

# LiDARを搭載したUAV(VTOL)による臨時点検への活用手法の検討

多治見砂防国道事務所 砂防調査課 西崎涼真

## はじめに

多治見砂防国道事務所では、急峻な地形や崩壊土砂の生産が活発な木曾川水系や、未固結の粘土層や風化しやすい花崗岩が分布する庄内川水系に係る直轄砂防事業を実施しており、これら水系内の渓流では、その地形地質による土砂流出が確認されている。

豪雨や地震発生時には、渓流で発生した土砂流出が、渓流全体の治水能力の低下や、付随施設の機能や性能の劣化などを起こすことがある。このような事象が確認された場合は、渓流・施設状況を把握するために「臨時点検」を実施する。

しかし、豪雨や地震発生後には、さらなる土砂流出などが発生する可能性があるため、点検員の安全確保が長年の課題となっている。

ここで、当事務所ではUAVを用いた施設点検への最先端技術の活用検討と、植生被覆下の堰堤がまとまって分布する渓流における臨時点検へのUAV活用手法の検討を行っている。

本検討では、臨時点検へのUAV活用手法として、LiDAR(レーザー機器)を搭載したUAV(VTOL)の自律飛行による、植生被覆下の堰堤がまとまって分布する渓流の広域一括点検手法を検討・検証するものである。



## 検討の目的と方針

豪雨や地震発生時等における臨時点検の点検手法について、渓流を広域に飛行することで周辺地域の状況を、把握・確認し、被災状況に応じた対応に繋げる。

渓流を広域的に把握するため、長距離飛行可能なVTOL(垂直離着陸機)を用いた点検手法を検証する。また、操縦者の手腕に左右されないよう、自律飛行を活用した点検手法とする。

## 点検手法の検討

### ①検討方法

本実証試験では、臨時点検を想定した複数の渓流に位置する砂防施設において、LTE通信を活用することで長距離飛行が可能なVTOL機体にレーザースキャナーを搭載する広域一括点検手法を検証。

### ②点検対象渓流の選定

#### 選定条件

- ・飛行ルートを監視可能な範囲(安全確保)
- ・直近で航空レーザー測量を行った範囲内(本検証データの精度確認のため)
- ・複数施設をもつ渓流で、その他渓流や施設が密集している箇所



土岐市総合公園 付近(岐阜県東濃地域)

- ・対象施設数：12施設
- ・渓流数：3渓流

### ③UAVの選定

#### 選定条件

- ・VTOL機器かつ自律飛行可能
- ・長距離飛行可能
- ・日本製



#### エアロウィング (エアロセンス社製)

- ・最大伝送距離：50km (LTE回線※環境下)
- ・生産国：日本製
- ・機動性：最高速度100km/h
- ・飛行可能時間：40分
- ・最大積載可能重量：1kg

※無線を利用した携帯電話用の通信規格のひとつであり、基地局より発せられる電波を用いた回線のこと

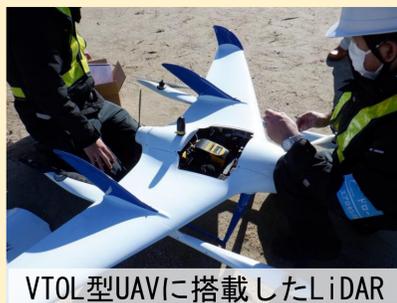
### ④実証試験計画

#### 点検(計測)機器

VTOL機体に搭載したLiDAR(レーザー機器)を活用することで、スキャナーから照射されたレーザーによって対象物の空間情報を把握する。



スキャナー	Livox AVIA
波長	905 nm
精度 <sup>①</sup>	2.5 cm
正確度 <sup>②</sup>	3.0 cm
スキャナー視野角	70.4°
ショット数/秒	240k
エコー数/ショット	3まで
GNSS-Inertialソリューションズ	Applanix APX-15 UAV

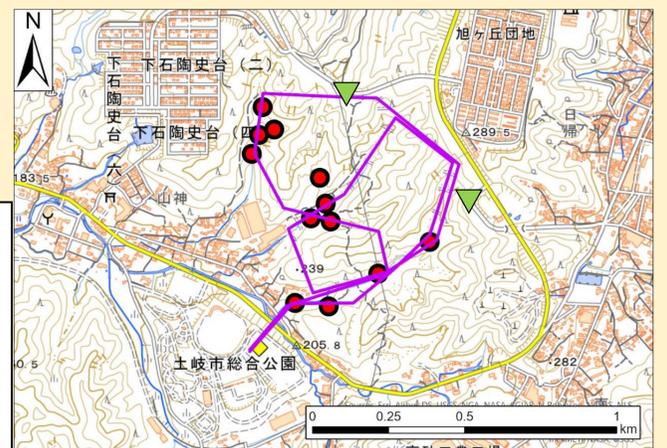


#### 飛行条件

1. 目視内での自律飛行(レベル2飛行)で実証試験(緊急時を除き、手動操作は行わない)
2. 総飛行距離：7.4km (飛行時間約：7分30秒)  
最大飛行範囲：約1km<sup>2</sup>(目視内)
3. 水平飛行開始後と終了前に8の字飛行を実施(機器校正のため)
4. 旋回部分等については機体監視のための監視員を配置

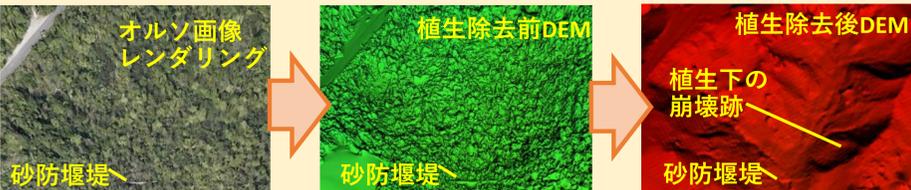
飛行ルート図→  
飛行ルート下の地形データを取得

- 凡例
- ▲ 監視員
  - 飛行ルート
  - ◆ 離発着地点
  - 対象施設



#### 使用技術

スキャナーから照射されたレーザーにより、植生下の点群を処理することで、植生下の地形状況を把握する。



# 検討結果

## ■レーザー (LiDAR) によって作成した地形モデル

### ■VTOLにより作成した地形モデル

レーザー (LiDAR) により取得した点群データから作成した地形モデルは、レーザーにより取得した点群の中から、樹木を除去した地表のみの地形モデル (DTM) を作成した。作成した地形モデルは1mメッシュである。

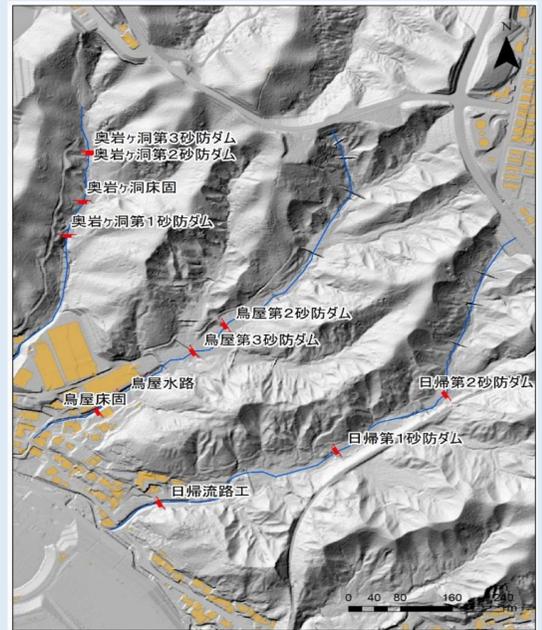


※ぼかし箇所は飛行ルート外

### ■比較対象の地形モデル(令和元年度時点)

比較する地形モデルとして、令和元年度の多治見砂防管内航空レーザー測量成果におけるLP※データから樹木を除去した地表のみの地形モデルを作成した。

作成した地形モデルは1mメッシュである。



※レーザプロファイラの略称。航空機に搭載したレーザーキャナーにより高精度の地形地質データを取得する測量方法のこと

## ■地形モデルより縦横断図を作成・検証

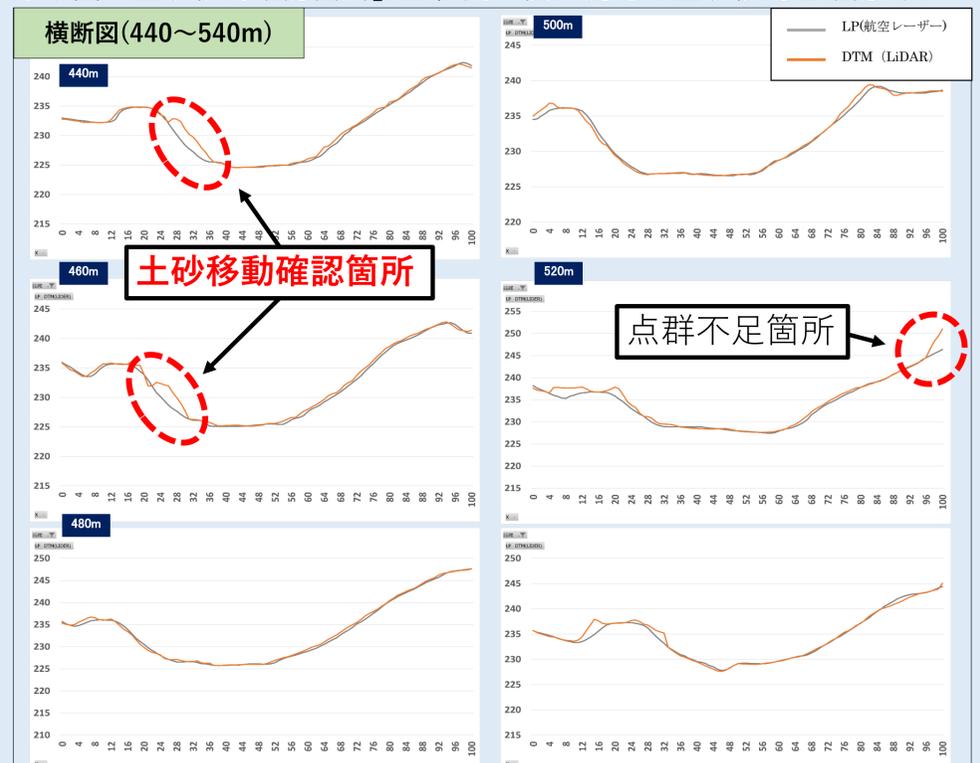
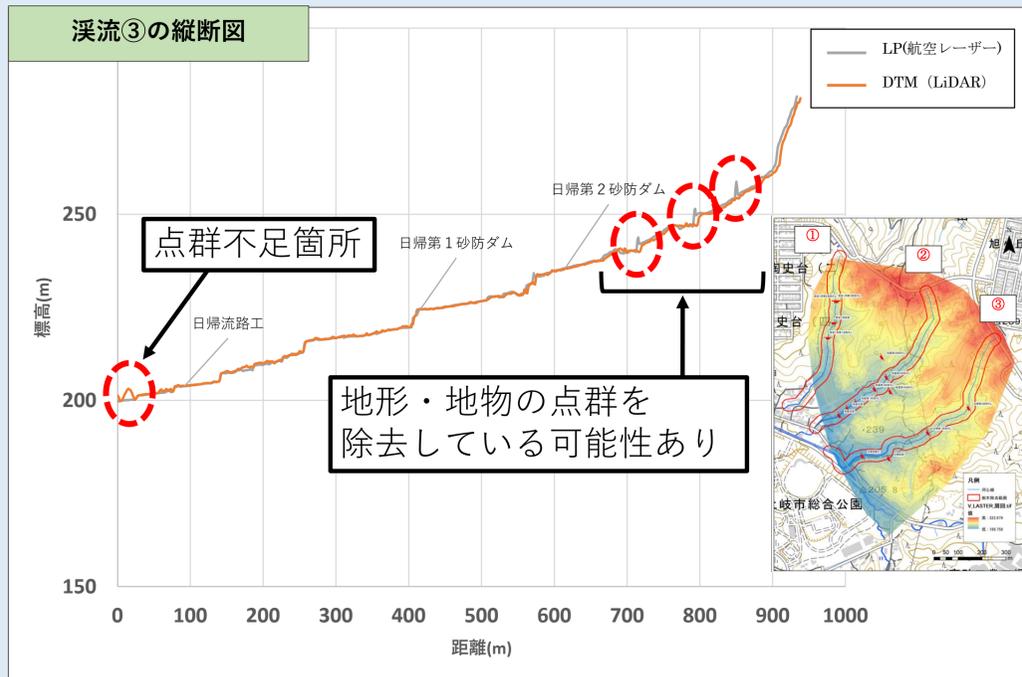
### 【縦断図】

- ・地形モデルとしては、一部形状の差は確認されるが、標高等を含め概ね一致する傾向が確認された。
- ・形状の差については、樹木除去の際に地形・地物も一緒に除去している可能性がある。
- ・VTOLレーザー (LiDAR) の機能として、点群が不足する範囲は、地形モデルを作成する際の処理として、周囲の点群を結ぶように機械的に地形が内挿されるため、多少の異常値は確認されるが、河道や砂防施設範囲外の比較対象外の範囲である。

### 【横断図】

- ・点検対象とする砂防施設、河道上の地形については、LPとの重ね合わせによって地形形状の変化や土砂移動状況が概ね把握可能である傾向が確認された。
- ・縦断図同様、点群が不足する (少ない) 範囲は多少の異常値は確認されるが、河道や砂防施設範囲外の比較対象外の範囲である。

※下図「土砂移動確認箇所」は、調査後に現地で土砂移動を確認済み



## 考察と課題

- レーザー機器を搭載したVTOL機体の自律飛行は、複数の溪流を短時間で飛行することが可能であり、施設に直接影響を与える周辺地域の状況を把握する点において、有人機LPデータとほぼ同等な地形データを得られたことから、広域一括点検手法として立証できた。
- 作成した点群データから植生を除去することで、植生下の土砂堆積状況や周辺の地形の大きな変化を捉えることができる。
- 植生下の砂防施設の位置・堤高をおおまかに得られるため、堤体の大きな変状を捉えられる。
- 飛行ルート外や峰筋付近は点群数が著しく少なくなるので、VTOLの飛行高度では有人機LPに比べ、地形データ作成範囲が狭い。
- 非LTE回線環境下では、自律飛行中の不具合に操作対応ができず、安全管理上の課題がありUAVの長距離飛行はできない。