

林道事業におけるモバイル端末活用
ガイド及びマニュアル（案）
（3次元点群測量とその活用方法）

令和8年3月

林野庁国有林野部業務課

目 次

はじめに	1
ガイ ド 編	2
1. 適用	3
2. モバイル端末の概要	4
2-1 モバイル端末	4
2-2 ソフト及び機材	5
3. 3次元点群測量の流れ	12
3-1 モバイル端末の設定	12
3-2 3次元点群測量	12
3-3 データの出力	13
3-4 点群データの編集	13
3-5 点群データの構造化	13
3-6 設計計画及び施設管理等での活用	13
4. 3次元点群測量方法	14
4-1 3次元点群測量の流れ	14
4-2 測量における留意点	19
5. データ出力及びデータの構造化	22
5-1 データの出力	22
5-2 データの編集	22
5-3 データの構造化	27
6. 測量データの活用	29
6-1 設計計画	29
6-2 施設管理	34
6-3 出来形管理	37

マニユアル編 42

1. モバイル端末用測量ソフト	43
1-1 Scaniverse.....	43
1-1-1 インストール方法.....	44
1-1-2 基本操作方法.....	44
1-1-3 Scaniverse の留意点	51
1-2 PIX4DCatch.....	54
1-2-1 インストール方法.....	55
1-2-2 RTK-GNSS の設定方法	56
1-2-3 基本操作方法.....	59
1-2-4 PIX4Dcatch の留意点	67
1-3 Mapry.....	68
1-3-1 インストール方法.....	69
1-3-2 RTK-GNSS の設定方法	70
1-3-3 基本操作方法.....	72
1-3-4 Mapry の留意点	78
2. 3次元点群編集用ソフト	79
2-1 TREND-POINT	79
2-1-1 インストール方法.....	80
2-1-2 基本操作方法.....	80
2-1-3 ノイズ除去.....	91
2-1-4 フィルタリング	94
2-1-5 座標変換	96
2-2 CloudCompare の使用方法	100
2-2-1 インストール及びメニューの日本語化の方法.....	101
2-2-2 基本操作方法.....	103
2-2-3 フィルタリング	113
2-2-4 ノイズ除去.....	117
2-2-5 座標変換	121
2-2-6 DEM データの作成	125
3. 点群データの活用	128
3-1 既存データの取得方法.....	128
3-1-1 G空間情報センターについて	128
3-1-2 データの検索方法.....	130

3-1-3 データの取得.....	131
3-1-4 データの公開状況.....	134
3-2 QGISによる活用方法.....	140
3-2-1 インストール方法.....	141
3-2-2 基本操作方法.....	143
3-2-3 レイヤの作成と属性情報の付与.....	151
3-2-4 プラグインの設定及び使用方法.....	155
3-2-5 CS立体図の作成方法.....	162
3-2-6 CS立体図を用いた林道ベクタデータの作成方法.....	167
3-2-7 Google Earthで活用するデータの作成.....	169
3-3 モバイル端末による監督職員による出来形確認.....	174
3-3-1 作業の流れ.....	174
3-3-2 現地での測量方法.....	175
3-3-3 点群の処理及び出来形確認の実施.....	177
3-4 林道災害での活用事例.....	183
3-4-1 作業の流れ.....	183
3-4-2 現地での測量方法.....	184
3-4-3 点群の処理及び災害資料の作成.....	186
3-4-4 災害資料の作成の事例.....	187

はじめに

近年、3次元点群測量が可能な機材の発展は著しく、高機能のものから低価格なものや、小型化により携行が容易となったものなどが広く普及した。中には携帯電話やタブレットに Lidar_SLAM 機能が付属されたものもあり、その活用方法も多様化してきた。

本ガイドでは、多様化した3次元点群測量の機材の中で、携行が容易なものを対象とした3次元点群測量を活用した業務効率化を目的として、その活用方法をわかりやすく示したものである。

本編はガイド編とマニュアル編に分けてまとめられており、ガイド編ではモバイル端末を用いた測量から設計、施設管理、出来形確認までの作業内容を示しており、マニュアル編では、一部のソフトを取り上げ、具体的な操作方法を示す。

ただし、ICT に関しては、近年急速に進歩しており、現在もその状況は続いている。よって、本図書にまとめた内容は **2026年3月時点の情報** であることに留意して使用する必要がある。

また、マニュアルについては、使用頻度や森林土木事業での使用を目的として、各ソフトの操作方法の一部を特筆して示したものである。よって、各ソフトの操作全般については原則として **各ソフトの正式なマニュアルを参照することを前提** としている。

ガイド編

モバイル端末の概要
3次元点群測量の流れ
3次元点群測量方法
データ出力及び構造化
測量データの活用

マニュアル編

1. モバイル端末用測量ソフト
 - 1-1 Scaniverse
 - 1-2 PIX4DCatch
 - 1-3 Mapry
2. 3次元点群編集用ソフト
 - 2-1 TREND-POINT
 - 2-2 CloudCompare
3. 点群データの活用
 - 3-1 既存データの取得方法
 - 3-2 QGIS による活用方法
 - 3-3 出来形管理での活用事例
 - 3-4 林道災害への活用事例

ガイド編

モバイル端末の概要

3次元点群測量の流れ

3次元点群測量方法

データ出力及び構造化

測量データの活用

1. 適用

本ガイドが対象とする作業としては、緊急時における現況把握や小規模な施設の状況把握である。具体的には、①林道事業における災害発生時の状況把握、②既存施設の現況把握、③小規模な施設の出来形確認等である。

①災害発生時の状況把握

携行が容易な携帯電話やタブレットを用いることで、通行が困難な場合でも徒歩で調査を行うことが可能となる。

②既存施設の現況把握

測角測距法と比較して短時間での調査が可能で、地形条件や上空の状況によっては公共座標の取得も可能となる。

③小規模な施設の出来形確認

②と同様に短時間での調査が可能で、条件によっては公共座標の取得も可能となる。

目的：携行可能な測量機器による3次元点群測量による業務効率化
適用：緊急時における現況把握や小規模な施設の状況把握

なお、本ガイドは、モバイル端末を用いたデータの取得から出力及びその活用方法の概略をまとめたものである。よって、具体的なソフトの使用方法等については、代表的なものを選定した[マニュアル編](#)を別途取りまとめていることから、それを参照するものとする。

2. モバイル端末の概要

2-1 モバイル端末

本ガイドで取り上げるモバイル端末とは、3次元点群測量を行うことが可能であり、かつ携帯可能な機材とし、現時点で汎用化されている iPhone Pro や iPad Pro 及びハンドヘルド型の Lidar_SLAM^{※1} 計測器を本ガイドの対象機器とする。

一般的な機材として携帯電話やタブレットに Lidar_SLAM による 3次元点群測量機能が付与されたものがある。代表的なものとして、Apple 社の iPhone Pro や iPad Pro がこれに該当する。これら機種には様々なソフトが開発されており、中には R T K - G N S S 測量^{※2} と連携することで、公共座標を持ったサービスも見られる。

対象機材： iPhone Pro や iPad Pro 及びハンドヘルド型の Lidar_SLAM 計測器



図 2-1 対象機材の例

- ※1 Lidar_SLAM：レーザセンサーを用いて周囲をスキャンし、得られた点群データから地図作成 (Mapping) と自身の位置推定 (Localization) を同時に行うもので、移動しながらの測量が可能な技術
- ※2 R T K - G N S S：GPS などの衛星測位 (G N S S) と地上に設置した「基準局」からの補正データを用い、移動局 (ローバー) の現在位置を数センチ (cm) 単位の精度でリアルタイムに計測する技術

2-2 ソフト及び機材

本ガイドで取り上げるソフトや機材については、前述の対象機種で使用可能なものを取り上げる。

ただし、ここで取り上げるソフトや機材は、その技術的進歩が著しいことから、より効率的でより安価なものが次々に開発されている。よって、ここで取り上げるソフトや機材についても本ガイドをとりまとめた年の代表的なものの一例であることに留意すること。

(1) iPhone Pro や iPad Pro で使用するソフト

iPhone Pro や iPad Pro で使用可能なソフトの一例をまとめると以下の表になる。

表 2-1 iPhone Pro や iPad Pro で使用可能なソフト一覧表

アプリ名	主な用途・特徴	対応デバイス	出力形式	価格及び付属品等	
任意座標	① Polycam 3D Scanner, LiDAR, 360 	部屋・空間スキャン・オブジェクト・フォトグラメトリ及びLiDARを利用して3Dモデル化を行う。ただし、写真モードの枚数上限解除やエクスポートを行うためには有料版への登録が必要となる。	LiDAR搭載 iPad/iPhone 要。	OBJ/DAE/FBX/STL/DXF/PLY 等から選択可能である。	月額：約3,300円 年額：約22,000円
	② SiteScape LIDAR Scanner & CAD 	建築・施工・既存施設のスキャンが可能で、建築・BIM用途に特化している。ただし、無料版には制限があり、複数ファイルのクラウド同期やエクスポート等には有料版への登録が必要となる。	iPad Pro (2020年以降) など、Apple のLiDAR搭載モデル必須。	点群形式としてRCR E57, PLY 等から選択可能である。	月額：約5,700円 年額：約48,800円
	③ 3D Scanner App - LIDAR Scanner for iPad & iPhone Pro 	手軽な3Dスキャン・オブジェクトスキャン用。	LiDAR搭載機種が望ましい。	各種3Dフォーマット出力あり。	CamToPlan PREMIUM:4,500円 フルバージョン：8,000円
	④ CamToPlan 3D Scanner & LiDAR 	フロアプラン作成・測定用途。LiDAR+ARで部屋の寸法・間取りを素早く取得。	LiDARセンサー搭載Appleデバイス (iPad Pro 2020/2021含む)	フロアプラン/PDF出力。測定モードあり。	無料
	⑤ Scaniverse 	高速・手軽に3Dスキャンが可能で、LiDARとフォトグラメトリ双方に対応していることから、LidarSLAM機能がない携帯端末でも利用可能。また、全ての機能が無料である。	iPad (A12チップ以降) やLiDAR搭載モデルが望ましい。	メッシュ/スプラッシュ形式: OBJ/FBX/GLB/USDZ/LAS 等から選択可能である。	無料
公共座標	⑥ PIX4D_Catch 	RTK-GNSSアンテナと接続可能で公共座標の点群を取得可能。LidarSLAMと写真によるフォトグラメトリを同時に行う事で高密度な点群が取得可能である。	LiDAR搭載 iPad/iPhone 要。	出力ファイル形式をPLY, LAS, XYZ, PLYなどの形式から選択可能である。	アンテナ：3万円 アプリ：24万円/年 ただし解析には別途Pix4Dmatic (約百万円) が必要となる。
	⑦ Mapry R1 	RTK-GNSSアンテナ (R1) と接続可能で公共座標の点群を取得可能となる。	LiDAR搭載 iPad/iPhone 要。	出力ファイル形式をLAS, XYZ, PLYなどの形式から選択可能である。	アンテナ：9万5千円 アプリ月額：1万円
	⑧ OPTIM Geo Scan 	RTK-GNSSアンテナと接続可能で公共座標の点群を取得可能となる。RTK-GNSSアンテナには高精度のものもあり、ある程度の樹冠下でも位置情報の取得が可能となる。	LiDAR搭載 iPad/iPhone 要。	LAS, E57など、一般的な点群フォーマットに対応している。	アンテナ：数十万円 アプリ月額：数十万円 年間：約百万円

※表の記述内容については 2026 年 3 月時点でのものである

上表の中で、①から⑤のソフトは、基本的に任意座標系での測量であり、⑥から⑧は別途購入するRTK-GNSSアンテナを用いることにより公共座標による点群測量が可能となる。ただし、RTK-GNSSアンテナを使用する⑥から⑧のソフトは全てネットワーク型で携帯電波を用いていることから、携帯SIMカードと補正

情報提供サービスへの別途登録が必要となる。また、RTK-GNSSによる計測には、携帯電波のサービス圏内であることと合わせて、上空の開空率が高い箇所である必要がある。

なお、④または⑤は、計測から測量結果の出力まで無料で行うことが可能であることから、公共座標を必須としない、構造物の床掘、型枠、出来形等の管理や災害発生時の被災規模の計測等への対応が可能である。



図 2-2 RTK-GNSS アンテナ (左: PIX4DCatch、右: Mapry R1)

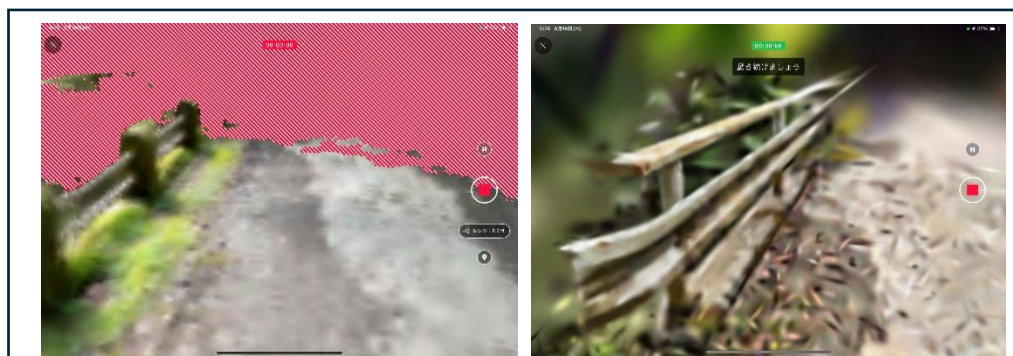


図 2-3 Scaniverse 計測時の状況 (左: Lidar_SLAM、右: 写真)



図 2-4 PIX4DCatch のデータ解析後の状況

(2) ハンドヘルド型の Lidar_SLAM 計測器

ハンドヘルド型の Lidar_SLAM 計測器は、近距離の計測範囲として 40m~70m 程度の機器が低価格で発売されている。価格は数十万円から百数十万円の範囲で、その性能に大きな差は見られない。この上位機種として測定距離が 120m のものも多数見られるが、導入コストが高額となることから、本ガイドでは取り上げないこととした。

一例として、低コストで導入可能なハンドヘルド型 Lidar_SLAM 計測器を以下に示す。

表 2-2 ハンドヘルド型 Lidar_SLAM 計測器一覧表

 <p>①</p>	社 名：FJDynamics 機 種 名：FJD Trion P1 測定範囲：40-70m 価 格：130 万円程度
 <p>②</p>	社 名：株式会社 F L I G H T 機 種 名：FLIGHT SCAN HANDY 測定範囲：40-70m 価 格：未公開
 <p>③</p>	社 名：GreenValley International 機 種 名：LiGrip O1 Lite 測定範囲：40-70m 価 格：170 万円程度 ※2025/10 に「LiGrip O2 Lite」が発売された
 <p>④</p>	社 名：株式会社マプリー 機 種 名：LA03-1 測定範囲：40-70m 価 格：30 万円程度+解析用アプリ代（1 万円/月）

※表の記述内容については 2025 年 10 月時点でのものである

いずれも計測範囲は同じであるが、価格面では④の LA03-1 が最も安価である。ま

た④の解析ソフトは、林業に適しており胸高直径や材積（47 都道府県別算出表付）などを容易に算出することが可能であり、森林調査等の他の業務での活用も可能となっている。

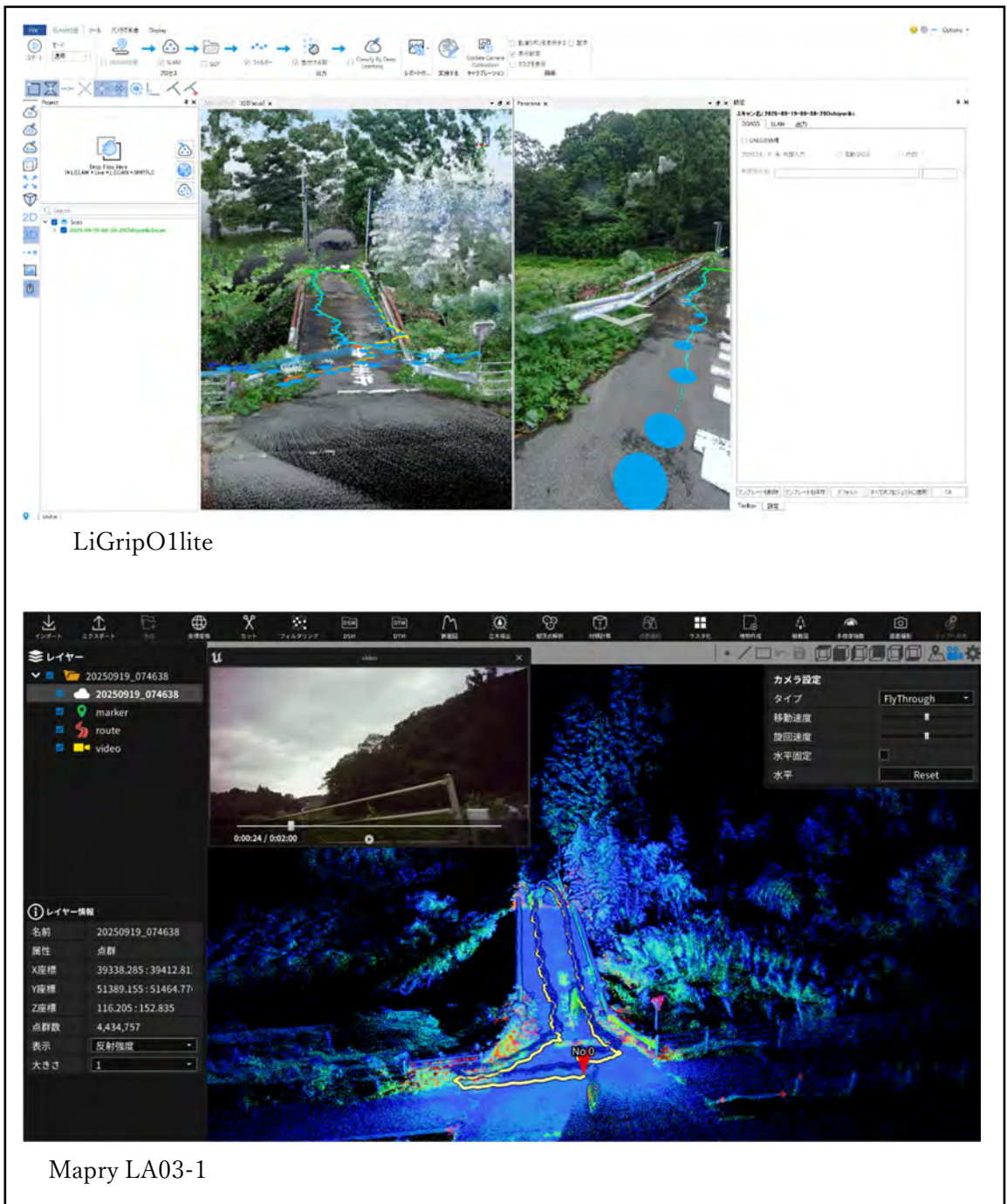


図 2-5 Lidar_SLAM 計測器による解析事例

点群測量ソフト 比較表





項目	Scaniverse	PIX4D_Catch	mapry	LiGrip O1 Lite
価格	無料	有料 (安価+解析ソフト)	有料 (安価+解析ソフト)	有料
公共座標付与	×	○ (RTK-GNSS併用)	○ (RTK-GNSS併用)	○ (後処理)
導入コスト	◎	△	○	△
小規模被災対応 (~20m)	○	○	○	○
大規模対応対応 (~100m)	△	△	○	○

(3) 点群編集用のソフト

点群編集については、3次元点群測量を行う解析用ソフトにもある程度の点群編集機能がある。ここでは、点群編集に特化したソフトについて代表的なもの2つを下表に示す。

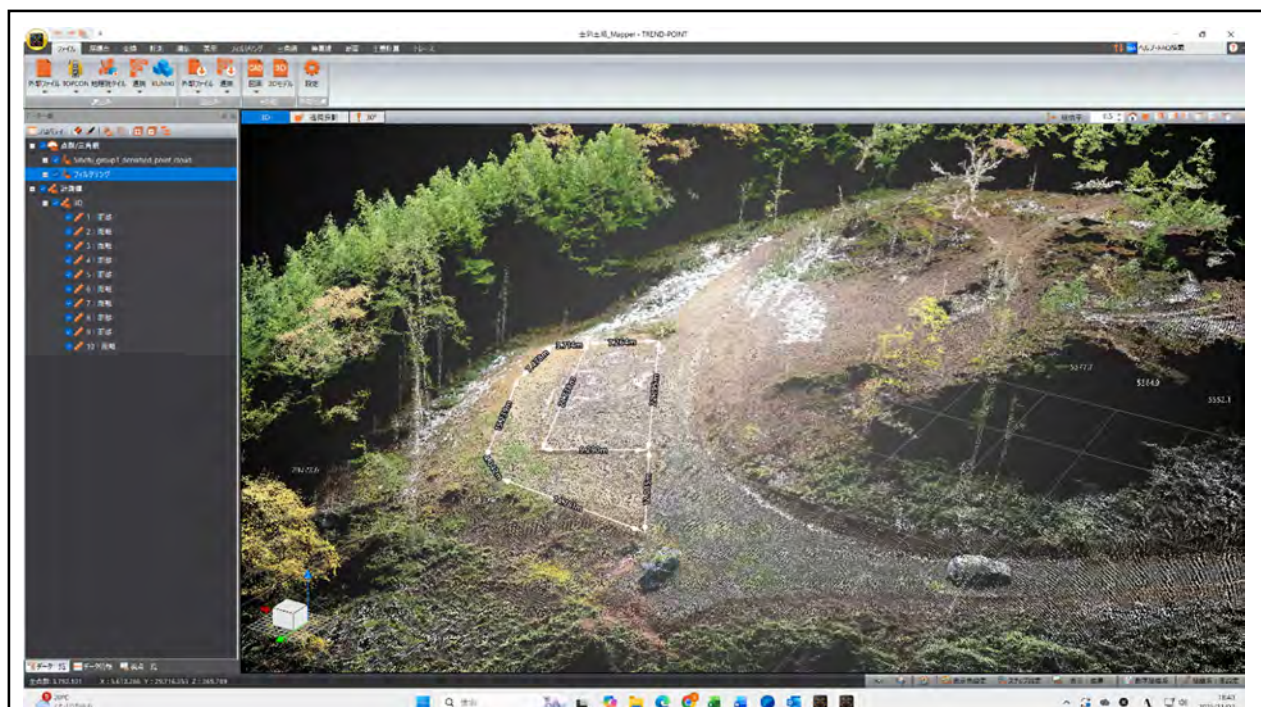
表 2-3 点群編集用のソフト一覧表

① TREND-POINT 	② CloudCompare 
福井コンピュータ株式会社	オープンソース
国土交通省が推進する「i-Construction」に対応した3D点群処理システムで、測量用のTREND-ONEと容易に連動可能である。	個人開発者によって開発されたオープンソースの無料のソフトであり、一般的な点群の編集や座標変換などが可能である。
約120万円+その他オプション代	無料

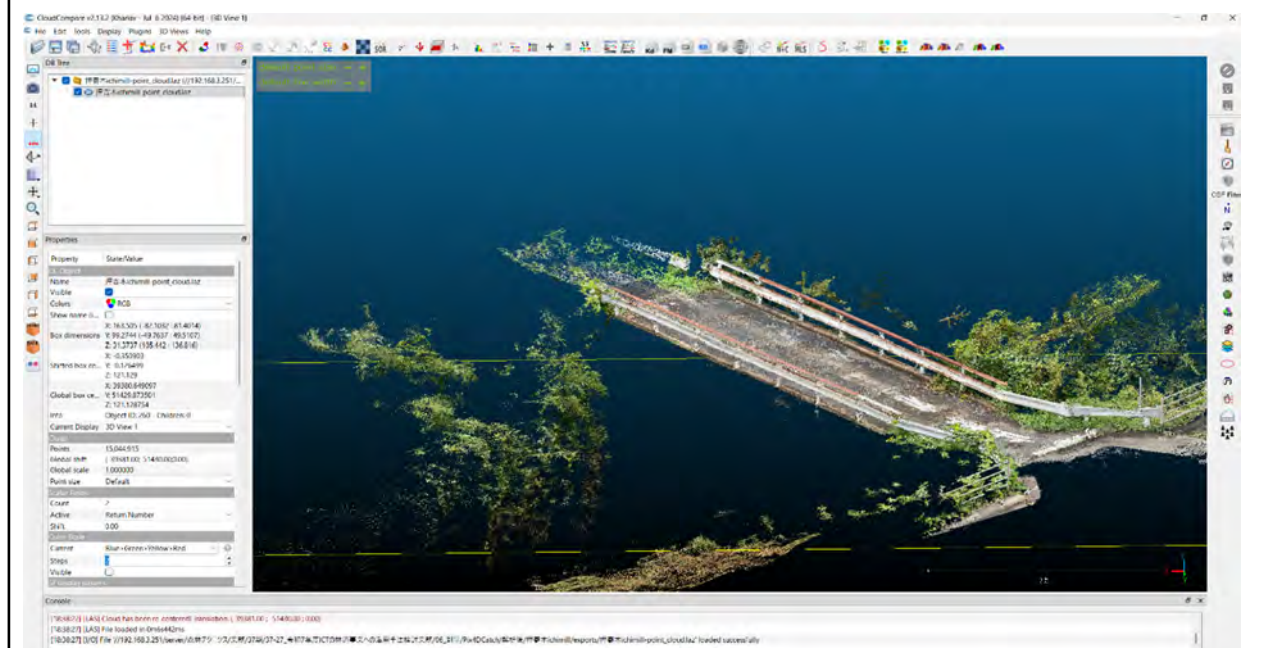
①のTREND-POINTは、国土交通省が推進する「i-Construction」に対応していることから、公共工事等への適性が高い。また、測量設計用のTREND-ONEとの連携が容易であることから、従来の測角測距法による測量成果や、設計データと容易に連携することが可能である。

一方、②のCloudCompareは、個人開発者によって開発されたオープンソースのソフトである。無料であることから、イニシャルコストがかからない点が大きな利点で

ある。また、無料のソフトであるが、点群のノイズ除去や座標変換、TINデータの作成等の機能を有している。よって、イニシャルコストを抑えて、一般的な点群処理を行いたい場合に適している。



TREND-POINT



CloudCompare

図 2-6 点群処理ソフトの事例

点群編集ソフト 比較表



項目	TREND-POINT	CloudCompare
価格	△ 有料(NETIS登録技術)	◎ 無料(オープンソース)
ノイズ除去・フィルタリング	○	○
座標変換	○	○
断面図作成	○	○(簡易レベル)
設計・計画との親和性	◎	△
成果品の様式等の適合性	◎	△

以上、別途マニュアル編では、iPhone Pro 及び iPad Pro を用いた測量方法として、Scaniverse、Pix4DCatch、Mapry を、点群編集ソフトとして CloudCompare と TREND-POINT を取り上げて、各ソフトの具体的な操作方法を示した。

3. 3次元点群測量の流れ

3次元点群測量から設計計画や維持管理等を含むGISでのデータ活用までの一般的な作業の流れを示すと以下のようになる。

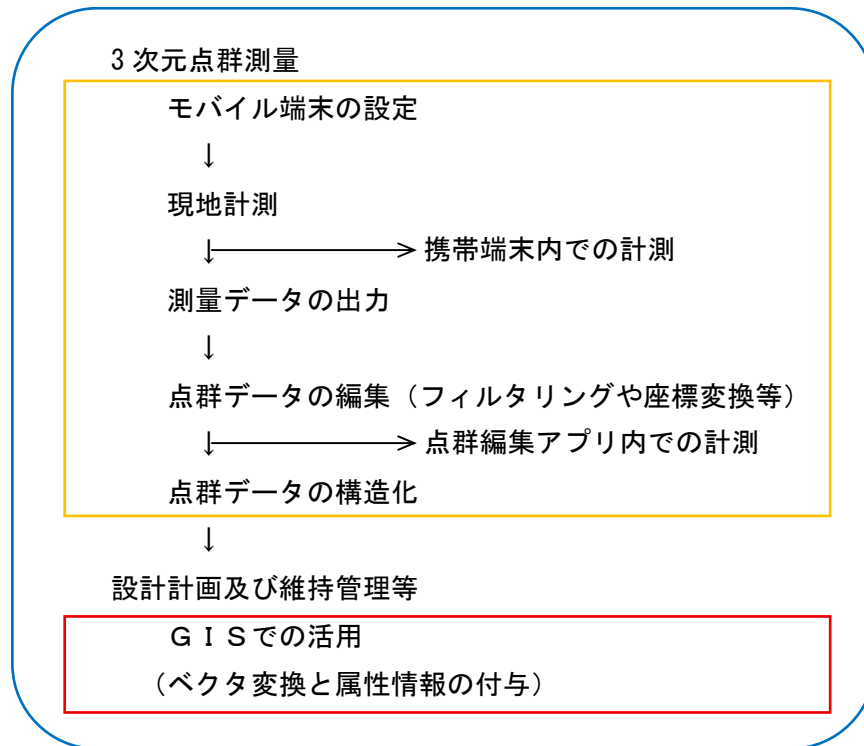


図 3-1 3次元点群測量フロー図

3-1 モバイル端末の設定

モバイル端末の設定では、使用するソフトによってその設定内容は異なり、特に設定を行うことなくソフトをインストールするだけで使用できるソフトもある。一般的に有料のサービスを使用する場合には、アカウントの設定が必要となり、ユーザーIDとパスワードを入力する人が多い。

一方、公共座標を取得可能なRTK-GNSS測量を行う場合には、ネットワーク上で補正情報を得るために、そのサービスへの登録と使用端末での設定を行う必要がある。

3-2 3次元点群測量

測量開始を指示し、対象物に向けてLidar_SLAM測量を開始する。多くのソフトで測量後には点群データの確認が可能であり、簡単な計測を行うことが出来る。

3-3 データの出力

それぞれのソフトの機能を用いてデータの出力を行う。出力するファイル形式はソフトにより多少の違いはあるが、一般的な拡張子（txt、csv、las、ply 等）での出力が可能である。

ただし、ソフトのインストールや計測が無料のものでも、データの出力を行うためには有料版へのアップグレードが必要なソフトもある。

3-4 点群データの編集

点群データの編集は、一般的には点群編集用のソフトで行う。

ここでは、対象物以外の点群の除去（フィルタリング）や任意座標系で計測されたものを公共座標へ変換する作業をいう。

また、点群編集用のソフトでは、対象物の規格を計測することや縦横断面の作成が目的である場合には、点群データから直接計測・作成することが可能である。

3-5 点群データの構造化

点群データの構造化は、一般的に TIN データ（Triangulated Irregular Network）の構築を行う。TIN データの作成は、点群編集が可能なソフトを用いて行う。

3-6 設計計画及び施設管理等での活用

設計計画や施設管理においては、点群データのみでの活用が困難である。設計の場合は CAD ソフトとの連携、維持管理では CAD もしくは GIS ソフトとの連携が必要となる。CAD や GIS で使用する場合には、構造化されたデータをベクタファイルに変更することが望ましい。このベクタファイルでは、ファイル構造が公開されているシェープファイル（拡張子：shp）等が望ましい。

4. 3次元点群測量方法

4-1 3次元点群測量の流れ

現地での3次元点群測量については、各ソフトにより多少の差はあるが、基本的にソフトの起動から新規計測、計測開始、計測停止の流れで行うこととなる。以下に、「iPhone Pro 及び iPad Pro による測量」、「RTK-GNSSを活用したときの測量」、「ハンドヘルド型 Lidar_SLAM での測量」に分けて、測量方法をまとめる。

(1) iPhone Pro 及び iPad Pro による測量

①ソフトの起動

iPhone Pro 及び iPad Pro 内でインストール済みのソフトを起動する。


②アカウントの設定（初回のみ）

計測データ及び各種設定内容を保存する場合には、アカウントを作成する必要があるものもある。


③新規計測の設定

各ソフト内の新規計測をタップする。

④計測の開始

各ソフト内の計測開始をタップする。動画の録画開始ボタン  と同じものが多い。

⑤計測の停止

各ソフト内の計測停止をタップする。動画の録画停止ボタン  と同じものが多い。

(2) RTK-GNSSを活用したときの測量

①事前準備

携帯の SIM カードの取得と、補正情報サービスへの登録が必要となる。携帯の SIM カードには、様々な規格（大きさ）のものがあることから、その取得に当たっては、対象機種にあったものを契約する必要がある。一般的には nanoSIM が多い。

②ソフトの起動

iPhone Pro 及び iPad Pro 内でインストール済みのソフトを起動する。

③アカウントの設定（初回のみ）

計測データ及び各種設定内容を保存する場合には、アカウントを作成する必要があるものもある。

④RTK-GNSSの設定を行う（初回のみ）

携帯電話のSIMカードを設置し、ネットワークから補正情報を取得するための以下の設定を行う。

- ・ユーザーID及びパスワード
- ・アドレス
- ・ポートNo
- ・マウントポイント

詳細については、次頁の「【参考】補正情報取得の設定」を参照のこと。

⑤RTK-GNSSの受信状況の確認

RTK-GNSSの受信状況として、ネットワーク（携帯電波）の受信状況と衛星データの受信状況を確認する。

衛星データの受信状況は、以下に示した「Fix」、「Float」、「Single」に分けられる。公共座標の精度を確保する場合には衛星データの受信状況が「Fix」になっていることを確認する必要がある。

Fix：固定解といわれる搬送波の波数が正しく確定されている状態。数センチメートル級の非常に高い精度。

Float：搬送波の波数が確定しておらず、実数として推定計算されている状態。数十センチメートルから1メートル程度の精度。

Single：単独測位といわれ、基準局からの補正情報がない、単独のGNSS受信機のみで測位している状態。数メートル級の精度で、最も低い

以下、「(1)iPhone Pro 及び iPad Pro による測量」の③へ続く。

【参考】補正情報取得の設定

RTK-GNSSの補正情報の設定で必要となる項目例

- ・ユーザーID及びパスワード
接続者の特定のため（契約者情報）
- ・アドレス
接続する補正情報提供サービスのアドレス
- ・ポートNo
接続している機器で使用しているソフトを特定するための番号
- ・マウントポイント（ソースリスト）
補正情報を得るGNSS測位システム（GPSやGLONASS等）の選択

契約コード [REDACTED]

ネットワーク型GNSSデータサービス登録通知書

■お申込プラン 定額プラン
※料金につきましては、弊社WEBサイトの料金表をご確認ください。

■サービス開始日 [REDACTED]

■登録アドレス [REDACTED]
メンテナンス情報など的重要なお知らせは、電子メールにて配信致します。
ご了承下さいますようお願い申し上げます。

■リアルタイムデータサービス

＜登録内容＞ 通信方式: Ntrip方式
通信装置: 通信カード
配信データ: RTCM V2.3&3, 2MSM5 (GPS+GLO+QZS)

＜センター接続情報＞

ユーザーID(登録番号) [REDACTED]
パスワード [REDACTED]

以下の情報は、お客様のご利用機器に応じて設定下さい。

アドレス [REDACTED]
ポートNo [REDACTED]

マウントポイント:

＜仮想点RTKデータ＞	＜電子基準点RTKデータ＞
① RTCM Ver3.2MSM5 (GPS+GLONASS+QZS) : JVR32M	① RTCM Ver3.2MSM5 (GPS+GLONASS+QZS) : JRR32M
② RTCM Ver3 (GPS+GLONASS) : JVR30G	② RTCM Ver3 (GPS+GLONASS) : JRR30G
③ RTCM Ver3 (GPS) : JVR30	③ RTCM Ver3 (GPS) : JRR30
④ RTCM Ver2.3 (GPS) : JVR23	

■専用WEB(会員専用サイトに入る為の情報になります)
URL: <http://www.jeroba.jp/member/>

ログイン名 [REDACTED]
パスワード [REDACTED]

会員専用サイトでは主に以下のサービスをご利用いただけます。
・後処理データサービス(有償) ・観測最適指数閲覧サービス(無償) ・ご利用明細閲覧サービス(無償)

図 4-1 ネットワーク型 GNSS データサービス登録通知書の例
(赤枠が設定に必要な情報)

(3) ハンドヘルド型 Lidar_SLAM での測量

①事前準備

「(2)RTK-GNSSを活用したときの測量」の事前準備と同じ。

②ソフトの起動

スマートフォンやタブレット等の管理用の機器に対象ソフトをインストールし、起動する。

③アカウントの設定（初回のみ）

契約情報確認のため、アカウントを作成する必要がある。

④計測器の接続

スマートフォンやタブレット等の管理用の機器と計測器を接続する。一般的に Wi-Fi や Bluetooth[®]を用いた接続が多い。

以下、「(2)RTK-GNSSを活用したときの測量」の④へ続く。



写真 4-1 Scaniverse での計測事例

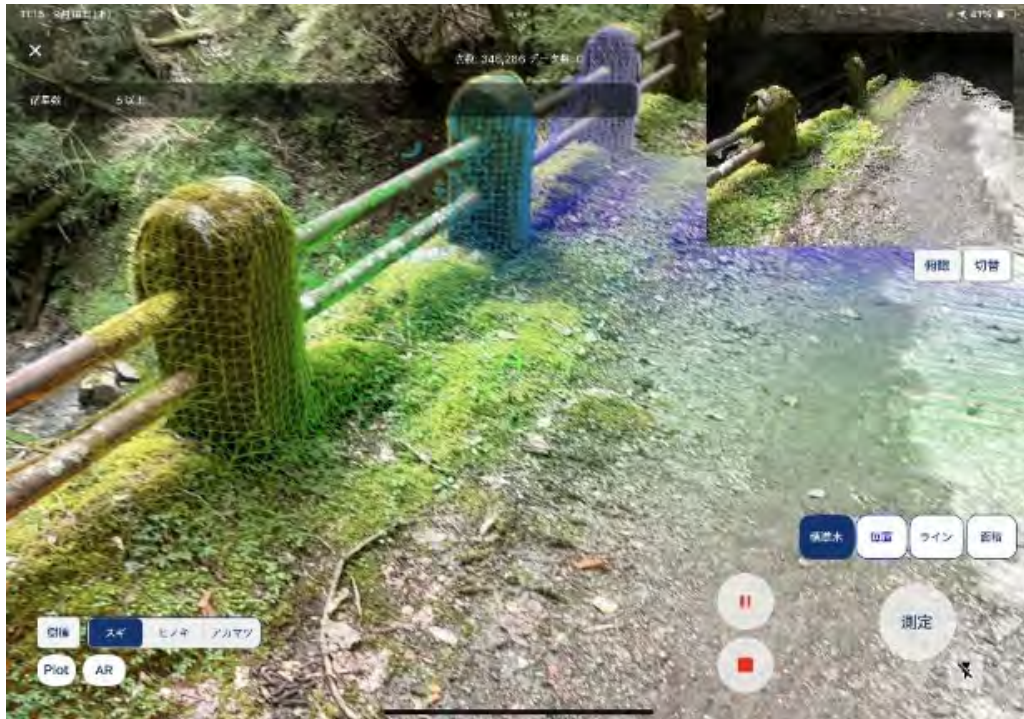


写真 4-2 Mapry での計測状況



写真 4-3 PIX4D_Catch での計測状況

4-2 測量における留意点

(1) Lidar_SLAM 測量共通の留意点

山間地において Lidar_SLAM による測量をする場合には、草本や細かい枝葉などによる影響が最も留意する点としてあげられる。Lidar_SLAM は特徴点としてある程度の面的な広がりが必要で、極端に細いものや常に揺れているようなものはノイズとして判断され、特徴点となり得ない。よって、小規模な構造物などで対象範囲が狭く刈り払いが容易な場合には、可能な限り植生を除去しておくことが望ましい。



写真 4-4 林道被災箇所の写真

図 4-2 被災箇所の点群データ

(両者を比較すると所々点群データの抜けた箇所が見られる。)

(2) iPhone Pro 及び iPad Pro を使用したときの留意点

iPhone Pro や iPad Pro に搭載されている Lidar_SLAM はその測定距離が 5m 程度であることから、対象物から 5m 以内の位置から計測する必要がある。よって、構造物の高さが 5m を超える様な場合は、自撮り棒などを活用して高所の計測を行うことが望ましい。



写真 4-5 自撮り棒を活用した高所の計測状況
(静岡県ホームページより)

【参考1】（測定速度と点群密度）

計測時の移動速度と点群密度の関係を把握するために、一例として iPhone Pro・iPad Pro を用いた測定結果（使用ソフト：Scaniverse）を以下に示す。

歩行速度は、早歩き程度の秒速 2m と、かなりゆっくりの秒速 1m で比較した。比較の結果、秒速 2m で 57 千点、秒速 1m で 84 千点とゆっくり歩いた方の点数が多い結果となった。しかし、秒速 2m でも概ね構造物（橋梁）の形状は確認できた。

よって、一般的な歩行スピードで計測可能であるが、より細かい点群データが必要な場合には、移動速度を遅くするとともに対象物までの距離を短くすることで、対象箇所
の点群密度を上げることが可能となる。

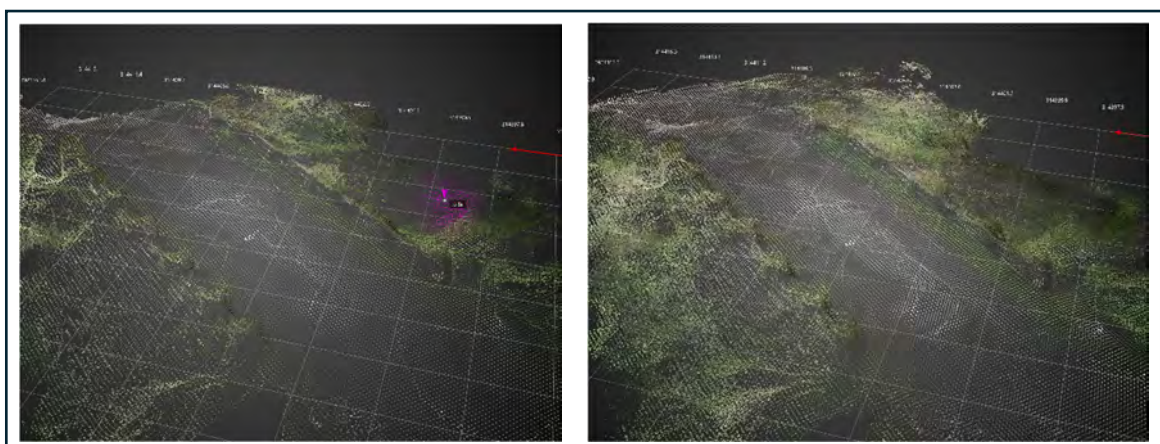


図 4-3 歩行速度の違いによる点群密度の違い
右：2m/sec（57 千点） 左：1m/sec（84 千点）

【参考2】（RTK-GNSS測量における上空の状況）

RTK-GNSSによる衛星データの取得には上空の開けた地形が必須となる。これについては、林道などの直上は開けているが両側に高木がある場合や、急峻な山腹斜面で片側（特に南側）が見通せない場合など、必要な衛星からの電波を受信できないことがある。

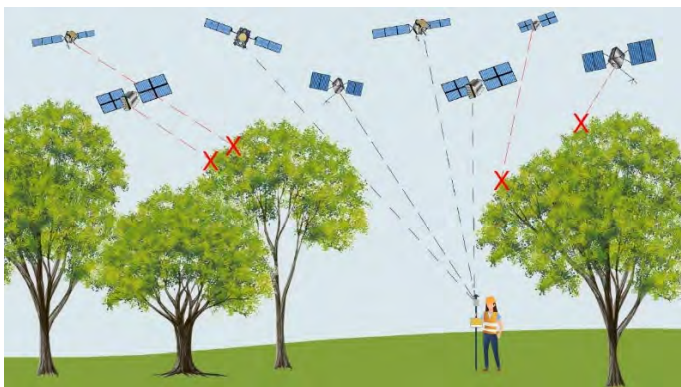


図 4-4 衛星からの電波が遮断されるイメージ図

【参考3】（測位システムの違い）

G N S S（Global Navigation Satellite System）には、各国により測位システムが異なる。最も有名なものがアメリカ合衆国で運用されているG P Sであるが、その他ロシアのG L O N A S S、E U（欧州連合）のG A L I L E O、中国のBeiDou、日本のQ Z S S（みちびき）などがある。

これら測位システムは、その運用開始時期や運用機数などが様々で、中国のBeiDouは、世界の測位システムの中で最も新しい2020年に運用を開始したものである。運用開始からまだ数年であるが、現在44機体制で運用されており、GPSの30機を上回る数である。よって、このBeiDouからの電波を受信することで、上空の開空率が低い場所においても、Fix解を得る可能性が高くなる。

以下に上空が樹冠で覆われた橋梁のLidar_SLAM測量結果を示す。



写真 4-6 上空が閉じている橋梁の状況

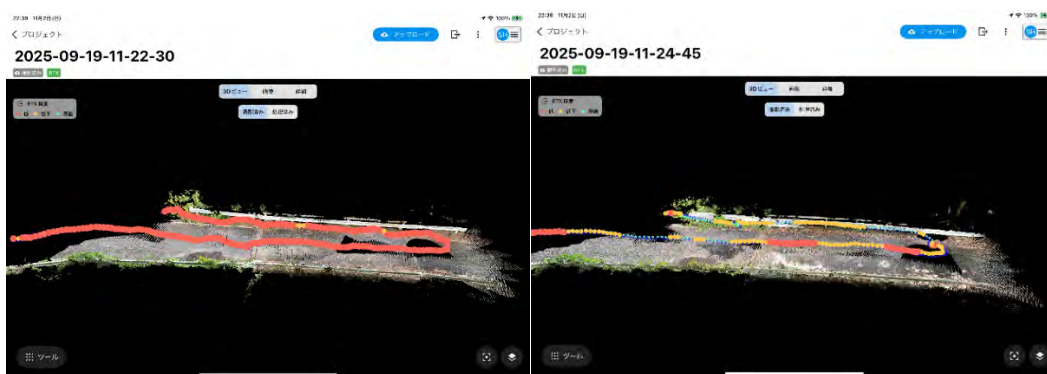


図 4-5 Lidar_SLAM 計測時の R T K - G N S S 精度分布図

右：G P S ・ G L O N A S S のみ（Fix 率 0%） 左：右+BeiDou（Fix 率 28%）

この結果、高度の低いG P S ・ G L O N A S Sでは、地形や樹冠の影響によりFix解を一つも得ることが出来なかったが、BeiDouを加えることでFix率が28%まで向上した。

5. データ出力及びデータの構造化

5-1 データの出力

データの出力は、基本的な点群データのファイルである、txt、csv、las、ply 等として出力することで、点群編集用のソフトでの活用が容易となる。

出力方法は、各ソフトにより多少異なるが、概ね「共有」や「エクスポート」の表示がされている場合が多い。

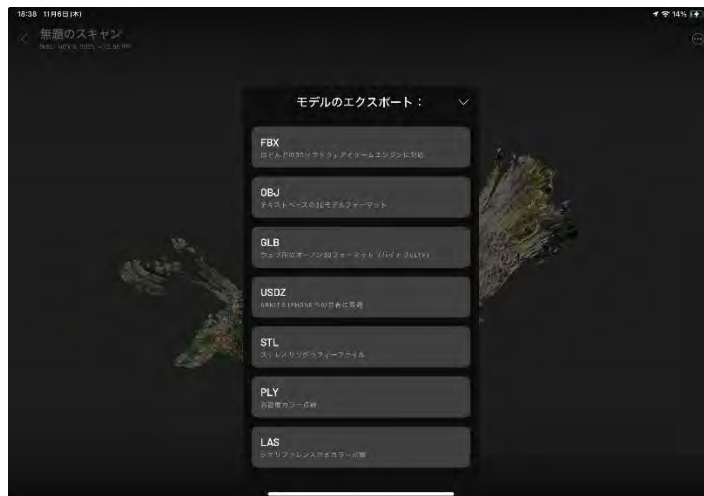


図 5-1 Scaniverse によるモデルのエクスポート画面

5-2 データの編集

データの編集では、取得した点群データの不要な点の除去と、点群の座標変換が主な作業内容となる。

(1) 不要な点の除去

不要な点の除去には、目的とする構造物以外の点群を除去するものと、地表面以外の点群（主として植生）を除去するもの（フィルタリング）がある。通常の点群編集ソフトにこれらの機能があり、効率的に実行することが可能である。

点群除去・・・座標により不要箇所を選択する方法や 3D ウィンドウ内で方形や矩形で不要箇所を選択する方法等により不要な点群を選択して除去する方法

フィルタリング・・・フィルタリングとは、点群編集ソフトに組み込まれているアルゴリズムにより、不要な点（グラウンドデータ以外）を自動で選択し除去する機能である。点群編集ソフトによっては、

測量法別（UAVレーザ、地上レーザ等）に概ね適切と考えられる各因子が設定されているものもある。

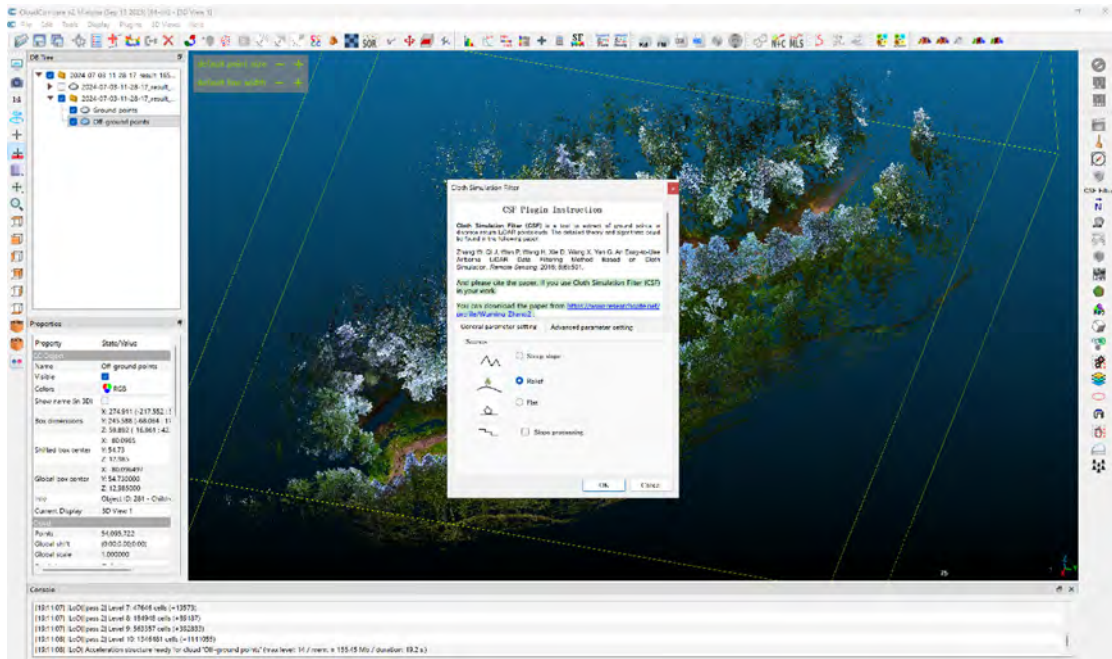


図 5-2 CloudCompare によるフィルタリングの設定画面

(2) 点群の座標変換

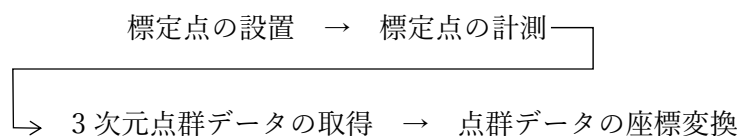
点群の座標変換は、任意座標系で測定された（RTK-GNSS測量を伴わない）Lidar_SLAM 測量では、必要となる作業である。また、RTK-GNSSによる計測が可能な機種であっても、ネットワークに接続できない場所（携帯電波の圏外）や衛星からの電波が十分受信出来ない場所（樹冠や急峻な谷底等）で測量する場合には必要となる。

点群の座標変換には、現地に標定点を設置する方法と、既存の点群データに合わせる方法がある。

・ 標定点を設置する方法

標定点は、座標が分かっている点を用いるもので、3次元点群測量の成果を公共座標としたい場合には、標定点についても公共座標で把握する必要がある。

標定点による座標変換では以下の流れで実施する。



標定点を観測区域周辺に設置し、その公共座標を計測する。計測方法は、既存の基準点から導き出す方法、もしくは、RTK-GNSS測量により把握する方法がある。近傍に基準点がない場合にはRTK-GNSS測量が効率的である。

標識等の設置では、点群データ上で標定点の位置を把握することを目的として設置する。標識については、ポールやスタッフ等の立体的なものや、対空標識等の平面的なものでもよい。平面的なものは、立体的でないことから、点群に色がついているものが望ましい。



写真 5-1 Lidar_SLAM の標定点に使用する標識の例



図 5-3 点群データ内での標定点の見え方

標定点の設置後、3次元点群データ測量を行い、点群編集用のソフトにより、点群内の標定点の位置を公共座標に変換する。

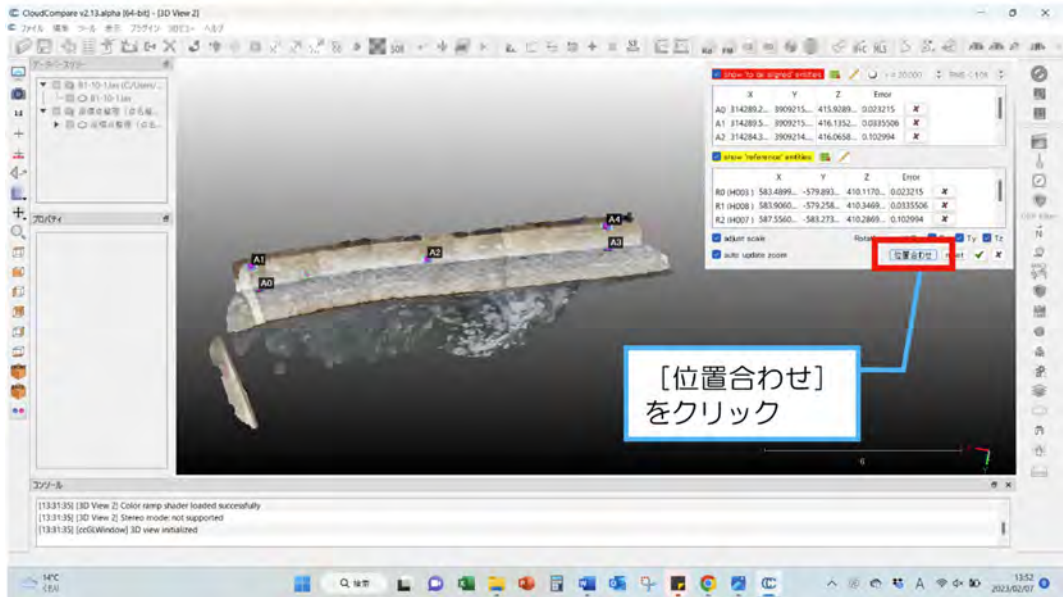


図 5-4 CloudCompare による位置合わせ（座標変換）の例

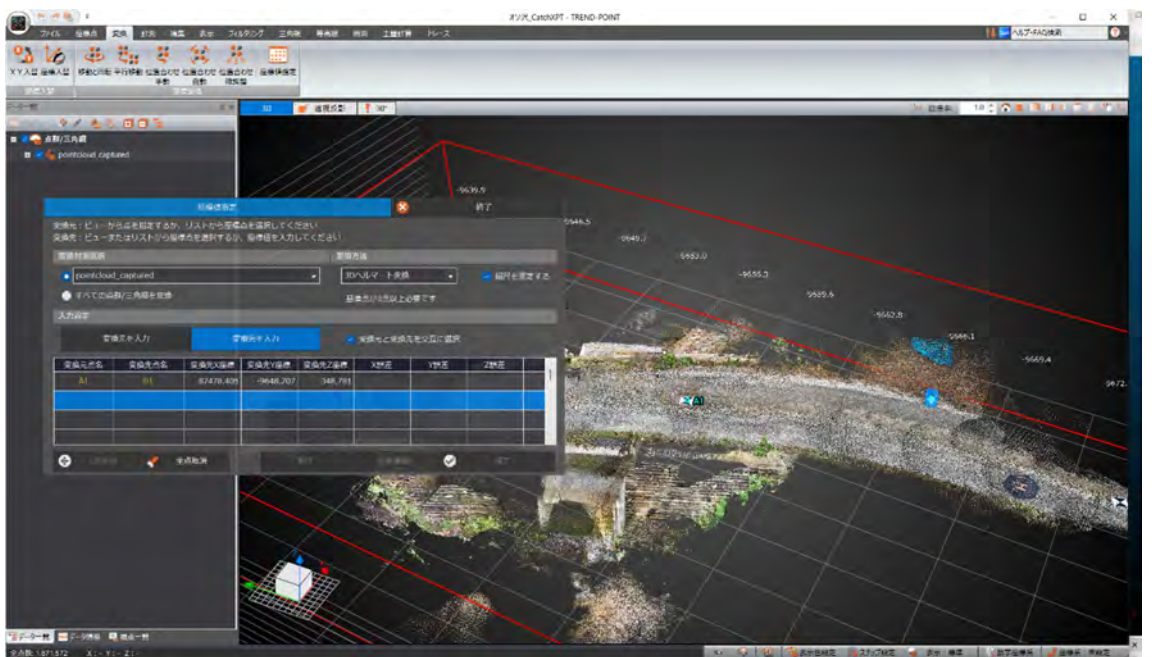


図 5-5 TREND-POINT による位置合わせ（座標変換）の例

・既存の点群データに合わせる方法

既存の点群データに合わせる方法は、0.5m メッシュ等の高密度の点群データが公開されている場合、その点群データから対象地の公共座標を取得し、計測後の3次元点群データを合わせる方法である。この方法の場合、前述した標定点による座標変換と比較して、誤差が大きい欠点があるが、RTK-GNSS測量を行う必要がないことから、低コストで行える方法である。

この留意点としては、橋梁などの溪流から浮いている構造物は、グラウンドデータ作成時に行うフィルタリングで橋梁の床版部が除去されている場合が多いことに留意する必要がある。

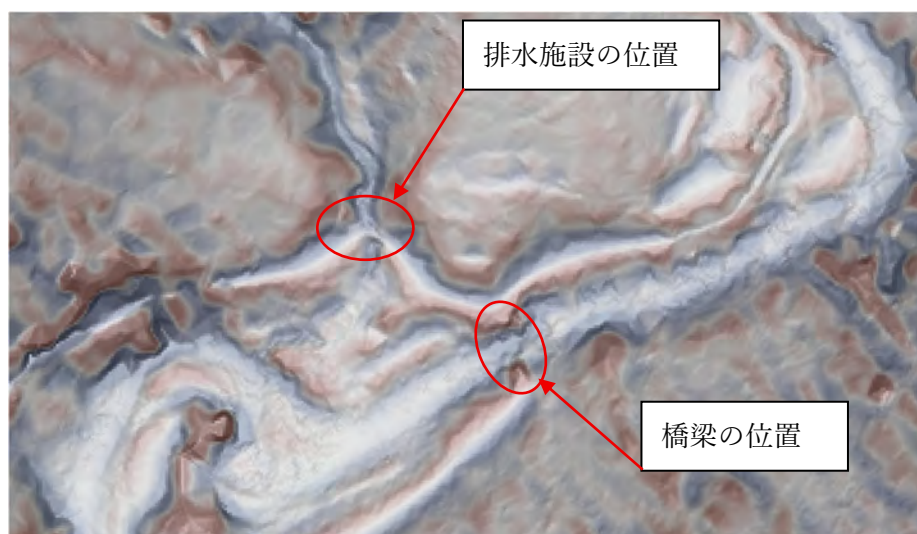


図 5-6 既存の点群データから座標を取得する方法 (CS 立体図)
(神奈川県により公開されている 0.5mメッシュのグラウンドデータ)

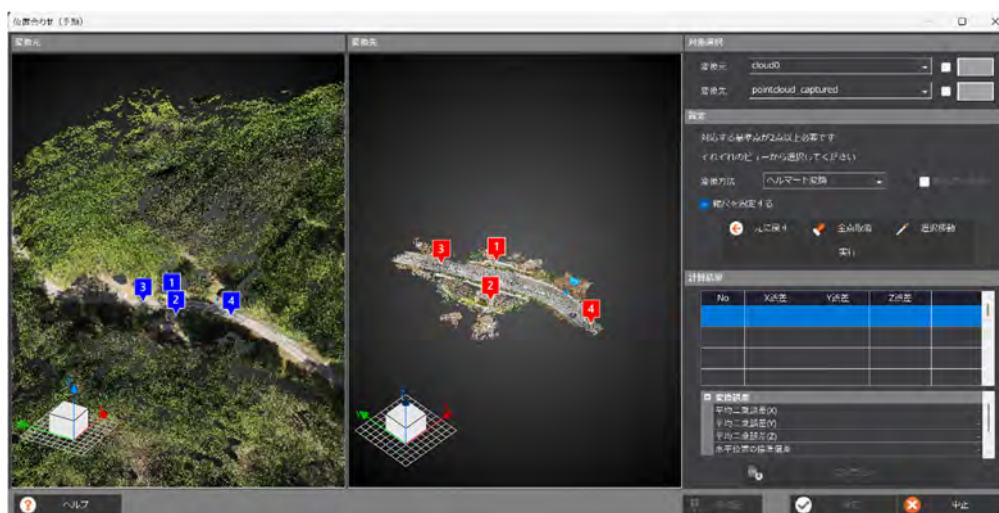


図 5-7 TREND-POINT による位置合わせの事例

5-3 データの構造化

データの構造化では、大量の「X,Y,Z座標の点」のデータを、より実用的で扱いやすい形に整理・変換する処理を行うものである。この作業では点群データの平準化等の点密度の調整を行い、最終的なデータ作成を行う。

グラウンドデータの場合、TIN (Triangulated Irregular Network : 不整三角形網)、ラスタデータである DEM (Digital Elevation Model : 数値標高モデル)、等高線データ等を作成する場合が多い。

- TIN データ

地表面を不規則に配置された多数の三角形の集合で表現するデジタルデータで、地形モデルとして使用されている。TIN データの長所はデータ効率と地形の正確な表現が上げられる。一方、ラスタデータの DEM と比較すると汎用性が低く、QGIS 等の対応していない GIS や解析ツールなども見られる。

- DEM データ

DEM データは、数値標高モデル (Digital Elevation Model)の略称で、地表面の標高をメッシュ状にデジタル化したファイルである。DEM データはメッシュ間隔を小さくすることでより詳細な地形を表現することが可能であることと、汎用性が高く、多くの GIS や解析で用いることが可能である。一方、格子サイズが一樣であるため、格子点間の地形が平準化されることから、地形変化の少ない地形と変化の多い地形が混在している場合は、適切なメッシュサイズの設定が難しくなる。

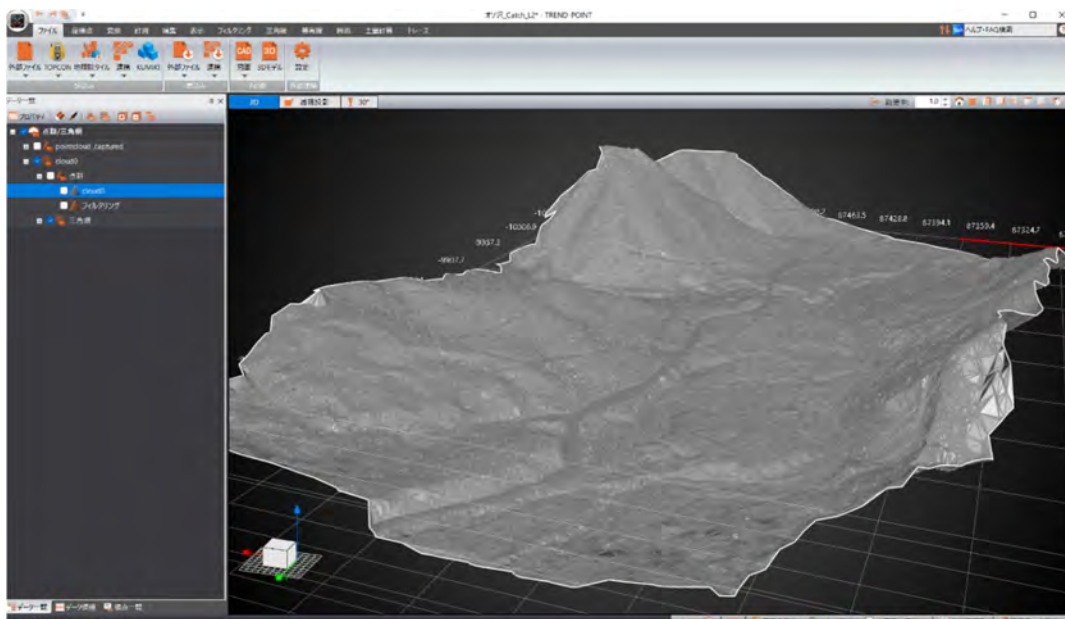


図 5-8 TREND-POINT による TIN データ作成事例

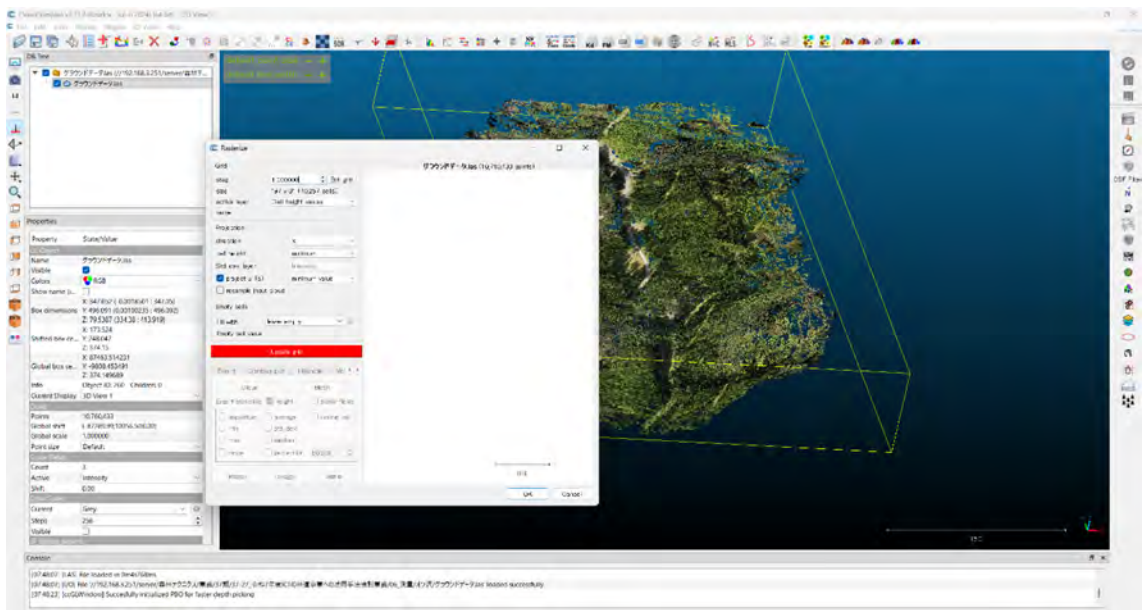


図 5-9 CloudCompare での DEM データ作成事例

6. 測量データの活用

3次元点群測量で得たデータについては、フィルタリングや構造化などの処理を経て、設計計画、施設管理、出来形管理等で活用可能となる。また、国や地方自治体など様々な機関で空間情報が取得されており、それは国土地理院で管理している「G空間情報センター」において公開されており、測量データと併せて活用することで、公共座標への変換や現況との差分解析などが可能となる。

よって、本項では、設計計画、施設管理、出来形管理についてまとめることとする。また、添付資料でGISの活用方法と併せて公開されている既存データの活用について示す。

6-1 設計計画

点群データを設計計画に活用する場合には、点群編集ソフトを用いて地形等の情報を取得する方法が一般的である。設計計画では、地形形状を抽出し構造物の検討を行うことや、異なる時期に取得した点群データを比較し、変化のあった土砂量を算出する（差分解析）ことなどを行う。

これら設計計画の作業について点群編集ソフトを用いた場合、データの構造化を行わず点群データのまま任意箇所の断面図等を作成することが可能となる。一方、GISソフトやCADソフトを用いて設計計画を行う場合には、TINデータやDEMデータへの変換が必要となるものが多い。

設計計画においてiPhone Pro・iPad Proやハンドヘルド型の計測器を用いた場合、比較的小面積で植生の影響の少ない、林道災害などで活用される場合が多い。この利点としては、携行が容易である点や短時間で計測が可能である点が上げられる。

(1) 地形形状の取得

構造物の検討を行う場合に地形の形状は重要な因子となる。3次元データとして面的に地形形状を取得した場合、測角測距法で取得した点的なデータと異なり、任意の箇所の地形形状を得ることができ、様々な構造検討が可能となる。また、その測量時間も測角測距法と比較して短時間に行える利点などがある。

ただし、山地において3次元測量を行った場合には、植生等の影響を受けやすく、正しい地形形状を得られない場合がある。以下に植生の影響を軽減するための留意点を示す。

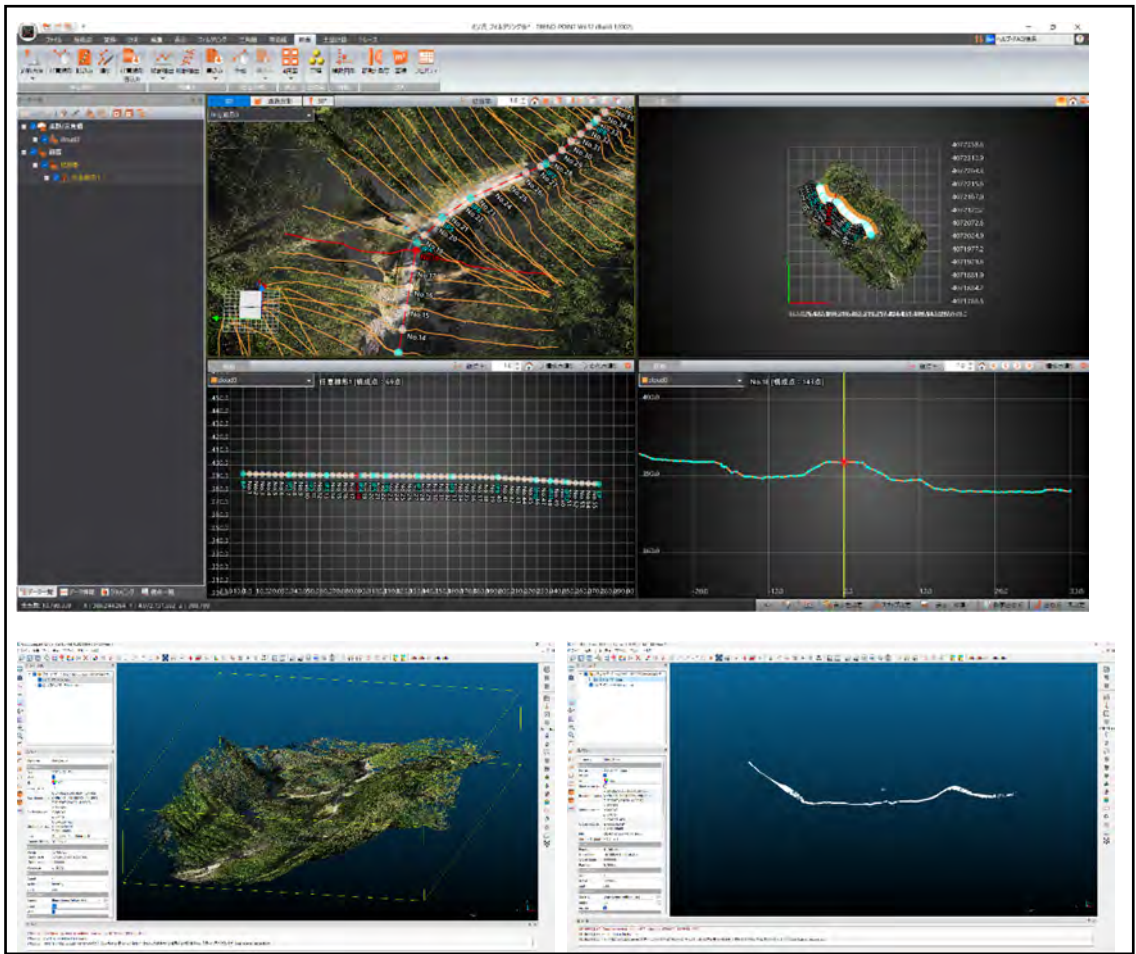


図 6-1 点群編集ソフトでの地形抽出（上：TREND-POINT、下：CloudCompare）

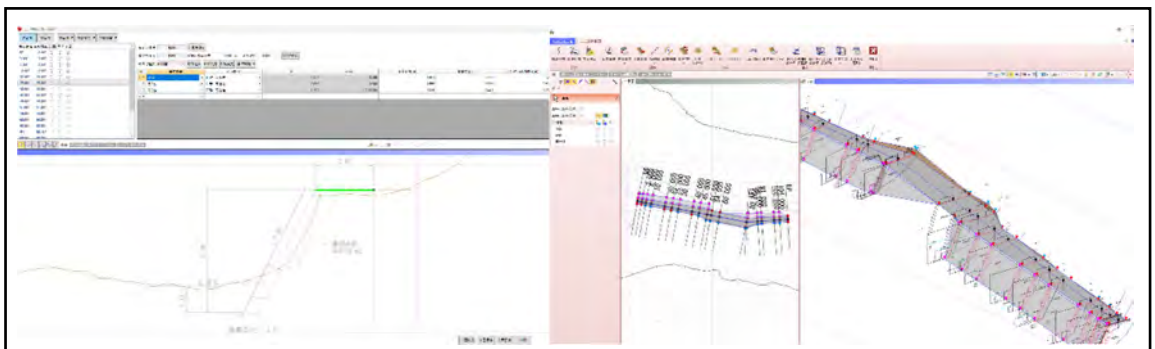


図 6-2 3次元モデル作成ソフトでの3次元設計（TREND-CORE）

・ 3次元データ取得時の留意点

Lidar_SLAM 測量を含むレーザによる測量技術は、光の反射に要する時間により距離を把握するため、光が通過する空間が必要となる。よって、山間地域のよう
に、植生等の遮蔽物の影響を考慮する必要がある。

これら遮蔽物の影響は、測定器械の性能によって異なる。ただし、測定器械の性能にかかわらず、対象物（地盤等）までの距離と遮蔽物（植生等）の状況に依存する。具体的には、下層植生等の成立が密な場合には可能な限り対象物（地盤等）に近い状態でゆっくりと計測することが望ましい。また、下層植生については、可能な限り刈り払い等により除去することが望ましい。

- 点群密度の高い機種で測量する
- 対象までの距離を短くする
- 機械をゆっくり動かして測量する
- 植生を可能な限り刈り払う



写真 6-1 iPad Pro での 3次元データ取得状況

・ フィルタリングの留意点

フィルタリングについては、点群編集ソフトで地盤データを取得するためにある程度の因子が設定されている。このフィルタリングでは、データの特性と目的を明確にする必要がある。

データの特性とは、地形条件や植生の成立状況などがある。地形条件では起伏の大小による影響が大きい。地形や植生の条件に合わせてフィルタリングのパラ

メータを適性に設定する必要がある、これにより誤判定を減少させることが可能となる。

フィルタリングの基本的な手法及びパラメータ設定の留意点を以下にまとめる

フィルタ手法選定の留意点

○最低点フィルタ

単純な手法であるが、起伏や人工物に弱い

○TIN ベース (Progressive TIN Densification)

地形追従性が高いが、初期条件設定が重要

○モルフォロジーフィルタ

構造物除去に有効だが、微地形が失われやすい

○クラスタリング・機械学習

パラメータ調整・教師データの品質に依存

パラメータの設定

○近傍半径／格子サイズ

大きすぎ → 地形が丸まる

小さすぎ → ノイズ残存

○高さ差閾値

地盤起伏とノイズの区別を意識

○反復回数

過剰反復による地盤削り込み（本来の地盤データを除去する減少）に注意

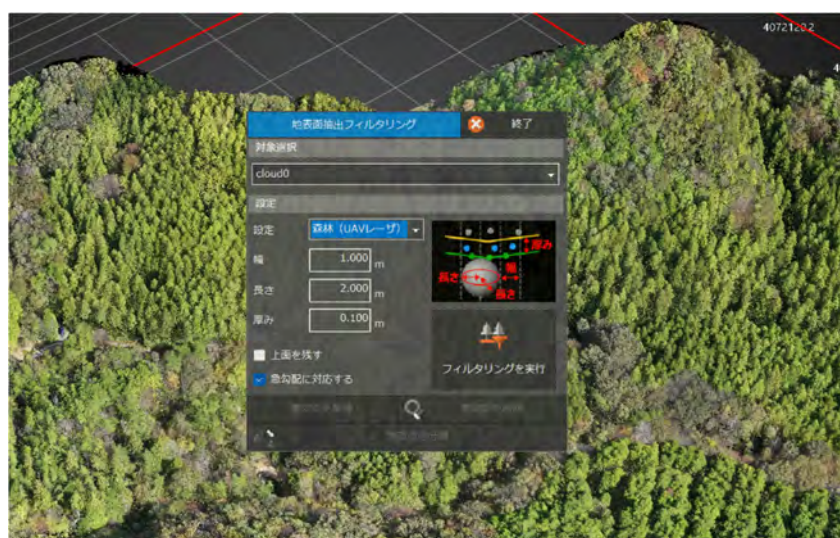


図 6-3 TREND-POINT のフィルタリング事例

(2) 差分解析

差分解析は、異なる時期や条件で取得した3次元点群やDEMなどの空間データを、同一の座標系・基準に統一したうえで比較し、位置や高さの差から地盤変位、侵食・堆積量、構造物の変形などの変化を定量的に把握する解析手法である。

差分解析では、単純にデータ同士を引き算するのではなく、座標系や標高基準の統一、精度の異なるデータ間の位置合わせ(レジストレーション)が前提条件となる。これらが不十分な場合、実際には変化していない場所でも見かけ上の差が生じ、誤った解釈につながる。また、地盤のみを比較するのか、植生や構造物を含めた表面を比較するのかといった比較対象の定義を明確にすることも重要である。

さらに、点密度やノイズ、季節変化による植生の違いなど、取得条件の差が解析結果に影響するため、外れ値除去やフィルタリング、検出限界の設定などの処理に留意する必要がある。差分解析の本質は、処理や誤差による見かけの差を排除し、実際に生じた地形・構造物の変動のみを抽出・評価する点にある。

以上を踏まえ差分解析の留意点を以下に示す。

○位置合わせ(レジストレーション)

位置合わせの誤差が地盤変化となる可能性があるため非常に重要であり、特に標高(高さ)の違いに留意する必要がある。

○点密度や取得条件の違い

点密度や取得条件が異なる点群データを比較した場合、地形の変化点などのずれなどから、実際に変化していない箇所を変化したものと誤判断する可能性があることから、可能な限り測量方法や点群密度が同じ点群データを使用することが望ましい。

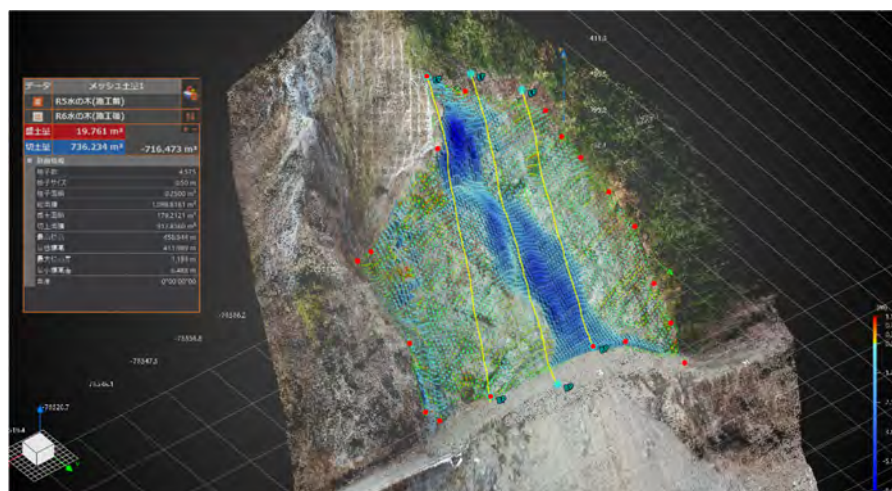


図 6-4 TREND-POINT による差分解析事例

6-2 施設管理

施設管理では、橋梁や擁壁などの構造物を対象に現況や公共座標によりその設置位置を把握するために行う。以下に、現況の把握、規格の把握、設置位置の把握に分けてその留意点等をまとめる。

(1) 現況の把握

現況把握を目的とする場合には、測量結果の点群データに色がついていることが望ましい。現実に近い色で確認した場合には、植生の成立範囲や岩と土の違いなどが明確となる。これは、iPhone Pro や iPad Pro による測量では可能であり、その他ハンディタイプの Lidar_SLAM 測量機器でも多くの機種で点群の着色が可能となっている。

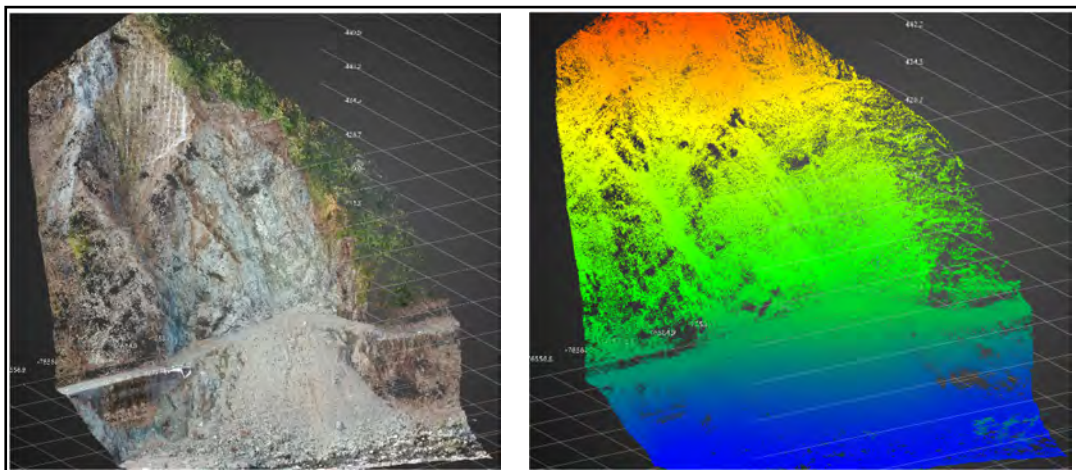


図 6-5 実際の色で着色したデータ（左）と高度分布で着色したデータ（右）

(2) 規格の把握

規格の把握では構造物の寸法や設置箇所などの状況を把握する。正確な寸法を把握するためには、構造物の端辺や角に十分な点群があることが重要となる。これは点密度に依存しており、測定機器の性能、測定速度、測定位置などを十分考慮して測量する必要がある。



図 6-6
簡易のり砕工の砕規格の確認事例

また、古い既存の施設を測量する場合、植生により覆われている可能性が高い。こういった場合、可能な限り植生を刈り払い、構造物の端辺や角がはっきりと識別できるようにすることが望ましい。これと併せてポールなどを角等に当てることにより点群データ内で端辺や角を識別しやすくなる。



写真 6-2 植生の刈り払いと角にポールを当てて測量している事例

測量結果を用いて、3次元点群測量ソフトや点群編集ソフト内で計測を行うが、この計測時にも誤計測となる事例が発生する。構造物の規格を計測するとき、実際の構造物と違う点を選択することにより、正確な計測とならない事例である。これは、真上から見た場合、構造物の端点を選択しているように見えるが、角度を変えると、構造物ではない点を選択することにより発生する。よって、計測点を選択するときに様々な角度や表示倍率により計測点を確認することで防止することが可能となる。また、構造物以外の点群の除去を丁寧に行うことでも防止可能である。

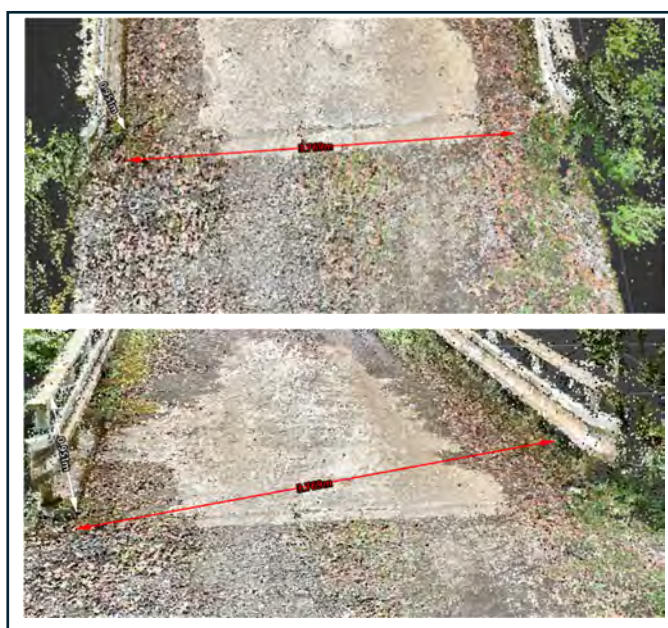


図 6-7 誤計測の事例

上から見た寸法線：上
横から見た寸法線：下

寸法把握での留意点

○測量精度の確保

構造物の端辺及び角を把握可能な測量成果を得るため、測量機器の性能、計測速度、計測位置等に留意する。

○植生の影響を防止する

可能な限り植生を刈り払うことで、構造物の形状を正しく把握することが可能となる。併せて端辺や角にポールなどを設置することも望ましい。

○誤計測の防止

点群内での計測点の選定には、様々な角度及び表示倍率で決定することと、構造物以外の点群の除去を丁寧に行うことで防止可能である。

(3) 設置位置の把握

施設管理における設置位置の把握については、計測時にRTK-GNSS測量等により正確な位置を把握する方法と、計測範囲内に標定点などの位置が分かっている点を設置する方法、既存の地形データなどを基に座標変換を行う方法などがある。

これらについては、下記の様に前述した内容を確認し計測を行うこととする。

RTK-GNSS測量：「4-2 計測における留意点」内の【参考1】及び【参考2】
標定点を設置する方法：「5-2 データの編集 (2) 点群の座標変換」内の「標定点を設置する方法」

既存のデータから座標変換する方法：「5-2 データの編集 (2) 点群の座標変換」内の「既存の点群データに合わせる方法」

6-3 出来形管理

3次元点群データを出来形管理での活用においては、他の活用方法と同じ管理に要する時間及び人員の削減等の利点に加え、他の活用方法では最も障害となっていた植生の影響が少ない点が特筆される。現在林野庁では、3次元点群データによる管理に適したいくつかの工種を対象として、出来形管理を運用している。ここでは、現在実施されている対象工種を確認すると共に、3次元点群データによる出来形管理の留意点、実施事例をまとめることとする。

(1) 3次元点群データに対応している工種

施設の出来形管理については、3次元点群データによる出来形管理の測定箇所や規格値、判断基準などが、「森林整備保全事業施工管理基準」内でまとめられており、令和7年度時点では以下の工種が示されている。

○第3編 森林土木工事共通編

第2章 土工

第1節 適用

- 3-2-1-6-2 掘削工（面管理の場合）
- 3-2-1-7-2 盛土工（面管理の場合）
- 3-2-1-11-2 残土処理工（面管理の場合）
- 3-2-1-12-2 路体盛土工（面管理の場合）

第4章 一般施工

第14節 法面工

- 3-4-14-2-2 植生工（面管理の場合）
- 3-4-14-4-3 法枠工（面管理の場合）

○第4編 治山防潮工等

第5章 砂丘造成

第4節 森林造成

- 4-5-4-1-2 生育基盤盛土工（面管理の場合）

○第5編 溪間・山腹工等

第5章 山腹工

第13節 伏工

- 5-5-13-1-2 伏工（面管理の場合）

表 6-1 出来形管理基準例（残土処理工）

2	残土処理工 (雨管理の場合)			平均値	個々の 計測値	<p>1. 3次元データによる出来形管理を実施する場合、発注者が指定する基準に規定する計測精度・計測密度を満たす計測方法により出来形管理を実施する場合に適用する。</p> <p>2. 個々の計測値の規格値には計測精度として±50mmが含まれている。</p> <p>3. 計測は天端面と法面（小段を含む）の全面とし、全ての点で設計面との標高較差を算出する。計測密度は1点/m²（平面投影面積当たり）以上とする。</p> <p>4. 法肩、法尻から水平方向に±5cm以内に存在する計測点は、標高較差の評価から除く。</p> <p>5. 評価する範囲は、連続する一つの面とすることを基本とする。規格値が変わる場合は、評価区間を分割するか、あるいは規格値の条件の最も厳しい値を採用する。</p>	<p>3-2-1-11</p>
		天端	標高較差	±50	±150		
		法面（小段含む）	標高較差	±80	±190		

(2) 3次元点群データによる出来形管理の留意点

前項の「6-2 施設管理」で述べたように、3次元測量では、構造物の端辺や角を正確に把握することが難しい。よって、現行の出来形管理基準では、法肩や法尻等の形状の変換点を除外する対策や、面として判断される箇所間の測定とする対策などがとられている。

事例1（変化点を除外する対策）

法面や残土処理場等の造成された地形を測定する場合の測定箇所について、のり肩、のり尻、ステップ等の勾配の変化点から±50mm 以内の箇所は評価から外してもよい。

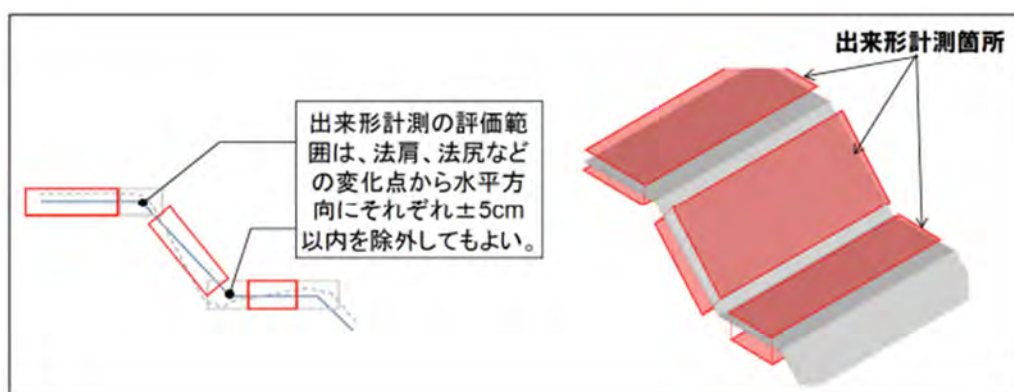


図 6-8 法面や残土処理等の測定箇所模式図

事例2（面として判断される箇所間の測定とする対策）

角を正確に把握できない場合を考慮して、法枠工における枠の幅は縦面間の距離を計測し、高さは上面と地面間の距離を計測する。

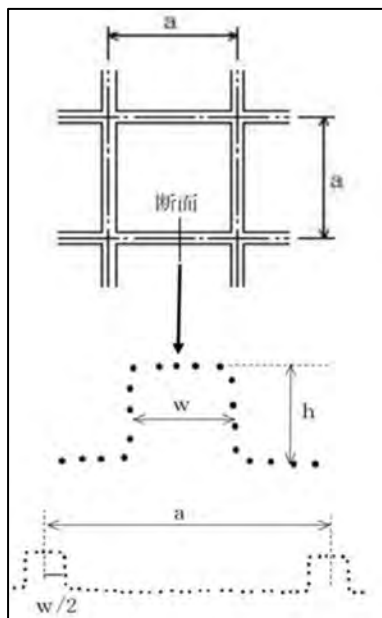
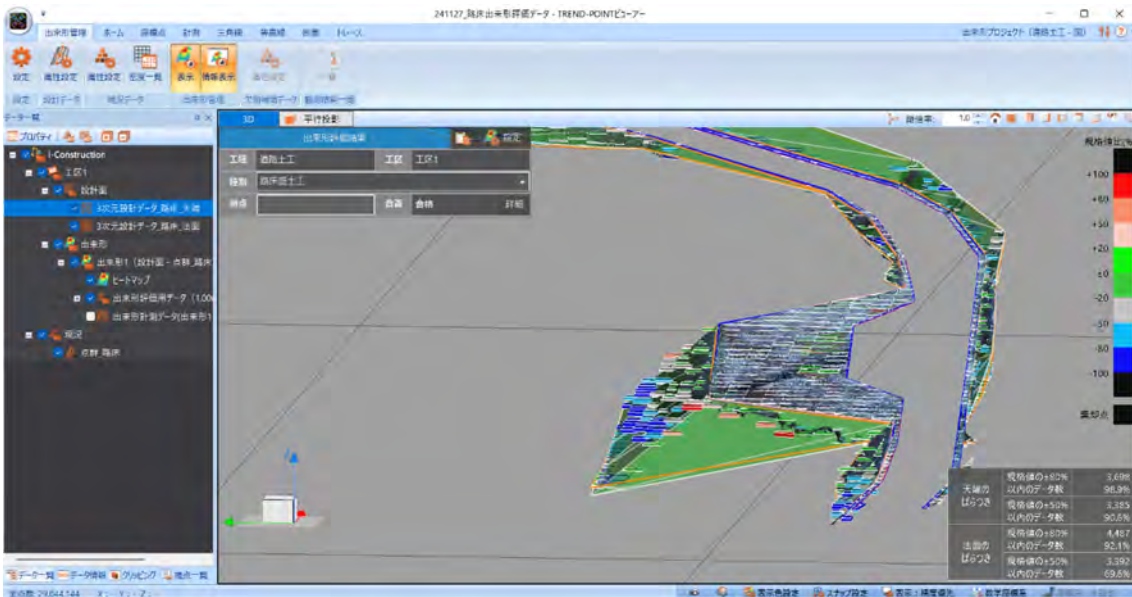


図 6-9 法枠工の枠間測定箇所模式図

(3) 出来形管理での活用事例

出来形管理における活用事例はまだ実施例は少ないが、徐々に増加傾向にある。これら事例は、林野庁のホームページ内に「森林土木分野における ICT 施工及び 3 次元データの活用」というページがあり、その中に「事例集」として、令和 5 年から林道事業と治山事業に分けて活用事例が掲載されている。ここでは、「令和 6 年度 ICT を活用した施工の確立に向けた調査事業」において収集した事例の一部を示す。

事例 1 林道専用道工事の路床盛土工の出来形管理例

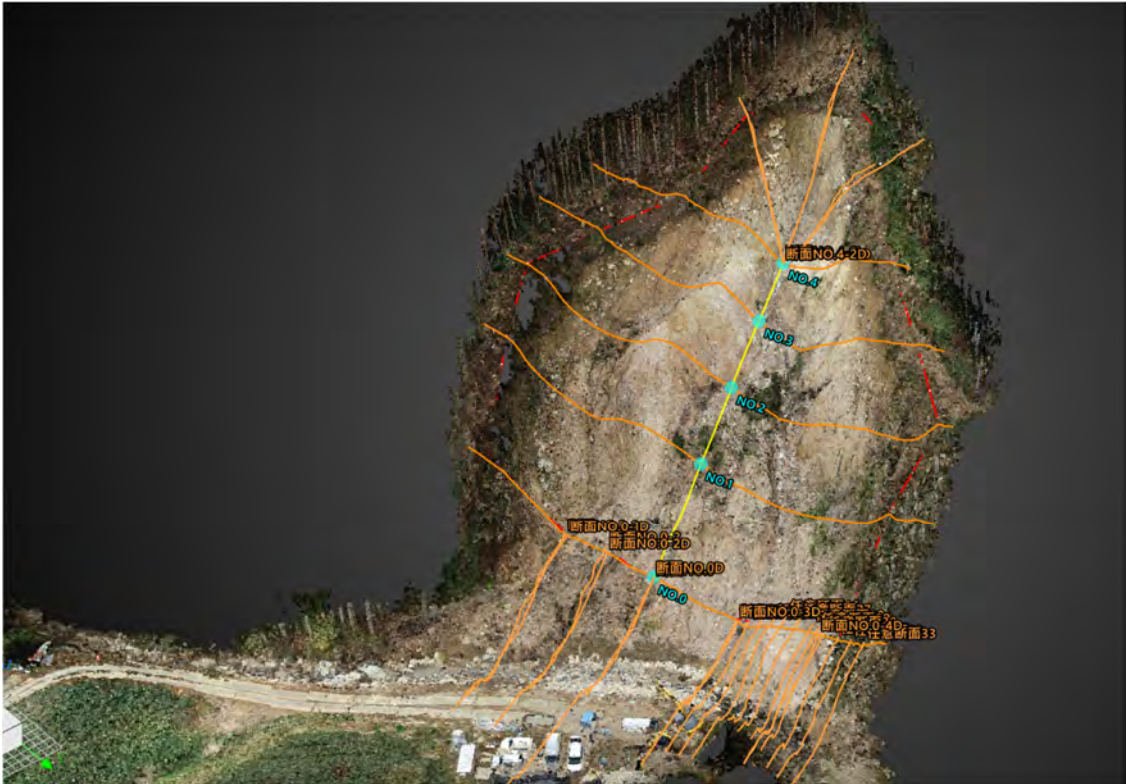


様式-31-2

出来形合否判定総括表

工種		道路土工		測点													
種別		路床盛土工		合否判定結果													
				合格													
測定項目		規格値	判定														
天端 標高較差	平均値	30.0mm	± 50mm														
	最大値(差)	144mm	± 150mm														
	最小値(差)	-144mm	± 150mm														
	データ数	3,738	1点/m2以上 (1,170点以上)														
	評価面積	1,169.5m2															
	棄却点数	0	0.3%以内 (11点以下)														
法面 標高較差	平均値	-4.4mm	± 80mm			<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">天端のばらつき</td> <td>規格値の± 80%以内のデータ数</td> <td>3,698</td> <td rowspan="2">法面のばらつき</td> <td>規格値の± 80%以内のデータ数</td> <td>4,487</td> </tr> <tr> <td>規格値の± 50%以内のデータ数</td> <td>3,385</td> <td>規格値の± 50%以内のデータ数</td> <td>3,392</td> </tr> </table>		天端のばらつき	規格値の± 80%以内のデータ数	3,698	法面のばらつき	規格値の± 80%以内のデータ数	4,487	規格値の± 50%以内のデータ数	3,385	規格値の± 50%以内のデータ数	3,392
	天端のばらつき	規格値の± 80%以内のデータ数	3,698						法面のばらつき	規格値の± 80%以内のデータ数		4,487					
		規格値の± 50%以内のデータ数	3,385					規格値の± 50%以内のデータ数		3,392							
	最大値(差)	187mm	± 190mm														
	最小値(差)	-187mm	± 190mm														
データ数	4,872	1点/m2以上 (3,120点以上)															
	評価面積	3,119.6m2															
	棄却点数	0	0.3%以内 (14点以下)														

事例2 治山事業におけるのり切工の出来形管理例



(様式 - 7)

出来形管理図表

工事名 20231119 出来形評価

測点

工種 共通工事 - 掘削工

合否判定結果 合格



マ ニ ュ ア ル 編

1. モバイル端末用測量ソフト

1-1 Scaniverse

1-2 PIX4DCatch

1-3 Mapry

2. 3次元点群編集用ソフト

2-1 TREND-POINT

2-2 CloudCompare

3. 点群データの活用

3-1 公開データの活用

3-2 GISソフトによる活用 (QGIS)

3-3 出来形確認での活用事例

3-4 林道災害での活用事例

1. モバイル端末用測量ソフト

1-1 Scaniverse

○Scaniverse の特徴

Scaniverse は、現実の物体や空間をスマホで手軽に 3D データ化できる無料アプリである。Lidar_SLAM による空間スキャンのほか、フォトグラメトリ技術を用いて高精細な独立モデルを生成可能である。「Splat」モードでは、従来のメッシュ処理が苦手とした光沢物や反射もフォトリアルに再現可能となった。OBJ や LAS 等で出力が可能で、点群編集ソフトで編集することも出来る。



○Scaniverse で出来ること

- ・ iPhone 及び iPad に搭載された Lidar_SLAM センサーとカメラを活用し、物体等を手軽に高精度な 3D データとして記録活用可能な無料のソフトである。
- ・ 測量方法に 2つのモード (Splat とメッシュ) があり、目的に応じて選択可能である
- ・ 測量したデータをソフト内で編集が可能で、不要な部分を切り取る (Crop) 作業や点群カラーの明るさ・コントラスト・シャープネス等の調整を行うことが可能である。
- ・ 測量データの計測が可能である。
- ・ 測量したデータをオブジェクトとして、現実の風景に重ねて表示する AR (拡張現実) 表示が可能である。

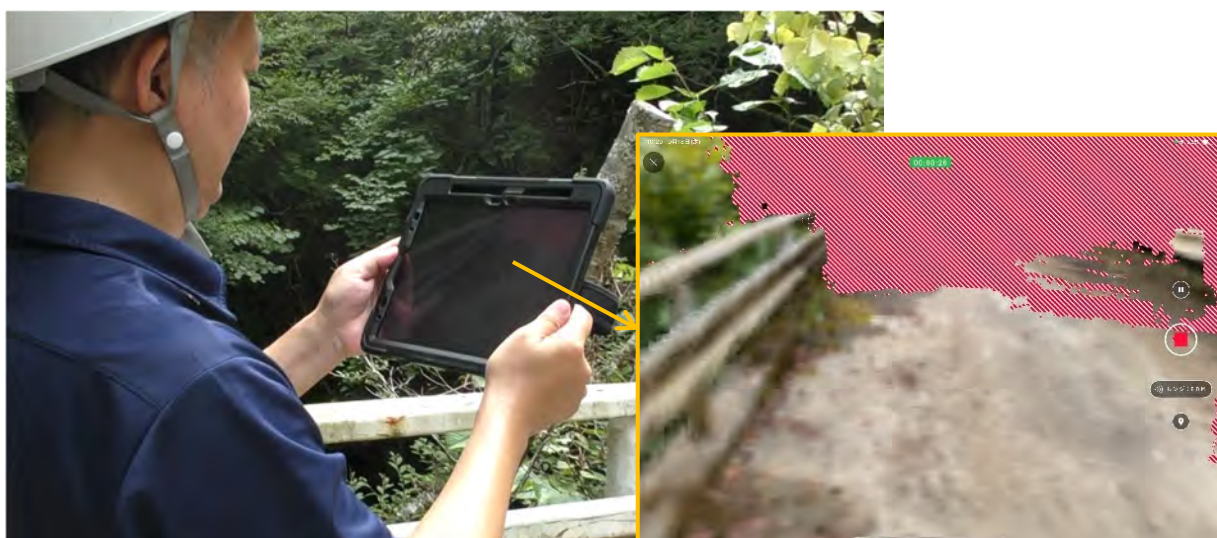


写真 1-1 Scaniverse による測量実施事例

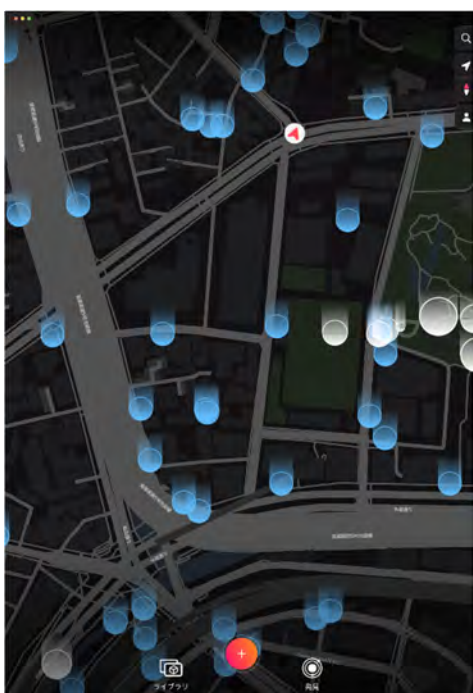
1-1-1 インストール方法

App Store から Scaniverse - 3D Scanner をダウンロードして、インストールする。



1-1-2 基本操作方法

① 起動



ソフトを起動すると左図のように、現在地周辺の地図と表示範囲内で公開された計測結果が表示される。画面内には以下の3つのボタンがある。



計測開始ボタン

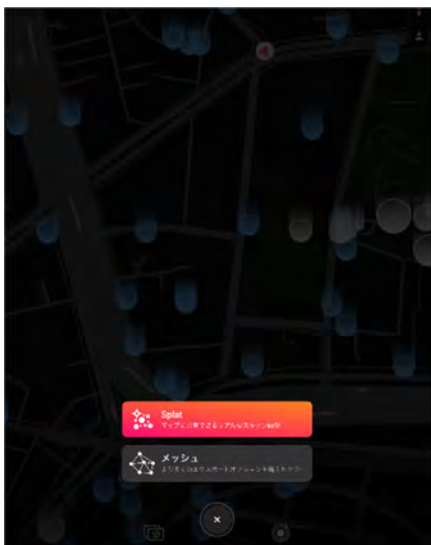


既存の計測結果を閲覧する



他の人が公開した計測結果を表示する

②計測



計測開始

計測開始ボタン  をタップすると左図のような解析方法である「Splat」と「メッシュ」の選択画面となる。地形測量等を行う場合は「メッシュ」を選択する。

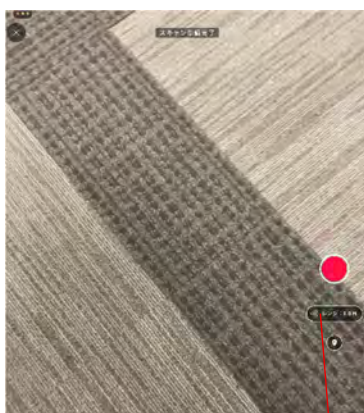
Splat：画像を用いた解析手法

メッシュ：Lidar_SLAM と画像を用いた解析手法で、寸法などを正確に把握することに適している。




メッシュの場合の設定画面（Splat の場合は無い）

計測対象のオブジェクトの設定を行う画面が表示される。屋外での計測の場合は「大きなオブジェクト/エリア」を選択する。



スキャン準備完了画面

画面右側にある  ボタンをタップすることで計測が開始される。

「メッシュ」を選択した場合、開始ボタンの下に「レンジ：5.0M」という表示があるが、これをクリックすることで深度のレンジを変更可能であるが屋外の場合はデフォルトの 5.0M でよい。





計測終了

計測画面右側にある  ボタンをタップして計測を終了する。

メッシュで計測した場合、終了後に処理モードを選択する必要がある。屋外の場合「エリア」を選択する。

処理が終了するとデータの保存を確認する画面となる。保存が面内の説明を次に示す。



Raw データの保存とは、処理前のデータも保存することで、後からモード変更を行うことが出来るが、データ量が大きくなる。

モード変更は、「スピード」、「エリア」、「ディテール」を変更して再処理を行うボタンである。

保存は、処理後のデータを保存するボタンである。

【各設定の参考】

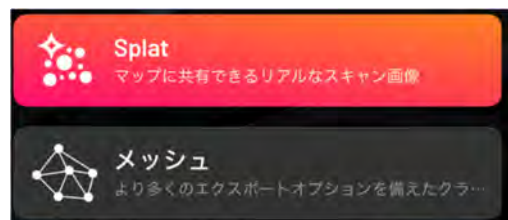
(1) 解析手法

・ Splat

この解析方法は、3D Gaussian Splatting (3D ガウス・スプラッティング) という新技術を用いたものである。具体的には、画像を基に解析パラメータを学習し結果を出力するニューラルネットワークに近い最適化処理を行い、各点の位置、向き、スケール、色、透明度などの情報を決定する。はじめの処理 (トレーニング) の後に強化 (Enhance) を行う事が出来、満足するまで繰り返し行うことが可能である。

・ メッシュ

この解析方法は、Lidar_SLAM により把握した点群を基に、頂点とエッジによる面の集合体を作成する。この作成された面についてフォトグラメトリにより塗りつぶす処理を行い、現実に近い3次元モデルを作成する。



(2) オブジェクト

・小さなオブジェクト (Small Object)

対象は、5cm 程度の置物から、20~30cm 程度のバッグや靴などの小物に適している。スキャン時のテクニックとして、スキャン範囲 (RANGE) を最小限 (例: 0.3m~0.5m) に設定することで、余計なデータが入らず安定したスキャンが可能になる。

・ミディアムオブジェクト (Medium Object)

対象は、小さなオブジェクトと大きなオブジェクトの中間サイズの物体に使用する。具体的な数値の記載はないが、対象物の大きさに合わせて選択する。

・大きなオブジェクト (Large Object/Area)

対象は、部屋全体、建物、あるいは広範なエリアのスキャンに適している。



(3) 処理モード

・スピード (Speed)

レンダリング速度を最優先したモードで、3つのモードの中で画質が一番低くなる。用途としては、欠測箇所はないか、対象物を網羅しているか等、測定結果を確認したい場合に向いている。

・エリア (Area)

LiDAR センサー (またはカメラによる空間認識技術) を活用し、広範囲を効率的に処理するモードである。部屋全体、建物、敷地などの広大なシーンのスキャンに適しており、空間全体を素早くかつ空間的な整合性を保ってモデル化するのに向いている。

・ディテール (Detail)

フォトグラメトリ技術 (複数の画像を AI で解析し、奥行きや形状を再構築する技術) を用いて処理を行うモードである。靴や料理、バッグなどの小さなオブジェクトや、細かい凹凸があるものに適しており、最も高画質な仕上がりが期待でき、テクスチャや形状が非常に精細に再現される。しかし、高品質なモデルを作成するため、処理に最も時間がかかる処理である。



・まとめ

森林土木事業で使用する場合は、解析方法を「メッシュ」、対象を「大きなオブジェクト」として計測し、処理モードは、現場で一時的に確認する場合に「スピード」を行い、良ければ時間をかけて「エリア」で最終データを作成し、保存することが望ましい。

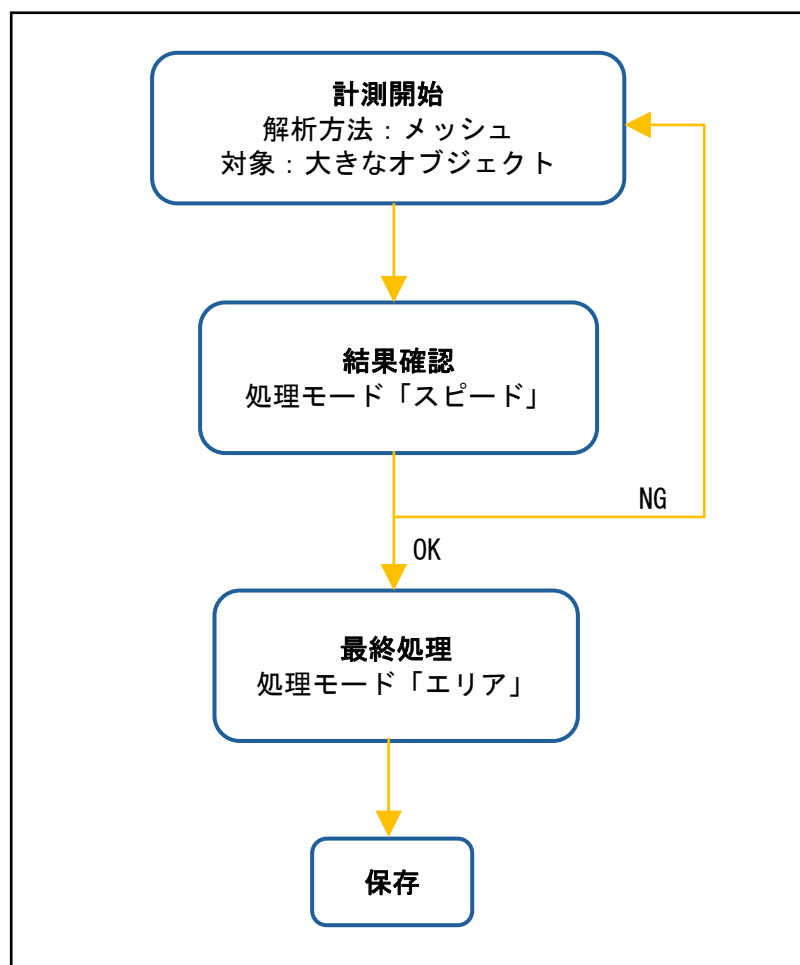


図 1-1 計測から保存までの流れ

③データの出力




出力するデータの選択

ホーム画面で  ボタンをタップして、計測したデータを選択する。



作業の選択

出力するデータを選択すると、編集や計測などの作業選択する画面が表示され、 ボタンをタップする。



出力形式の選択

共有ボタンをタップすると、共有する方法を選択する画面が表示される。ここで、「モデルのエクスポート」をタップすると出力することが可能となる。

次頁へ



出力可能なファイル形式は7つあり、上5つがメッシュデータで下2つが点群データである。なお、メッシュデータとは頂点、エッジ、面で構成されたファイルで、点群データは多数の点（x y z 座標）で構成されたファイルである。

森林土木では、位置情報を持った点群データが必要となることから、「LAS」での出力が望ましい。

以下にそれぞれのファイル形式の特徴と用途をまとめた。

【参考】エクスポートのファイル形式

○メッシュデータとしての出力（上から5つの形式）

• FBX (Filmbox)

特徴：1990年代に開発され、現在は Autodesk 社が提供する業界標準の一つ。

用途：アニメーション、マテリアル、シーン階層などの豊富なデータを保持できるため、Unity などのゲームエンジンや VFX 業界で広く利用される。

• OBJ

特徴：1980年代から続く、非常にシンプルで汎用性が高いテキストベースの形式。

用途：歴史が長いので、ほとんどの 3D ソフトウェアでサポートされており、データの受け渡しや編集に適している。

• GLB (glTF Binary)

特徴：「3D 界の JPEG」とも呼ばれる標準形式で、Web やリアルタイムアプリ向けに最適化されている。

用途：ブラウザでの表示や Blender などの 3D ソフトへのインポートに強く、効率的に共有・閲覧するのに向いている。

• USDZ

特徴：Apple と Pixar が共同開発した、AR（拡張現実）体験に特化した新しい形式である。

用途：iPhone や iPad などの Apple デバイスでの共有や、ARKit を活用した AR コンテンツの表示に最適である。

• STL (Stereolithography)

特徴：色やテクスチャの情報を排除し、形状（ジオメトリ）のみを記録するシンプルな形式である。

用途：3D プリンティングの事実上の標準フォーマットとして、ほぼすべての 3D プリンタでサポートされている。

○点群 (Point Cloud) データとしての出力 (下2つの形式)

• PLY (Polygon File Format)

特徴：高密度なカラー点群データである。

用途：点群編集ソフトでの編集や、高精細な色情報の保持に適している。

• LAS (LASer file format)

特徴：位置情報が付与された高密度なカラー点群データである。

用途：地理情報システム (GIS) や、土木・建築分野の CAD ソフトでの利用に適している。

1-1-3 Scaniverse の留意点

①対象物の素材

水やガラスやレースなどの透明・半透明なもの、鏡や磨かれた金属などの反射が強いもの、単色や同じ模様が続くものはスキャンが困難となる。山地では、水たまりや地表流がある場所などが欠損となる。



図 1-2 流水部が欠損している事例

②対象物の大きさ

Lidar_SLAM 測量は、移動しながら計測する方法であり、前回測量 (1 秒前等) と同じ位置と想定される特徴点を検出し、前回測量結果とつなげる作業 (マッピング) を行っている。これには、ある程度の広がりを持った面が必要となる。よって、細いスゲの葉や細い枝などが多い箇所では、物理的な大きさが小さいことと、常に揺れていることなどが要因となり、この特徴点の検出が困難となる。特徴点を検出できなかった箇所では 3 次元点群データが欠如した解析結果となる。よって、植生については、可能な限り刈り払いを行った後で測量することが望ましい。

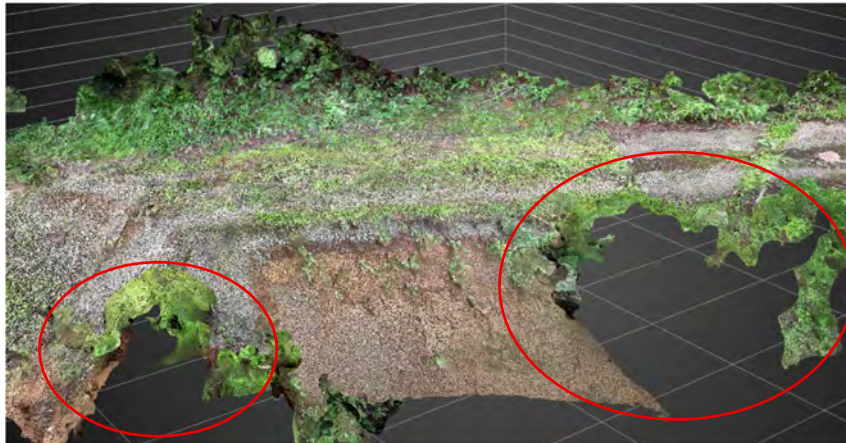


図 1-3 草本が密集している箇所の 3 次元点群データが抜けている事例

③計測の速度

Lidar_SLAM 測量では、移動しながら計測する測量方法であることから、計測時の移動速度は点群密度に影響がある。「令和 7 年度 ICT の林道事業への活用手法検討業務」での現地調査の結果、1m/sec 程度の速度（通常歩行速度の半分～2/3 程度）で歩行することで、構造物の形状を確認できたことが報告されている。

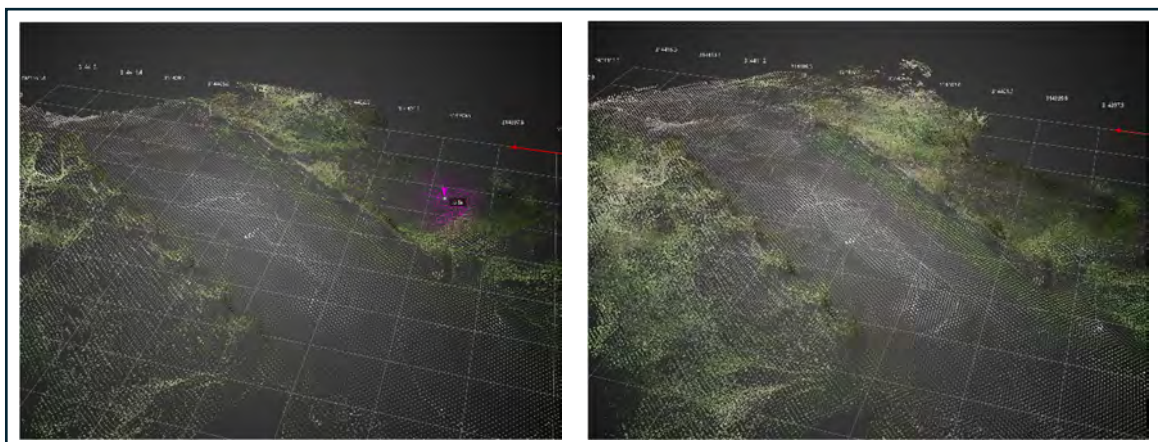


図 1-4 歩行速度の違いによる点群密度の違い
右：2m/sec（57 千点） 左：1m/sec（84 千点）

④対象物との距離

iPhone Pro や iPad Pro を用いた場合、機種のパフォーマンスとして有効距離が最大 5m とされている。よって、対象物との距離は 5 m 以内となるが、その形状を把握する場合は 3 m 以内が望ましい。より詳細な形状（端辺や角）を必要とする場所では、より近い位置で計測する必要があるが、その場合計測範囲が狭くなるので計測に時間がかかる欠

点がある。Scaniverse の場合、画面で計測箇所が確認可能であることから、対象物の計測結果を確認しつつ測量することが望ましい。

⑤重複計測

同じ箇所を複数回計測すると、メッシュ又は点が複数現れる「ゴースト」が発生する可能性がある。具体的には、路面や構造物の面に対してメッシュ及び点群が2重、3重に作成される現象である。よって、対象物を出来るだけ一筆書きのように計測するような対策が必要である。



図 1-3 路面が2重になっている事例

⑥計測結果の検証

iPhonePro や iPadPro のような測定レンジの短い Lidar_SLAM 測量では、広域な範囲を計測しようとする、測量結果が現実と異なる可能性がある。よって、計測する場合には、ポールやメートル縄等の距離を確認することが可能なものを用意しておくことが望ましい。

1-2 PIX4DCatch

PIX4DCatchの特徴



PIX4DCatch は、スイスに本部を置く PIX4D 社が提供するサービスで、iPhone 及び iPad に搭載された Lidar_SLAM センサーとカメラを活用し、物体等を手軽に高精度な 3D データとして記録活用可能な有償のソフトである。また、外付けの RTK-GNSS アンテナ「RX」と接続することにより、センチメートル級の公共座標を得ることが可能なサービスである。



コスト等については、ガイド編「2-2 ソフト及び機材」を参照のこと。また、具体的及び詳細な使用方法については、契約後に配布されるメーカーが作成した使用方法を十分確認の上使用すること。

PIX4DCatch で出来ること

- ・ iPhone 及び iPad に搭載された LidarSLAM センサーで把握した点群とカメラにより撮影した複数の画像を基に SfM (Structure from Motion)処理を行い把握した点群を結合することで、より高精度（現実に近い表現方法）の点群データを取得できる。
- ・ RTK-GNSS アンテナである「RX」を接続することで、高精度（誤差数センチ）の公共座標を得ることが可能である。これにより、UAVレーザ測量や既存の公開されているデータなどとの結合が容易となる。
- ・ ARにより、埋設物の透視や計画物の完成後の状況を完成前に現実景色に投影できる。
- ・ 計測結果から 2 点間の距離、面積、体積等の計測が可能である。

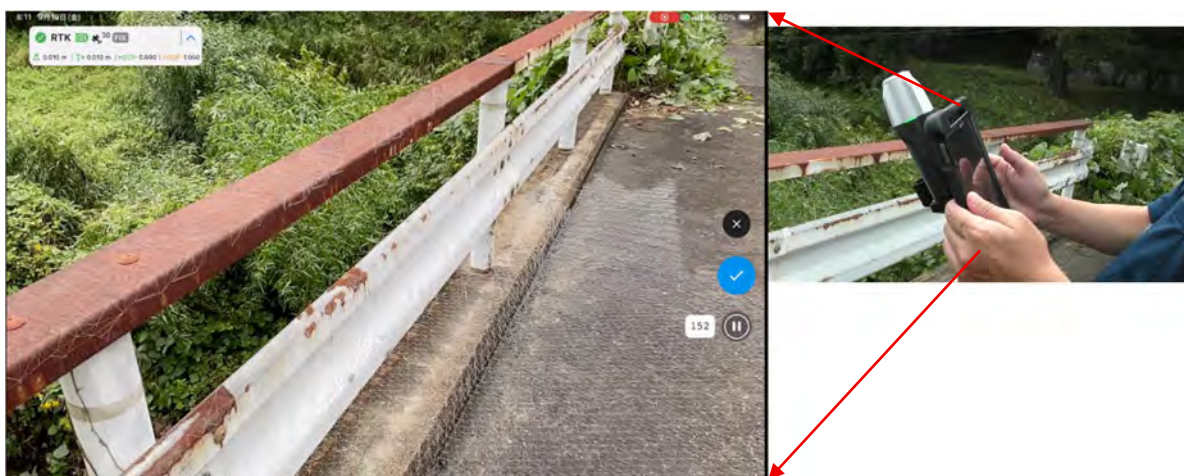
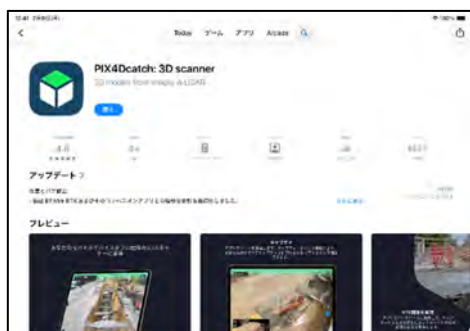


写真 1-1 PIX4DCatch による測量実施事例

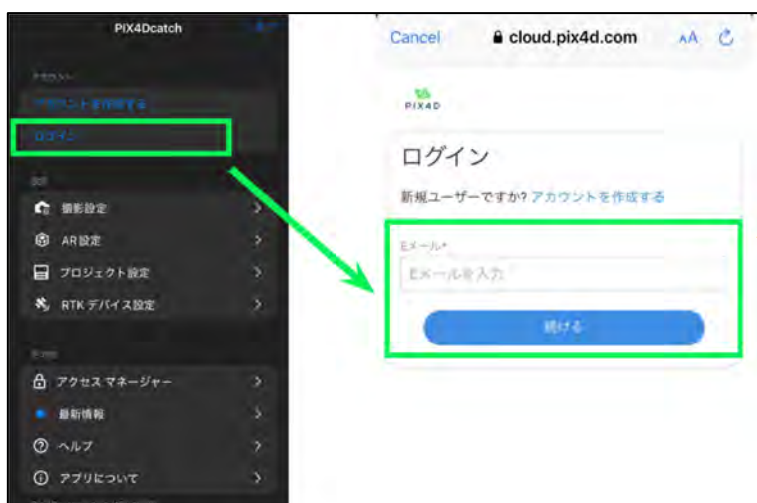
1-2-1 インストール方法

App Store から PIX4Dcatch : 3D scanner をダウンロードして、インストールする。
その後、アプリを立ち上げアプリ内の設定を行い PIX4D アカウントにログインする。



アプリをダウンロードし
インストールする

アプリ内の設定を行う



PIX4D アカウントでログ
インする

1-2-2 RTK-GNSSの設定方法

RTK-GNSSを利用するためには、GNSSによる測定結果を補正する情報を取得する必要があります。ここでは、衛星補正情報提供サービスに加入していることを前提としてモバイル端末での設定方法について示す。なお、メーカー等により接続が確認されている衛星補正情報の提供を行っている法人を以下に示す。


RTK-GNSS設定の流れ

RTK デバイス (RX) の接続 → RTK デバイスのオフセットの設定 → RTK プロファイルの設定 → RTK デバイス (RX) の選択 → Ntrip の設定

衛星補正情報提供社

- 株式会社ジェノバ
- 日本 GPS データサービス株式会社
- 日本テラサット株式会社
- ALES 株式会社
- ソフトバンク株式会社
- 株式会社 NTT ドコモ
- KDDI

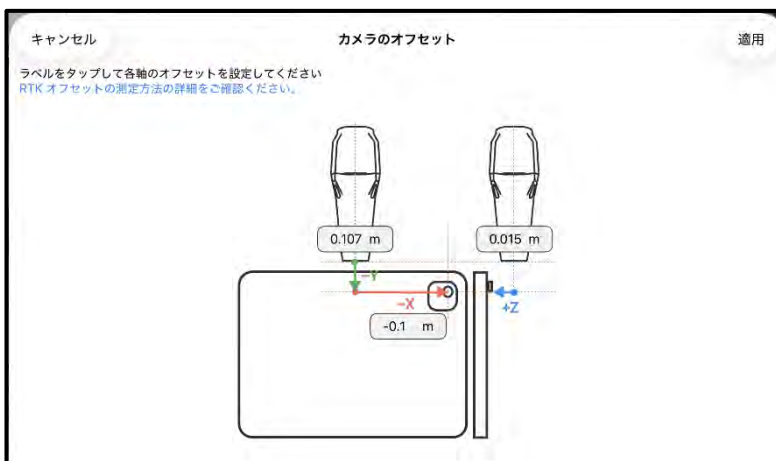
①RX (GNSS アンテナ) をモバイル端末に接続する

屋外の衛星電波を受信可能な場所で RX の電源を入れ、モバイル端末の「Bluetooth」を「オン」に設定する。ソフトを立ち上げ、「撮影」画面の左上の「GPS」の横にあるをタップし、「Bluetooth 経由の RTK」を選択する。その後、「検出されたデバイス」→「RX」を選択する。



②RTK デバイスのオフセットを設定する

RX の接続が終了した後、RTK デバイス (RX) と Lidar_SLAM の位置関係であるオフセットを設定する。これは、iPhone と iPad で設定画面が異なる。それぞれ接続方法に応じた値を設定する。



↑ iPhone の場合

← iPad の場合

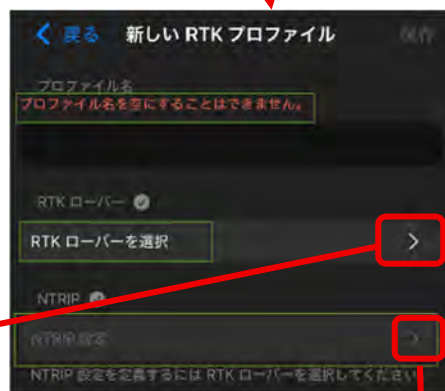
③RTK プロファイルを作成する

「RTK デバイス設定」画面下に表示される「+新しい RTK プロファイル」をタップし入力画面を開く。



④プロファイル名及び RTK ローバーの選択

プロファイル名の欄に名称を入力し、RTK ローバー右側の > をタップして、ローバーを選択する。



⑤NTRIP の設定

Ntrip (The Networked Transport of RTCM via Internet Protocol) 方式とは、インターネット回線を通じて GNSS の補正データを配信する通信方式のことである。ここでは、NTRIP の右側にある > をタップしてその設定を行う。

- ・ **ホストネーム/IP**: ネットワーク内のアドレスのことで、ドットで区切った数字 (〇〇〇.〇〇〇.〇〇〇.〇〇〇) やアルファベットで記入する。
- ・ **ポート**: Ntrip 方式等において基準局からデータを受信するために必要な窓口番号で、業界標準として「2101」が利用されている。
- ・ **ユーザー名**: 提供サービス契約者特定のための名前 (ユーザー ID) を記入する。
- ・ **パスワード**: ユーザーが提供サービスを契約していることを確認するためのパスワードを記入する。
- ・ **マウントポイント**: 補正データを配信する会社ごとに設定されており、使用する衛星 (GPS、GLONASS、みちびき、Galileo、BeiDou) や、データのフォーマット (RTCM のバージョン) によって使い分ける。



1-2-3 基本操作方法

①撮影計画

PIX4DCatchでは、対象物に併せて適切なルートを計画することが重要となる。また、Lidar_SLAM 測量以外にもカメラにより撮影した画像による解析も行うことから、取得する各画像が十分なオーバーラップがある事も重要となる。



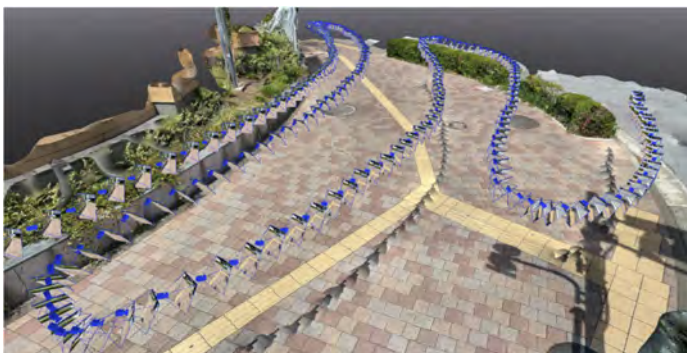
単体の対象物

撮影対象の周りを何周か回るらせん状に撮影する。



川や道など距離のある対象物

対象物に沿って歩きつつ、反対側方向にカメラを向け、往復撮影を行う。



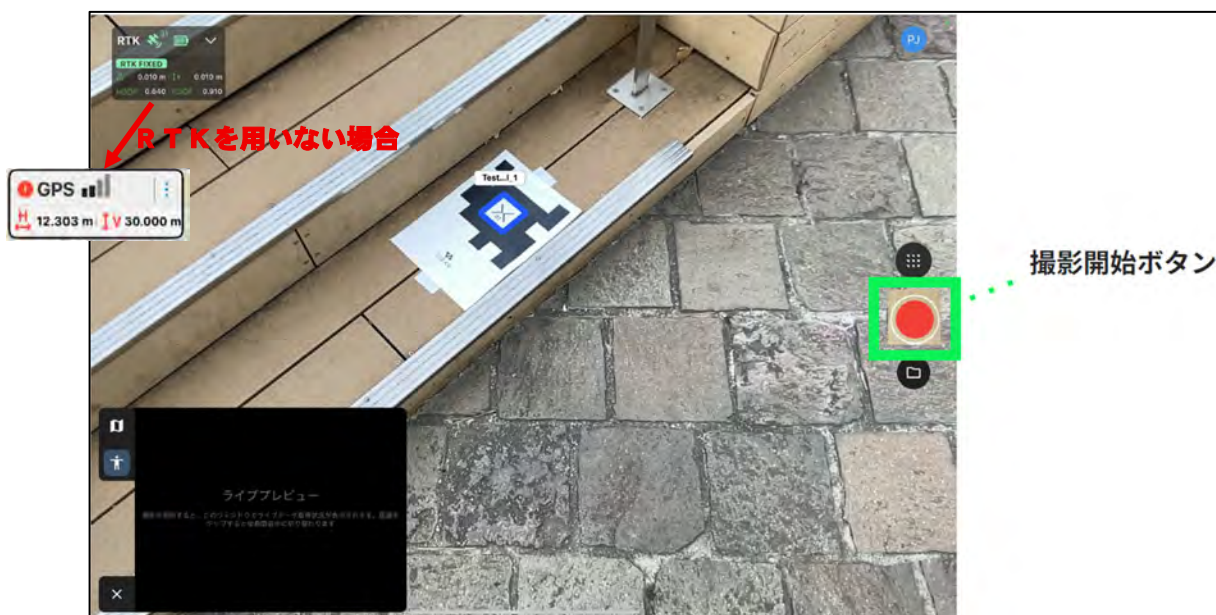
ある一定の広さを持った対象物

カメラを斜め下方向に保持した一定の姿勢のまま蛇行するように撮影する。

②撮影実施

PIX4DCatch を立ち上げると「撮影」モードになっており、左上の「RTK」の状態を確認し、良ければ撮影開始ボタンをタップする。なお、RXを接続しない、もしくはネットワーク接続ができない場合などは「GPS」が表示される。

この「GPS」とは、モバイル端末が受信する位置情報のことであり、下部にあるように 10m以上の誤差のある位置情報である。



【参考】RTKの接続状態について

Reach RXが接続され、RTK FIXのステータスが得られていることを確認する

GPS接続ダイアログの表示から、十分な数の衛星のシグナルを受信できていることを確認する

受信の状態によりステータスが変動し、画面上部の色が表示される

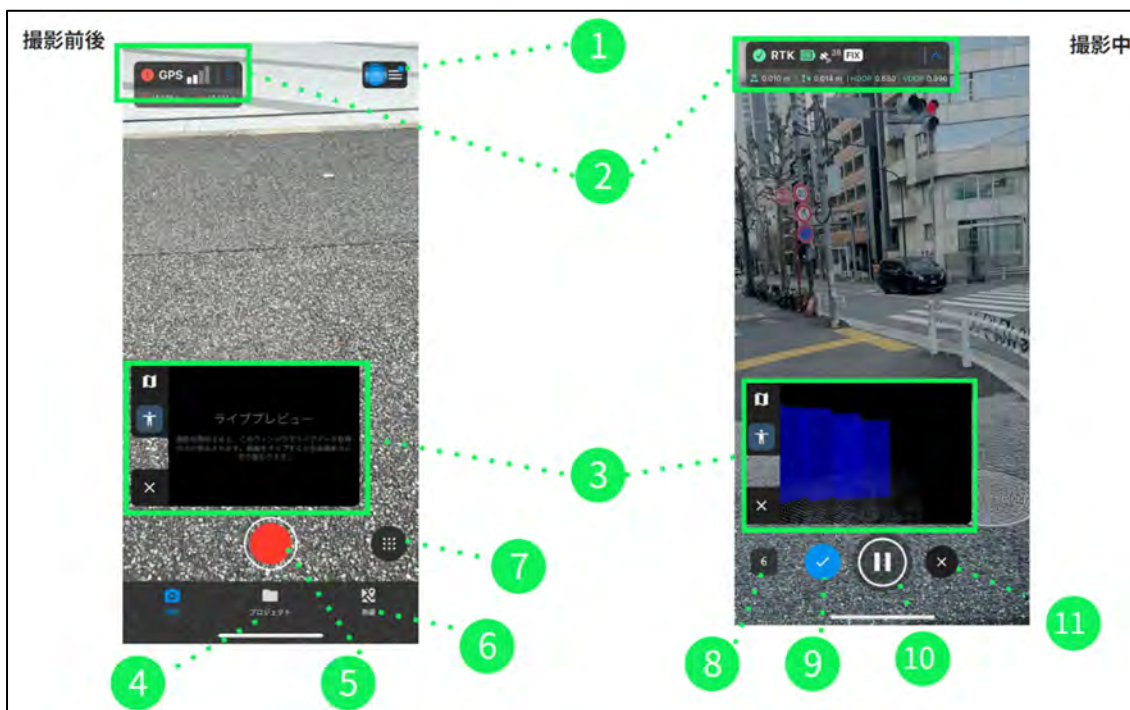
- RTK FIX*** (良好な接続状態)
- RTK FIX, Float**
- DGNSS Only, Autonomous GNSS FIX, No FIX**

RTK精度の推定状況が画面上部にカラーオーバーレイで表示

以下の点に注意して、撮影中もRTK FIXステータスを保持する

- 高い木や建物等障害物の近くを避け、直接シグナルを受信できるような開けた場所で撮影する
- アンテナを垂直に保つ
- 良好なインターネット接続環境
- デバイスに接続したらFIXするまで数秒待つ
- あまり素早く移動せず、同じペースで撮影する

【参考】撮影前後及び撮影中の画面の説明




- | | |
|---|---|
| <p>1 アカウント設定
アカウントに関する各設定はここから行う。ログイン後はユーザー名のイニシャルが表示される</p> <p>2 GPS受信状況ダイアログ
RTKデバイスの接続や設定はここから行う。接続後はリアルタイムで受信状況を表示</p> <p>3 ライブプレビュー
撮影を開始すると、取得できたデータから点群をリアルタイムで表示。撮影漏れが無いか確認する。Xでプレビュー画面を閉じることもできる。</p> <p>4 プロジェクトボタン
撮影済みプロジェクトをリスト表示</p> <p>5 撮影開始ボタン
撮影前</p> <p>6 測量ボタン
GCP（地上基準点）を含むポイントコレクションを整理するための機能。整理したポイントコレクションは、各プロジェクトに割り当てることができる。</p> | <p>7 ツール
タグ自動検出、ARポイント、PIX4Dcloud ARの設定はここから</p> <p>8 撮影済み画像枚数
現在撮影中プロジェクトの撮影済み枚数をリアルタイムに表示</p> <p>9 撮影完了ボタン
撮影が完了したらタップしてプロジェクトを保存する</p> <p>10 撮影一時停止ボタン
プロジェクトの撮影を一時的に停止することができる。再開する時はもう一度タップする</p> <p>11 撮影中止ボタン
撮影がうまくいかず、プロジェクトを保存せずに中止したい場合にタップする</p> |
|---|---|

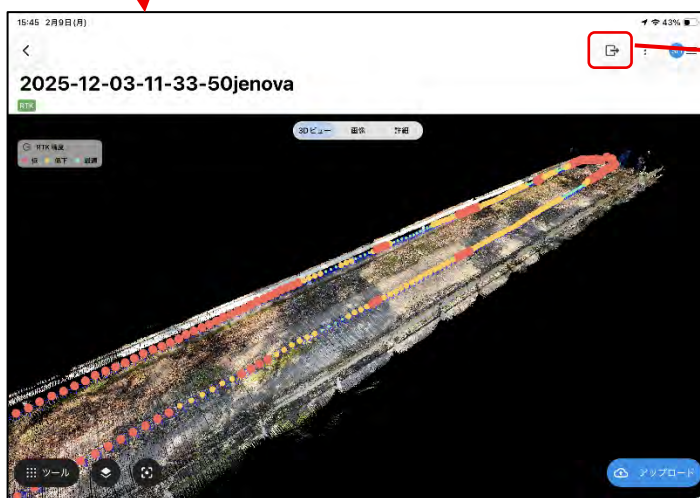
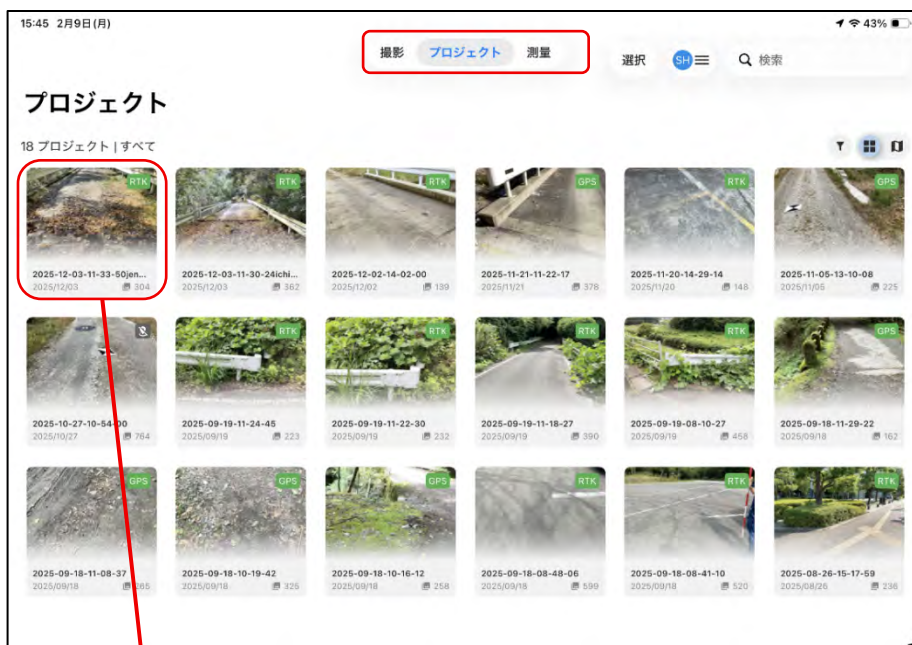
③撮影データの処理

撮影データを点群データに処理するためには、PIX4Dmatic（ガイド 2-2 ソフト及び機材参照）が必要となる。ここでは、データを出力しPIX4Dmaticで解析する方法を示す。

○出力方法

撮影したデータは上部タブ内の「プロジェクト」を選択すると表示される。その中から処理を行いたいプロジェクトを選択すると、そのプロジェクトの3Dビューが表示されるので、その画面の右上にある  をタップすることでデータを出力できる。

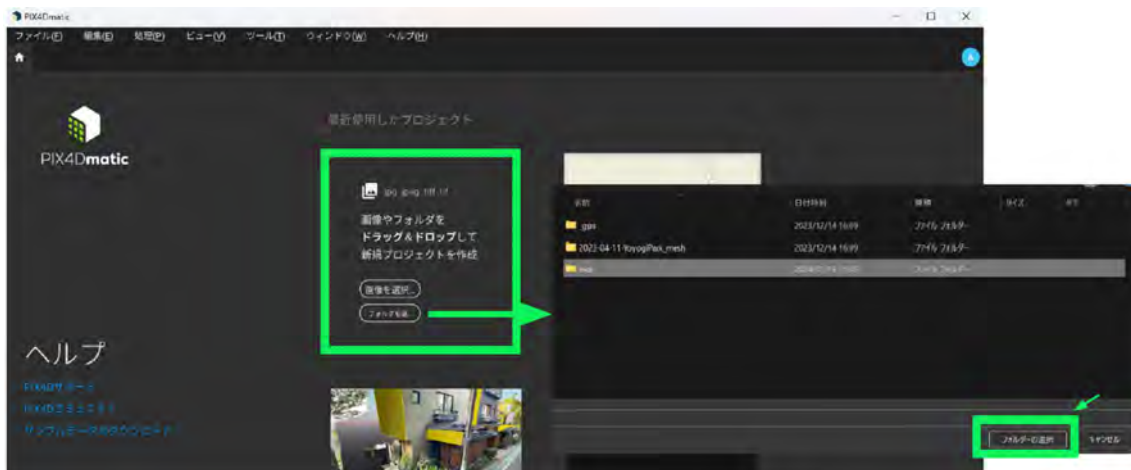
なお、出力データは zip ファイルに圧縮されることから、PIX4Dmaticで解析するときには事前に解凍しておく必要がある。



PIX4Dmatic での処理方法

PIX4Dmatic を開き、新規プロジェクト作成アイコンにカーソルを合わせ、フォルダを選択、またはファイルを直接ドラッグ&ドロップする。

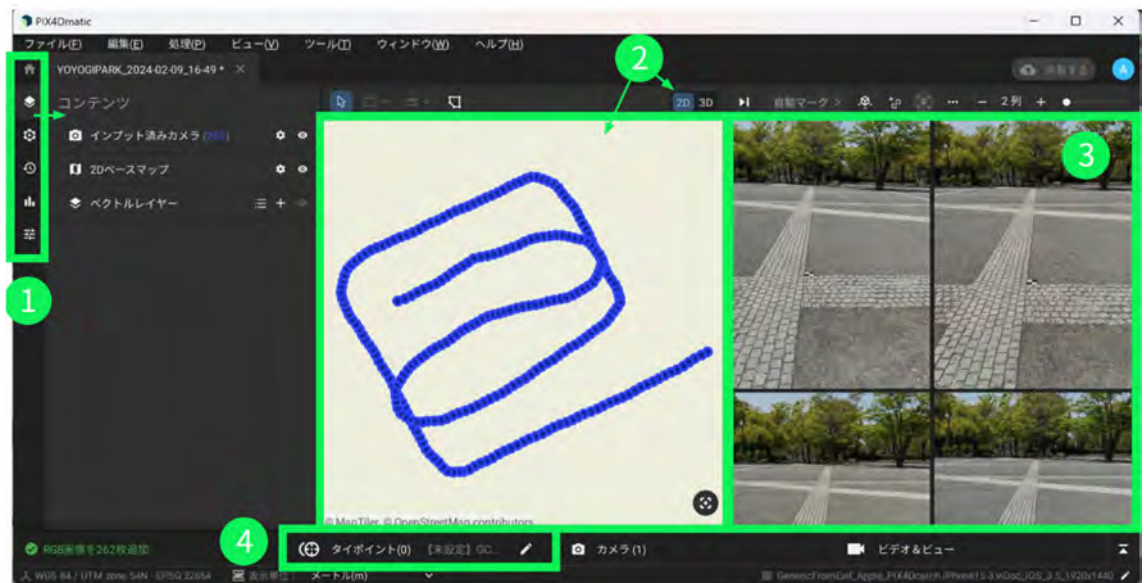
- ・ファイル及びフォルダを選択する。









- ・プロジェクト名をつける



・画面構成



①メニューアイコン：アイコンをクリックすると処理操作を行う。

	ホーム ここから新規プロジェクト作成や既存プロジェクトを開く
	コンテンツ 新規プロジェクト作成後すぐに表示されるパネル。このパネルでレイヤー表示の切り替えを行う
	処理オプション 2D・3D再構築モデルの処理と設定をここから行う
	履歴 プロジェクトに対して行った作業の履歴を表示
	品質レポート プロジェクトに対して行った作業の履歴を表示
	設定 ポイントサイズなど、メイン画面の表示を調整

②メイン画面：プロジェクトで処理を実行した構築モデルを表示

③画像パネル：プロジェクトにインプットされた画像を表示

④タイポイント：プロジェクトの座標系の設定や、GCP（標定点）ファイルのインポート等を行う。

・構築モデルを生成

メニューアイコンから「処理オプション」を開き、処理を実行したい項目にを入れ設定を行う。

処理テンプレート

選択したファイルに応じて自動的に選択される

キャリブレーション

必須処理で、ファイルに応じた設定がデフォルトで設定されている。

○深度マップを使用

選択ファイルに Lidar_SLAM のデータが含まれている場合「オン」となる。被写体への距離が5m以上ある場合は「オフ」にする。

○自動 ITP

被写体に壁や構造物のエッジ等、直線的な要素が多い場合や屋内撮影を行った場合に「オン」にする。

深度点群

Lidar_SLAM 点群を生成する場合は「オン」にする。被写体への距離が5m以上ある場合や、画像内のテクスチャーが豊富な場合は「オフ」にしても良い。

高密度点群

必須処理で、ファイルに応じた設定がデフォルトで設定されている。

○スカイフィルター

被写体の背景に空が映り込んでいる場合に「オン」とすることで、モデルのエッジが綺麗に生成される。



深度と高密度点群の融合

Lidar_SLAM 点群を使用する場合は「オン」にする。

○距離

深度点から写真から生成された高密度点群までの最小距離 (m) を指す。

メッシュ、DSM、オルソモザイクの中から生成したいモデルを選択する

「スタート」ボタンをクリックして処理を開始

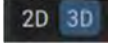


・生成したモデルを確認

メニューアイコン内の




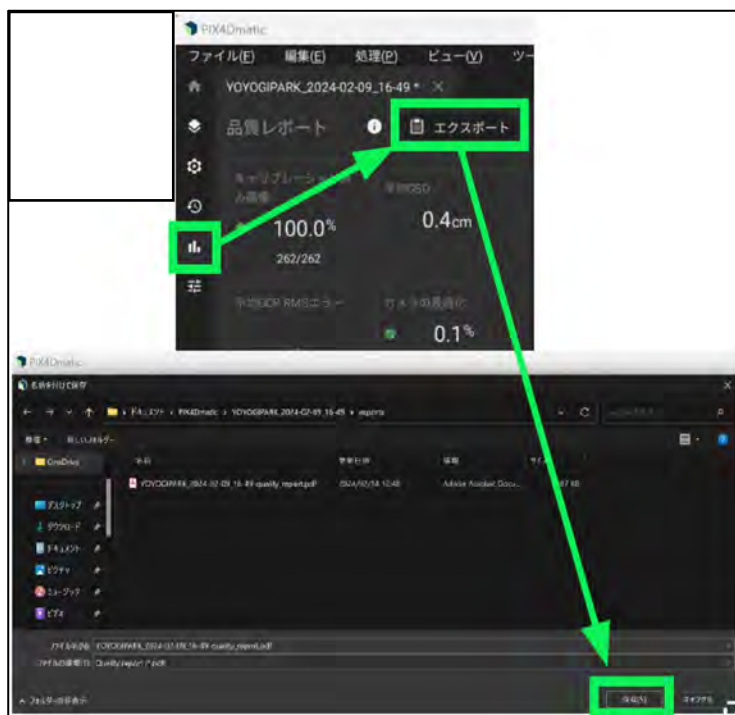
のをクリックしてコンテンツパネルを開く。

メイン画面上部右にある
ボタンで 2D/3D の切り替え
を行う。また面積や計測も画
面上部左にある  ボタン
から行うことができる。



・品質レポートの出力

メニューアイコンの  をクリックして、品質レポートパネルを開く。次に「エクスポート」ボタンをクリックし、任意の場所に保存する。



1-2-4 PIX4Dcatch の留意点

留意点については Lidar_SLAM 測量共通の内容が多く、以下の「1-1-3 Scaniverse の留意点」に示した内容と同じである。

- ①対象物の素材 ②対象物の大きさ ③計測の速度 ④対象物との距離
- ⑤重複計測 ⑥計測結果の検証

また、メーカーにおいても撮影のコツとして以下の内容を示している。

すべき

- ・ 背景アプリをすべて落とす
- ・ 安定してスムーズに歩く、サイトに沿って歩く
- ・ 画像取得前に、撮影計画を考え撮影イメージをつくる
- ・ 距離を保ち、たくさんのテクスチャとフィーチャーを取得する
- ・ アンテナを垂直に保った姿勢で撮影
- ・ 何か問題が発生した場合は、最初からやり直す

すべきでない

- ・ 急旋回 - 大きくぐるっと回る
- ・ 同じ箇所を何度も撮影
- ・ 同じ道筋を複数歩く
- ・ 一箇所に留まっただけの撮影や留まって回転する

撮影中メイン画面に表示されるメッシュを見て、撮影対象のデータ取得状況を確認する



ライブプレビューで取得データを確認

1-3 Mapry

○Mapry の特徴

Mapry は株式会社マプリーが提供するサービスで、iPhone Pro や iPad Pro やハンドヘルド型の Lidar_SLAM 測量機を使用し、3次元点群データの取得が可能である。また、MapryRover という RTK-GNSS アンテナを接続することで、高精度の公共座標を得ることが出来る。



Mapry の特徴としては、林業に特化したサービスを提供しており、3次元点群データから、胸高直径、樹高、材積の算出を容易に行うことが可能である。

その価格も他社と比較して安いことも特徴としてあげられる。ガイド編「2-2 ソフト及び機材」に示した様に、ソフトの年間使用料が1万円と安い。また、ハンドヘルド型 Lidar_SLAM 測量機として LA01 や LA03 などの機種を発売しているが、LA03 は 2026 年時点で、30 万円ほどと他社の同程度の計測距離 (70m) の機種と比較しても格段に安価である。



←LA03 計測器と解析用ソフト



↑ MapryRover

○Mapry で出来ること

- ・ iPhone 及び iPad に搭載された Lidar_SLAM センサーとカメラを活用し、物体等を手軽に高精度な 3D データとして記録活用可能なソフトである。
- ・ RTK-GNSS アンテナである「MapryRover」を接続することで、高精度（誤差数センチ）の公共座標を得ることが可能である。これにより、UAVレーザ測量や既存の公開されているデータなどとの結合が容易となる。
- ・ 計測結果から 2 点間の距離、面積、体積等の計測が可能である。
- ・ ソフトに内蔵された都道府県別の材積表を基に、胸高直径と樹高から材積を算出することが可能である。
- ・ 単木測量としてその場で胸高直径、樹高などを確認することが可能である。
- ・ 毎木調査、周囲測量、作業道計測といった林業に特化した測量を行うことが出来る。

1-3-1 インストール方法

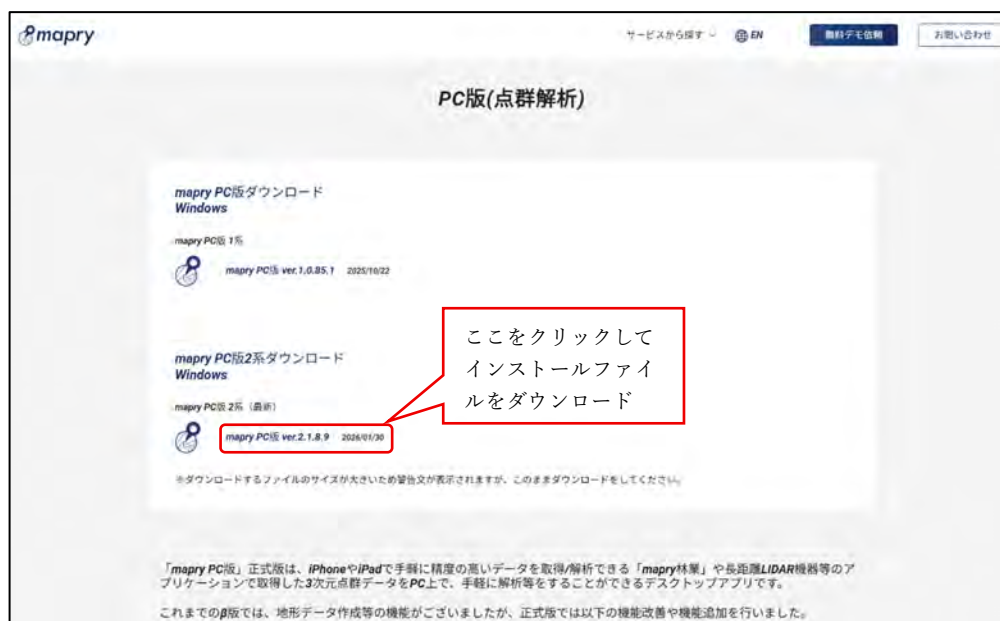
App Store から mapry 林業をダウンロードして、インストールする。その後、アプリを立ち上げアプリ内の設定を行い mapry アカウントにログインする。また、Mapry の特徴である材積把握などを行う場合には、「mapry PC」という PC 版のソフトをインストールする必要があることから参考として下記に示す。



←アプリをダウンロード及びインストールする

PC 版のソフトは以下の URL からダウンロードする。

<https://service.mapry.co.jp/point-cloud-analysis/>




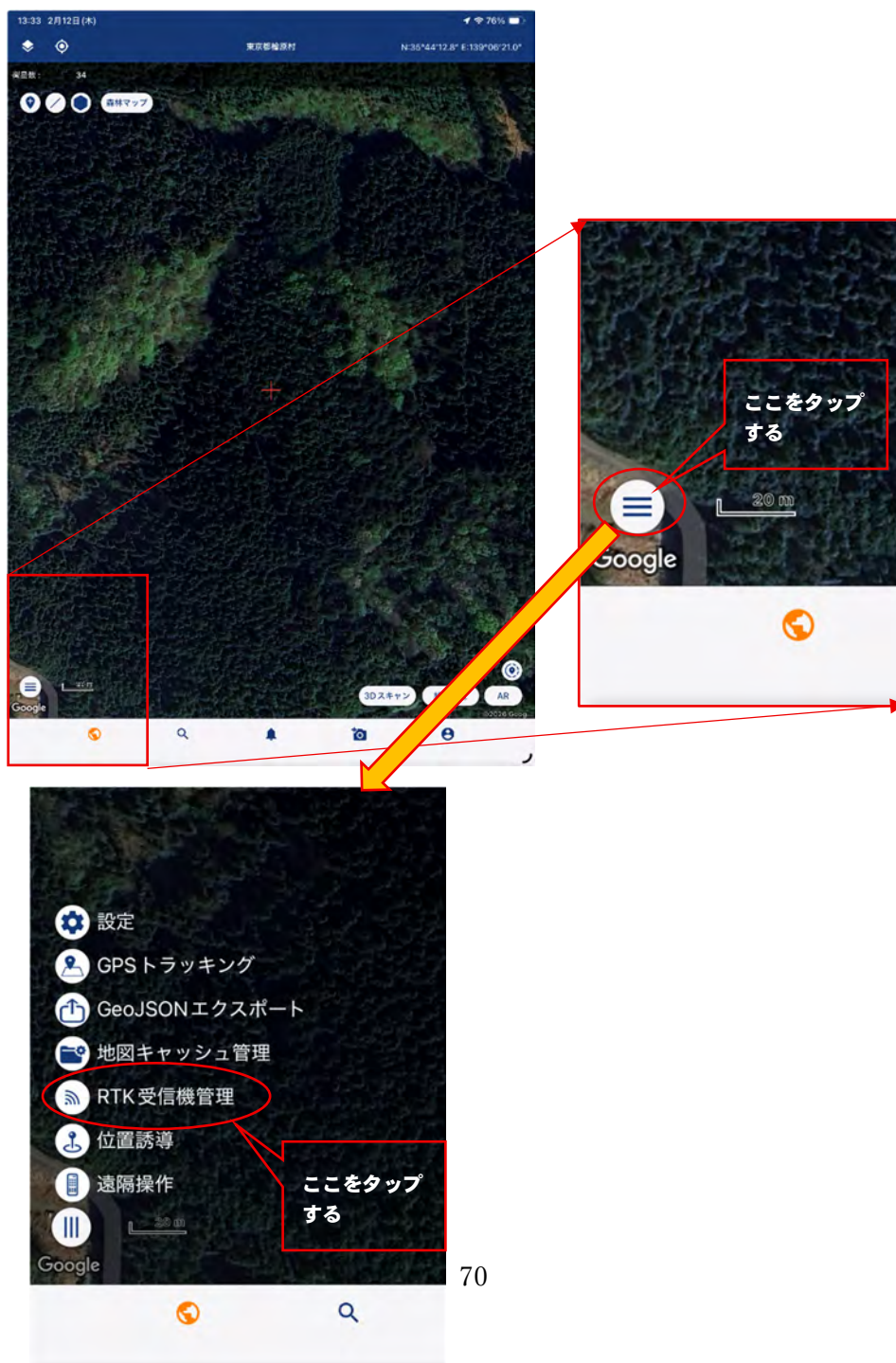
1-3-2 RTK-GNSSの設定方法

RTK-GNSSを利用するためには、GNSSによる測定結果を補正する情報を取得する必要がある。ここでは、衛星補正情報提供サービスに加入していることを前提としてモバイル端末での設定方法について示す。



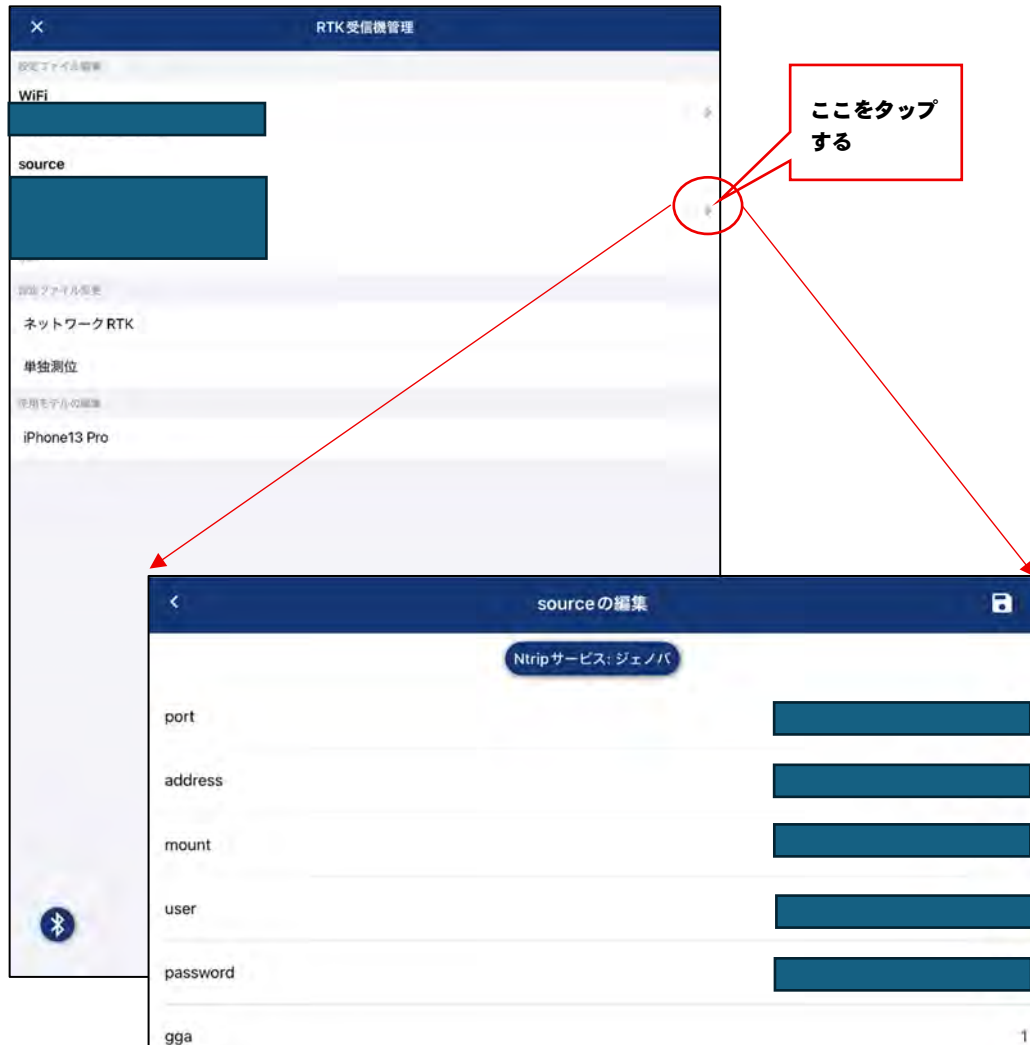
①RTK 受信機管理を開く

ホーム画面内の左下にあるをタップすると、各メニューが表示されるので、その中から、「RTK 受信機管理」をタップする



②source の設定を行う


RTK 受信機管理画面内に「source」の欄の横にある>をタップする。



- **port** : Ntrip 方式等において基準局から出お他を受信するために必要な窓口番号で、業界標準として「2101」が利用されている。
- **address** : ネットワーク内のアドレスのことで、ドットで区切った数字 (〇〇〇.〇〇〇.〇〇〇.〇〇〇) やアルファベットで記入する。
- **mount** : 補正データを配信する会社ごとに設定されており、使用する衛星 (GPS、GLONASS、みちびき、Galileo、BeiDou) や、データのフォーマット (RTCM のバージョン) によって使い分ける。
- **user** : 提供サービス契約者特定のための名前 (ユーザ ID) を記入する。
- **password** : ユーザーが提供サービスを契約していることを確認するためのパスワードを記入する。

③MapryRover を接続する

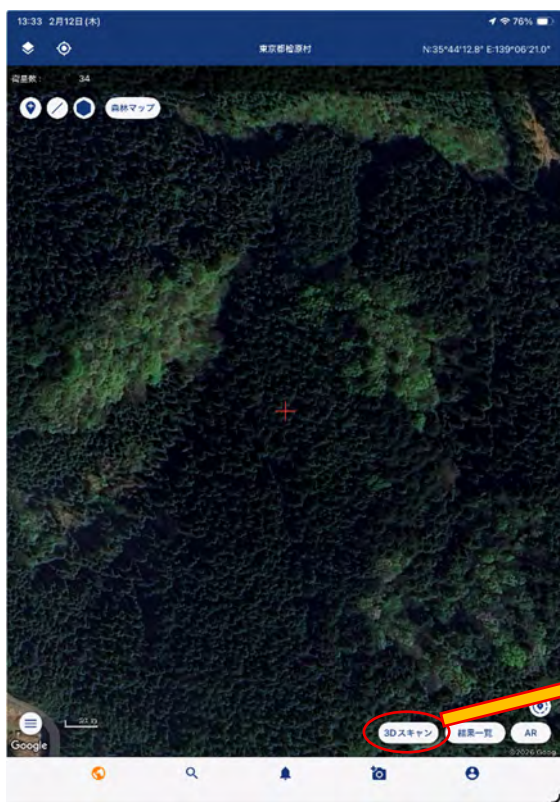
屋外の衛星電波を受信可能な場所で MapryRover の電源を入れ、iPhone Pro 又は iPad Pro の Bluetooth を「オン」に設定する。

RTK 受信機管理画面の左下にある  をタップすると「Bluetooth 接続」の画面が表示される。Bluetooth 接続が可能なものが表示されるので、名前 (Name) を確認後タップする。その後使用モデルの選択画面が出てくるので適切なモデルを選択する。



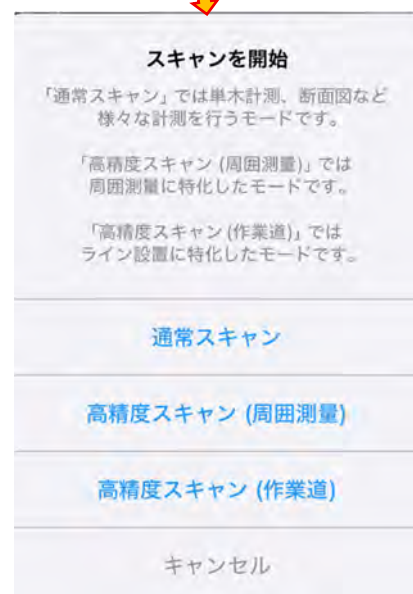
①撮影方法

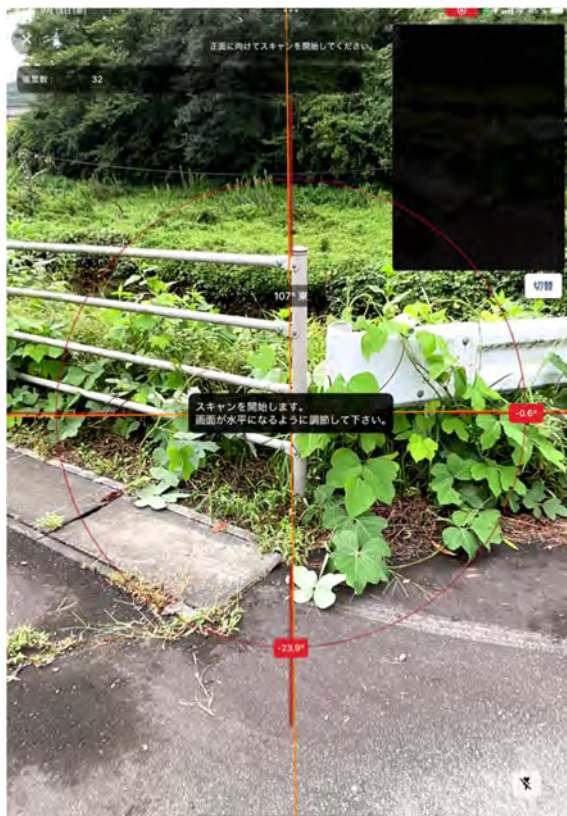
ホーム画面右下の「3D スキャン」をタップして、撮影準備に入る。



カメラからの映像が表示されるので、赤丸●をタップする（まだ測量は始まらない）。

スキャン方法として、「通常スキャン」、「高精度スキャン（周囲測量）」、「高精度スキャン（作業道）」を選択する画面が表示されるので、適した測量方法を選択する。

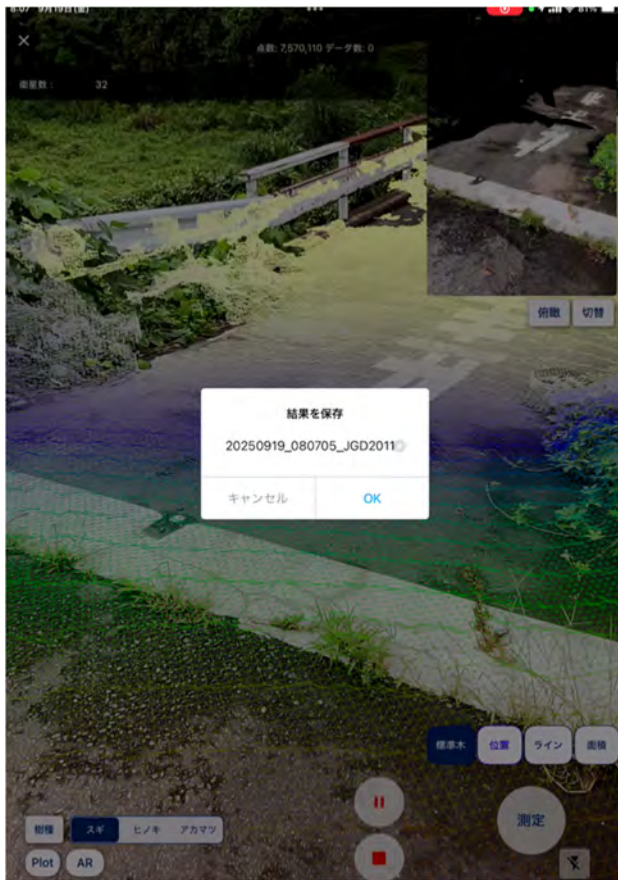





測量方法を選択すると左のようにモバイル端末の水平及び垂直方向を補正する画面が表示されるので、十字が正しくなるようモバイル端末を調整する。



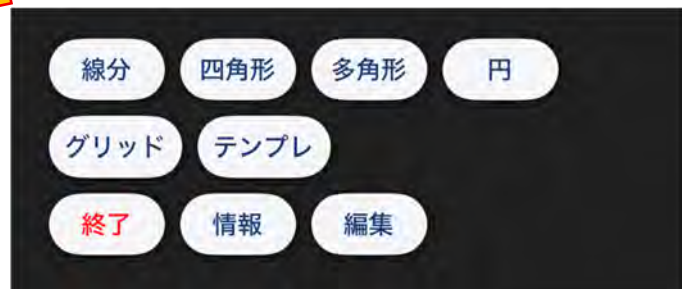
水平垂直の補正が終了すると自動的にレーザ計測が開始される。画面内にネット上の模様（3D スキャンが行われた範囲）が表示されるとともに、右上の点群測量結果表示ウィンドウにも測定結果が表示される。




計測を終了する場合は、中央やや右寄りにある  をタップすると、「結果を保存」という画面が表示されるので、「OK」をタップすると結果が保存される。

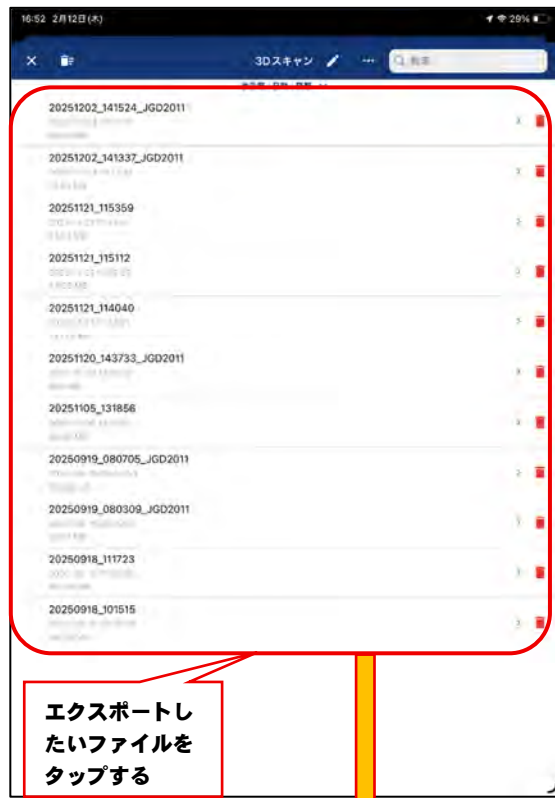


結果が保存されると、先ほど保存した点群データのプレビュー画面が表示される。ここでは、「CAD」をタップすることで、線分や矩形、円などを追加可能で、画面上で点間距離の計測などを行うことができる。

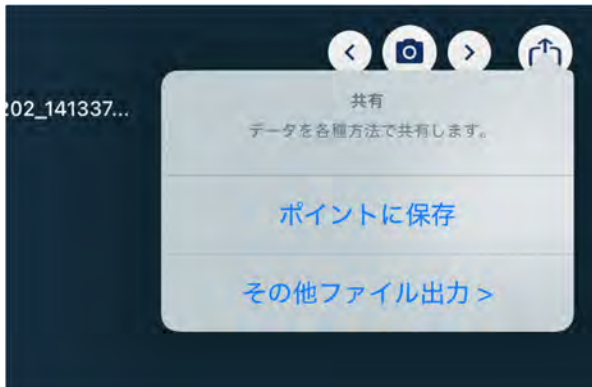


②データのエクスポート

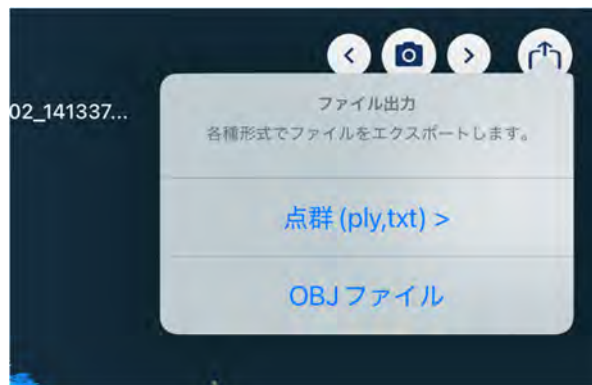
ホーム画面右下の「結果一覧」をタップして、保存したファイル一覧の画面を出す。エクスポートしたいファイルをタップし、データの編集画面に入る。その右上にある共有ボタン  をタップする。



タップしたファイルの編集画面となる



共有ボタンをタップすると「ポイントに保存」と「その他ファイル出力」の選択画面が現れる。他の点群編集ソフト等で使用する場合には、「その他ファイル出力」を選択する。



「その他ファイル出力」を選択すると「点群 (ply, txt)」と「OBJファイル」の選択画面が現れる。

他の点群編集ソフト等で使用する場合には、「点群 (ply, txt)」を選択する。



「点群 (ply, txt)」を選択すると点群出力設定画面が表示され、各種設定を行う。

点群出力設定：ply は「polygon File Format」のことで 3D データを保存するためのファイル形式である。一方、txt は文字コードで表現される情報で、一般的な保存形式である。これについては、一般的な点群編集ソフトでは、どちらも対応可能であるので、どちらでもかまわない。

座標系：RTK を用いた場合は「平面直角座標」を、それ以外は「ローカル座標」を選択する。

圧縮：圧縮の有無を選択する。

座標軸選択：数学座標系と測量座標系のどちらかを選択する。一般的には数学座標系が良い。

1-3-4 Mapry の留意点

留意点については Lidar_SLAM 測量共通の内容が多く、以下の「1-1-3 Scaniverse の留意点」に示した内容と同じである。

- ①対象物の素材 ②対象物の大きさ ③計測の速度 ④対象物との距離
- ⑤重複計測 ⑥計測結果の検証

2. 3次元点群編集用ソフト

2-1 TREND-POINT

○TREND-POINT の特徴

TREND-POINT は、福井コンピュータ株式会社（以下「福井コンピュータ」という。）の点群編集ソフトである。



TREND-POINT

ソフトの特徴として、多彩で高精度なデータ編集機能と、距離・面積・土量・出来形など様々な計測機能を搭載しており、100億点クラスの大規模点群データを軽快に扱える強力なエンジンと、効率的で多彩な数々のコマンドが整理されている点が上げられる。

また、福井コンピュータでは、この外に測量設計ソフトとして「TREND-ONE」、施工管理や3次元モデルに適した3次元CADソフトである「TREND-CORE」等を提供している。このTREND-POINTは、これらソフトとの連携が容易で、ボタン一つで測角測距による測量成果や、それを基にした設計した計画図を3次元点群上に重ねることが可能である。

NETIS 登録技術（R7 推奨技術）

3次元点群処理ソフト（TREND-POINT）を用いた施工土量計測システム 登録番号：KK-150058-VE
--

○TREND-POINT で出来ること

- ・膨大な数になる点群データを編集する機能があり、不要なノイズの除去やフィルタリング、欠損部の補完、複数の点群の剛性、色調補正などが行える。
- ・点群編集での使用頻度が高い、フィルタリングについて、データ軽量化のための間引き、樹木や建物を取り除いた地表面点群の抽出、RGB値や受光強度を指定して特定の対象物（白線や道路等）を抽出することが可能である。
- ・3次元空間での多彩な計測（距離、面積、断面積、体積、樹高、凹凸等）を行う事が出来る。
- ・関連したソフトとの連携が可能で、測角測距法の測量成果や設計内容を3次元点群データへ反映させることが容易である。
- ・i-construction対応の土量計算や国土交通省の出来形管理要領に対応しており、設計データと点群データから正確な切土や森土量の算出が可能である。
- ・3Dガウシアンスプラットニングにより、滑らかな3Dモデルの高速表示や点群と写真のAR表示などが可能である。

2-1-1 インストール方法

TREND-POINT をインストールするためには福井コンピュータのアカウントが必要となる。このアカウントを取得後にアカウント管理を行う「FC アカウント」というソフトをインストールすると、福井コンピュータの様々なソフトを管理（インストール）することが可能となる。

詳細については、福井コンピュータのホームページに示されている「FC アカウントを利用した新規インストールの手順」を参照のこと。

https://www.fukuicompu.co.jp/mnl/trend-point/ver12/mnl/manual/point_fcnew_fc.pdf?0.7116802394298312

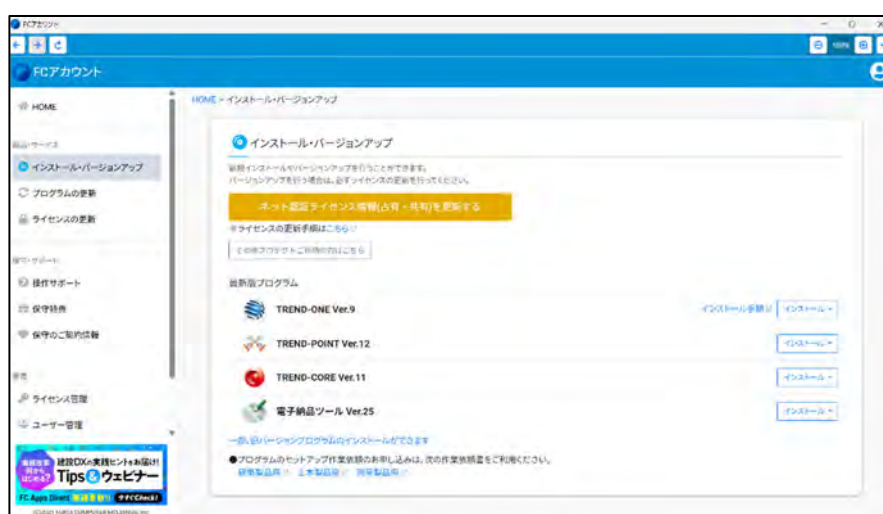


図 2-1 FC アカウント内のインストール・バージョンアップ画面例

2-1-2 基本操作方法

TREND-POINT については、福井コンピュータのホームページに基本操作が示されている。よって、本マニュアルでは森林土木での使用頻度が高い操作として、「ソフトの起動とファイル操作」、「画面構成」、「表示方法」、「計測」、「断面の作成」を取り上げ基本操作方法として示すこととする。

①ソフトの起動とファイル操作

- TREND-POINT のアイコンをダブルクリックする。



○新規又は既存のファイルを選択する



新規プロジェクトを選択すると「座標系」、「平面直角座標系」等を選択するフォームが出てくる。ここで、Lidar_SLAM 測量で出力したファイルを読み込む場合は、取り込む3次元点群データの座標系や平面直角座標系を設定（任意座標系の場合は未設定で良い）して、「外部ファイル」をクリックする。

クリック後には読み込みたい点群データファイルをウィンドウズのエクスプローラー画面から選択する。

すると、フォーマット確認フォームが出てくるので、内容を確認して良ければ「読み開始」をクリックする。

【参考】座標系

数学座標系と測量座標系では X 座標と Y 座標が入れ替わる。

数学座標系: X 軸の正の方向を基準 (0 度) として、左回り (反時計回り) に角度が増える。

測量座標系: 北方向 (X 軸) を基準 (0 度) として、右回り (時計回り) に角度 (方位角) が増える。

【参考】平面直角座標系

平成 14 年に国土交通省が定義したもので、全国を 19 の座標系に区分した。



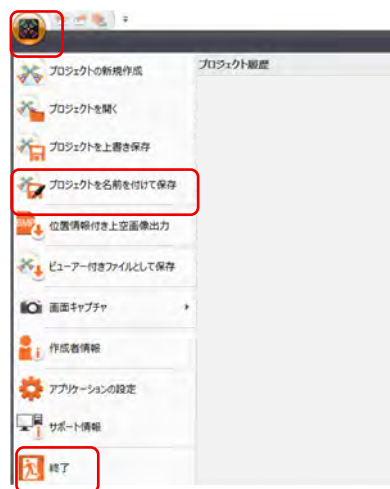
図 2-2 平面直角座標位置図

○データの保存

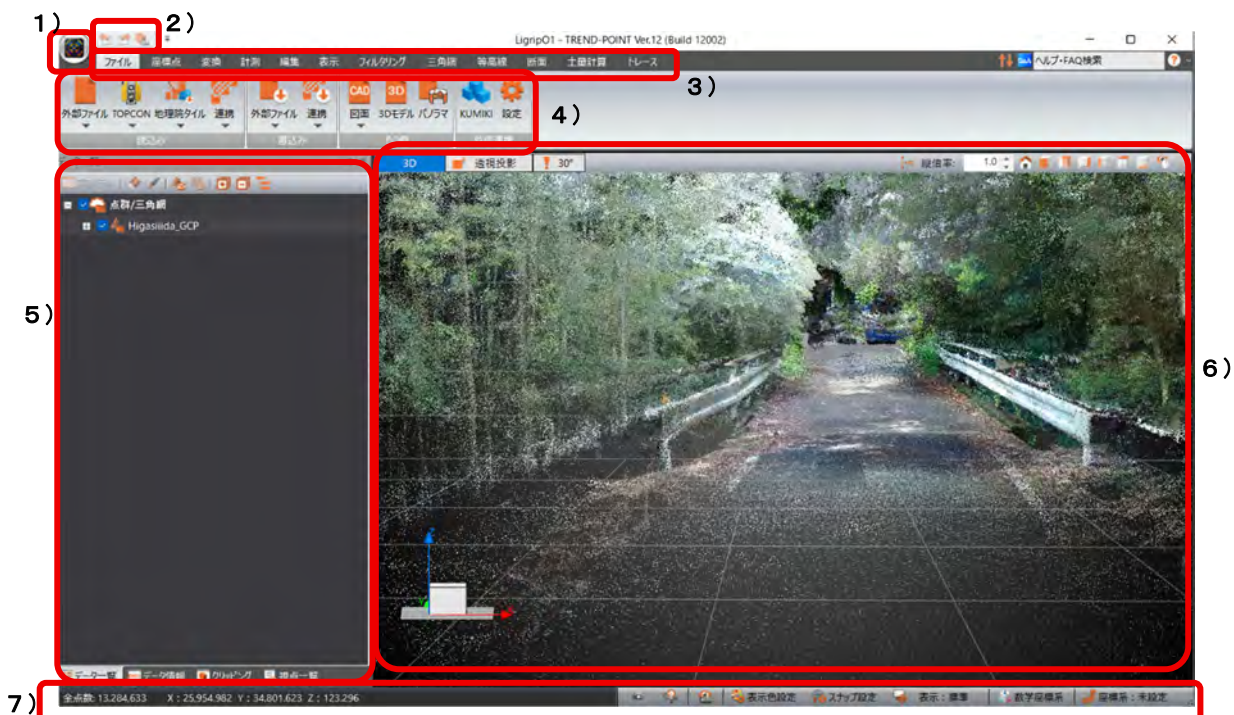
左上の TREND-POINT のアイコンをクリックするとファイル操作等のアイコンが表示されるので、「プロジェクトを名前を付けて保存」をクリックする。既存ファイルの場合は「プロジェクトを上書き保存」でも良い。

○ソフトの終了

データの保存と同じく左上のアイコンから、一番下の「終了」をクリックすることでソフトを終了することが出来る。



②画面構成



1) TREND-POINT ボタン

プロジェクトの作成や開く、保存などの基本操作を行う。

2) クイックアクセスツールバー

「元に戻す」、「やり直す」、「クリッピング解除」の操作を使用中のコマンドに関係なく実施できる。

3) タブ及び4) リボン

作業内容に応じて必要なコマンドがグループ化されてリボンにまとめられ、リボンがタブでまとめられている。

5) データ一覧ウィンドウ

点群や三角網などデータ内に存在する要素がグループ単位でツリー表示される。三角網はもととなった点群と同じグループに属する。各要素のチェックのオン・オフで、3Dビューでの表示・非表示を切り替えることが可能。

6) 3Dビュー

点群などを3次元で表示するウィンドウ。マウスの左クリックで点選択、右クリックで回転、ホイールで拡大縮小、ホイールクリックで表示範囲移動などの操作が行える。

7) ステータスバー

左端には点群データの全点数や、マウスカーソル位置の点群の座標値が表示され、右端には画面キャプチャ、Snipping Tool、座標系などのコマンドが表示される。

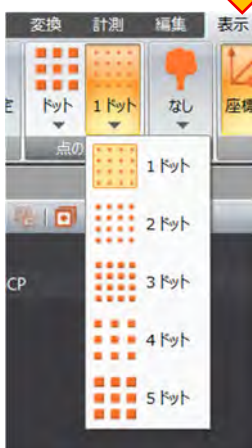
③表示方法

タブの「表示」をクリックすると、表示に関係のあるコマンドが並んだりボンが表示される。ここでは、点群の表示色や点の形状、陰影、補助線、簡易断面などを行うことができる。



一般的に使用頻度の高いコマンドに、表示色の設定が上げられる。ここでは、RGB表示、標高段彩、受光強度等を選択することが多い。特に受光強度は、色がついていない点群データで、標識を設定した標定点を判定する場合に用いるケースがある。

次に、点形状の大きさの変更も使用頻度が高く、点群の密度によりドットの大きさを変えることで形状が識別しやすくなる。



1ドットの場合



2ドットの場合

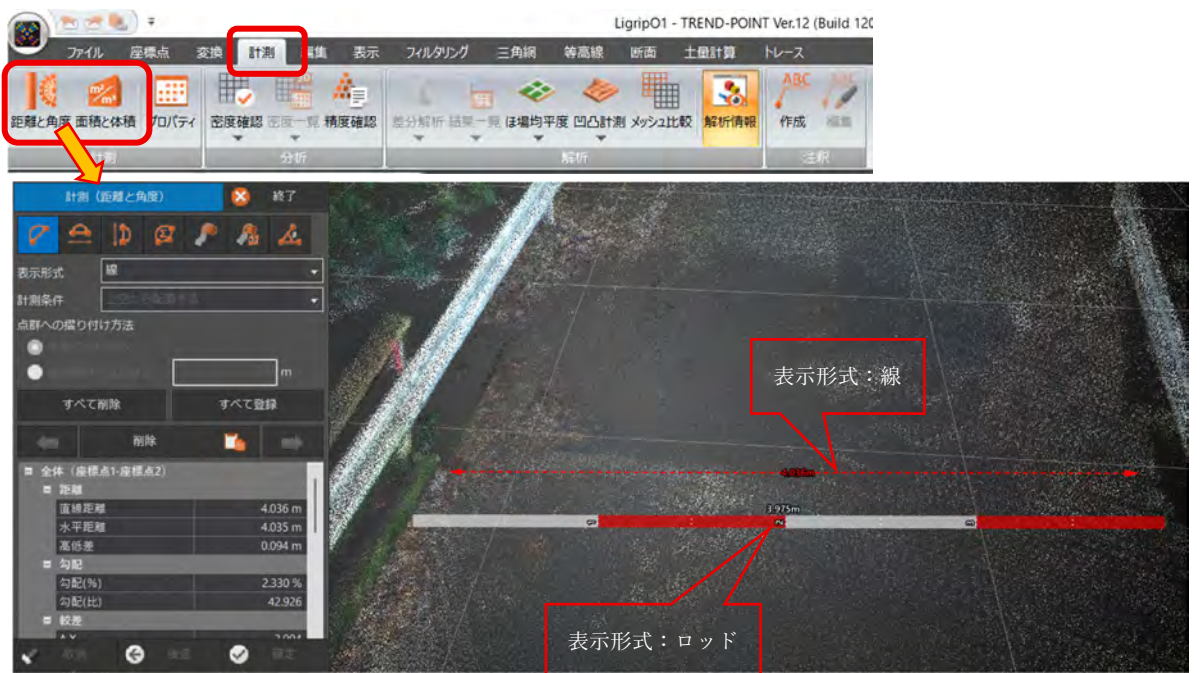


5ドットの場合

④計測

タブの「計測」をクリックすると、計測に関係のあるコマンドが並んだりボンが表示される。ここで、距離を計測したい場合は「距離と角度」、面積を計測したい場合は「面積と体積」をクリックし計測する点を選択する。

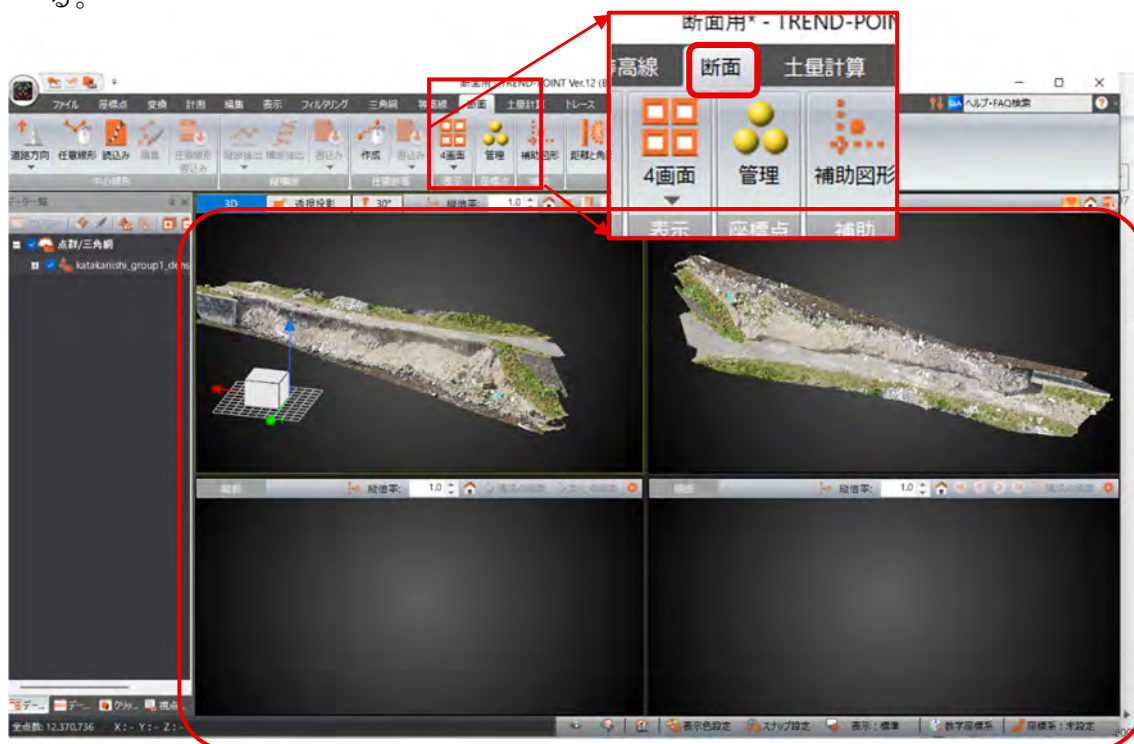
また、表示形式も「線」と「ロッド」に変更可能である。ロッドでは、調査地全体を表示する場合などで数字が小さくなった場合でもおよその延長が分かる利点がある。




⑤断面の作成

TREND-POINTの断面は、路線の測量設計の考え方で行われており、中心線形といわれる線形を設定し、その縦断形状、一定間隔（測点）ごとの横断断面を作成する。この中心線形の設定には、任意線形と読込があるが、ここでは、任意線形による断面作成方法を示すこととする。

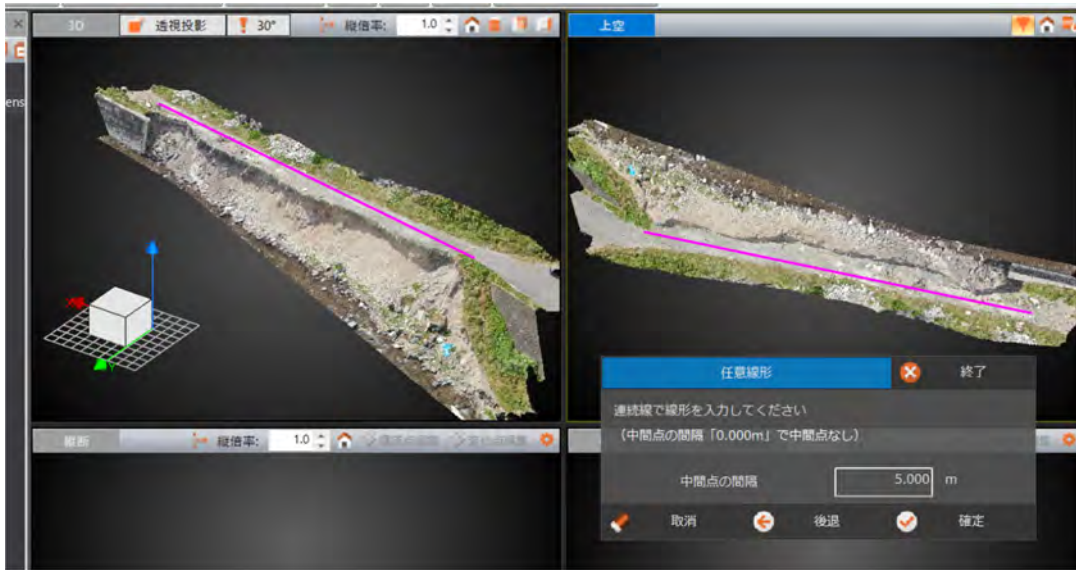
タグの「断面」をクリックすると、断面に関係のあるコマンドが並んだりボンが表示されるとともに、3Dビュー内が「3D」、「上空」、「断面」、「横断」の4分割される。



・線形の設定

リボン内の任意線形  をクリックし、3D 又は上空の画面内で線形を設定する。どちらの画面で設定しても両画面にその結果が反映される。線形の変化点ごとにクリックし、右クリックで終了する。

また、線形の設定と共に任意線形の「中間点の間隔」の設定を行うので、適切な間隔を設定する。なお、この間隔や任意の中間点の追加も後で行うことが可能である。



中間点の間隔を設定し、「確定」をクリックすると、3Dと平面内の測線に測点が表示され、中心線編集フォームが表示される。任意の中間点を追加したい場合は、「中間点追加」をクリックする。この内容で良ければ「確定」をクリックする。



中心線編集

主要点/中間点名・主要点座標値・中間点間隔を編集してください

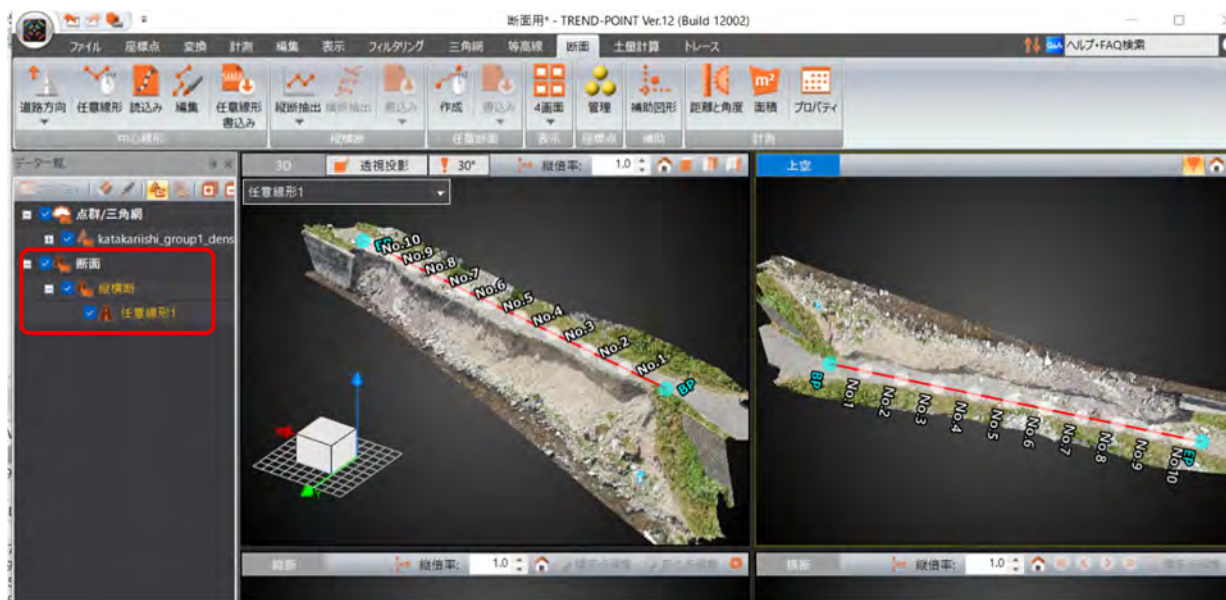
再計算設定

主要点毎にリセットして中間点計算を行う

No.	点名	追加距離	X座標	Y座標	Z座標	中間点間隔
1	BP	0.000	-41751.199	131905.679	8.499	-
2	No.1	5.000	-41746.305	131904.654	8.549	-
3	No.2	10.000	-41741.411	131903.630	8.600	-
4	No.3	15.000	-41736.517	131902.605	8.650	-
5	No.4	20.000	-41731.624	131901.580	8.700	-
6	No.5	25.000	-41726.730	131900.555	8.751	-
7	No.6	30.000	-41721.836	131899.531	8.801	-
8	No.7	35.000	-41716.942	131898.506	8.851	-
9	No.8	40.000	-41712.048	131897.481	8.902	-
10	No.9	45.000	-41707.154	131896.457	8.952	-

中間点追加 中心線編集 再計算 確定

すると、データ一覧内に「断面」「縦横断」「任意線形1」というデータが作成されていることが確認できる。また、これまで使用出来なかった「縦断抽出」のボタンが使用可能な状態となっている。



・ 縦断図の作成

「縦断抽出」のボタンをクリックすると縦断抽出に関する設定フォームが表示される。下記の設定を行い「抽出」ボタンをクリックすると、縦断画面に縦断図が作画される。

対象選択：点群等の地形データを参照するファイルを選択する

抽出方法：測点周辺の点群を参照して標高を算出する方法を選択する

検索範囲：上記の抽出方法の参照範囲を設定する

縦断抽出
終了

表示中の点群/三角網データから主要点/中間点の標高を抽出します

対象選択

katakariishi_group1_densified_point_cloud

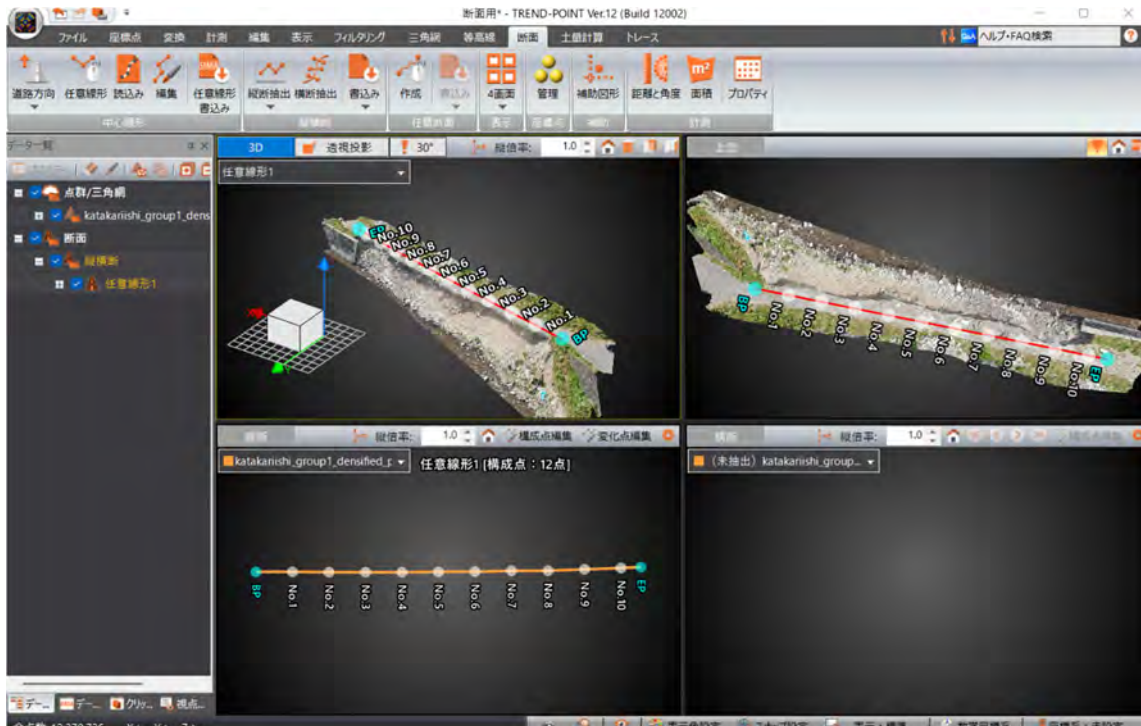
点群からの抽出設定

標高算出方法 ※付近の点群の標高を設定します

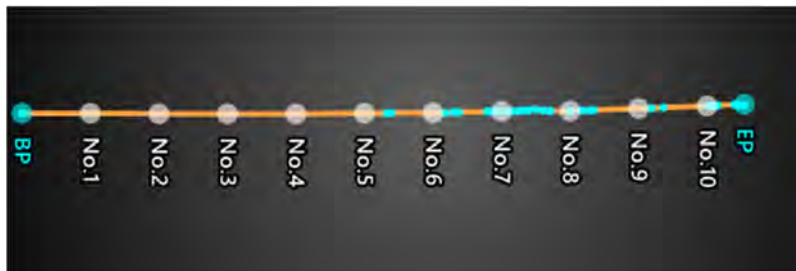
最近隣法
 最低標高
 最高標高

検索範囲 m

抽出



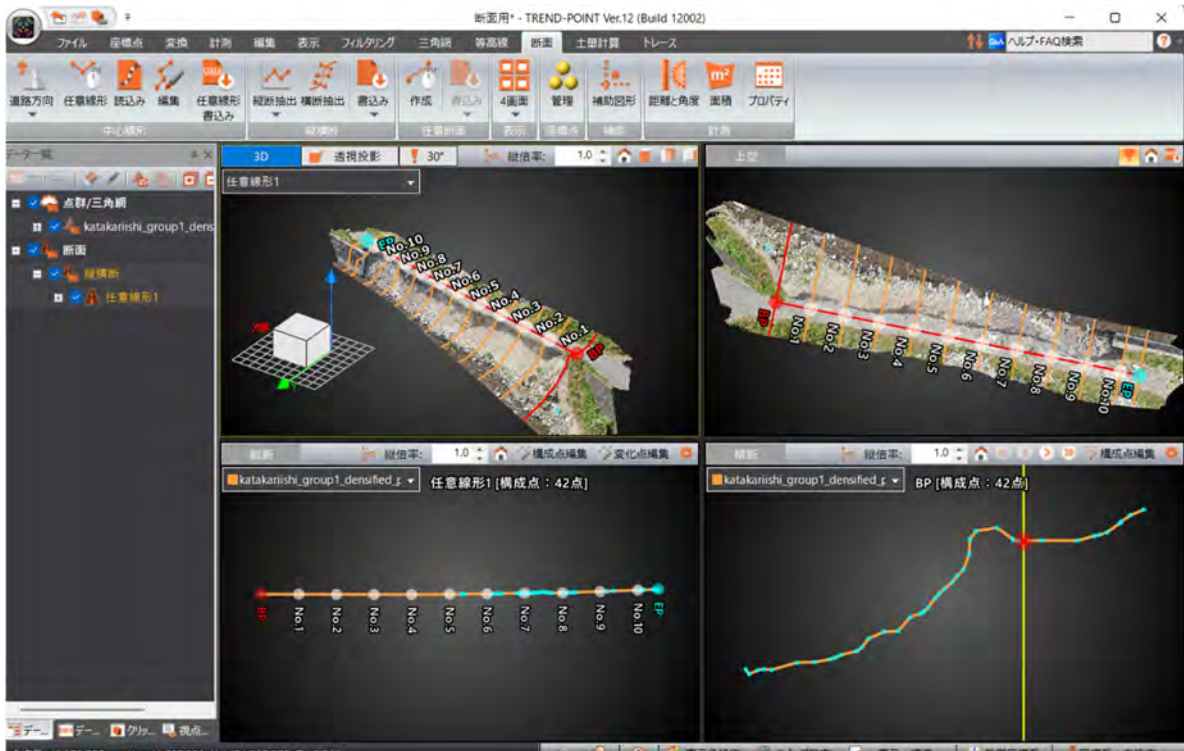
この縦断線は、測点間隔で設定した測点の高さとなっているが、測点間の地形の変化を縦断図に反映させたい場合は、「縦断抽出」ボタンの下にある▼をクリックし、「変化点抽出」をクリックすることで、変化点の抽出が可能である。




変化点の抽出を行うと水色の点で測点以外の変化点が表示される

・ 横断図の作成

縦断抽出が終了すると、次に「横断抽出」のボタンが使用可能となるので、これをクリックすると横断図を作成するための変化点の抽出を行うための設定フォーム（横断の幅、点抽出範囲、オーバーハングの設定等）が表示されるので、適正な値を入力し「抽出」ボタンをクリックする。



横断が面内に横断図が描画されると、その他の画面「3D」、「平面」、「断面」で、横断図の測点が赤く表示される。横断の変更は横断画面の上にある矢印ボタン
 で移動可能となる。

・図面のエクスポート

作成した縦断図、横断図は、アイコンの「書込み」ボタンでファイルとして出力することが出来る。出力可能な形式は、テキスト形式のSIMAやCADソフトで標準的なDXF等である。

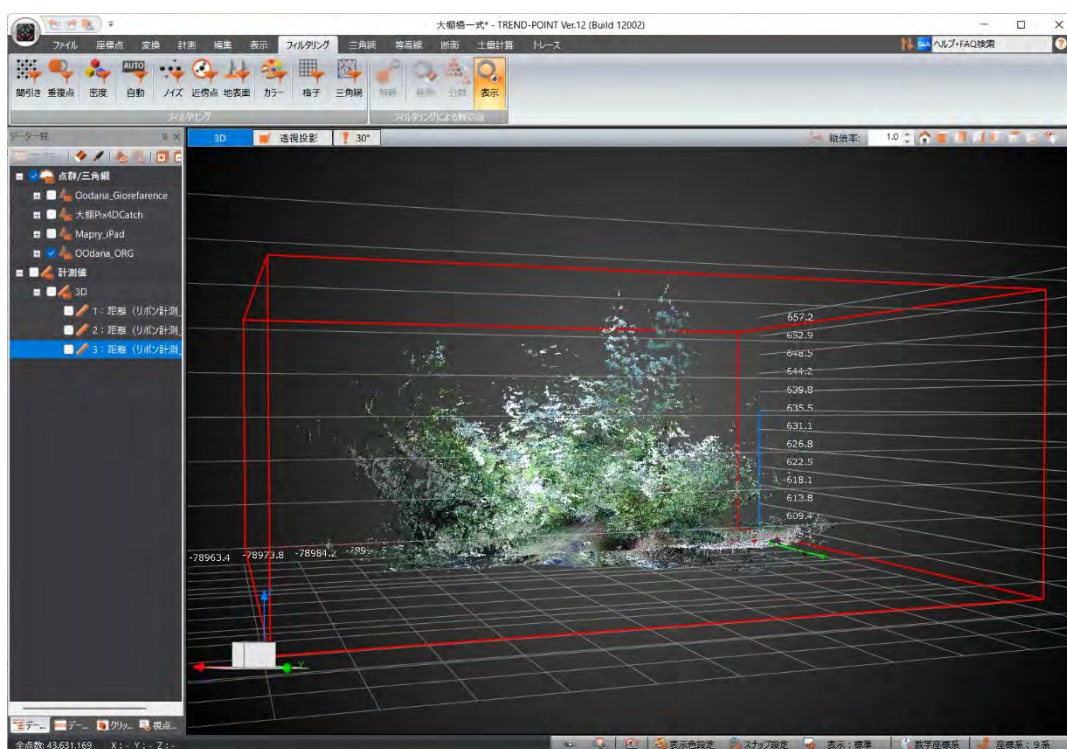


2-1-3 ノイズ除去

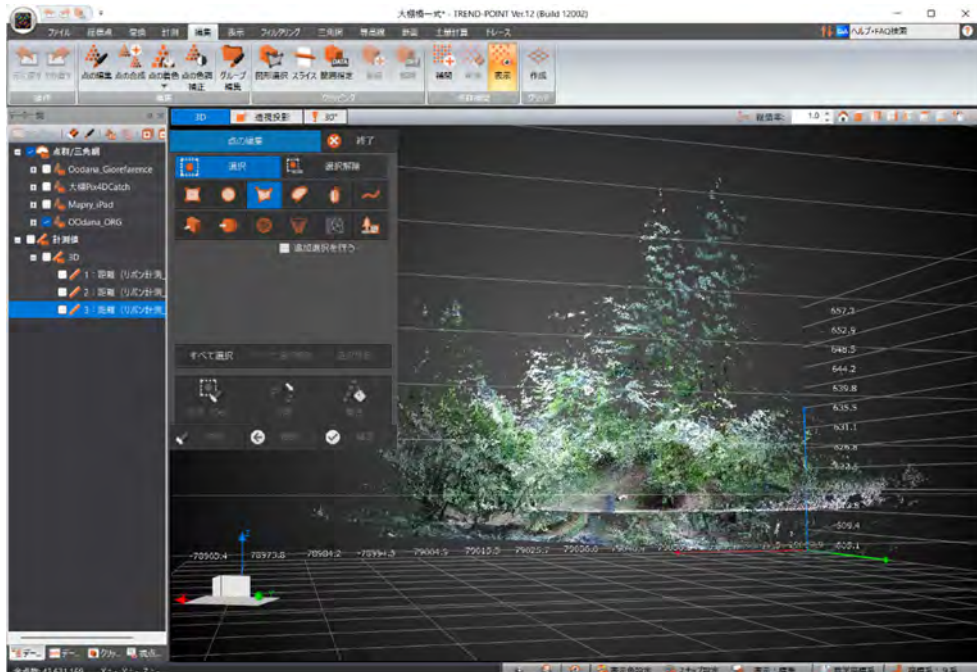
対象物以外の点群を除去する方法として、点群を選択して削除する方法とフィルタリングにより除去する方法がある。

このフィルタリングは地盤を抽出するために特化したノイズ除去で、橋梁のように地盤（溪床）より高い離れた位置にある場合、この橋梁をノイズとして除去してしまう。よって、こういった場合は矩形選択により不要な点群を除去する方法が効率的である。

1) 点群を表示する。

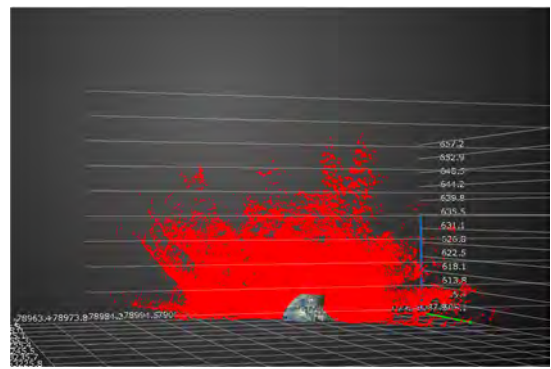
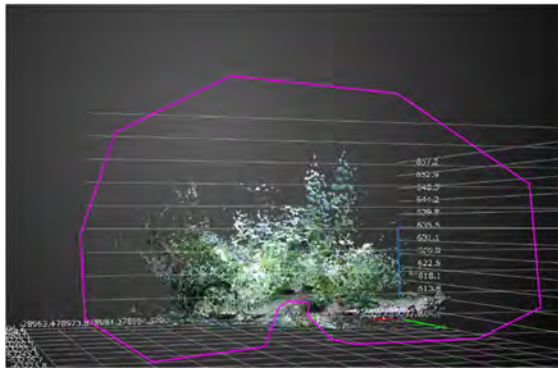


2) メニューバーの「編集」にある「点の編集」を選択する。

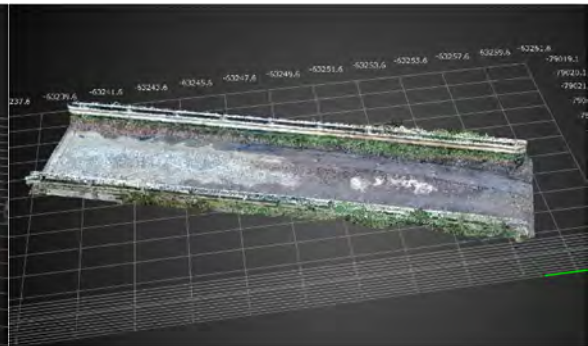
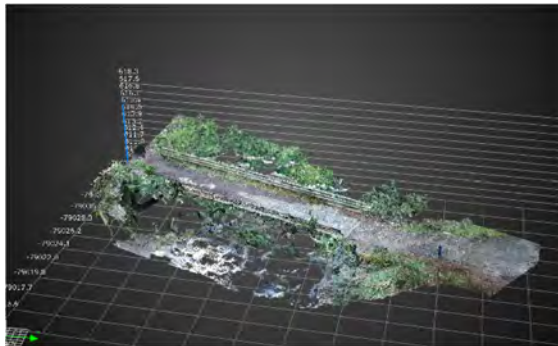


3) 「点の編集」フォームの「選択」を選択し、選択方法から選択に適した選択方法を選ぶ。例えば「多角形選択」など。





矩形選択で範囲を設定すると、範囲内の削除予定点群が赤く表示される。この内容で良ければ削除 (Delete) をクリックすると。点群が削除される。



この作業を数回繰り返し、右図のような橋梁のみの点群を作成する。

2-1-4 フィルタリング

① フィルタリングの概要

「フィルタリング」タブでは、不要な点を間引いたり、特定の条件の点を抽出したりすることができる。具体的には、地表面の点群のみ抽出、密度の低い箇所（ノイズ）をまとめて削除、指定した色の点群のみ抽出などの作業を行うことができる。フィルタリング処理はグループ単位（2階層目のまとまりごと）で行う。



表 2-1 フィルタリングの名称及び機能一覧

	均等間引きフィルタリング	点群を均等に間引きます。データサイズの軽量化および各種処理速度の向上が見込める。なお、近傍点フィルタリングとは異なり、密度の均一化は行わない。
	重複点フィルタリング	重複している点（同一点）を抽出する。重複の判定は「0.00000001 m」（10 の - 8 乗）で行う。
	密度フィルタリング	密度の低い領域の点（ノイズである可能性が高い点）を抽出する。抽出時は、密度の高い箇所、中程度である箇所、低い箇所でも色分けして表示する。レーザスキャナー計測点群などに含まれるノイズ（ごみ点）を削除する。
	自動フィルタリング	ノイズフィルタリング、近傍点フィルタリング、地表面フィルタリングを自動で行う。
	ノイズフィルタリング	周囲に点がない点（点の密度が低い箇所の点）を抽出する。レーザスキャナー計測点群などに含まれるノイズ（ごみ点）が削除できる。
	近傍点フィルタリング	近い距離の点を抽出する。点の密度が低い箇所は抽出されにくく、点の密度が高い箇所は多くの点が抽出されるため、除去後、残った点の密度は均一に近づく。データサイズの軽量化が見込める。
	地表面フィルタリング	地表面から離れている点を抽出します。草木や建物などを除去して地表面のみ残すことができる。
	カラーフィルタリング	指定した色（RGB 値、受光強度）の点群を抽出することができる。反対に、指定した色以外を抽出することもできる。一定の色調である草木の削除や、道路の白線のみを抽出等が行える。
	格子フィルタリング	設定したサイズの格子内に含まれる点群から「最高標高」、「中央値」、「最頻値」、「最低標高」のいずれかを抽出できる。（格子サイズの間隔で点が抽出される。）造成や浚渫工など幅広く活用できる。※起伏の大きい地形には、地表面フィルタリングが適している。
	三角網フィルタリング	三角網より上または下にある点群を抽出することができる。また離れを指定して抽出することもできる。
解除、削除、分類		フィルタリングによる無効点を解除、削除、分類（別グループへの移動や合成など）を行う。
表示		無効点の表示・非表示を切り替える。

②地表面抽出フィルタリング

フィルタリングの中で使用頻度の高い、地表面抽出フィルタリングの使用方法について示す。



フィルタリングタグ内のリボンの中から「地表面」をクリックすると、「地表面抽出フィルタリング」のフォームが表示される。上部に「対象選択」のリストボックスがあるので、この中から対象とする点群を選定する。次に設定のリストボックスに、「森林 (航空測量)」から「電柱・標識」まで、7つの設定が表示されるので、適切な設定を行うことで、フィルタリングのパラメータである幅、長さ、厚みが自動で設定される。なお、フィルタリング結果が不適である場合は、幅、長さ、厚みを適性となるよう、再設定する必要がある。

【参考】幅、長さ、厚さについて

フィルタリングでは、ある一定の空間（格子状）の中で最低標高値や中央値などを抽出するのが一般的である。この地表面抽出フィルタリングにおいてもこれと同様に、幅と長さで地表面を抽出する空間を設定している。

一方「厚み」では、地表面についてある一定の厚みを設けることで、抽出の「ゆらみ」を設けている。厚さが小さいと厳密になるが、点群が欠落しやすい。厚さが大きいと、欠落はなくなるが植生やノイズを地表面と誤認識しやすくなる。









2-1-5 座標変換

①座標変換の概要

「変換」タブでは、点群データや三角網等の座標、位置、向きを修正又は調整するためのコマンドがまとめられている。



表 2-2 変換タグ内の名称及び機能一覧

	XY 入替	X,Y 座標を入れ替えるコマンド。点群読み込み時に「数学座標系」と「測量座標系」の設定を誤って、X,Y 座標が逆になった場合に使用する。
	座標入替	X、Y、Z の座標を入れ替えるコマンド。3次元点群データを読み込み時、Z 座標の符号が逆になった場合などに使用する。
	移動と回転	移動、回転、2点移動が行える。
	平行移動	X、Y、Z 方向の移動量を数値指定して平行移動を行う。
	位置合わせ (手動)	対応点をもとに異なるグループの点群・三角網の位置合わせを行う。変換方法はヘルマート変換、3D ヘルマート変換、アフィン変換が選択できる。
	位置合わせ (自動)	異なるグループの点群・三角網の位置を自動調整する。
	位置合わせ (微調整)	ICP を用いて異なるグループの点群・三角網の位置を微調整する。「位置合わせ (手動)」を行ったあとに実行すると効果的である。
	座標値指定	公共座標など、変換先の座標値を指定して座標変換を行う。

②位置合わせ手動

フィルタリングの中で使用頻度の高い、地表面抽出フィルタリングの使用方法について示す。変換タグの中にある「位置合わせ手動」ボタンをクリックすると位置合わせ用フォームが表示される。

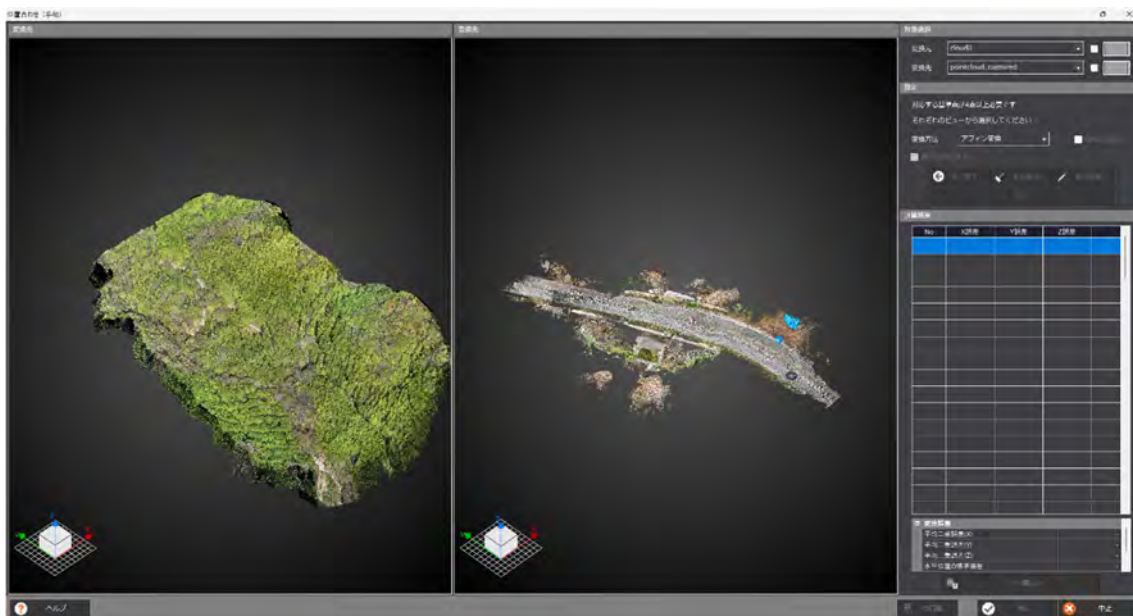
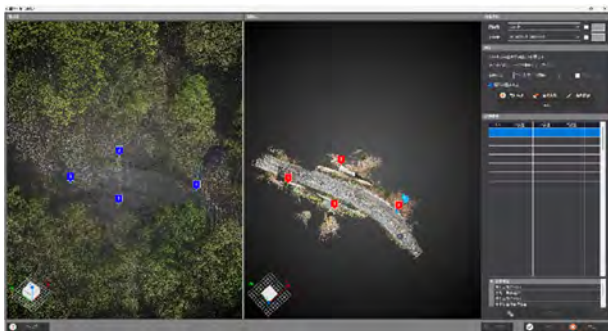
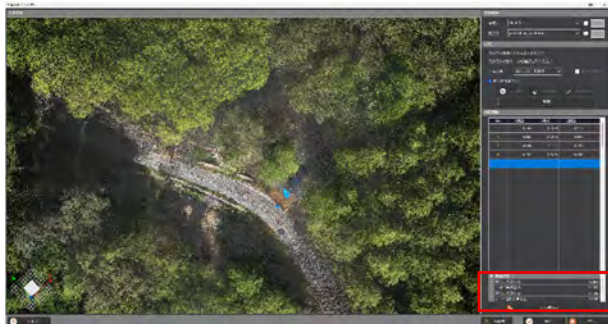


図 2-3 位置合わせ手動設定画面

左：UAV レーザ測量（公共座標）、右：Lidar_SLAM 測量（任意座標系）



変換方法*1を選択し、両側の点群内で同じ点だと判断される箇所を設定する。



点を選択後、変換誤差を確認し、良ければ「確定」ボタンをクリックする

変換誤差	
平均二乗誤差(X)	0.0472
平均二乗誤差(Y)	0.0764
平均二乗誤差(Z)	0.0998
水平位置の標準偏差	0.1556

※1 変換方法

TREND-POINT の位置合わせでは、以下の3つの変換方法が選択可能である。

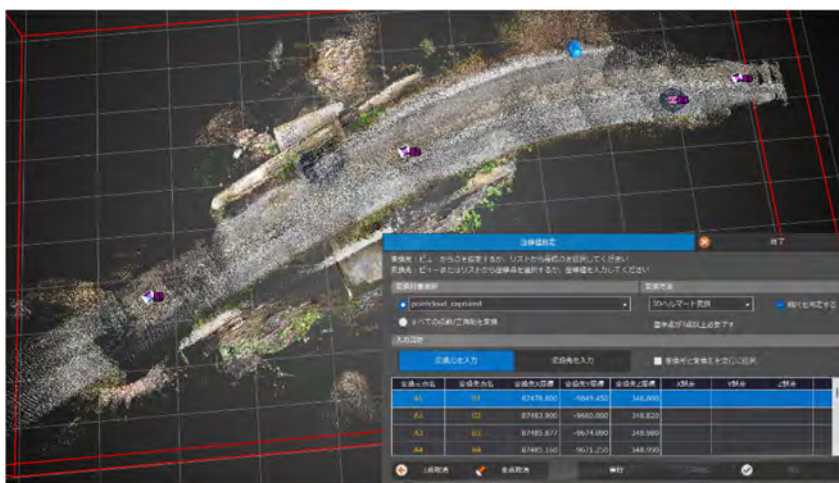
- ・ヘルマート変換
平面的な移動、回転、縮尺の補正を行う手法（2点以上必要）
- ・3D ヘルマート変換
三次元空間において移動、回転、縮尺を補正する（3点以上必要）
- ・アフェイン変換
平行移動、回転、縮尺に加え、歪みも含めて補正する手法（4点以上必要）

③座標指定

位置合わせの中で、標定点などを用いた場合に実施する座標値指定の使用方法について示す。変換タグの「座標値指定」をクリックすると以下のフォームが表示される

変換元点名	変換先点名	変換先X座標	変換先Y座標	変換先Z座標	X誤差	Y誤差	Z誤差
-------	-------	--------	--------	--------	-----	-----	-----

変換対象の点群と変換方法（※1参照）を設定して、3Dビュー内で位置の分かっている点を指定し、その座標を入力する。



「実行」ボタンをクリックし、各座標の誤差を確認する。この時点ではまだ変換は行われていない。

座標値指定

変換元: ビューから点を指定するか、リストから座標点を選択してください
 変換先: ビューまたはリストから座標点を選択するか、座標値を入力してください

変換対象選択: pointcloud_captured | 変換方法: 3Dヘルマート変換 | 縮尺を固定する

すべての点群/三角網を変換 | 基準点が3点以上必要です

入力確定

変換元と変換先を交互に選択

変換元点名	変換先点名	変換先X座標	変換先Y座標	変換先Z座標	X誤差	Y誤差	Z誤差
A1	B1	87478.800	-9649.450	348.800	-0.026	0.008	0.001
A2	B2	87483.900	-9660.000	348.820	0.042	-0.005	-0.001
A3	B3	87485.877	-9674.090	348.980	-0.014	0.000	0.000
A4	B4	87485.160	-9671.250	348.990	-0.002	-0.000	0.009

結果確認

変換誤差	
平均二乗誤差(X)	0.0147
平均二乗誤差(Y)	0.0030
平均二乗誤差(Z)	0.0034
水平位置の標準偏差	0.0260

ヘルプ CSV書き込み 中止

結果確認

各点の誤差及び「結果確認」をクリックして全体の誤差を確認して、良ければ「確定」をクリックすると座標変換が行われる。

2-2 CloudCompare の使用方法

○CloudCompare の特徴

CloudCompare は、フランスの Daniel Girardeau-Montaut 氏により開発された、GPL ライセンスに基づくオープンソースの 3 次元点群処理ソフトである。無料で利用可能であるが基本的な機能から高度な解析まで多機能な性能を持つ。具体的な機能として、ICP 等の位置合わせ、土量（体積）算出、等高線生成、断面形状の抽出、フィルタリング（CSF）などが上げられ、土木・建築分野の BIM/CIM や i-Construction、森林土木事業の山腹崩壊や侵食量調査まで幅広く活用可能である。また、LAS や E57 など多様なファイル形式に対応しており、汎用性も高いソフトである。



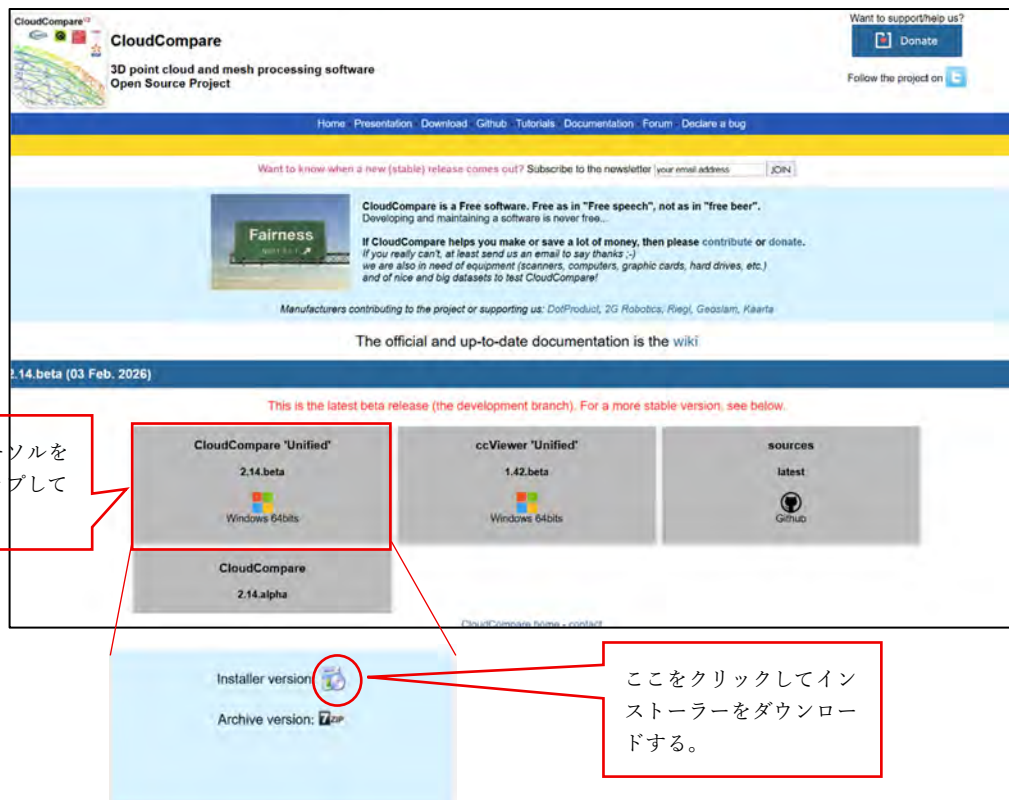
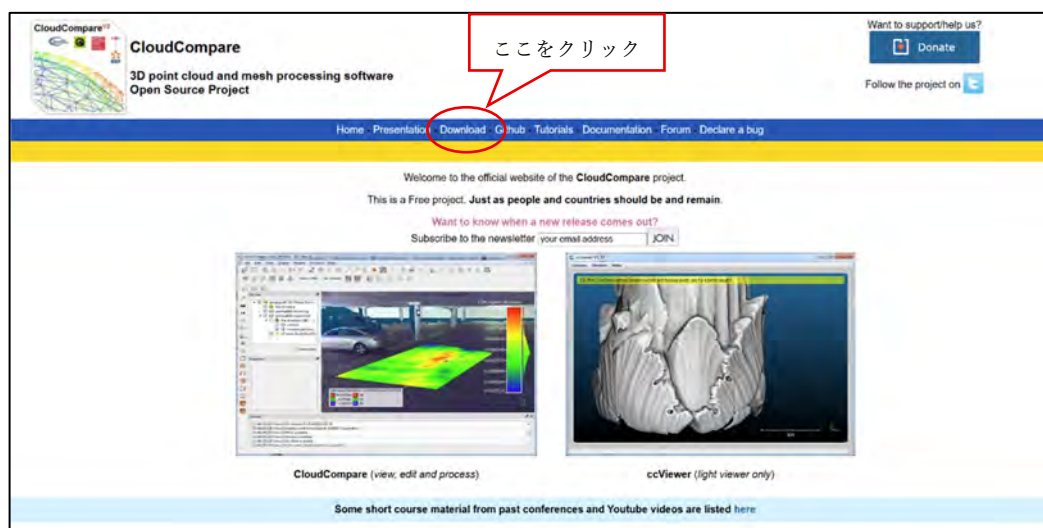
○CloudCompare で出来ること

- ・無料で 3 次元点群編集を行うことが可能なソフトで有り、多くの技術者が開発したプラグインを有しており、有償のソフトとほぼ同様の機能を有している。
- ・点群データの編集として、ダウンサイジングである間引きや、異なる 2 つの点群データの位置合わせ、ノイズ除去、フィルタリング等を行うことが可能である。
- ・ベクターデータの等高線、ラスタデータの DEM、点群データのグリッドデータなどを作成するツールがあり、容易に作業を行うことが出来る。
- ・断面（横断）の抽出を任意の位置や間隔で行うことが出来る。作成した断面形状はポリラインとして抽出して CAD ソフトで使用可能なファイルに出力が出来る。
- ・2 つの測量時期の異なる点群データを用いることで、その間に变化した量を定量的に算出可能な、差分解析による土量算出を行う事が出来る。

2-2-1 インストール及びメニューの日本語化の方法

インターネットで、公式サイトである下記の URL へアクセスし、インストーラーをダウンロードして実行する。

<https://www.danielgm.net/cc/>

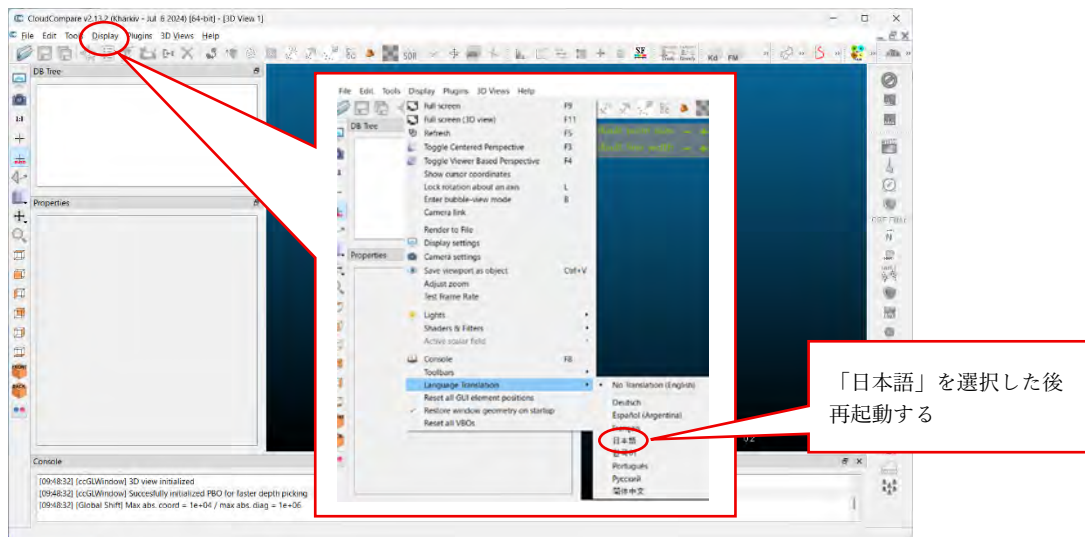


ダウンロードしたインストーラーを実行して CloudCompare をインストールする。

○メニューの日本語化

インストール後に CloudCompare を立ち上げるとメニューが英語表記になっているので、メニューの日本語化を行う。

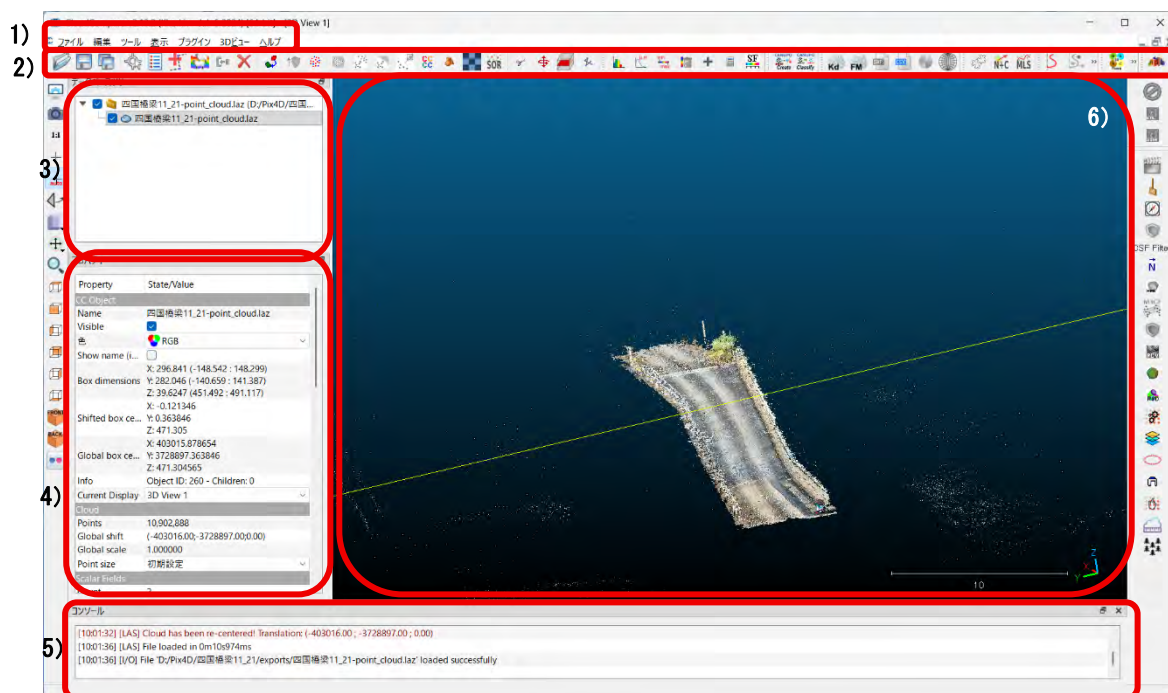
(Display→Language Translation→日本語) 設定が終了すると、ソフトを再起動するとメニューの日本語化が行われている。



2-2-2 基本操作方法

本ガイドでは「フィルタリング」、「ノイズ除去」、「座標変換」、「DEMデータの作成」を行う上で必要な操作方法として、「画面構成」、「ファイルの読込」、「ファイルの書き込みと終了」、「点、点間距離、面積の計測方法」、「差分解析」に限定して示すこととする。

①画面構成



1) メニュータグ

ファイル、編集、ツール、プラグイン、3D ビュー、ヘルプがあり、それぞれに様々なコマンドがある。

2) ツールリボン

メインツール、属性値ツールなど、様々なツールが用意されている。

3) データベースツリー

各オブジェクトを管理する画面

4) プロパティ

データベースツリー内で選択されているオブジェクトのプロパティが表示される

5) コンソール

時間と作業内容が示されてる

6) 3Dビュー

3次元表示ウィンドウ

回転： 左マウスドラッグ。

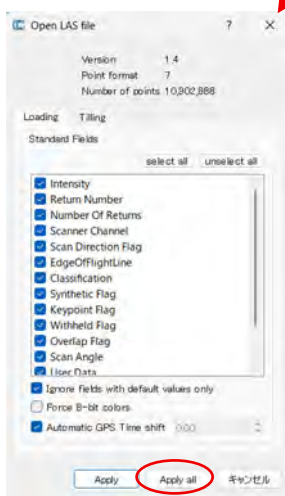
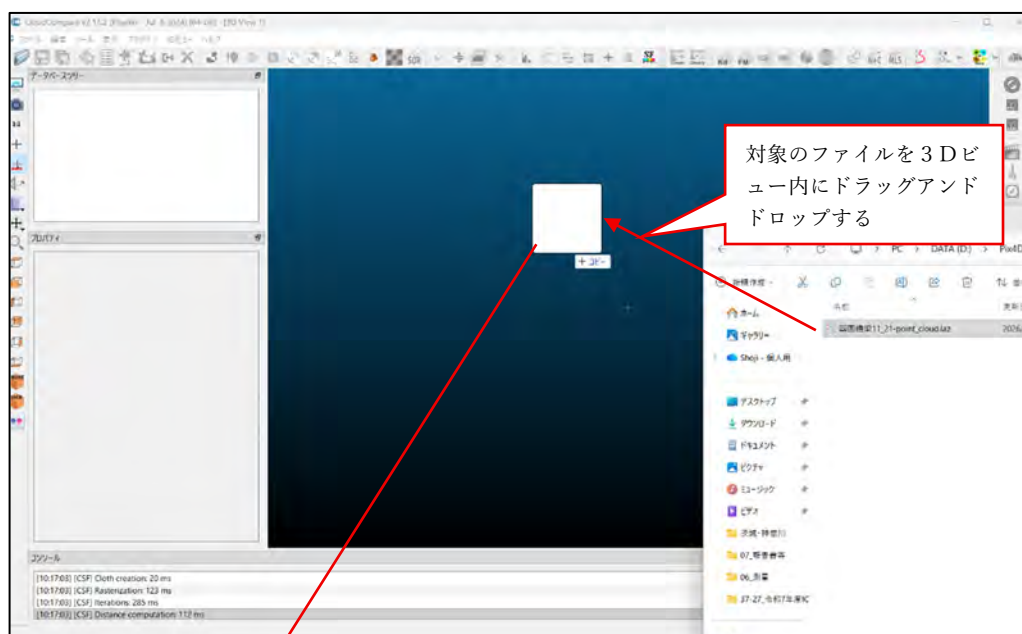
平面移動： 右マウスドラッグ。

拡大・縮小： マウスホイールの上下。

②ファイルの読込

CloudCompareは、LAS/LAZ、E57、PLY、OBJ、ASCII (TXT, CSV) など、多くのファイル形式に対応している。

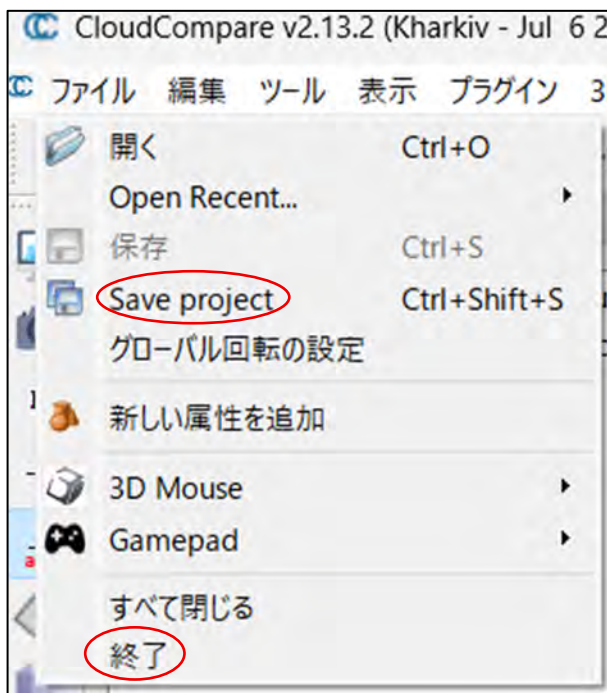
「ファイル」→「開く」からファイルを選択するか、3Dビュー上に直接ドラッグアンドドロップする。



ファイルを読み込むと、対象ファイルに応じた属性選択フォームが表示される。基本的にそのまま（全て了承）「Apply all」ボタンをクリックして読み込んで良い。

③ファイルの書込と終了

タグ内の「ファイル」をクリックすると、「Save project」や「終了」があるので、目的のコマンドをクリックする。

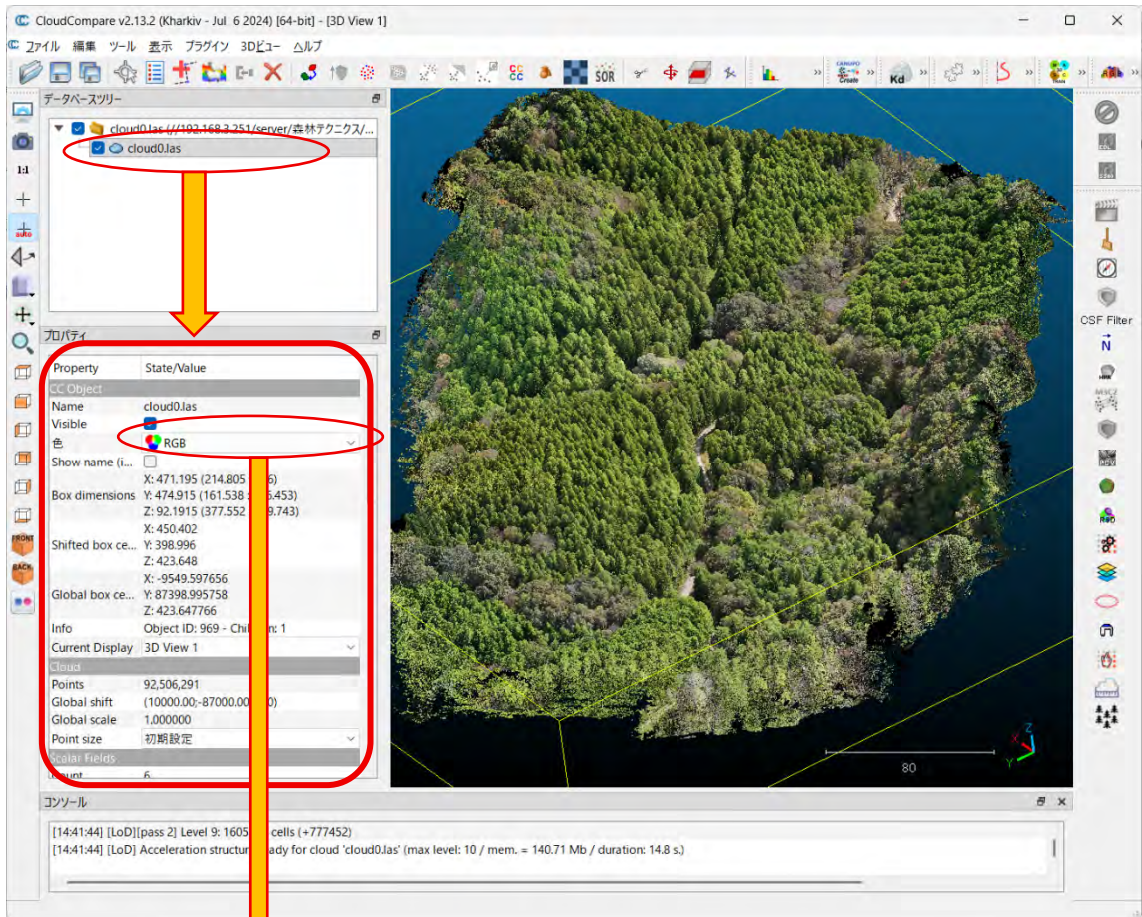


なお、CloudCompare のファイルは「.bin」 という拡張子で保存される。

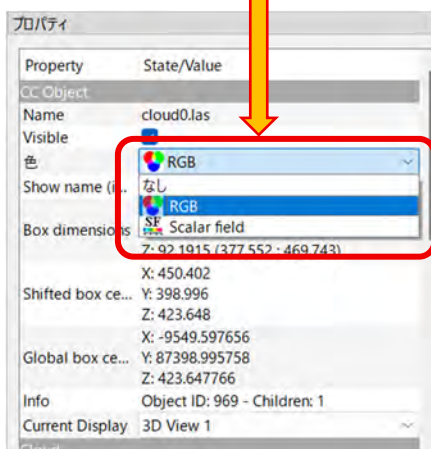


④点群表示の色及び大きさの変更

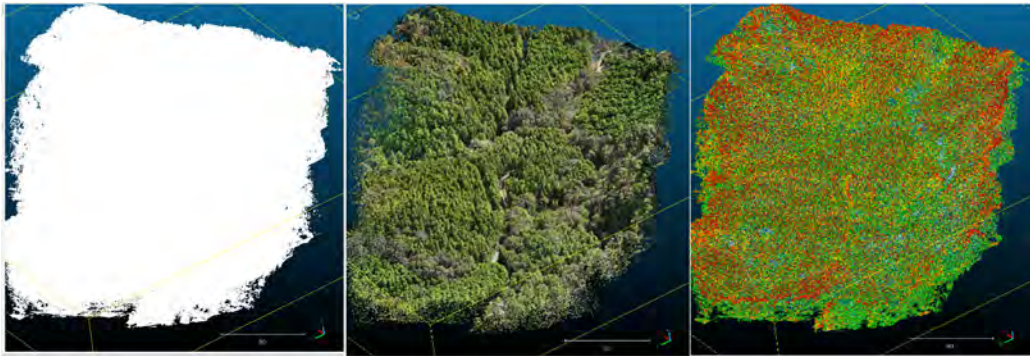
データベースツリー内で、表示方法を変更したいデータを選択すると、下のプロパティウインドウにデータに付随する属性が表示される。



○表示色の変更



プロパティ「CC Object」内の「色」で変更する
なし：色情報無しの白点で表示される
RGB：現実の色に近い色で表示される
Scalar field：標高や反射強度などのスケールで表示される

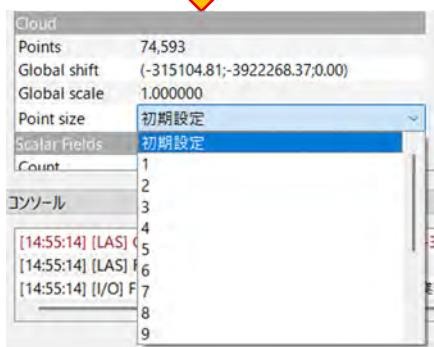
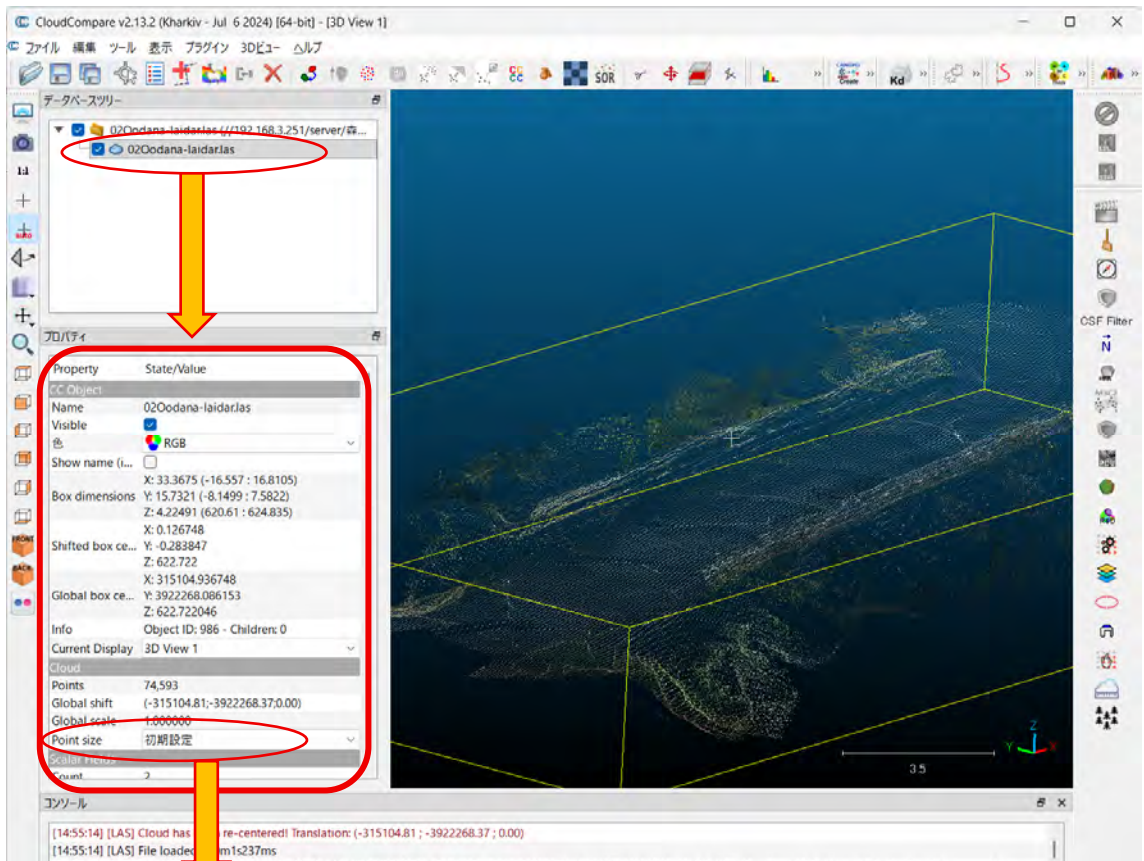


色:なし

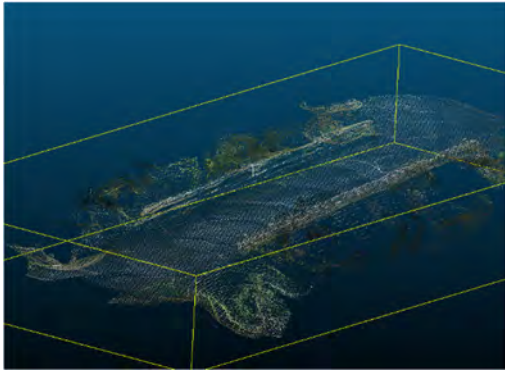
色:RGB

色:Scalar field (反射強度)

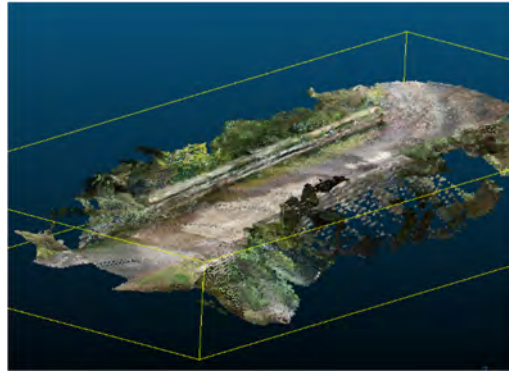
○点の大きさの変更



プロパティ「Cloud」内の「Point size」で変更する。なお、「初期設定」は1である。




Point size : 1 (初期値)

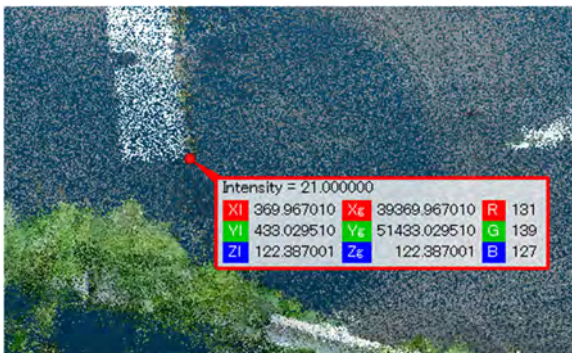


Point size : 3

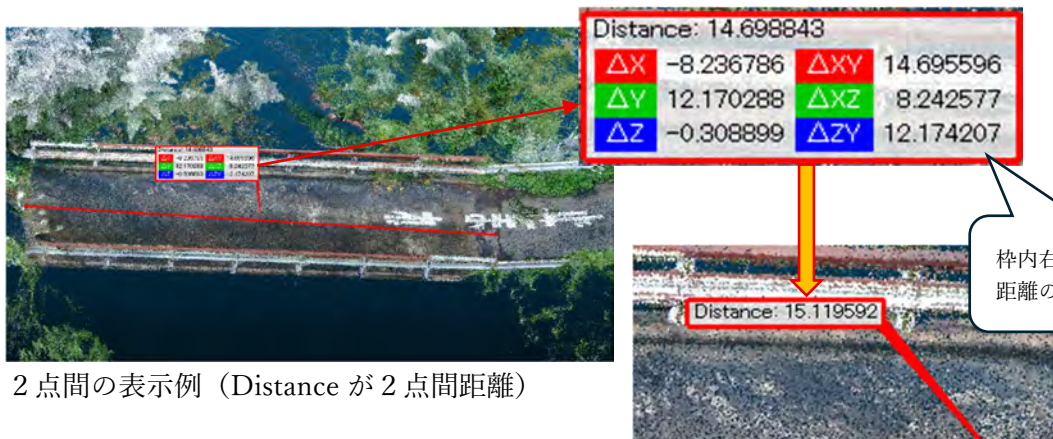
⑤点、点間距離、面積の計測方法

データベースツリー内で、計測を行いたいデータを選択すると、上部のアイコンボタンの「ポイント選択」が使用可能となるので、クリックする。

すると、右図のポイント選択の設定フォームが表示される。右から「点の情報」、「二点間の距離」、「三点間の面積、角度」、「ラベルの作成」、「保存」、「再計算」、「閉じる」となっている。



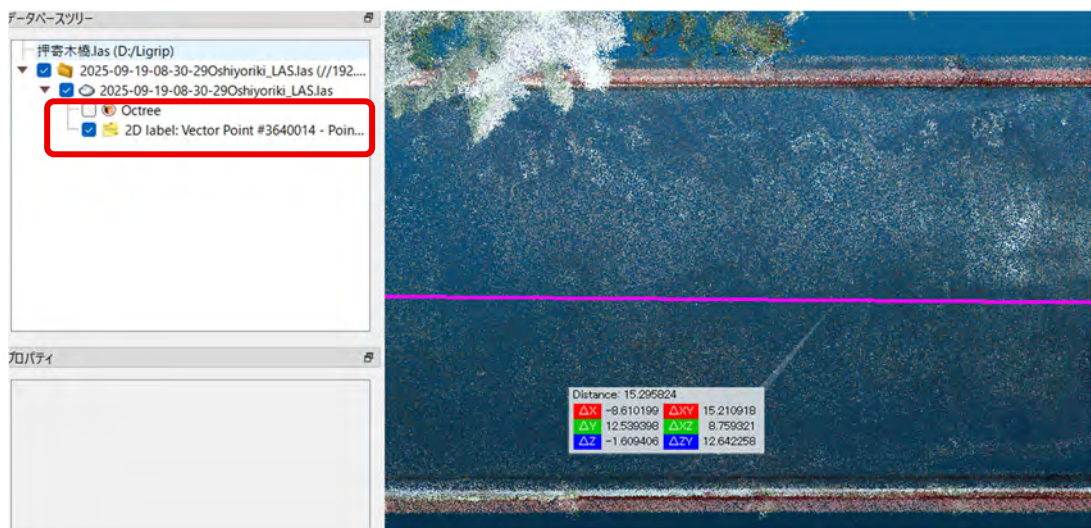
点情報の表示例 (Xg、Yg、Zg が公共座標)



2点間の表示例 (Distance が2点間距離)



3点間の情報 (angleB が勾配変化点の角度)

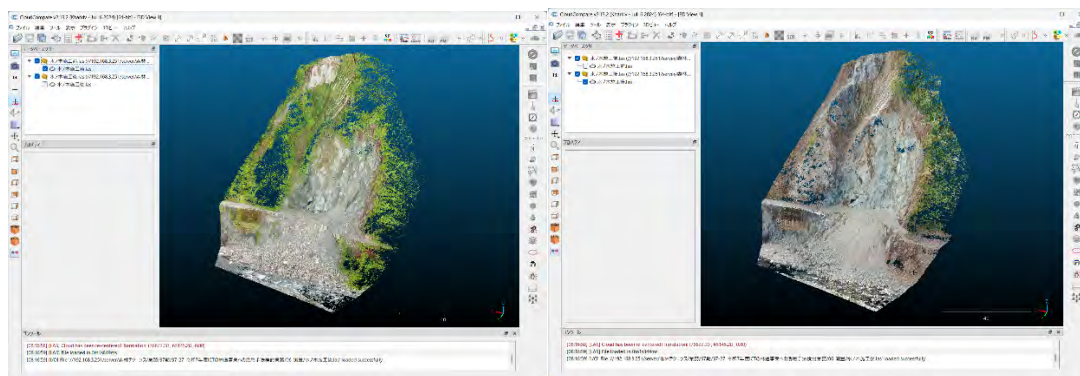


保存をクリックすることで、オブジェクトとして計測結果が作成される。

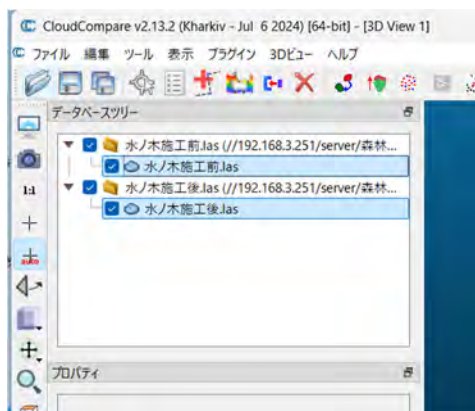
⑥差分解析

施工前と施工後のように差分を求めたいデータを用意する。これらのデータについては、植生やノイズなど不要な点群は除去し、地表面のみのデータであることと、それぞれの位置情報が同じである必要がある。

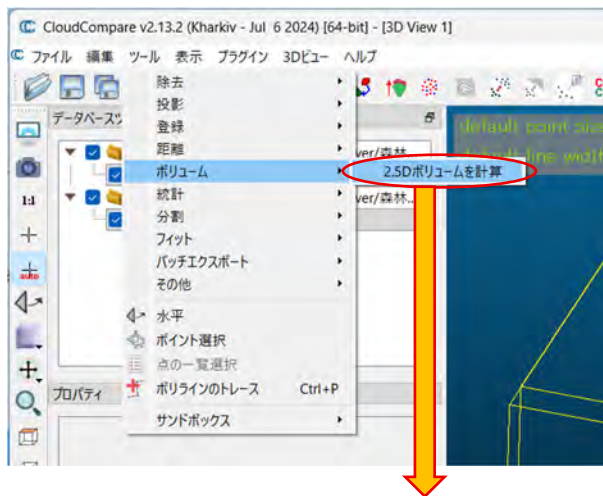
また、この地形データについては、不規則の点群データ、規則性のある点群データ（グリッドデータ）、DEM等のラスタデータでもよいが、施工前後で同じデータであることが望ましい。



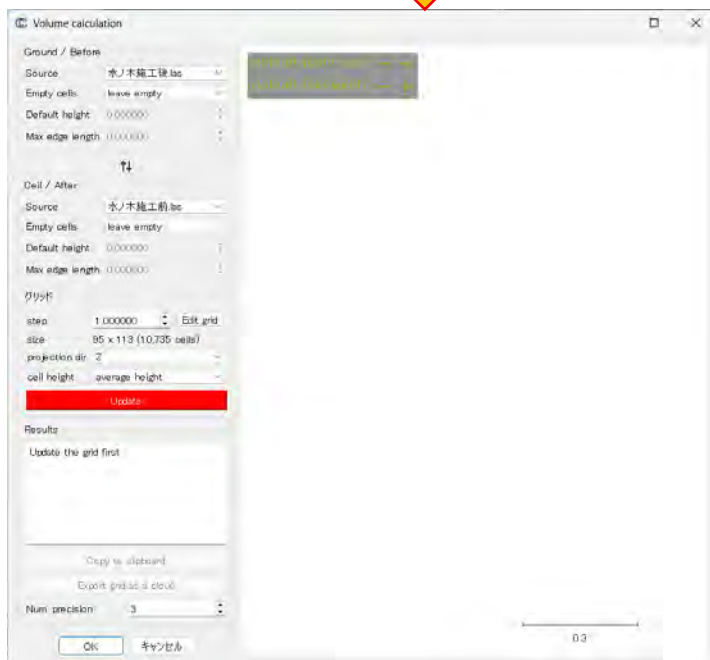
左図：施工前の地盤データ、右図：施工後の地盤データ



データベースツリー内で、比較するデータを選択する。なお、複数選択するには、Ctrlボタンを押しながらマウスで各データをクリックすることで可能となる。



比較するデータの選択が終われば、「ツール」→「ボリューム」→「2.5D ボリューム計算」を選択する。



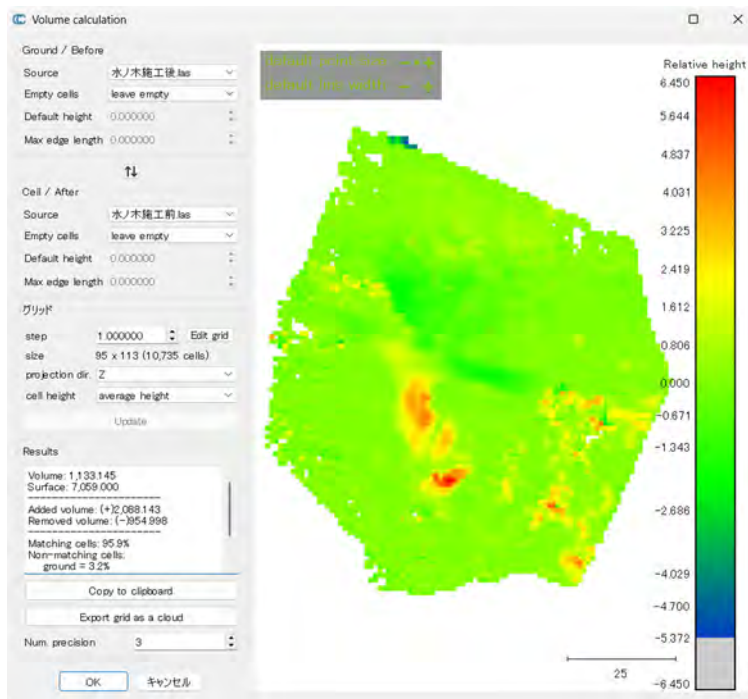
「Volume calculation」という画面が表示されるので、以下の各設定を行う。

- ・「Ground/Before」
 差分の基となるデータ（施工前）のことで、データの選択と「Empty cells」でデータの無いセルの対応を選択するリストボックスがある。これについてはデフォルトの「leave empty」（カラのまま）でよい。
- ・「Ceil/After」
 比較対象となるデータ（施工後）のことで、上記と同じでよい。

・「グリッド」

差分をグリッドデータとして出力するための設定を行う。「step」はグリッドの1つの大きさのことであり、メートル単位で指定する。「projection」は比較する点群の値のことで、地盤の変化を目的とする場合は高さである「Z」を選択する。「cell height」はセルの値の決定方法で、「minimum height」（最小値）、「average height」（平均値）、「maximum height」（最大値）から選択する。通常は「average height」（平均値）でよい。

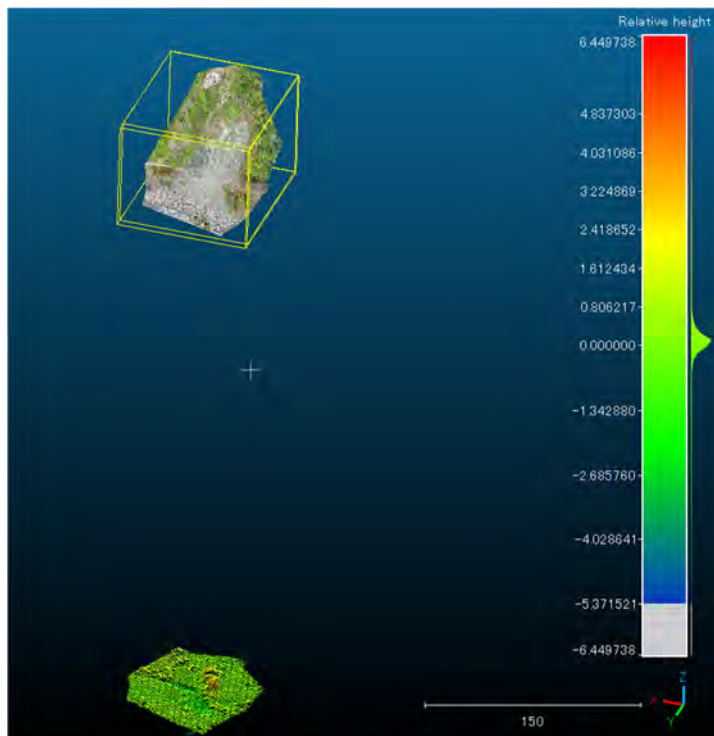
上記の設定が終われば、赤いボタンである「Update」をクリックすると、右半分の画面にその結果が表示される。ただし、ここでは、まだオブジェクトは作成されておらず、差分結果の確認を行う。



「Update」をクリックすると、右側に計算後のグリッドデータが表示される。また、左下の「Result」内に差分の結果が表示されると共にボタン類の使用が可能となる。

- Copy to clipboard
上部の結果をクリップボードにコピーする。
- Export grid as a cloud
作成したグリッドデータを点群データとして出力する。
- Num precision
結果 (Result) の小数点以下の桁数を決定する。

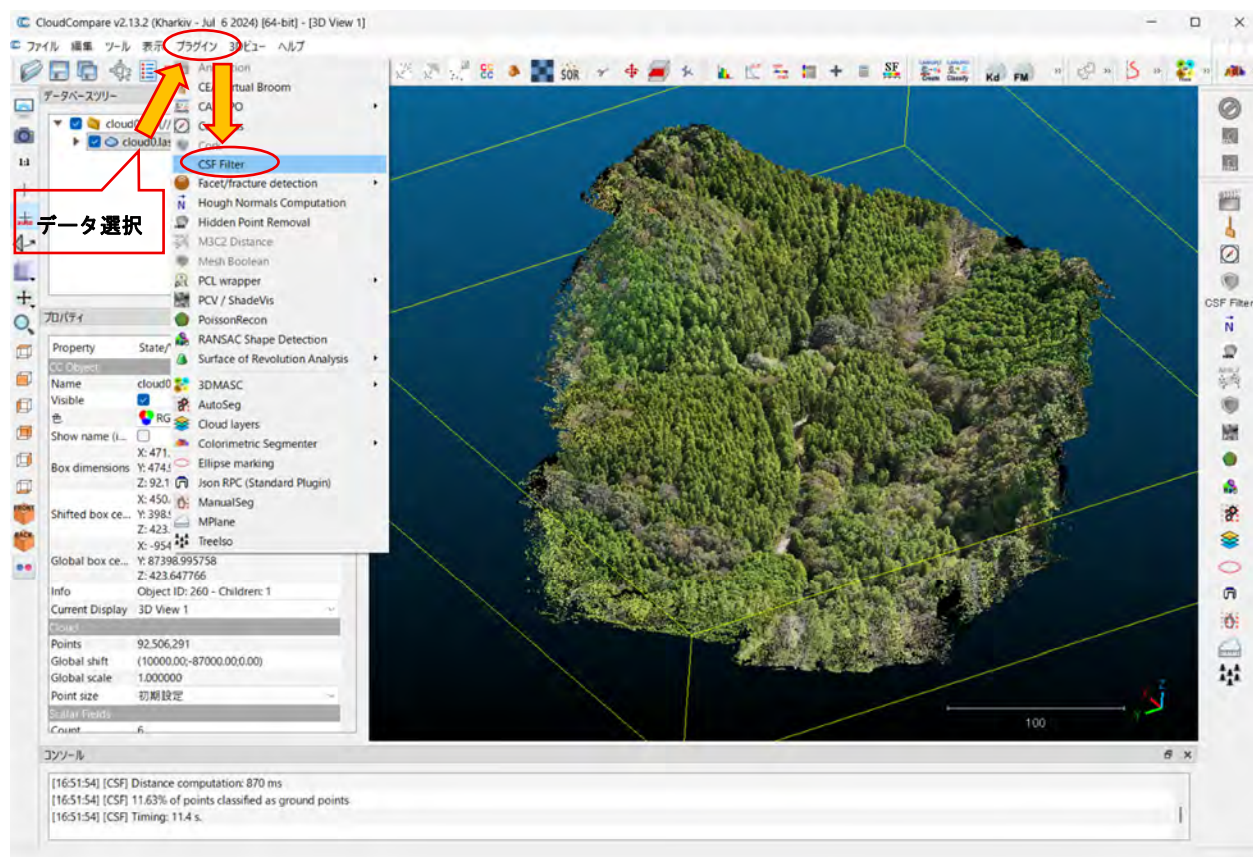
「Export grid as a cloud」をクリックすると、メインが面内にグリッドデータが表示される。左下にある「OK」ボタンをクリックすると、この画面が閉じる。



ただし、グリッドデータは、高さが差分の値 (数メートル) となっていることから、山地など高い標高値の点群と同時表示させようとする、かなり離れた位置に表示されることに留意する必要がある。

2-2-3 フィルタリング

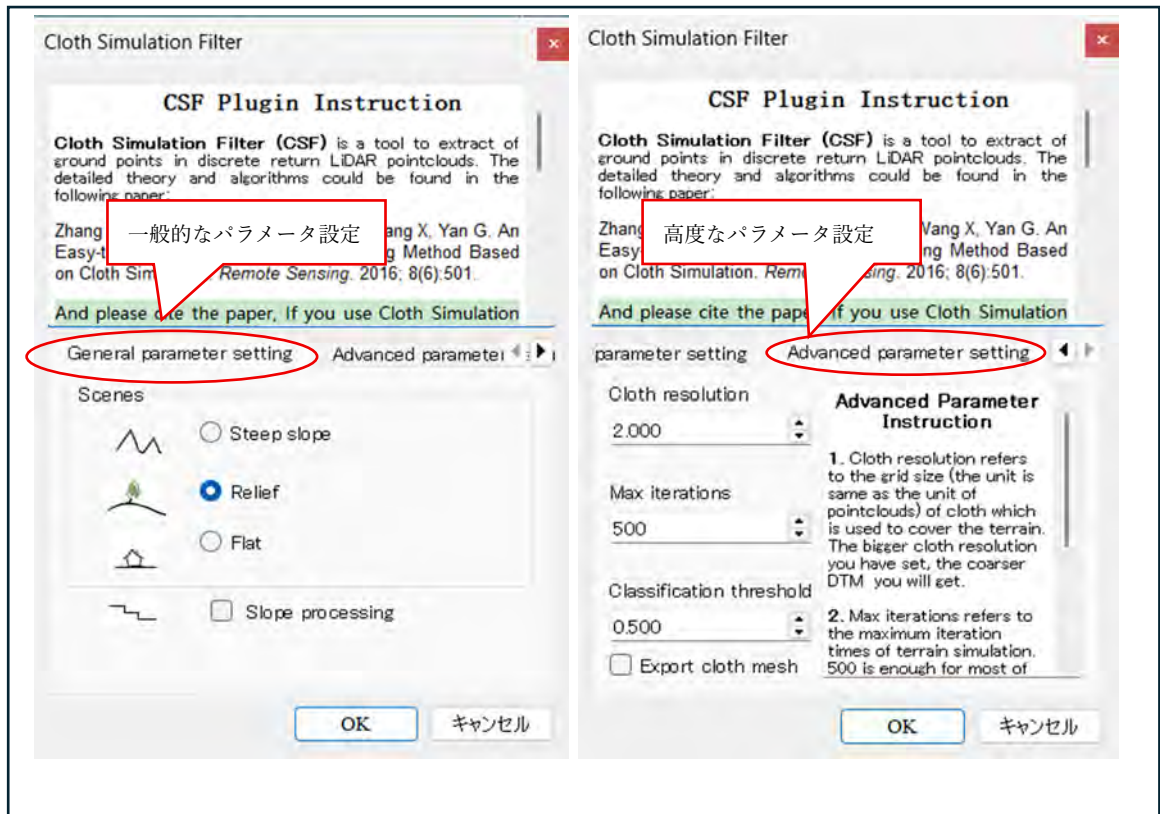
CloudCompare で利用されるフィルタリング手法の一つに、プラグインとして提供されている CSF (Cloth Simulation Filter)がある。これは、点群データを上下反転させ、その上に「仮想的な布」を被せるシミュレーションを行うことで、布が接地した部分を地表面 (Ground)、接地しなかった部分を非地表面 (植生や建物など) として分類するアルゴリズムである。



「プラグイン」タブ内の「CSF Filter」を選択する。

ただし、事前に**データベースツリー内で対象のオブジェクトを選択**しておく必要がある。

「CSF Filter」をクリックすると、「Close Simulation Filter」のフォームが表示される。このフォームはタブによって「General parameter setting (一般的なパラメータ設定)」と「Advanced parameter setting(高度なパラメータ設定)」に区分されている。



○「General parameter setting」一般的なパラメータ設定の説明は以下の通りである。

- ・ Steep slope：急傾斜地の場合に選択する
- ・ Relief：緩傾斜地の場合に選択する
- ・ Flat：平坦地の場合に選択する

Slope processing：急峻な斜面がある地形での精度を向上させるための機能

○「Advanced parameter setting」高度なパラメータ設定の説明は以下の通りである。

- ・ Cloth resolution

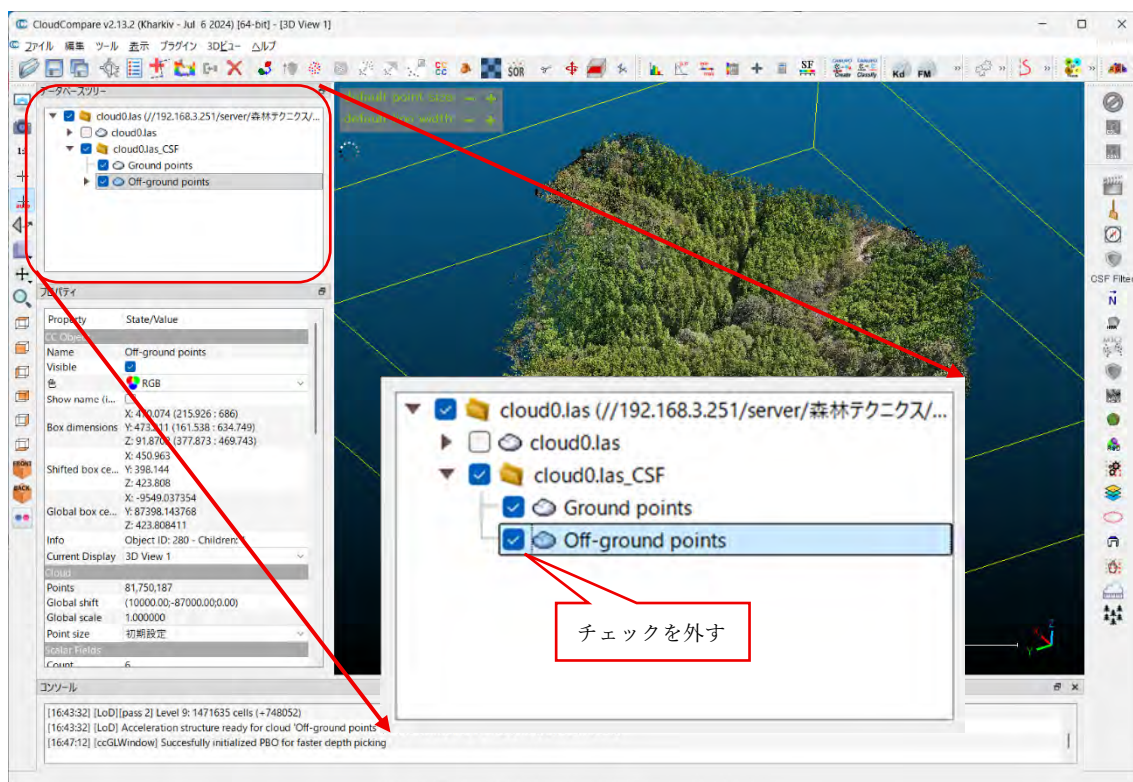
グリッドサイズ (m) のことで、布の網目の大きさを設定する。推奨値として 0.5～2.0m が示されている。この値が小さい場合は、高密度の点群や地形の起伏が激しい箇所などに適している。一方この値が大きい場合は、低密度の点群や広域でなだらかな（地形変化が少ない）な地形に適している。

- ・ Max Iterations

最大繰り返し回数のことで、通常 50 回程度で十分であるが、ノイズが多い点群や地形が複雑な場合には 100 回程度に増やし精度向上を図る場合もある。

・ Classification Threshold

分類の閾値のことで、どの程度の離れを許容して地表と見なすかを決定する値である。一般的には 0.1~0.5m程度が推奨されている。構造物や都市部などのノイズが少ない箇所では小さい値が適しており、山地などのノイズ等が多い場所では大きい値が適している。



フィルタリング実施後、データツリーに新たなオブジェクト (**_CSF) が生成されており、「Ground points」と「Off-ground point」が付随している。フィルタリングの結果を確認するためには、この中で「Ground point」のみ左横のチェックボックスにチェックが入っている状態とする必要がある。CSF フィルタでは、終了後に対象オブジェクトのチェックが入っているため、「Off-ground point」横のチェックを外す作業が必要となる。

○保存方法

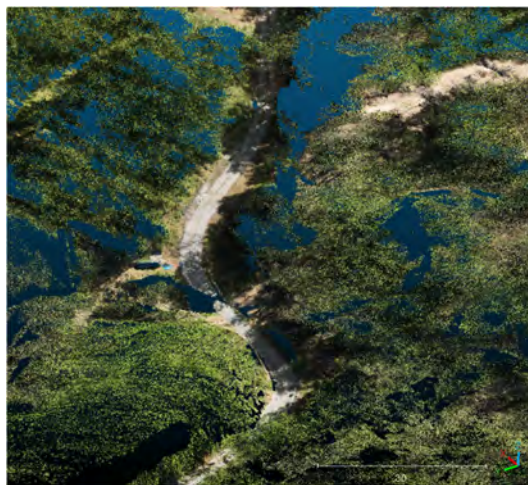
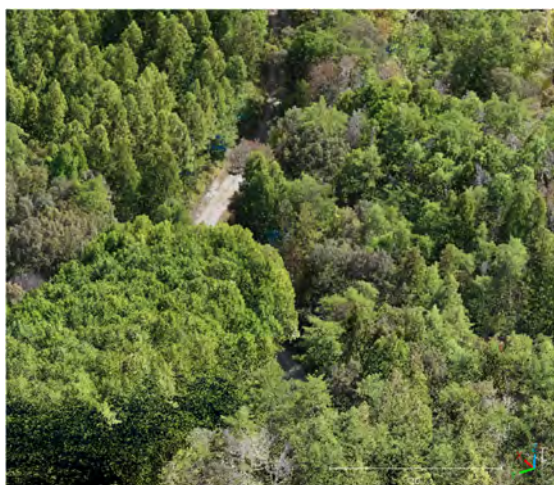
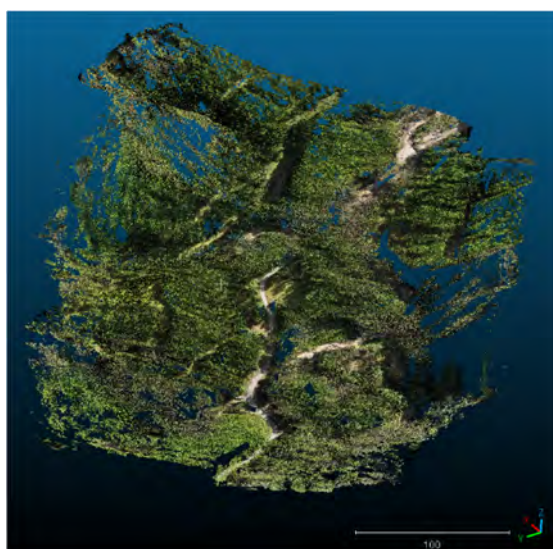
フィルタリングの点群をエクスポートするには、データツリーで「Ground point」を選択した状態で、「ファイル」→「保存」（もしくは Ctrl+S）をクリックすると保存可能である。この場合、座標付の点群である「.las」形式で保存することが望ましい。

Advanced parameter setting (高度なパラメータ設定)

Cloth resolution : 0.5

Max iterations : 100

Classification threshold : 0.5

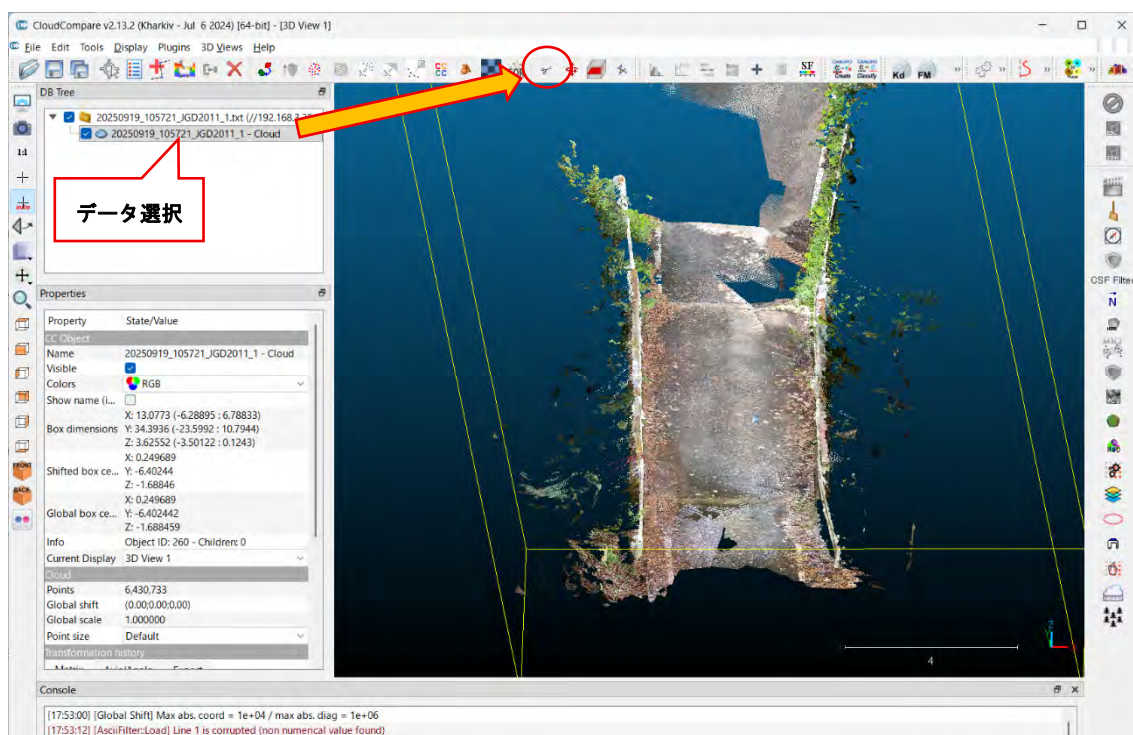


フィルタリングの実施事例 (左：オリジナルデータ、右：フィルタリング後のデータ)


2-2-4 ノイズ除去

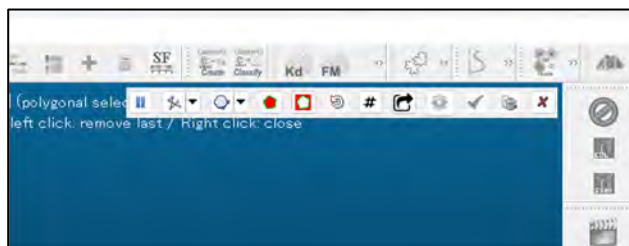
フィルタリングのように地盤に特化した解析ではなく、範囲選択等の手動によるノイズ除去や宙に浮いている孤独点や表面付近の微細なノイズなどの除去について示す。特に携帯端末で取得した点群では、対象物が明確な場合が多く、対象物以外の点群を除去するためには、手動によるノイズ除去は必要な作業となる。

①セグメント（範囲選択によるノイズ除去）

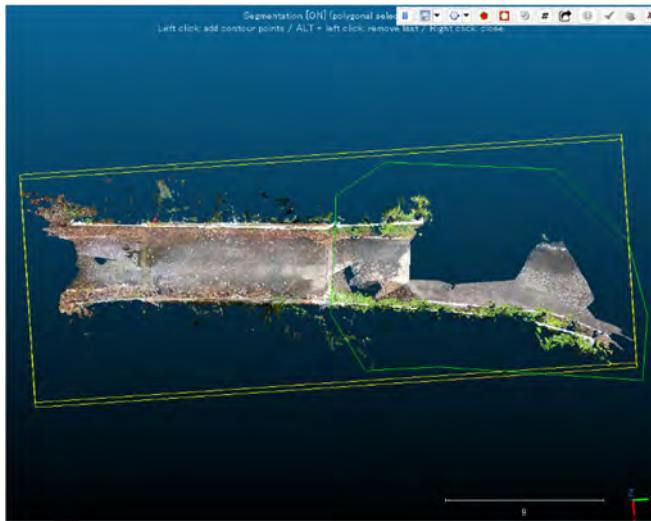


ノイズ除去の対象をデータベースツリー内で選択後に、除去範囲が矩形等で選択しやすい様に3Dウィンドウを操作する。


その後、「編集」→「分割・抽出（セグメンテーション）」をクリックするか、リボン内のセグメントアイコンであるハサミのマーク  をクリックする。





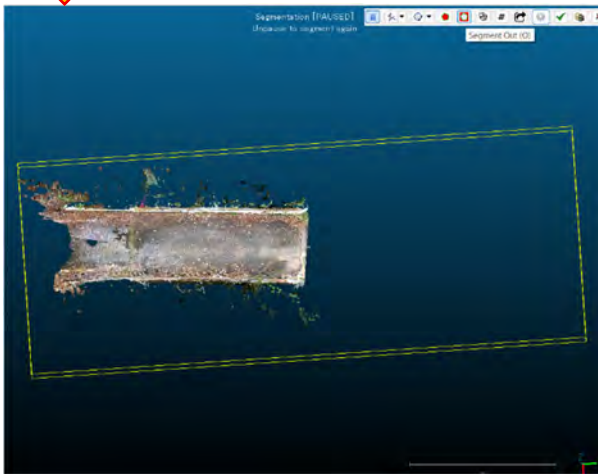
すると、3Dウィンドウ右上にセグメントの操作パネルが表示される。この状態で3Dウィンドウ内において不要な点を矩形で選択する。




矩形選択時は左クリックで
変化点を登録し、最終的に右ク
リックで矩形選択を終了する。
すると、上部のセグメントの
操作パネルが使用可能となる。

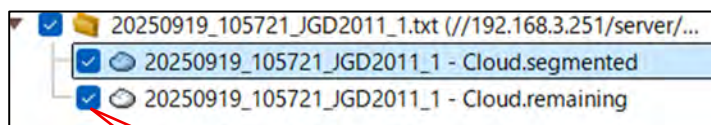
 をクリック

その後、選択した範囲以外を残す  (セグメントアウト) か、選択
したい範囲内を残す  (セグメントイン) のボタンをクリックして、ノ
イズ除去を実行する



3D ウィンドウで確認後、良ければ操作パネル内の  をクリックするとその結果が
オブジェクトに反映される。

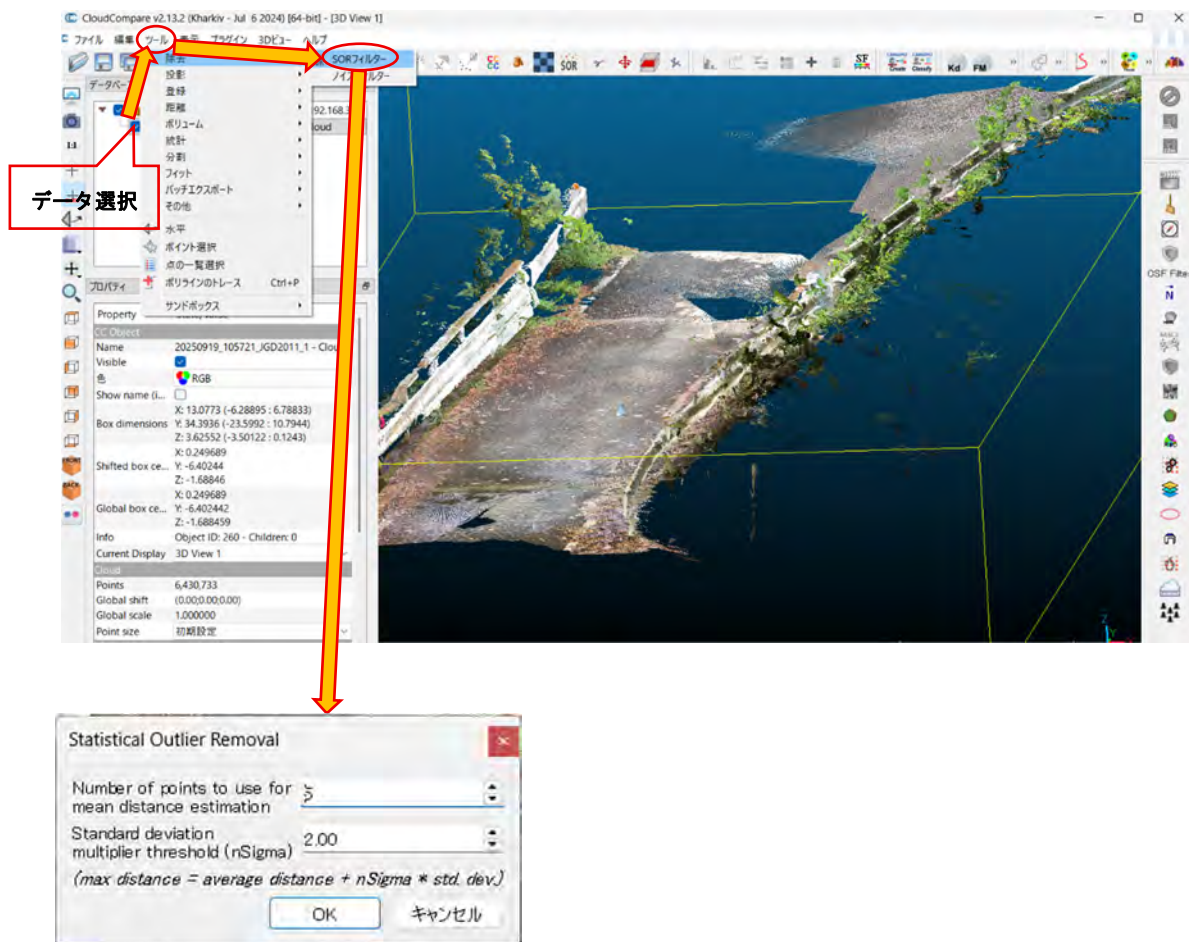
ただし、フィルタリングと同様に、新たなオブジェクト (**segmented) として追
加されるので、他の点群の表示のチェックボックスを外さないと結果が確認できない。



チェックを外す

②SORフィルター

SORフィルターは、Statistical Outlier Removal のことで直訳すると「統計的外れ値除去」となり、浮遊ノイズを除去するためのツールである。

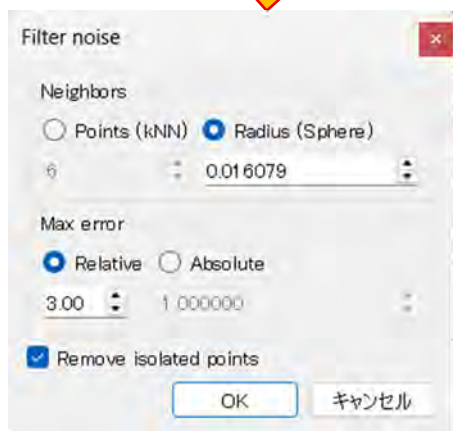
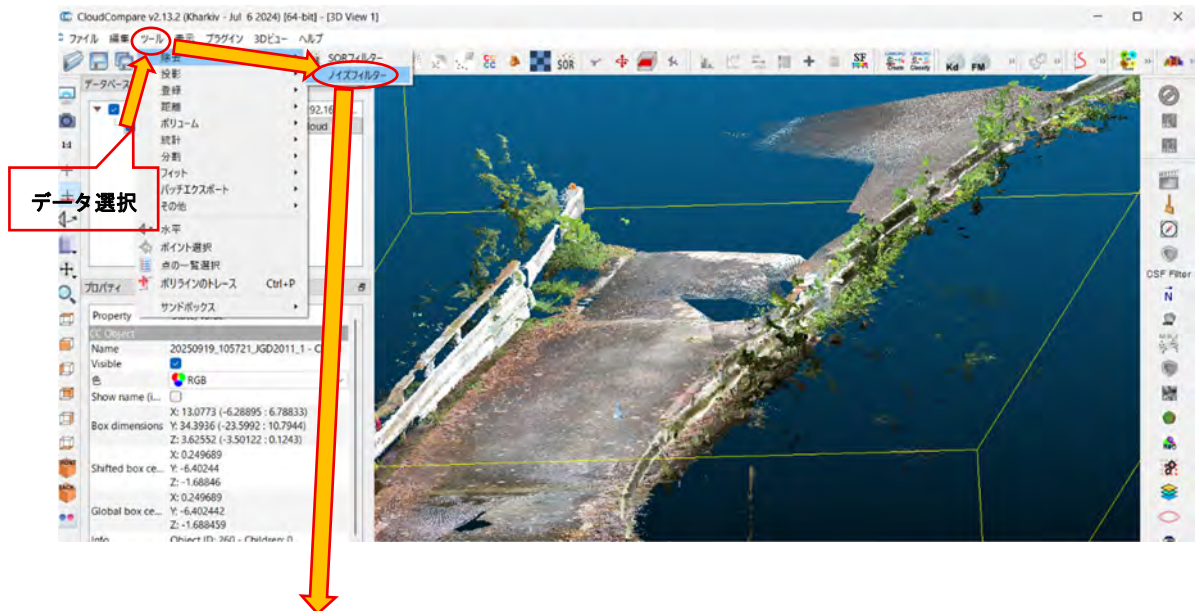


- Number of points to use for mean distance estimation
点間距離の平均値を算出するために用いる点数（20～50 程度が一般的）
ノイズが密集している場合は大きくすることでより広い範囲の密度を考慮できる。
- Standard deviation multiplier threshold
許容する距離のしきい値を決める標準偏差の倍数（1.0～2.0 が一般的）
値を小さく（例: 1.0）するほどフィルタリングが強くなり、多くの点が削除される。
逆に大きく（例: 3.0）すると、明らかに離れた点だけが削除される緩やかな設定になる。

実行後の確認については前項の「セグメント」と同じである。

③ノイズフィルター

ノイズフィルターは、路面や壁など一様な面に生じるノイズを除去するためのツールである。



・Neighbors (近傍範囲の設定)

面を推定するために、どの程度の範囲の点を使用するかを指定する。

Points：点数を設定する Radius：球体の半径を設定する。

Points は密度が一定のデータに適しており、Radius は点群の密度にムラがあるデータに適している。

・Max error (誤差のしきい値)

推定された面からどれくらい離れていたら「ノイズ」とみなすかを設定する。

Relative：許容する距離のしきい値を決める標準偏差の倍数 (1.0~2.0 が一般的)

Absolute：ノイズと判断する離れ距離の絶対値 (m)

ノイズの距離が決まっている場合は Absolute を用いて一般的には Relative を用いる方がよい。

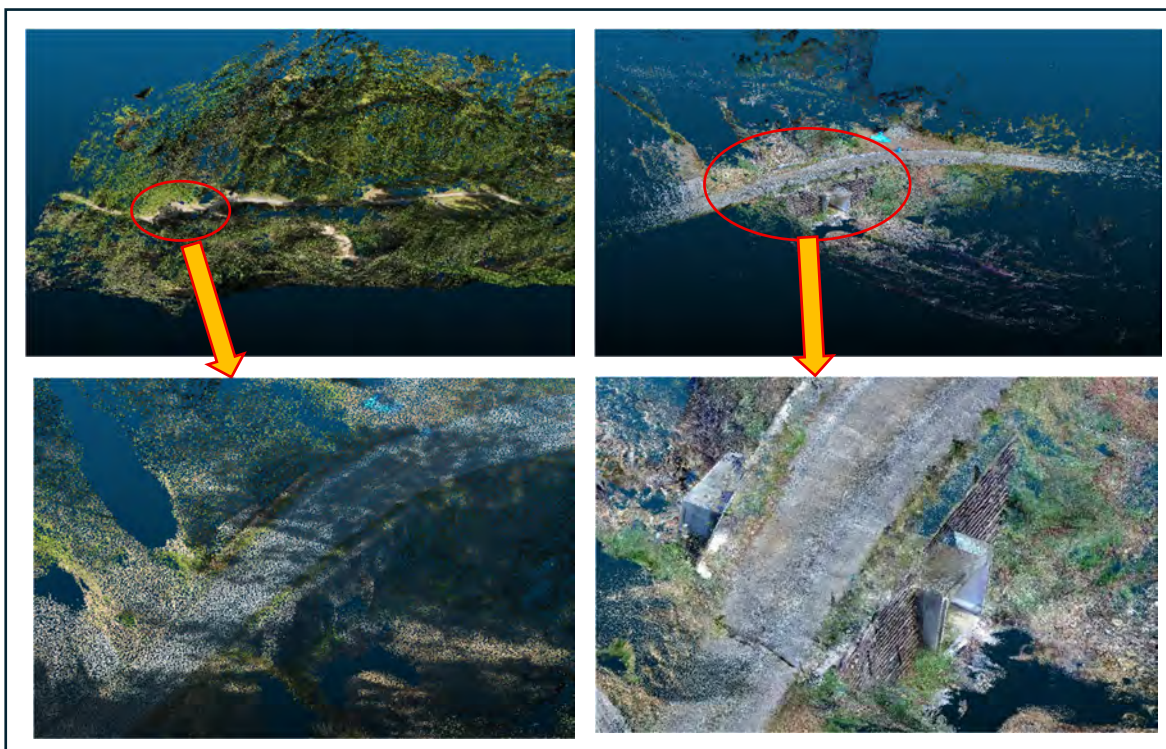
実行後の確認については前項の「セグメント」と同じである。

2-2-5 座標変換

座標変換では、任意座標系の点群データを公共座標に変換する作業が多く行われる。この座標変換では、GCP（標定点）などの様に位置の分かっている点を基点とする方法と、公共座標により構成された点群データを基準とする方法がある。


ここでは、既存の公共座標で構成された点群データを基にして、構造物の端点や特徴的な地形形状を特徴点として、それらの座標を取得し、任意座標系の点群データの座標変換を行う方法を示す。

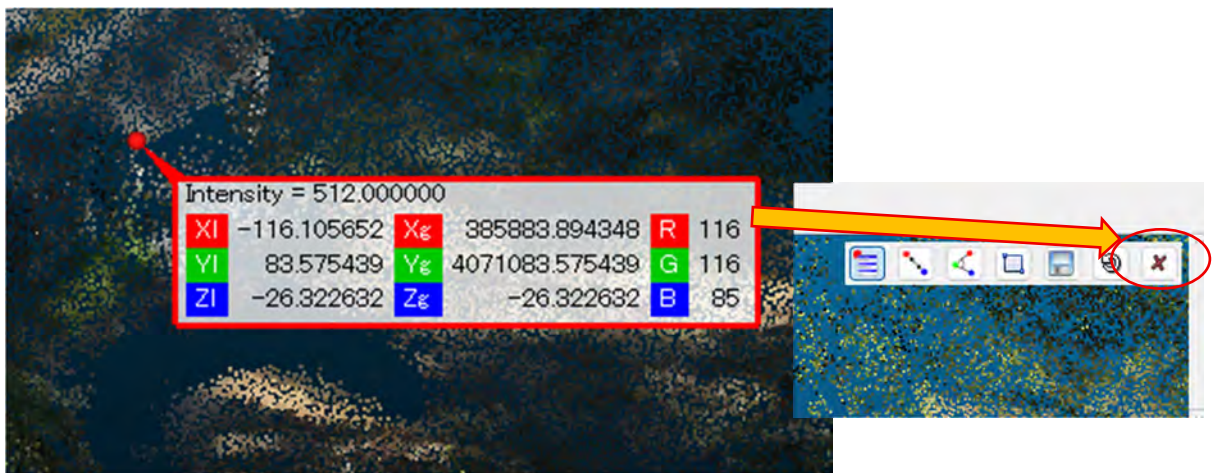
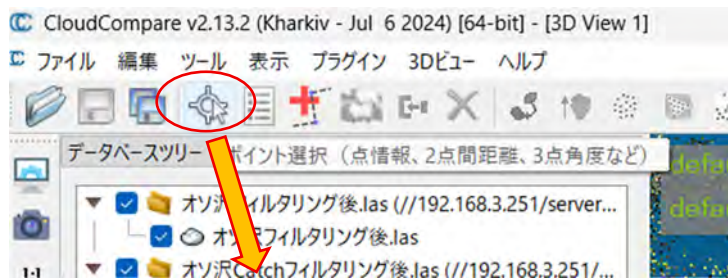
①公共座標の点群と任意座標系の点群間で特徴点を決定する




左側がUAVレーザ測量により公共座標を与えられた点群データで、右側がLidar_SLAM測量で任意座標系の点群データである。今回の事例では、これらデータ内で同じ場所と思われる場所として、ボックスカルバートの角を取り上げる。

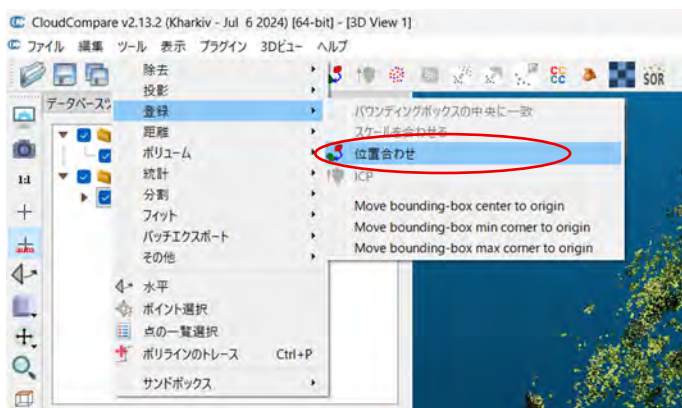
②特徴点の公共座標を取得する

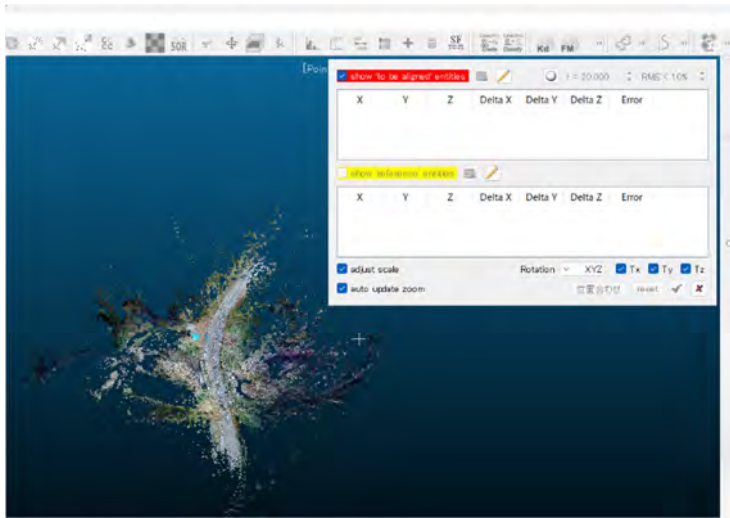
リボン内の「ポイント選択」アイコンをクリックし、対象となる点（ポイント）をクリックすると、その点の情報を得ることが出来る。この中で、 X_g 、 Y_g 、 Z_g が公共座標（平面直角座標系）であることから、これをメモする。必要な点の座標を全て取得した後、左上にあるポイント選択のメニュー内の  をクリックして終了する。



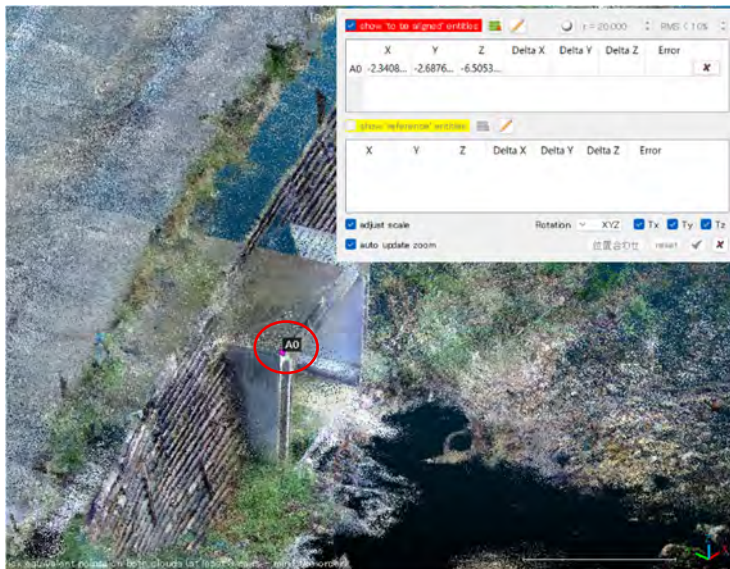
③位置合わせの実施

位置を合わせたいデータをデータベースツリー内で選択した後、「ツール」→「登録」→「位置合わせ」をクリックする。もしくは、リボン内にある位置合わせアイコン  をクリックする。





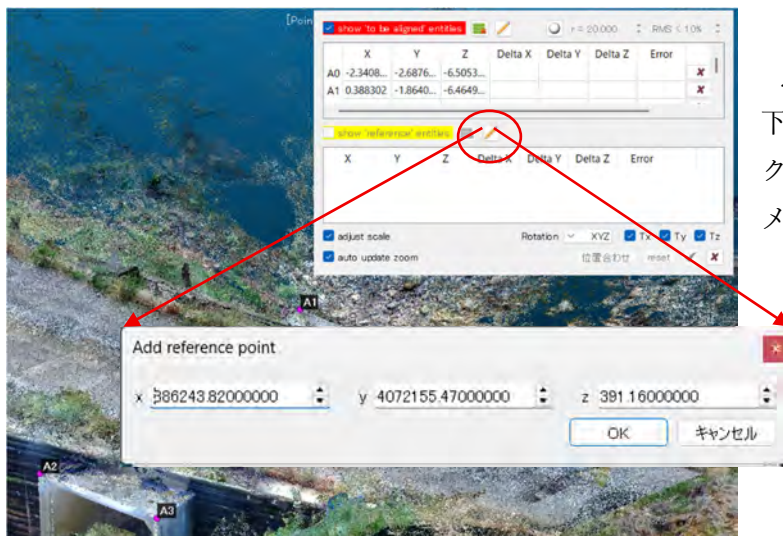
「位置合わせ」をクリックするとデータベースツリーで選択した点群と位置合わせ用の画面が表示される。




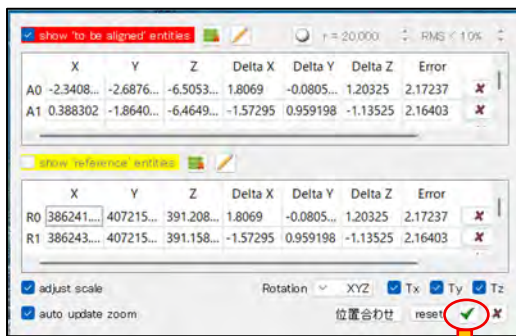
ここで、上表の赤い「show 'to be aligned' entities」にチェックが入っていることを確認して、位置を合わせる場所の点を選択する。

選択すると、上表に任意座標系内での座標が入力される。

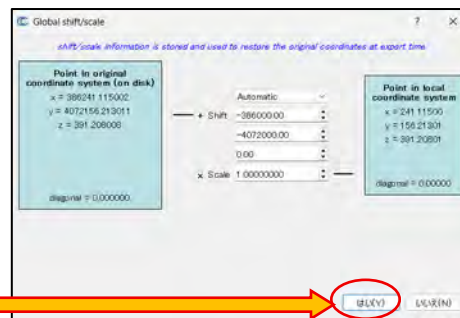
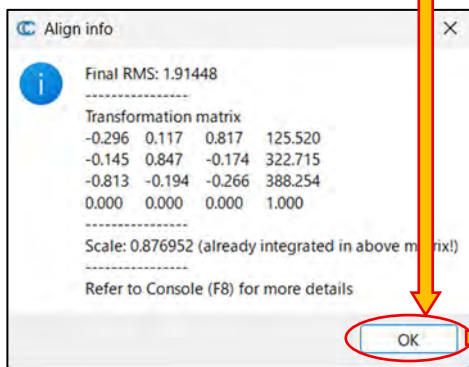
なお、この点の選択に当たっては、誤選択を起こしやすいので、様々な縮尺及び方向から選択した点の位置を確認することが望ましい。



点の選択が終了すると、次は下表の横にある  をクリックして「add reference point」でメモした公共座標を入力する。




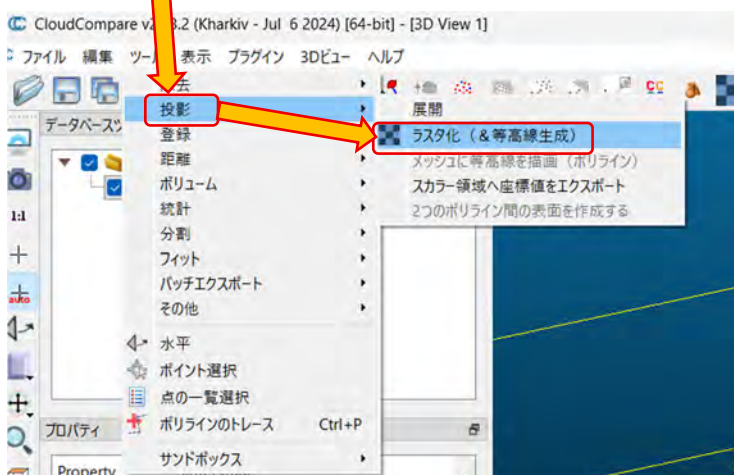
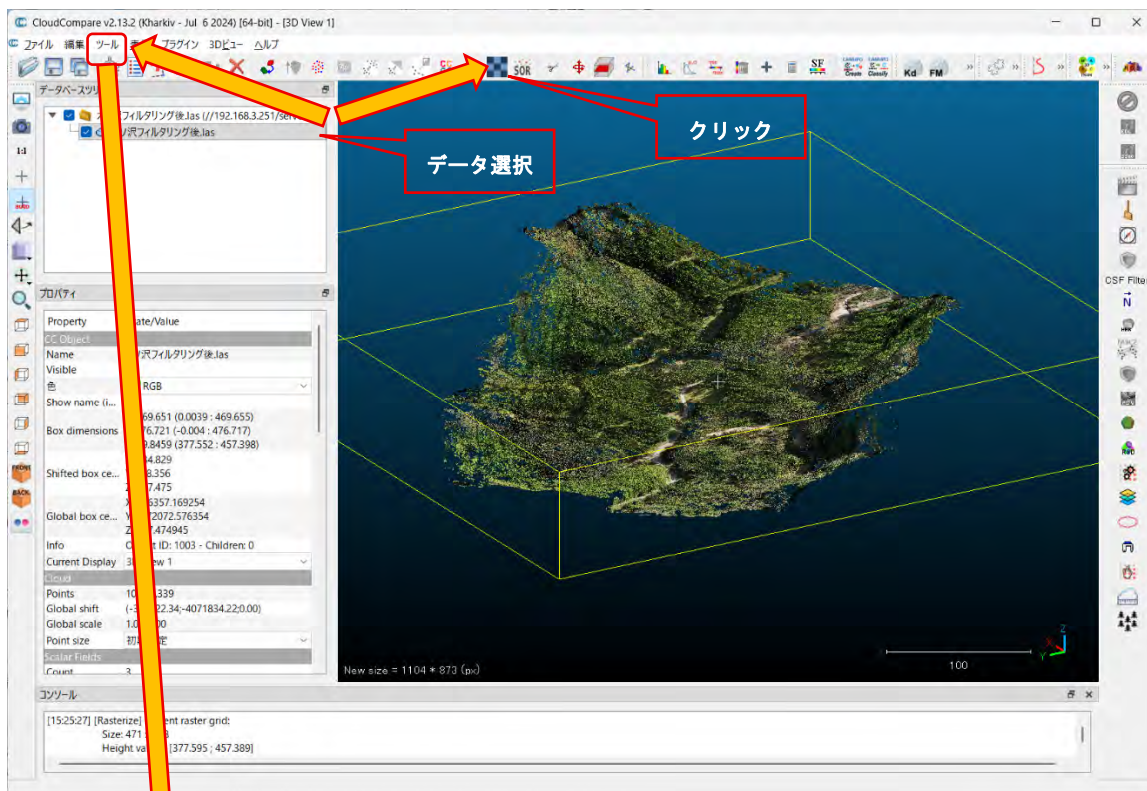
3点以上の点の位置及びリファレンス座標を設定し終わった後、表下の をクリックすると、「Align info」（一致情報）が表示される。この値を確認し「OK」をクリックすると「Global shift/scale」が表示されるので、適切な設定を行い「はい(Y)」をクリックする。

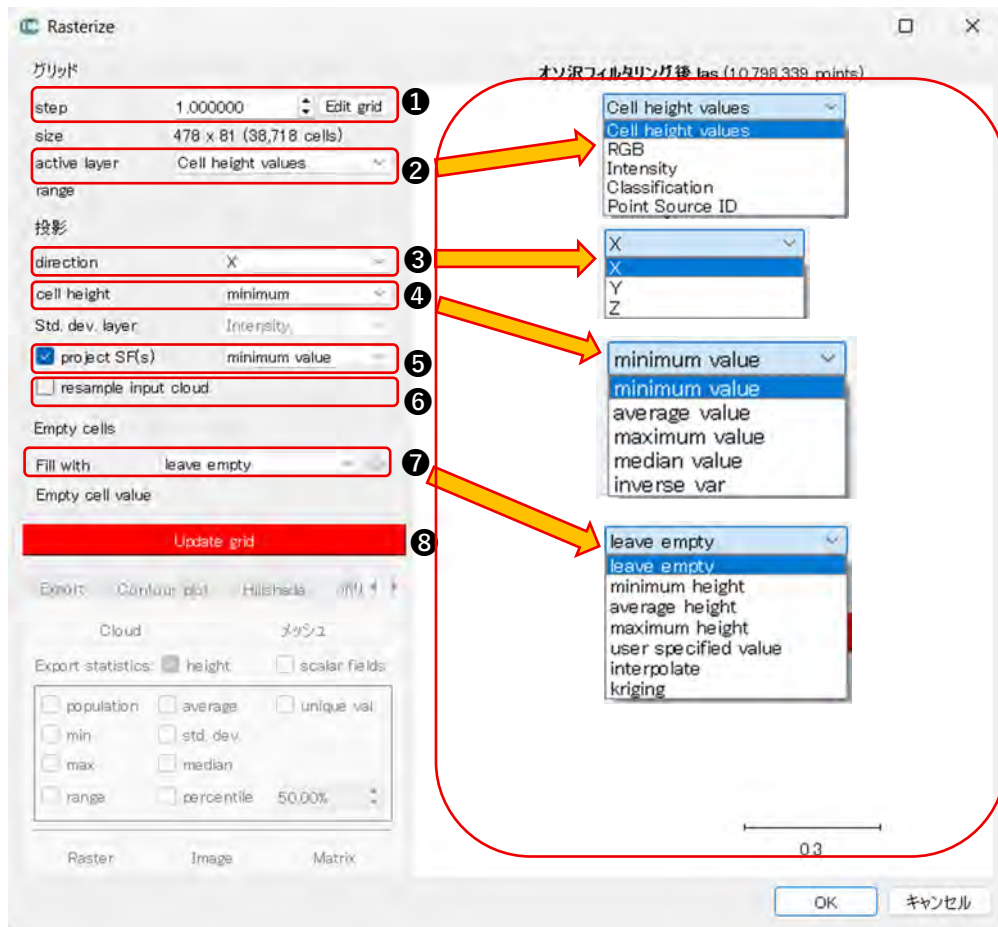


座標変換後の点群（UAVレーザ測量と Lidar_SLAM 測量）

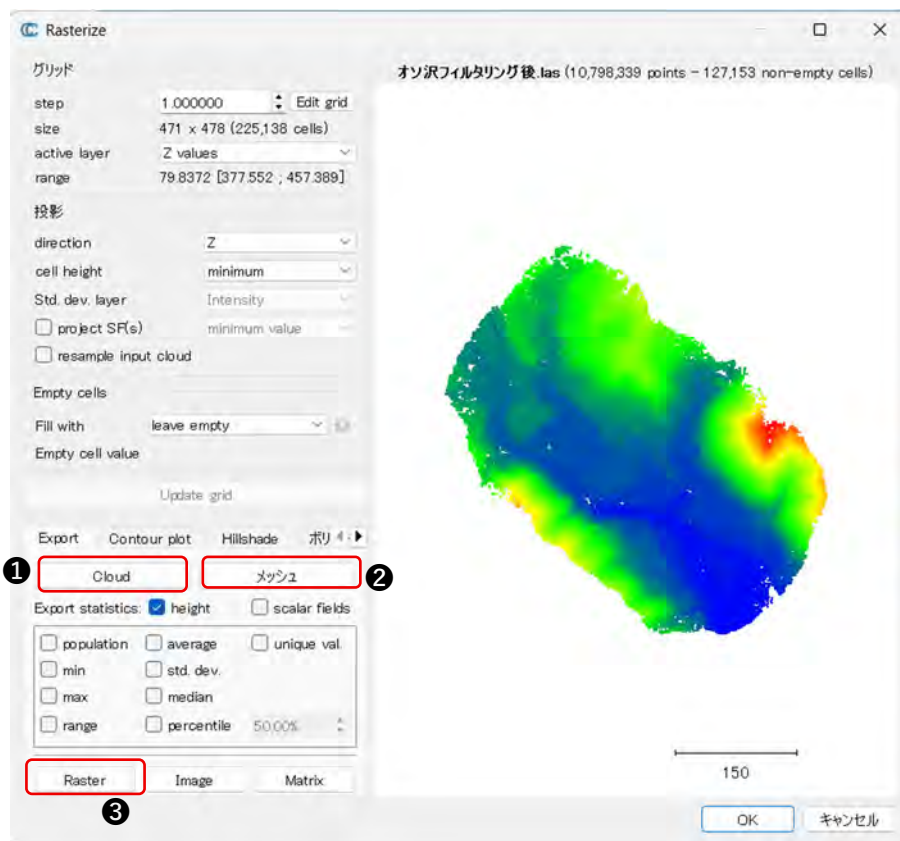
2-2-6 DEM データの作成

DEM データを作成するためには、不要な点群を除去した地表面（サーフィス）のみの点群データが必要となる。サーフィスモデルのデータをデータベースツリー内で選択した状態で「ツール」→「投影」→「ラスタデータ化（等高線生成）」を選択する。または、上部リボン内の  ボタンをクリックする。



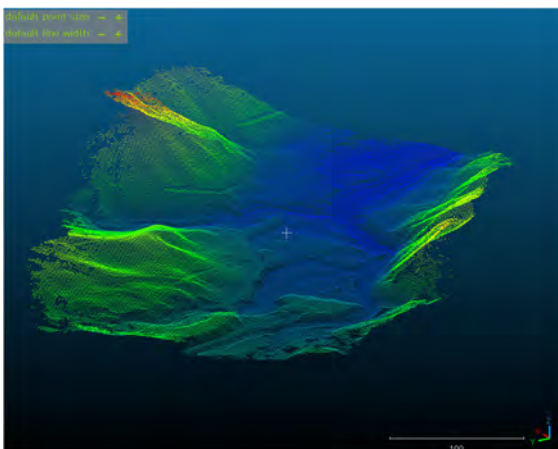


- ①：グリッド（メッシュ）のサイズ（m）のことで、「Edit grid」で編集可能。
- ②：ラスタの値について選択する。DEMの場合「Cell height values」を選択する。
- ③：投影方向を選択する。DEMの場合は「Z」を選択する。
- ④：グリッド（メッシュ）の値の算出方法。「average（平均）」が望ましい。
- ⑤：Scalar fieldのことでDEMの場合は不要である
- ⑥：ラスタ（DEM）とは別に格子状の点群データを再度作成する機能。DEMの場合は不要である。
- ⑦：グリッド（メッシュ）内に点群が無い場合の処理方法。「leave empty」でよい。
ただし、メッシュサイズより点群密度が疎なデータを使用する場合は、「Interpolate（補間）」又は「kringing（クリンギング）」を選択し、データを補う必要がある。
- ⑧：グリッド（メッシュ）を作成するボタンで、上記の設定が終わった後にクリックする。
- ⑨：⑧ボタンをクリックした後にグリッドが表示され、結果を確認することが出来る。

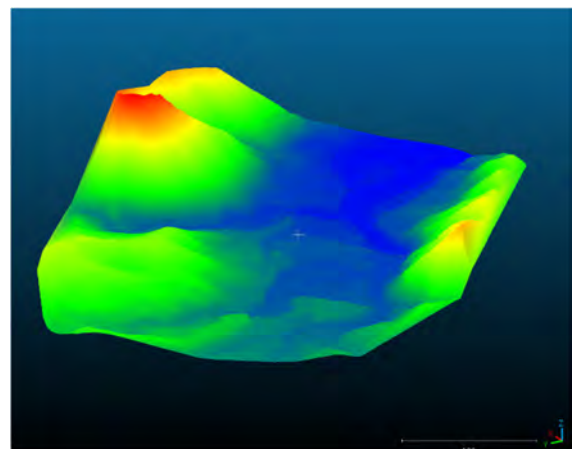


「update grid」ボタンをクリックすると横ウィンドウにイメージが描画され、左下の「Expirt」タブ内が使用可能になる。

- ①Cloud：上記設定条件でグリッド上の点群を生成し、オブジェクトに追加する。
- ②メッシュ：上記条件でラスタデータ生成し、オブジェクトに追加する。
- ③Raster：ラスタデータとしてエクスポートする。拡張子は「.tif」である。



「Cloud」ボタンで生成した点群



「メッシュ」ボタンで生成したラスタ

3. 点群データの活用

モバイル端末の中でも iPhonePro や iPadPro はその測量レンジが低いことから、データの取得範囲が狭くなる。よって、現在公開されている様々な点群データを合わせて活用することでその活用の範囲が広がる。また、電子データとして補完するためにはGISでの活用も必要となる。以上のことから、ここでは公開されている既存データの活用やGISの活用、さらに具体的な出来形管理や林道災害での活用事例も合わせて示すことで、より汎用性のある点群データの活用に資することとする。

3-1 既存データの取得方法

3-1-1 G空間情報センターについて

○G空間情報センターの概要

G空間情報センターは、国、地方公共団体、民間企業、学術機関などが保有する様々な地理空間情報（G空間情報）を集約し、利用者がワンストップで検索・入手できるデータ流通プラットフォームである。2016年11月に一般社団法人社会基盤情報流通推進協議会（AIGID）により運営が開始され、地理空間情報の有効活用と流通促進によるイノベーションの創出や社会課題の解決を目的としている。



URL : <https://front.geospatial.jp/>

○ユーザー登録（無料）

①ホームページの右上にある「+新規ユーザー登録」をクリックする。



②下記の「新規ユーザー登録」フォームに必要な情報を記入する。

新規ユーザー登録

G空間情報センター、My City Construction、My City Forecast、GTFSデータレポジトリ、アーバンデータチャレンジ、インフラデータチャレンジで利用するユーザーを登録します。
※「ユーザー名」「パスワード」は忘れずに保管してください。

ユーザー名	ログイン時に利用するユーザー名 <small>英大文字・小文字から始まり、英大文字・小文字・数字またはハイフン・アンダースコアが続く4文字以上20文字以下の文字列を指定してください</small>
氏名	画面表示やメール宛先などに利用する表示名
メールアドレス	
所属組織	個人の場合は「個人事業主」「学生」等の職業
組織種別	(自動判定) ▼
法人番号	法人に所属していない／不明の場合は空欄
パスワード	<small>英大文字・小文字・数字を1文字以上ずつ含む、8文字以上の文字列を指定してください</small>
パスワード (確認)	<small>パスワードと同じ文字列を入力してください</small>

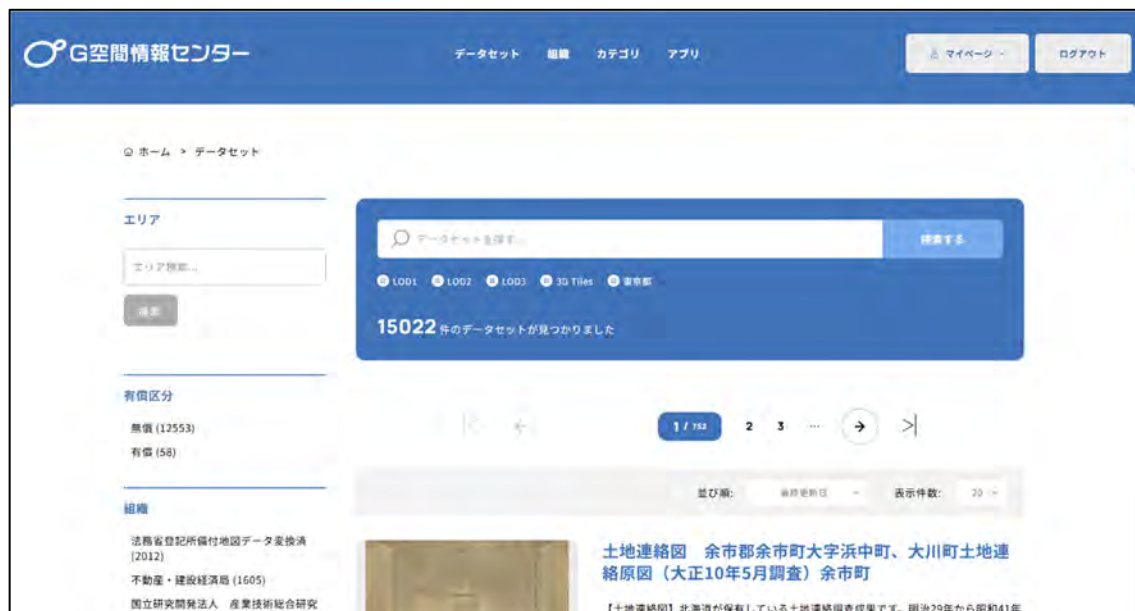
[利用規約](#) に同意の上、「登録」ボタンを1回押してください。ご入力いただいたメールアドレスに確認コードが届きます。

登録

登録ボタンをクリックすると、記入したメールアドレスに確認用のメールが届くので、記載されている URL をクリックして登録終了となる。

3-1-2 データの検索方法

データの検索については、G 空間情報センターのホームページ内の「データセット」内で行う。



データの検索には、検索欄内にキーワードを入力して検索する方法と、組織別、カテゴリ別に検索する方法がある。

組織別では、「国」、「地方公共団体」、「株式会社、有限会社、合同会社、合名会社」、「公財、協同組合、NPO、一社、団体」、「教育機関：大学、私立学校」、「個人や任意団体」に区分されている。カテゴリでは、「人口・世帯」、「住宅・土地・建設」など20に分かれている。その他、「フォーマット」や「ライセンス」などの区分もされており、様々な検索方法がある。

具体事例として「林野庁」では、45 件のデータが公開されており、国有林 GIS データ、林道調査アプリ、地域別の微地形表現マップタイルや DEM 等がダウンロード可能である。



3-1-3 データの取得

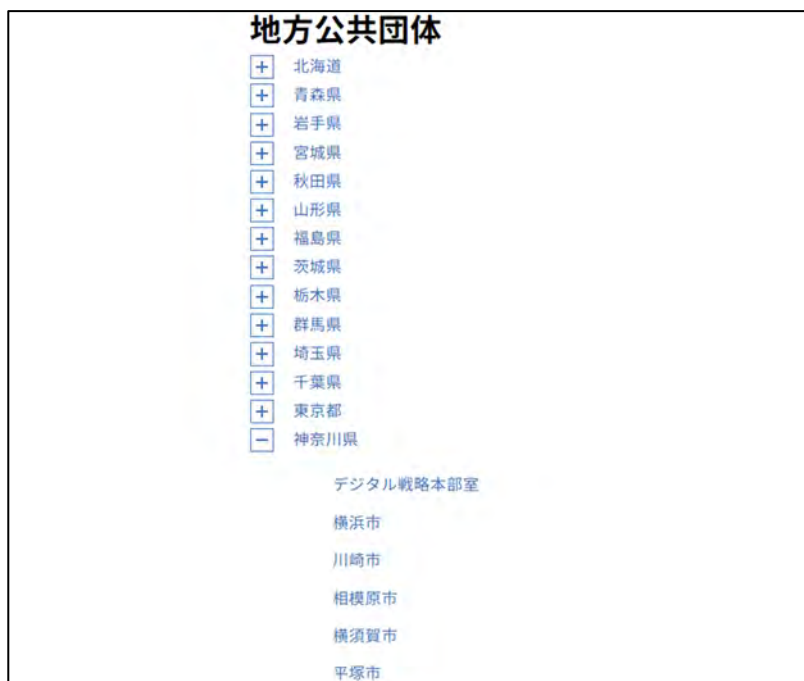
検索したデータをクリックすると、ダウンロード可能なファイルの選択画面等が表示されるので、目的とするデータをクリックする。

【事例】神奈川県山北町の航空レーザ測量の成果を取得したい場合

① ホーム画面上部の「組織」をクリックする



② 「地方公共団体」の「神奈川県」の「デジタル戦略本部室」をクリックする。



③対象地を含む「神奈川県 県西部 3次元点群データ」をクリックする



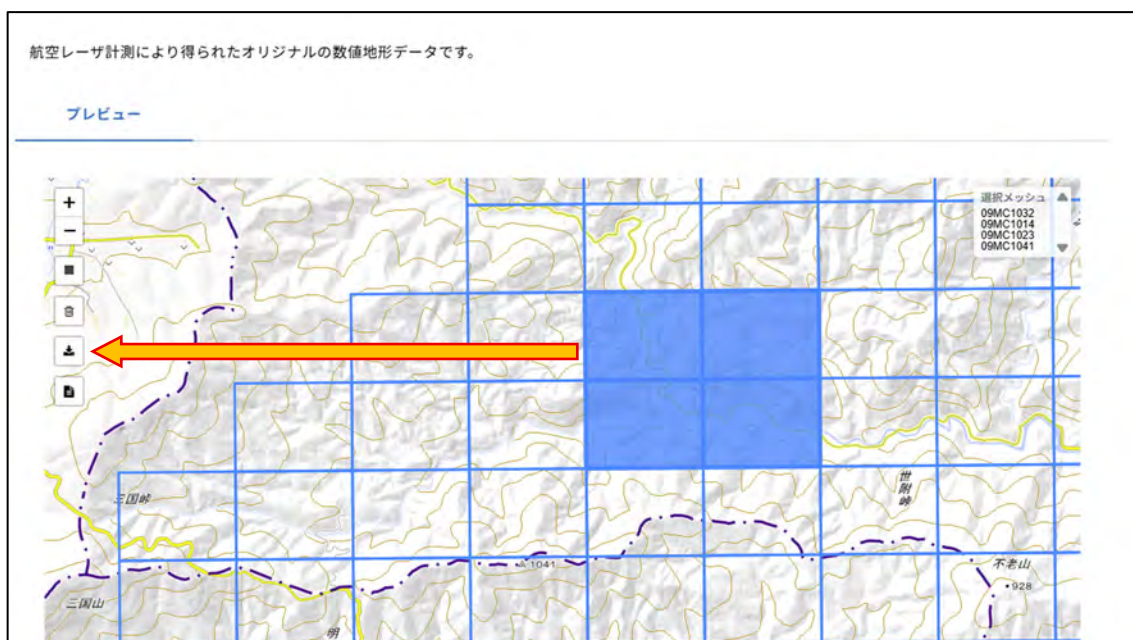
④目的となる「数値地形図_オリジナルデータ (LAS形式)」横の「詳細」をクリックする




- ⑤プレビュー図面から対象地の図面を検索する。



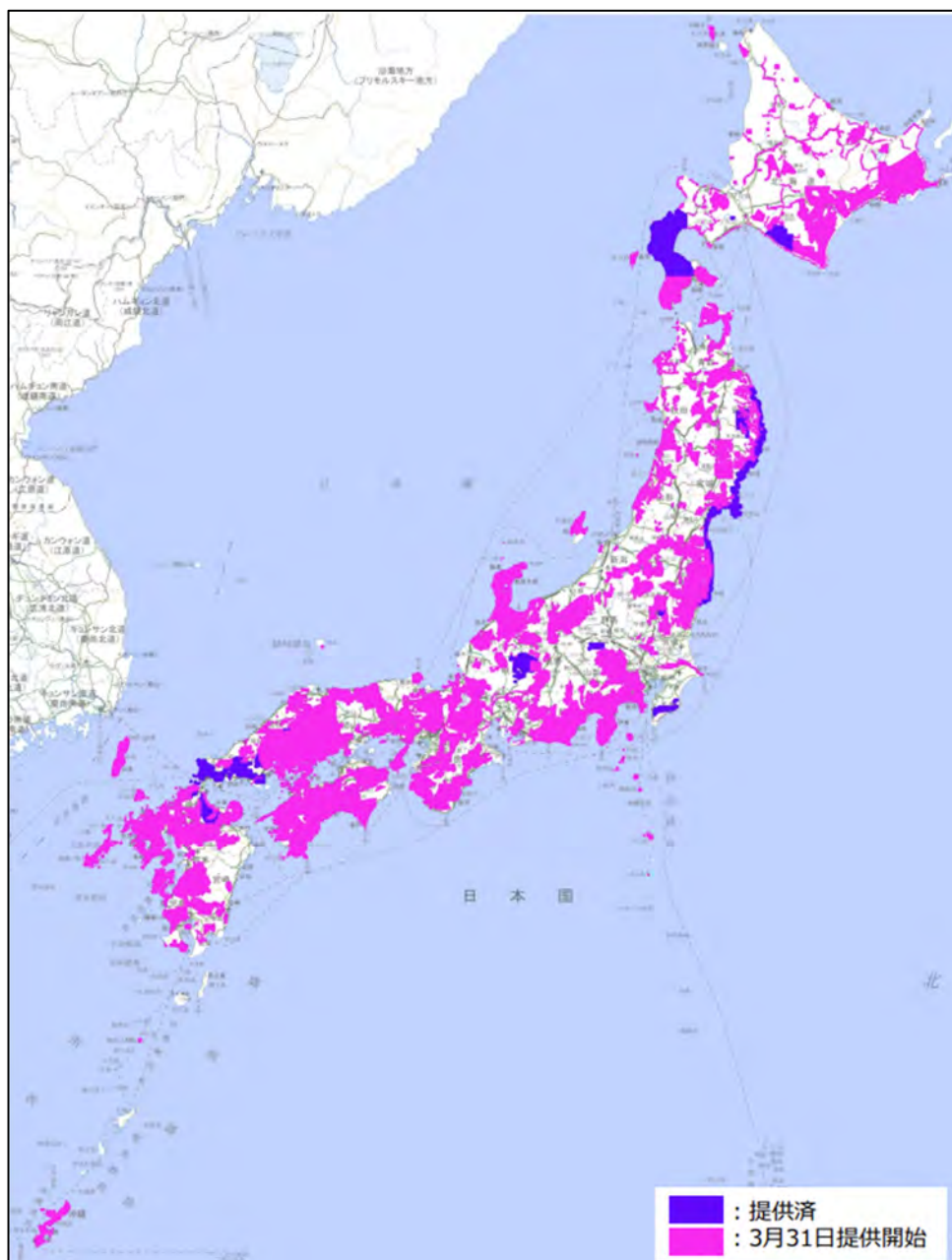
- ⑥必要な図面を選択する。



必要図面の選択が終了した後、画面左にあるボタン内のダウンロード  ボタンをクリックすると選択した図面のファイルがダウンロードされる。

3-1-4 データの公開状況

G 空間情報センターでは、様々な組織で測量された様々なデータが公開されている。令和 5 年 3 月には、国土地理院において航空レーザ測量データを基に作成した 1mメッシュの公開が発表され、以下の図に示す範囲が公開されている。



航空レーザ測量を基にした 1 mメッシュ提供範囲図

また、G 空間情報センターにおいて、令和 7 年で公開されているデータから、地形情報である点群及び DEM データに特化して、カテゴリが都道府県として公開されてい

るものとカテゴリが林野庁として公開されているものを取りまとめると以下の様になる。なお、標高データから加工したCS立体図や微地形図、傾斜区分図などの標高以外のデータのみは下表に含んでいない。また、この公開データは現在も増加しており、本報告書で示す情報は2026年3月時点のものであることに留意する必要がある。

表 カテゴリが都道府県で公開されている点群及びDEMデータ

区分		規格	カバー率
全国		1m	46%
●	国土地理院 数値標高モデル	5m	不明
	https://service.gsi.go.jp/kiban/	10m	100%
東京都（デジタルツイン推進プロジェクト）		0.25m	約100%（目視）
●	東京都デジタルツイン実現プロジェクト 区部点群データ		
	https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/tokyopc-23ku-2024		
●	東京都デジタルツイン実現プロジェクト 多摩地域点群データ		
	https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/tokyopc-tama-2023		
●	東京都デジタルツイン実現プロジェクト 島しょ地域点群データ		
	https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/tokyopc-shima-2023		
神奈川県		0.5m	約100%（推測）
●	神奈川県 横浜北部、川崎3次元点群データ （横浜市、川崎市、相模原市、大和市、逗子市）		
	https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/kanagawa-2022-pointcloud		
●	神奈川県 横浜南部、湘南、横須賀三浦3次元点群データ （横須賀市、鎌倉市、逗子市、三浦市、葉山町、藤沢市、茅ヶ崎市、平塚市、大磯町、二宮町、厚木市、海老名市、伊勢原市、寒川町、横浜市、大和市、綾瀬市）		
	https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/kanagawa-2021-pointcloud		
●	神奈川県 県央部3次元点群データ （相模原市、秦野市、厚木市、伊勢原市、海老名市、座間市、寒川町、愛川町、清川村）		
	https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/kanagawa-2020-1-pointcloud		
●	神奈川県 県西部3次元点群データ （小田原市、南足柄市、中井町、大井町、松田町、山北町、開成町、箱根町、真鶴町、湯河原町）		
	https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/kanagawa-2019-pointcloud		
●	神奈川県 相模原3次元点群データ （相模原市緑区）		
	https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/kanagawa-2020-2-pointcloud		
栃木県		0.5m	60%以上（目視）
●	栃木県「数値標高モデル(DEM)0.5m」〈G空間情報センター〉		
	https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/dem05_tochigi		

静岡県 (VIRTUAL SHIZUOKA)		0.5m	約100% (目視)
●	VIRTUAL SHIZUOKA 静岡県 富士山南東部・伊豆東部 点群データ https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/shizuoka-2019-pointcloud		
●	VIRTUAL SHIZUOKA 静岡県 伊豆西部 点群データ https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/shizuoka-2020-pointcloud		
●	VIRTUAL SHIZUOKA 静岡県 富士山および静岡東部 点群データ https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/shizuoka-2021-pointcloud		
●	VIRTUAL SHIZUOKA 静岡県 中・西部 点群データ https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/virtual-shizuoka-mw		
●	VIRTUAL SHIZUOKA 静岡県 北部 (南アルプス) 点群データ https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/shizuoka-2022-pointcloud		
長野県		0.5m	約80% (目視)
●	長野県 0.5mDEM (G空間情報センター) https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/nagano-dem		
山梨県		0.5m	約100% (目視)
●	山梨県点群データ (航空LP・MMS) (G空間情報センター) https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/yamanashi-pointcloud-2024		
石川県		0.5m	約70% (目視)
●	林野庁・数値標高モデルDEM 0.5m (能登地域2024) https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/rinya-dem-noto2024		(能登半島のみ)
新潟県		0.5m	約10% (目視)
●	林野庁・数値標高モデルDEM 0.5m (長岡地域2024) https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/rinya-dem-nagaoka2024		(長岡地域のみ)
富山県		0.5m	50%以上 (目視)
●	富山県 数値標高モデル (DEM) (G空間情報センター) https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/dem		
京都府		0.5m	約100% (目視)
●	京都府「数値標高モデル (DEM)」 (G空間情報センター) https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/dem05_kyoto		
大阪府		0.5m	約100% (目視)
●	グラインドデータ (G空間情報センター) https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/270008_grounddata		
兵庫県		0.5m	約100% (目視)
●	兵庫県 50cmメッシュ DEM (2021~2022年度) (G空間情報センター) https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/2022-hyogo-geo-dem		

鳥取県	0.5m	約100% (目視)
● 鳥取県「数値標高モデル(DEM)0.5m」〈G空間情報センター〉		
https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/dem05_tottori		
愛媛県	0.5m	約100% (目視)
● 愛媛県「数値標高モデル(DEM)0.5m」〈G空間情報センター〉		
https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/dem05_ehime		
高知県	0.5m	約100% (目視)
● 高知県「数値標高モデル(DEM)0.5m」		
https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/dem05_kochi		

表 2-3 カテゴリが林野庁で公開されている点群及び DEM データ

平成30年7月豪雨・DEM/微地形表現図/グラウンドデータ (林野庁加工) (岡山県・広島県)
令和6年能登半島地震・DEM/微地形表現図/グラウンドデータ (林野庁加工)
令和2年7月豪雨・DEM/微地形表現図/グラウンドデータ (林野庁加工)
徳島県 (那賀・海部川森林計画区)・樹種ポリゴン/林相識別図/DCHM/DEM/微地形表現図 (林野庁加工)
徳島県 (吉野川森林計画区)・樹種ポリゴン/林相識別図/DCHM/DEM/微地形表現図 (林野庁加工)
三重県 (北伊勢森林計画区)・樹種ポリゴン/林相識別図/DCHM/DEM/微地形表現図 (林野庁加工)
大分県 (大分南部森林計画区)・樹種ポリゴン/林相識別図/DEM/微地形表現図 (林野庁加工)
長野県 (伊那谷森林計画区)・樹種ポリゴン/DCHM/DEM/微地形表現図 (林野庁加工)
山形県 (庄内森林計画区)・樹種ポリゴン/林相識別図/DCHM/DEM/微地形表現図 (林野庁加工)
愛知県 (尾張西三河森林計画区)・樹種ポリゴン/林相識別図/DCHM/DEM/微地形表現図 (林野庁加工)
愛知県 (東三河森林計画区)・樹種ポリゴン/林相識別図/DCHM/DEM/微地形表現図 (林野庁加工)
京都府・DEM/微地形表現図/樹種ポリゴン (林野庁加工)
山梨県・微地形表現図/DEMマップタイル/DCHM (林野庁加工)
東京都 (多摩地域)・微地形表現図マップタイル (林野庁加工)
神奈川県・DEM/微地形表現図/DSM/DCHM/林相識別図/樹種ポリゴン (林野庁加工)
滋賀県・DEM/微地形表現図/DCHM/林相識別図/樹種ポリゴン (林野庁加工)
宮城県・DEM/微地形表現図マップタイル (林野庁加工)
長崎県・微地形表現図/DEM/林相識別図/樹種ポリゴン (林野庁加工)
愛媛県・DEM/樹種ポリゴン (林野庁加工)
富山県・DEM/DCHM/林相識別図マップタイル (林野庁加工)

【参考】航空レーザ測量データポータルサイト

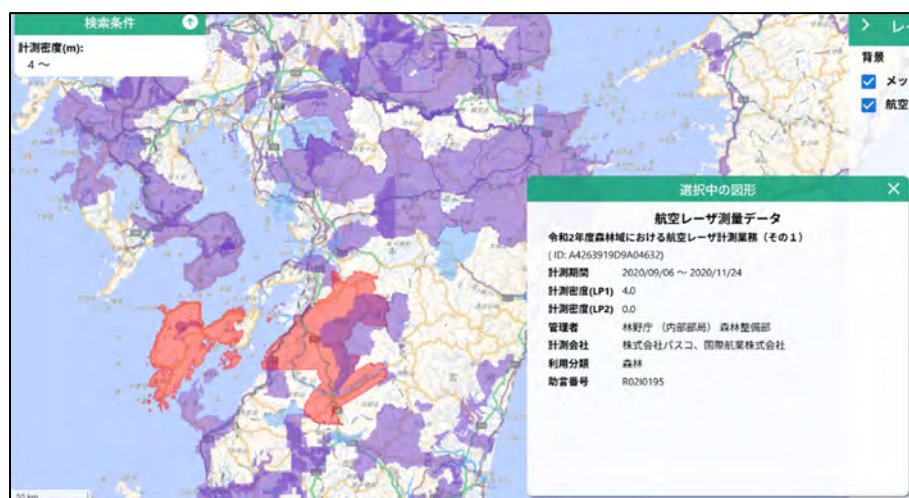
既存の航空レーザ測量結果を把握する方法として、G 空間情報センター以外にも、航空レーザ測量ポータルサイトが、公益法人日本測量調査技術協会により運営されている。ただし、このサイトでは航空レーザ測量の履歴のみが確認可能で、測量結果を取得することは出来ない。ただし、管理者や計測会社の情報を閲覧できることから、問い合わせることが出来る。

ポータルサイトのトップからは、地域や計測期間、管理者、計測会社、機材、計測密度（点/m²）などの設定が可能で、目的とする航空レーザ測量結果を限定することが容易である。

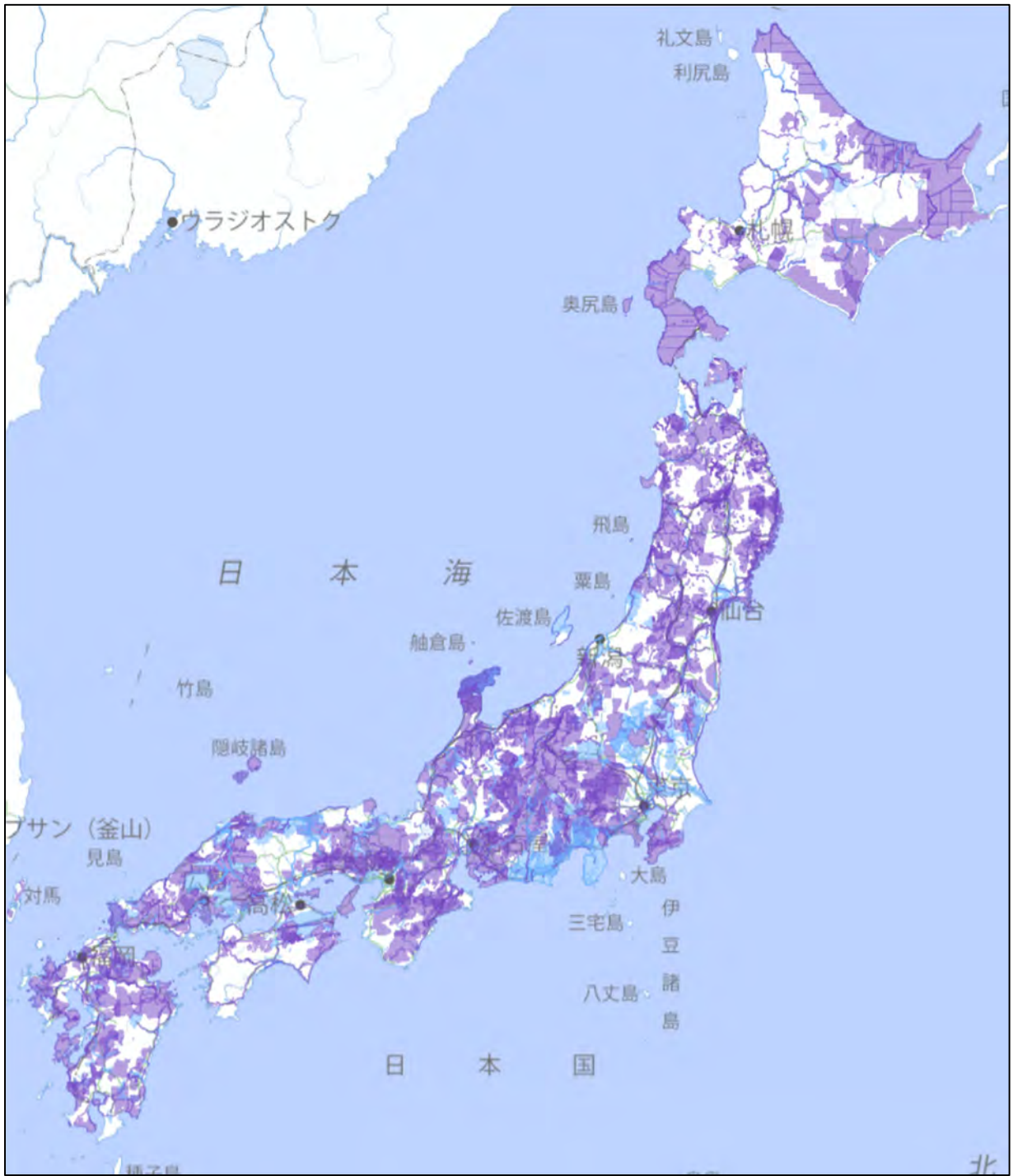
航空レーザ測量データポータルサイト URL : https://sokugikyo.com/laser_portal/



ポータルサイトのトップ画面



選択したデータの情報表示画面



4点/m²以上の航空レーザ測量成果分布

3-2 QGISによる活用方法

○QGISの概要

QGIS（旧称: Quantum GIS）は、地理空間情報の閲覧、編集、分析、可視化を行うことができる、クロスプラットフォーム対応のオープンソースデスクトップ GIS（地理情報システム）ソフトウェアである。このソフトは、QGIS Development Team というボランティア



グループによって開発・維持されており、無料でだれでも利用可能である。また、オープンソースであることから、Python で作成された多数のプラグインが利用可能で、専門的な機能が多く開発されている。

○QGISで出来ること

- ・地理空間データの閲覧と属性の編集 多種多様なベクターデータやラスターデータを読み込んで表示可能で、地図上の図形（地物）に紐付いた名前や数値などの属性情報の確認や、直接編集することが可能である。
- ・高度な空間解析（密度解析やバッファ作成など） 点データの集中度を可視化する密度解析（ヒートマップ作成）や、特定の範囲を指定するバッファ解析、地形解析などが実行である。
- ・ラスター形式とベクター形式の相互変換が可能である。航空写真などの「ラスターデータ」を、解析しやすい「ベクターデータ」への変換や、その逆の変換も可能である。この変換により、データの適用可能性が広がり、柔軟な解析が可能になる。
- ・印刷レイアウト機能による地図の作成と出力 作成した地図に方位記号、凡例、縮尺、タイトルなどを追加し、わかりやすい図面の作成が容易である。完成した地図は PDF や画像ファイルとしてエクスポートし、汎用性のある活用が出来る。
- ・プロセッシングモデラーによるワークフローの自動化 複数の処理ステップを視覚的につなぎ合わせ、一連の解析フローを自動化できる。一度モデルを作成すれば、入力データを変えて同じ処理を繰り返し実行したり、大量のデータを一括処理（バッチ処理）したりすることが容易となる。
- ・座標参照系（CRS）の設定と正確な重ね合わせが可能である。具体的には、異なる投影法や測地系を持つ複数のデータ層（レイヤ）を、豊富な座標変換ライブラリを用いて正確に重ね合わせることが出来る。
- ・標準機能にない専門的な機能（ジオコーディング、高度な統計など）を、第三者が開発した「プラグイン」をインストールすることで自由に追加できる。また、PostgreSQL/PostGIS などの空間データベースと連携し、大規模なデータを効率的に管理することも可能である。

3-2-1 インストール方法

①システム要件

公式な推奨スペックはないが、一般的なオフィスソフトが快適に動く PC 環境（メモリ 8GB 以上、CPU は Intel Core i5 以上が望ましい）。

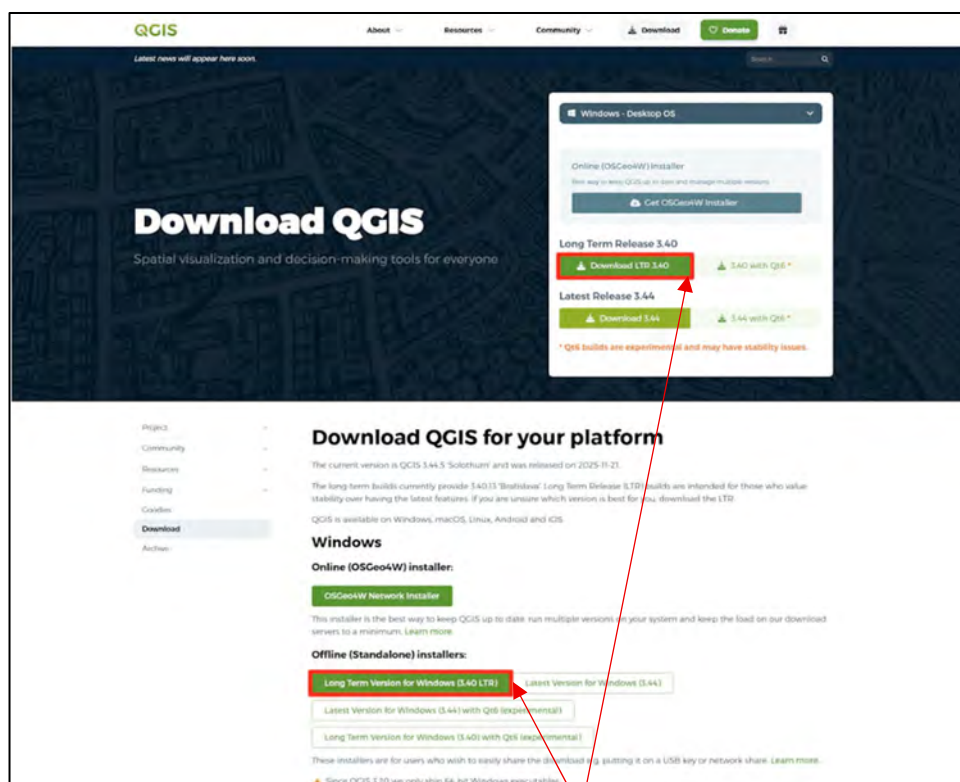
②バージョンの選択

公式サイトでは、新機能が追加された「Latest（最新）版」と、バグ修正が行われた安定性が高い「LTR（長期リリース）版」の 2 種類が提供されている。初心者や業務利用には、安定した LTR 版が推奨される。

③インストール手順（Windows 用）

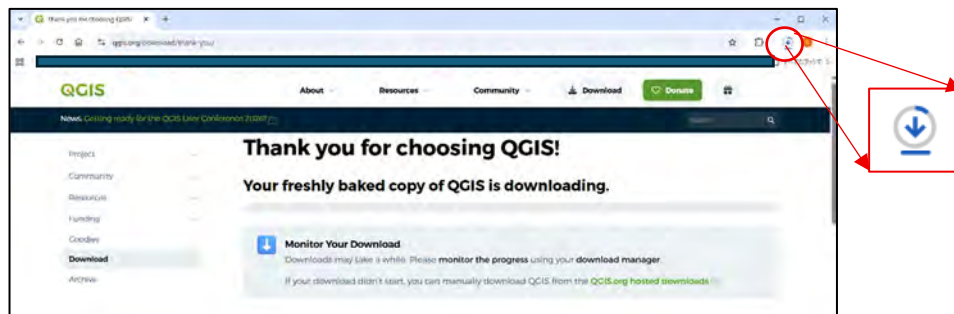
下記の URL にアクセスし、上記の「LTR（長期リリース）版」をクリックして、インストール用ファイルをダウンロードする。

<https://qgis.org/download/>

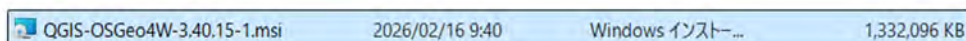


どちらかのボタンをクリックする

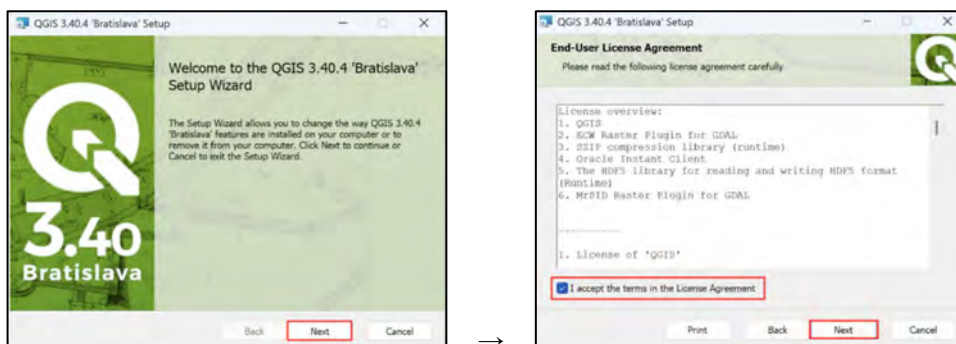
「LTR (長期リリース) 版」ボタンをクリックすると下記の画面となり、ファイル (ファイルサイズ: 1.3GB) のダウンロードが開始される。



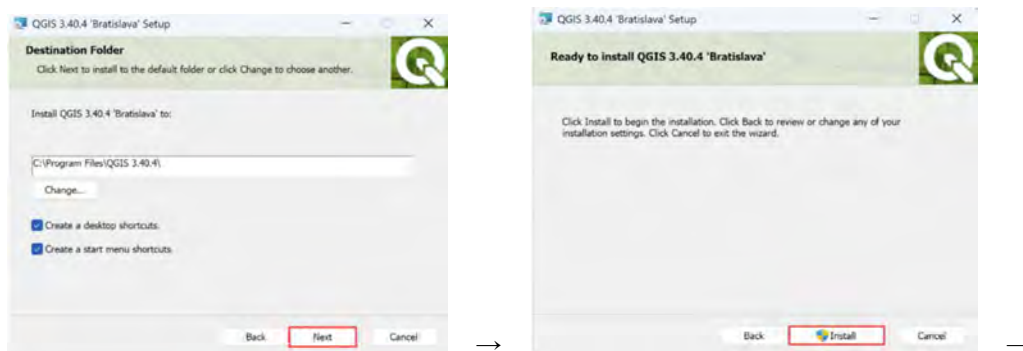
ダウンロードが終了すると下記に示す拡張子が msi のパッケージファイルがダウンロードフォルダなどに表示されるので、ダブルクリックして実行する。

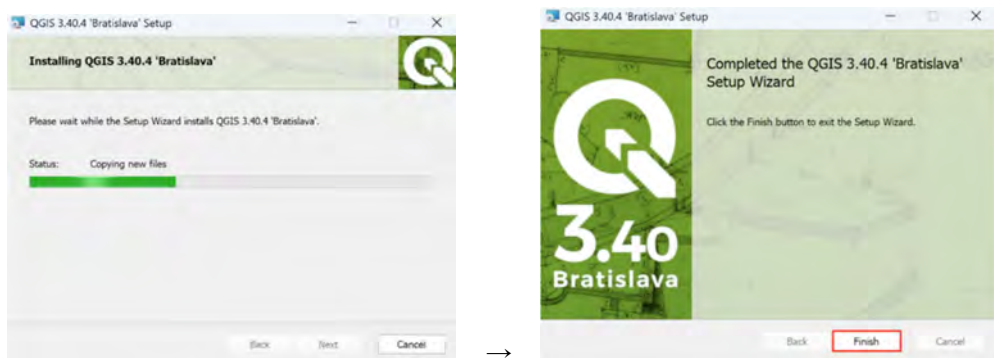


インストーラーに従ってインストールを行う。



ライセンス契約書に関する画面に遷移したら、内容を確認してから [I accept the terms in the License Agreement] にチェックを入れて、[Next] をクリックする。



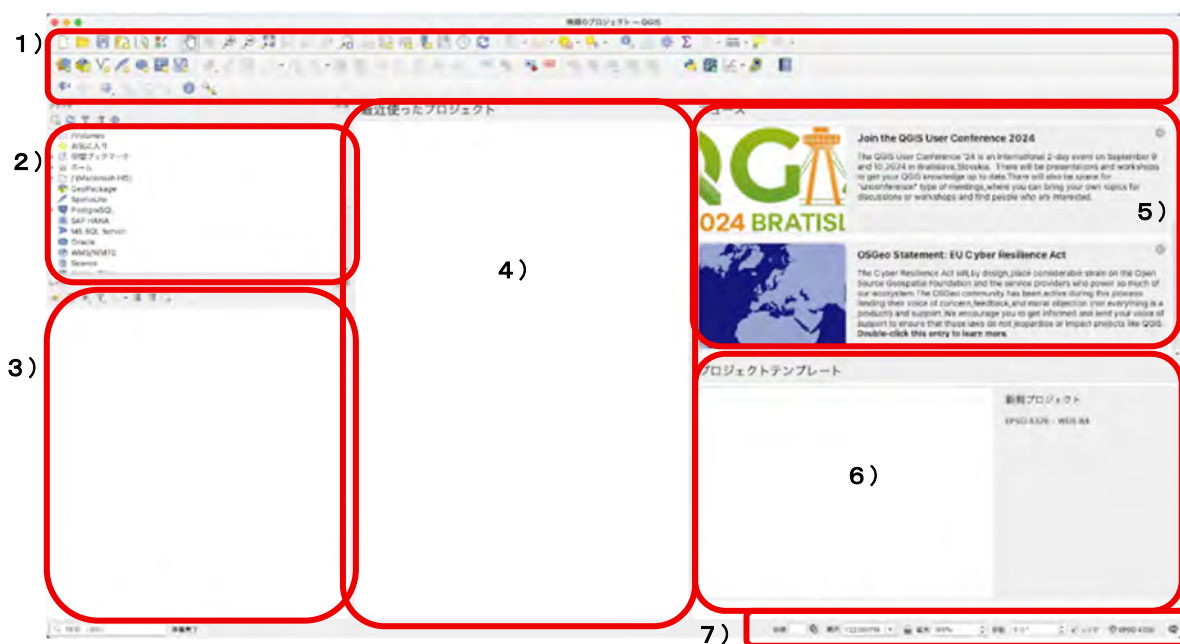


3-2-2 基本操作方法

本ガイドでは「プラグインの設定及び使用方法」、「レイヤの作成と属性情報の付与」、「CS 立体図の作成」を行う上で必要な操作方法として、「画面構成」、「座標系の設定」、「レイヤの追加」、に限定して示すこととする。

①画面構成

(初期画面)



1) メニューバー及びツールアイコン

画面の最上部にあり、「プロジェクト」「レイヤ」「プロセッシング」など、QGIS のあらゆる機能にアクセスするためのメニューや頻繁に使用する機能がアイコンボタンとして配置されている。ツールアイコンの空白箇所でも右クリックすることで、ツールの表示非表示を選択可能である。

8) マップキャンバス

画面中央の最も広い領域で、読み込んだ地図データやレイヤ等が実際に描画される場所である。


9) ツールボックス

プロセッシングやレイヤスタイルなどのツールを表示可能で、複数表示するときには下部のタブで表示の切り替えが可能である。

②座標系の設定

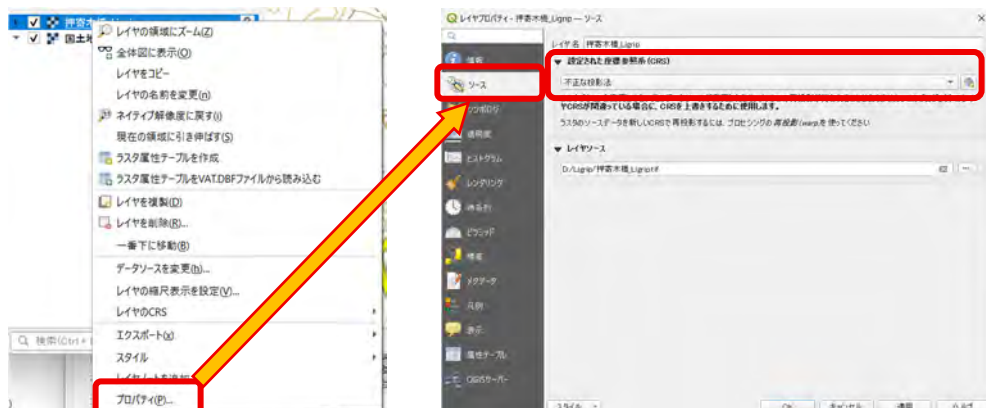
QGIS では異なる座標系のレイヤを同時に表示することが可能である。マップキャンバスに表示されるプロジェクト全体の座標系とそれぞれのレイヤでの設定が個々に設定できる。

1) プロジェクトの座標系


プロジェクト全体の座標系のこと、メニューバーの「プロジェクト」→「プロパティ」→「座標参照系 (CRS)」で設定可能である。また、右下のアイテムプロパティの右端の  EPSG:4326 ボタンからも設定が可能である。

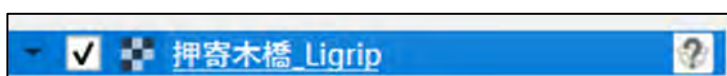
2) レイヤの座標系

各レイヤについては、レイヤパネル内で座標系を設定するレイヤを選択して、右クリック内の「プロパティ」→「ソース」内に「設定された座標参照系 (CRS)」があるのでそこで設定可能である。



【参考1】レイヤ追加時の留意点

レイヤを追加した場合、はじめはレイヤパネル内の右側に  マークが表示される。これは、追加したレイヤの座標参照系が設定され



ていないという意味で、プロジェクトの座標系と同じ場合は問題ないが、異なる場合は正しい位置に表示されないので注意する必要がある。

【参考2】座標系について

座標系として一般的に、緯度経度で表現するものと、XYの座標で表現するものに分けられる。緯度経度ではWGS84 (World Geodetic System 1984) が世界中で用いられている。一方、XY座標では、日本測地系2011 (JGD2011) が日本における土木事業等での使用頻度が高い。

表 3-1 WGS84 と平面直角座標系の比較

比較項目	WGS84 (緯度・経度)	平面直角座標系 (JGD2011)
主な単位	度・分・秒	メートル (m)
主な用途	GPS、Web地図、広域ナビ	測量、土木施工、不動産登記
歪みの少なさ	全地球で均一	範囲内では極小 (範囲外は大きい)
計算の難易度	高い (球面三角法が必要)	低い (平面幾何でOK)
区分け	全世界を東西南北の4区分でまとめている	全国を19系に分けており、正確なゾーンの選択が必須である

森林土木事業では、測量や工事に使用することを考慮すると、平面直角座標系 (JGD2011) でまとめることが望ましい。これにより、座標の単位がメートルとなり、各点間距離や面積・体積の計算が容易となる。

③レイヤの追加

レイヤとは、マップキャンバス内で表示するファイルのことで、様々な種類のファイルをレイヤとして取り込むことが可能である。また、公開されている図面なども容易に取り込むことが可能である。ここでは、レイヤの種類、作成したラスターやベクターの追加、公開されているデータの表示方法を示すこととする。

1) レイヤの種類

QGISでレイヤとして追加できるものは、次頁に示した。この中で、使用頻度の高いものを取り上げて、その説明を示す。

・ベクター

形状によって「ポイント」、「ライン」、「ポリゴン」の3つに区分され、それぞれの形と位置の情報によって構成される。様々な属性情報を付与することが可能である。

・ ラスタ

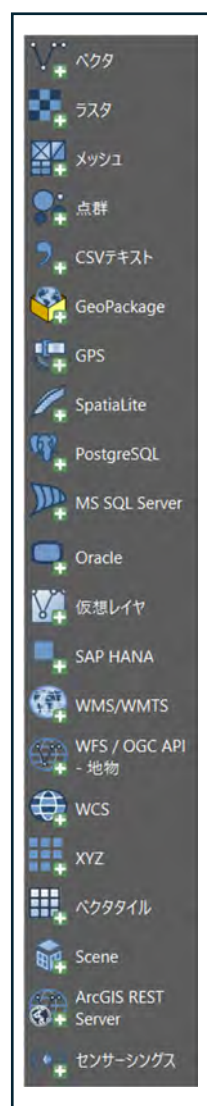
格子状のデータの集まりで、格子（セル）の大きさやセルの値を変化させることで様々なデータを表現可能である。一般的な活用方法として、色をデータとする画像や、標高をデータとするDEMデータなどがある。

・ メッシュ

ラスタと同様に規則的又は不規則な格子状の構造を持っている。特徴として、時間と共に変化する動的な数値データ（流速、気温、気圧等）を表現するのに適している。

・ 点群


点群（ポイントクラウド）点の集合体のことで、高密度な3次元点群データを指す。主なデータ形式としてLASがあり、その他txt、csvなど多くの形式に対応している。



2) レイヤの追加

レイヤの追加方法は、独自に作成したファイルを追加する方法と、背景図面として公開されているデータを追加する方法がある。

・ 作成したファイルの追加

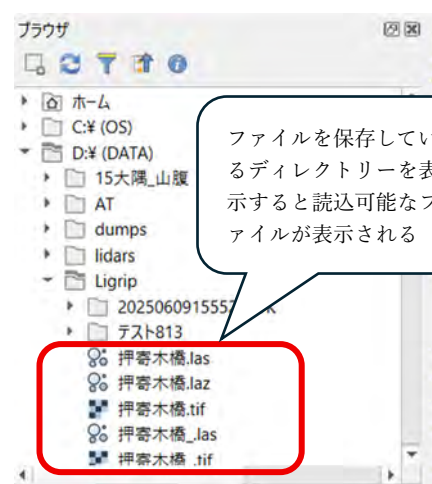
読み可能なファイルをマップキャンバス内にドラッグアンドドロップで持ってくる方法、アイコンの （デバイスマネージャー）をクリックして表示される右上図の中から対象となるデータ形式をクリックする方法、ブラウザパネル内からファイルを選択する方法等がある。

・ 公開されているデータの追加

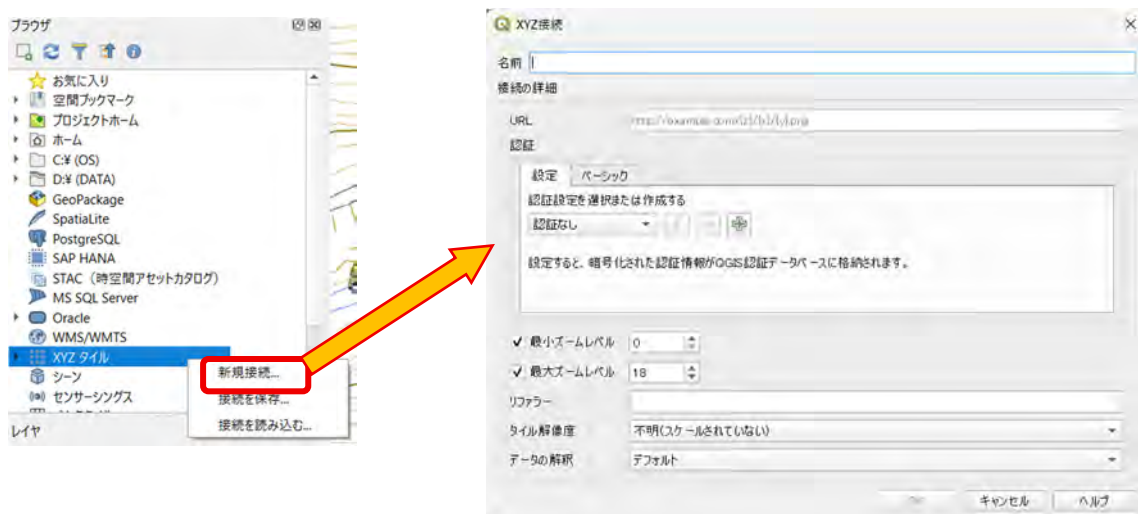
国土地理院などでは、インターネット上に「地理院タイル」として、様々な図面を公開している。QGISでは、これら図面を自動で読み込むことが出来る。

読み込む方法は、ブラウザパネル内にある「XYZ タイル」を用いる方法である。

ブラウザパネル内の「XYZ タイル」を選択肢、右クリックをして「新規作成」



を選択する。これにより「XYZ 接続」フォームが表示される。



ここで、タイルの名前と URL を設定することで背面に地図が表示される。

【参考】国土地理院のタイルデータ取得事例

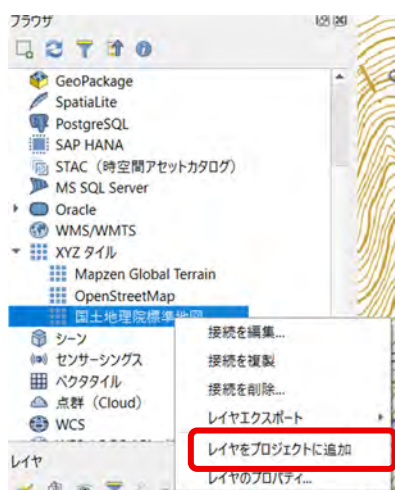
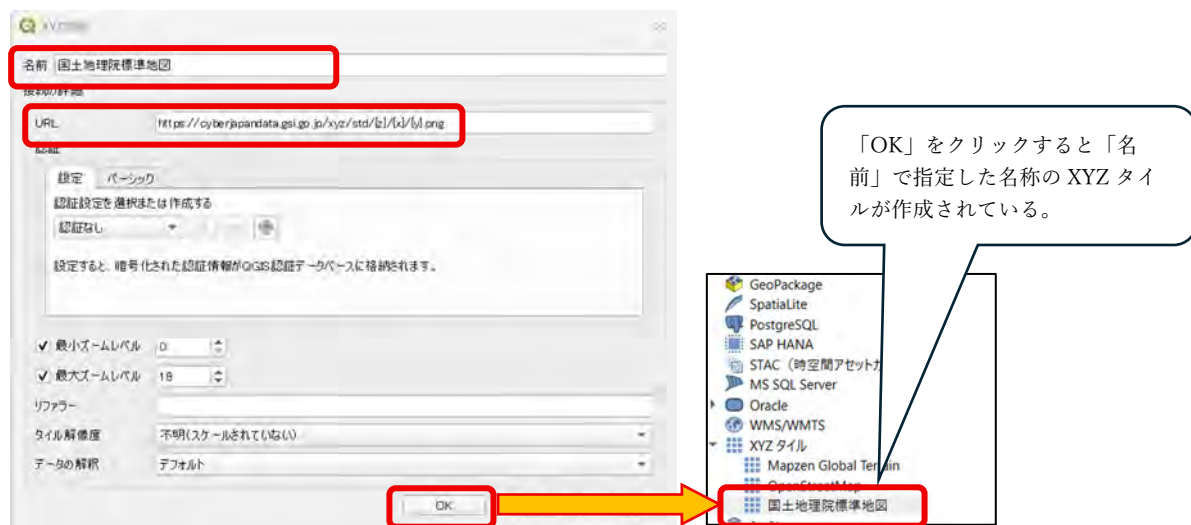
国土地理院では、タイルデータとして様々な図面が公開されている。下記の URL から確認することが可能である。

<https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html#std2>

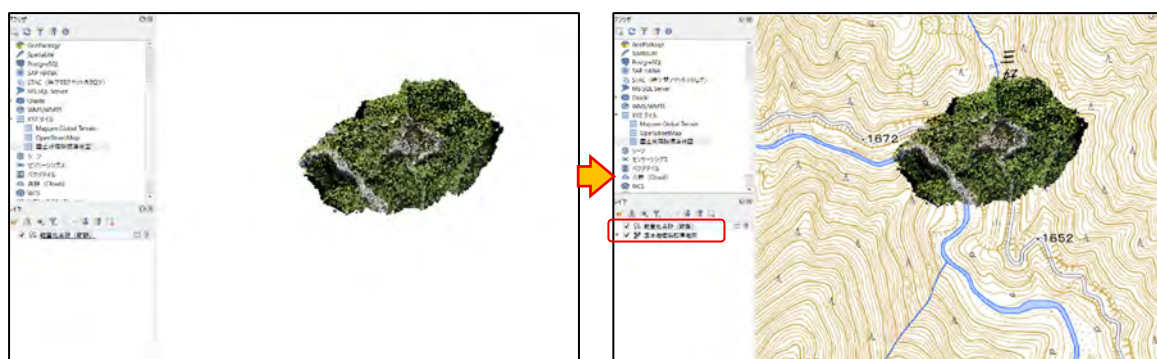
国土地理院のホームページから URL を取得する。



ブラウザパネル内の「XYZ タイル」から新規作成を選択し、名前と URL を入力する。名前は使用者が識別できれば何でも良い。その他の設定は特に必要ない。



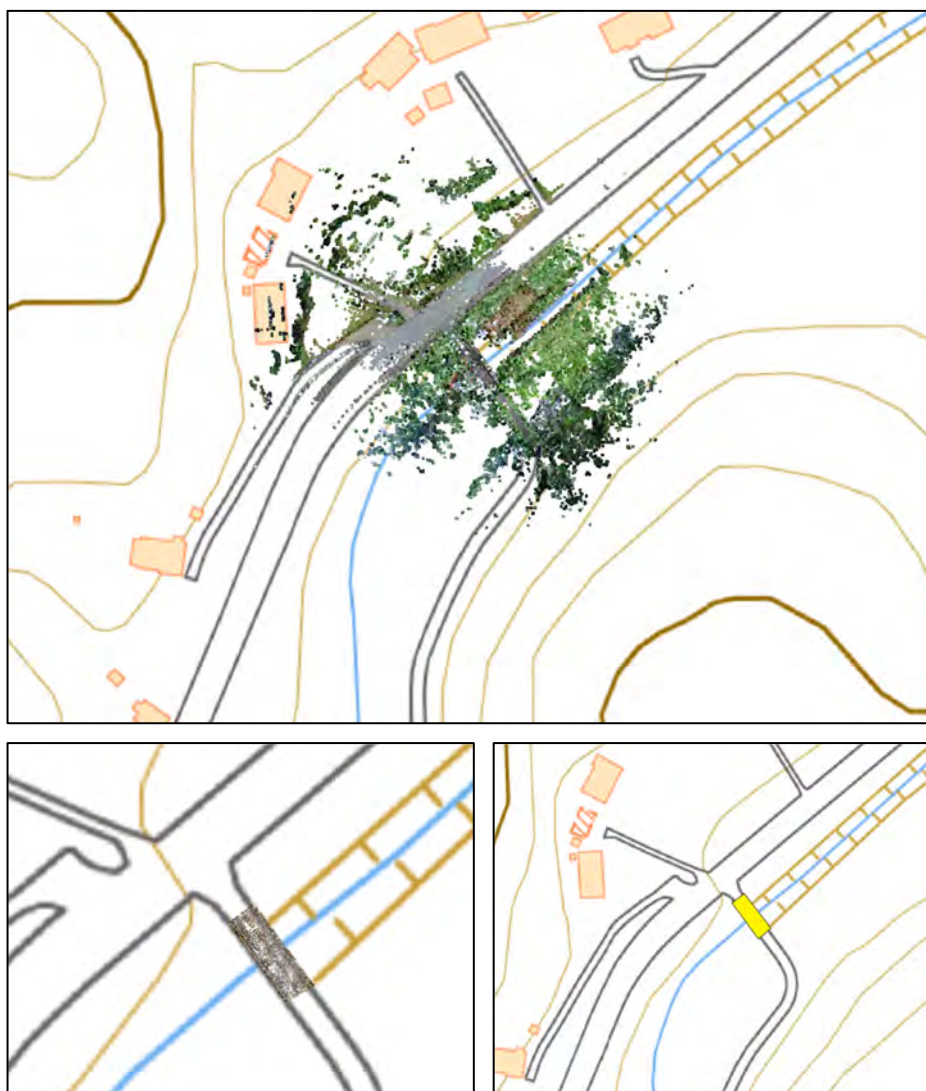
その後、右クリックで「レイヤをプロジェクトに追加」をクリックするか、選択した XYZ タイル「国土地理院標準図」をダブルクリックすることで、レイヤを追加できる。



国土地理院の標準地図が表示される。ただし、追加したレイヤは前面に表示されることから、背面に表示させたい場合はレイヤパネル内で追加した図面を一番下に移動する必要がある。

【注意点】位置情報の付与

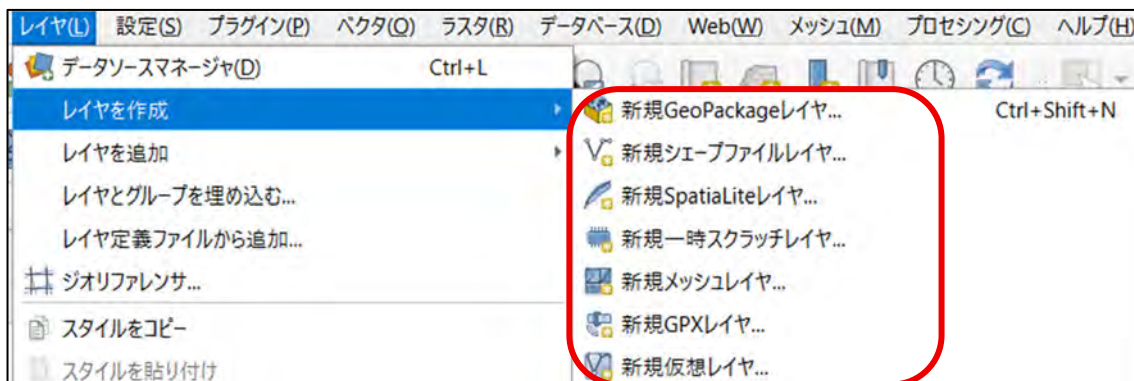
様々なデータを GIS (地図情報システム) 内で読み込む場合は、統一された位置情報 (公共座標) を保持している必要がある。特にモバイル端末で測量したデータには任意座標系で取得されたものがある可能性が高い。よって、任意座標のデータについては、点群編集ソフト等で座標変換を行い、公共座標化することが重要となる。また、その座標系についても留意し、QGIS でデータを読み込む時にも正しい座標系の設定を行うことも重要となる。



上図：点群データ、下左図：画像 (ラスタ)、下右図：シェープ (ベクタ)

3-2-3 レイヤの作成と属性情報の付与

QGIS のレイヤの作成では、下図に示すようなファイルを作成することが可能である。ここでは、使用頻度の高い「新規シェープファイルレイヤ」を取り上げてその作成方法と属性情報の付与方法を示すこととする。

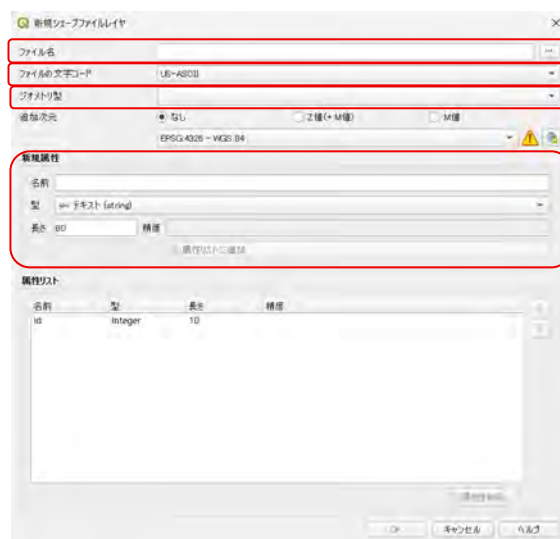


① シェープファイルの追加

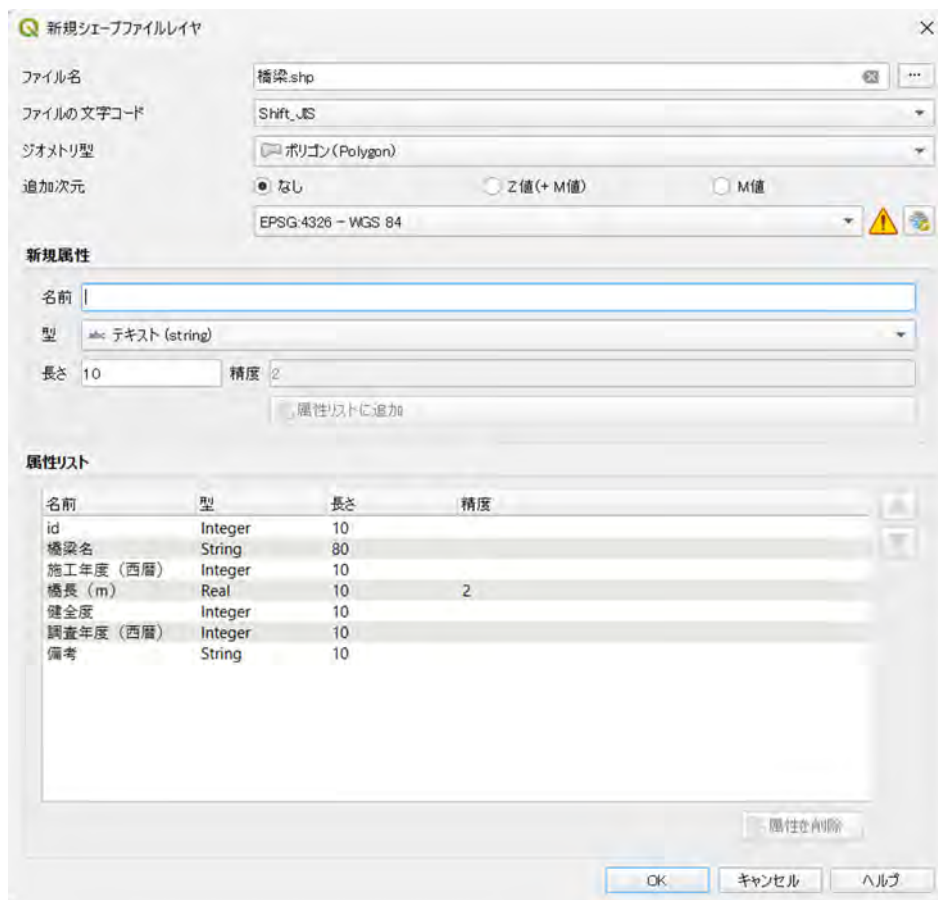
上記の「レイヤ」→「レイヤを作成」→「新規シェープファイルレイヤ」をクリックする。

新規シェープファイルレイヤの設定フォームが表示されるので、下記の設定を行う。

- ・ファイル名：シェープファイルの名前
- ・ファイルの文字コード：文字のコード
- ・ジオメトリ型：ポイントやライン、ポリゴンなどの形の選択
- ・新規属性：シェープファイルに付属する情報の設定



②橋梁のシェープファイルを作成するときの作成事例

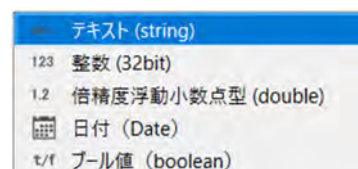


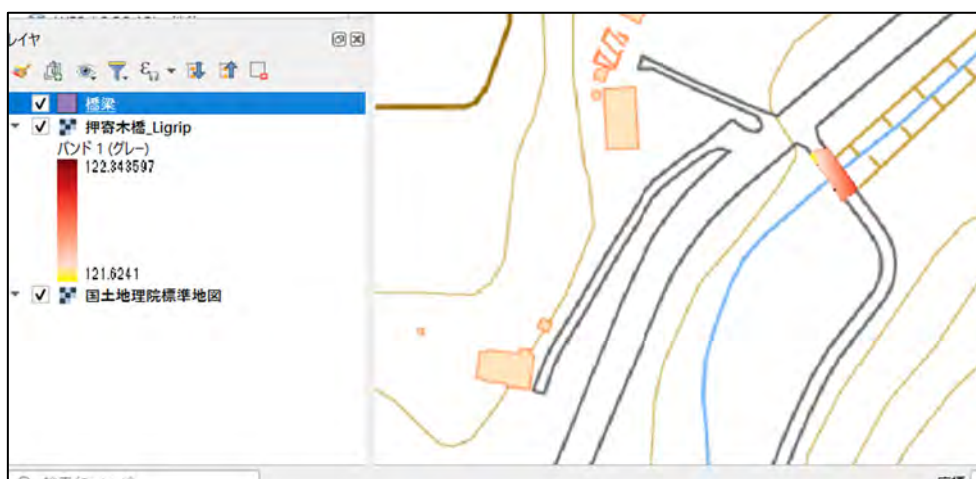
- ・ファイル名：橋梁.shp
- ・ファイルの文字コード：「Shift_JIS」（全角用の文字コード）
- ・ジオメトリ型：ポリゴン（橋梁の平面形状を示すため）
- ・追加次元：なし
- ・新規属性：橋梁名、施工年度、橋長（m）、健全度、調査年度、備考

（属性の「型」について）

属性の型は右図の様に5タイプある。


- ・テキスト（string）：文字を扱うためのデータ形式
- ・整数（32bit）：小数を持たない整数型で「integer」とも言われる
- ・倍精度浮動小数型（double）：小数点を表示可能な形式で、64bitのデータ
- ・日付（date）：日付を扱うための形式。
- ・ブール値（boolean）：「True（真）」か「False（偽）」の2値の形式







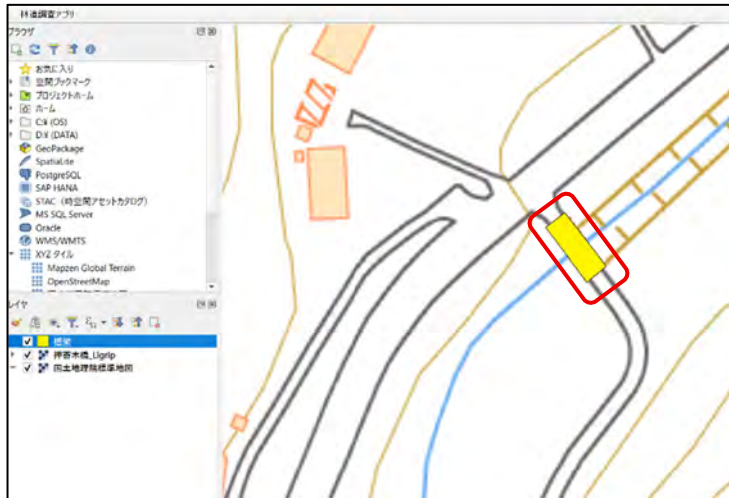
橋梁のレイヤが追加された。



レイヤパネル内で作成した「橋梁」を選択後、に、上部のアイコンから「編集モード切替」  ボタンをクリックするか、レイヤパネル内の対象レイヤ「橋梁」を右クリックして「編集モード切替」を選択する。

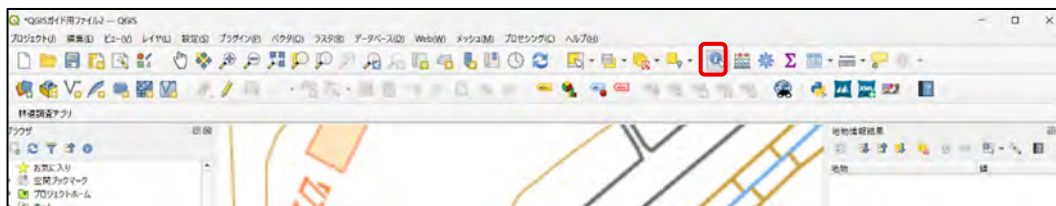
次に「ポリゴン地物を追加」  ボタンをクリックすると、マウスポインタが丸十字  となるので、区域をクリックする。


ポリゴン形状を画面上で作成し、最後の点で右クリックすると、属性情報の入力フォームが表示されるのでこれを入力して「OK」をクリックする。



ポリゴンが図面内に表示される。

③属性情報の確認方法



レイヤパネル内で対象レイヤを選択した後、上部アイコンから「地物情報を表示」ボタン  をクリックし、対象となるポリゴンをクリックすると選択したポリゴンが赤くなり、右側のツールボックス内に「地物情報結果」が表示される。



3-2-4 プラグインの設定及び使用方法

①プラグインとは

プラグインとは、標準の QGIS には含まれていない機能や、高度な分析ツールを追加するための拡張機能のことである。

QGIS はオープンソースであることから、プログラミング言語(Python)を用いて、使用者のニーズに合わせた機能を構築することが容易であるとともに、その機能をプラグイン機能により共有することが可能となっている。

また、プラグインには、コア・プラグインと外部プラグインの2種類がある。コア・プラグインとは、QGIS 開発チームが維持管理しているプラグインで、QGIS のインストール時に同時にインストールされる機能である。

表 3-2 コア・プラグインの一例

アイコン	プラグイン	説明	マニュアルの参照
	DB Manager	QGISからデータベースを管理する	DBマネージャプラグイン
	ジオメトリチェッカー	ベクタジオメトリのエラーの確認と修正	ジオメトリチェッカープラグイン
	GRASS 7	GRASS functionality	GRASS GIS の統合
	GRASS GISプロバイダ	GRASS GIS プロセッシング機能	GRASS GIS の統合
	MetaSearch Catalog Client	メタデータカタログサービス(CSW)との対話処理	MetaSearch Catalog Client
	オフライン編集	オフライン編集とデータベースとの同期	プラグインをオフラインで編集する
	プロセッシング	空間データプロセッシングフレームワーク	QGIS プロセッシングフレームワーク
	トポロジチェッカー	ベクタレイヤのトポロジエラーを見つける	トポロジチェッカープラグイン

(QGIS Documentation より)

一方、外部プラグインは QGIS を使用している技術者などによって開発され、公式リポジトリ (QGIS Python Plugins Repository) もしくは外部リポジトリに保存されており、それぞれの作者により管理されている。公式リポジトリに登録されているプラグインについては、使用方法や対応する QGIS バージョンなど、プラグインの利用に必要な重要情報が提供されている。

右図の URL

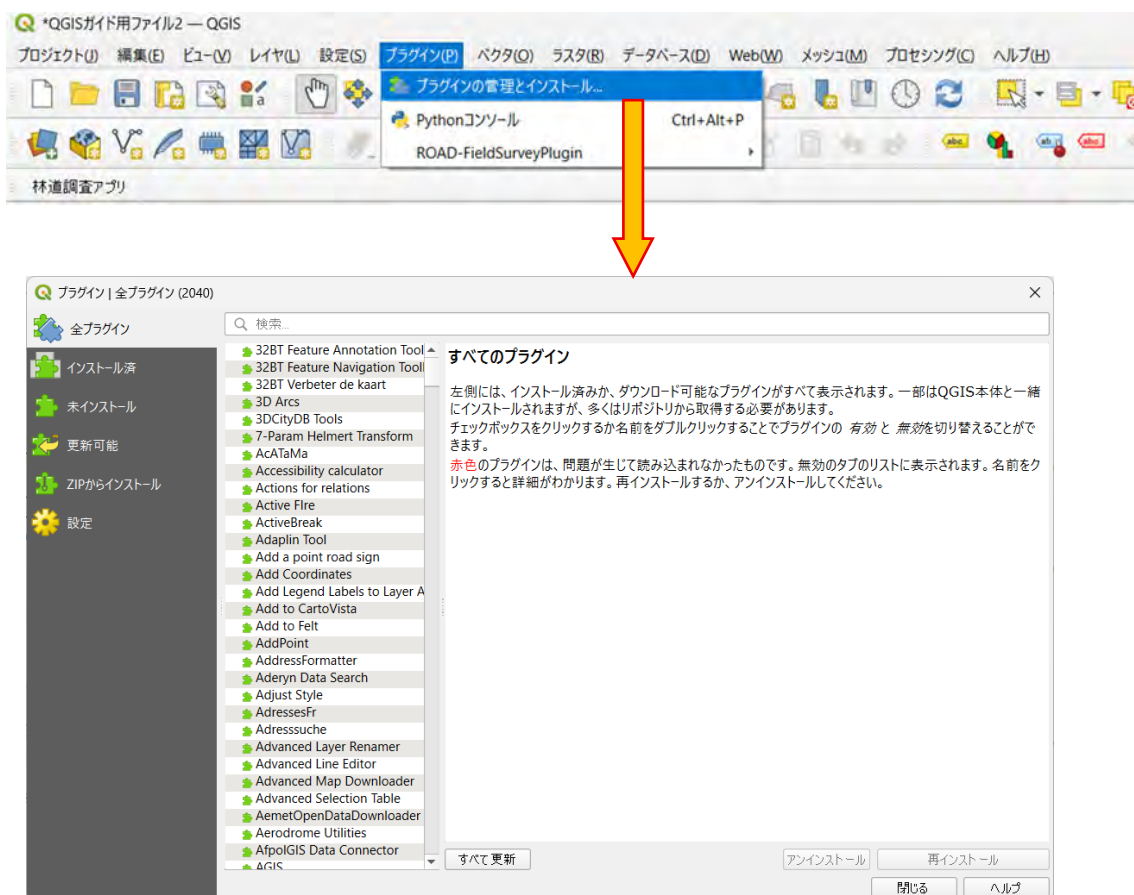
<https://plugins.qgis.org/plugins/>



※上図は英語のページを日本語に翻訳している

②プラグインのインストール方法

プラグインの設定は、メニューバー内の「プラグイン」から「プラグインの管理とインストール」を選択する。



上図のプラグイン管理フォームから公開されているプラグインやインストールしたプラグイン、更新の有無や設定など行うことが出来る。

また、公開されているプラグインのランキングや使用可能なプラグインの数などは「QGIS Plugins dashboard」(下記の URL 参照)で確認できる。

<https://plugins.qgis.org/metabase/public/dashboard/7ecd345f-7321-423d-9844-71e526a454a9>

これによると 2026 年 2 月時点で 3,132 のプラグインが使用可能で、データセットやベースマップを検索する「QuickMapServices」が 1 千万ダウンロードを超えて最も使用頻度が高いプラグインであることが分かる。

・プラグイン名が分かっている場合 例 (Japanese Grid Mesh)

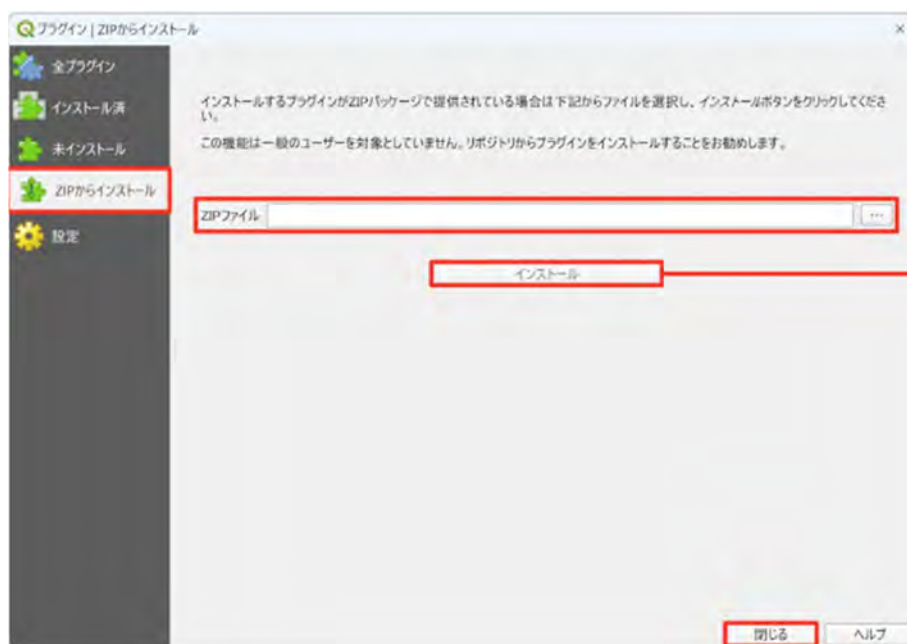
前述した公式リポジトリ (<https://plugins.qgis.org/plugins/>) に公開されているプラグインは、プラグインマネージャーから検索してインストールが可能である。特にプラグインの名前が分かっている場合は、ここから検索してインストールする方法が簡単である。



- 1) 全プラグインボタンをクリック
- 2) 検索欄に「Japanese」と入力する。
- 3) Japanese の名前を含むプラグインの中から「Japanese Grid Mesh」を選択する。
- 4) 右ウィンドウ内に表示される内容を確認し、「インストール」ボタンをクリックする。
- 5) インストールが終了すると「閉じる」ボタンをクリックして終了する。

・ダウンロードしたファイルからインストールする方法

前述した公式リポジトリ (<https://plugins.qgis.org/plugins/>) など直接ファイルをダウンロードすると概ね zip ファイルとなっていることから、ダウンロードしたファイルを選択してインストールする。



- 1) [ZIP からインストール] タブを選択する。
- 2) ZIP ファイル欄の横にある [...] から ZIP ファイルを選択する。
- 3) ファイルを選択したら [インストール] をクリックしてインストールする。
- 4) インストールが終了すると「閉じる」ボタンをクリックして終了する。

③プラグインの使用方法

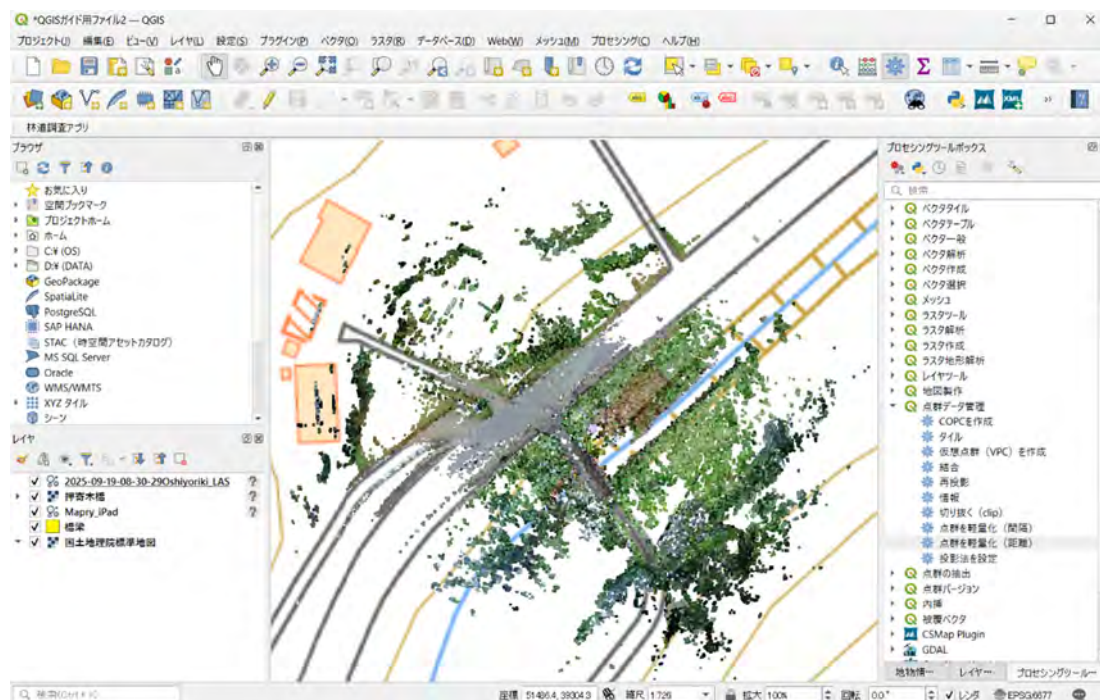
コア・プラグインや前項の方法でインストールしたプラグインは、ツールボックス内の「プロセッシングツールボックス」内に表示される。

このボックス内でアイコンが  のものがコア・プラグインで、それ以外のは外部プラグインである。

使用方法は、このボックス内のプラグインをクリックすることで、そのプラグインを使用することが出来る。



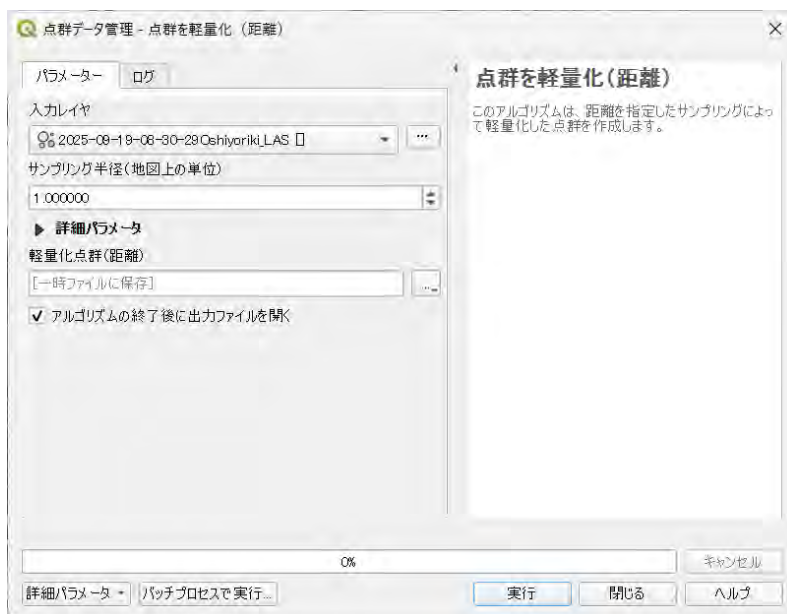
【参考】 コア・プラグインの「点群データ管理 点群を軽量化（距離）」の使用例



Lidar_SLAM 測量で得た点群ファイル「2025-09-19-08-30-29Oshiyoriki_LAS.las」を対象として、点群の軽量化を行う。このファイルのプロパティの「情報」からファイルサイズを確認すると 280.9MB で、点数が 8 百万点程度であることが分かる。ファイルサイズの軽量化は作業効率の向上を図る上で重要な作業であり、点群を扱う上で使用頻度の高い作業である。



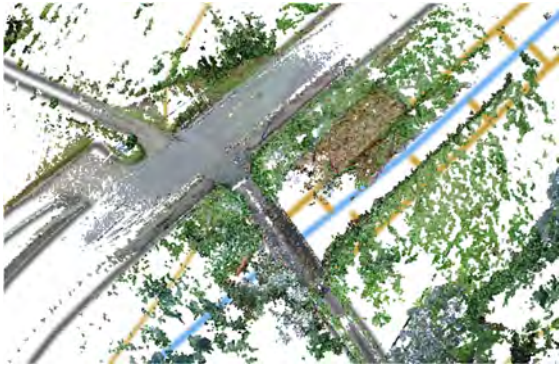
- 1) 「プロセッシングツールボックス」の中にある「点群データ管理」→「点群を軽量化（距離）」をクリックする。



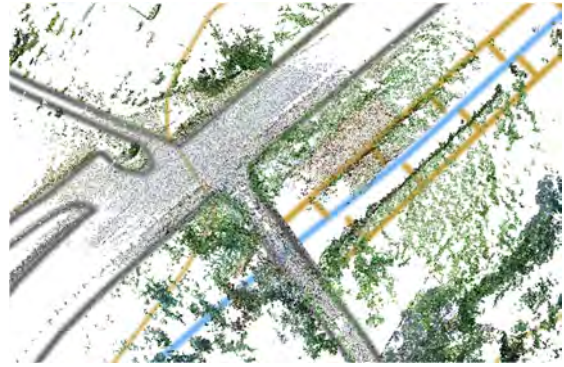
- 2) 「入力レイヤ」を確認する。通常プラグインに適したレイヤを自動で選択してくれる。ただし、適したレイヤが複数ある場合もあることから、レイヤ名を確認する必要がある。
- 3) 「サンプリング半径」は、設定半径内の円に1点の点群とするもので、点の密度を設定する。ここでは、0.25m (0.5mグリッド) とする。
- 4) 軽量化点群 (距離) では、「一時ファイルに保存」と「ファイルに保存」を選択できる。「一時ファイルに保存」を選択すると、本プロジェクト内で作成されるのみで、エクスポートを行わないと独立したファイルとはならない。
- 5) 設定が終了すると「実行」ボタンをクリックし、処理が終了すると「閉じる」で終了する。

ファイルサイズ及び点数を確認すると、ファイルサイズで100分の1、点の数で10000分の1になっていることが分かる。





オリジナルデータ



0.5mグリッドに軽量化したデータ

3-2-5 CS立体図の作成方法

①CS立体図とは

CS立体図（Curvature and Slope map）とは、曲率（Curvature）と傾斜（Slope）という2つの指標を組み合わせて、地形を直感的に判読しやすくした3D地形表現図である。

主な特徴

- ・直感的な配色となっており、尾根（凸地）は赤色、谷（凹地）は青色、平坦地は明るく、急斜面は暗い色で表現される。
- ・微地形の可視化が可能で、従来の地形図では見えなかった、湧水地、崩壊跡、断層、さらには山城の遺構なども明瞭に確認できる。
- ・専門知識や経験がなくても誰でも地形を正しく理解できるように開発が進められた。

以上の特徴により、山間地などの複雑な地形形状の中から、崩壊地、沼地、地すべり地形、溪流、道路、人工地形などを視認することが容易となる。

この図面により、林道の実際の位置が明確となることから、任意座標で取得した3次元点群データを座標変換するためのソースとしても使用可である。

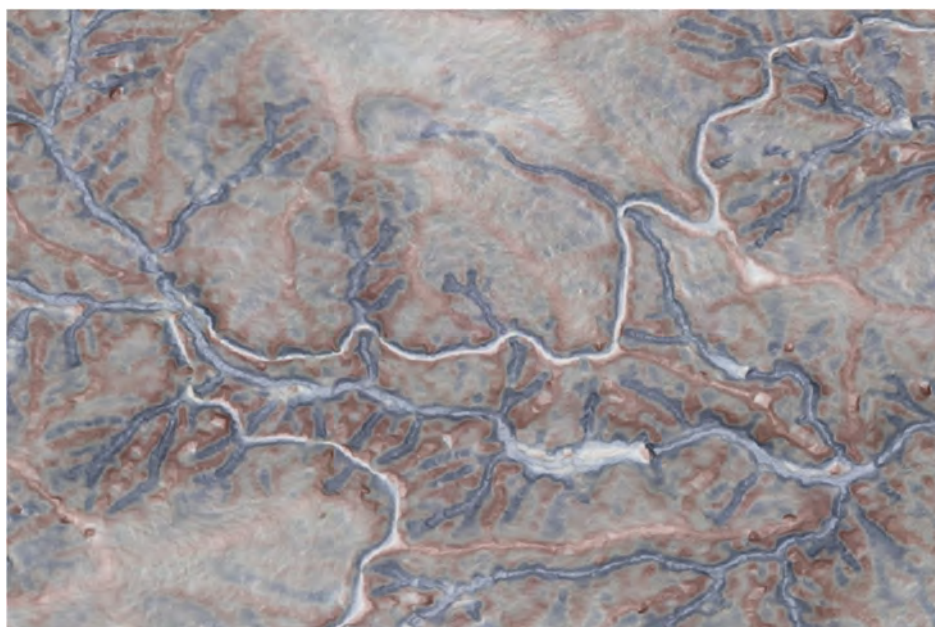


図 3-3 CS 立体図の事例

神奈川県デジタル戦略本部室 数値地形図グラウンドデータ使用

②プラグインの取得

CS 立体図を作成するためのプラグインが公開されており、「CSMap Plugin」としてインストールが可能である。



前項に示したプラグインのインストール方法に従い、メニューバーの「プラグイン」から「プラグインの管理」を選択する。

「全プラグイン」で「CSMap Plugin」を検索して検索結果を選択し、その内容を確認する。よければ、「インストール」ボタンをクリックしてインストールする。

インストールが終了すると、「プロセッシングツールボックス」内に「CSMap Plugin」が表示されることを確認する。

プラグインをインストールしても、ツールバーなどにプラグインアイコンが表示されないことがある。このような場合は、「プラグインの管理」の「インストール済」タブを開き、該当するプラグインのチェックボックスが有効になっているか確認する。



が入っていない場合は
チェックを入れる。



③CS立体図の作成方法

CS立体図を作成するためには、地形を表現するラスターデータが必要となる。一般的にはDEMデータを用いる場合が多い。ただし、微地形を表現するには解像度の高いDEMデータを取得する必要がある。現在公開されているデータを用いる場合は、0.5mグリッド程度のデータを用いることが望ましい。

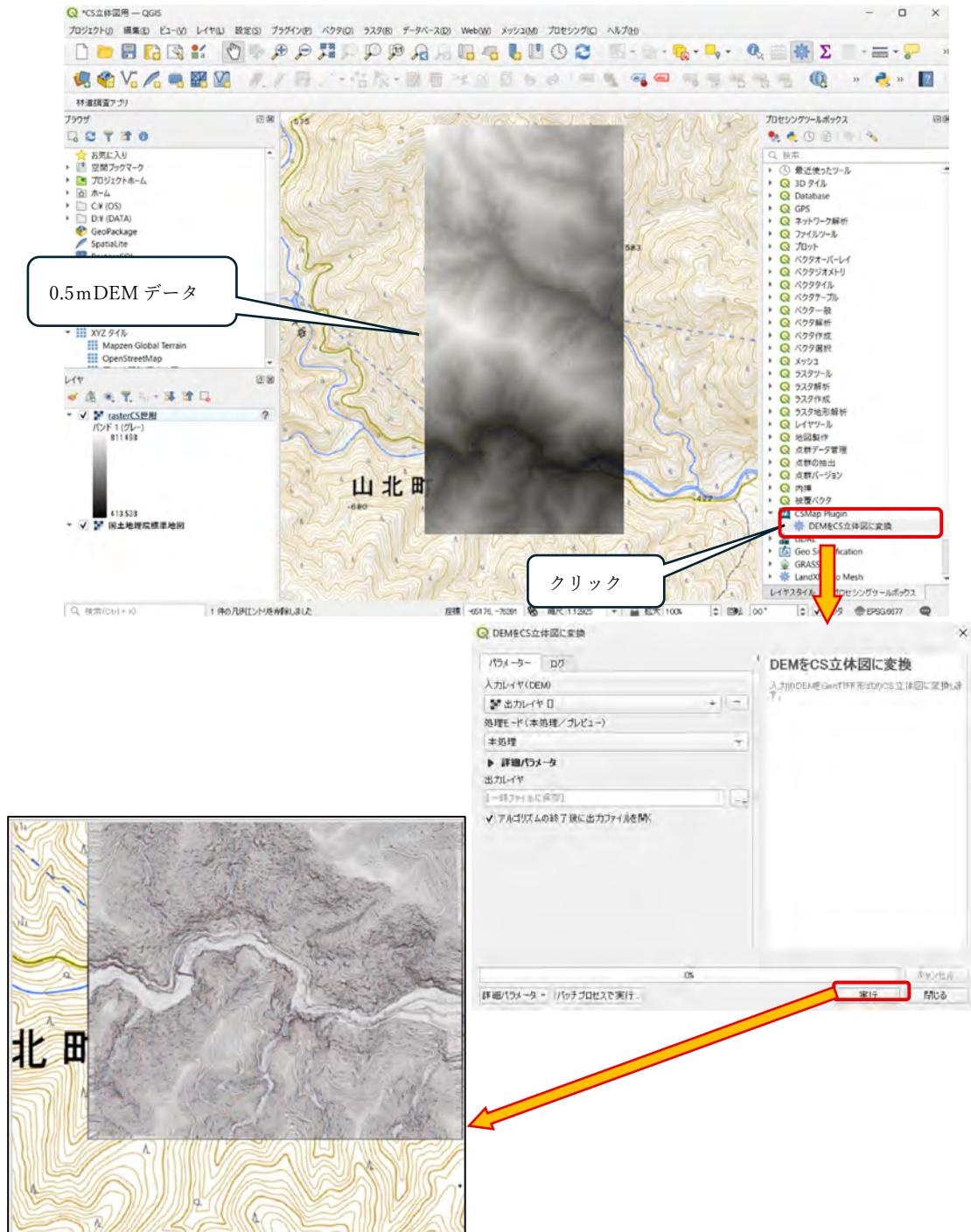
解像度の高い（0.5m以下）のDEMデータが必要となる。

DEMデータ等が準備出来れば、プロセッシングツールボックス内の「CSMap Plugin」左横の▼をクリックし、「DEMをCS立体図に変換」をクリックする。

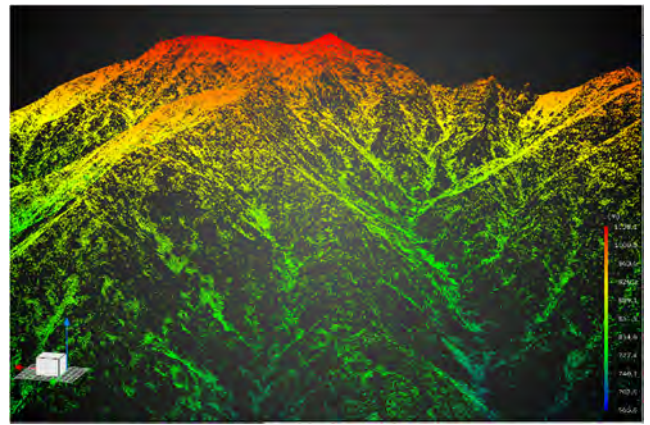
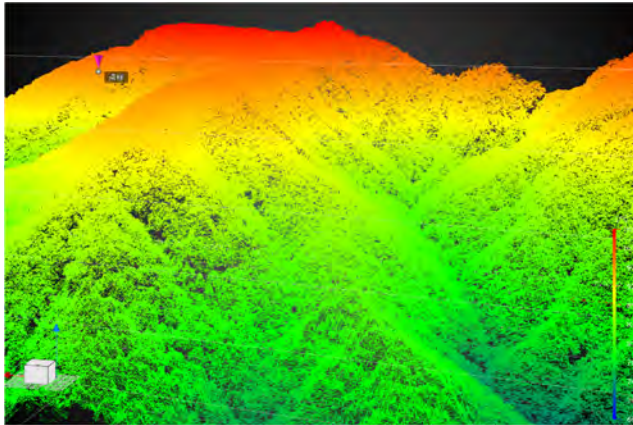


DEMをCS立体図に変換フォームが表示されるので、入力レイヤ、処理モード、出力レイヤを設定し、「実行」ボタンをクリックする。

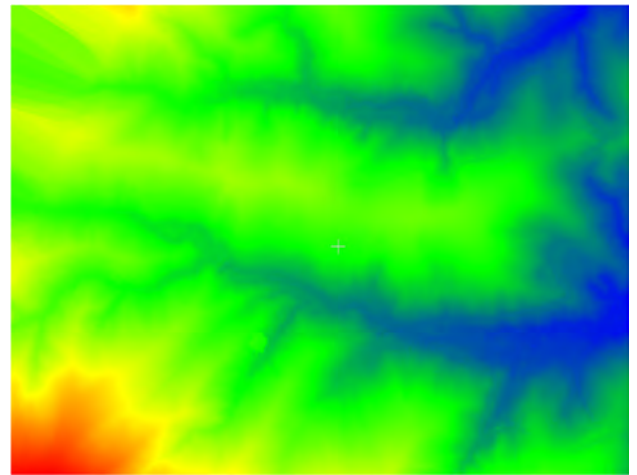
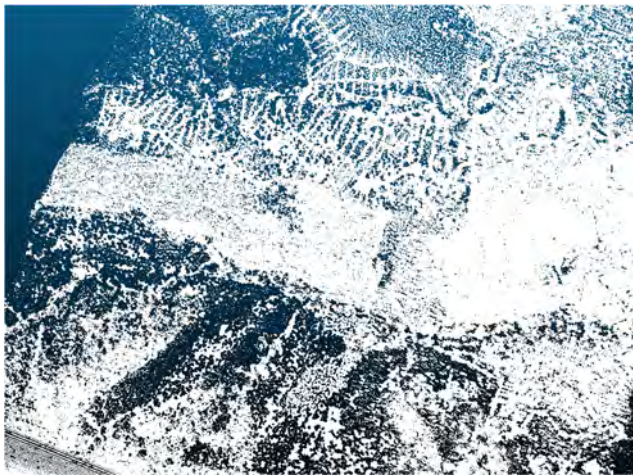
【参考1】CS 立体図作成事例



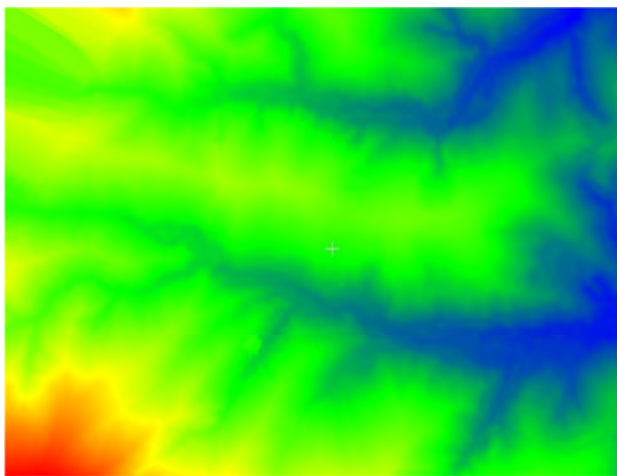
【参考2】 航空レーザ測定のオリジナルデータからCS立体図までの流れ



オリジナルデータ → フィルタリング → グラウンドデータ



グラウンドデータ → ラスタデータ化 → DEMデータ(0.5×0.5m)



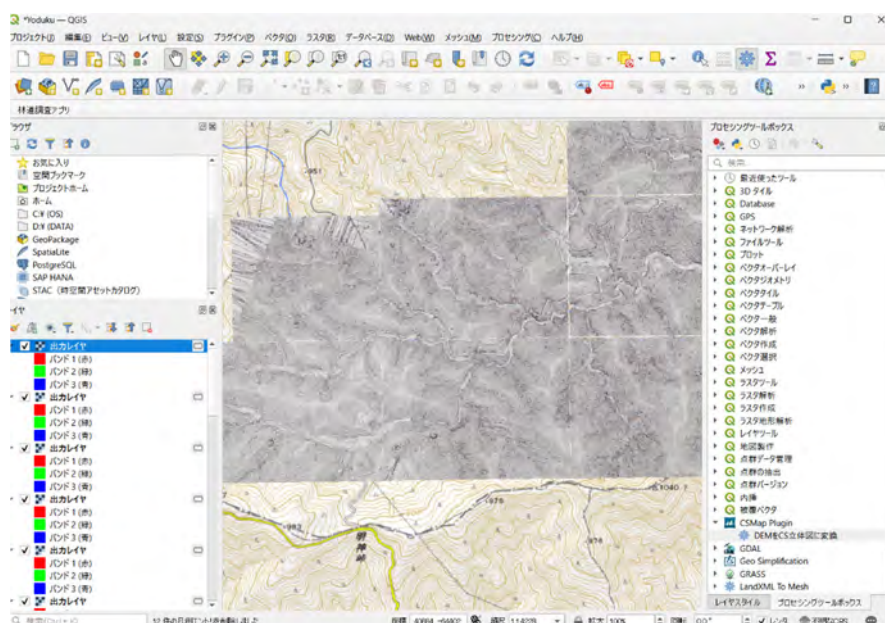
DEMデータ → CS立体図の作成 → CS立体図

3-2-6 CS立体図を用いた林道ベクタデータの作成方法

CS立体図は、地形の微地形を視覚的に分かりやすくしたもので、山地などで人工物の把握に適している。よって、前項のCS立体図の作成と基本操作のレイヤの追加を組み合わせることによって実行可能である。以下にその具体的な手順を示す。

①CS立体図を準備する

前項示したCS立体図を、ベクタ化する林道の敷設区域を網羅するよう準備する。





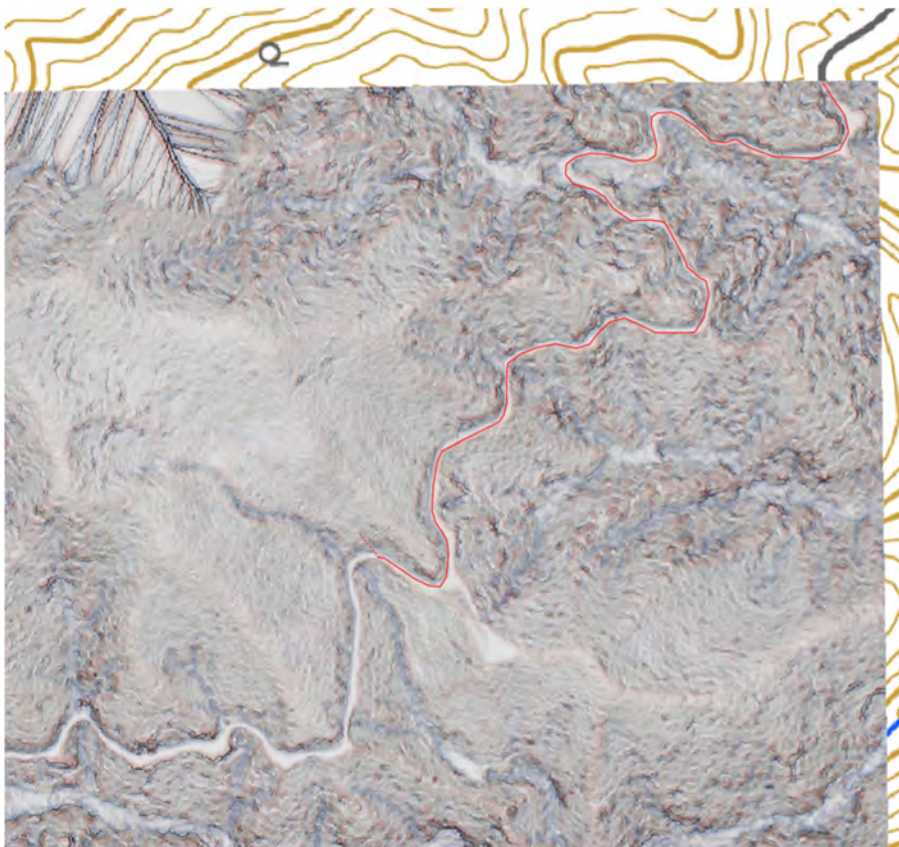
②林道のレイヤを作成する

前項示した「3-2-3 レイヤの作成と属性情報の付与」に示した方法で、林道のレイヤを作成する。右図の事例ではレイヤ名を「国有林林道」とし、文字コードを「Shift_JIS」として日本語対応としている。また、ジオメトリ型を「ラインestring」として線形のベクタデータであることを指定している。さらに、属性に「林道名」、「施工年」、「延長」を作成している。



③林道の形を入力する

追加するレイヤがラインストリングであることから、レイヤ内で先ほど追加したレイヤを選択肢、編集モード切替をクリック後、線の地物を追加をクリックし、画面内で林道の形状をクリックして登録する。



林道線形の入力終了したら右クリックすると、右図に示した属性の登録フォームが表示されるので、必要事項を入力し、OKをクリックすると下図の様に新たな林道のレイヤが追加される。

id	1
林道名	水ノ木林道
施工年	昭和〇〇年
延長	2500

OK キャンセル



3-2-7 Google Earth で活用するデータの作成

Google Earth は Google が提供する地球全体を網羅した地図情報システムである。このシステム内では世界中の衛星写真、航空写真、GIS データを統合して表示することが可能で、GIS データとしてシェープファイル等のベクタデータや Tiff や Jpeg などの画像や DEM 等のラスターデータを取り込むことが可能である。

①Goole Earth での表示方法について

Google Earth では様々なファイル形式を取り込むことが可能であり、3次元モデルについても、立体の3次元モデル作成用のソフトを用いて作成したファイルを読み込むことが可能である。しかし、本マニュアルでは立体のモデル作成のソフトを示していないことから、GeoTiff の位置情報を持った画像として Goole Earth 上で表現する方法を示す。

②作業の流れ

点群編集ソフト「CloudCompare」でノイズ除去とラスターデータ化を行う。



GISソフト「QGIS」でデータを読み込、位置情報を付加し、エクスポートする



GooleEarth でファイルを取り込み、属性情報等を書き込む

③点群編集ソフトでの作業

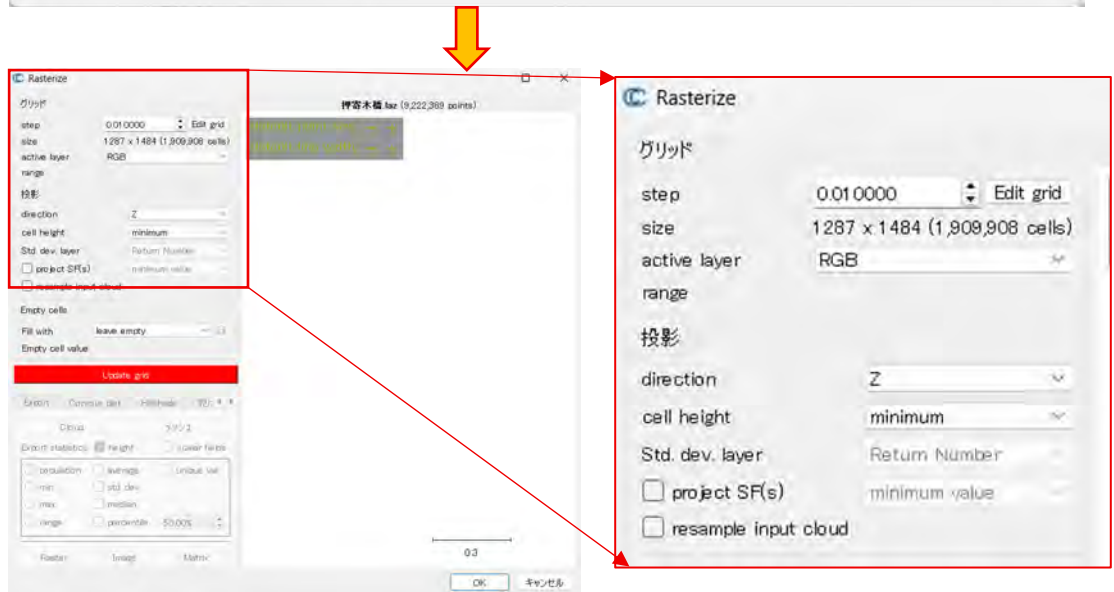
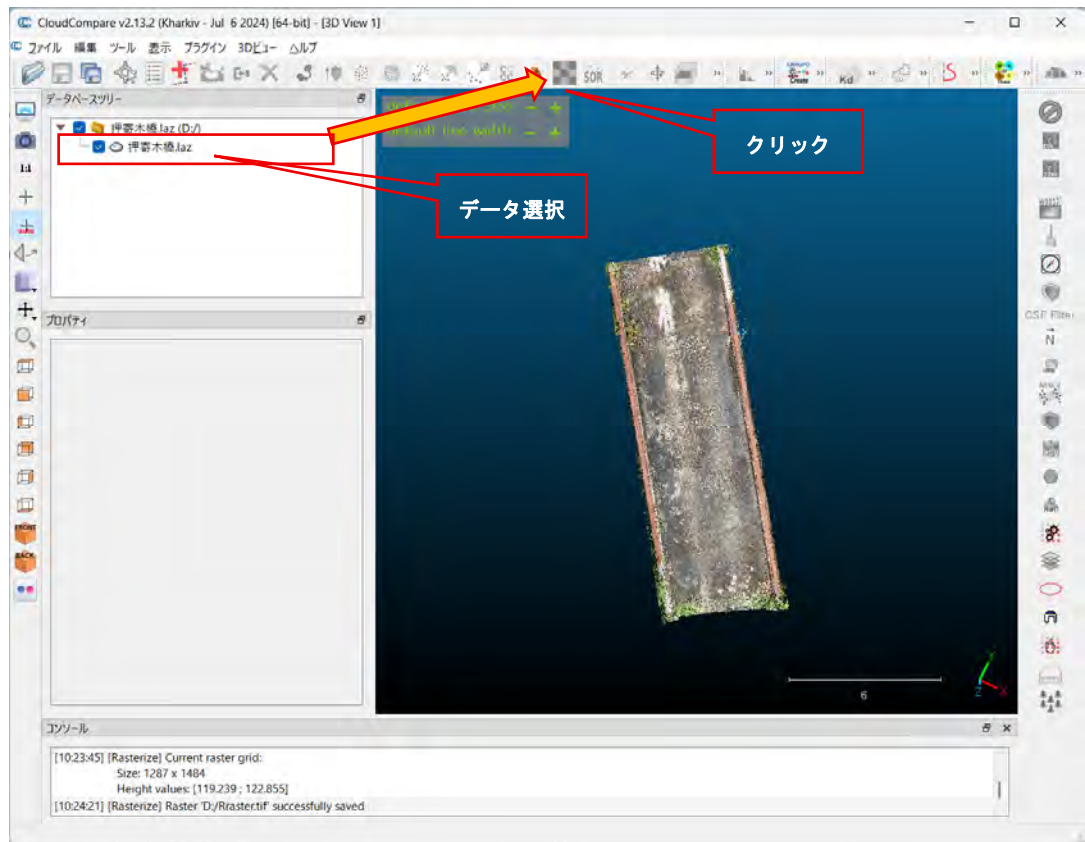
点群編集ソフトでは、点群データを画像のラスターデータに変換する作業を実施する。

この作業で使用する点群データは公共座標を持ったデータである必要があることから、任意座標系のデータの場合、マニュアル編の **2-1-5 や 2-2-5 に示した座標変換**により、公共座標とする必要がある。

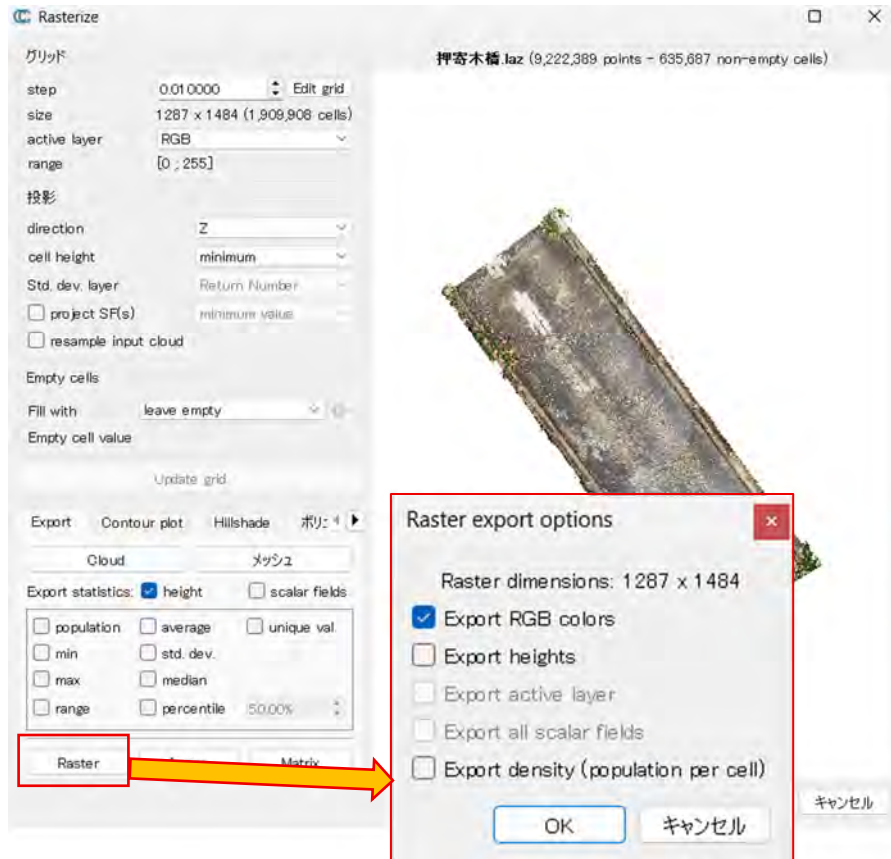
公共座標である点群データにいて、**2-1-3 や 2-2-4 で示したノイズ除去**を実施し、対象物のみの点群データとする。

・ CloudCompare を用いた画像（ラスタデータ）化

「2-2-6DEM データの作成」で使用した「Rasterize」のフォームを呼び出す。



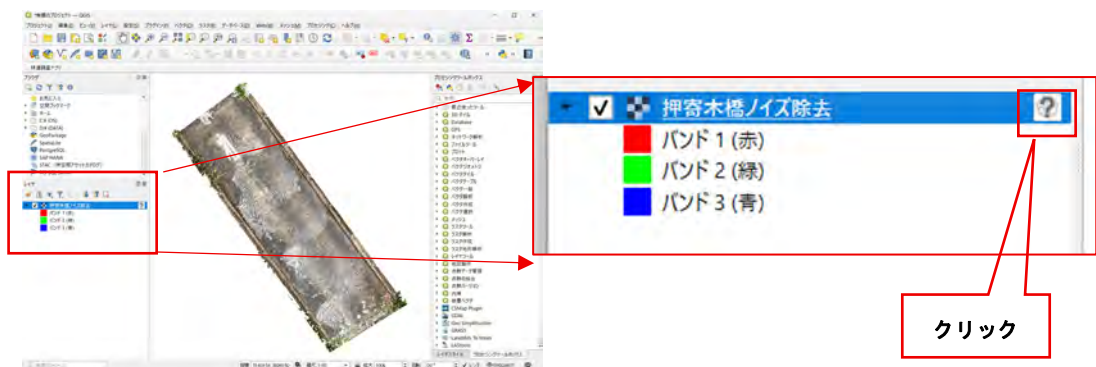
「Rasterize」内の設定で「step」を0.01（画素寸法）とし、「active layer」を色の情報を持った「RGB」とする。また、direction（方向）は「Z」（上方から）に設定し、「Update grid」をクリックする。




表示内容を確認し、良ければ「Export」タグ内の「Raster」をクリックし、「Export RGB colors」を選択して、「OK」をクリックする。その後、ファイル保存の画面が出てくるので、場所（ディレクトリー）とファイルの形式が（geotiff）であることを確認し、任意のファイル名を設定して保存する。

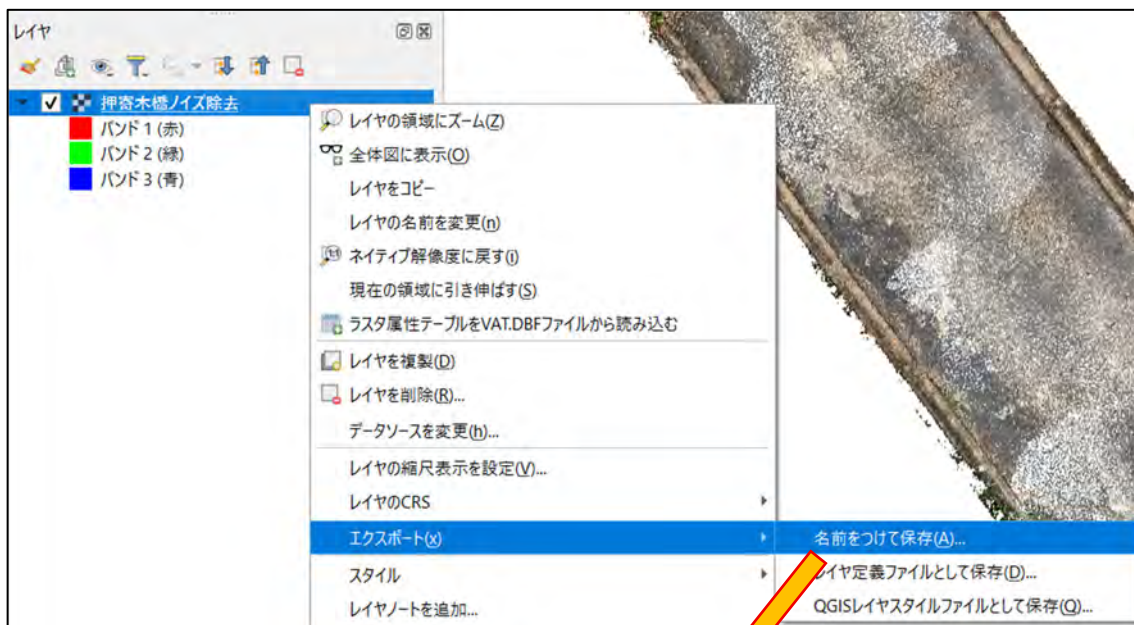
④GISソフトでの作業

QGISで新規ファイルを開き、先ほど保存したファイルを読み込む。



レイヤパネル内に表示されている読み込んだファイルの右端にある  をクリックし、座標系を合わせる。(「3-2-2 基本操作②座標系の設定」参照)

その後、レイヤパネル内の対象ファイルを右クリックし、「エクスポート」から、「名前を付けて保存」を選択する。

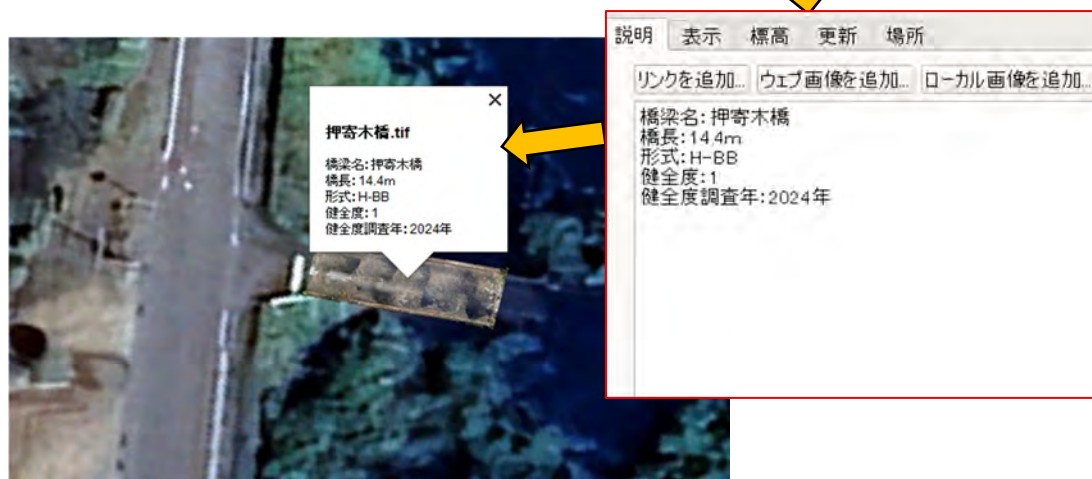


形式が「GeoTiff」であること、座標参照系 (CRS) が正しいことを確認し、ファイル名を付け、「OK」ボタンをクリックする。

⑤Google Earth での確認

Google Earth を起動し、先ほど保存したファイルを Google Earth 内にドラックアンドドロップを行う。

その後、Google Earth 内で挿入したファイルの近傍箇所がクローズアップされ、「新規イメージオーバーレイ」フォームが出てくる。



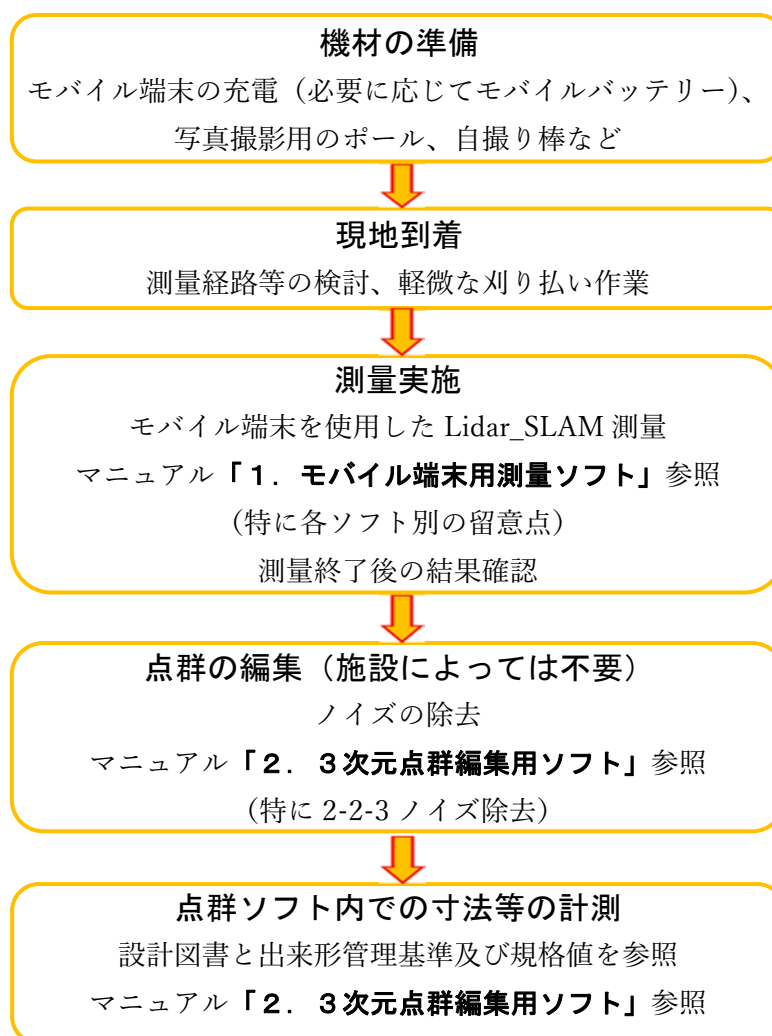
このフォーム内で、「説明」タグ内にテキストを書き込むと Google Earth 内で参照することが出来る。

3-3 モバイル端末による監督職員による出来形確認

小規模な構造物の場合測量レンジの大きい機材でなくても十分対応が可能である。よって、携行が容易なモバイル端末は小規模な構造物の出来形確認を行う機材として適している。また、構造物の形状の把握であれば、正確な公共座標を把握する必要性は低いことから、座標変換を行う作業も簡略化可能である。以上の事から、小規模な構造物の出来形管理にはモバイル端末を活用する利点が多い。

よって、ここでは、小規模な施設の出来形を確認する作業を取り上げ具体的な活用事例を踏まえて示すこととする。

3-3-1 作業の流れ



3-3-2 現地での測量方法

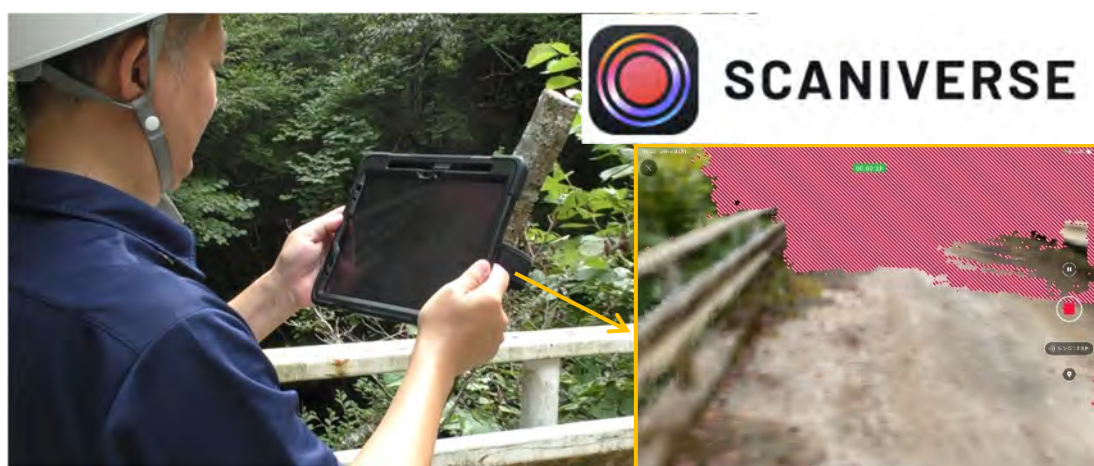
測量方法については、その災害の規模によっても効率等が変化する。iPhonePro または iPadPro では測定距離が 5m と短いので、20m 以内の施設で効果的である。ただし、100m を超えるような大規模な施設や路体の場合はハンドヘルド型の機械が効率的となる。

ここでは、橋梁、擁壁、排水施設等の 20m 以下の施設を対象として、iPhonePro または iPadPro を用いた測量方法を取りあげる。

①使用ソフトの検討

出来形管理の場合、対象施設の形状が把握出来れば良いので、公共座標を取得する利点が少ない。また、公共座標を得るために R T K 用のアンテナなどを使用する必要がなくなると、イニシャルコストにおいて利点がある。

以上の事から、本ガイドで取り上げたソフトの中では無料で使用可能な「Scaniverse」が最も適していると判断される。



②現地の測量

現地の測量については、本マニュアルの「1. モバイル端末用測量ソフト」を参考として実施する。特に「1-1-3 Scaniverse の留意点」で示した内容に留意するとともに、出来形管理の測量を行う上での留意点を以下にまとめる。

・施設の端辺や角などの測量

点群データの測量では、構造物の辺や角などの把握が難しい。この欠点を解消するためには、可能な限り対象物に近づくことと、移動速度を抑えることが上げられる。



ボックスカルバートの角や路肩部の点群が欠損している



構造物に近づき、移動速度を遅くすることで角や辺がとれている

・現地での確認

モバイル端末を用いた測量ソフトでは、現地での確認が容易に行えることから、計測後すぐにその成果の確認を行うことが望ましい。確認を行う場合には、**点群が欠損**している箇所無いか、**点群が2重**（ゴースト）になっている箇所無いか、点群内の**距離は合っているか**等について留意する。



ボックスカルバートの上部が2重になっている

3-3-3 点群の処理及び出来形確認の実施

モバイル端末用を用いた測量では、広域の様なフィルタリング処理より、不要な点を取り除くするノイズ除去などの処理が多く行われる。

これについては、本マニュアルの「2. 3次元点群編集用ソフト」を参考として実施する。この中で特に「2-1-3 ノイズ除去」及び「2-2-4 ノイズ除去」等を参考として見やすい点群の作成を行う。ただし、床掘面が明確な場合や構造物の端辺等が明確な場合など、ノイズが寸法計測の障害とならない時はノイズ除去を省略しても良い。

また、出来形確認では、「2-1-2 基本操作方法」の④計測や「2-2-2 基本操作方法」の⑤点、点間距離、面積の計測方法等を参考とする。

【参考1】ボックスカルバートの実施例

出来形確認については、森林整備保全事業施工管理基準の出来形管理基準及び規格値に示されている項目を対象として実施する。

出来形管理基準では、ボックスカルバートについて以下の測定項目及び規格値が示されている。本事例では、幅、高さ、延長について、検査を実施することとした。

表 出来形管理基準及び規格値

区	検査	工種	測定項目	規格値	測定基準	測定箇所	検査
25		プレキャストカルバート工 (プレキャストボックス工) (プレキャストパイプ工)	基準高さ	±30	施工延長 40m につき 1ヶ所、延長 40m 以下のものは 1ヶ所、延長 40m 以上のものは 1ヶ所につき 2ヶ所、空印は、埋戻し部分のある場合。		3-4-3-25
			容幅 w	-50			
			容高さ h	-30			
			延長 L	-200	1ヶ所箇所ごと		

以下に、点群編集ソフトである TREND-POINT を使用した計測結果を示す。



図 4-6 延長の測定結果

計測値：7.527m 設計値：7.50m 誤差 0.027m 規格値 0.20m 判定：合格

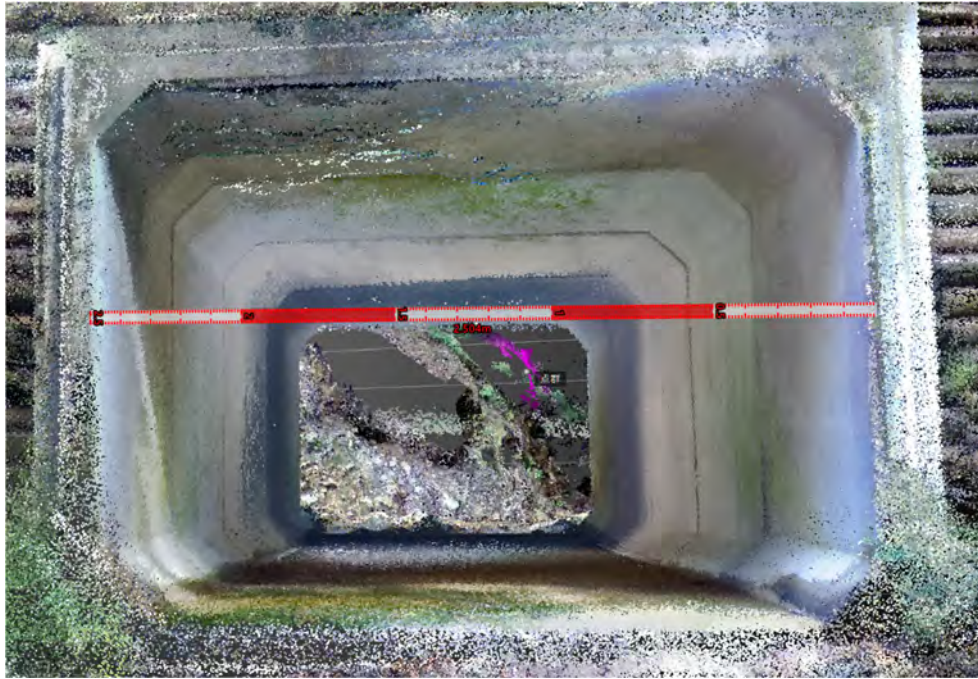


図 4-7 内幅の測定結果

計測値：2.504m 設計値：2.50m 誤差 0.004m 規格値 0.05m 判定：合格



図 4-8 外幅の測定結果

計測値：2.899m 設計値：2.90m 誤差-0.001m 規格値 0.05m 判定：合格



図 4-9 内高の測定結果

計測値：1.802m 設計値：1.80m 誤差 0.002m 規格値 0.03m 判定：合格

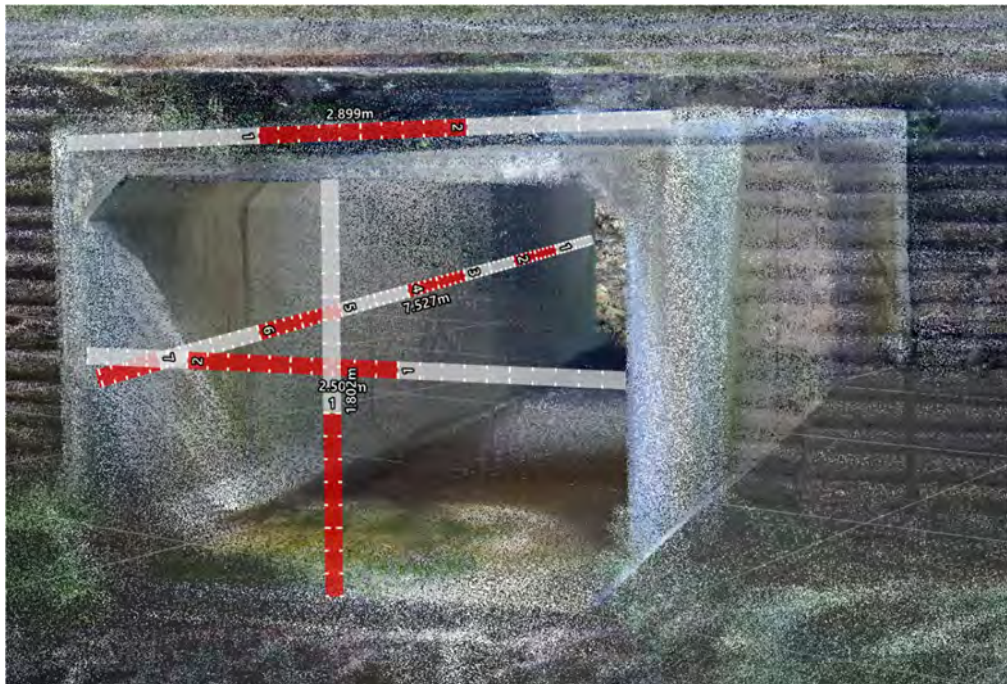


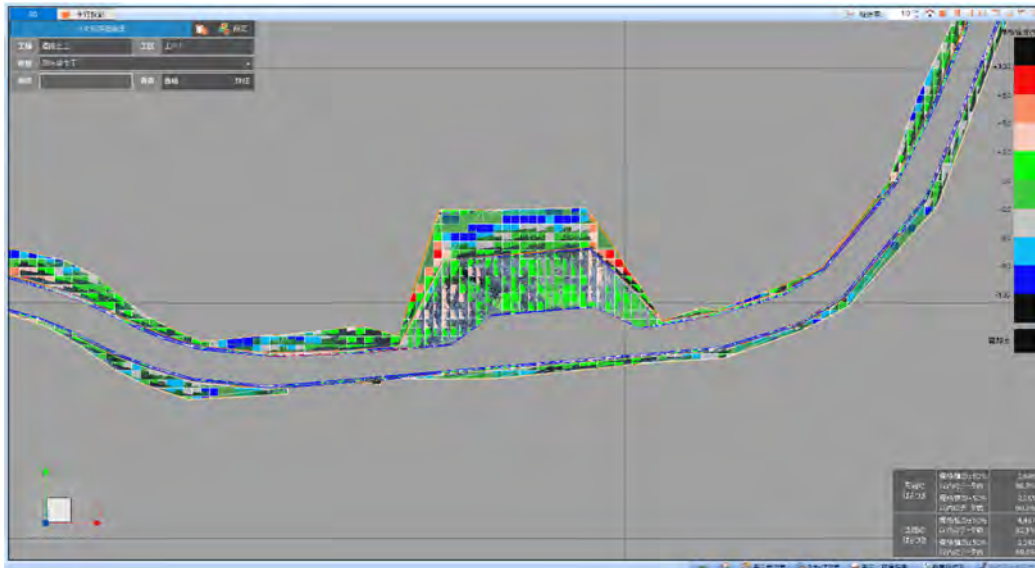
図 4-10 すべての測定結果

延長、内外幅、高さ共に規格値内の誤差となり検査結果は合格となる。

【参考2】路床での実施例

ICTを活用した出来形確認では、設計データを3次元モデル化することで、施工後の地形形状と比較し差分をとり、施工の出来形確認を行うことも可能となる。ただし、この場合、モバイル端末でもハンドヘルド型を用いるか、地上レーザ測量、UAVレーザ測量など広域の点群が取得可能な測量方法が適している。よって、点群データを用いた出来形管理の一例として参考に示す。

林道工事の路床盛土工のヒートマップ事例



様式-31-2

出来形合否判定総括表

工種		道路土工		測点	
種別		路床盛土工		合否判定結果 合格	

測定項目		規格値	判定
天端 標高較差	平均値	30.0mm	± 50mm
	最大値(差)	144mm	± 150mm
	最小値(差)	-144mm	± 150mm
	データ数	3,738	1点/m ² 以上 (1,170点以上)
	評価面積	1,169.5m ²	
	棄却点数	0	0.3%以内 (11点以下)
法面 標高較差	平均値	-4.4mm	± 80mm
	最大値(差)	187mm	± 190mm
	最小値(差)	-187mm	± 190mm
	データ数	4,872	1点/m ² 以上 (3,120点以上)
	評価面積	3,119.6m ²	
	棄却点数	0	0.3%以内 (14点以下)

規格値比 (%)

+100

+80

+50

+20

±0

-20

-50

-80

-100

棄却点

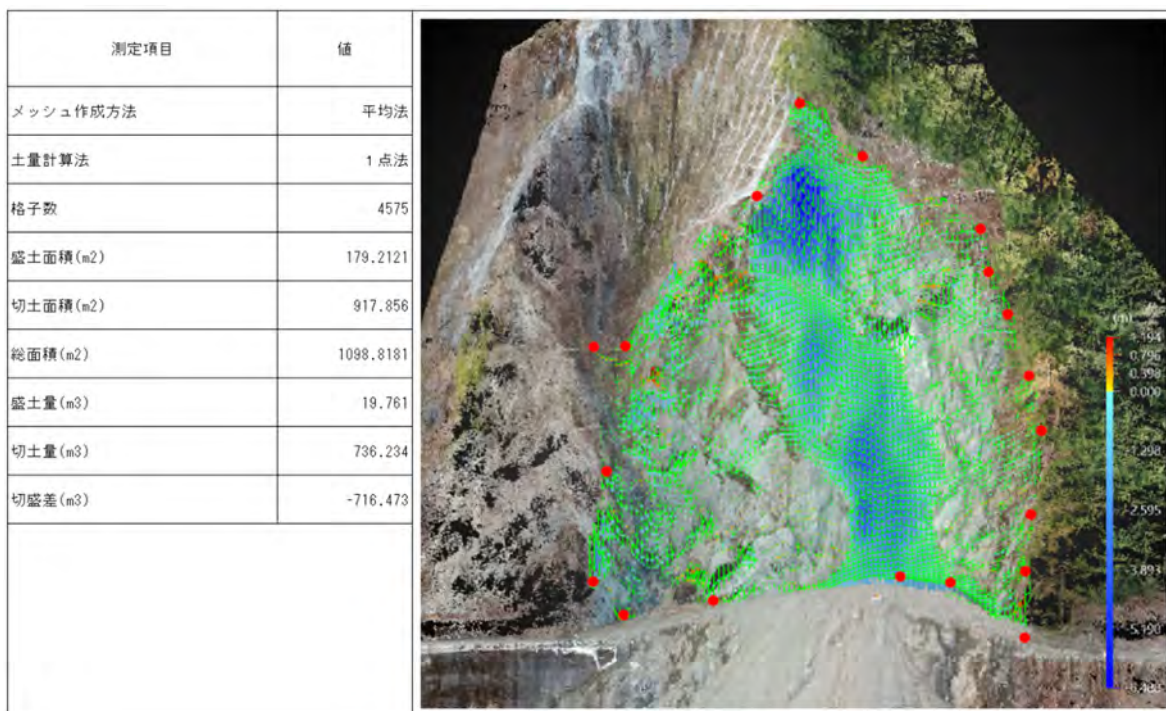
■ 天端

■ 法面

天端の ばらつき	規格値の± 80% 以内のデータ数	3,698 (98.9%)	法面の ばらつき	規格値の± 80% 以内のデータ数	4,487 (92.1%)
	規格値の± 50% 以内のデータ数	3,385 (90.6%)		規格値の± 50% 以内のデータ数	3,392 (69.6%)

【参考3】林道法面整形での実施例

前述の参考2と同様にハンドヘルド型の機械以上の広域なデータが取得可能な方法で行った事例である。点群データの取得にUAVレーザを用いたもので、施工前と施工後地形データの差分による土砂量の算定を行った。

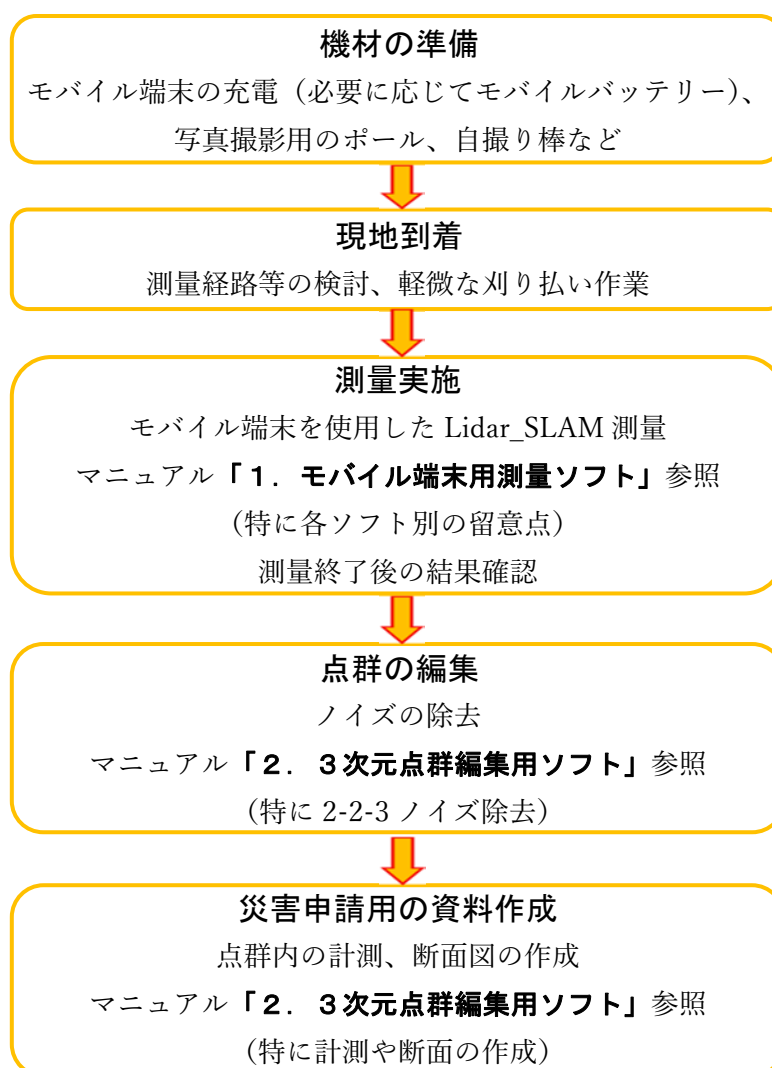


3-4 林道災害での活用事例

林道災害では、車両の通行が不能となる可能性が高い。このことから、携行が容易なモバイル端末は現地の状況把握のための機材として適している。また、災害状況の把握であれば、正確な公共座標を把握する必要性は低いことから、座標変換を行う作業も簡略化可能である。以上の事から、林道災害時にはモバイル端末を活用する利点が多い。

よって、ここでは、林道災害を取り上げ具体的な活用事例を踏まえて示すこととする。

3-4-1 作業の流れ



3-4-2 現地での測量方法

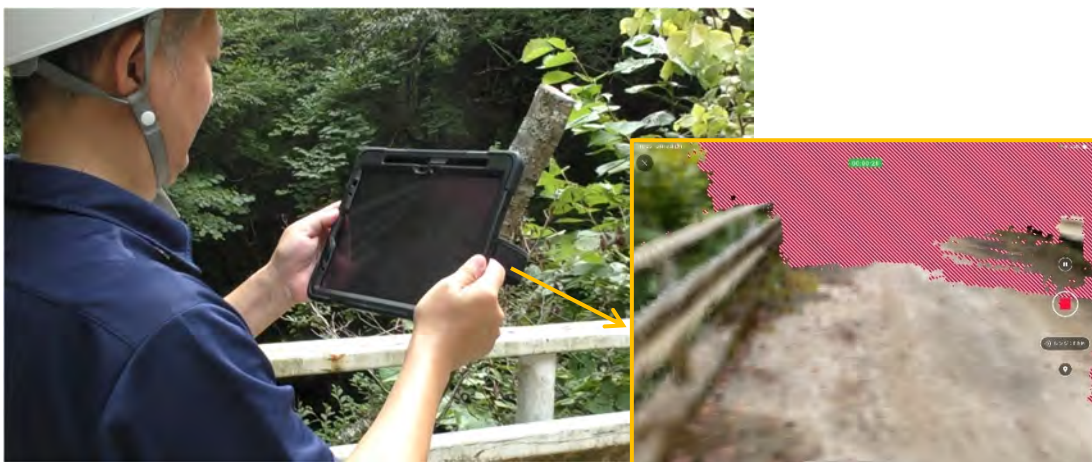
測量方法については、その災害の規模によっても効率等が変化する。iPhonePro または iPadPro では測定距離が 5m と短いので、20m 以内の災害地で効果的である。ただし、100m を超えるような大規模な災害の場合はハンドヘルド型の機械が効率的となる。

ここでは、林道災害で発生件数の多い 20m 以下の災害を対象として、iPhonePro または iPadPro を用いた測量方法を取りあげる。

①使用ソフトの検討

林道災害の場合、被災地の現況と被災箇所の計測が出来れば良いので、公共座標を取得する利点が少ない。また、公共座標を得るために R T K 用のアンテナなどを携帯しなくて良くなると、車両が通行できない箇所での移動にも利点がある。

以上の事から、本ガイドで取り上げたソフトの中では無料で使用可能な「Scaniverse」が最も適していると判断される。



②現地の測量

現地の測量については、本マニュアルの「1. モバイル端末用測量ソフト」を参考として実施する。特に「1-1-3 Scaniverse の留意点」で示した内容に留意するとともに、林道災害時の測量を行う上での留意点を以下にまとめる。

・ オーバーハング箇所の測量

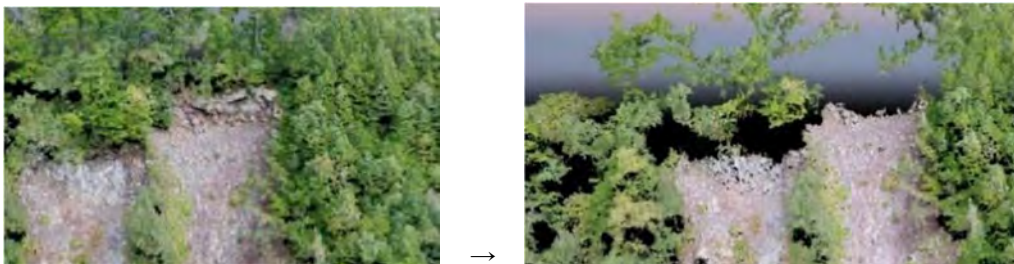
路肩決壊や路体流出などで、滑落崖の源頭部ではオーバーハングしている箇所がある。Lidar_SLAM 測量の特性上、機械を対象地が視認可能な位置及びアングルとする必要があり、オーバーハング箇所を測量する場合は適切な距離を保てないことや、滑落の危険が伴う。よって、自撮り棒など延長可能な道具の活用により、安全でムラのない測量成果の取得に努めることが望ましい。



オーバーハングになっている箇所の測量には自撮り棒など延長可能な道具を活用することが望ましい。

・ 現地での確認

モバイル端末を用いた測量ソフトでは、現地での確認が容易に行えることから、計測後すぐにその成果の確認を行うことが望ましい。確認を行う場合には、点群が欠損している箇所無いか、点群が2重（ゴースト）になっている箇所無いか、点群内の距離は合っているか等について留意する。



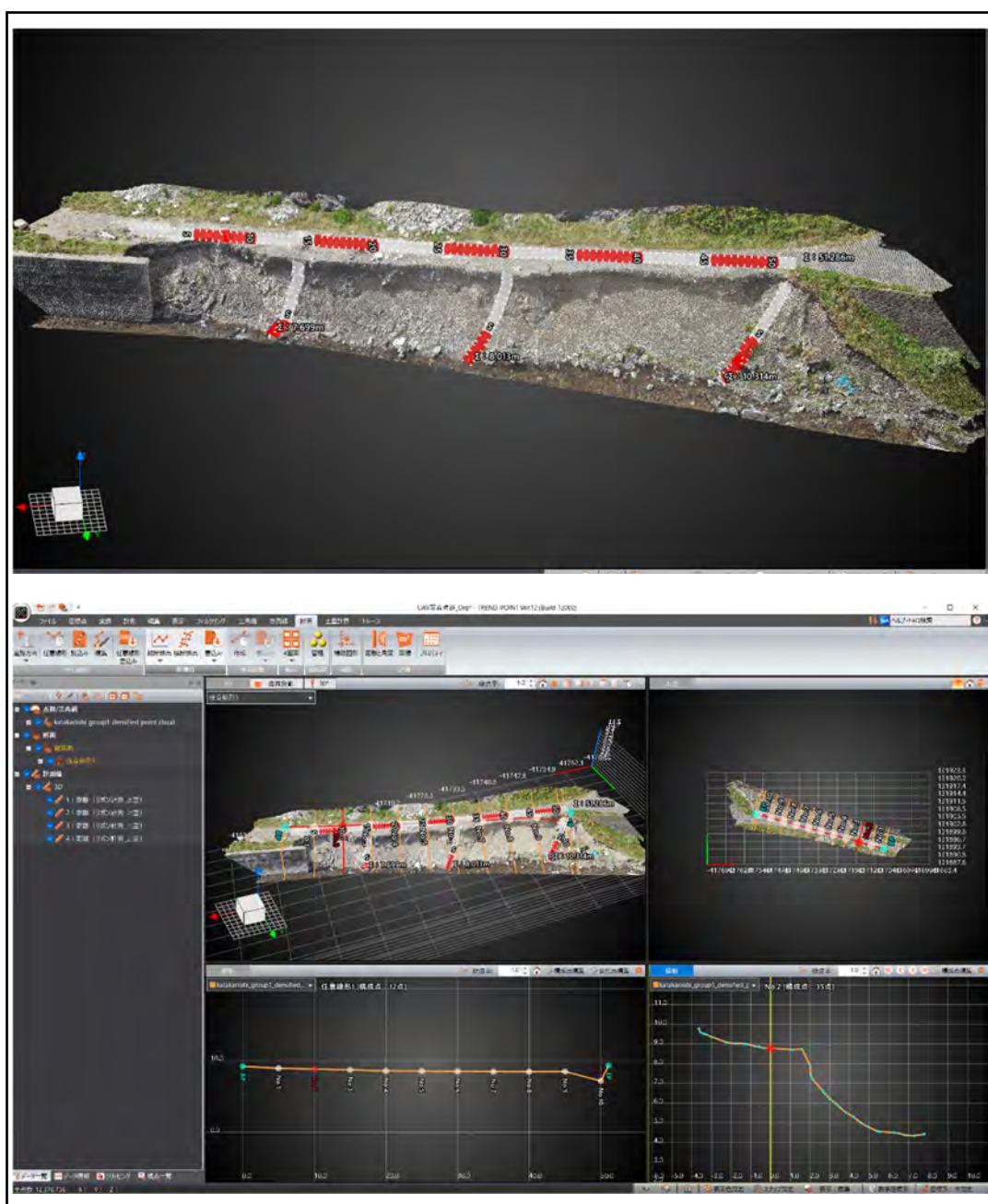
崩壊箇所の源頭部などオーバーハングしている箇所で欠損が多く発生する。

3-4-3 点群の処理及び災害資料の作成

モバイル端末を用いた測量では、広域の様なフィルタリング処理より、不要な点を取り除くノイズ除去などの処理が多く行われる。

これについては、本マニュアルの「2. 3次元点群編集用ソフト」を参考として実施する。この中で特に「2-2-4 ノイズ除去」等を参考として見やすい点群の作成を行う。

また、災害資料の作成では、「2-1-2 基本操作方法」の④計測、⑤断面の作成や「2-2-2 基本操作方法」の⑤点、点間距離、面積の計測方法等を参考とする。



TREND-POINT を用いた計測結果や断面作成事例



CloudCompare を用いた計測結果事例

3-4-4 災害資料の作成の事例

林野庁では、「森林土木分野における ICT 施工及び 3 次元データの活用」というページを設けて、ICT の普及に努めている。このページの中に事例集が令和 5 年度からまとめられているので、ここではその事例の中から災害資料の作成に関する事例をピックアップしてまとめることとする。

測-2		【中部局木曾署】	
【災害復旧】			
ながのけん きそぐん きそむら おぎそ	調査箇所 長野県木曾郡木祖村小木曽国有林	3次元 測量	3次元設計 データ作成
業務名 笹尾沢林道災害復旧調査		3次元データ 納品・検査	
現場状況 【業務内容】 ・林道災害調査・測量・設計 【ICT活用内容】 ・UAV写真測量と地上レーザ併用の測量・3次元データ作成 ・構造物の3次元設計検討		導入の決め手 ・急峻な現地の調査を省力的かつ安全に実施し、迅速な災害申請をするため ・測点変更が容易 ・3次元による構造物の比較検討	
			
正面図	3次元データを活用した縦横断面図	地上レーザによる測量	
現場の声 □ 工程：現場作業が約3日かかるところを0.5日で終了可能。調査範囲をすべて計測するため、再調査不要。高性能PCであれば解析等に係る時間も数時間で終了。線形や起終点変更、測点追加も3Dデータ上で行うことが可能になる。 □ 省力：1班3～4人で作業を行うところを2人で作業が可能。調査範囲をすべて計測するため、線形や起終点変更、測点追加などの再計測不要。解析は夜間PCを稼働させるため実質0時間。 □ 品質：作業方法が確立できれば数mm～cmの誤差で計測可能。 □ 安全：危険箇所への立ち入り不要で作業完了できる。 □ 課題：高価な機器・ソフト導入（800万～）、高性能PC（30万～）などの設備投資が必要。作業方法が確立されていない場合は誤差が大きくなる。立木などの除去（ノイズ処理）に時間がかかる。			

測-8

事業名 林道災害復旧事業 地区名 赤谷線
 業務名 測量設計業務

いしかわけん
 【石川県】

3次元
 測量

3次元設計
 データ作成

現場状況

- 【業務内容】
- 調査・測量・設計
- 【ICT活用内容】
- ドローンによるUAV写真測量・3次元データ作成
 - 構造物の3次元設計

導入の決め手

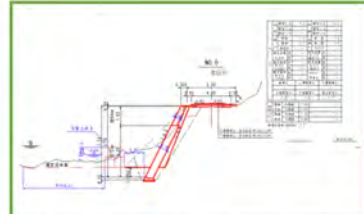
- 災害現場が遠い箇所では、細部を確認したい場合や追加で測量したい場合は、改めて現場に行く必要があったが、ドローンを活用した測量では少人数で効率的に作業を行えるほか、パソコン上で現地状況の確認や計測を行うことが可能となり、大幅に資料作成の省力化ができるため。



ドローンにより撮影した写真画像



撮影した写真を3D化し、地形の変化点を計測し横断写真に表示



写真を3D化し、点群のデータに置き換えて横断図を作成

現場の声

- 工程：一度ドローンで測量するだけなので、少人数で測量することが可能。
- 省力：パソコン上で現状の確認や計測ができるため省力化になった。画像で測量できるため、少人数、短期間で可能。
- 品質：撮影状況によっては、不鮮明なデータとなる場合がある。（写真の画質や影など）
- 安全：急斜面、崖等の危険な場所に立ち入らずに状況確認ができた。
- 施工：一度に被災箇所全体を測量できるので施工性は良い。
- 所見：上空から計測するため、地上から立ち入れない区域のデータを取得できる。
- 課題：ドローンによる3次元データ作成が可能な測量会社が限られる。（機器の導入、技術者オペレーターの確保）

測-4

事業名 林道災害復旧事業 地区名 小赤谷線
 業務名 測量設計業務

いしかわけん
 【石川県】

3次元
 測量

3次元設計
 データ作成

現場状況

- 【業務内容】
- 調査・測量・設計
- 【ICT活用内容】
- ドローンによるUAV写真測量・3次元データ作成
 - 構造物の3次元設計

導入の決め手

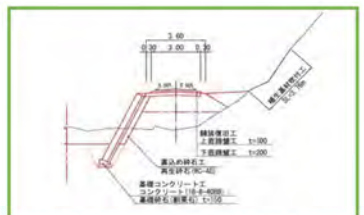
- 災害現場が遠い箇所では、細部を確認したい場合や追加で測量したい場合は、改めて現場に行く必要があったが、ドローンを活用した測量では少人数で効率的に作業を行えるほか、パソコン上で現地状況の確認や計測を行うことが可能となり、大幅に資料作成の省力化ができるため。



ドローンにより撮影した写真画像に被災延長を表示



撮影した写真を3D化し、地形の変化点を計測し横断写真に表示



写真を3D化し、点群のデータに置き換えて横断図を作成

現場の声

- 工程：一度ドローンで測量するだけなので、少人数で測量することが可能。
- 省力：パソコン上で現状の確認や計測ができるため省力化になった。画像で測量できるため、少人数、短期間で可能。
- 品質：撮影状況によっては、不鮮明なデータとなる場合がある。（写真の画質や影など）
- 安全：急斜面、崖等の危険な場所に立ち入らずに状況確認ができた。
- 施工：一度に被災箇所全体を測量できるので施工性は良い。
- 所見：上空から計測するため、地上から立ち入れない区域のデータを取得できる。
- 課題：ドローンによる3次元データ作成が可能な測量会社が限られる。（機器の導入、技術者オペレーターの確保）

測-1

【災害復旧】
 調査箇所 北海道ほっかいどう上川郡かみかわぐん新得町しんとくちやう 新得国有林しんとく
 業務名 ユートムラウシ林道災害復旧測量・設計業務

【北海道森林管理局 十勝西部森林管理署東大雪支署】

3次元測量

現場状況

【業務内容】
 ・林道災害調査・測量・設計
 【ICT活用内容】
 ・UAVによるレーザ測量・3次元データ作成
 ・3次元データを基にした図面作成

導入の決め手

- 本業務は災害測量・設計であり迅速で正確な調査が求められることから、高精度で利便性の高いUAVによるレーザ測量を行うことで、測量作業の軽減、作業員の安全確保、作業日数の短縮、作業コストの削減を目的として導入した。

UAVによる写真

UAVレーザ測量より取得した点群データ

3次元データを基にした図面作成（平面図）

現場の声

- 工程：UAV写真測量、3次元点群データ作成、設計業務にかかる外業の所要時間が短縮できた。
- 省力：点群データから平面図、横断面図を作成したため、一部の測量作業を省略でき時間短縮につながった。
- 品質：人力による通常測量と比較しても成果品に大きな違いが無かったため品質的に問題ない。
- 安全：急傾斜地での測量が不要となり職員の安全が確保できる。
- 施工：一度に被災箇所全体を測量できるので施工性は良い。
- 所見：3次元点群データを活用することで再測量をせずに様々な工法の検討が可能である。
- 課題：地表に笹が密生している箇所ではレーザを地表に届かせるための工夫が必要である。

測-4

事業名 林道施設災害復旧事業 地区名：林道なんこうだけ南郷岳線
 業務名 南郷岳線1号箇所測量設計業務

【秋田県】

3次元測量

現場状況

【業務内容】
 ・林道災害調査・測量・設計
 【ICT活用内容】
 ・LidarSLAMによる測量・3次元データ作成
 ・3次元点群データを基にした図面作成

導入の決め手

- 現地作業が少人数かつスピーディーに行えること
- 複雑な路盤洗堀状況を測定するにあたり、他のレーザー機器と併用することなく抜けのない点群データを取得可能であること

LidarSLAMによる測定状況

3次元データによる路線検討

3次元データを基にした図面作成（横断面図）

現場の声

- 工程：通常の地形・横断測量では数日を要する工程・人工数が少人数、数時間で測量が可能。
- 省力：モニター上で被災状況確認や計測ができ、変更計画にも机上で対応できた。
- 品質：検証点により精度確認をするとともに、実測では捉えきれない詳細な形状を把握することができた。
- 安全：崩落等の危険箇所立ち入ることなく作業が可能である。
- 施工：崩落により車両が立ち入れない箇所であったが、機器が小型、軽量であり効率的に作業ができた。
- 所見：3次元点群データを活用することで、再測量・調査不足が無くなり様々な工法の検討が可能である。
- 課題：カメラの認識対象地形が類似している箇所では点群の接合が不安定なため、測定方法を工夫する必要がある。