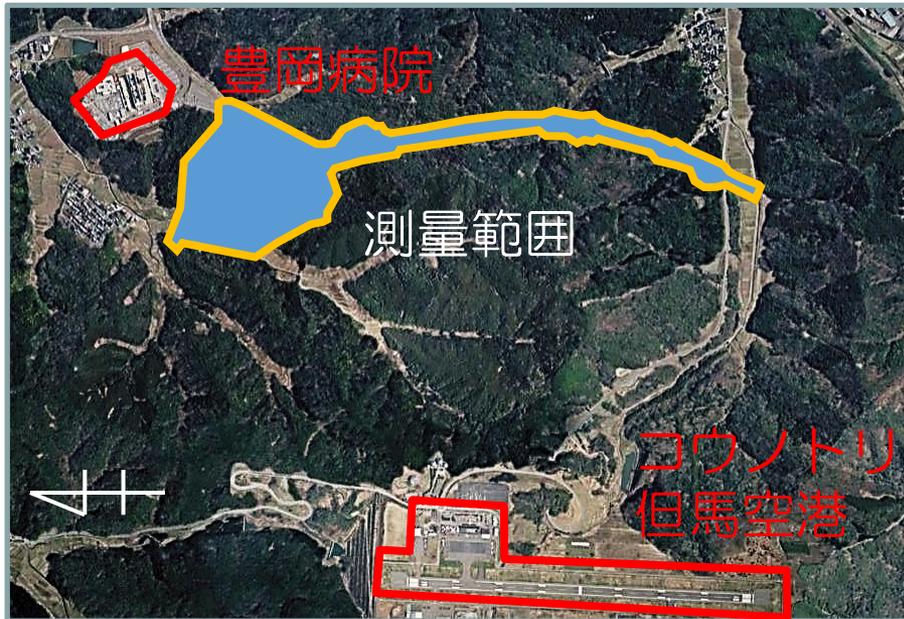


平成30年12月11日
平成30年度土木学会関西支部 技術賞候補発表会

3次元レーザスキャナを搭載した UAVによる地形測量について

国土交通省 近畿地方整備局
豊岡河川国道事務所

1. 背景と測量手法の概要
2. UAVレーザー測量および解析の内容
3. UAVレーザー測量の有用性
4. 地質調査・設計への3次元データ活用
5. まとめ



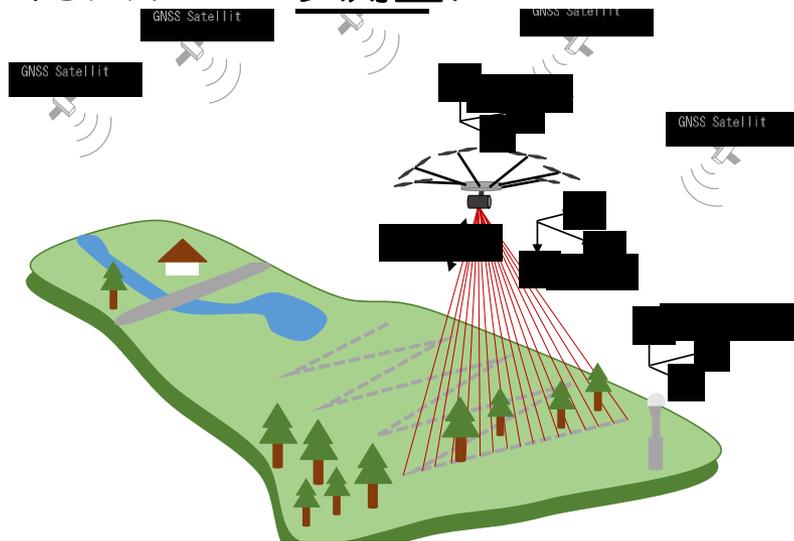
北近畿豊岡自動車道 豊岡道路
⇒平成28年度に事業化
幅杭を決める予備設計
⇒地図情報レベル1000の地形図

＜測量手法 選定条件＞

- ①樹木が生い茂った急峻な山間部
- ②空港及びドクターヘリを運行する病院が近接
- ③短期間で実施可能

⇒UAV写真測量は樹木により地表面のデータを取得不可
⇒地上型レーザー測量は急峻な山間部は不適
⇒航空レーザー測量はドクターヘリとの調整が困難

＜UAVレーザー測量＞



UAVレーザー測量を採用

2. UAVレーザー測量および解析の内容



<レーザーキャナ>

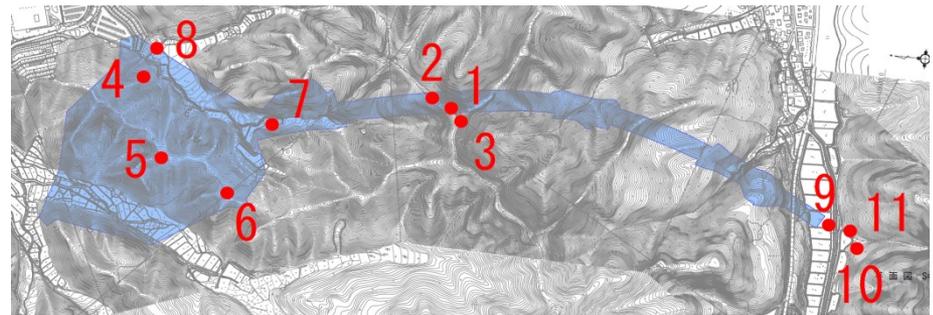
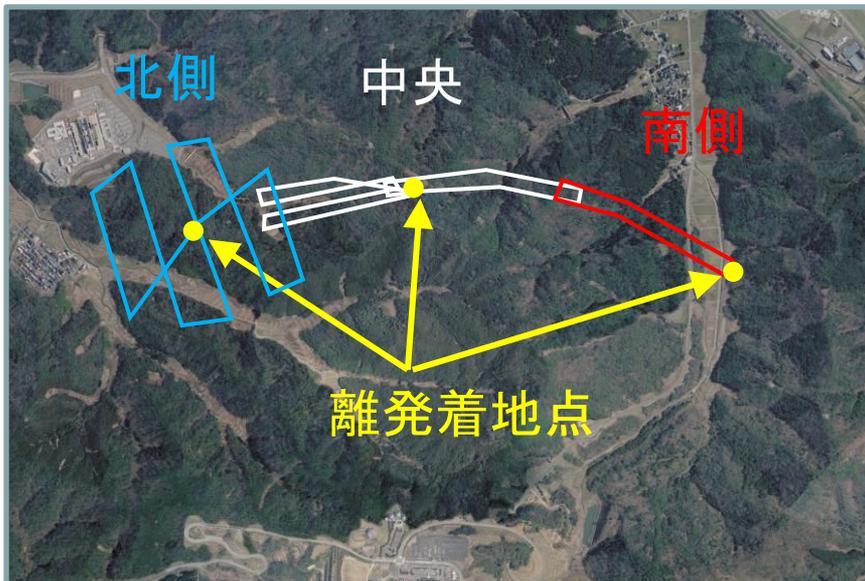
- REIGL社製 (VUX-1)
- 50万測定/秒

<UAV>

- GNSS(衛星測位システム)
- IMU (慣性計測装置)
- 自律航行

<飛行計画>

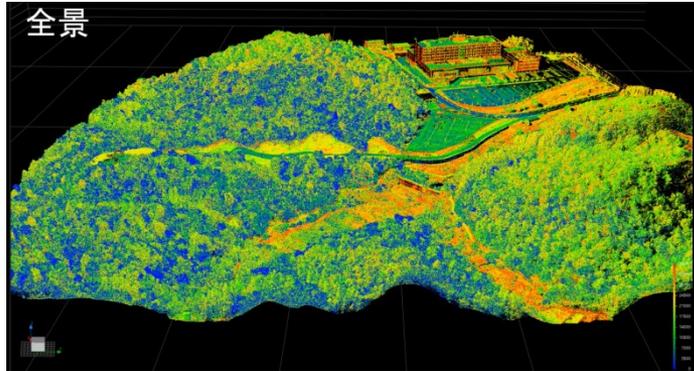
- 測量面積：0.31km²
- 飛行コース：3分割
- 調整用基準点：11点設置



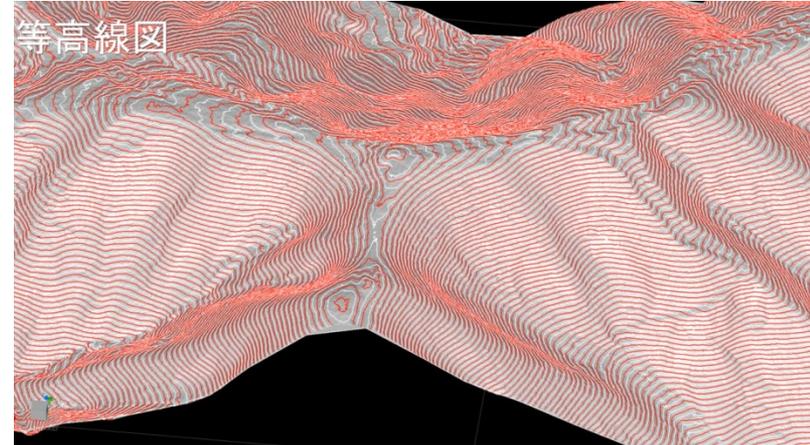
2. UAVレーザー測量および解析の内容

◎点群データの取得～処理

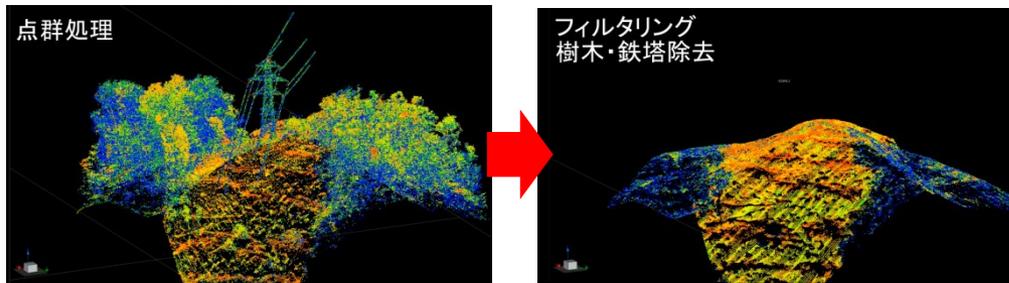
ステップ① 3次元点群データ取得



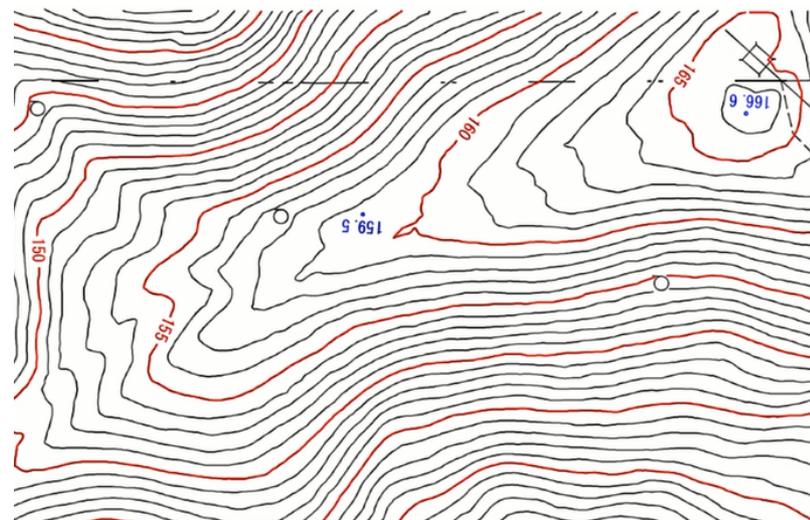
ステップ④ 等高線図作成



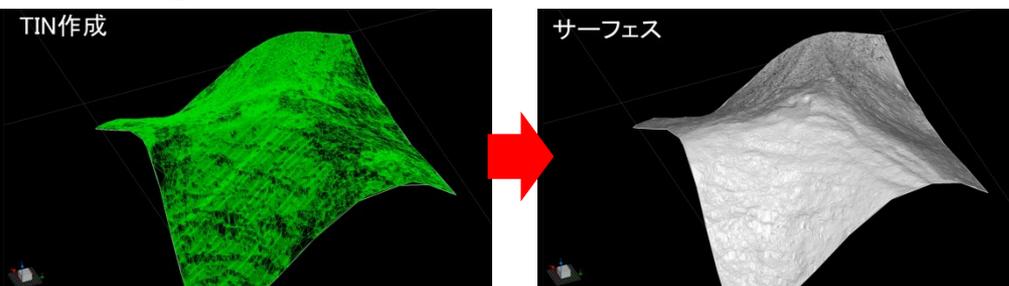
ステップ② フィルタリング処理



ステップ⑤ 数値地形図作成

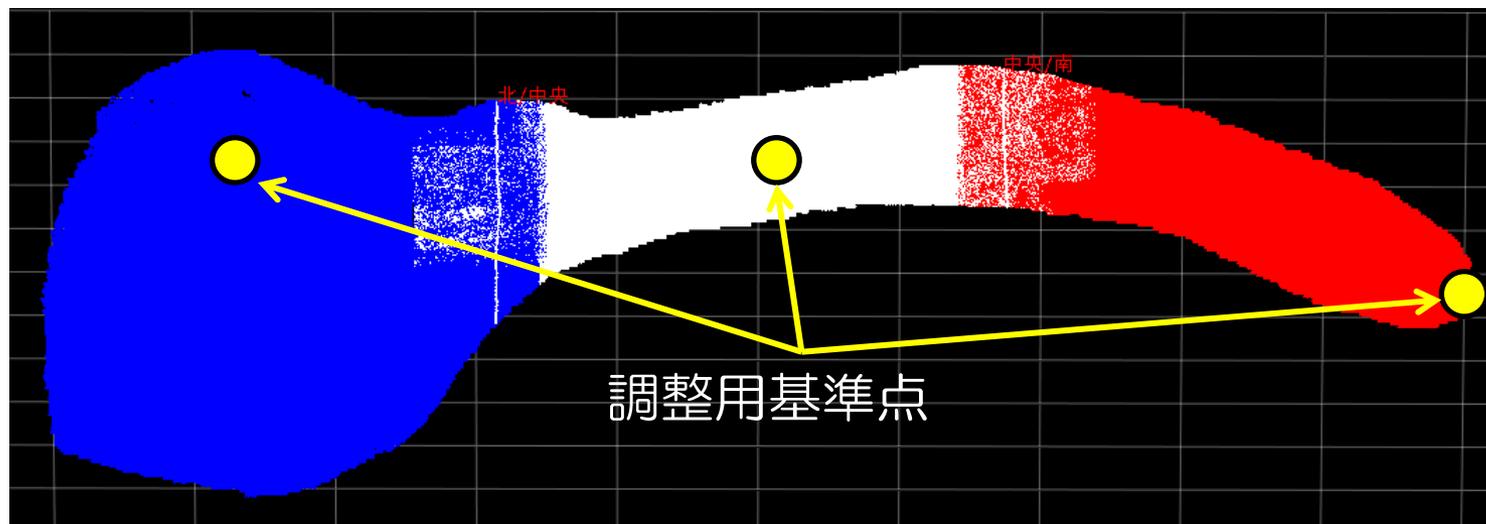


ステップ③ TIN、グラウンド（サーフェス）データ作成



2. UAVレーザー測量および解析の内容

◎3次元点群データの調整（精度の確保）



<留意したポイント>

- 点群を一つに合成後、調整
⇒精度△
- 3つの区間毎に調整
⇒精度◎

<調整用基準点と計測データの較差の比較（地図情報レベル1000）>

水平位置の較差		標高値の較差	
標準偏差	許容値	標準偏差	許容値
0.045m	0.100m	0.044m	0.100m

OK!

1. 背景と測量手法の概要
2. UAVレーザー測量および解析の内容
3. UAVレーザー測量の有用性
4. 地質調査・設計への3次元データ活用
5. まとめ

3. UAVレーザー測量の有用性

◎断面図（横断図）の精度検証

「作業規程の準則 点検測量」
許容値： $5+15\sqrt{L}/100$

No.	標高の較差の平均値	許容範囲
156+20	0.063m	0.172m
157+20	0.094m	0.172m
161+20	0.114m	0.167m
161+60	0.099m	0.177m

TSによる実測と比較

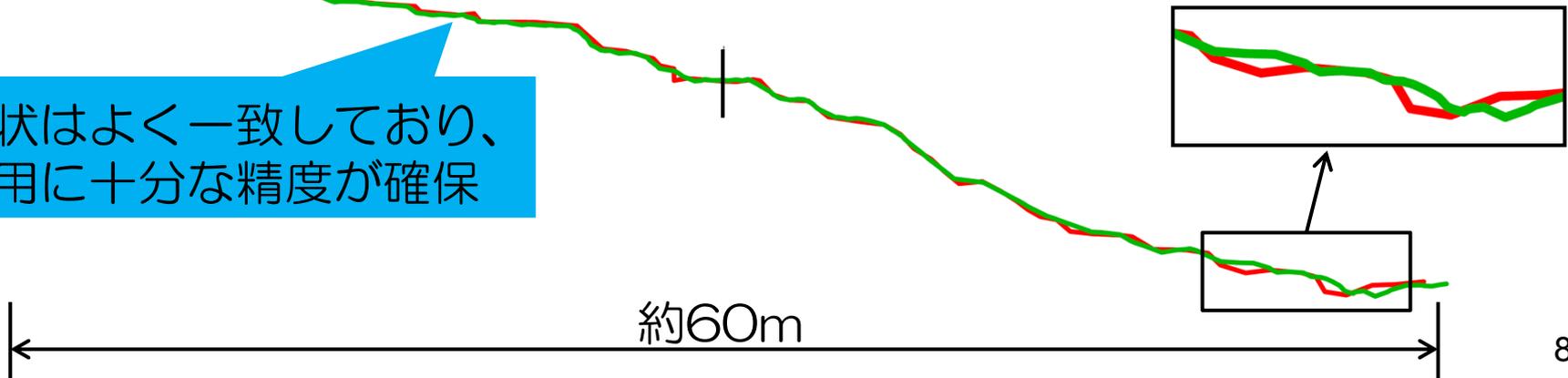


較差の平均値は許容値以下

<No.161+20の横断図の比較>

— UAVレーザー
— TS

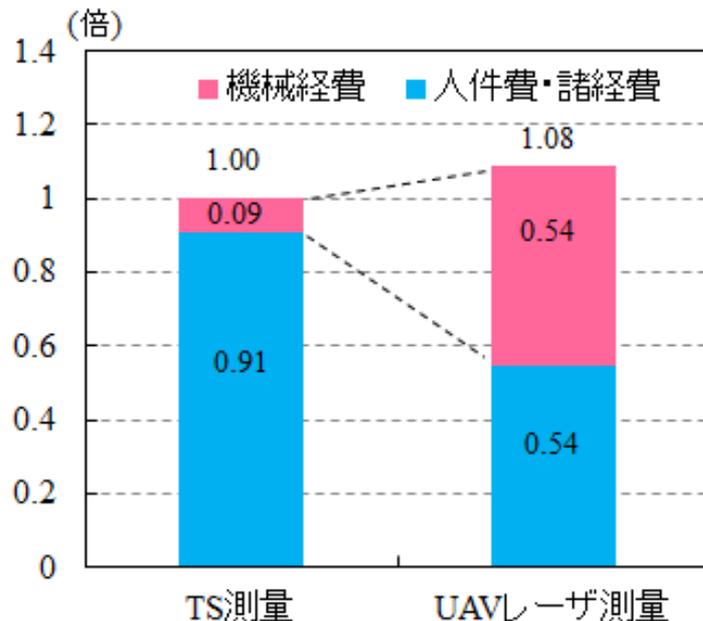
形状はよく一致しており、
実用に十分な精度が確保



3. UAVレーザー測量の有用性

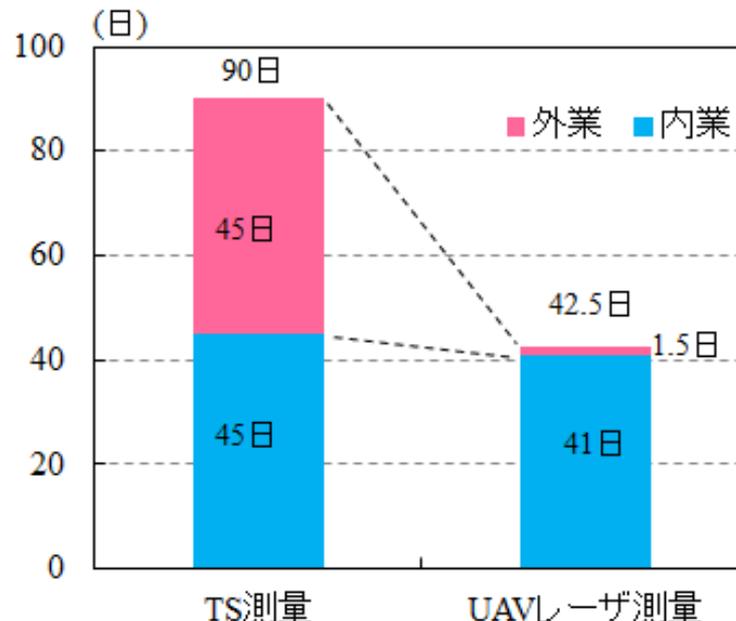
◎コスト・工程の検証

<コストの比較結果>



- 人件費・諸経費は3割減
- 機械経費増でトータルは1割増加

<工程の比較結果>



- 外業が大幅減
- トータルで約半分に

今後、コスト面が改善されていけば、**有用性は高い**
⇒H30.3に**マニュアルが整備**された。

(UAV搭載型レーザーキャナを用いた公共測量マニュアル(案):国土地理院)
⇒**機械の普及によるコストダウンに期待**

3. UAVレーザー測量の有用性

◎UAVレーザー測量の課題

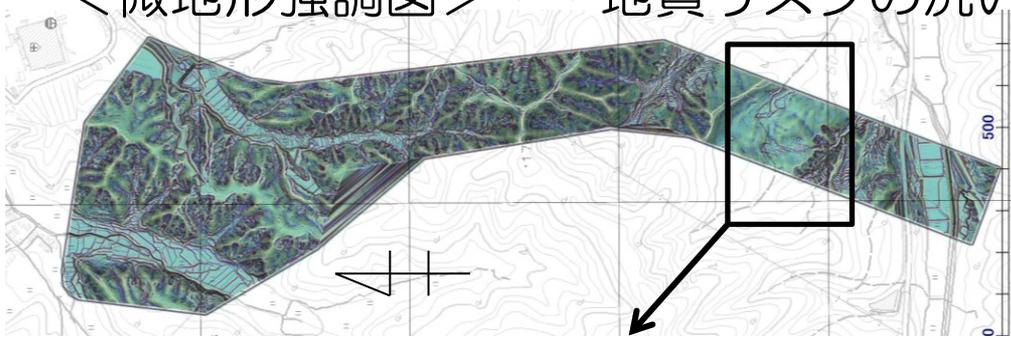
- ①今回、樹木が生い茂った急峻な山間部であったため、UAVレーザー測量を採用し、地図情報レベル1000の要求精度を得られた。しかし現時点では、裸地の場合、UAVレーザー測量より、UAV空中写真測量の方が高精度かつ安価。
⇒現地状況を勘案し、最終的にどのような成果・精度が必要であるかを明確にし、測量手法を決定する必要がある。
- ②3次元データの容量が大
⇒作業や確認には受発注者のどちらも、高性能なPCが必要である。

1. 背景と測量手法の概要
2. UAVレーザ測量および解析の内容
3. UAVレーザ測量の有用性
4. 地質調査・設計への3次元データ活用
5. まとめ

4. 地質調査・設計への3次元データ活用

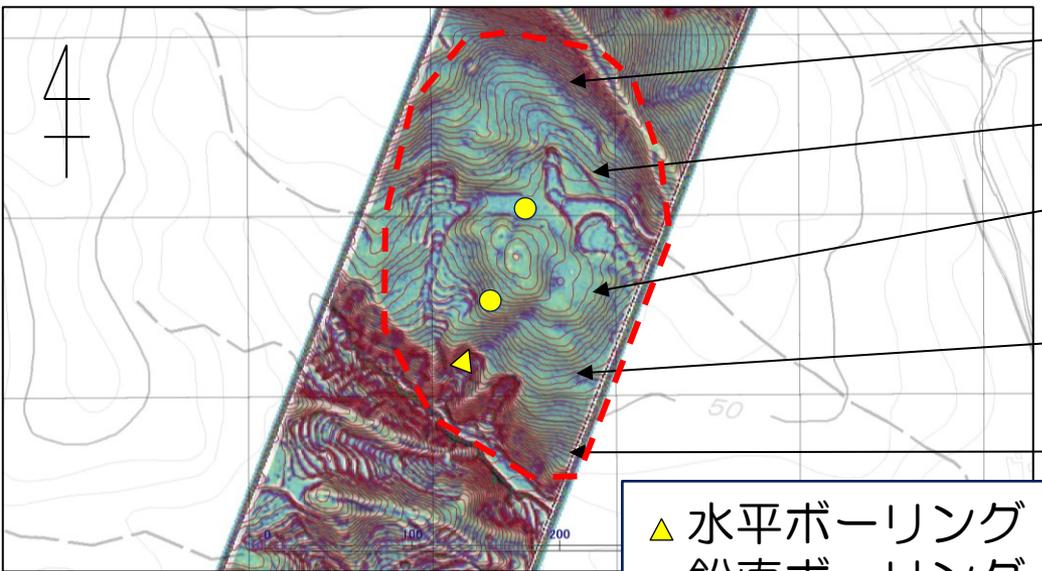
◎調査計画の妥当性が向上（地質調査）

＜微地形強調図＞・・・地質リスクの洗い出し



- ・トンネル坑口の計画位置周辺で地すべり地形の特徴を確認

＜地すべりの特徴の模式図＞



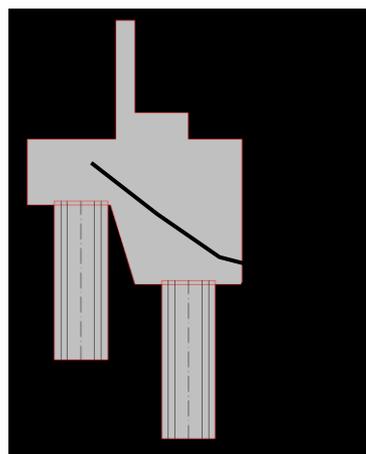
- ▲ 水平ボーリング
- 鉛直ボーリング

地質リスクに応じたボーリング計画を策定できた

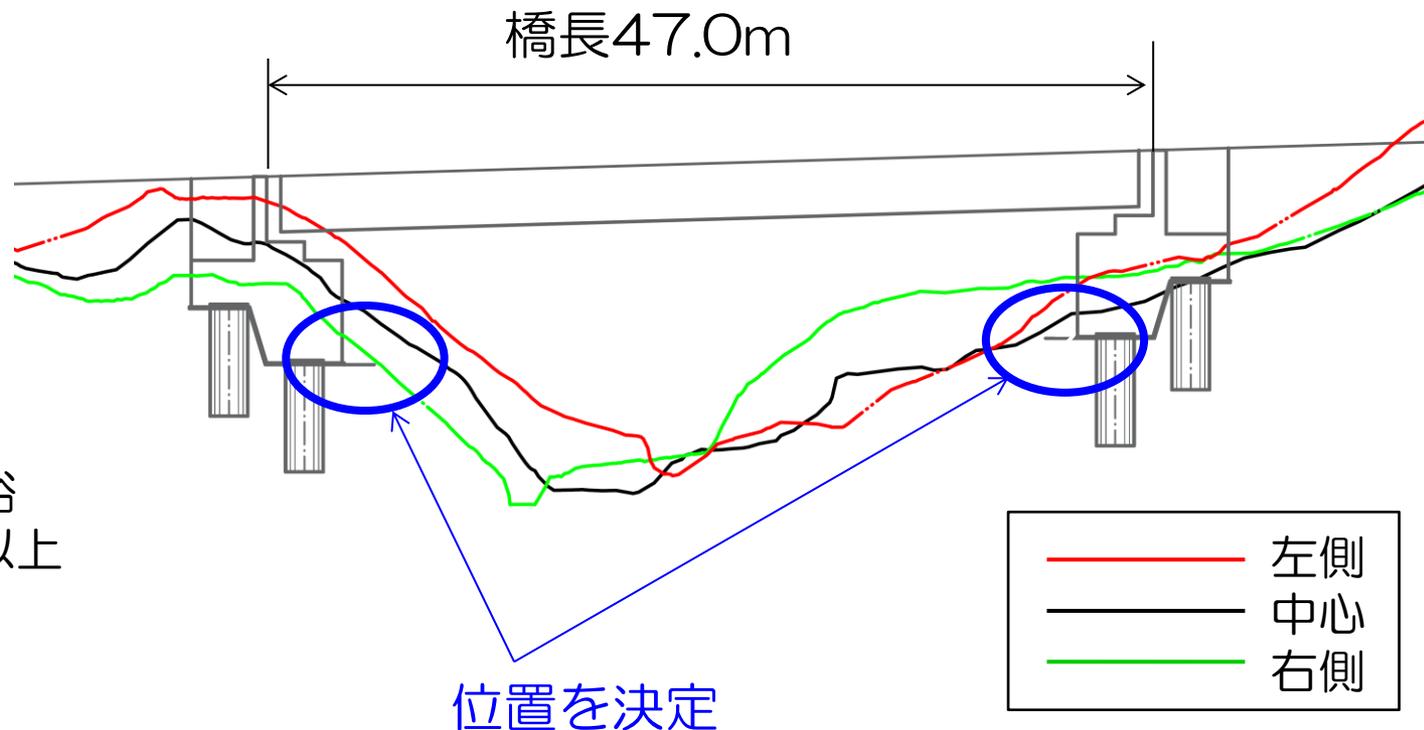
4. 地質調査・設計への3次元データ活用

◎高精度な検討作業及び省力化（設計）

＜橋梁の橋台位置検討＞



余裕
1700以上



- 設計において断面図作成は頻繁に発生

グラウンドデータで簡易に断面図作成
⇒高精度な検討が可能であり、省力化にも繋がる。

4. 地質調査・設計への3次元データ活用

◎数量算出の精度向上

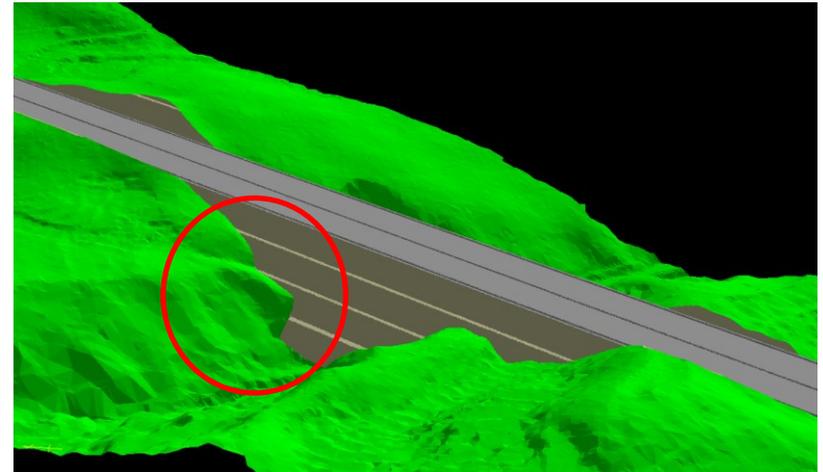
〈延長120mの盛土を想定して試算〉

平均断面法（20mピッチ）

3次元モデル（1mピッチ）



31,700m³



26,800m³



15%減
(※今回の事例)

地形の微細な起伏を加味できれば、数量算出の精度が向上

1. 背景と測量手法の概要
2. UAVレーザ測量および解析の内容
3. UAVレーザ測量の有用性
4. 地質調査・設計への3次元データ活用
5. まとめ

5. まとめ

◎UAVレーザ測量について

- (1) 数値地形図（平面図）は、地図情報レベル1000の要求精度を満たしていた。横断図・縦断図をTS測量と比較した結果、実用に十分であった。
- (2) 従来手法に比べ、コストは1割増加したが、改善の期待が持てるものであり、工程は約半分であった。
- (3) 測量手法の決定においては、現地状況を勘察し、最終的にどのような成果・精度が必要であるかを明確にし、測量手法を決定する必要がある。

◎地質調査・設計について

- (1) 3次元データ活用の効果として、①調査計画の妥当性向上、②検討作業の省力化、③数量算出の精度向上、が確認できた。