

# 3次元測量と情報化施工の未来図

2023年12月14日  
株式会社コイシ

会社名	株式会社 <b>コイシ</b>
設立	平成元年 1月 25日
代表者	小原 文男
事業内容	土木工事測量全般・土木支援商品の開発販売 (着工前・出来形・丁張り・施工管理)
コイシメンバー	45名 (技術スタッフ含む)
本社所在地	大分県大分市大字横尾3617番2









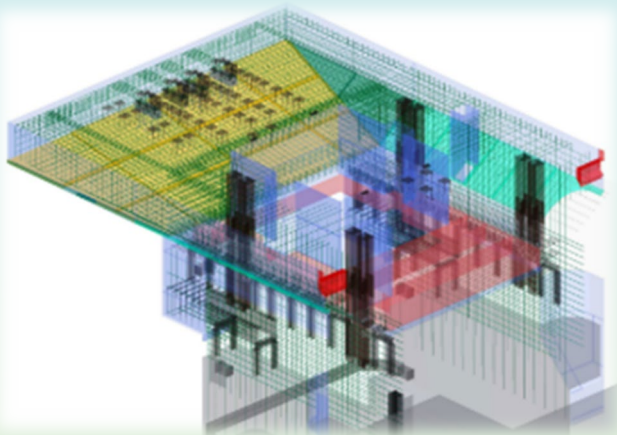
**一般工事測量**：起工測量、丁張掛け、出来形管理など



**設備測量**：プラント設備における測量など



**CIM・i-Construction**：ICT活用工事に伴う測量・計測・データ作成業務など





# 学校との連携

2022年 一期目が終了  
二期目も2023年11月に終了  
環境土木科全生徒の就職進学が決定

9月～ 国東高校 環境土木科様

全15回実施 / 2年目も6月から開始

出張授業

6月 姫島中学校様

7月 国東中学校様

国見中学校様

# 所有機材

## ■ 所有機材(特殊機材)

2004年より3Dレーザースキャナ導入

### 1・地上型3Dレーザースキャナ(3台)

→ (RIEGL社製:VZ-2000,LMS-Z420i、Leica社製:RT360)

### 2・モータードライブトータルステーション (8台)

### 3・GNSS測量機-RTK・VRS (5台)

### 4・UAVレーザースキャナ (2台)

1台目: 2019年  
2台目: 2021年

### 5・空撮用ドローン-UAV (8台)

### 6・マルチビームソナー (1台)

2022年1月導入

### 7・ハンディレーザースキャナ (1台)

2022年11月導入

### 8・レーザー照準型水平鉛直機

### 9・3次元CAD

### 10・3次元点群解析ソフト

### 11・3Dビューワーソフト

### 12・写真解析ソフト

### 13・土木管理ソフト

### 14・測量ソフト

### 15・自社電子野帳(POCKET丁張マン)

### 16・自社3次元ソフト(KOISHI-eye)

### 17・その他自社簡易ソフト(KOISHI+)



ハンディレーザー



マルチビームソナー



地上型レーザースキャナ





(UAV) ciRobotics社製 / PRODRONE製

RIEGL社製 VZ-2000

(レーザースキャナー)

RIEGL社製 VUX-1 UAV / VUX1UAV22-SYS

## 仕様

- ・・・ **ヘキサコプター** ・・・
- ▷ 機体サイズ：2,411×2,191×550 (mm)
- ▷ 機体重量：31.67 kg (離陸重量)
- ▷ 最大ホバリング時間：25分
- ・・・ **レーザースキャナー** ・・・
- ▷ 測定距離：3.0m ~ 920m
- ▷ 精度 / 確度：10mm / 5mm
- ▷ レーザークラス：クラス1 (目に安全である)
- ▷ 測定範囲：330° (レーザー水平部以上の取得可能)
- ▷ スキャン速度：10~200回転 / 秒 (選択可)
- ▷ 最大取得点数：500,000点 / 秒

## 仕様

- ▷ 測定距離：2.5m~2,000m
- ▷ 最大取得点数：400,000点 / 秒
- ▷ レーザークラス：クラス1 (目に安全である)
- ▷ 精度：8mm
- ▷ 測定範囲：水平 最大360°  
垂直 水平より上60°下40°全100°
- ▷ 角度ステップ：0.01°100m先で17mmピッチ
- ▷ 用途：地形計測・橋梁・構造物・文化財・災害現場  
トンネル計測・工場設備等

## 作業フロー

準備工（基準点測量等）

UAVレーザー計測

解析・調整・検証等

オリジナルデータ作成

その他成果  
グラウンドデータ等

その他成果  
数量算出・出来形等

## 実施項目

UAV等機器及びソフトウェアの手配

標定点の設置

現況地形の計測点群データ

精度確認試験

データ解析・調整・検証・精度確認

データ作成

ソフトウェアによるデータ処理

データ加工処理

電子成果品作成



## 基準点（調整点・検証点）は何に使用する？

- ▶ UAVを用いて取得したデータを現地の座標に合わせ込むために使用



## 基準点

- ・ GNSSやTSを用いた基準点測量及び水準測量を実施し設置

## 基準点測量

- ・ 今ある与点(国が決めた基準点)から新点を作るための測量

## 水準点測量

- ・ すでに高さを持っている水準点から  
水準点間の高低差を測定し 新点の標高を得る測量

### 基準点測量



### 水準点測量





## 発注者より提供された与点資料を元に設置・観測

世界測地系  
測製 18年12月 6日

基準点成果表

(AREA 2) ✓

1 級基準点 115

B	33 14 27.1487 ✓	X	26976.916 ✓
L	131 46 15.5832 ✓	Y	71849.258 ✓
N	-0 25 21.53 ✓	H	4.546 ✓
		「イド」高	31.490 ✓
		柱石長	—

視準点の名称	平均方向角	距離	備考
		縮尺係数 0.999964 ✓	
		真数 =	

埋標型式	地上 ✓	地中	埋土	標準番号	柱石 金属標 ✓	115 ✓
------	------	----	----	------	-------------	-------

平成 18年 12月 6日 TKY2JD (Ver.1.3.79) による座標変換;  
「この測量成果は、国土地理院長の承認及び助言を得て同院所管の測量成果を使用して  
得たものである (承認番号) 平18 九公 第288号」;

55

大分市公共基準点の記(一級)

点名	115-	1:25,000 図案名	坂ノ市
所在地	大分県大分市大字坂ノ市 (朝海橋) (電話)		
所有者	大分県大分市大字坂ノ市		
管理者	大分土木事務所 (電話) 58-2141		
設置法	地上 ✓	標識の種類	金属標 ✓ 地目 道路敷 ✓
埋標年月日	平成 6年 1月 22日新設	案内図	
観測年月日	平成 6年 2月 18日	備考	
自動車到達地点	朝海橋北東側		
歩道状況	横付		
徒歩時間(距離)	0分		
基準点周囲の状況	コンクリート天箱		
その他	—		
柱石長	—	詳細図	第一方位標
		第二方位標	

朝日土木株式会社  
GPS測量による基準点

## UAVレーザー測量

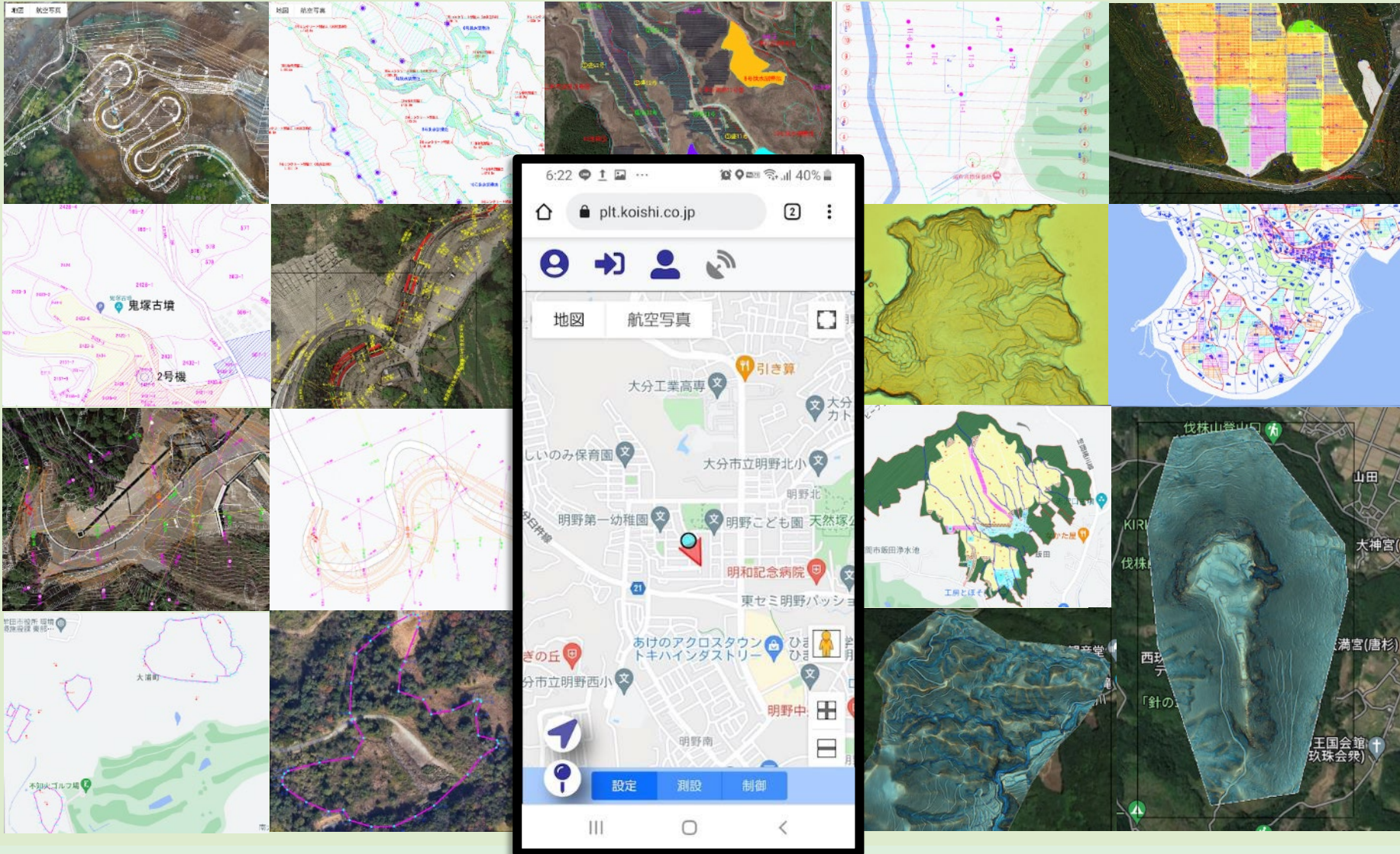
・安全かつ迅速におこなうことができる

➔ しかし 山の中や足場の悪い場所の基準点に  
標定板を設置することもある





## 図面や画像を 地図上に描画できるツール



## GNSSとスマホで 簡易測量ができるツール

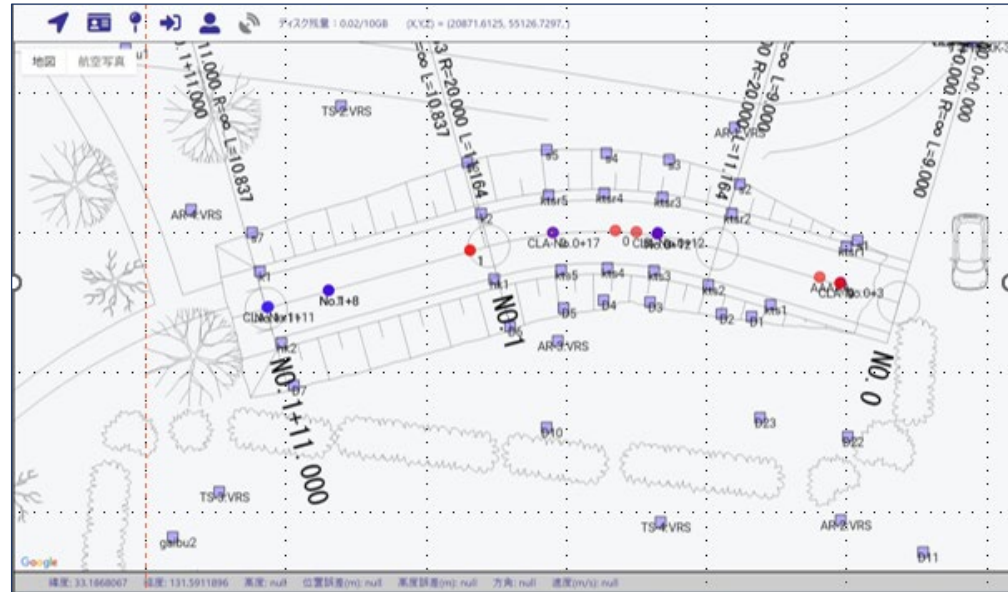
ササッと

### ▼仕様紹介



【端末】  
スマートフォン

【連携】  
GNSS(cm精度)アンテナ  
補正データ



【概要】  
地図や図面上で位置確認、保存

【機能】  
路線登録(線形)・路線計算(測点,位置出し)・  
画像配置(GoogleMap上)・地点登録(XYZ)





## UAVレーザー測量

山に入らず地形が計測できる

## 便利なツール (マイポジ・Web丁張マン)

従来の方法よりも簡単に計測できる

短期間で安全に計測することが可能になった

## 作業フロー

準備工（基準点測量等）

UAVレーザー計測

解析・調整・検証等

オリジナルデータ作成

その他成果  
グラウンドデータ等

その他成果  
数量算出・出来形等

## 実施項目

UAV等機器及びソフトウェアの手配

標定点の設置

現況地形の計測点群データ

精度確認試験

データ解析・調整・検証・精度確認

データ作成

ソフトウェアによるデータ処理

データ加工処理

電子成果品作成



## 現地踏査

- 調整用基準点・検証点位置の検討
- ドローンの安全な飛行やコース計画のために  
第三者の往来や架空線 構造物 山の植生状況等を確認

## コース計画

- 計測範囲 現地の植生状況等のデータに関することや  
第三者や物件等への安全面の影響を考慮

## 計測実施

- 操縦者 モニター監視員 補助員を配置し  
他作業員や第三者の進入・機体不調等のトラブルに  
対応する体制で飛行を実施

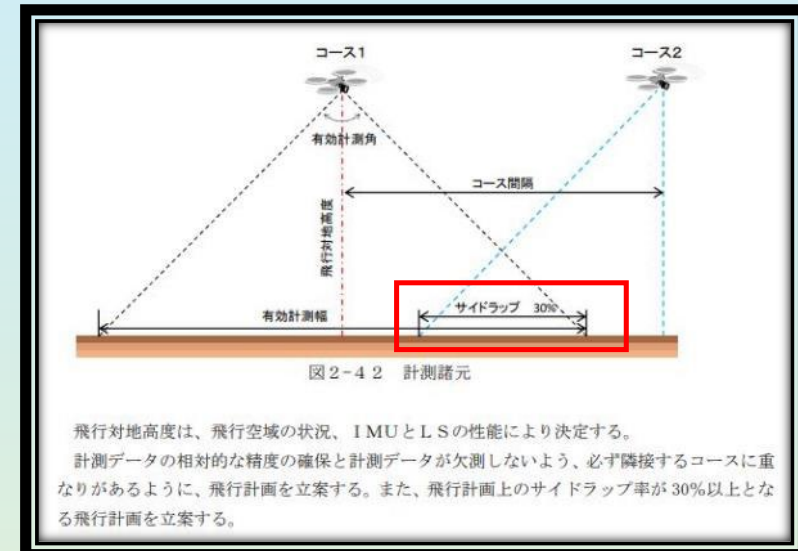
調整点・検証点・コース間検証箇所 配点図

様式第2-23



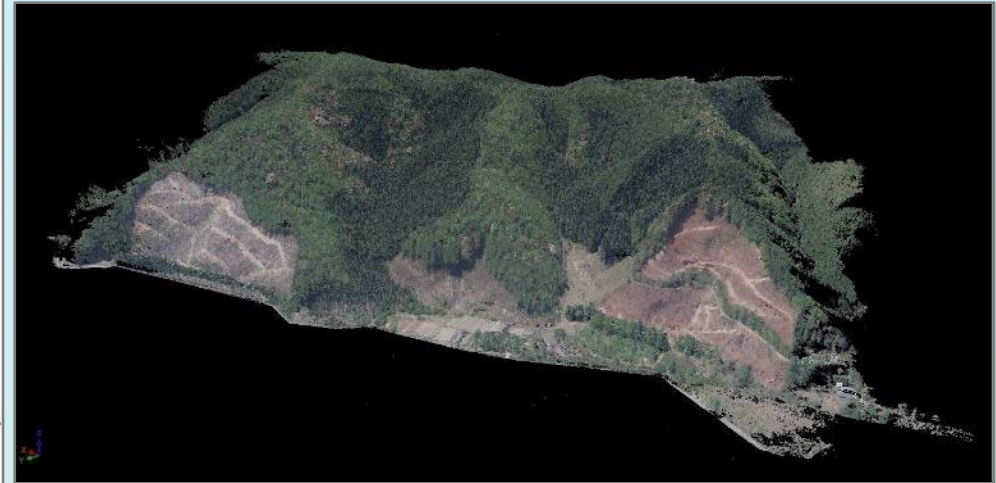
注1. 一般図は計測範囲に過ぎた範囲の地形図を使用する。  
 2. 配合図に、計測範囲、調整点を正三角形、検証点を逆三角形、コース間検証箇所を円で明示する。  
 3. また、その名称を記載する。

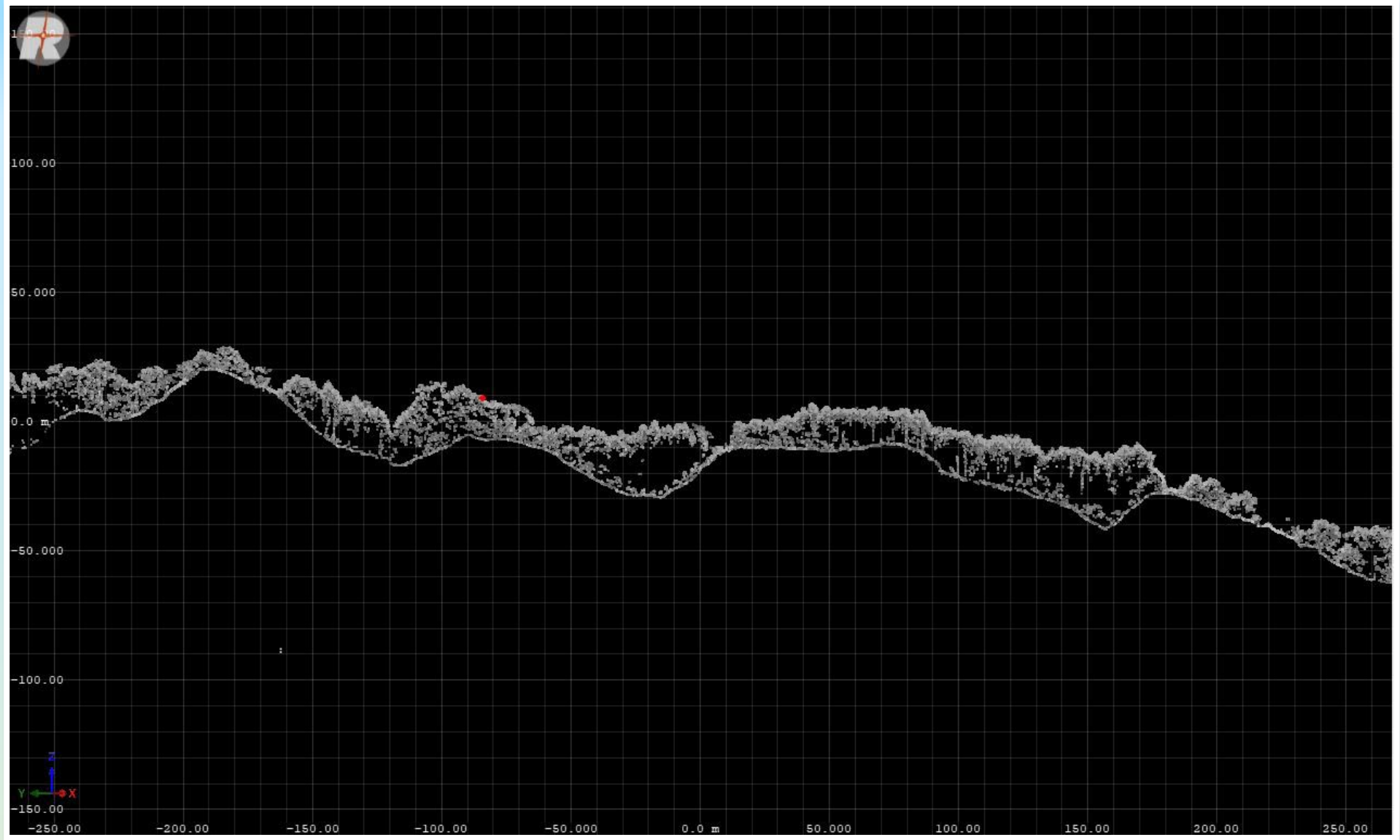
- ・ 現地の植生状況
- ・ 要求されるコース間のラップ率
- ・ その他周辺状況



特に草木の茂っているところはコースの角度や高度を変え重複させることでグラウンドデータの点密度を確保



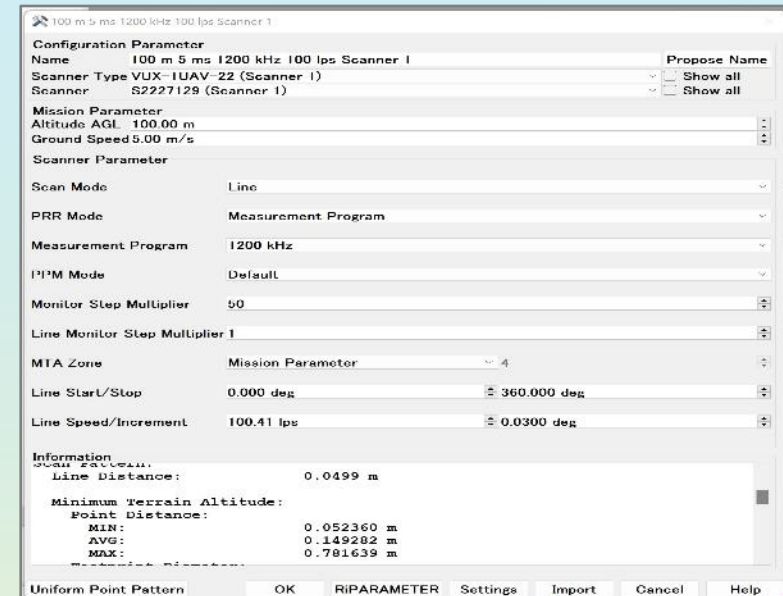




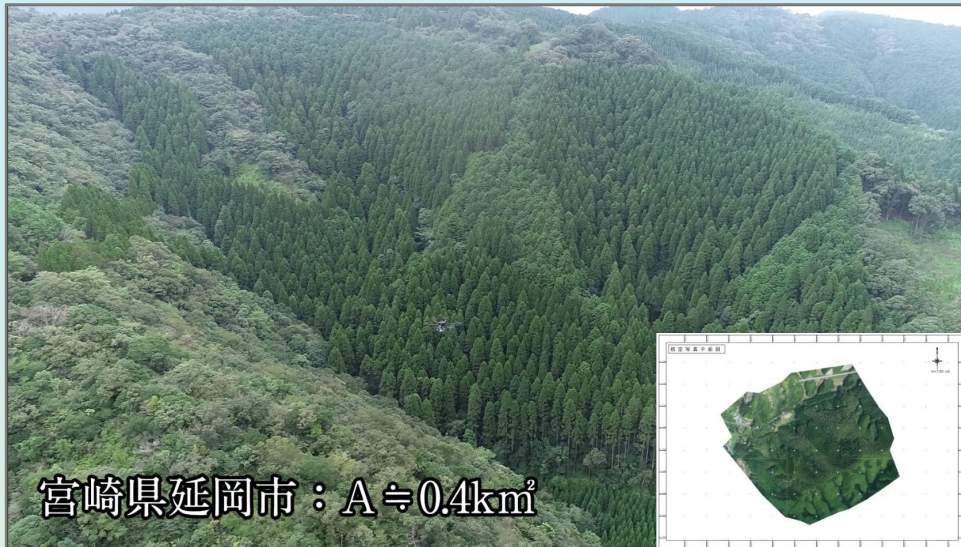


## 飛行準備

- 調整用基準点 検証点の設置
- 補助員(機体監視員)の配置
- 機体の準備
- レーザースキャナへの計測パラメータ入力









## 解析・調整

### ①軌跡解析

G N S S ・ I M Uデータから飛行軌跡の解析を行い

### ②点群生成

レーザスキャナのデータと統合させ点群を生成

### ③形状合成・調整

コースごとの点群を形状合成させ

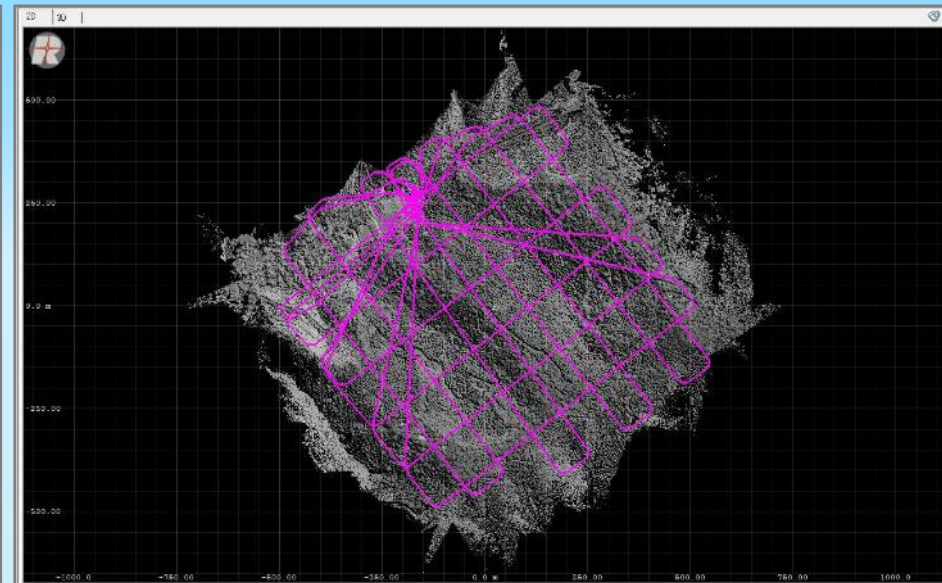
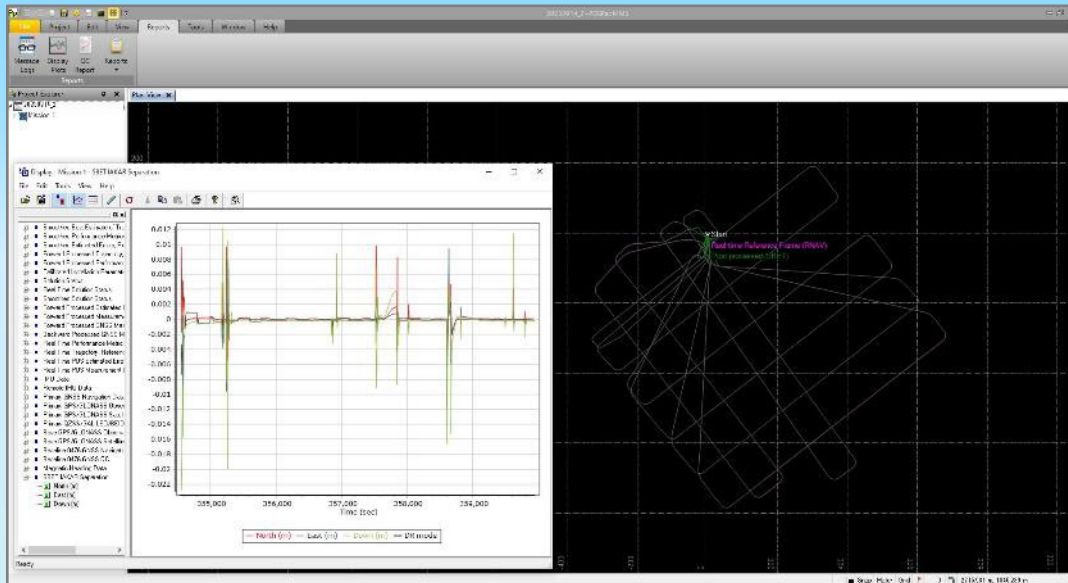
現地に設置した調整用基準点を用いて座標と紐づけ

## 検証

・国土交通省「三次元技術を用いた出来形管理要綱」

「公共測量 作業規程の準則」に則り

調整点・検証点精度 コース間 点密度の検証を行う



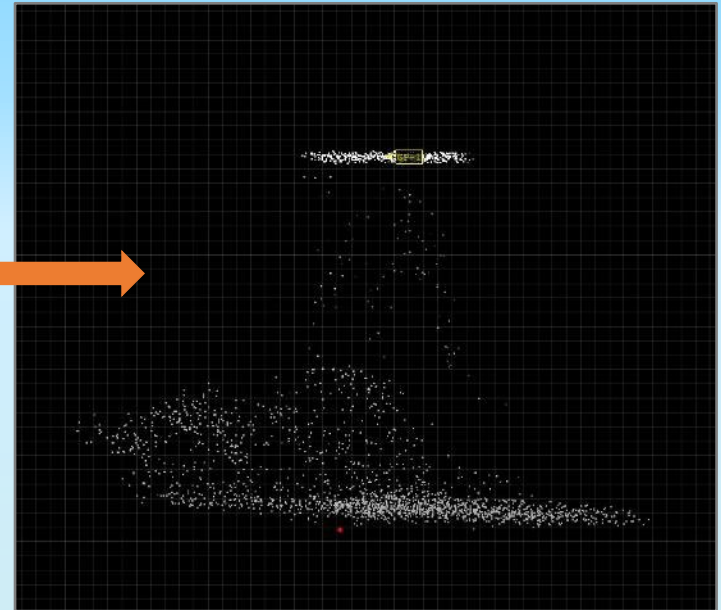
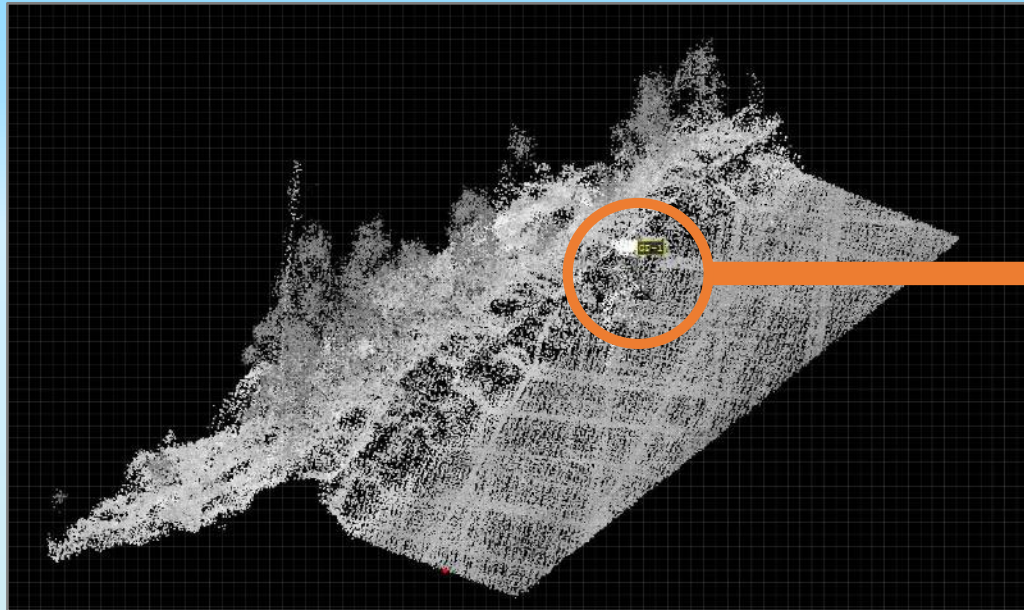
## 軌跡解析

- ・ GNSSデータ・IMUデータの解析を行い  
機体(レーザスキャナ)の位置・姿勢を割り出し

## 調整

- ・ 軌跡解析により得られた位置・姿勢のデータと  
レーザスキャナに取得されている測距・測角のデータを  
統合解析し点群を生成
- ・ 現地に設置した調整用基準点を用いて現地の座標と合致





UAVレーザーによる出来形計測で利用するUAVレーザー本体は下記の測定精度と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本管理要領（案）に基づいて出来形管理を行う場合は、利用するUAVレーザーの性能について、監督職員に提出すること。以下に、出来形管理で利用するUAVレーザーに要求される性能基準を示す。

計測	計測性能	測定精度	計測密度
起工測量	GNSS: 2周波GNSS を使用していること	【鉛直方向・平面方向】 ±100mm 以内 (重複コースごとの標高値の 較差の平均値±100mm 以内)	【起工測量】 4 点以上/1 m <sup>2</sup>
部分払い 出来高計測		【鉛直方向・平面方向】 ±200mm 以内 (重複コースごとの標高値の 較差の平均値±200mm 以内)	【部分払い出来高計測】 4 点以上/1 m <sup>2</sup>
出来形計測		【鉛直方向・平面方向】 ±50mm 以内 (重複コースごとの標高値の 較差の平均値±50mm 以内)	【出来形計測】 100 点以上/1 m <sup>2</sup> 【出来形評価用】 1 点以上/1 m <sup>2</sup> (1m×1m メッシュ)

（「参考資料-7 UAVレーザーの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による確認を行うこと）



調整点検精度管理表 (標高・水平位置)

様式第 1-23

世界測地系 (測地成果2011)

地区名		調整点						調整点と二次元計測データの較差			
番号	点名	水準座標			オリジナルデータ			水準座標の較差			
		X (①)	Y (②)	H (③)	X (④)	Y (⑤)	H (⑥)	$\Delta X$ (⑦ - ①)	$\Delta Y$ (⑧ - ②)	$\Delta H$ (⑨ - ③)	標高の較差 (⑩ - ⑥)
1	RP-000-1	57676.659	35490.249	-35.751	57676.680	35490.251	-35.750	0.022	0.002	0.022	-0.001
2	EP-2	57485.695	35872.447	134.642	57485.695	35872.456	134.641	0.000	0.009	0.009	-0.001
3	EP-3	57641.940	35771.683	125.959	57641.966	35771.712	125.958	0.026	0.029	0.033	0.000
4	ED-6-1	57199.179	35721.616	84.230	57199.186	35721.656	84.232	0.007	0.040	0.040	0.002
5	ED-6-3	57322.814	35651.214	59.062	57322.818	35651.211	59.061	0.004	0.000	0.004	-0.001
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											

計測範囲全域の差

	データ数	平均値 (a)	最大値 (b)	最小値 (c)	最大値-最小値	RMS 誤差	備考
Xの差	5	0.010	0.022	0.000	0.022	0.014	RMS 誤差 = $\sqrt{\frac{\sum(\Delta X)^2}{n}}$
Yの差	5	0.016	0.040	0.000	0.040	0.022	RMS 誤差 = $\sqrt{\frac{\sum(\Delta Y)^2}{n}}$
XYの差	5	0.022	0.040	0.004	0.036	0.010	RMS 誤差 = $\sqrt{\frac{\sum(\Delta XY)^2}{n}}$
Hの差	5	0.000	0.002	-0.001	0.003	0.001	RMS 誤差 = $\sqrt{\frac{\sum(\Delta H)^2}{n}}$

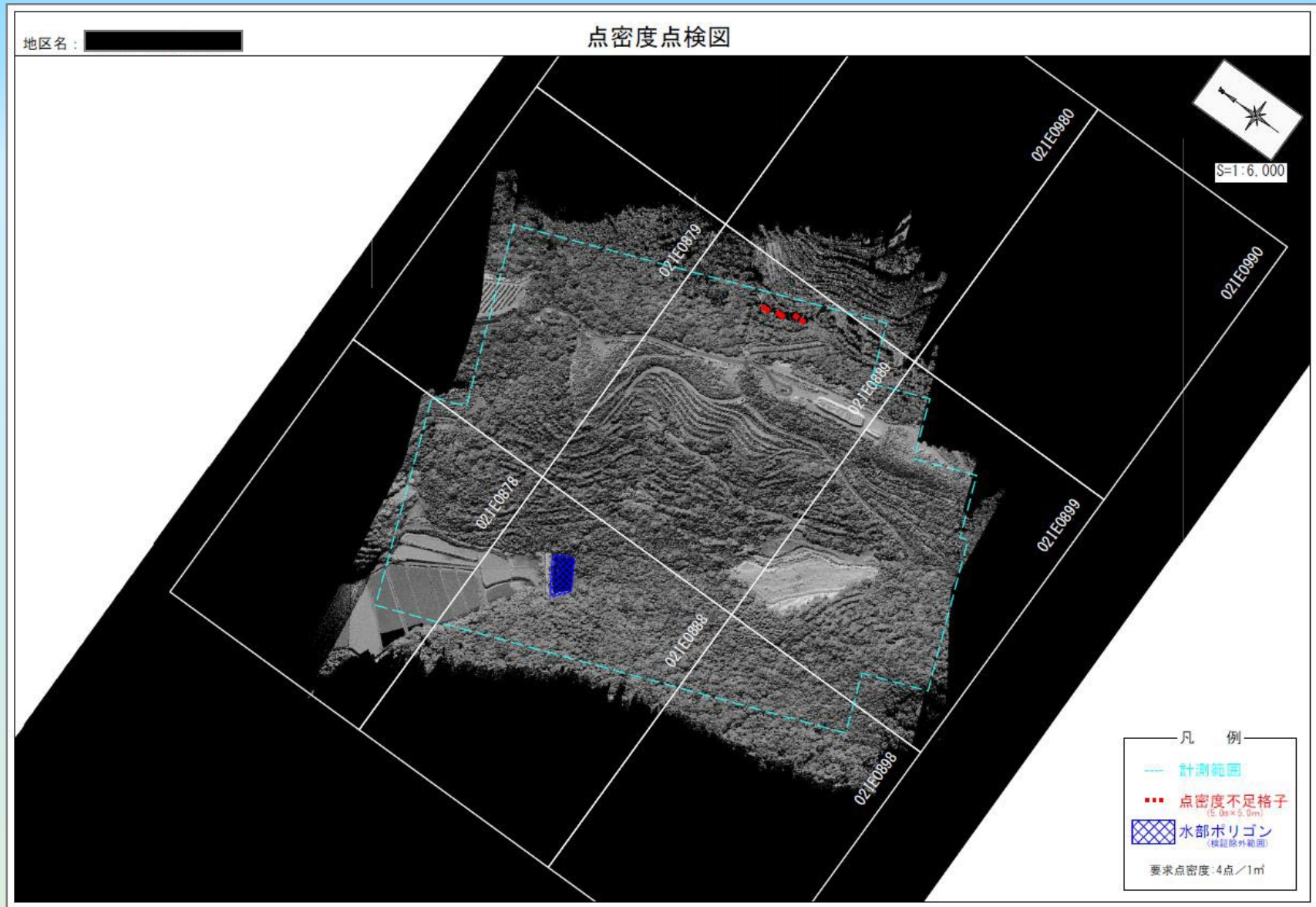
注: 水準座標を対象としない場合には、水準座標の較差の欄に斜線を付すること。

点検測量結果精度管理表 (検証点 標高・水平位置)

様式第 1-25

世界測地系 (測地成果2011)

地区名		検証点						要求仕様 制限値					
番号	点名	検証点			オリジナルデータ			点検測量結果とオリジナルデータとの較差					
		X (①)	Y (②)	H (③)	X (④)	Y (⑤)	H (⑥)	$\Delta X$ (⑦ - ①)	合格 (⑧ - ②)	$\Delta Y$ (⑨ - ③)	合格 (⑩ - ④)	$\Delta H$ (⑪ - ⑤)	合格 (⑫ - ⑥)
1	ED-11-1	57607.454	35699.566	109.934	57607.459	35699.594	109.946	0.005	合格	0.028	合格	0.012	合格
2	ED-11-4	57411.313	35780.742	113.300	57411.316	35780.733	113.302	0.003	合格	-0.009	合格	0.002	合格
3													
4													
5													
6													
7													
8													
16													
17													
18													
19													
20													
較差の平均								0.004	合格	0.010	合格	0.007	合格
RMS 誤差								0.004	合格	0.021	合格	0.009	合格
RMS 誤差 = $\sqrt{\frac{\sum(\Delta X)^2}{n}}$										RMS 誤差 = $\sqrt{\frac{\sum(\Delta Y)^2}{n}}$		RMS 誤差 = $\sqrt{\frac{\sum(\Delta H)^2}{n}}$	





## 点密度点検精度管理表

地区名	[REDACTED]			作業機関名			
				作業者		点検者	
図名	全格子数	点密度不足格子数	不足格子率%	図名	全格子数	点密度不足格子数	不足格子率%
02IE0878	1,210	0	0.00%				
02IE0879	1,981	0	0.00%				
02IE0888	1,995	0	0.00%				
02IE0889	4,389	6	0.14%				
02IE0898	588	0	0.00%				
02IE0899	2,663	0	0.00%				
02IE0980	13	0	0.00%				
不足格子率の 全域の平均	0.02%	不足格子率の 最小値	0.00%	不足格子率の 最大値	0.14%	点密度：4点/㎡以上 (5m×5m格子 = 25㎡：100点以上で点検)	

※不足格子率の全域の平均：15%以下

## 作業フロー

準備工（基準点測量等）

UAVレーザー計測

解析・調整・検証等

オリジナルデータ作成

その他成果  
グラウンドデータ等

その他成果  
数量算出・出来形等

## 実施項目

UAV等機器及びソフトウェアの手配

標定点の設置

現況地形の計測点群データ

精度確認試験

データ解析・調整・検証・精度確認

データ作成

ソフトウェアによるデータ処理

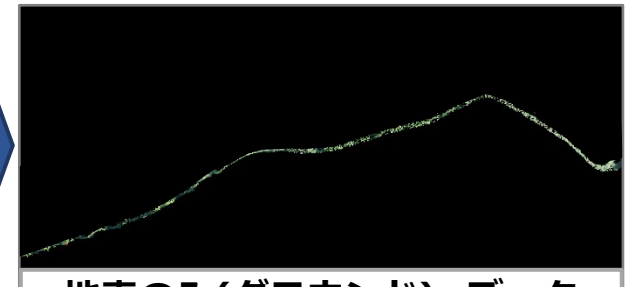
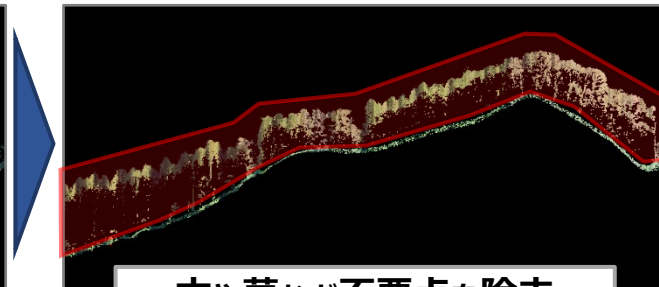
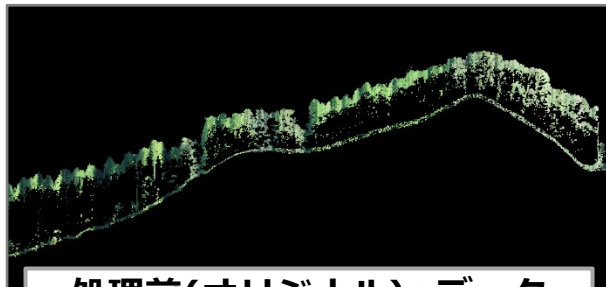
データ加工処理

電子成果品作成





## オリジナルデータを処理してグラウンドデータを作成



大分県玖珠町にある伐株山のデータ作成を動画化▶  
<https://youtu.be/1ZKdO3vZrfw?si=Z07UrBlr8UR3hTws>



## 作業フロー

準備工（基準点測量等）

UAVレーザー計測

解析・調整・検証等

オリジナルデータ作成

その他成果  
グラウンドデータ等

その他成果  
数量算出・出来形等

## 実施項目

UAV等機器及びソフトウェアの手配

標定点の設置

現況地形の計測点群データ

精度確認試験

データ解析・調整・検証・精度確認

データ作成

ソフトウェアによるデータ処理

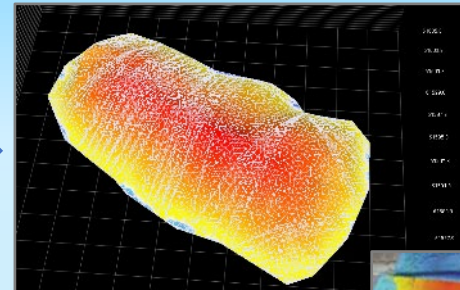
データ加工処理

電子成果品作成

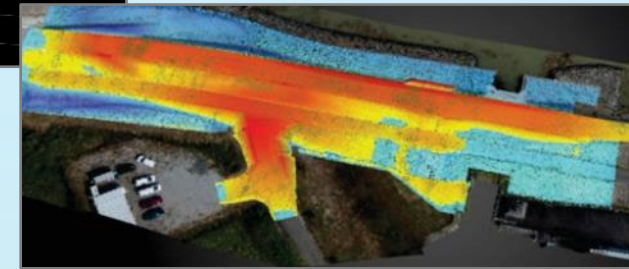


## 数量算出

## 設計モデル・現況モデル



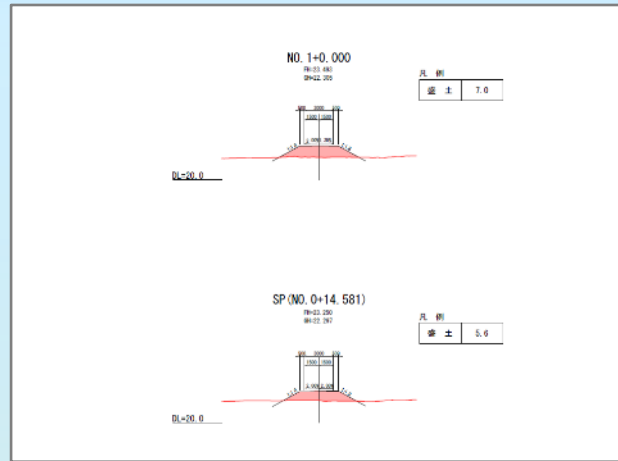
盛土量	394.50 m <sup>3</sup>	+ m <sup>3</sup>
切土量	0.10 m <sup>3</sup>	394.40 m <sup>3</sup>



## 出来形(ヒートマップ)

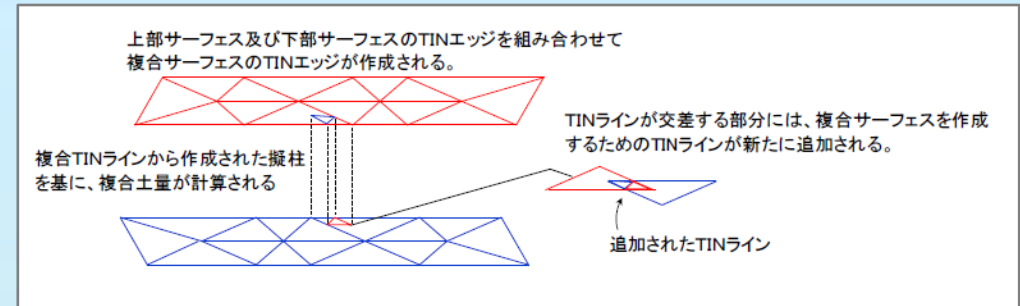


## 測点の横断面図から数量を算出

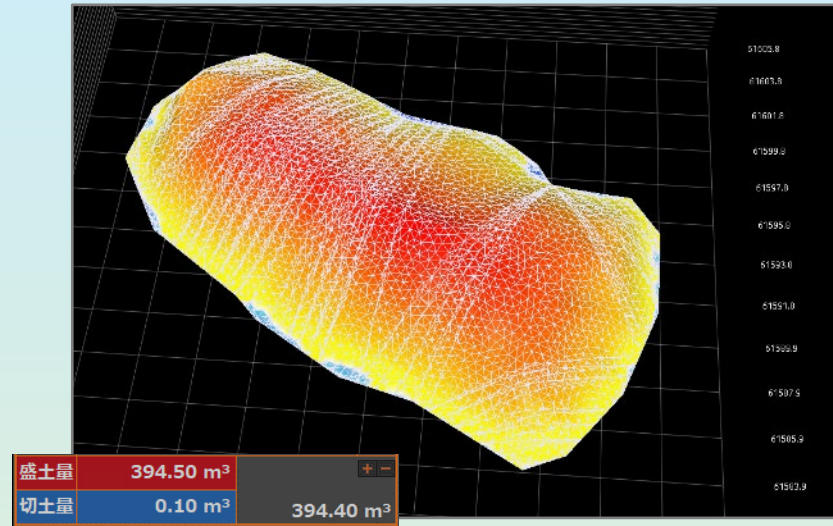


測点	① 断面積 (㎡)		② ①×②	
	距離 (m)	平均断面積 (㎡)	平均断面積 (㎡)	体積 (㎡)
No.0	9.000	0.0	1.950	17.55
BC (No.0+9)	5.581	3.9	5.450	30.41645
SP (No.0+14.581)	5.419	5.6		
No.1	0.163	7.0	7.000	1.141
EC (No.1+0.163)	10.837	7.0	6.400	69.357
No.1+11		5.8		
	31.000		合計	118.464

## 3Dモデルから数量を算出

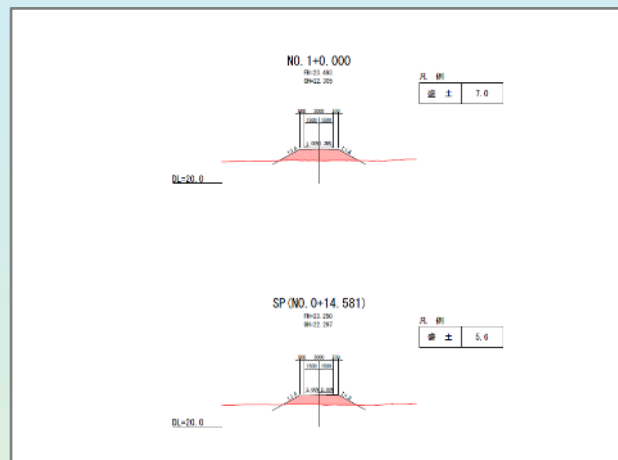
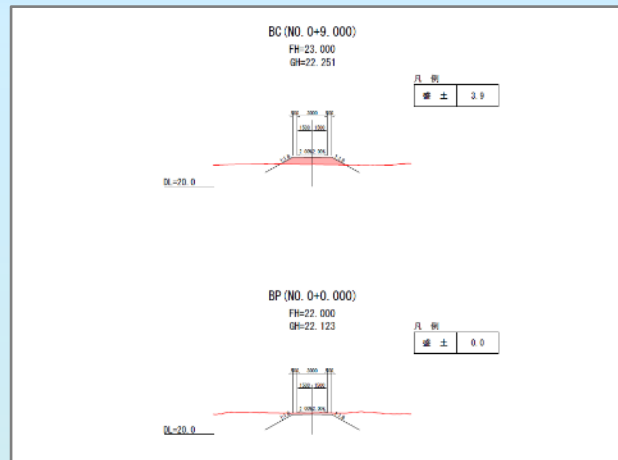


農林水産省「情報化施工技術の活用ガイドライン」第2章共通編第10数量算出 より

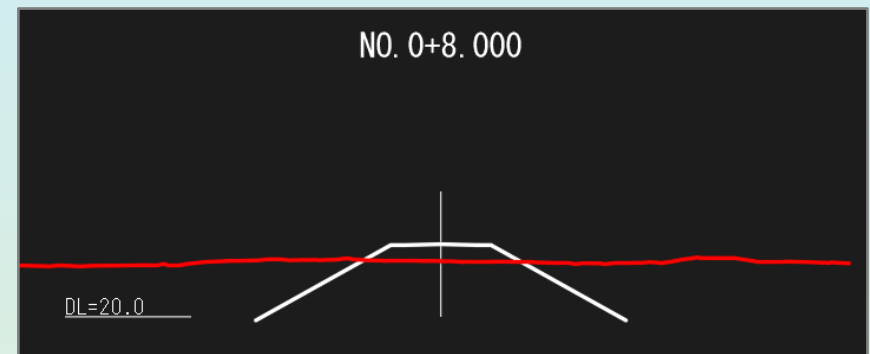
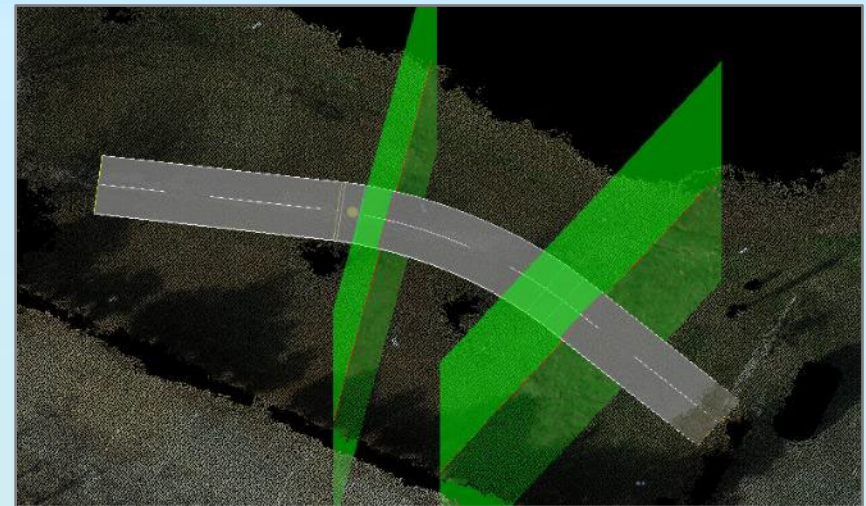


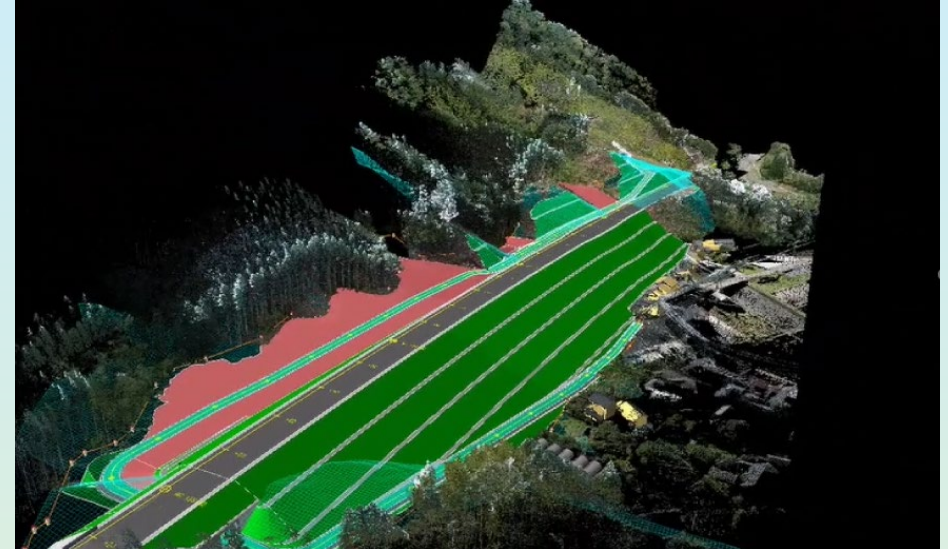
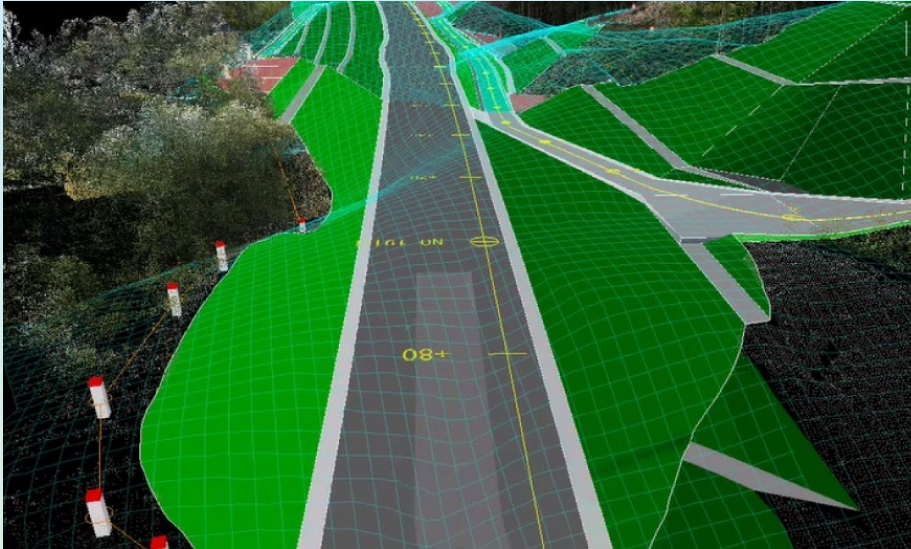
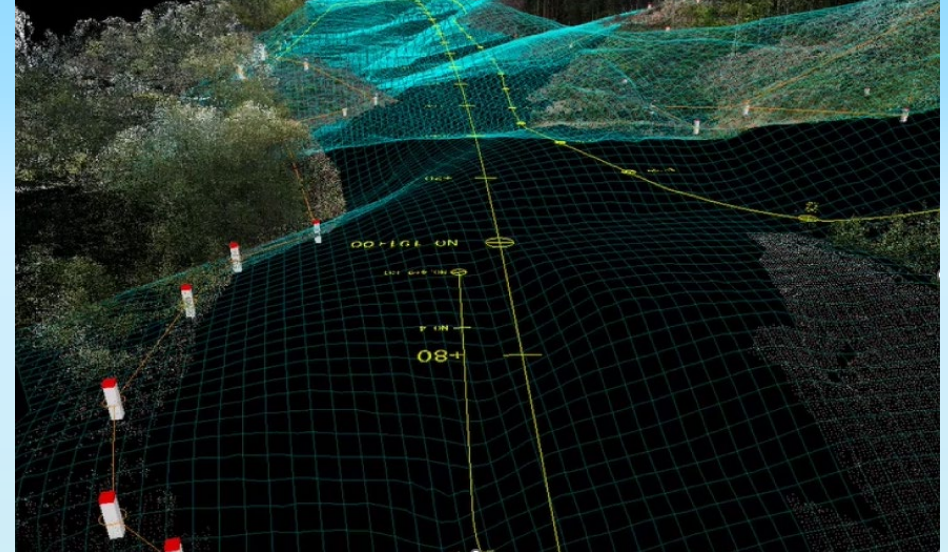
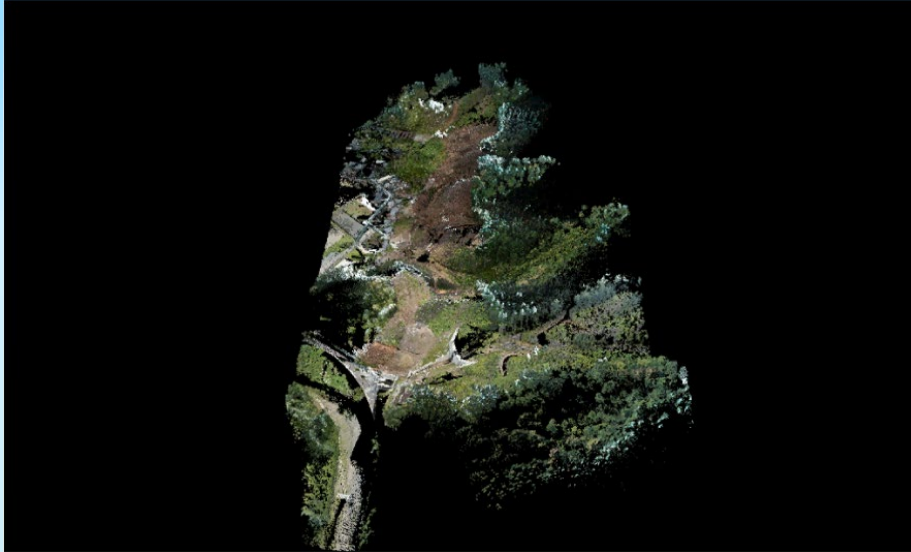


## 測点や変化点の横断面図



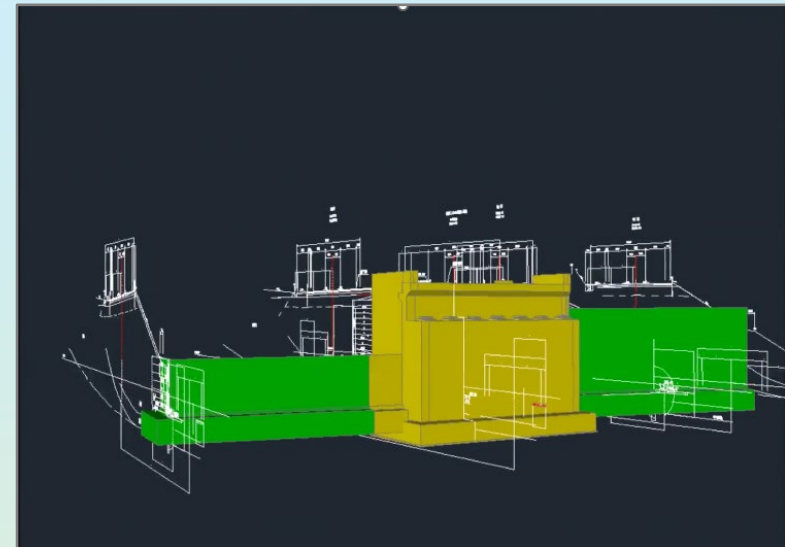
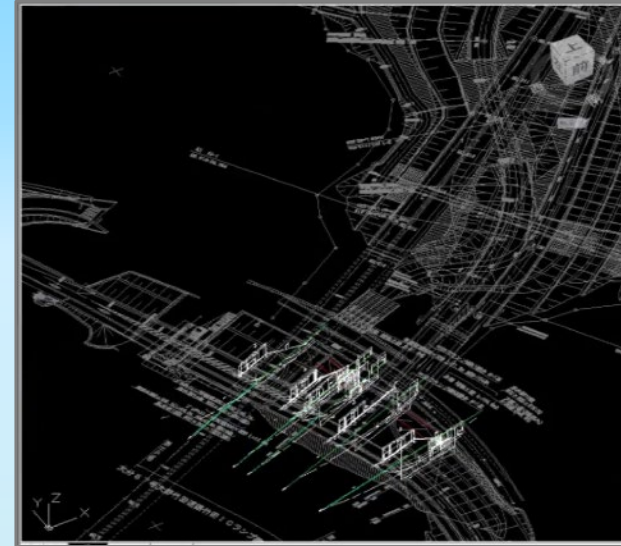
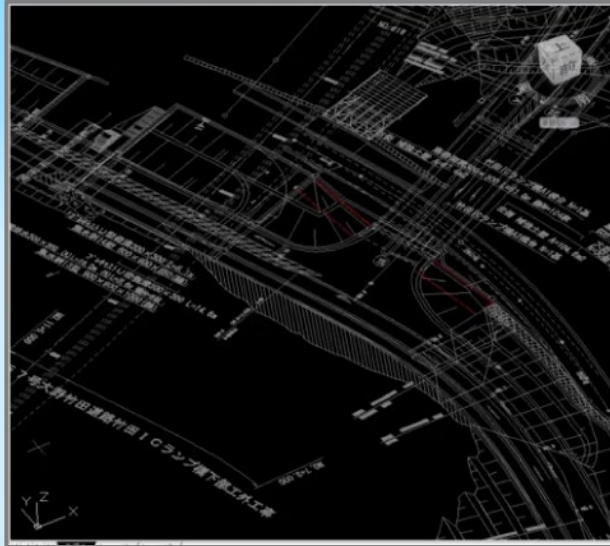
## 3Dモデルから任意位置の横断を作成





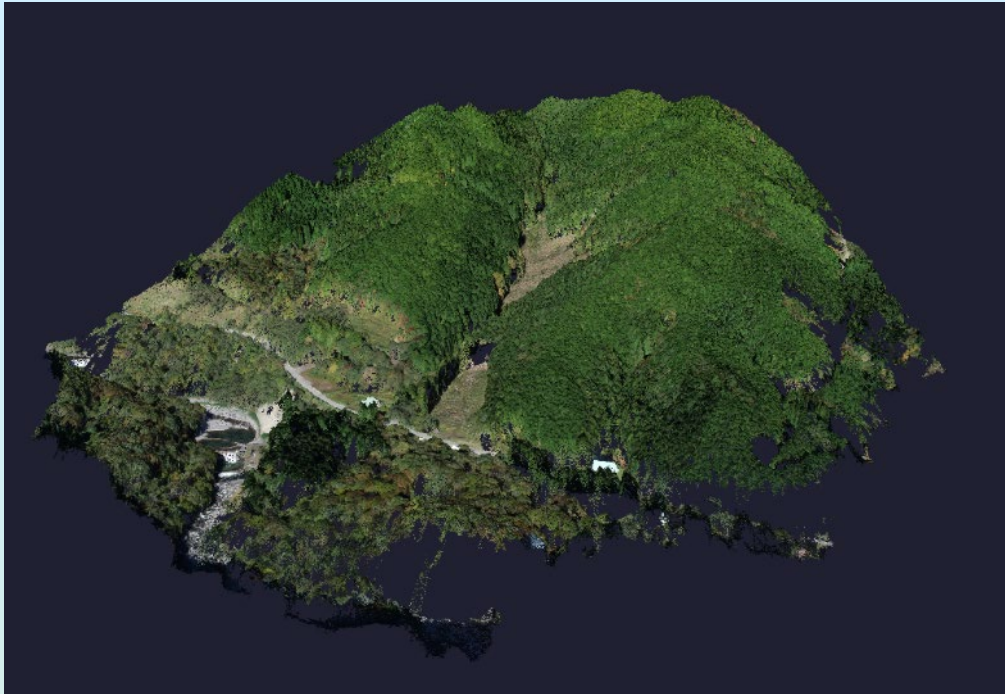
▶地形データ・計測した三次元データ・用地境界を一時に確認可能に



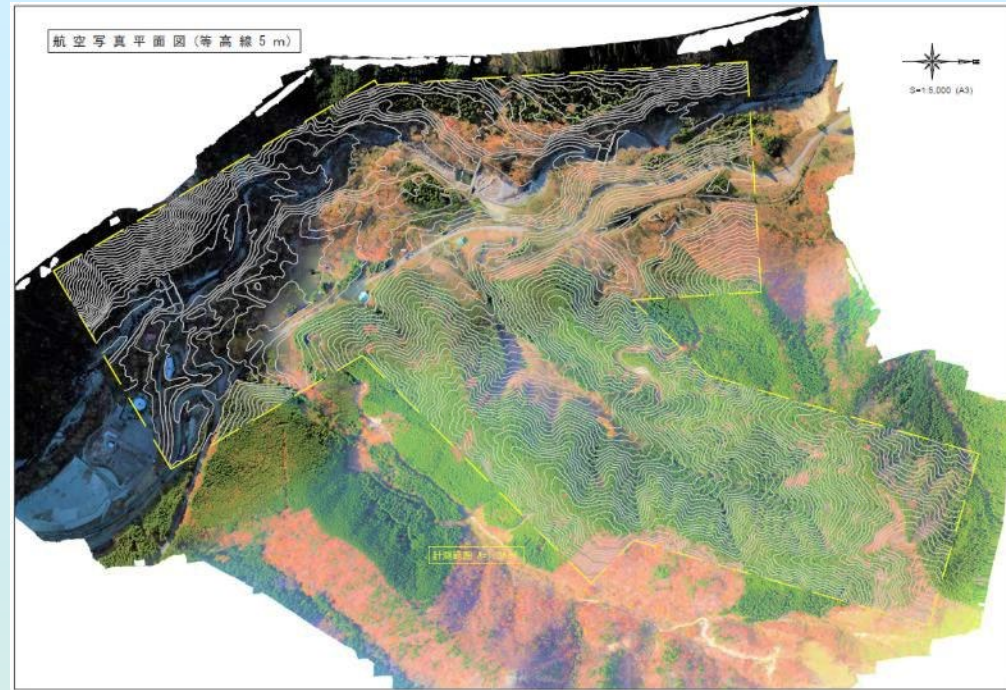


- ▶ 2次元の横断図を平面図の線形上に配置し図面を照査することで橋台と構造物の取り合いを検証

鳥瞰図



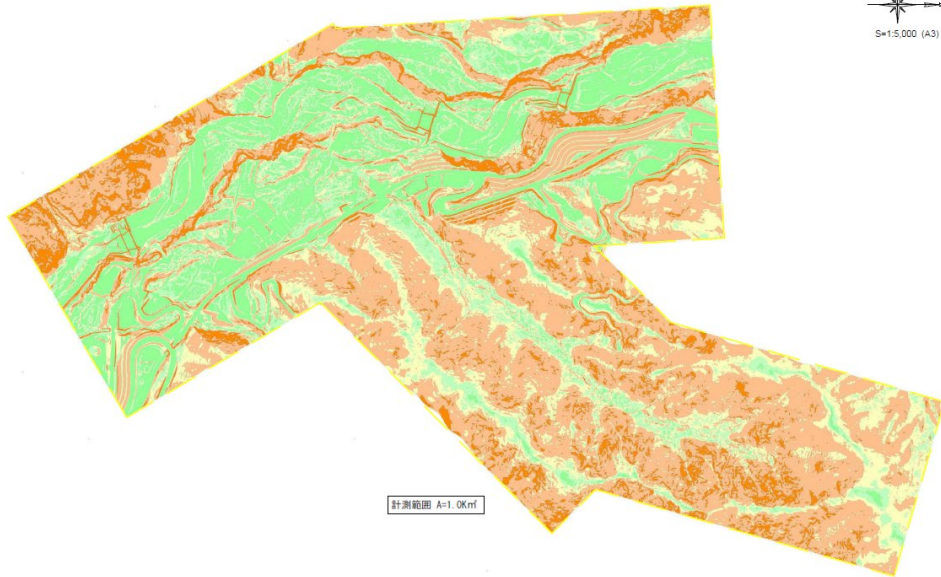
等高線図



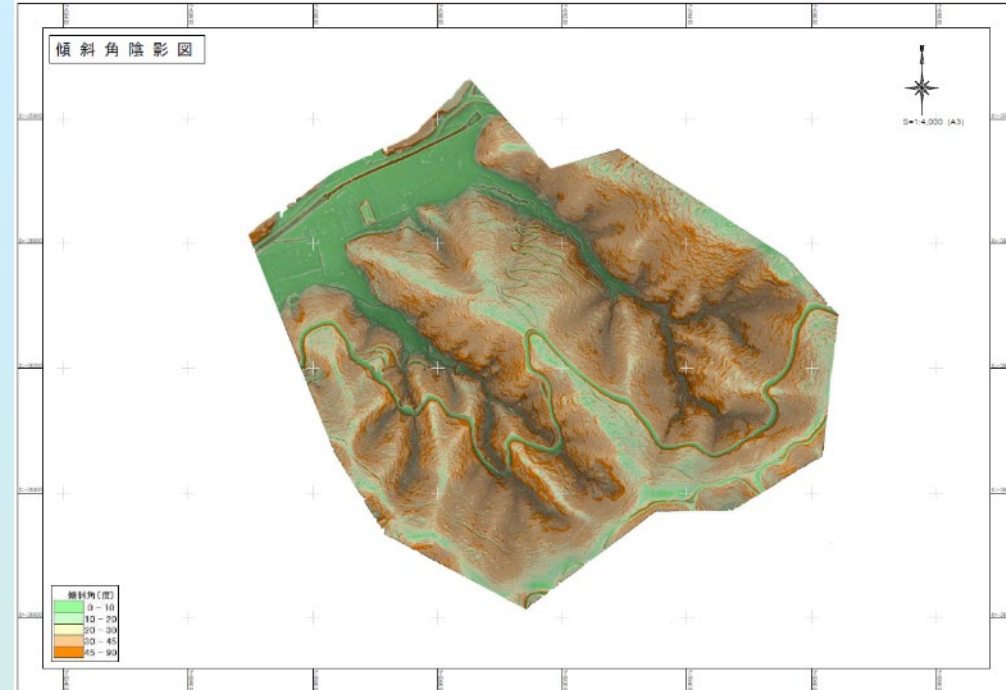


## 傾斜角陰影図

傾斜角陰影図

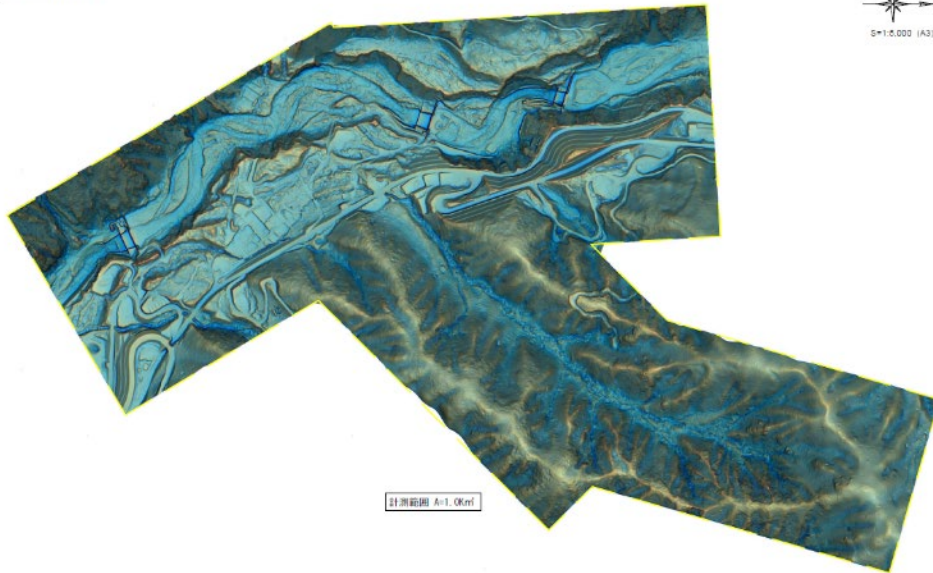


傾斜角陰影図

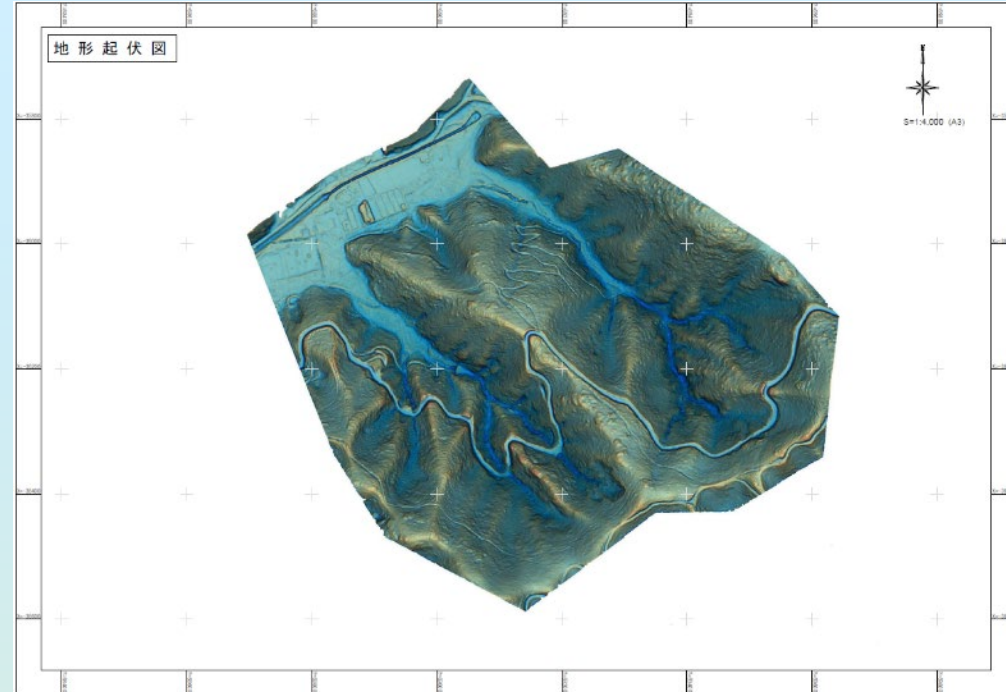


## 地形起伏図

地形起伏図



地形起伏図



もっと女性が活躍できるコイシを目指して  
従業員の約半数が女性

働きたいを叶える



2013年～

## フレックスタイムの導入

ライフスタイルを尊重  
学校行事でもお休みをとりやすいように

例)「PTAがあるので午前中勤務で」  
「子どもが夏休みの間は、お休みします」

## 子どもと一緒に出社可能

土木の世界での働き方を変える  
仕事と子育てを両立できる環境へ

現在

技術スタッフ：7名

…出勤：3名、在宅：4名

(最長勤務年数：12年目)

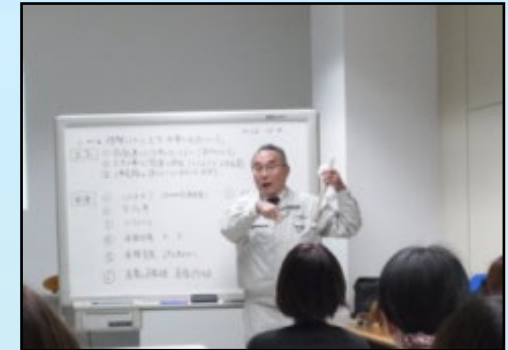
2022年1名の  
スタッフが社員へ!





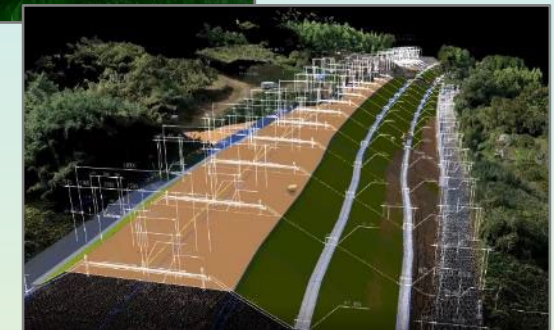
2011年8月～  
3DCAD講座

- ・ 土木未経験の女性に図面の見方や3DCADの操作を覚えてもらうための勉強会



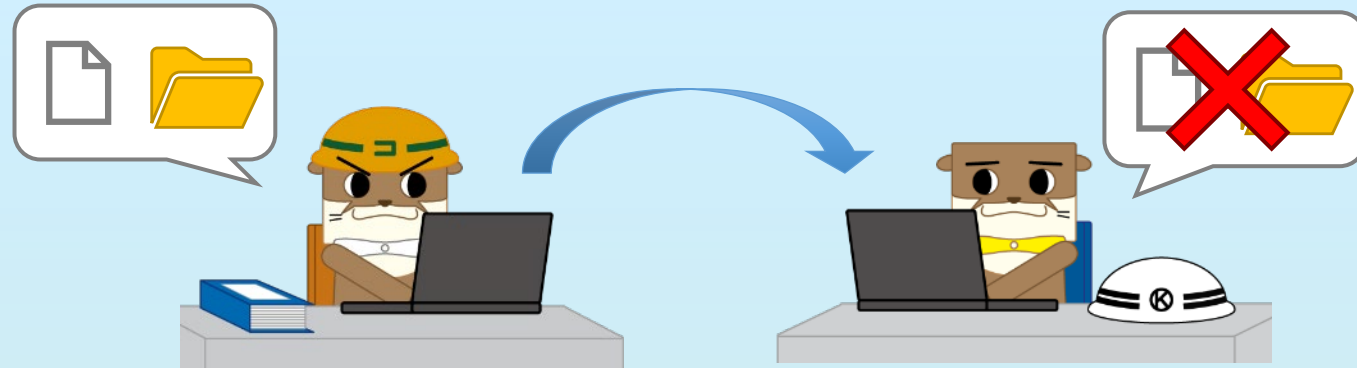
現在は技術スタッフとして勤務

- ・ 各種図面の作成
- ・ 3Dモデルの作成（計画・地形など）
- ・ お客様さまとの打ち合わせ（i-conなど）



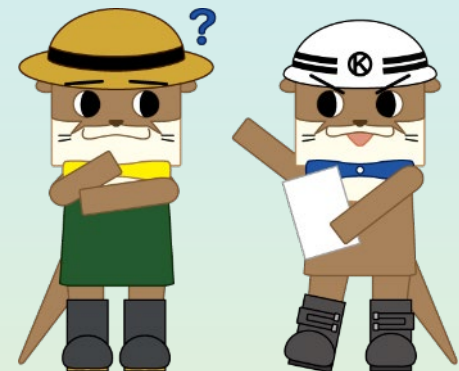
## データのやり取り

- ・データ容量 拡張子 ソフトのバージョンなど



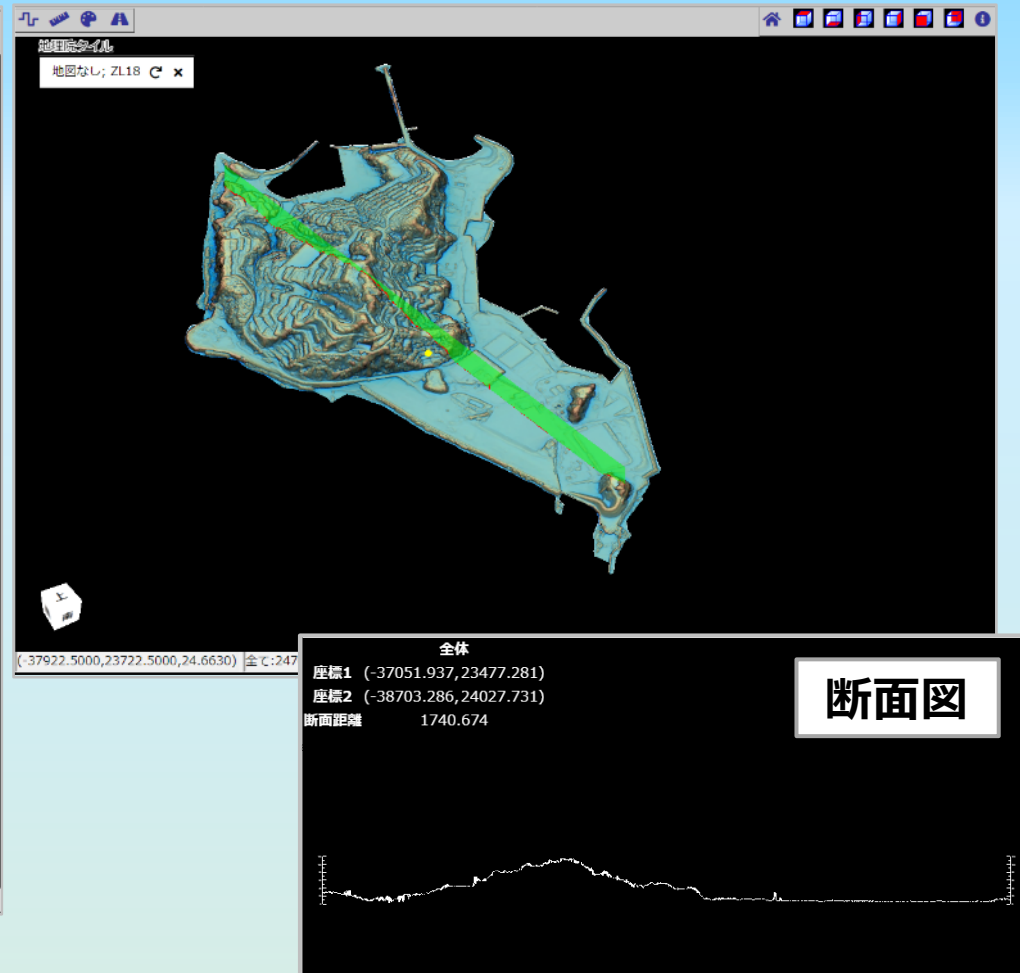
## 業界外への伝え方

- ・どうすればわかりやすく伝えられるか





オープンナガサキ  
長崎市 高島のデータ



**オープンナガサキ**  
OPEN NAGASAKI

自由に 使え。  
長崎県全域  
3次元点群

オープンナガサキHPより : <https://opennagasaki.nerc.or.jp/>

Koishi-eye 高島のデータ ▶  
<https://qr.paps.jp/qY1TB>





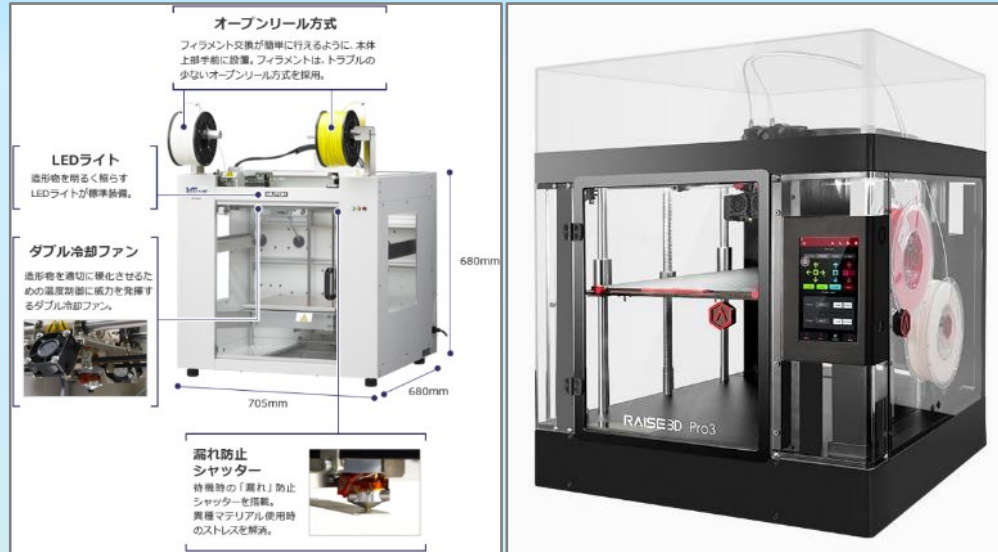
# 3Dプリンタ機種

## 熱溶解積層方式 (FDM)

## 光造形方式

MUTOH MF-2200D

Raise3D Pro3



型式	MUTOH MF-2200D	
最大造形サイズ	X × Y × Z	300 × 300 × 300 mm
使用材料	ABS / PLA / TPC / PP / PVA	

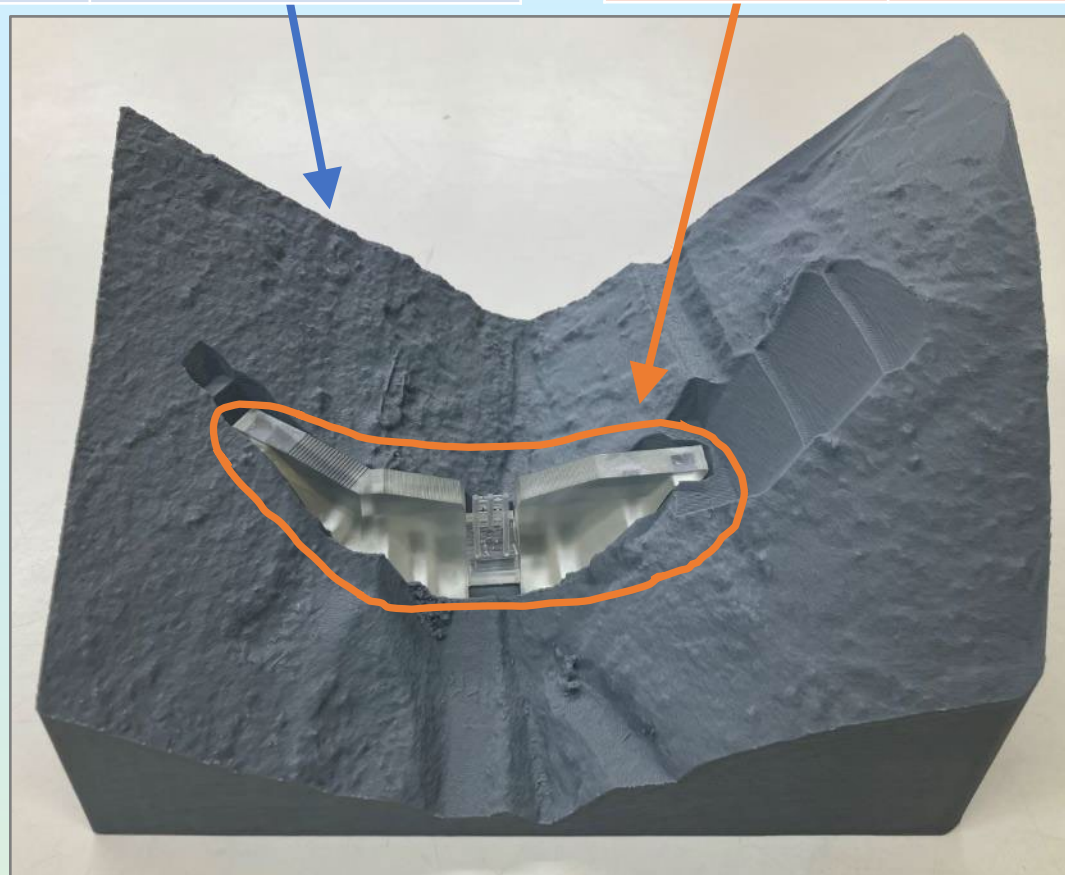
型式	formlabs Form3L	
造形方式	Low Force Stereolithography (LFS・・・光造形方式)	
最大造形サイズ	X × Y × Z	335 × 200 × 300 mm
使用材料	レジン	

型式	Raise3D Pro3	
最大造形サイズ	X × Y × Z	300 × 300 × 300 mm (シングルヘッド) 255 × 300 × 300 mm (デュアルヘッド)
使用材料	ABS / ASA / PLA / PA / PC / カーボン / PETG / PVA / TPU / 木質	

# 3Dプリンタを用いた模型出力

現況モデル造形詳細	
造形方式	熱溶解積層方式
材質	PLA
造形時間	18時間

設計モデル造形詳細	
造形方式	光造形方式
材質	レジン
造形時間	4時間

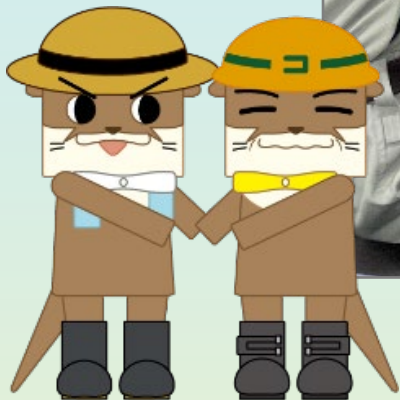


B6サイズと同等の大きさです

13cm

18.5cm

## 合意形成のツール





## 現場見学会での完成予想図展示



## 現場見学会での3D模型展示



## AR(拡張現実)の実証実験



## ARグラスに 投影されたモデル





「わかりやすさを提供」することで様々な分野において

前向きな議論 提案をお互いに気持ちよく進めることができるのでは



コイシに遊びに来てください

「環境土木」を、一緒に考えませんか？

コイシHP

<https://koishi.co.jp/>

大分ケーブルテレビ様で放送されました！

[https://youtu.be/tJ0u\\_kc3-Pg](https://youtu.be/tJ0u_kc3-Pg)



土木と共に歩む  
**KOISHI**  
株式会社 コイシ



本社：大分市大字横尾3617番2

ひびきの事務所：北九州市若松区ひびきの2番1号  
産学連携センター T-416号室