

3D技術の普段使いについて

株式会社トプコンソキアポジショニングジャパン
施工BIM推進グループ

アジェンダ

1. 公共測量作業規程の準則における地上レーザー測量について
2. 普段使いの3D計測機器 GTL-1000のご紹介
3. GTL-1000の有効な活用事例
4. 写真測量＋地上レーザー混合でのデータ処理について



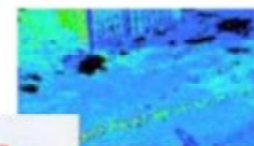
公共測量作業規程の準則（令和2年度） における地上レーザー測量について

地上レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル(案)

- 地上レーザスキャナを用いて測量を実施する場合の標準的な作業方法を規定
 - ・ 公共測量における3次元点群データの取得手法の拡大
 - ・ 狭い範囲における精密な地形図作成や3次元点群データの取得

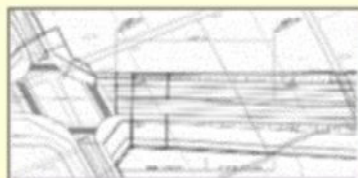
■ マニュアルの構成(2つの測量方法を規定)

- ① 地上レーザスキャナを用いた数値地形図の作成
 - ・ 500分の1以上の大縮尺数値地形図の作成に活用
 - ・ 狭い範囲における数値地形図の整備や更新に有効
- ② 地上レーザスキャナを用いた3次元点群データの作成
 - ・ 地表面の精密な形状を3次元点群データとして取得
 - ・ 縦横断面図作成や土量管理等に利用

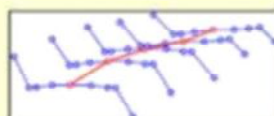


3次元点群データの活用

公共測量での利用



大縮尺地形図作成



縦横断面図作成

ICT工事での活用



3次元点群データによる面的な土量管理

地上レーザースキャナを用いた公共測量作業マニュアル（案）

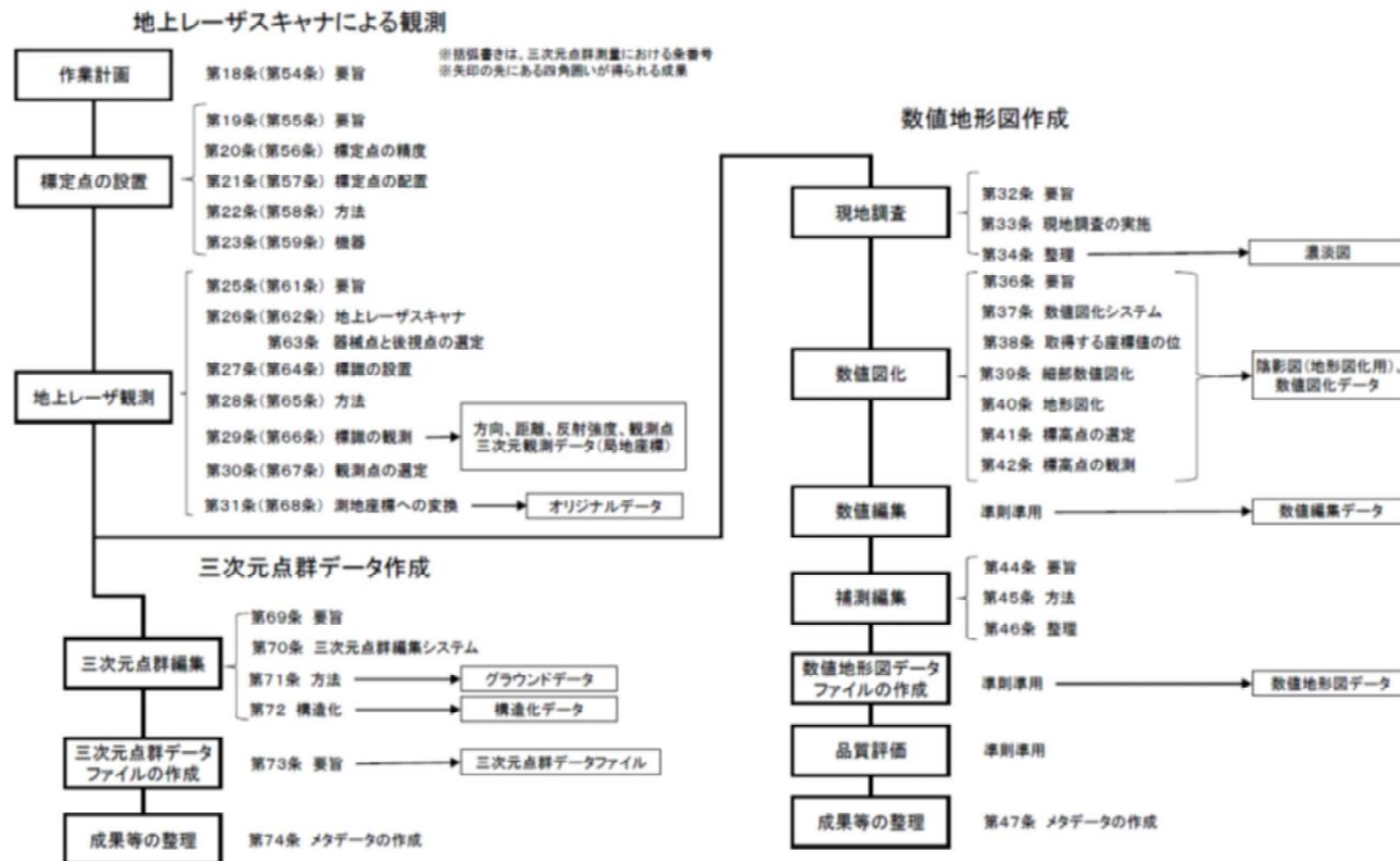
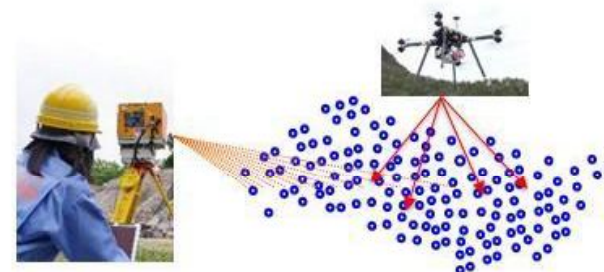


図 1 作業の流れと対応する条文、得られる成果品

公共測量の作業規程の準則

- 各測量計画機関が定める公共測量作業規程のひな形となる「作業規程の準則」は国土地理院が整備
国土交通省では「作業規程の準則」を準用し、「国土交通省公共測量作業規程」として、地方整備局
等が実施する公共測量で適用
- 「作業規程の準則」では、新たな測量技術についても作業マニュアルとして制定されているものは活用可能
- i-Constructionで活用することを目的として整備した「地上レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル
(案)」、「UAVを用いた公共測量マニュアル(案)」等の適用実績が積み上がっていることから、これら
を準則に追加

- ✓ 三次元点群測量
UAVを用いた三次元点群データ作成
地上レーザスキャナを用いた三次元点群データ作成
- ✓ 数値地形図作成
UAVを用いた数値地形図作成
地上レーザスキャナを用いた数値地形図作成
- ✓ 水準測量
GNSS測量機を用いた3級水準測量



三次元点群測量

新たな「作業規程の準則」は令和2年4月1日から施行

R2(2020). 3.31 一部改正

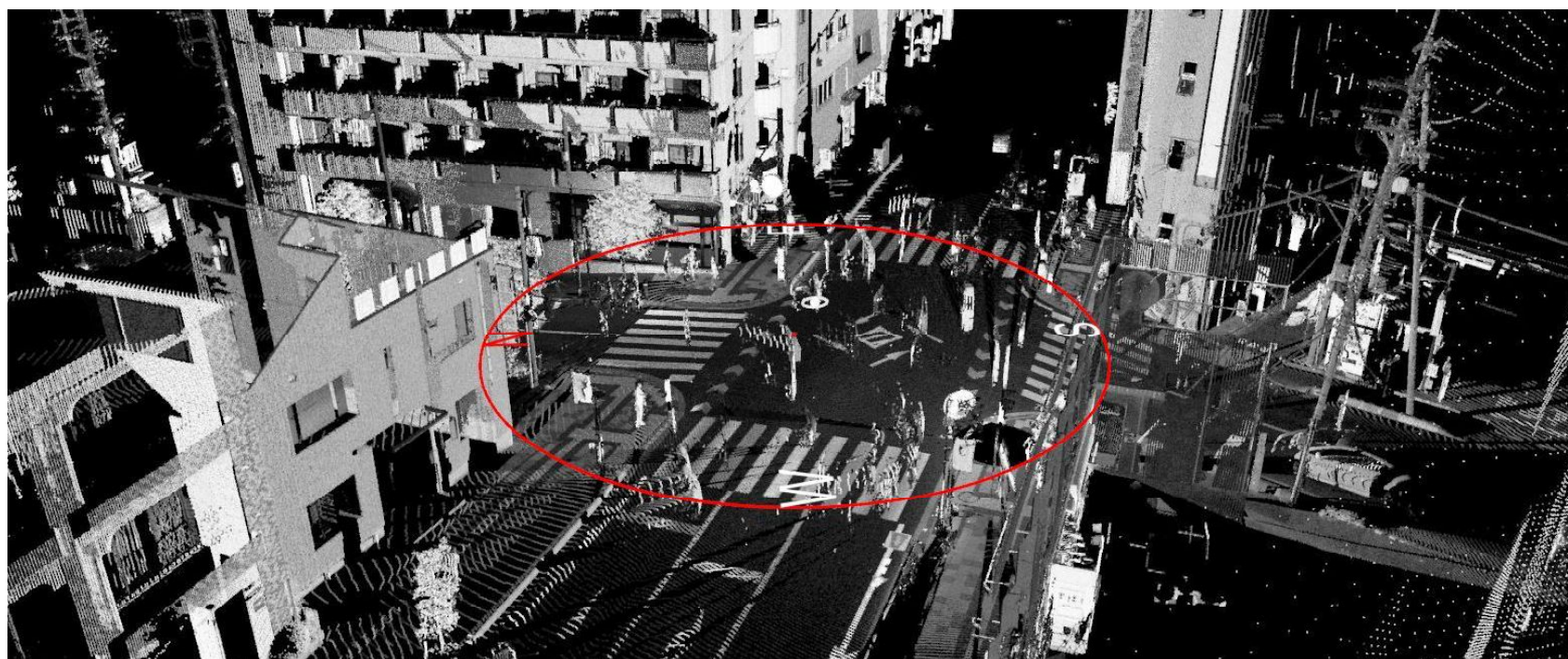
- ・ **三次元点群測量の編**を新設
(UAV点群測量及び**地上レーザ点群測量**の新規追加)
- ・ 数値地形図作成に**地上レーザ測量**及びUAV写真測量の新規追加
- ・ GNSS測量機を用いた3級水準測量を新規追加
など

第3章 地上レーザー測量

地上レーザスキャナで取得された**高密度の標高値群とその反射強度**

（これを「三次元観測データ」とよぶ）を基図として地物等を描画していく。

器械からより近い範囲での観測になる。**観測点間隔は前方にも同心円上にも均一であることが望まれる。**



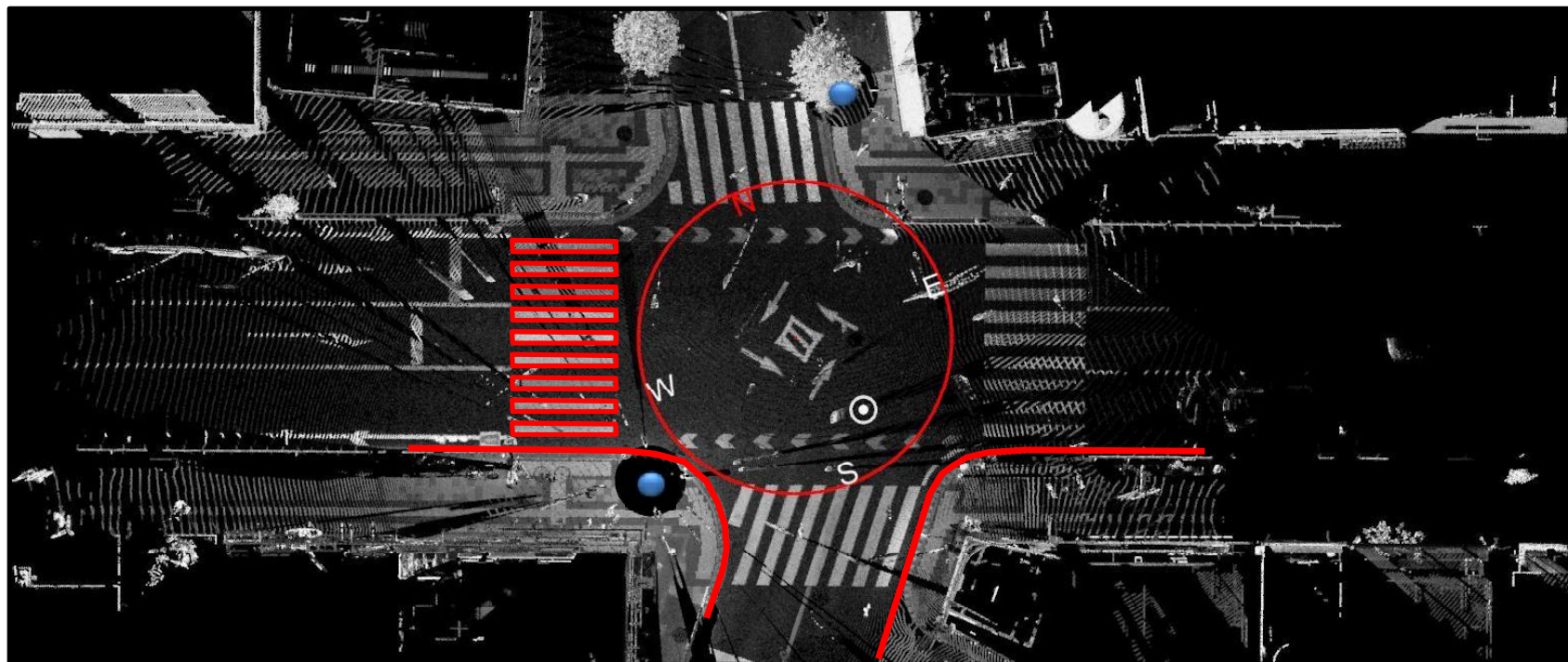
反射強度（モノクロ）、鳥瞰、遠近投影 表示

第3章 地上レーザー測量

地上レーザスキャナで取得された**高密度の標高値群とその反射強度**

(これを「三次元観測データ」とよぶ) を基図として地物等を描画していく。

器械からより近い範囲での観測になる。**観測点間隔は前方にも同心円上にも均一であることが望まれる。**



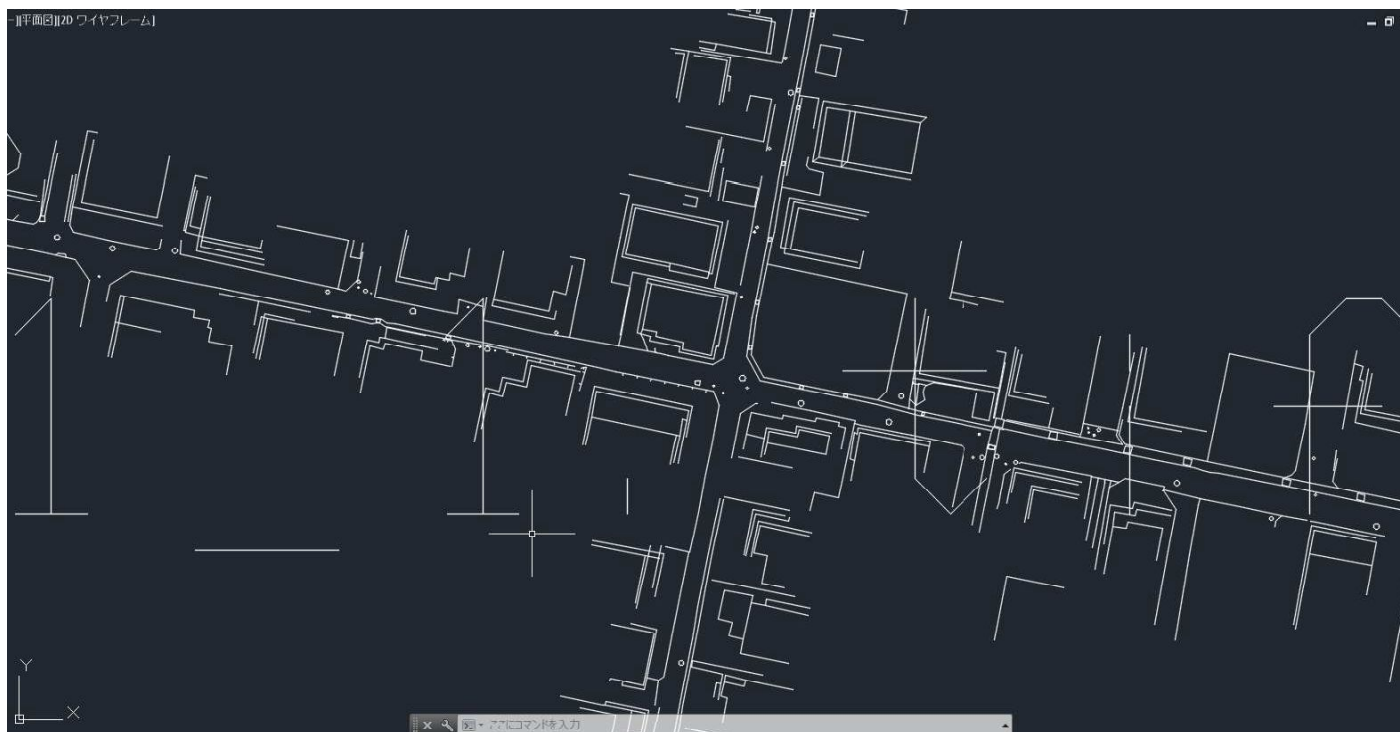
反射強度（モノクロ）、上面、平行投影 表示

第3章 地上レーザー測量

地上レーザスキャナで取得された**高密度の標高値群とその反射強度**

（これを「三次元観測データ」とよぶ）を基図として地物等を描画していく。

器械からより近い範囲での観測になる。**観測点間隔は前方にも同心円上にも均一であることが望まれる。**



第3編 地形測量及び写真測量

第134条 観測条件は、地図情報レベルに応じて地形、地物で設定するものとする。
 地物は放射方向の観測点間隔又は放射方向のスポット長径のいずれかが満たされているものとする。

地図情報レベル	地形	地物	
	放射方向の観測点 間隔[mm]	放射方向の観測点 間隔[mm]	放射方向のスポット 長径(FWHM)[mm]
250	330	25	50
500	330	50	100

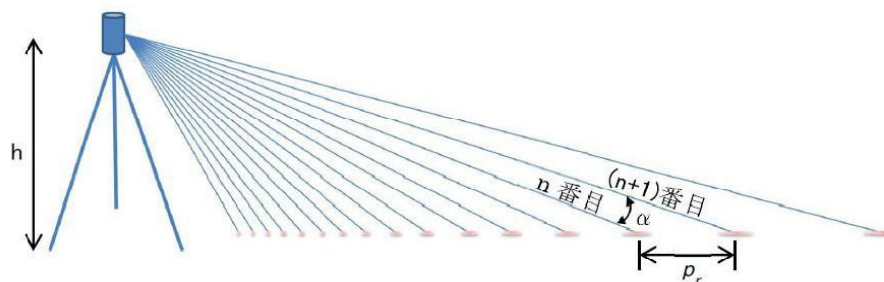


図 4 地上レーザスキャナによる観測状況立面図（水平な平坦面）

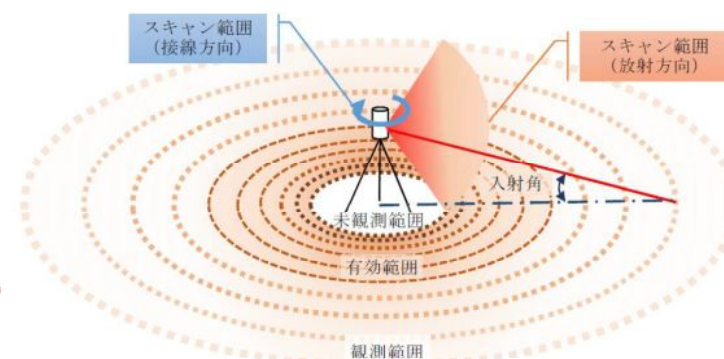


図 7 地上レーザスキャナによる観測の概要

第3編 地形測量及び写真測量

第15条 観測条件は、地図情報レベルに応じて地形、地物で設定するものとする。

※水平面での観測間隔の条件

①第4節 地上レーザ観測

第143条. 四. 標準的な地形・地物が**入射角 1.5 度以上**で観測できる。

GLS-2000 Vピッチ3.1mm@10m 器械高 1.5mで約55m、3mで約110m

②放射方向の観測点間隔（地物）

※ 1つの器械点での試算、スキャンモードは詳細、V/Hを同一ピッチになる前提

1. 器械高 1.5m Vピッチ 3.1mm@10m

250レベル 放射間隔 25mm以内 ⇒ 約11m Hピッチ 22mm@10m

500レベル 放射間隔 50mm以内 ⇒ 約15m Hピッチ 33mm@10m

2. 器械高 3.0m Vピッチ 3.1mm@10m

250レベル 放射間隔 25mm以内 ⇒ 約15m Hピッチ 16mm@10m

500レベル 放射間隔 50mm以内 ⇒ 約21m Hピッチ 23mm@10m

第3編 地形測量及び写真測量

第144条 9（解説）

的確に観測点間隔を増やすには、同じ場所から前の観測の中間を狙えるように、**地上レーザスキャナの器械高を変えることが有効である（図 11）。**

これにより標定点の観測や増え過ぎた点群の選定なども増えるが、精度確保の確実性は高まるとともに、スポット径の伸長を考慮する必要があるが、一箇所からの観測範囲を広げられることになる。なお、**器械高を違って観測しても、必ずしも互いの観測点の中間を観測できるわけではない。**

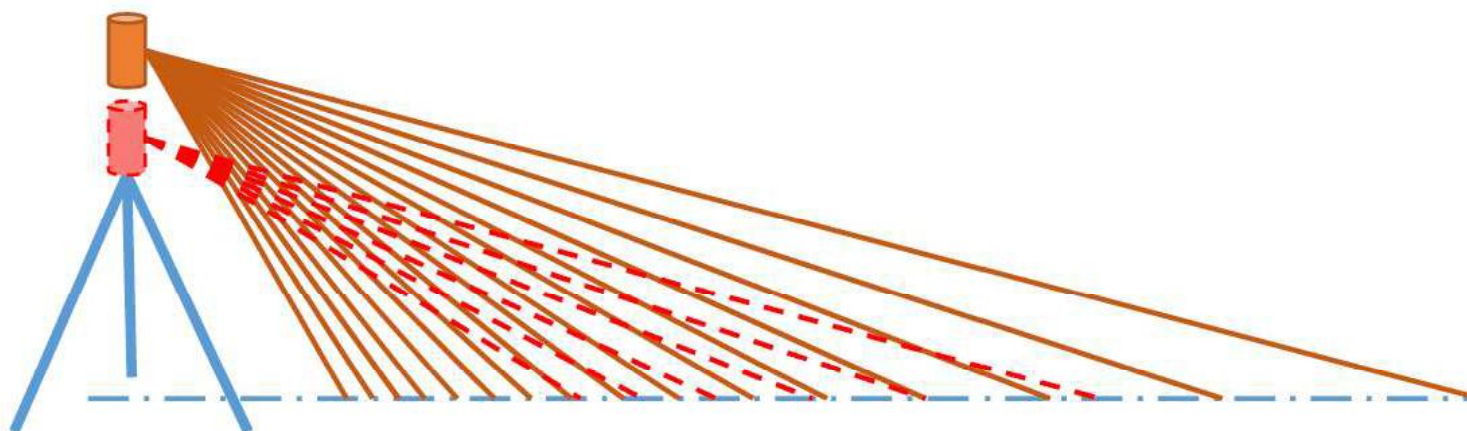


図 11 器械高を変えた観測の概念

第3編 地形測量及び写真測量

第144条 5. ー

地上レーザスキャナを用い、地形・地物に対する方向・距離、反射強度を観測する。

器械点・後視点法 簡単 高精度

結合精度が高く、長い路線や複雑な形状の現場に有効です。

平面直角座標系の場合
※コンペンセータ搭載機種

相似変換による方法

タイポイント法 高精度

確実な作業を行う場合に有効です。

相似変換による方法

後方交会法 簡単 高精度

器械設置を任意の場所で行いたい土木・建設現場などで有効です。

後方交会法

局地座標系の場合、

・後方交会 ⇒ 標定点3点以上

※コンペンセータ搭載機種

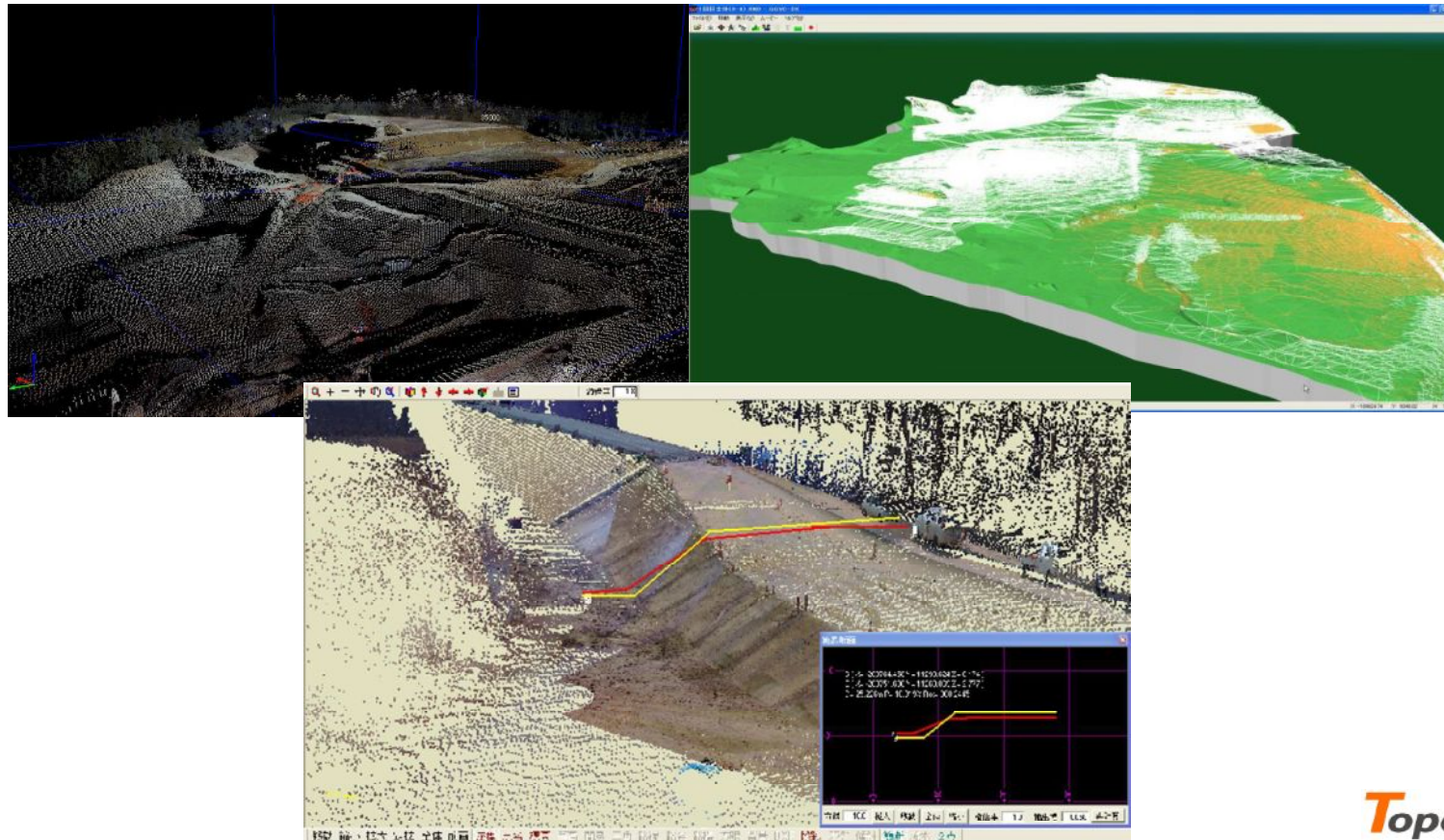
・タイポイント（相似変換）

⇒ 標定点4点以上

標定点の計測結果と成果値との
残差50mm以内

三次元点群データ（オリジナルデータ）の作成

地上レーザスキャナを用いて三次元点群データファイルを作成する作業をいう。
作成したデータファイルを元に「三次元点群を使用した断面図作成マニュアル（案）」
に準じた測量成果を作成する。



第4編 三次元点群測量

要旨) 解説

三次元点群データを用いて**時系列に工事現場の路面や法面、あるいは地滑りや土砂崩れの変化を捉えることを目的**としている。また、この目的を実現するには、使用する標定点等は常に同じものを用いることが理想的となる。地上レーザスキャナの設置には、器械高がいつも同じになるような工夫が必要である。

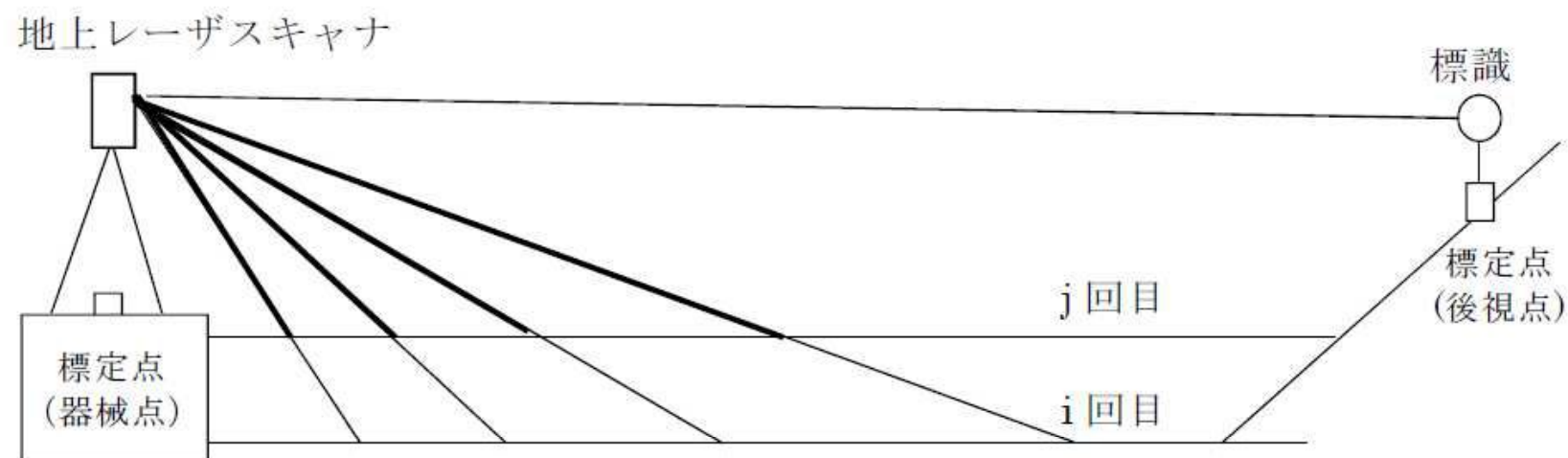


図 13 地形の変化観測のイメージ (— : i 回目、- - : j 回目)

第4編 三次元点群測量

(要旨) 解説

地上レーザスキャナを用いた三次元点群データ作成では、**時系列に地形の変化を捉えるため、毎回同一条件で、つまり毎回同じ器械点に設置し、毎回同じ後視点により標定し、観測できるように計画することが重要である。**また、精度を高めるには、低いところから高いところに向けた観測が有効である。

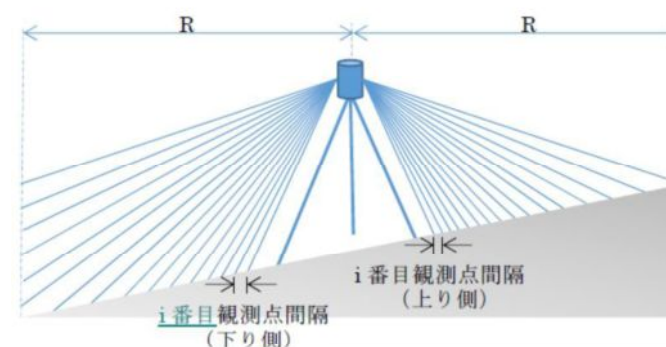
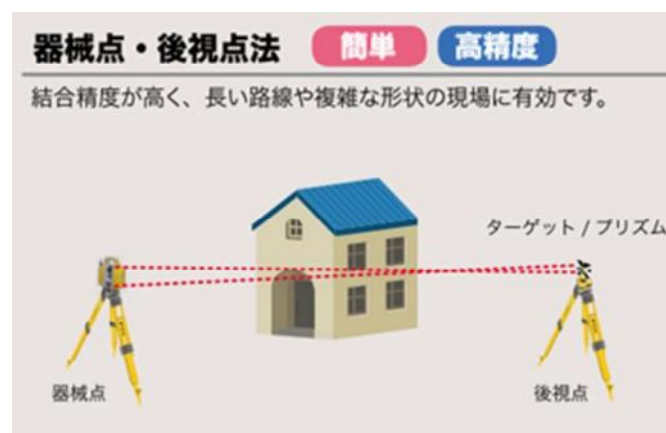


図 14 斜面観測における観測点間隔の違い

地上レーザ観測は、**器械点と後視点による方法で行うことを原則**とし、必要に応じて相似変換による方法及び後方交会による方法で行うことができる。
地上レーザスキャナの位置から作業範囲の写真を撮影することを原則とする。



三次元点群を使用した断面図作成マニュアル（案）

第1条 このマニュアルは、「**UAVを用いた公共測量マニュアル（案）**」（平成28年3月 国土地理院作成）（平成29年3月改正）、「**地上レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル（案）**」（平成29年3月 国土地理院作成）等に基づき作成される三次元点群（任意の地点における地形等の水平位置及び標高を計算処理可能な状態として表現したものをいう。以下同じ。）を用いて地形断面図を作成する作業について、その標準的な作業方法を定め、その規格を統一するとともに、必要な精度を確保することを目的として定めたものである。

● 適応範囲：

- 第4章 応用測量における適用
 - 第11条 路線測量における縦断測量
 - 第12条 路線測量における横断測量
 - 第13条 河川測量における定期縦断測量
 - 第14条 河川測量における定期横断測量



アジェンダ

1. 公共測量作業規程の準則における地上レーザー測量について
- 2. 普段使いの3D計測機器 GTL-1000のご紹介**
3. GTL-1000の有効な活用事例
4. 写真測量＋地上レーザー混合でのデータ処理について

3D技術の普段使い

GTL-1000

Laser Scanner Total Station

世界初！*

**レーザースキャナー搭載型
トータルステーション！**

**回転式レーザースキャナーの「速さ」と
自動追尾トータルステーションの「正確さ」が融合！**

- トータルステーションでの測量を行いながらスキャナー計測
- 高い点群結合精度でズレのない3D点群モデル作成
- 点群からの現況図作成、竣工図作成に最適
- 墨だし、杭打ち作業もこれ1台でオッケー！

* 回転式レーザースキャナー搭載自動追尾トータルステーションとして。2019年9月当社調べ。

**高精度な3D計測も測量も
GTL-1000なら1台でオッケー！**

速い

簡単

**無駄が
ない**





製品ポイント①

GTL-1000
なら安心！



1台2役だから測量・計測が速い！



1分で全周スキャン！ (22mm@10mピッチ 約40秒)

- 投資コスト削減
- 作業時間削減
- 作業人員削減

効率的なワークフロー

従来方法



GTL-1000 を用いた新手法



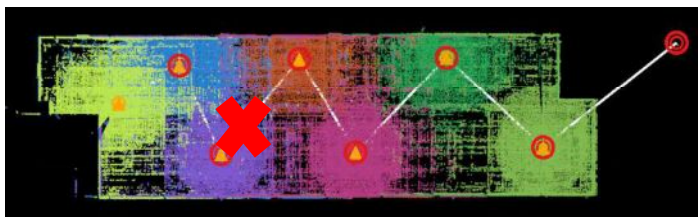
1台だから作業時間も大幅短縮！

製品ポイント②

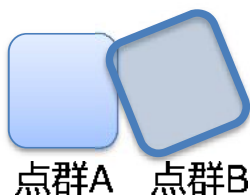
GTL-1000
なら安心！



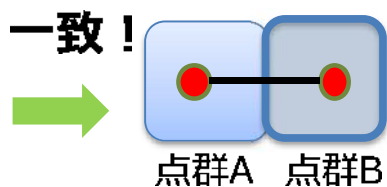
現場座標に基づく3D点群データを素早く自動生成



不一致



一致！



- 正確、高速な点群マッチング
- 施工図面と簡単に比較

トータルステーションだから高精度！

レーザー扫描仪として！

高精度スキャン！

計測範囲	70m@90%
速度	100KHz
面精度	σ 3mm@10m
カメラ	wide 5MPix



1分で全周スキャン！

(22mm@10m pitch 約40秒)
(11mm@10m pitch 約2分46秒)



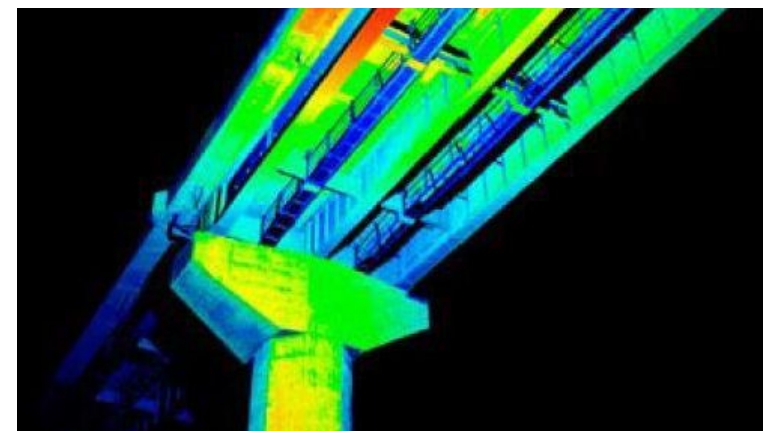
回転式スキャナーだから計測が速い！

レーザースキャナーとして！

本格的な回転式レーザースキャナーとトータルステーションの融合！



フルドーム
スキャニング！



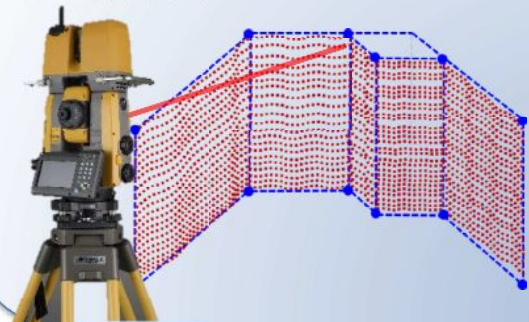
自動追尾トータルステーションとして！

最新性能！

自動追尾、自動視準機能で素早く計測

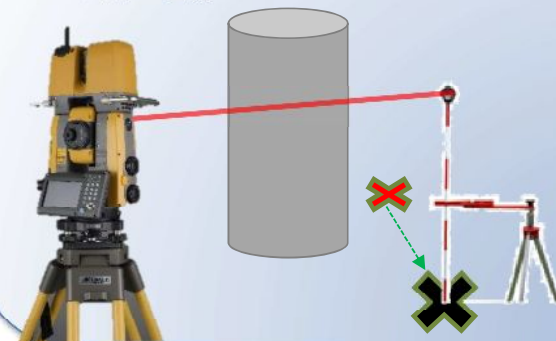


精度が必要な点は、トータルステーションで補完！



高精度なポイント計測で
スキャナーを補完！

物陰の基準点も
オフセット観測可能！



レーザーポインタによる
直接誘導！





ワンマントータルステーションとして！

**ワンマン測量
しながら
スキヤニング！**



遠隔コントロール！



**杭打ち、
境界点観測は
TSとして！**

**現況観測は
スキャナーとして！**



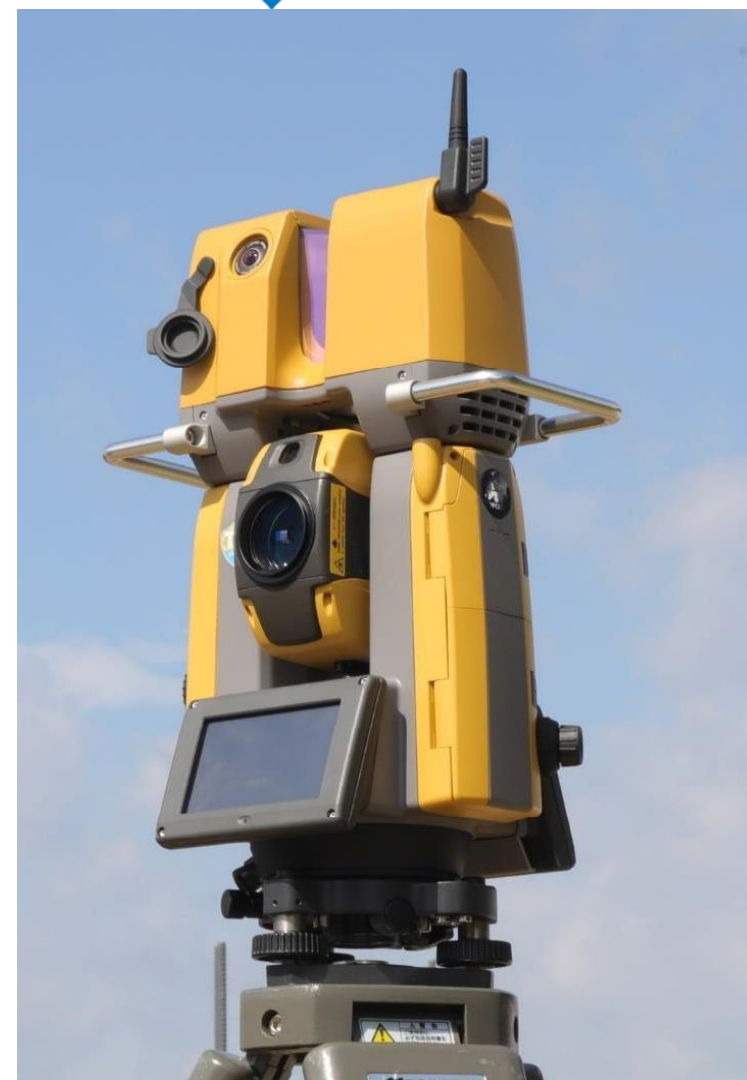
作業規定の準則に則った測量業務にも対応



**自動
対回観測
対応！**

**2級A
トータルステーション
登録済み**

機能		性能
測定	測定範囲	360° (H) / 270° (V)
	距離	70m(@90%)
	面精度	σ3mm@10m、σ5mm@20m、σ7mm@30m
点間隔		精密: 11mm@10m 標準: 22mm@10m
スキャンスピード		100,000点 / 秒
Bluetooth 機能	クラス	Class1
	距離	100m
カメラ部		画素数: 5Mピクセル, 画角: 154°(V) x 111°(H) (最大)
トータルステーション部		GT-1003
使用温度範囲		-10℃ ~ +50℃
防塵防水性能		IP54



システム構成

基本構成

GTL-1000



(On board)



本体操作ソフト

スキャン操作 +
各種測量プログラム
共通ソフトウェア

PC



3D点群処理ソフト

スキャンキット (オプション)
UASキット、モバイルキット
※Ver.2.3.4以降

コントローラー (オプション)

FC-500



遠隔操作ソフト

スキャン操作 +
各種測量プログラム
共通ソフトウェア

CAD、測量計算ソフト



**共通ソフトウェアだから
操作も覚えやすい！**

基本構成

GTL-1000



(On board)



本体操作ソフト

スキャン操作＋
各種測量プログラム
共通ソフトウェア

オプション



MAGNET™
Field



オンボードソフトウェア

- ・MAGNET Field [プリインストール] *1
- ・土木基本 CE (GT)
- ・測量基本 CE (GT)
- ・SDR8 シビルマスター (iX)
- ・SDR8 サーベイ (iX)

*1: スキャン機能は、MAGNET Field のみ対応しています。

データコレクタ用ソフトウェア*2

- ・MAGNET Field *1
- ・監督さん.V (FC-500)
- ・基本観測 (FC-500)
- ・SDR8 シビルマスター (SHC500)
- ・SDR8 サーベイ (SHC500)

*2: リモートコントロールシステムを用いた振り向き機能には対応しておりません。

オンボードソフトウェアはトプコンブランドGT用はもちろん、ソキアブランドiX用シビルマスター、サーベイがインストール、利用可能。

ワンマン観測＋スキャンを行う場合、
コントローラー版 MAGNET Fieldが必要。
・TS標準パッケージ＋画像スキャン(追加)オプション

GTL-1000 価格について



製品名	数量	標準価格 (税抜き)
GTL-1003 本体	1	¥ 6,000,000
Magnet Collage スキャンキット	1	¥ 800,000
木脚 (本体用)	1	¥ 40,000
金脚 (プリズム用)	2	¥ 50,000
360度プリズムセット※	2	¥ 528,000
合計		¥ 7,418,000

後方交会法

簡単

高精度

器械設置を任意の場所で行いたい土木・建設現場などで有効です。



※ 360度プリズムセット内訳

360度プリズムATP1	x 1	¥190,000
プリズムアダプタ3WP	x 1	¥27,000
ユニットケース	x 1	¥11,000
基盤TR-101	x 1	¥36,000

合計 **¥264,000**



製品の仕様
 定芯桿形状：Φ5/8インチ
 JIS-B-7907-B 形
 伸展長：1526mm
 収縮長：546mm
 質量：3.0kg
 推奨積載質量：10kg以内

伸縮性 ※写真時の高さ幅となります

510mm



最収縮時

470mm

1529.0mm



最伸展時

1275.0mm

使用想定機種



GLS-2000



GTL-1000



LN-150

※重量10kg以内のレベルタイプの機器に対応

ゴム石突

通常三脚（石突）では設置できない現場での利用に最適



4段階開脚幅



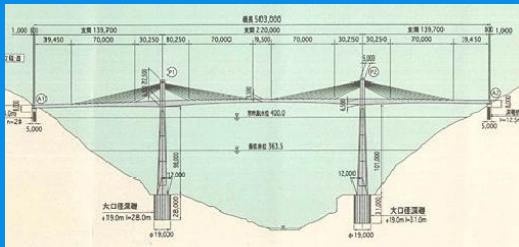
アジェンダ

1. 公共測量作業規程の準則における地上レーザー測量について
2. 普段使いの3D計測機器 GTL-1000のご紹介
- 3. GTL-1000の有効な活用事例**
4. 写真測量＋地上レーザー混合でのデータ処理について

橋梁・道路のメンテナンス

補修設計データ

トラバース測量



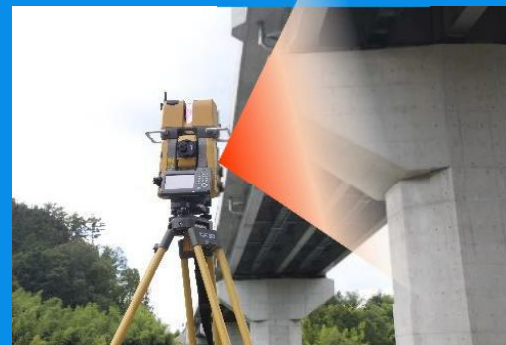
基準点設置により
現場座標へ整合

現況（点）



橋梁・道路の
劣化ポイント（ひび等）

現況（3Dモデル）



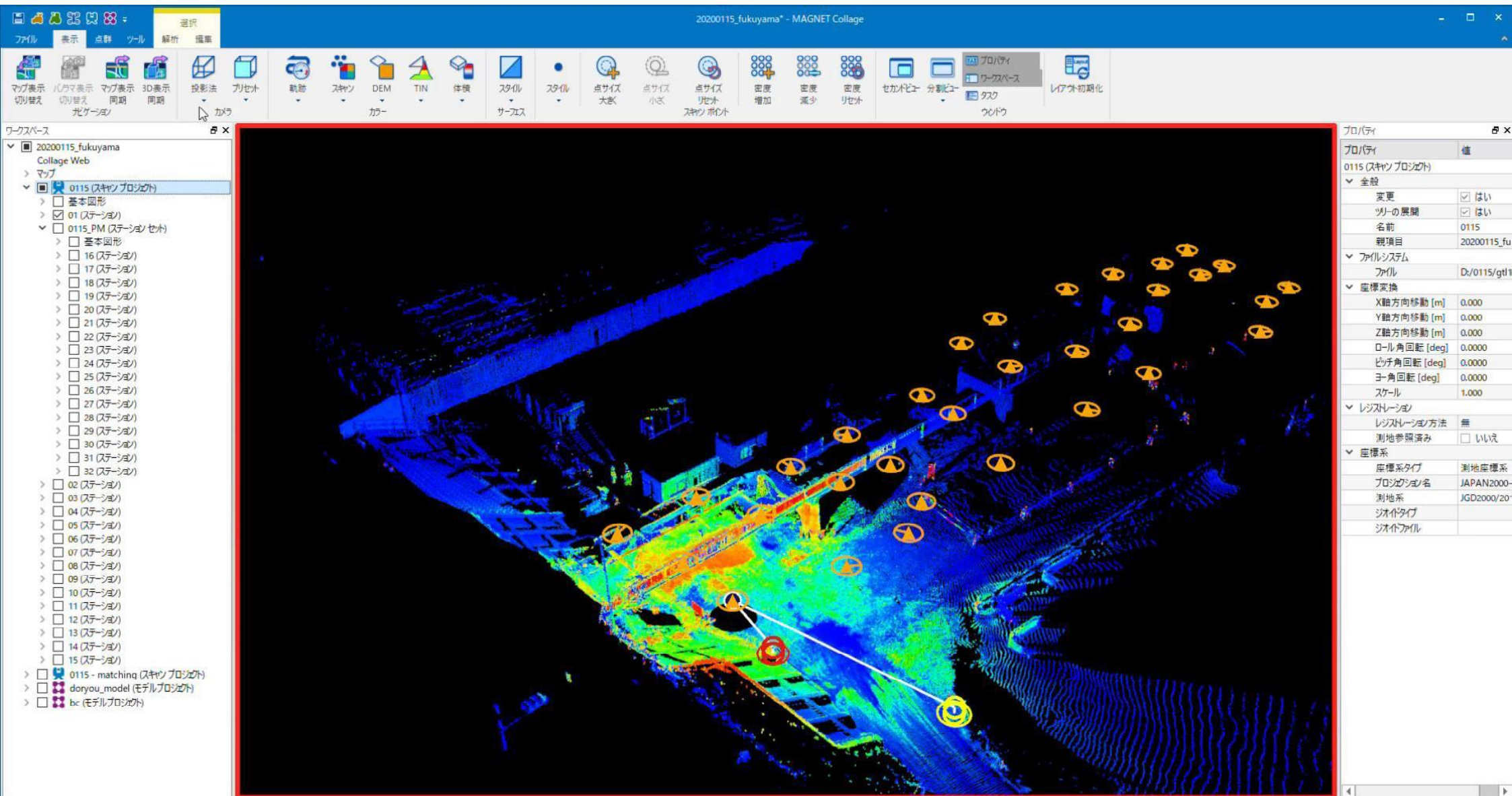
橋梁・道路の全体を
3Dモデル化

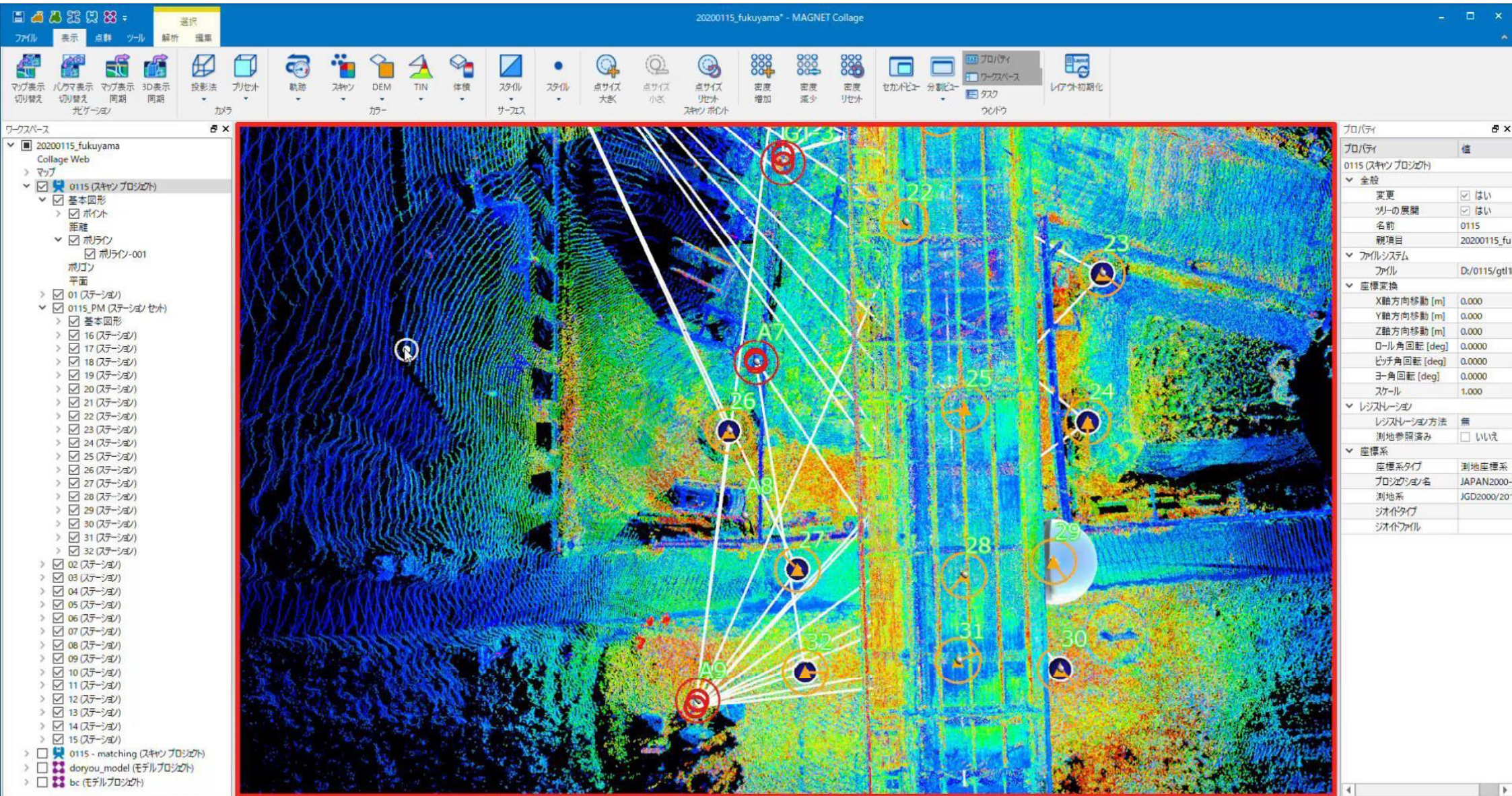
点と面の融合計測データ
橋梁・道路の劣化部分など特
出しなければならない部分を点
で計測、全体を面計測にすること
により、点と面を同時に正確
に観測できる。

**メンテナンスを
点および面の
同時計測で実施**

橋梁・道路のメンテナンス







例：法面の現況調査

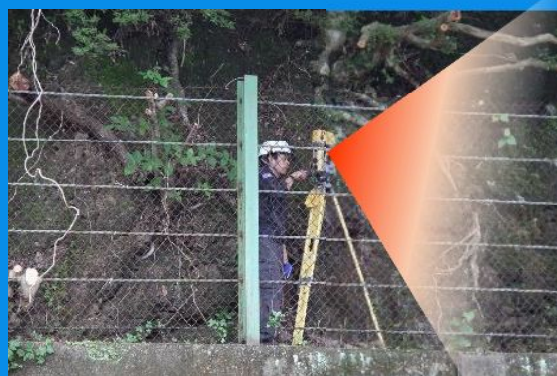
現況図面

トラバース測量



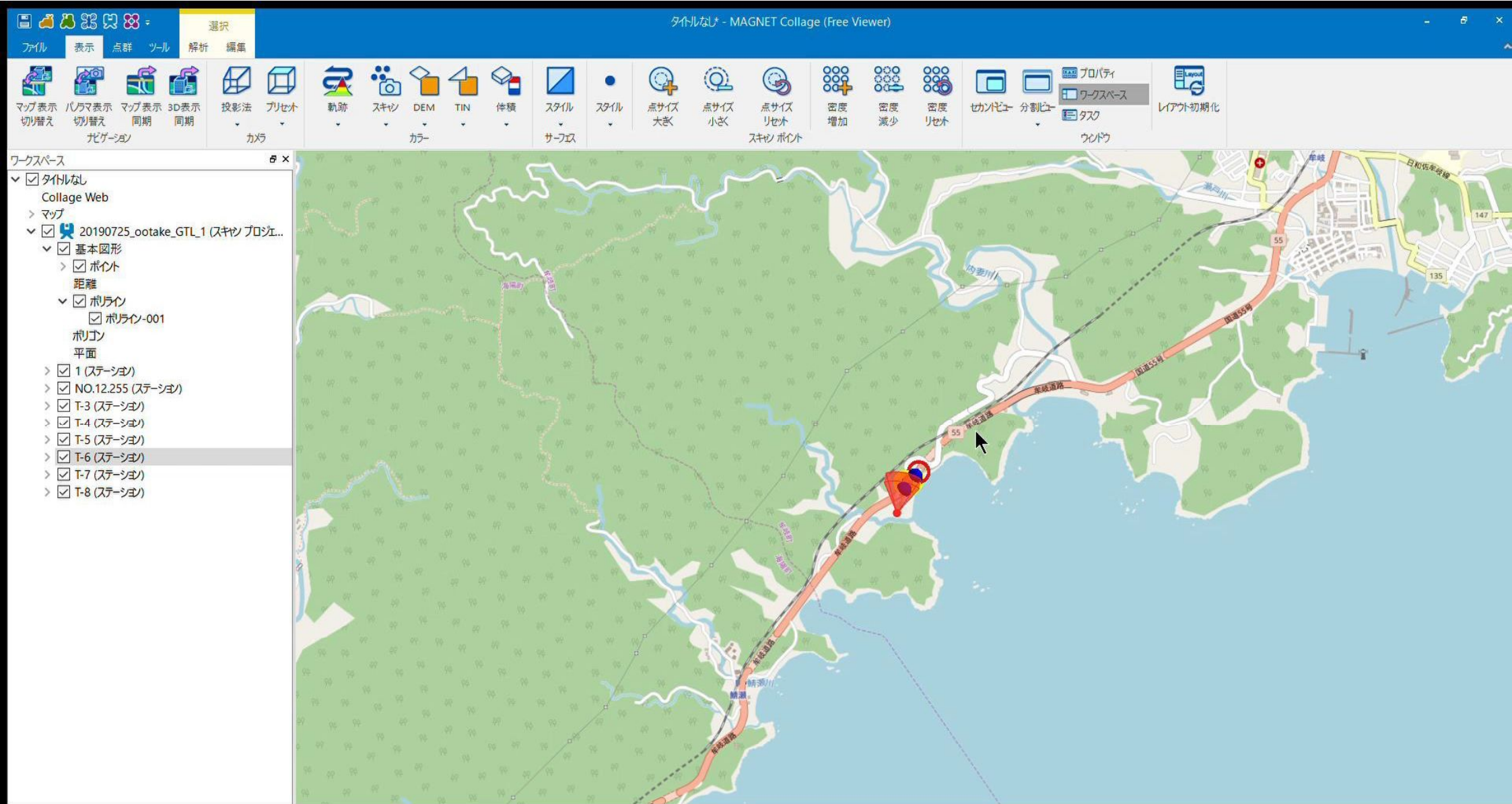
基準点から計測範囲の
法面へトラバース測量

現況（法面断面）



法面をスキャンニングし
3D点群データ取得

TSで変化点を取得する
のが難しい地形でも
スキャナーを利用すれば
地形形状を簡単に取得！

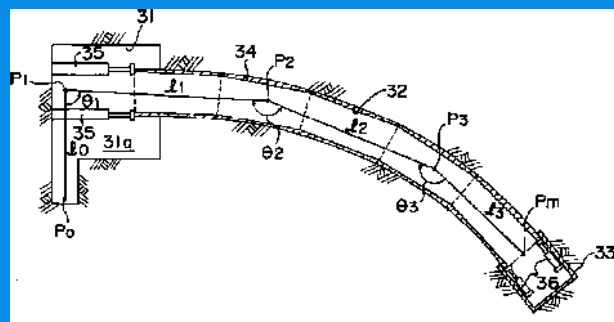


「左クリック」: 頂点の選択 「Rキー」: 基本図形の削除 「C」: 開く/閉く 「B」: コピー 「Ctrl+右クリック」 or 「Esc」: キャンセル

例：トンネル現場の切羽断面管理

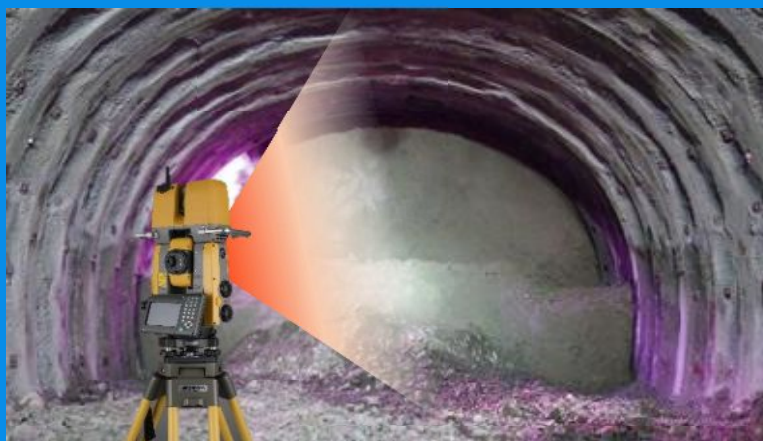
トンネル設計データ

トラバース測量



基準点設置により
現場座標へ整合

出来高（切羽断面）

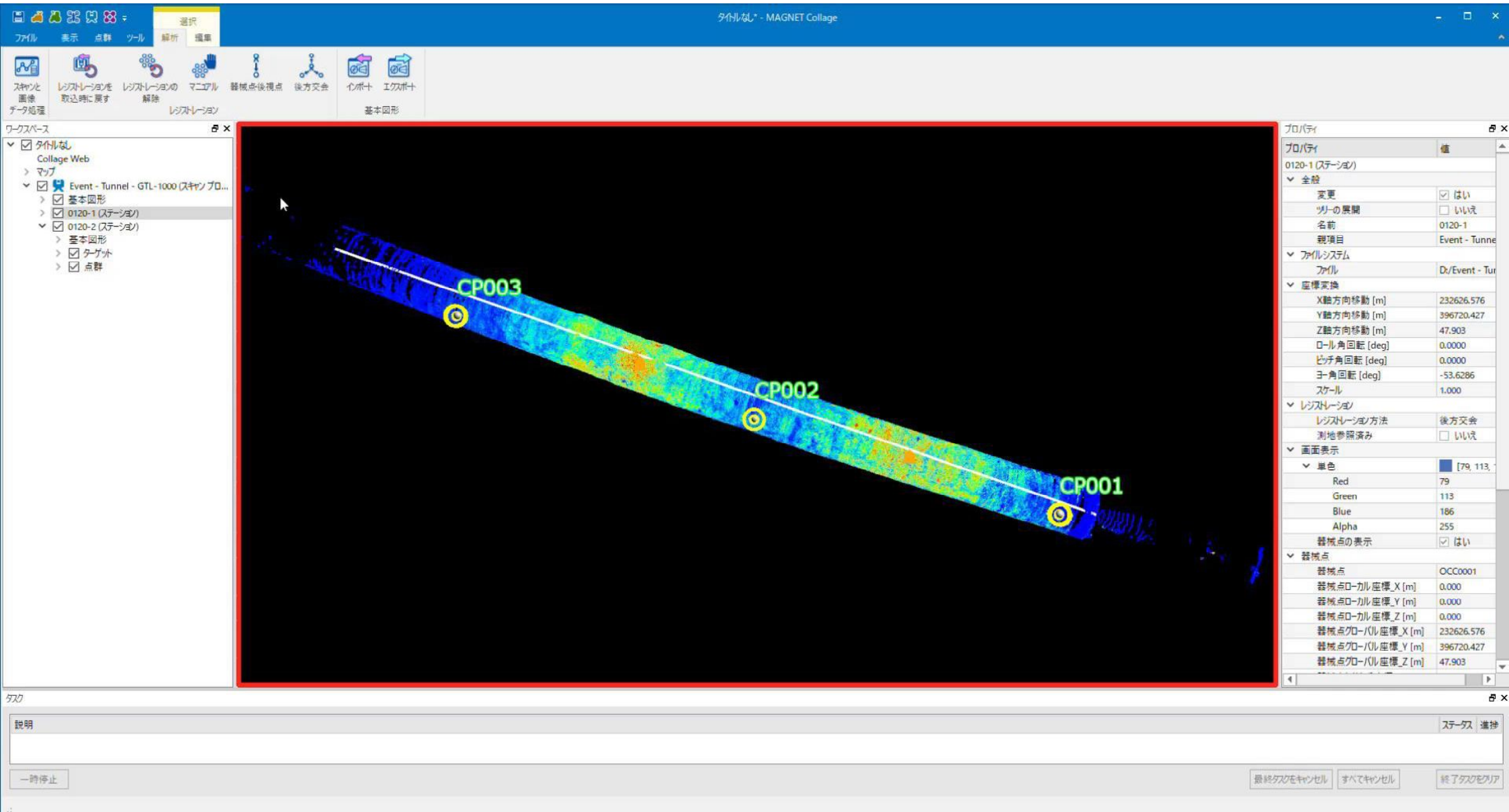


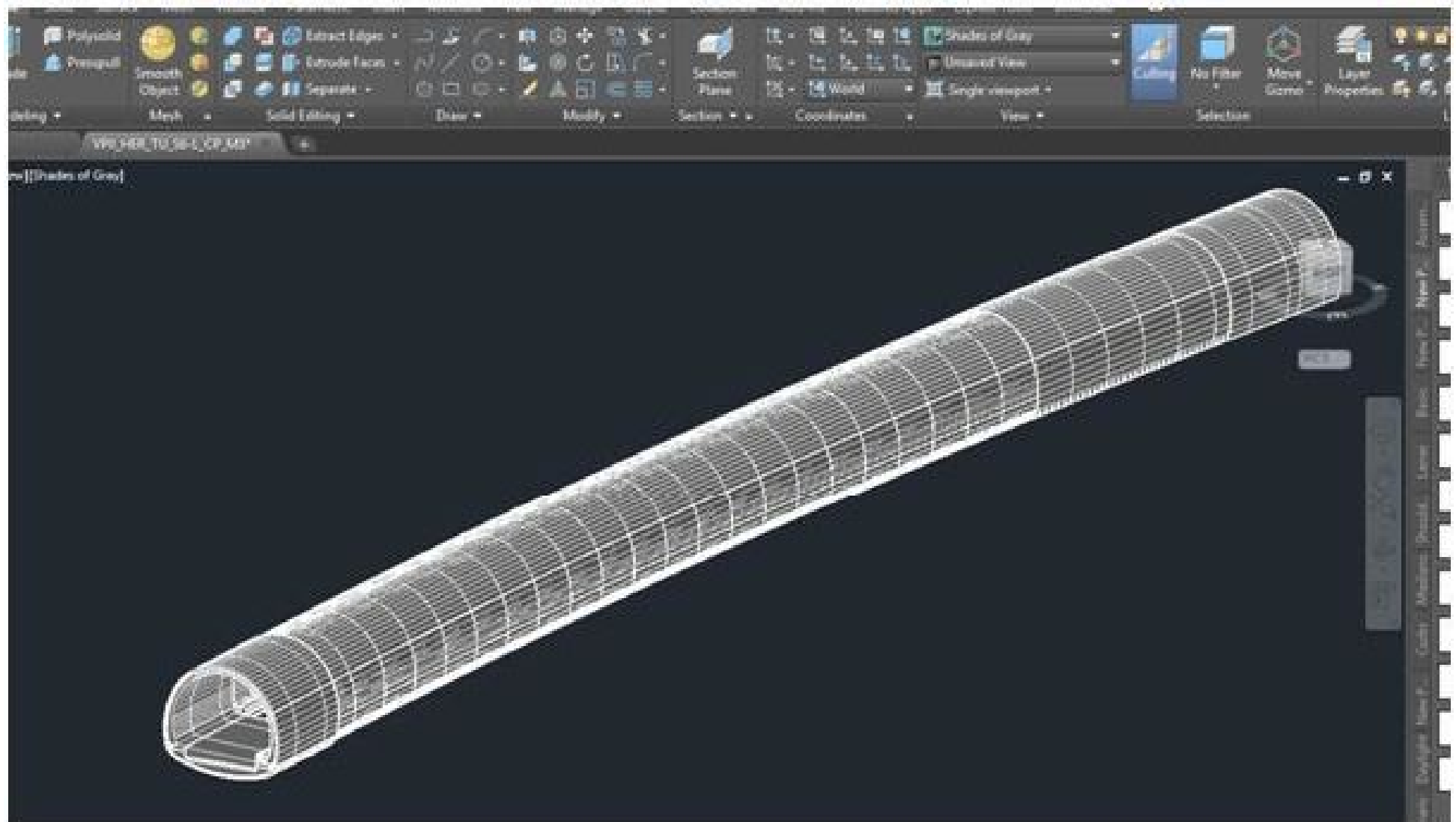
進捗状況を3Dモデル化

出来高管理の見える化

- * 切羽断面計測による
工事進捗の正確な管理
- * コンクリート吹付状態の
正確な計測により、無駄の
ないコンクリート吹付作業が
行える。
⇒ **原料コスト減**

吹付コンクリート量の
正確な管理





例：敷地調査、現況調査

調査図面

TS測量



敷地形状を
TSで観測

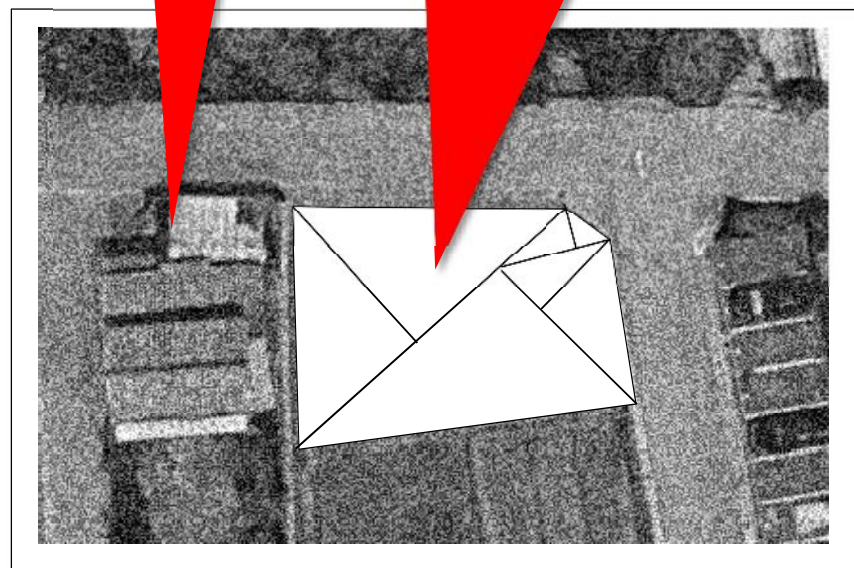
点群による現況



敷地外の現況を
スキャニング

周辺現況は
スキャニング！

調査個所は
トータルステーションで計測



Collage Web

新規

20200403takinoiri

レイヤー 設定

検索...

点群

モデル点群 - New M...

ポイント - New Model

フィーチャー

ポリライン - New M...

3D

情報

☐ 連続モード

このモードが有効である間、プ
ィに表示されている情報がクリ
ィで連続的に更新されます。た
選択したレイヤーの点について
応されます。

情報を表示するためには、グル
ないレイヤーを選択する必要が
す。

フィーチャーを計測

プロパティ

レイヤー

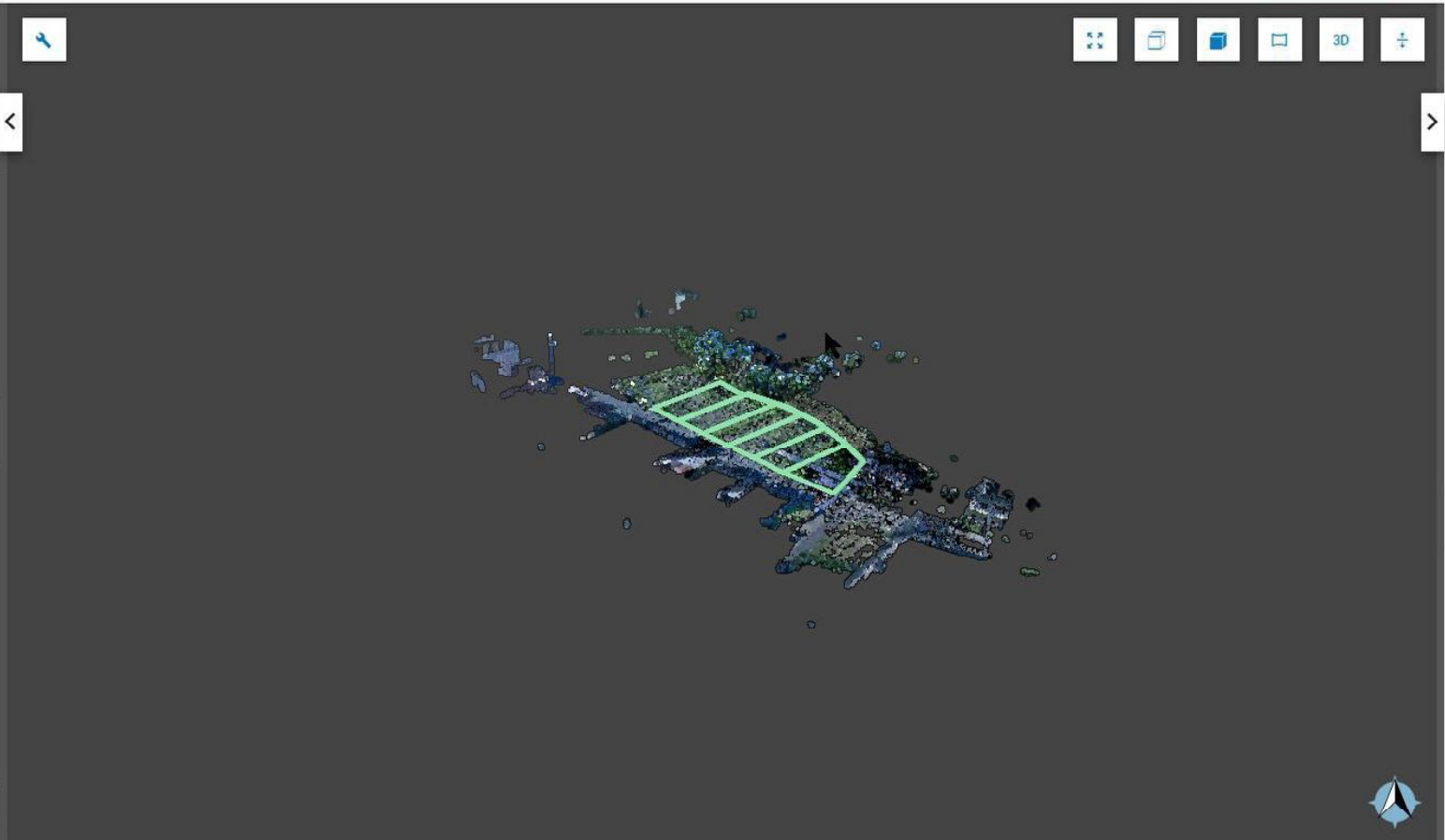
レイヤーグループ

名前

アノテーション

説明

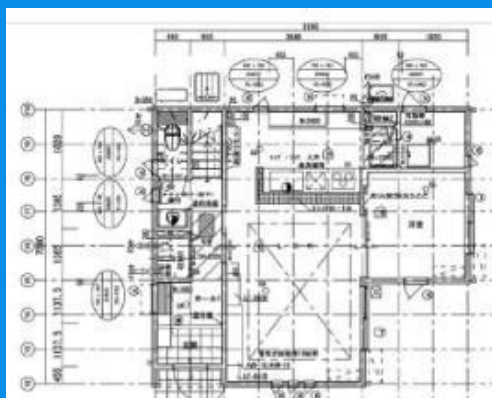
説明



例：屋内設備の図面化

現況図面

トラバース測量



基準点設置により
現場座標へ整合

現況（3Dモデル）



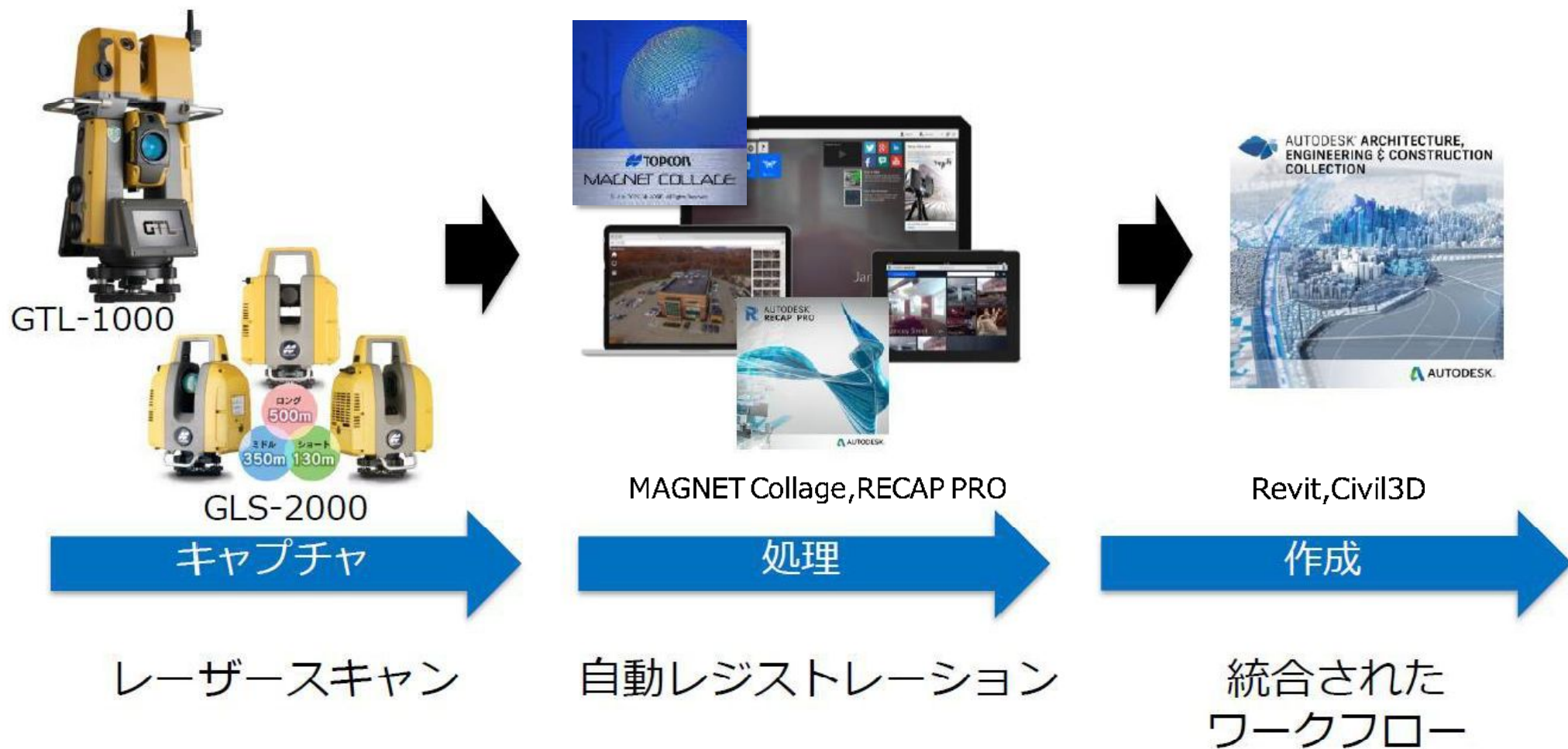
屋内施設の3Dモデル化

図面の作成に便利

複雑な形状物が入り組んでいる
屋内施設の現況を取り図面化。
特に、図面のない古い設備に
有効。

設備施設の
補修・改修に有効

点群データ活用ワークフロー



3D BIMモデル化

アジェンダ

1. 公共測量作業規程の準則における地上レーザー測量について
2. 普段使いの3D計測機器 GTL-1000のご紹介
3. GTL-1000の有効な活用事例
4. **写真測量＋地上レーザー混合でのデータ処理について**

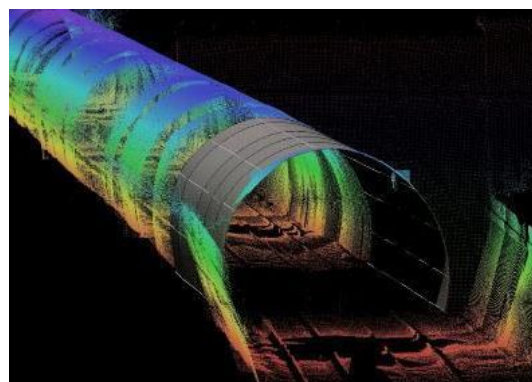
構造物にあわせ点群と写真で計測、そして施工計画に

点群データ1億点
写真100Gpixel

- 大容量の点群データと写真を1つのソフトに読み込み処理できるので管理が簡単！
- 点群データと写真を組み合わせ、ハイブリッドメッシュ形式で管理。現況の高精細な3Dモデル化が容易に可能！
- 3Dモデル化した情報は土木設計にシームレスに活用。その後の増築やメンテナンス、土工計画、災害調査に！



橋・橋脚



トンネル



クラック状況も
現況モデル化、維持
管理へ

複雑な構造物や、高さのある建物にも対応
広範囲・近距離の写真と点群データ、を1つのソフト
(ContextCapture) 取り込み現況をモデル化

特徴

- 構造物の点群データと写真の両方をContextCapture（コンテキストキャプチャ）に読み込みハイブリッドリアリティメッシュ形式で管理、高精細な3Dモデル化を簡単に実現。遠方から撮影した広範囲な写真でも、近距離から撮影した写真でも取り込みモデル化できます。
- 点群データは1億点以上、写真は最大100ギガピクセルの読み込みに対応。広範囲におよぶ測量も安心。
- 作成された3DモデルをMicroStation（マイクロステーション）に読み込み増築やメンテナンス、土工計画、災害調査に。

大容量の
点群・写真を
読み込み・3D化

トンネル・橋脚
構造物・地面の
モデル化

3D設計で
土工・増築
維持
災害調査

Bentley

計測・撮影からのワークフロー



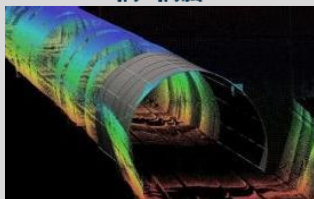
点群も写真も
ContextCapture
に読み込み

様々なシーンで利用可能



橋・橋脚

- ・高さのある構造物は UAVで全景を撮影
- ・クラックなど気になる表面は近距離からカメラで撮影



トンネル

- ・トンネル内を点群計測
- ・コンクリート表面は写真撮影



地面・曲面

- ・近景は点群計測
- ・広範囲な場合は UAVで写真撮影



写真でコンクリート表面のクラックも
撮影・読み込み・モデル化に



Surveying
計測・撮影

Bentley Advancing Infrastructure 構造物ソリューション



ContextCapture



MicroStation

3Dモデル化

- ・1億点以上の点群データの読み込みに対応
- ・最大100ギガピクセルの写真読み込みに対応

シームレスな
編集作業へ

BIM/CIM

2D⇔3Dの
完全互換
ワークフロー

トンネル・橋脚など
構造物、地面のモデル化

設計情報の統合
(2D、3D、点群、
ラスタ、写真等)

数多くのアプリ
ケーションと連携

大容量でも
ストレスなく
作業



Engineering
3Dモデル化・編集



Construction
計画・調査・メンテナンス

i-Construction

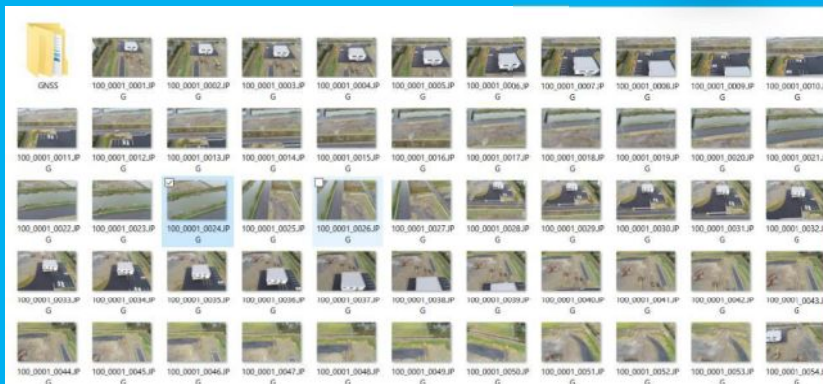
BIM/CIM

アセットメンテナンス
(維持管理)

Bentley

既設建物のリノベーション

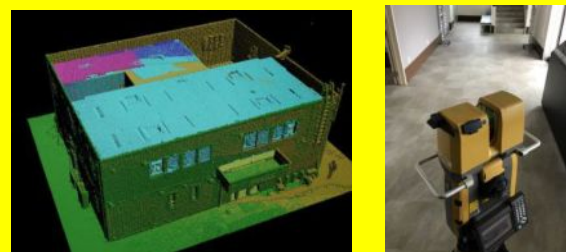
UAV撮影画像



手持ち撮影画像



地上レーザースキャナ 点群データ











トプコンソキアポジショニングジャパン YouTubeチャンネル

株式会社 トプコンソキア ポジショニングジャパン



TOPCON SOKKIA トプコンソキアポジショニングジャパン 【公式】

チャンネル登録者数 141人

登録済み



ホーム

動画

再生リスト

チャンネル

概要



取説動画



MAGNET Field

TOPCON SOKKIA トプコンソキアポジショニングジャパン 【公式】 ・

【MAGNET Field】 GNSS-RTK観測設定編 ・ 7:05

【MAGNET Field】 VRS/ネットワーク型RTK 観測編 ・ 4:25

再生リストをすべて見る (4本の動画)



【Topcon】 GTL-1000

TOPCON SOKKIA トプコンソキアポジショニングジャパン 【公式】 ・

GTL-1000 ①現場前設定編 ・ 3:46

GTL-1000 ②現場観測編 ・ 5:54

再生リストをすべて見る (2本の動画)

おすすめチャンネル

TOPCON JPN

登録済み