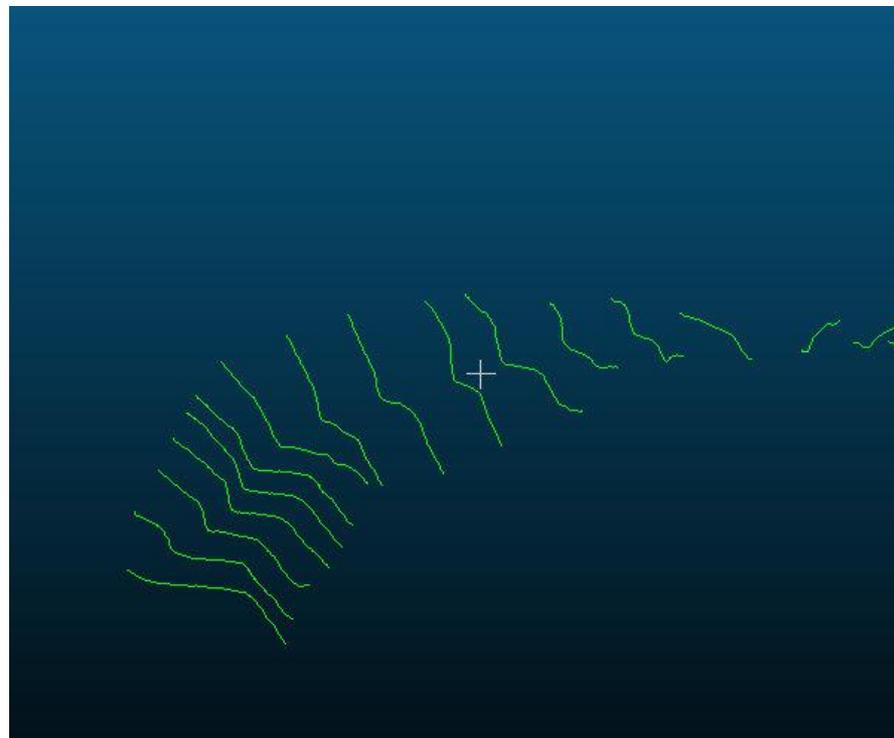


ドローンによる撮影データを用いた 森林作業道の測量手法の検討

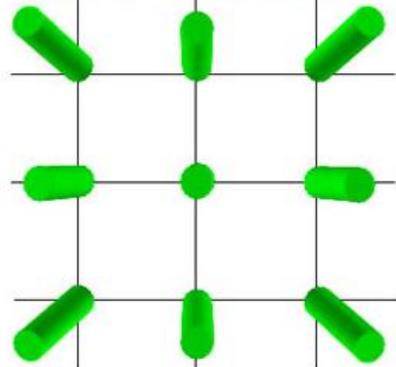


県央農林総合事務所

「オルソ画像」とは

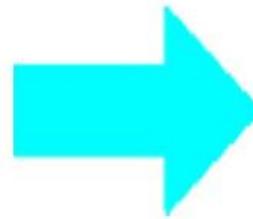
オルソ画像：空中写真を正射変換して得られる、位置、面積、距離などを正確に計測可能な画像

空中写真

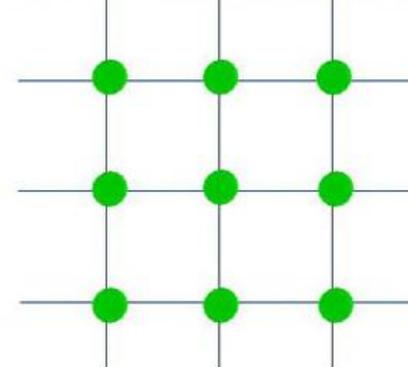


中心投影

正射変換



オルソ画像



正射投影

森林作業道測量の現状



水平距離：レーザー距離計で計測

幅員：箱尺（スタッフ）で計測



地山勾配：スラントで計測

森林作業道測量の現状

面積（施業面積）、水平距離（延長・幅員）

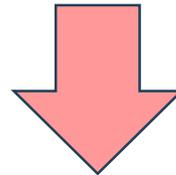
オルソ画像で測定可能な場合は、**現地での測量＋検査は省略可**

実施状況確認（伐採率、植栽本数、下刈）

オルソ画像で確認可能な場合は、**現地での検査は省略可**

勾配（森林作業道の地山勾配）

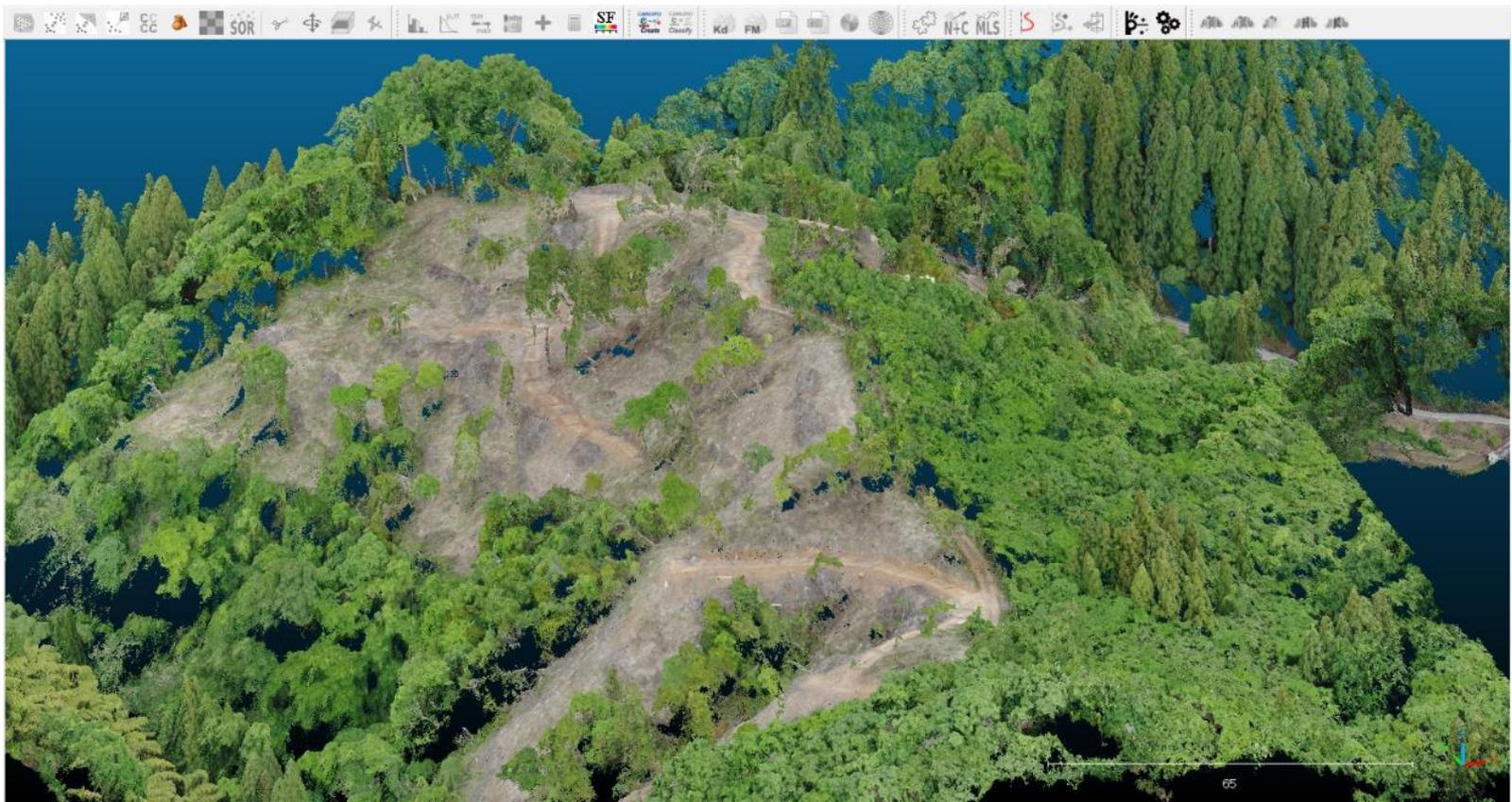
オルソ画像で測定不能 = **現地での測量＋検査が必須**



机上で地山勾配の測定が可能になれば、
森林作業道の現地での測量＋検査は省略可能に！

「点群データ」とは

- **点群データ**：レーザー測量などで得られる、点によって構成される3次元データ。Z座標（標高データ）を持つ。
→ ドローンで撮影した画像を「Metashape」というソフトを用いてオルソ化する際に生成される



作業方法の検討

点群データを使えば、地山勾配の測量ができそう・・・
しかし、調べてみてもその具体的な手法は不明。
とりあえず、フリーソフトで試してみることに。

使用したソフトウェア

CloudCompare : 点群データを扱えるフリーソフト

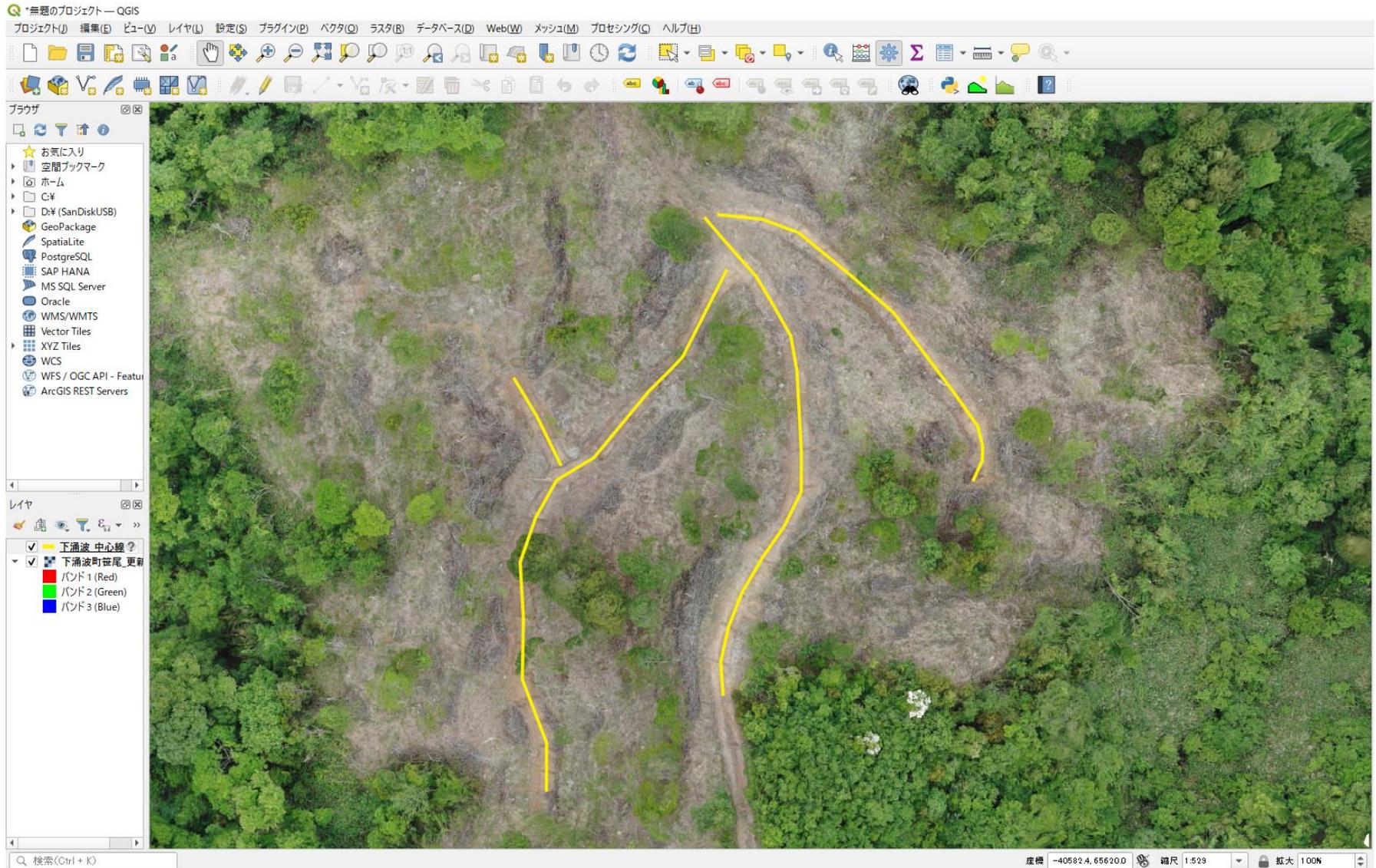
QGIS : 最も普及しているGISのフリーソフト

(1つのソフトウェアだけで完結させることはできなかった・・・)

 いずれも、これまで使ったことのないソフトだったため、
完全な初心者&試行錯誤での作業方法の模索

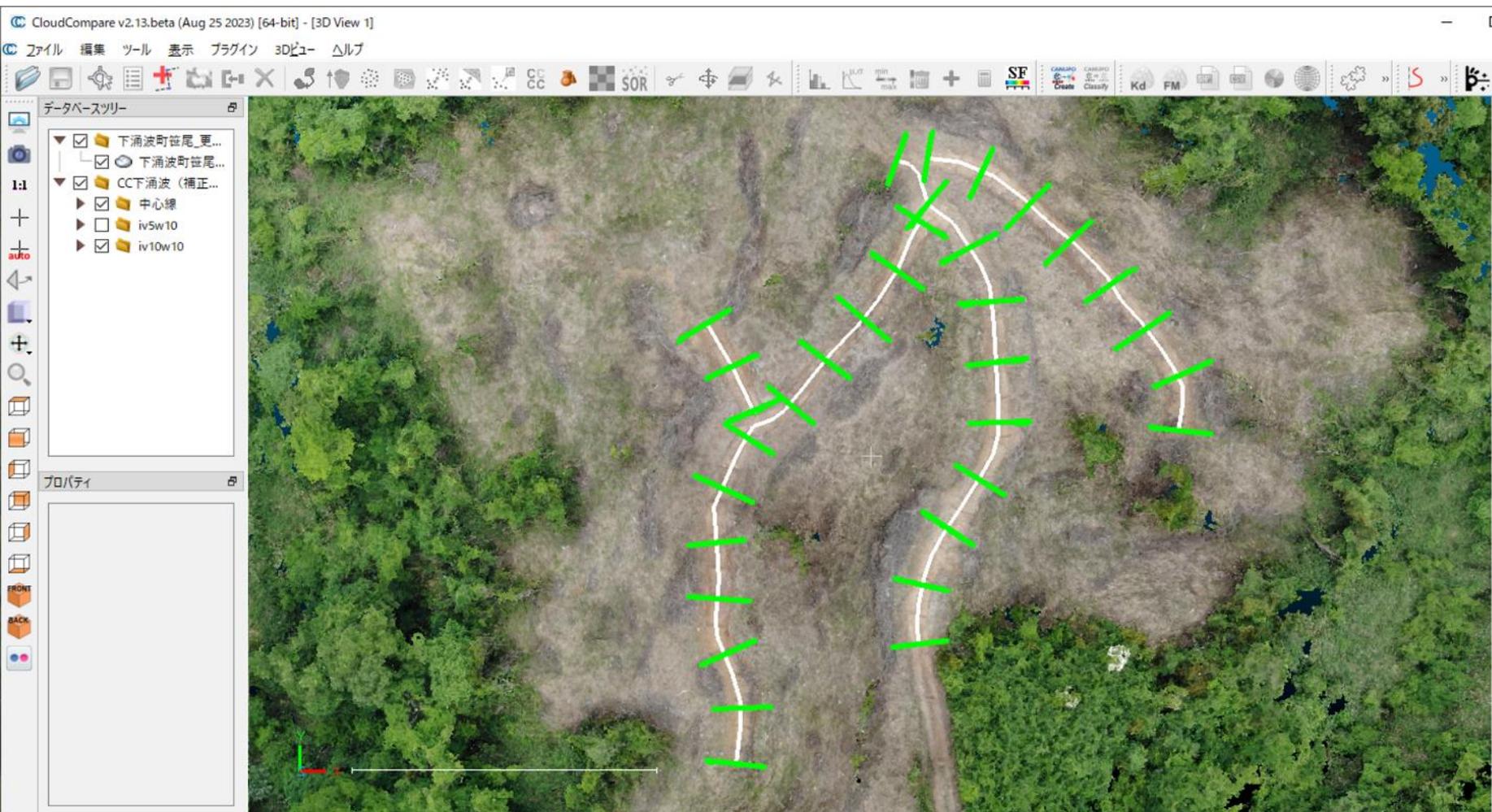
作業手順① 作業道中心線の描画

① オルソ画像上で作業道中心線を描画 (QGIS)



作業手順② 横断線の描画

②測点の設定と横断線の描画 (CloudCompare)



作業手順③ 標高データの抽出・地山勾配算出

③横断線から標高データを抽出 (QGIS)

④抽出した標高データから地山勾配を計算 (Excel)

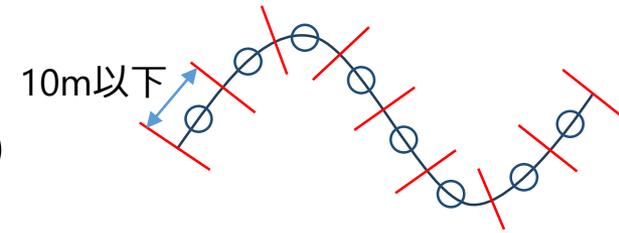
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1						z first	z last					
2	支線	測点	測点間距離(m)	幅員(m)	横断長(m)	起点高(m)	終点高(m)	標高差(m)	勾配(度)	区間勾配	勾配区分	不正値補正
3	A	1		3.0	10.0	175.850	175.212	0.64	3.7			
4		2	7.40	3.0	10.0	176.279	175.026	1.25	7.1	5.0	10	
5		3	7.40	3.0	10.0	178.611	175.283	3.33	18.4	13.0	10	
6	B		手入力	3.0	10.0	175.451	179.364	3.91	21.4	20.0	20	
7				3.0	7.2	178.763	182.445	3.68	26.9	24.0	20	1
8		3	9.74	3.0	10.0	179.456	183.490	4.03	21.9	24.0	20	1
9		4	9.74	3.0	10.0	181.875	183.716	1.84	3.8	13.0	10	
10		5	9.74	3.0	10.0	181.875	183.716	1.84	1.8	3.0	10	
11		6	9.74	3.0	10.0	181.875	183.716	1.84	3.0	2.0	10	
12	C	1		3.0	10.0	177.875	180.399	2.52	14.1	9.0	10	
13		2	7.14	3.0	7.4	177.207	180.539	3.33	18.4	20.0	20	1
14		3	7.14	3.0	7.0	177.798	180.641	2.84	16.0	20.0	20	1
15	D	1		3.0	8.5	169.439	172.862	3.42	21.9	22.0	20	1
16		2	9.37	3.0	10.0	170.555	173.953	3.40	18.8	20.0	20	
17		3	9.37	3.0	10.0	169.283	175.786	6.50	33.0	26.0	30	
18		4	9.37	3.0	10.0	168.290	175.609	7.32	36.2	35.0	30	
19		5	9.37	3.0	10.0	167.036	173.389	6.35	32.4	34.0	30	1
20		6	9.37	3.0	10.0	165.957	171.863	5.91	30.6	32.0	30	
314												
315												
316			124.6									
317												
318												
319												
320												
321												
322												
323												

勾配区分	距離
10度	44.0 m
20度	43.1 m
30度	37.5 m
合計	124.6 m

検討した主な項目

測点間隔の設定

10m以下の一定間隔（現地測量の平均値に近い値）



横断線の設定

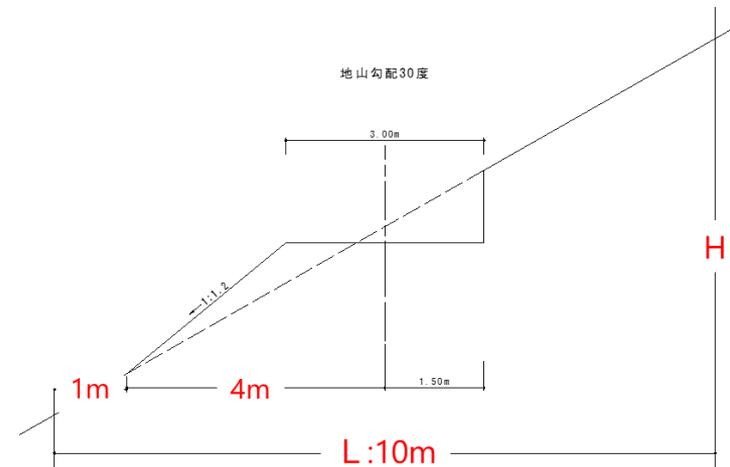
長さ：10m（勾配30°の標準断面＋余裕幅）

地山勾配の算定

各横断線の両端点の標高を用いて算出

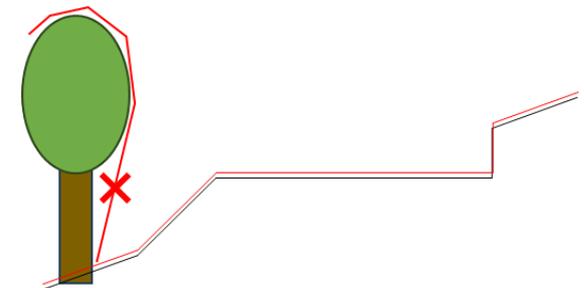
$$\text{地山勾配 (°)} = 180/\pi \times \arctan(H/L)$$

H：横断線の両端点の標高差(m) L：横断線の水平距離(m)



不正値の処理

不正値となっている横断線の一部（樹木等）を
CloudCompare上で除去する手法により補正



測量にかかる労務量の比較

今回の手法と現地測量で、必要な労務量をそれぞれ比較した。

施工場所：富樫県有林（金沢市）

施業内容：皆伐＋再造林 1. 3 2 h a
 森林作業道開設 5 7 8 m

測定内容

- ①準備・片付（飛行計画作成・機器の準備・片付）
- ②現地作業（移動時間、ドローン操縦／測量作業）
- ③データ整理（オルソ化、点群処理、データ処理等）

測量にかかる労務量の比較

項目	作業内容	ドローン測量			現地測量			
		人数 (人)	所要時間 (分)	延べ時間 (分)	人数 (人)	所要時間 (分)	延べ時間 (分)	
1.準備・片付 (内業)	プログラミング	1	45	45	/	/	/	
	測量機器準備	1	5	5	2	10	20	
	測量機器片付け	1	5	5	2	5	10	
2.現地作業 (外業)	移動時間(往復)	2	60	120	3	60	180	
	測量作業	2	10	20	3	110	260	
3.データ処理 (内業)	オルソ化	1	50	50	/	/	/	
	点群データ処理	1	40	40	/	/	/	
	データ整理・とりまとめ	1	10	10	1	40	40	
				外業	140		外業	440
				内業	155		内業	70
				合計	295		合計	510

現地測量と比較して

外業： 約 70% の削減
内業： 約 250% に増加
全体： 約 40% の削減

考察①

点群データで作業道測量をするメリット

○作業道測量＋検査に係る労務の省力化が可能

- ・ 調査箇所の作業道測量では約 4 割の労務省力化
- ・ 現地検査も省略可能
- ・ 施業全体では、省力化の効果はさらに大きい
- ・ 路網全体を 3 D データで俯瞰可能

○測量成果の客観性の向上

- ・ 恣意性が介入しにくい
- ・ 誰がやっても同じ結果になる

今後の課題

○樹木が少ない皆伐等の施工地でしか活用できない

→航空レーザー測量成果の活用を検討

→ドローンによるレーザー測量の普及に期待

○操作方法がやや煩雑

→他のソフトウェアの使用により、作業をさらに簡便にできないかは検証の余地あり

最後に

**来年度の造林補助の申請から、
本手法による森林作業道の測量を可能に・・・？**

**「マニュアルどおりに操作するだけなので、
そんなに難しくない」**

**「造林補助事業の測量成果として認められるなら、
ぜひ導入したい」**

との現場の声もありました。



ご清聴ありがとうございました

