

# 写真計測技術を活用した斜面点検手法

国立研究開発法人 土木研究所

寒地土木研究所 防災地質チーム

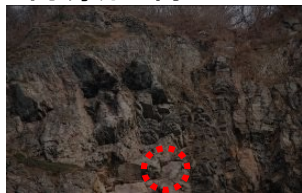
上席研究員 <sup>あぐい</sup> 日外 勝仁

# 写真計測技術を活用した斜面点検手法とは？

- UAV(ドローン)撮影した斜面の点検写真を**背景差分法**を用いて以前の写真と比較し、**変化箇所を抽出**する方法

## <背景差分法とは？>

背景画像(H18.11)



評価画像(H19.11)



色調補正



ソフトウェアによっては、レンズによる歪みも補正して変形される



無変化箇所は黒く、変化箇所が白く表示される

落石の発生により色合いの変わった箇所が視認し易くなっている。

## UAV・背景差分法を用いる効果

- 地上から見通せない**高い所で発生**した変状の把握も可能。
  - 目視では見落とされがちとなる**小さな変状**の把握も可能。
  - UAVのプログラム撮影により、複数の箇所を**毎回同じ構図で自動撮影**でき、**省力化**になる。
- ↓
- 地上に落ちた石の存在から落石発生を認識するのではなく、斜面上の**発生源を直接評価**でき、落石跡を漏れなく拾い出せる。

# 社会実装に向けた課題 & 解決に向けた取り組み

## 課題

**背景差分法**は従来固定カメラ画像を対象とした技術であり、比較する上で**図郭が一致**するように、**同じカメラで同じ位置・角度から撮影**する必要がある。また、**異なるUAV(カメラ)**で撮影すると、前回撮影時と写真の**図郭は同じにはならない**。

[**同じUAV(カメラ)**で撮影する場合] ~ **同じ位置・角度から撮影**するために~

- ・測位精度が悪いと、撮影位置がズレて、背景差分抽出ができない場合がある。
  - ⇒ 以前の写真と見比べながら、手作業で図郭を調整した撮影が必要
  - ⇒ **RTK測位対応のUAV**であれば、ズレは±10cm程度に収まり、問題は無い

[**測位状況が悪い**など、座標プログラムによる**自動撮影の位置が大きくズれる場合**]

[**異なるUAV(カメラ)**で撮影する場合]

- ・撮影位置や撮影機材の違いによるゆがみの生じない「オルソ画像」への変換  
自由な位置・角度から撮影した複数の写真を**SfM解析**し、対象となる斜面の3次元形状を把握した上で、投影方向を固定した**オルソ画像に変換**する

異なる2時期の撮影写真やオルソ画像の背景差分解析から変化箇所を抽出

# 写真計測技術を活用した斜面点検マニュアル(案)

## 【変状把握】 背景差分法

写真計測技術を活用した  
斜面点検マニュアル (案)

令和 6 年 7 月

国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所  
寒地基礎技術研究グループ 防災地質チーム

寒地土木研究所  
防災地質チーム  
のHPからDLできます

URL: <http://chishitsu.cri.go.jp/soft.html> (2024.7.22)

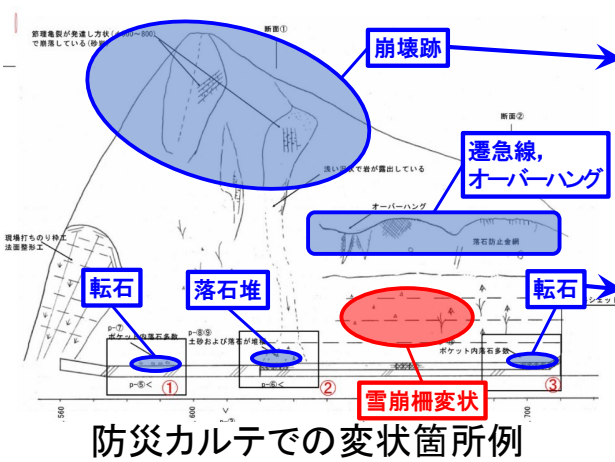
## 目 次

1. 総則.....	1	4.5. 空中写真の撮影.....	46
1.1. 本マニュアルの構成.....	1	4.5.1. 飛行計画の登録.....	46
1.2. 背景差分法の概要.....	2	4.5.2. カメラの設定.....	47
2. 点検計画.....	4	4.5.3. テスト飛行.....	50
2.1. 点検箇所の抽出.....	5	4.5.4. フェイルセーフ.....	50
2.2. 点検ポイントの選定.....	7	4.5.5. 飛行高度・撮影アングルの手動補正.....	51
3. 地上写真編.....	8	4.5.6. 撮影コースの記録.....	51
3.1. 地上写真編の概要.....	8	4.6. 空中写真を用いた背景差分法の実施方法.....	54
3.2. 地上写真の撮影方法.....	9	4.6.1. 空中写真を用いた背景差分法の手順.....	54
3.2.1. 地上写真の撮影手順.....	9	4.6.2. 空中写真の図郭補正方法.....	55
3.2.2. 写真に必要とされる精度の設定.....	10	4.6.3. 空中写真の色調補正方法.....	64
3.2.3. 撮影の記録.....	11	5. 背景差分画像の解釈と記録.....	70
3.2.4. 撮影方法.....	12	5.1. 背景差分画像の解釈.....	70
3.2.5. 撮影地点の設定(斜面編).....	17	5.2. 差分検出結果の記録.....	83
3.2.6. 撮影地点の設定(構造物編).....	21	6. 参考資料撮影計画例.....	86
3.3. 地上写真を用いた背景差分法の実施方法.....	24	6.1. A 地区.....	86
3.3.1. 地上写真を用いた背景差分法の手順.....	24	6.1.1. 事前机上準備.....	86
3.3.2. 地上写真を用いた背景差分の方法.....	25	6.1.2. 現地踏査.....	93
4. UAVによる空中写真編.....	26	6.1.3. 写真撮影.....	95
4.1. UAVによる空中写真編の概要.....	26	6.1.4. 点検結果.....	98
4.2. 空中写真の撮影準備の流れ.....	27	6.2. B 地区.....	111
4.3. 事前机上準備.....	28	6.2.1. 事前机上準備.....	111
4.3.1. 点検箇所の抽出.....	28	6.2.2. 現地踏査.....	113
4.3.2. 撮影条件・周辺状況・法規制の確認.....	28	6.2.3. 写真撮影.....	116
4.3.3. 撮影諸元の決定.....	30	6.2.4. 点検結果.....	116
4.3.4. 機材の選定.....	39	6.3. C 地区.....	118
4.4. 現地踏査.....	41	6.3.1. 事前机上準備.....	118
		6.3.2. 現地踏査.....	124
		6.3.3. 写真撮影.....	127
		6.3.4. 点検結果.....	129



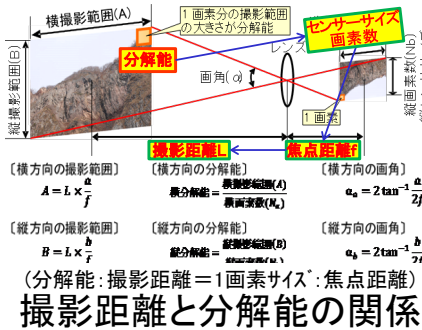
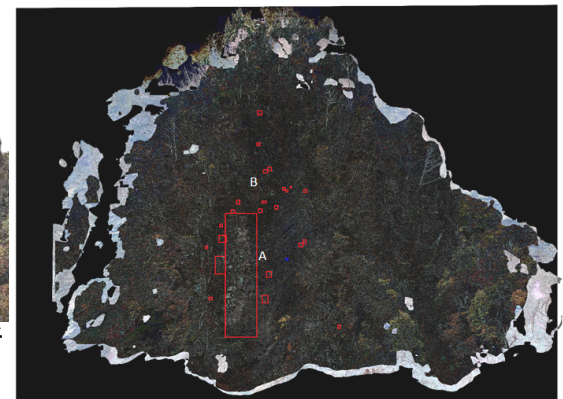
# 防災カルテ点検箇所における試行例[落石・岩盤崩壊]

詳細は  
展示で



差分画像						種別	オルソ
路線名	距離標	管理番号	撮影距離	緯度			
地区	地点名		70 m	経度			
機体	DJI社製 Phantom4RTK	カメラ	DJI社製 FC6310	地表高度	74 m		
最大解像度	5472 3648	センサーサイズ	1型 13.2 mm 8.8 mm	焦点距離	9 mm (23.9 mm)		
撮影解像度	5472 3648	分解能	1.88 cm	撮影範囲	103 m 68 m	画像方向	水平
撮影日	2022/11/16			撮影日	2023/10/24		
ファイル名   100_0544_0025~0029.JPG				ファイル名   102_0914_0025~0029.JPG			
				撮の再移動			

背景差分画像(オルソ画像)



UAVカメラの諸元

UAV: DJI Phantom4RTK

焦点距離8.8mm

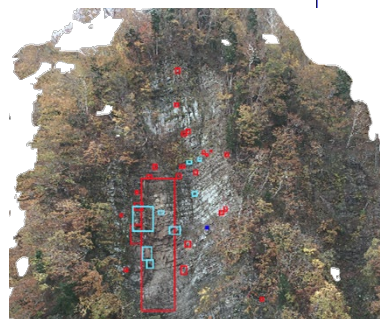
センサーサイズ13.2×8.8mm

解像度(5472×3648)

センサ1画素のサイズ

0.00241mm (≒13.2mm/5472)

撮影距離の算出



2023~2025の変状発生箇所

露岩部 水平  $\phi 50\text{cm}$  ←3~10画素で捉える

・最低分解能 17cm (≒50cm/3画素)

・撮影距離は620m以下 (≒0.17m × 8.8mm/0.00241mm)

・理想分解能 5cm (≒50cm/10画素)

・撮影距離は180m以下 (≒0.05m × 8.8mm/0.00241mm)

擁壁背面 鉛直  $\phi 10\text{cm}$  ←3~10画素で捉える

・最低分解能 3cm (≒10cm/3画素)

・撮影距離は110m以下 (≒0.03m × 8.8mm/0.00241mm)

・理想分解能 1cm (≒10cm/10画素)

・撮影距離は37m以下 (≒0.01m × 8.8mm/0.00241mm)

形状差分であるヒートマップでは捉えづらい薄い崩壊も捕捉

地上からは見えない小さな変化(落石跡)も数多捕捉

UAV撮影計画の立案