者向け)	○
最終アップデート	2022/3/25 Ver2.4.0	2022/2/10 Ver1.7.4	2022/3/22 Ver2.3	2022/2/2 Ver1.1.4	2022/3/25 Ver3.0.1	2021/9/18 Ver2.9	2022/2/26 Ver1.3	2022/2/18 Ver3.36
出力形式	メッシュ:USDZ,FBX,OBJ, GLTF 点群:PLY,LAS,XYZ	メッシュ:USDZ,FBX,OBJ, GLTF,STL 点群:PLY,LAS	メッシュ:USDZ,OBJ, GLB,DAE,STL 点群:DXF,PLY,XYZ,PPTS,LAS	メッシュ:USDZ,OBJ, GLTF,GLB,STL,DAE,FBX 点群:PCO,PLY,PTS,LAS,e57	メッシュ:USDZ,FBX,OBJ, STL,GLTF 点群:PLY,XYZ	PLY,e57	PLY, e57	OBJ
AR表示機能	○	○	○	○	○	×	×	○
ビデオ出力機能	○	○	○	○	○	×	×	○
sketchfabへのアップロード	データ形式:○ アプリ上:×	データ形式:○ アプリ上:○	データ形式:○ アプリ上:○	データ形式:○ アプリ上:○	データ形式:○ アプリ上:×	データ形式:○ アプリ上:○	データ形式:○ アプリ上:○	データ形式:○ アプリ上:○
特徴	・スキャン中の視点を上空からの視点に切り替え可能 ・スキャン中にミニマップ表示が可能 ・クラウドにアップロードしたデータをVR表示可能	・スキャン性能は無料アプリでもトップレベル ・スキャンレンジの変動が可能 ・アプリ内でテクスチャの編集が可能 ・フォトグラメトリの処理速度が速い!&ローカル処理できる	・Web上で使用可能なPhotoモードが存在している ・アプリ内のシェア機能が面白い! ・全体的な完成度はアプリ随一だと思える	・最古のLIDARスキャンアプリとも言えるジェント的存在 ・4/ハタチの3Dスキャンモードを選択できる ・スキャン時の設定項目が豊富なためカスタマイズする楽しさがある ・メッシュ/点群/TrueDepthスキャンが一つのアプリで行える唯一のアプリである ・TrueDepthで小物のスキャンが可能(だが癖がある)	・Photoモード含む全機能が無料化した日本製スキャンアプリ ・スキャンアプリ史上初のandroidにも実装 ・スキャンモデルのアプリ内編集機能が良き	・撮影範囲が無制限のARKitモード。撮影範囲に制限はあるがノイズの少ないEveryPoint LIDARモードが使用可能 ・スキャンアプリ史初のアンドロイドにも実装 ・スキャン密度の詳細な変更が可能	・UIや設定がシンプル ・スキャン対象に応じたモードが設定できる為、初心者でも使いやすい ・建設業者向けの高度な共有機能が存在している	・月の処理数制限が存在しないためスキャンし放題! ・高度な撮影補助機能が存在している
個人的感想	・スキャン中の視点切り替え機能があるため広域のスキャンがやり易かったり、撮り忘れにすぐ気が付くことが出来るのが良い ・ミニマップ表示は分かりやすさと共にゲーム感覚でスキャンできるので楽しい ・ビデオ出力機能の設定項目が多いので使いやすい ・簡単にVR表示が出来るので便利 ・重ね撮りしてもメッシュが2重になりにくい	・フォトグラメトリを出来るアプリは沢山あるが、ローカル処理できるのはScaniverseだけ ・ローカル処理が可能なので電波が悪い所でもフォトグラメトリ出来るのが良い ・とりあえずLIDARスキャンを試してみたい人にオススメ ・設定項目がシンプルなので使いやすい ・無料だけどクラウド共有が出来るのも素晴らしい	・全アプリ中でも随一の完成度を持つアプリだと思える ・今あるPhotoモードやビデオ出力機能などをもっと多く実装しているアプリでもある ・自分がスキャンしたモデルを世界地図上に配置できるので、どの地域でどれくらいスキャンされているかを見るという遊びが出来る ・EXTEND機能を使うことで一度処理が終わったデータでも追加でスキャンできる	・元祖LIDARスキャンアプリとも言えるジェント的存在 ・4/ハタチの3Dスキャンモードを選択できる ・スキャン時の設定項目が豊富なためカスタマイズする楽しさがある ・メッシュ/点群/TrueDepthスキャンが一つのアプリで行える唯一のアプリである ・TrueDepthで小物のスキャンが可能(だが癖がある)	・最新のアップデートであらゆる機能が無料となった日本初のスキャンアプリ(旧名:WIDAR SCAN) ・ScaniverseのPhotoモードは遠いクラウド処理を行うタイプで、処理に時間がかかるがこちらの方が綺麗なスキャンが可能となる ・Photoモードの処理完了時に通知があるのも非常に嬉しい ・テクスチャやモデル自体のスケール、回転を変更できたりと編集機能にも力を入れている	・撮影範囲は無制限でリアルタイムに処理が完了する ・ARKitモードに比べてノイズや精度が良いと思う ・フォトグラメトリとLIDARスキャンを融合させてノイズを少なくしたのが、撮影範囲に制限のあるEveryPoint LIDARモードが使用可能 ・現在βテスト中だが、EveryPoint LIDARモードを更に強化して、15m以上離れた物体のスキャンも可能なスキャンモードも存在している ・楽しいやつ	・一度にスキャンできる範囲に限りはあるものの、他アプリに比べてノイズや精度が良いと思う ・点群系アプリの中ではUIや操作感が一番良く、初心者にもオススメできるアプリ ・高度な計測機能やコメント機能が付いた建設業者向けクラウド共有機能(月39\$)が実装されており、建設業者向けのアプリとなっている	・610円と他アプリに比べてもかなり安価なので3Dスキャン入門に丁度良い ・ARKitモードがかなり使いやすい ・点群系アプリの中でも簡単にフォトグラメトリが出来るのが素晴らしい ・月の処理回数も無制限なのでTrnioで練習してから他のPhotoモードありスキャンアプリを使うようにするのも結構ありだと思う ・一度に撮影できる枚数が80枚から100枚に増えたのも結構嬉しい

作成者: @swama11

## iPhone 3Dスキャンアプリ

### Site Scape

スキャンタイプ : 点群スキャン  
スキャンモード : LiDAR

無料アプリですが高性能です。  
(建設業者向け)

操作が簡単ですぐに使えます。  
スキャンでき出力された3Dモデルは、点群データとなるので、主要なBIM/CIMソフトで読込可能です。



現場ではドローンで不足した箇所（オーバーストック等）の補足として、この3Dスキャンアプリでスキャンし点群を繋いでいき精度の高い3次元起工測量となります。

