

森林分野における リモートセンシング技術の活用

長野県林業総合センター
戸田 堅一郎

2017.10.19

自己紹介

戸田 堅一郎

【所属】 長野県林業総合センター

【経歴】

平成9年～ 長野県林務部職員

(業務内容) 林道・治山事業の計画、測量、設計など

平成21年～ 長野県林業総合センターに配属

- (課題) ・山地災害危険地の抽出技術の開発
- ・CS立体図の開発と災害発生危険地形の判読
- ・ドローンを用いた地形計測

森林分野におけるリモートセンシング技術の活用体系

【計測・解析技術の発達】

センサーの種類

- ・受動方式（太陽光等の反射波を計測）
光学センサー（RGB, 近赤外線など）
- ・能動方式（自機が発した光線の反射波を計測）
レーザー（短波長）、レーダー（長波長）

プラットフォームの種類

人工衛星

- ・画像データ
- ・近赤外線
- ・SAR



航空機

- ・空中写真
- ・近赤外線
- ・航空レーザー
- ・SAR



ドローン

- ・写真
- ・レーザー



地上

- ・地上レーザー
- ・写真



解析ソフト



SfM
ステレオ画像から3Dモデル、オルソ画像、点群データ等作成

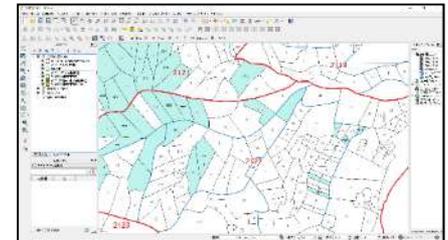
画像解析
・樹種自動判別
・樹頂点抽出
・地形判読など

点群データ解析
・点群データから、
DSM, DEM作成
・樹形解析

干渉SAR解析

【現場活用技術の普及】

GISの普及



- ・オープンソースGISの活用
- ・WebGISの活用

モバイルツール



- ・スマートフォンを活用
- ・森林内で使用可
- ・GPS機能でナビゲーション
- ・位置情報付き写真撮影
（現場情報の収集）

長野県飯山市で発生した 大規模崩壊での事例紹介





ドローンで撮影した土砂崩落の現場。山肌がえぐれている(飯山市提供)



住民「長丁場なのか」

飯山市飯山の井出川流域で発生した土砂崩落に伴い、20日午前10時、飯山市中山地区活性化センターで、崩落した地区を確認する住民説明会が開かれた。説明会には、崩落した地区の住民ら約30人が参加した。説明会では、崩落した地区の状況や、避難場所の確保などについて説明された。住民らは、説明会を通じて、崩落した地区の状況や、避難場所の確保などについて説明された。住民らは、説明会を通じて、崩落した地区の状況や、避難場所の確保などについて説明された。

飯山の山腹幅150m崩落
市が対策本部 26人避難勧告

飯山市飯山の井出川流域の山腹が幅約150m、長さ約500mにわたって崩落したことが20日、分かった。市は同日午後7時、災害対策本部を設け、午後7時、崩落地の下流に位置する桑名川地区の一部民家に土砂崩の恐れがあるとして、10世帯26人に避難勧告を出した。県とともに、県の警戒を強めている。

市や県北信建設事務所によると、土砂崩落は19日早朝に発生したとみられ、崩落規模は約60万立方メートル。20日夜、水が濁るなどし、桑名川地区



で農用水が使えなくなっている。19日午前7時50分すぎ、地区住民から出川と千曲川の水が茶色い市へ連絡が入った。市と同事務所の職員が現場へ駆けつけ、崩落地を確認。一時、井出川と出川合流地点上流の橋の付近が土砂や流木でせき止められたが、建設業者が取り除いた。桑名川砂防ダムにも土砂がたまっており、県や市は崩落した地区の状況を把握し、21日以降、監視力を高めるなど、雨計しを厳しくしている。21日午後、住民説明会を開き、崩落した地区の状況や、避難場所の確保などについて説明された。住民らは、説明会を通じて、崩落した地区の状況や、避難場所の確保などについて説明された。

飯山市 Webページより

- 発生日時
平成29年5月19日(金) 早朝
- 発生場所
飯山市大字照岡字大どう
井出川流域
- 崩落規模
幅：約150m 長さ：約500m

融雪による崩壊

技術紹介①

ドローン



- ・空中から写真や動画撮影可能(高度150Mまで)
- ・レーザー測量を搭載した機種もあり
- ・災害直後の危険な現場も調査可能
- ・安価(数万円～数十万円)
- ・何度でも飛行可能 → 時系列調査

森林分野におけるリモートセンシング技術の活用体系

【計測・解析技術の発達】

センサーの種類

- ・受動方式（太陽光等の反射波を計測）
光学センサー（RGB,近赤外線など）
- ・能動方式（自機が発した光線の反射波を計測）
レーザー（短波長）、レーダー（長波長）

プラットフォームの種類

人工衛星

- ・画像データ
- ・近赤外線
- ・SAR



航空機

- ・空中写真
- ・近赤外線
- ・航空レーザー
- ・SAR



ドローン

- ・写真
- ・レーザー



地上

- ・地上レーザー
- ・写真



解析ソフト



SfM
ステレオ画像から3Dモデル、オルソ画像、点群データ等作成

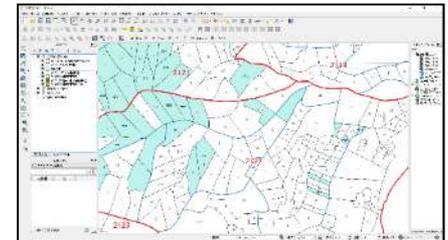
画像解析
・樹種自動判別
・樹頂点抽出
・地形判読など

点群データ解析
・点群データから、
DSM,DEM作成
・樹形解析

干渉SAR解析

【現場活用技術の普及】

GISの普及



- ・オープンソースGISの活用
- ・WebGISの活用

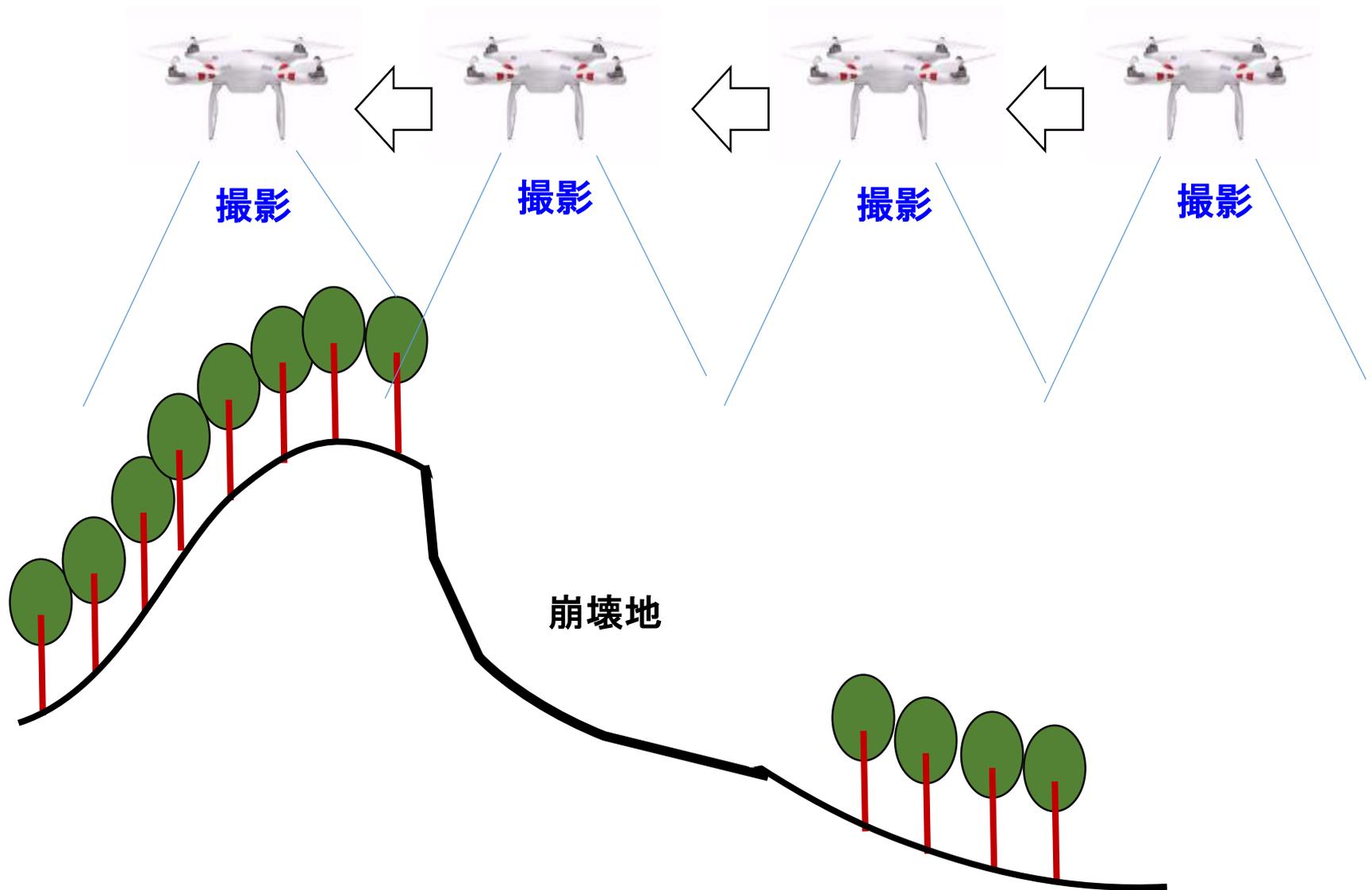
モバイルツール

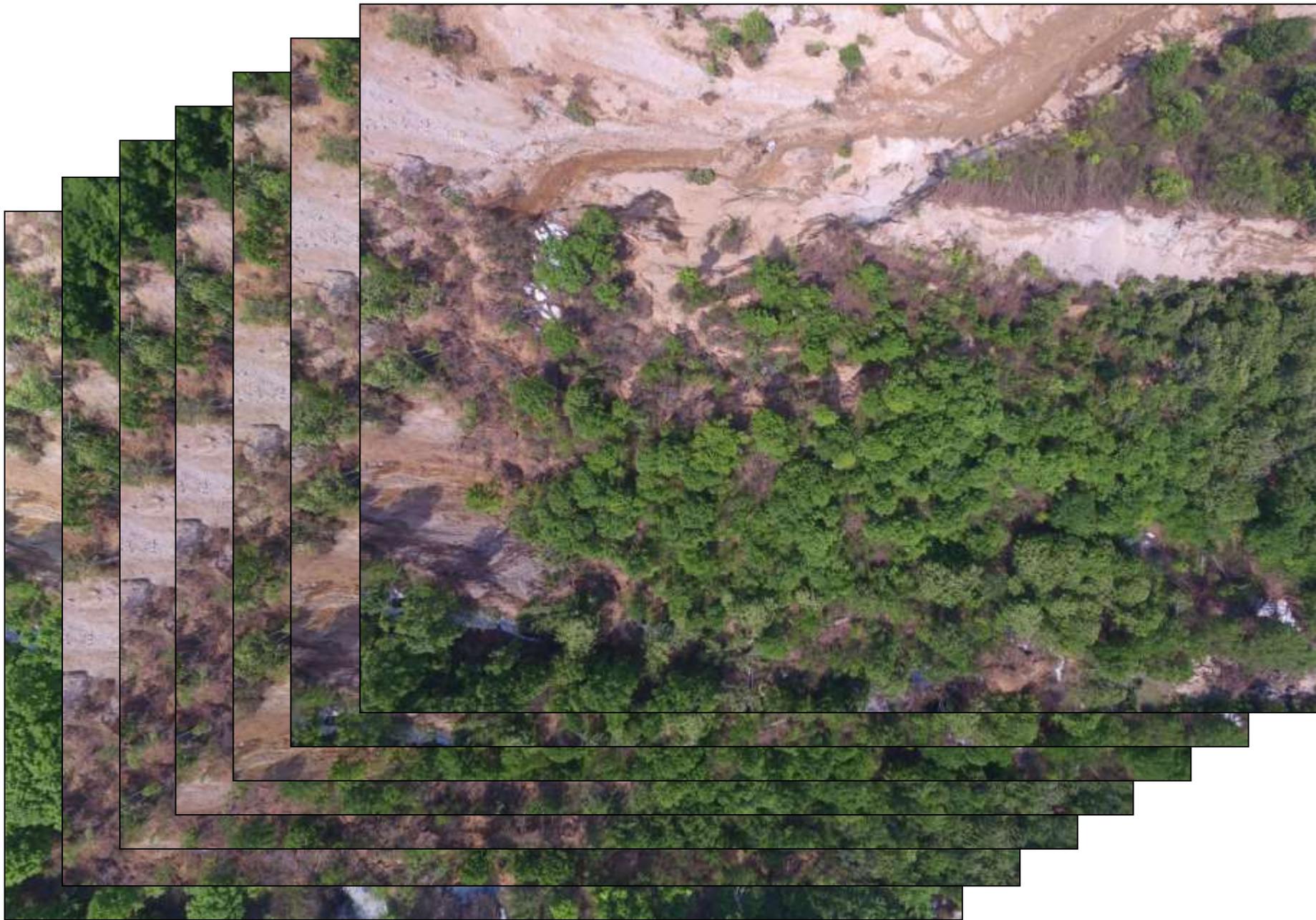


- ・スマートフォンを活用
- ・森林内で使用可
- ・GPS機能でナビゲーション
- ・位置情報付き写真撮影
(現場情報の収集)

ドローン写真

- ・移動しながら写真をインターバル撮影
- ・オーバーラップ率60%以上





H29.5.23撮影

ドローン撮影の長所

- ・地上から見ることができない角度から写真撮影可能
- ・踏査困難な危険な場所でも可能
- ・安価、迅速、何度でも行える

技術紹介②

SfM

(Structure from Motion)

複数の写真画像から3Dモデルを作製する技術

森林分野におけるリモートセンシング技術の活用体系

【計測・解析技術の発達】

センサーの種類

- ・受動方式（太陽光等の反射波を計測）
光学センサー（RGB,近赤外線など）
- ・能動方式（自機が発した光線の反射波を計測）
レーザー（短波長）、レーダー（長波長）

プラットフォームの種類

人工衛星

- ・画像データ
- ・近赤外線
- ・SAR



航空機

- ・空中写真
- ・近赤外線
- ・航空レーザー
- ・SAR



ドローン

- ・写真
- ・レーザー



地上

- ・地上レーザー
- ・写真



解析ソフト



SfM

ステレオ画像から3Dモデル、オルソ画像、点群データ等作成

画像解析

- ・樹種自動判別
- ・樹頂点抽出
- ・地形判読など

点群データ解析

- ・点群データから、DSM,DEM作成
- ・樹形解析

干渉SAR解析

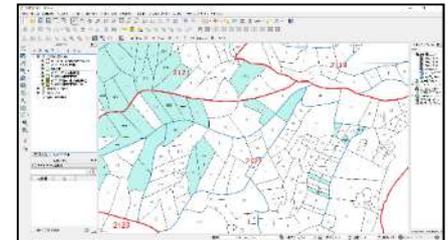
高い

視点の高度

低い

【現場活用技術の普及】

GISの普及



- ・オープンソースGISの活用
- ・WebGISの活用

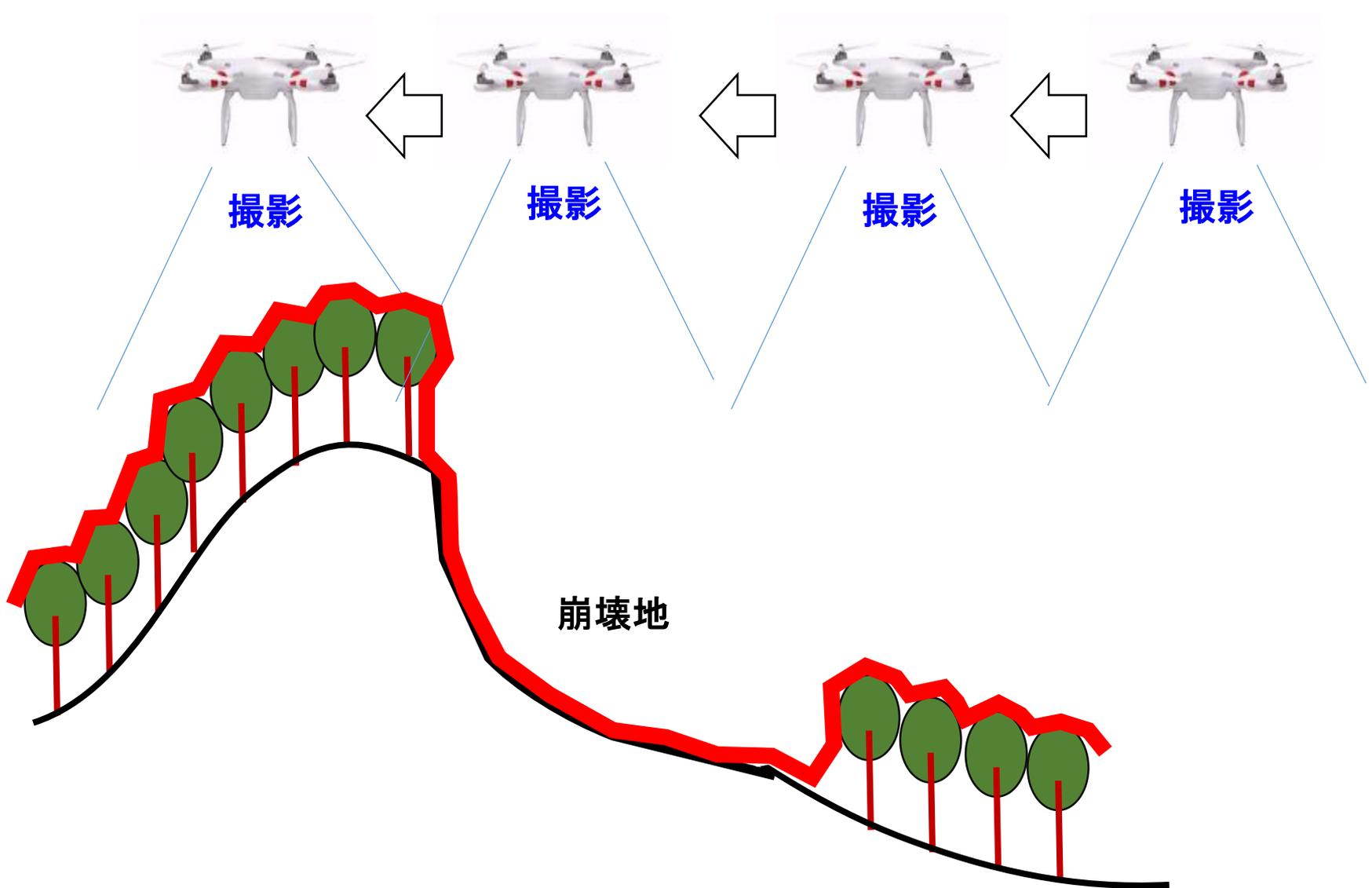
モバイルツール



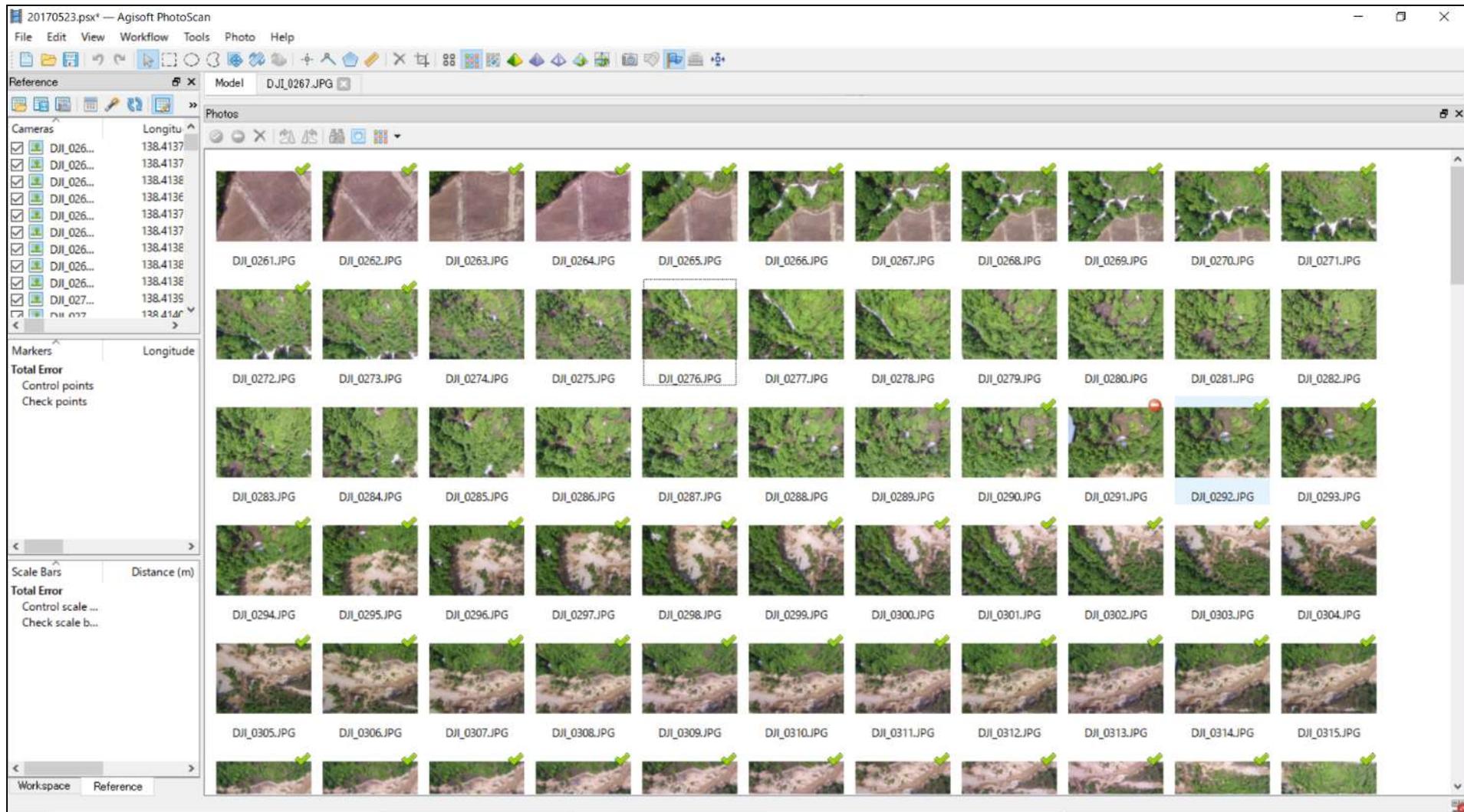
- ・スマートフォンを活用
- ・森林内で使用可
- ・GPS機能でナビゲーション
- ・位置情報付き写真撮影（現場情報の収集）

SfMの模式図

複数の写真画像から3Dモデルを作製する技術

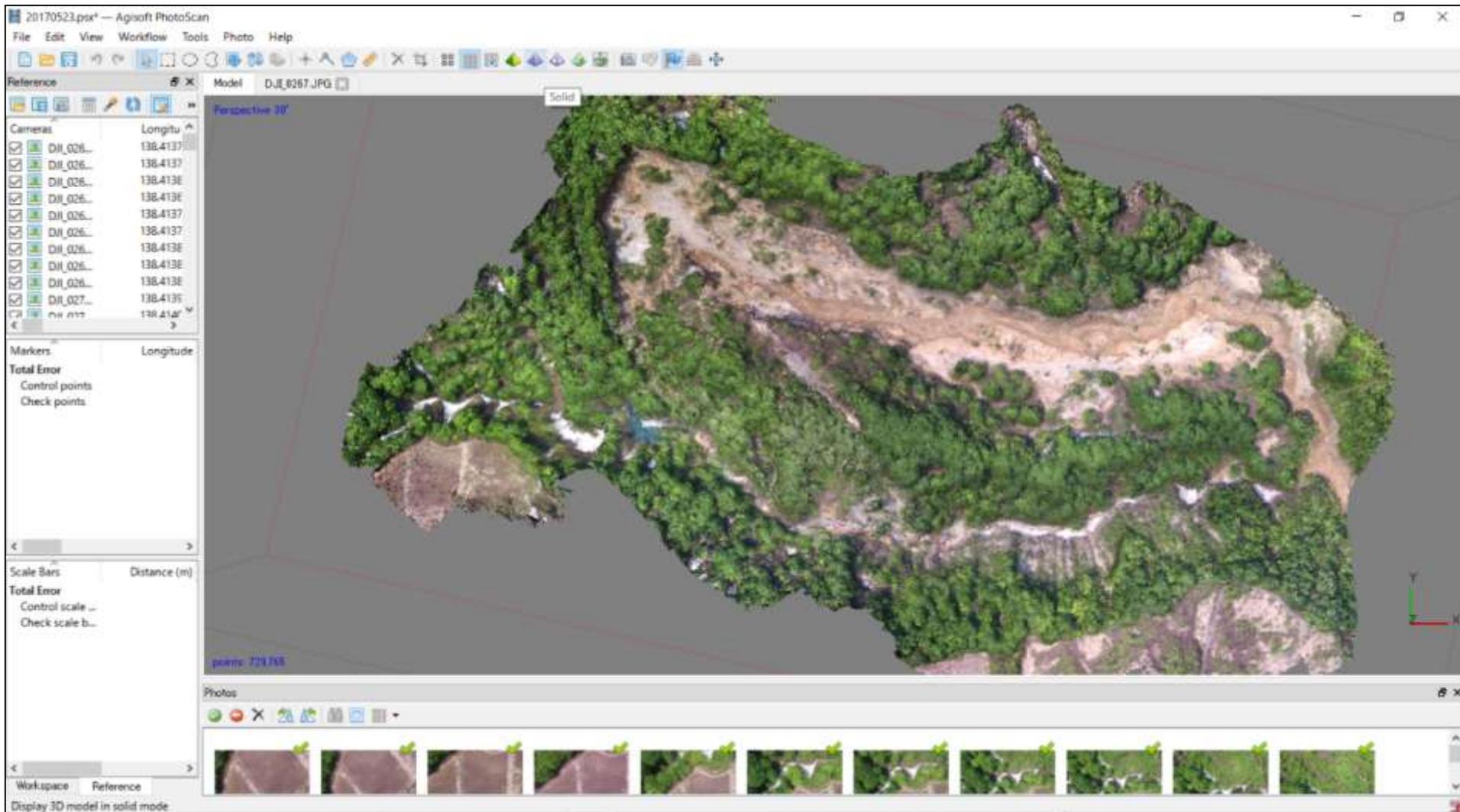


SfMソフトの画面



飯山市では約300枚のドローン写真を使用

SfMソフトの画面

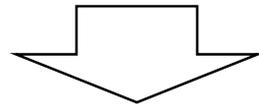


3Dモデル完成！ （処理時間：約1時間）

実演

SfM : Agisoft Photoscan

Dense Cloudまで作成し、
lasファイルをエクスポート



解析 : ENVI LiDAR



作業状況
(災害現場付近の駐車場にて)

- ドローン写真をSfMソフトで解析することにより、3Dモデルを作成
- 崩壊発生位置、規模を把握することができた

技術紹介③

航空レーザ測量

と

CS立体図

森林分野におけるリモートセンシング技術の活用体系

【計測・解析技術の発達】

センサーの種類

- ・受動方式（太陽光等の反射波を計測）
光学センサー（RGB, 近赤外線など）
- ・能動方式（自機が発した光線の反射波を計測）
レーザー（短波長）、レーダー（長波長）

プラットフォームの種類

人工衛星

- ・画像データ
- ・近赤外線
- ・SAR



航空機

- ・空中写真
- ・近赤外線
- ・航空レーザー
- ・SAR



ドローン

- ・写真
- ・レーザー



地上

- ・地上レーザー
- ・写真



解析ソフト



SfM
ステレオ画像から3Dモデル、オルソ画像、点群データ等作成

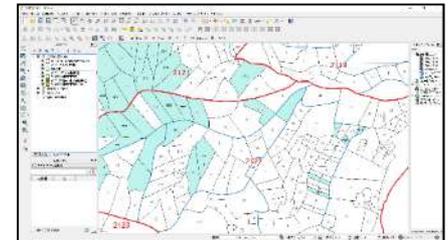
画像解析
・樹種自動判別
・樹頂点抽出
・地形判読など

点群データ解析
・点群データから、
DSM, DEM作成
・樹形解析

干渉SAR解析

【現場活用技術の普及】

GISの普及



- ・オープンソースGISの活用
- ・WebGISの活用

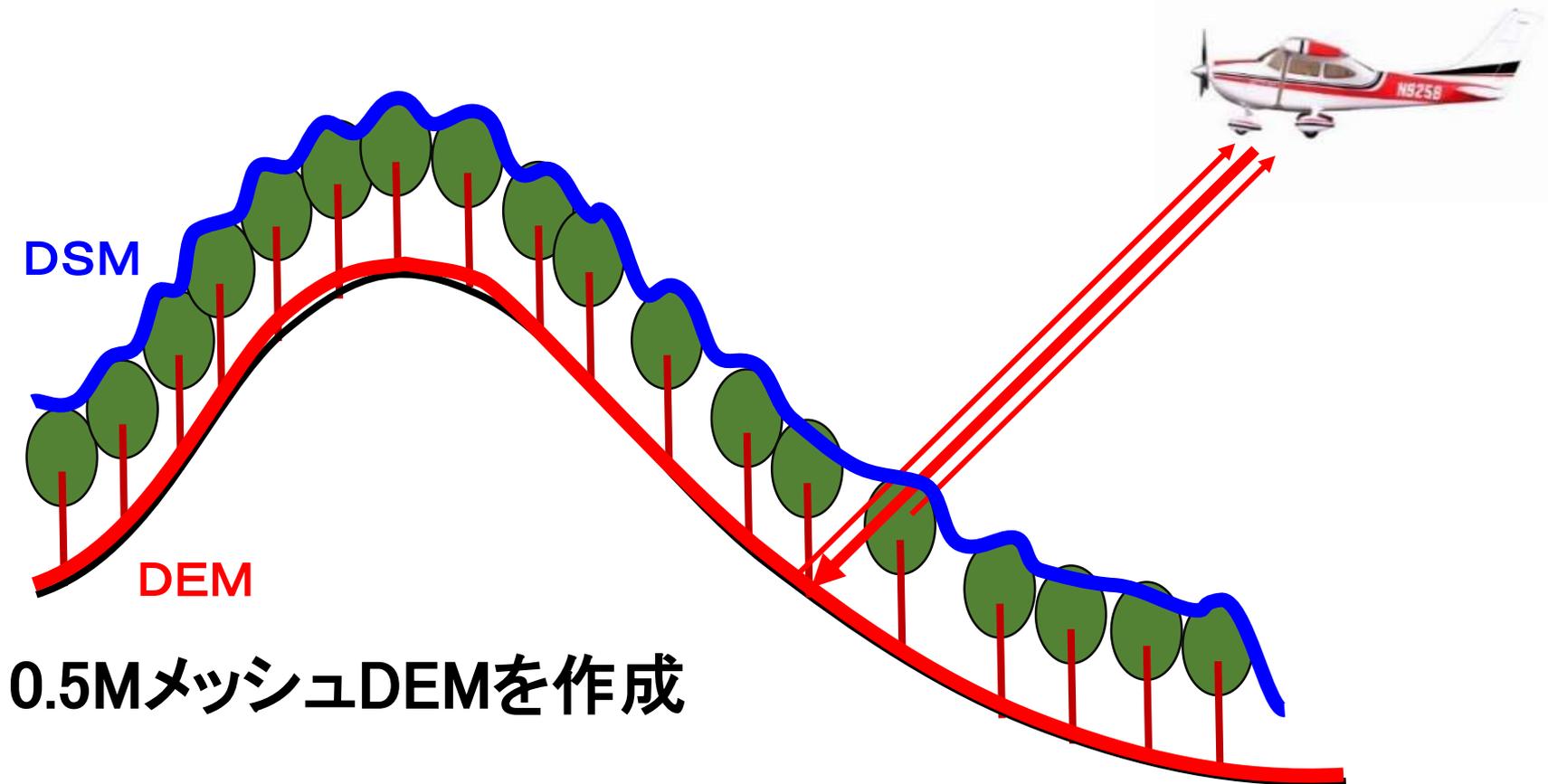
モバイルツール



- ・スマートフォンを活用
- ・森林内で使用可
- ・GPS機能でナビゲーション
- ・位置情報付き写真撮影
(現場情報の収集)

航空レーザー測量

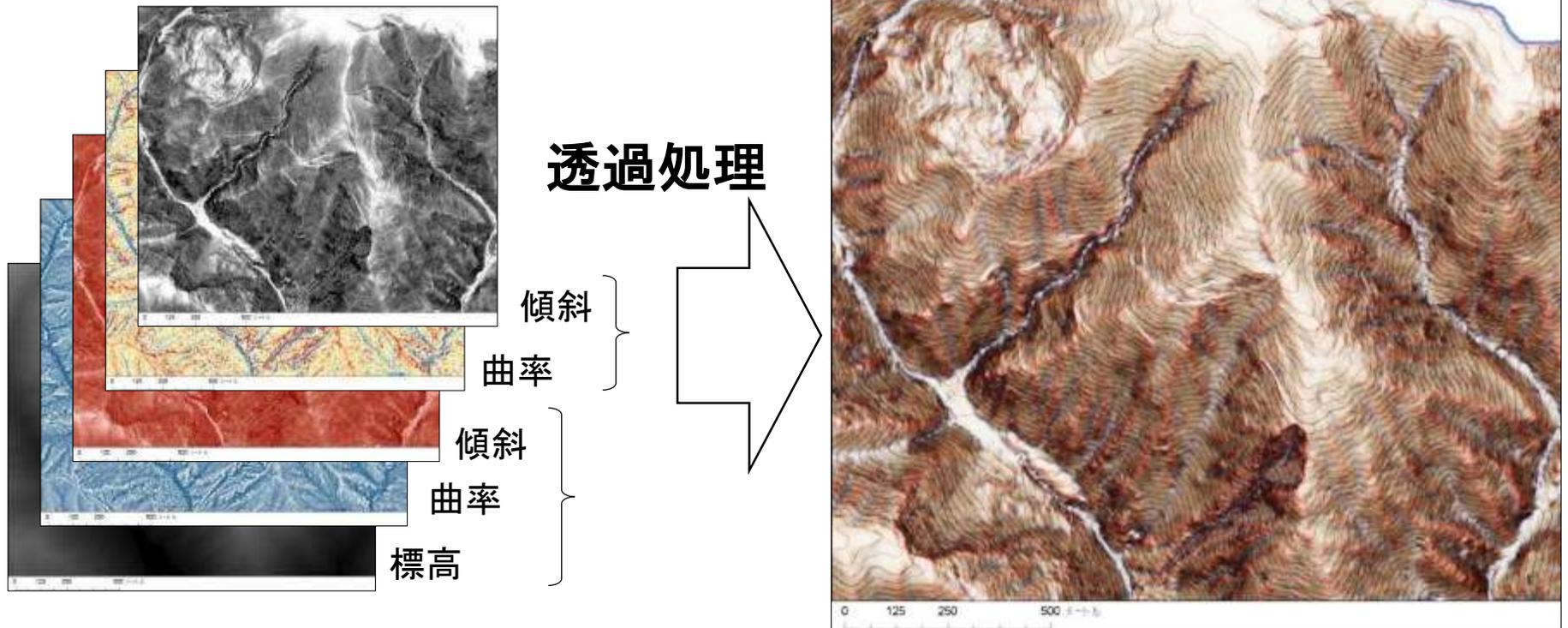
- ・航空機から発射したレーザー光線によって地形等を計測する技術
- ・長野県林務部では、平成25年～26年に全県民有林を実施



CS立体図とは

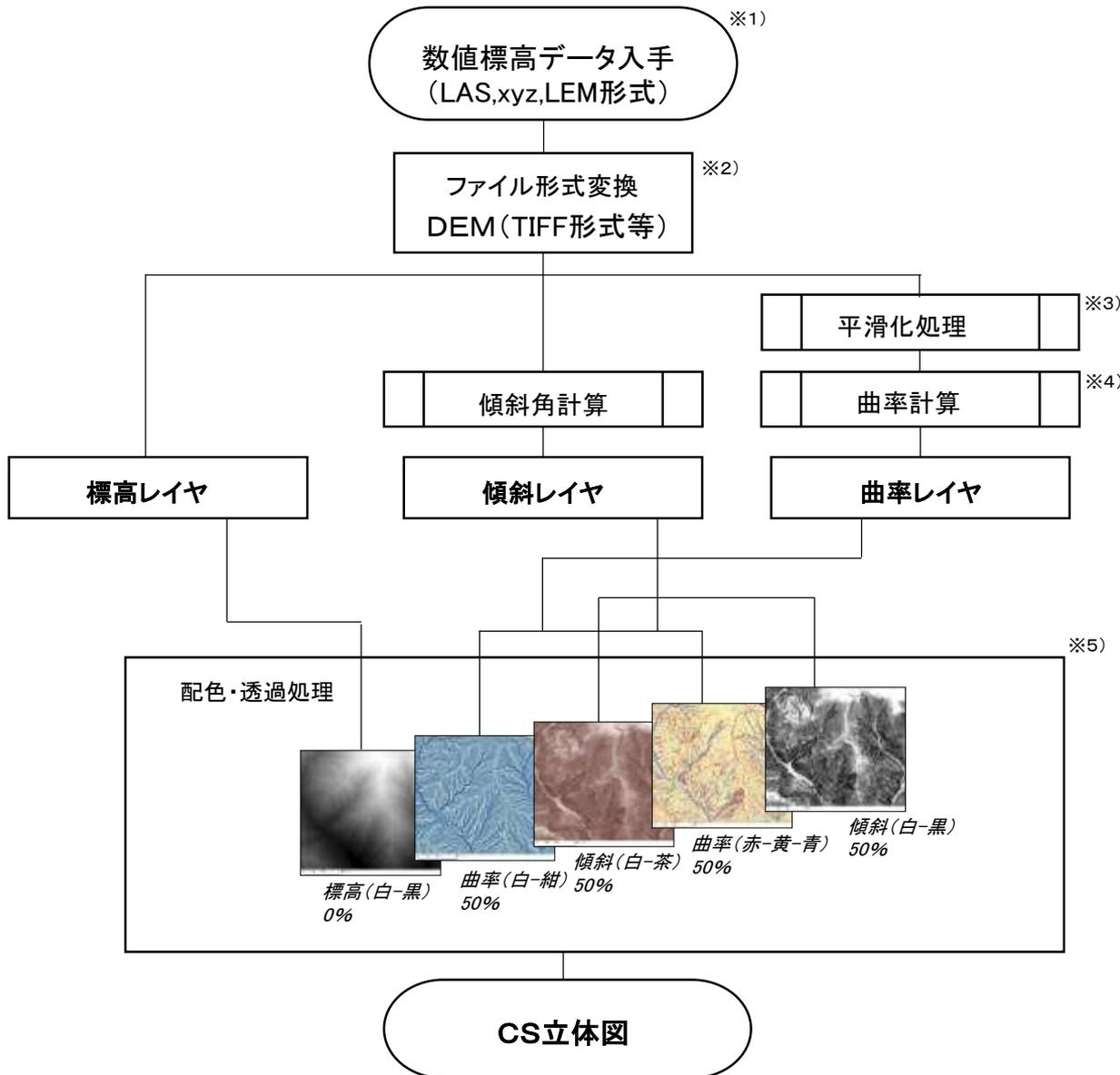
「標高」「傾斜」「曲率」の3つの地形量を異なる色調で
彩色し、複数枚を重ねて透過処理することで立体表現
した図法

[2012年に長野県林業総合センターで考案](#)



「CS」とは、曲率(Curvature)と傾斜(Slope)の頭文字

CS立体図作成方法の公開 (2012年)



【解説】

※1) 数值標高データの入手

- 航空LiDARの有無は、「航空レーザ測量データポータルサイト」等で確認。測量発注者に申請すれば、多くの場合は入手可能。(LAS,xyz,LEM形式等)
- 国土地理院Webサイトから、5mメッシュ、10mメッシュデータをダウンロード可能。(LEM形式等)

※2) ファイル形式変換

- 入手できる数值標高データの多くはLAS形式,xyz形式,LEM形式などで、QISでは直接解析できない。TIFF等のラスタ形式に変換する必要がある。

※3) 平滑化処理

- 曲率計算を行う前に、平滑化処理を行う。Gaussian filterを使用すると、滑らかな平滑化が可能。 σ = standard deviation (標準偏差)のパラメータを調整することで、平滑化の強度を変えることができる。小地形を強調したい場合は σ を小さい値に、大地形を強調したい場合は σ を大きい値にする。

※4) 曲率計算

- 通常はGeneral curvatureを使用。Plan curvatureを使用すると、水による侵食を強調した図になる。Profile curvatureを使用すると、クラックや道路などが強調される。

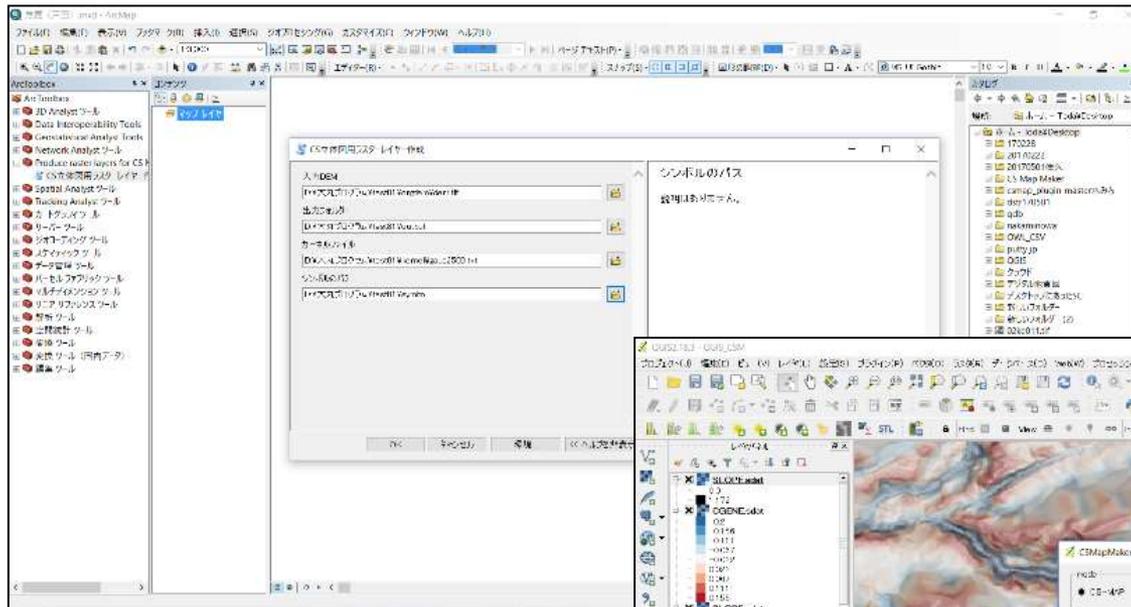
※5) 配色・透過処理

- デフォルトは左記設定。用途や、判読したい地形規模に応じて、色調や透過率を調整する。

自動作製ツールを無料配布 (誰でも作成可能)

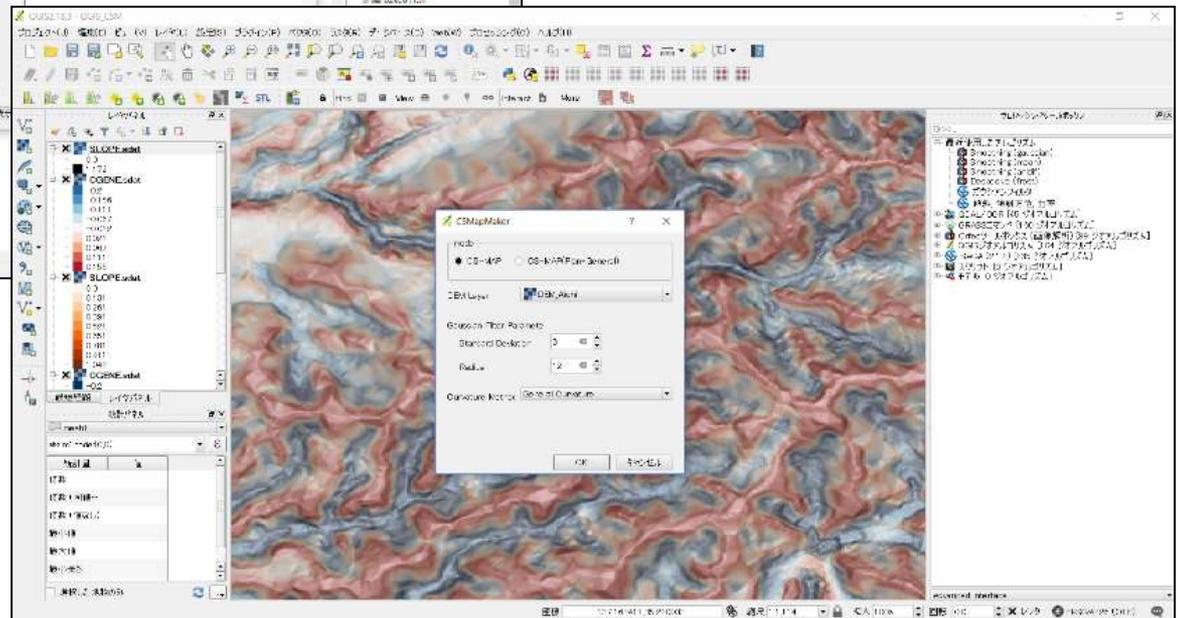
ArcGIS版

(森林総合研究所 大丸氏)



QGIS版

(ミエルネ 朝日氏)



CS立体図は「G空間情報センター」から ダウンロードできます

- ① インターネットで、「G空間情報センター」と検索

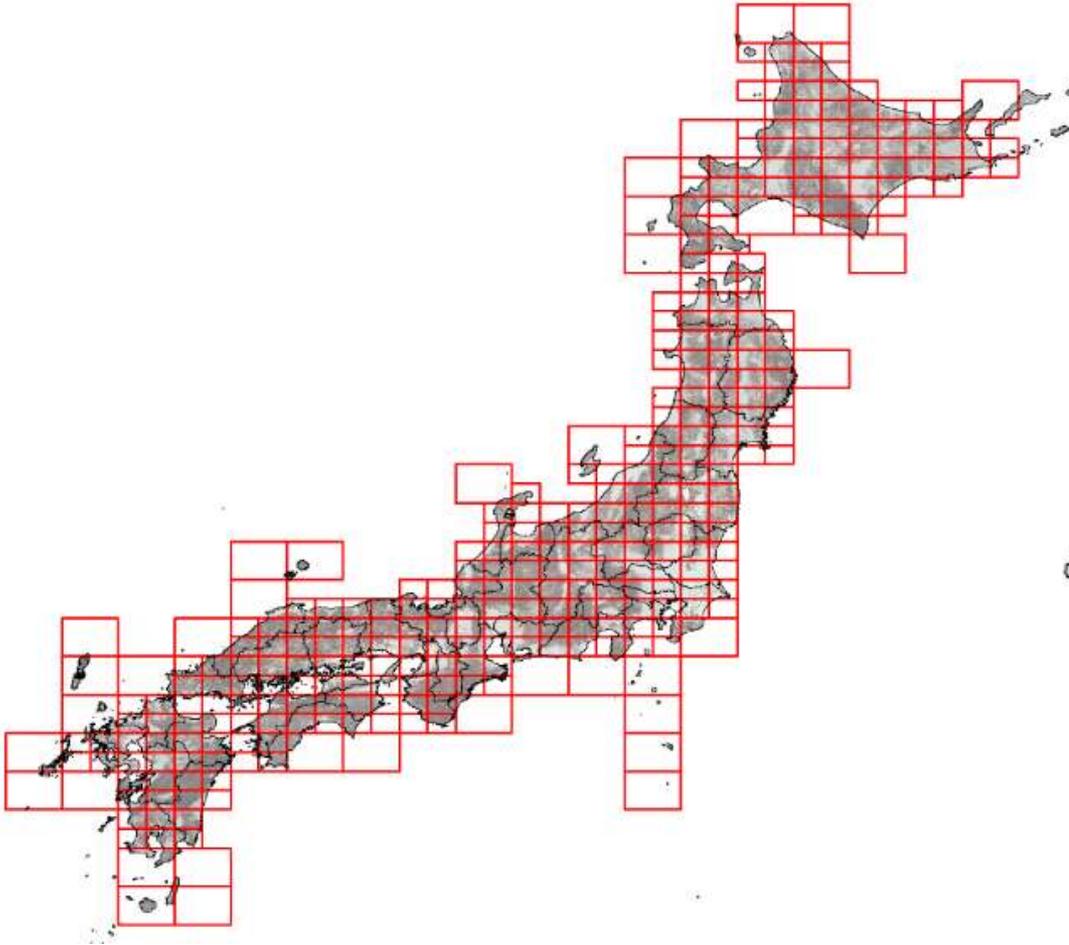
https://www.geospatial.jp/gp_front/



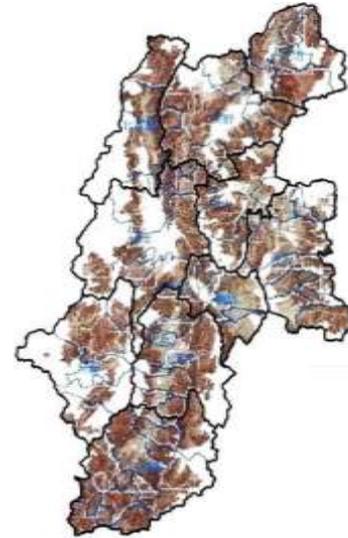
- ② サイト内で、「CS立体図」と検索



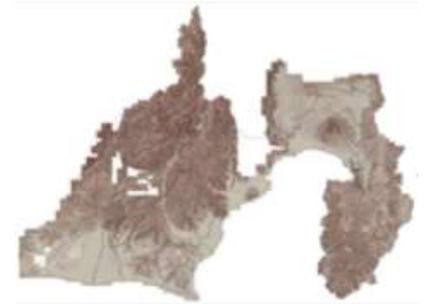
【データの公開】



全国10mメッシュデータ



長野県、静岡県 詳細データ

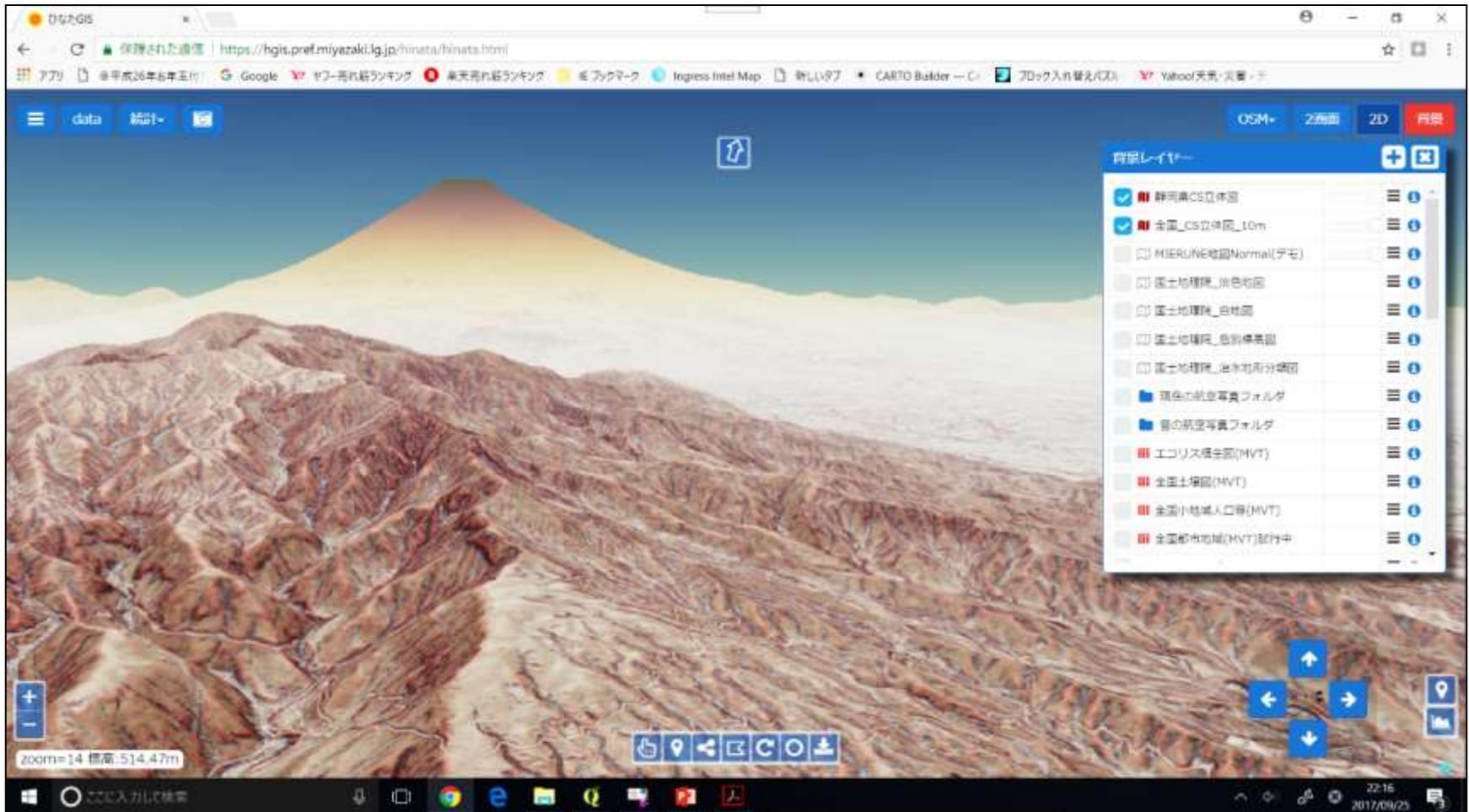


G空間情報センターからダウンロード可能

「ひなたGIS(宮崎県)」のご紹介

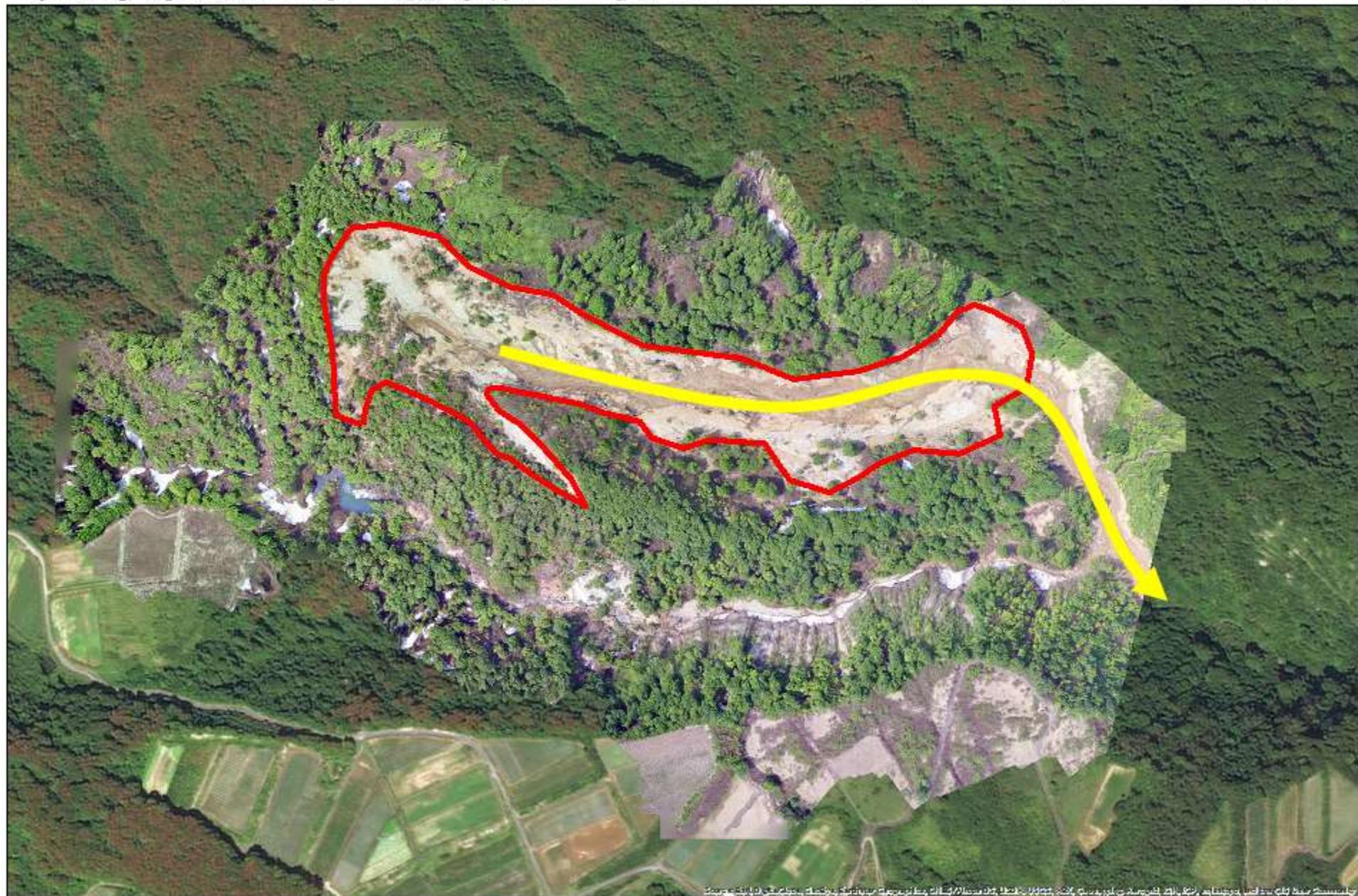
インターネットで「ひなたGIS」と検索

<https://hgis.pref.miyazaki.lg.jp/hinata/hinata.html>



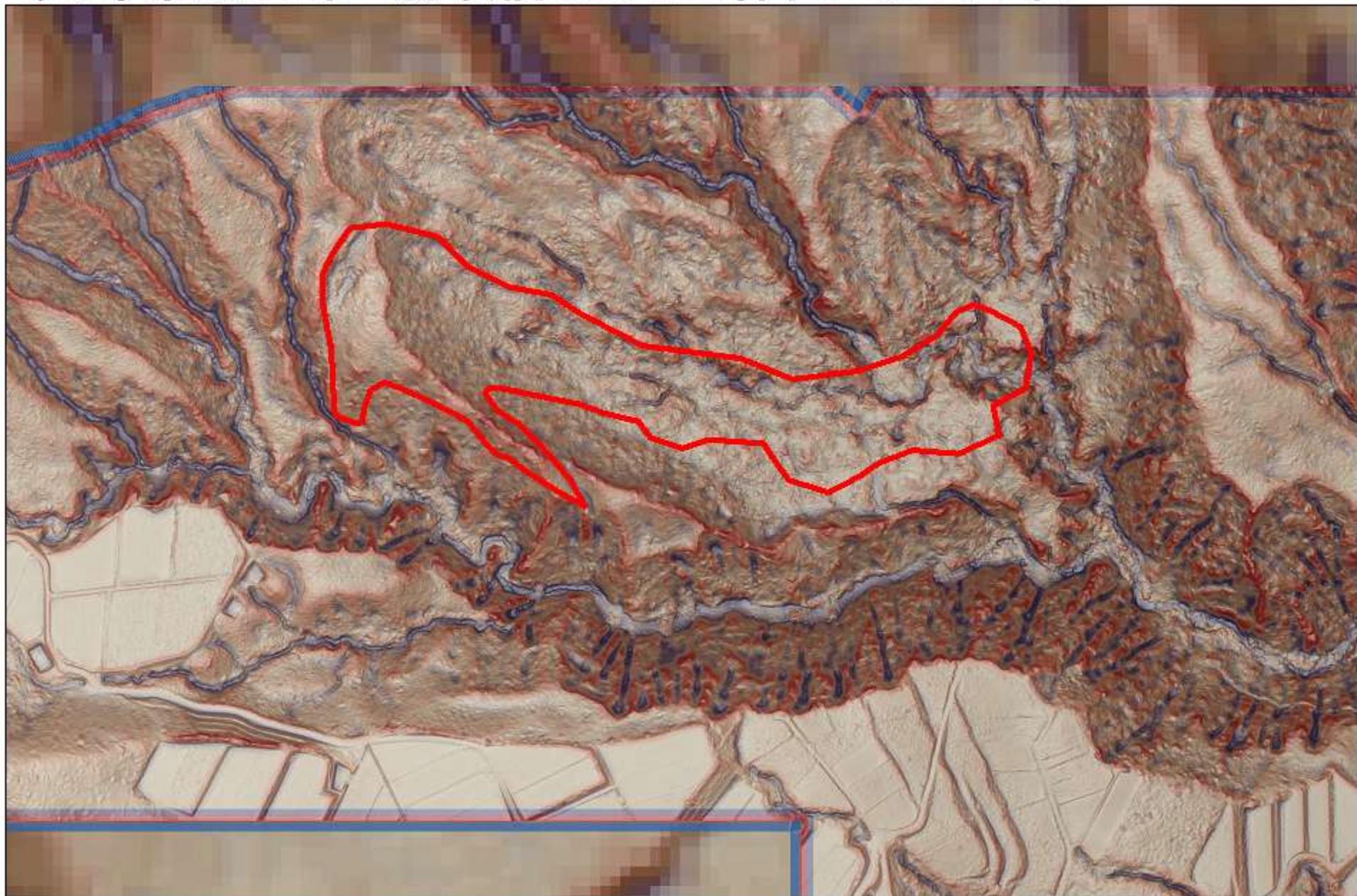
長野県飯山市

長野県飯山市 崩壊発生後のドローンデータ(2017.5.23)



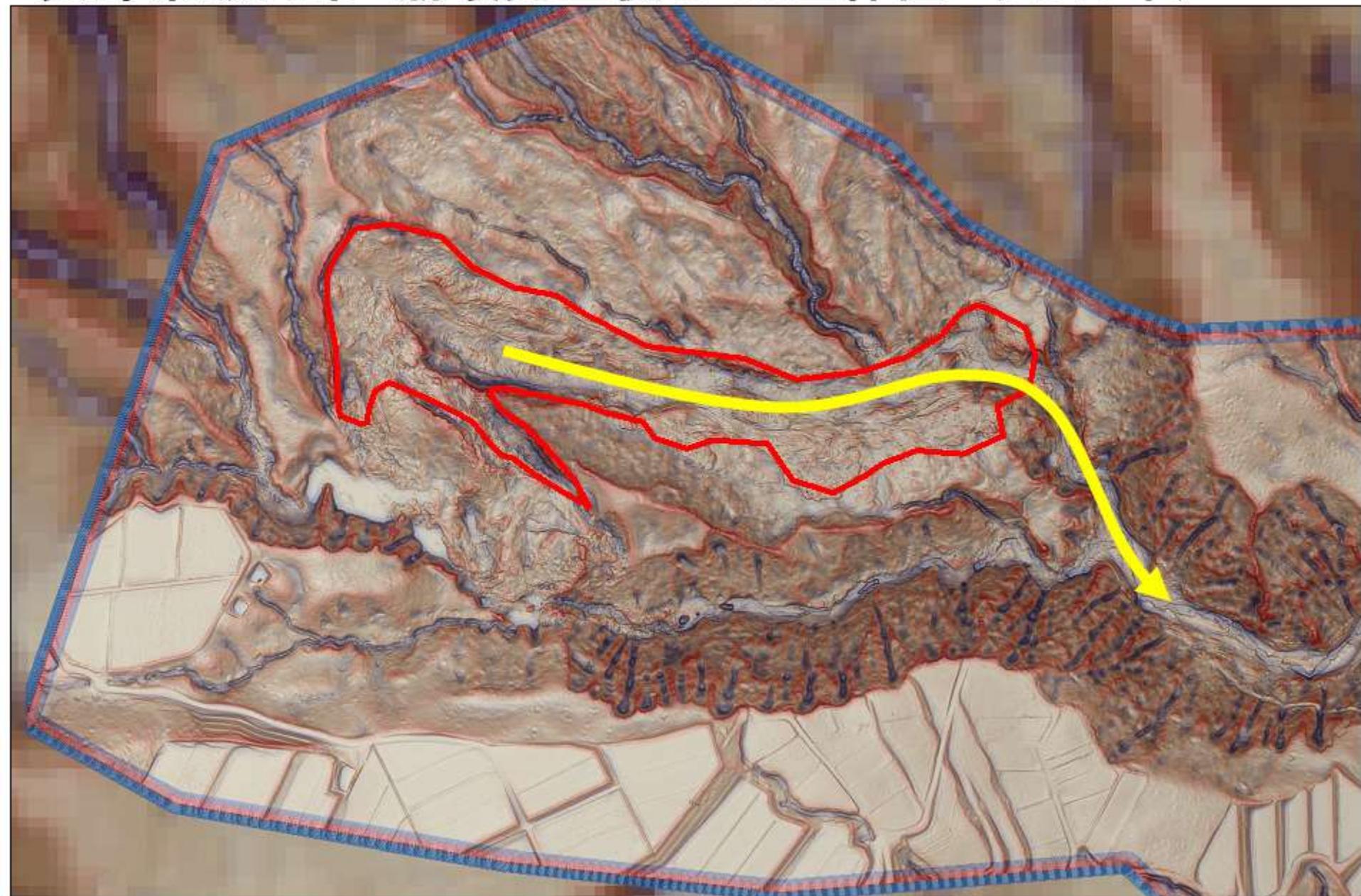
0 125 250 500 m

長野県飯山市 崩壊前のCS立体図 (2014年)



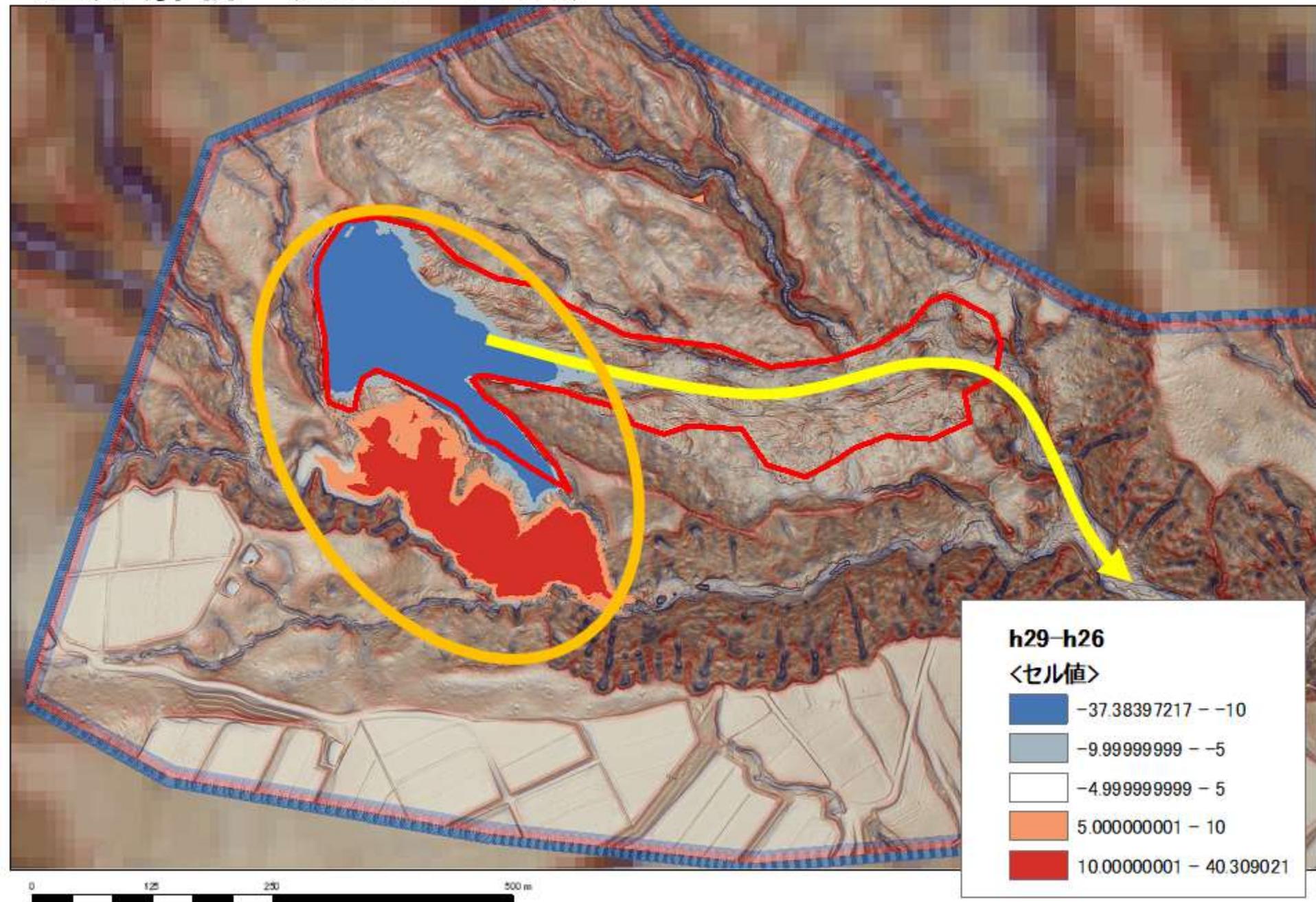
0 125 250 500 m

長野県飯山市 崩壊発生後のCS立体図 (2017年)

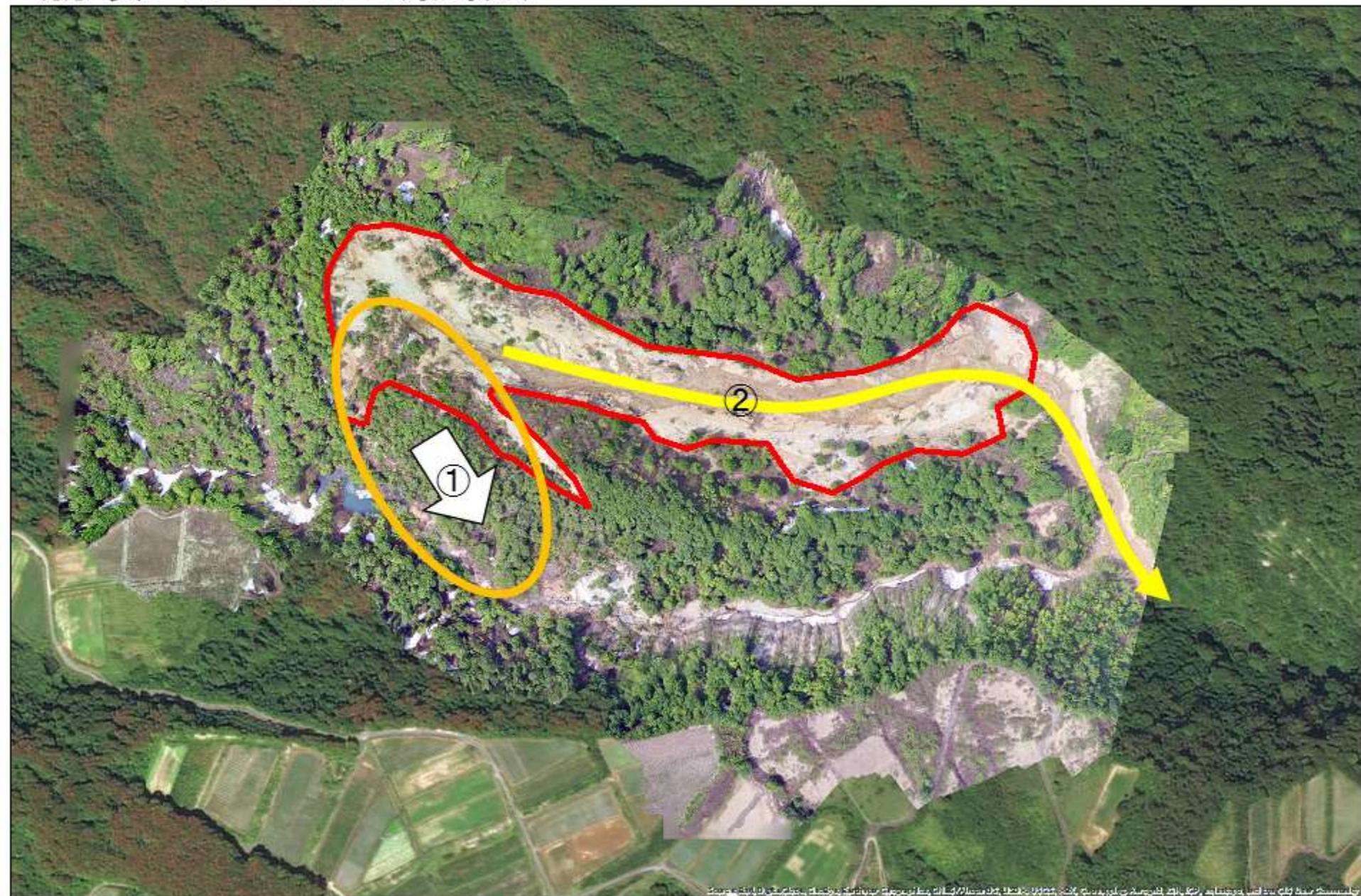


0 125 250 500 m

差分解析 (2017-2014)



崩壊メカニズム(仮説)



0 125 250 500 m

技術紹介⑤

干渉SAR

人工衛星画像の解析により地形の微小な変動を計測する技術

森林分野におけるリモートセンシング技術の活用体系

【計測・解析技術の発達】

センサーの種類

- ・受動方式（太陽光等の反射波を計測）
光学センサー（RGB, 近赤外線など）
- ・能動方式（自機が発した光線の反射波を計測）
レーザー（短波長）、レーダー（長波長）

プラットフォームの種類

人工衛星

- ・画像データ
- ・近赤外線
- ・SAR



航空機

- ・空中写真
- ・近赤外線
- ・航空レーザー
- ・SAR



ドローン

- ・写真
- ・レーザー



地上

- ・地上レーザー
- ・写真



解析ソフト



SfM
ステレオ画像から3Dモデル、オルソ画像、点群データ等作成

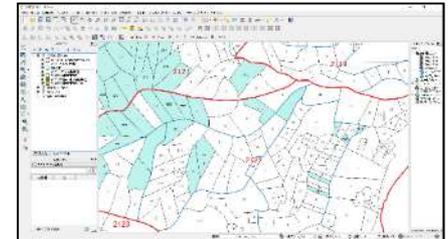
画像解析
・樹種自動判別
・樹頂点抽出
・地形判読など

点群データ解析
・点群データから、
DSM, DEM作成
・樹形解析

干渉SAR解析

【現場活用技術の普及】

GISの普及



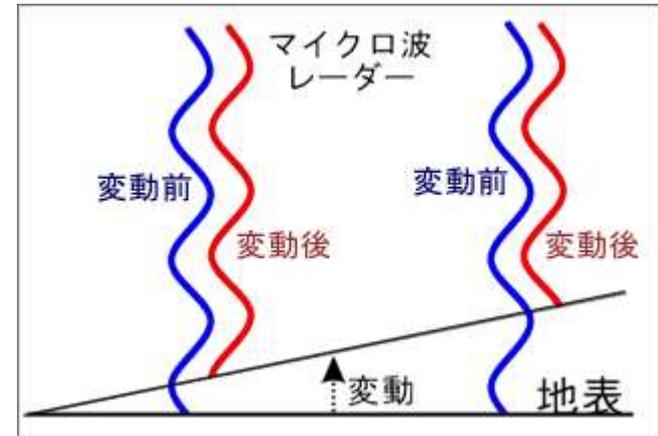
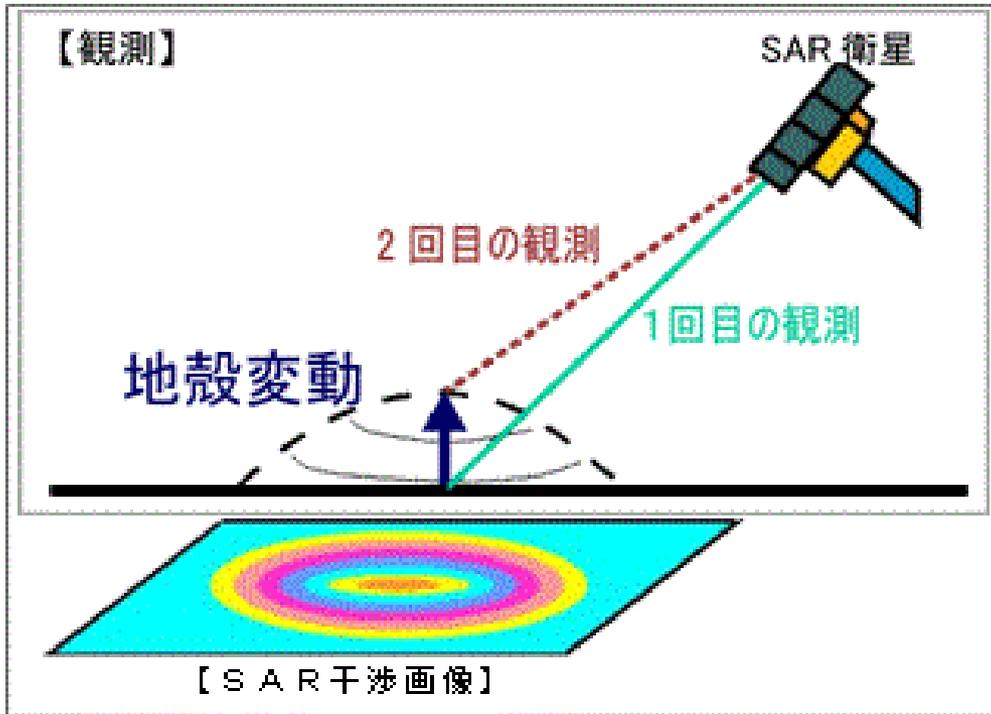
- ・オープンソースGISの活用
- ・WebGISの活用

モバイルツール



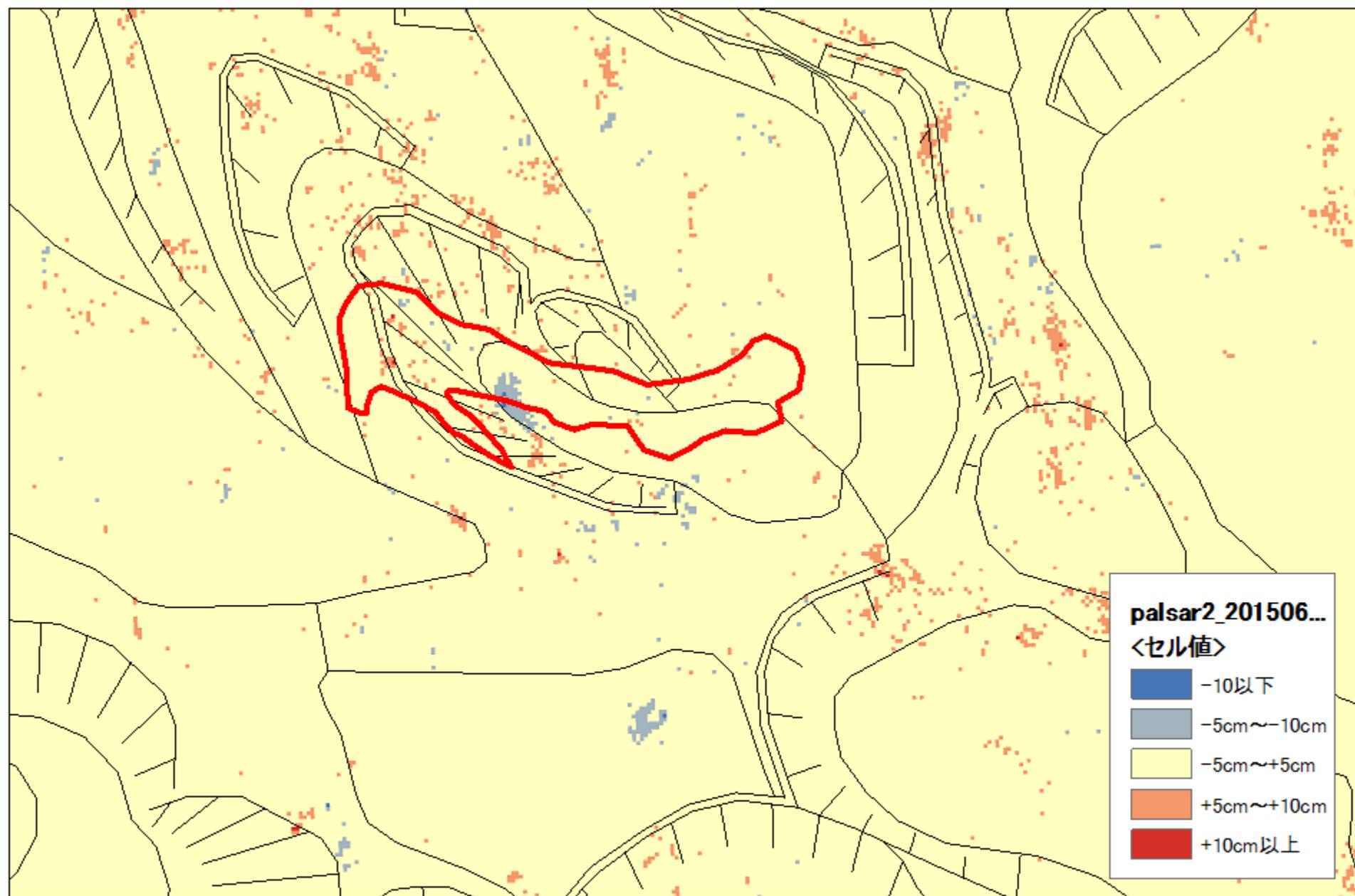
- ・スマートフォンを活用
- ・森林内で使用可
- ・GPS機能でナビゲーション
- ・位置情報付き写真撮影
（現場情報の収集）

干渉SARとは



(国土地理院Websiteより)

人工衛星等から発せられるマイクロ波の反射波を解析し、2時期の波形の位相差から**地盤の変動**を数mm単位で計測することが可能な技術。

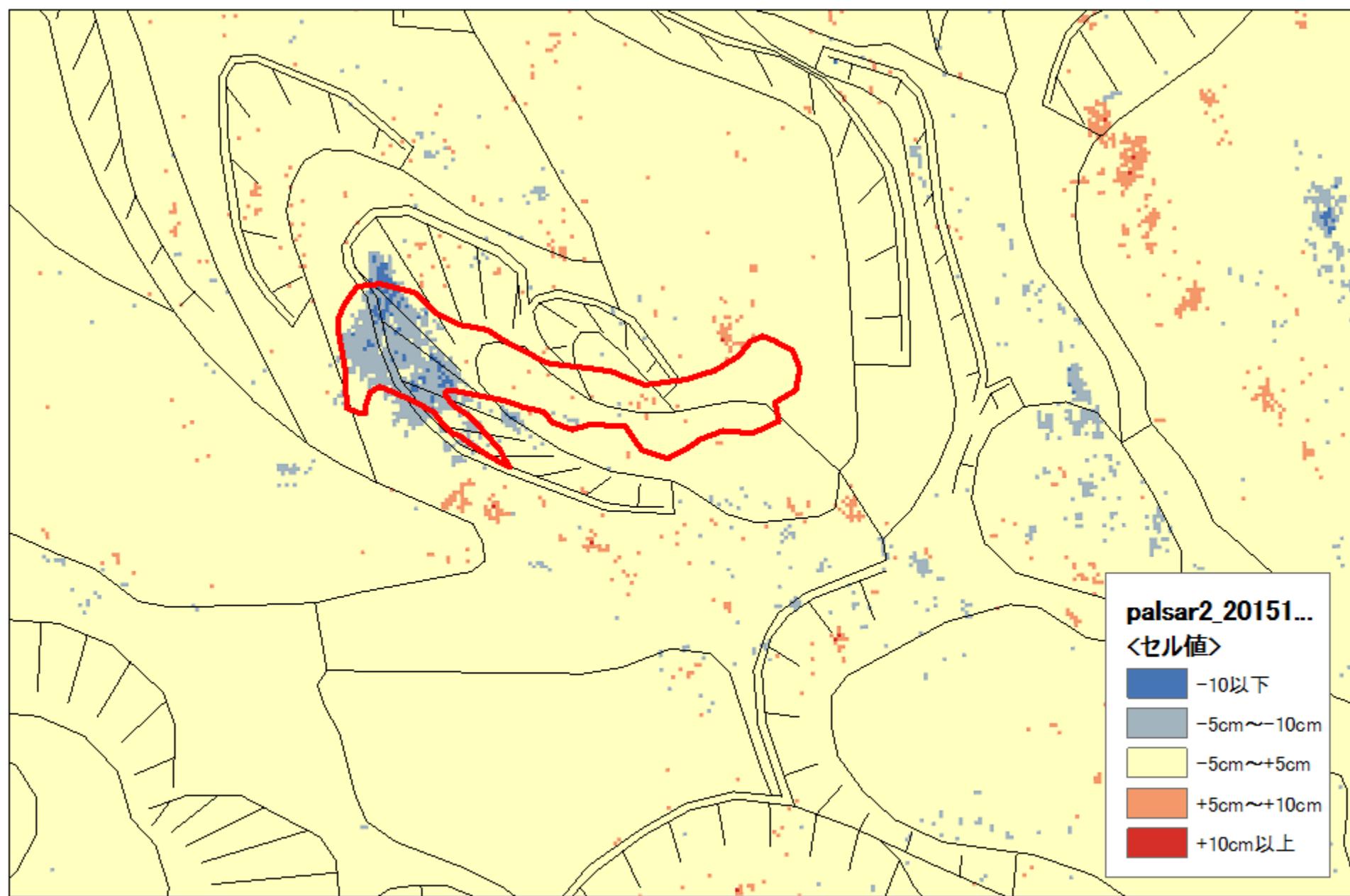


0 125 250 500 m

(2015年夏)

解析: 森林総合研究所 村上亘氏

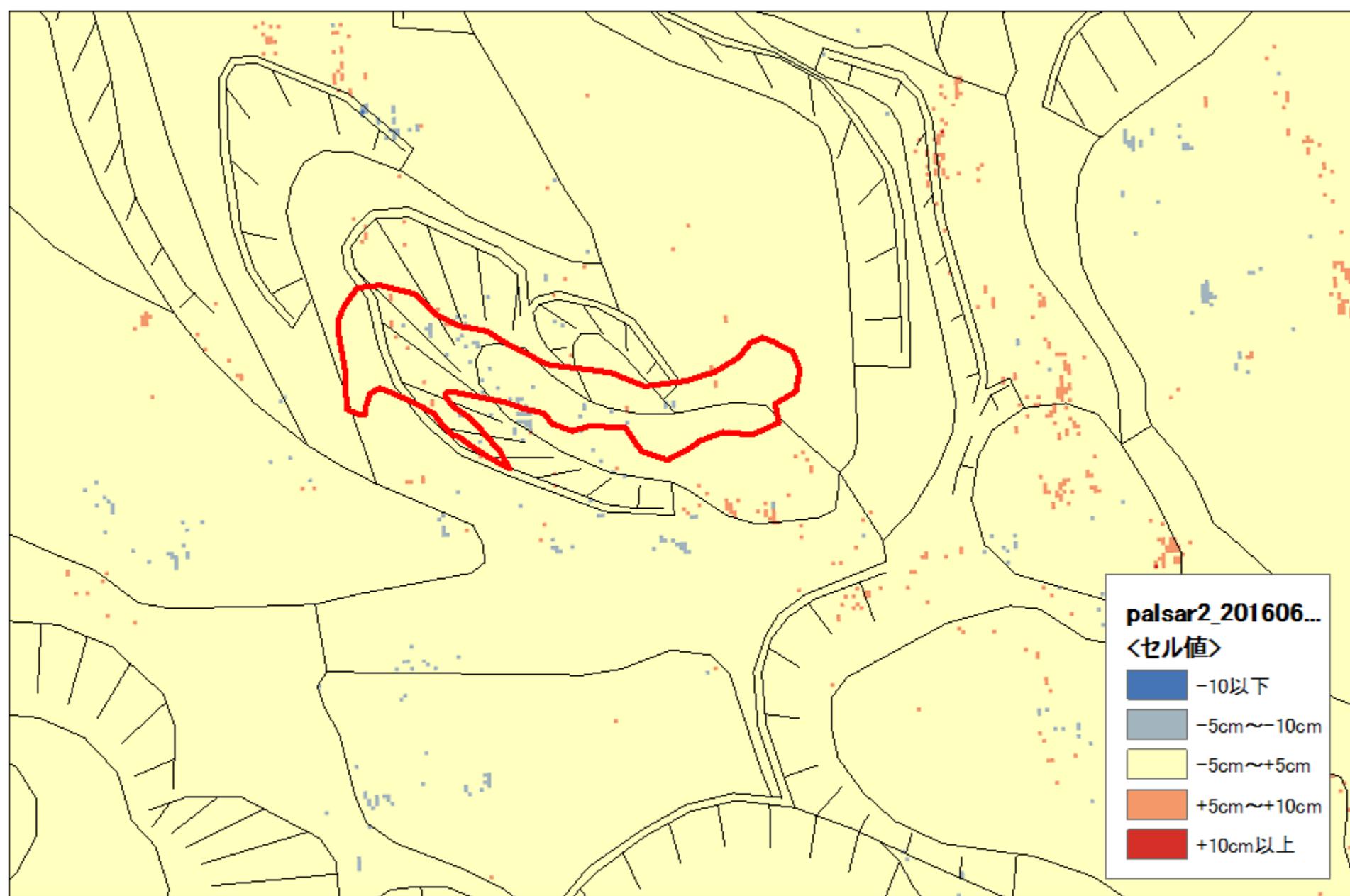
干渉SAR 2015.6.7 - 2015.11.8



0 125 250 500 m

(2016年春・融雪期含む)
干渉SAR 2015.11.8 - 2016.6.5

解析: 森林総合研究所 村上亘氏



0 125 250 500 m

(2016年夏)

解析: 森林総合研究所 村上亘氏

干渉SAR 2016.6.5 - 2016.11.6

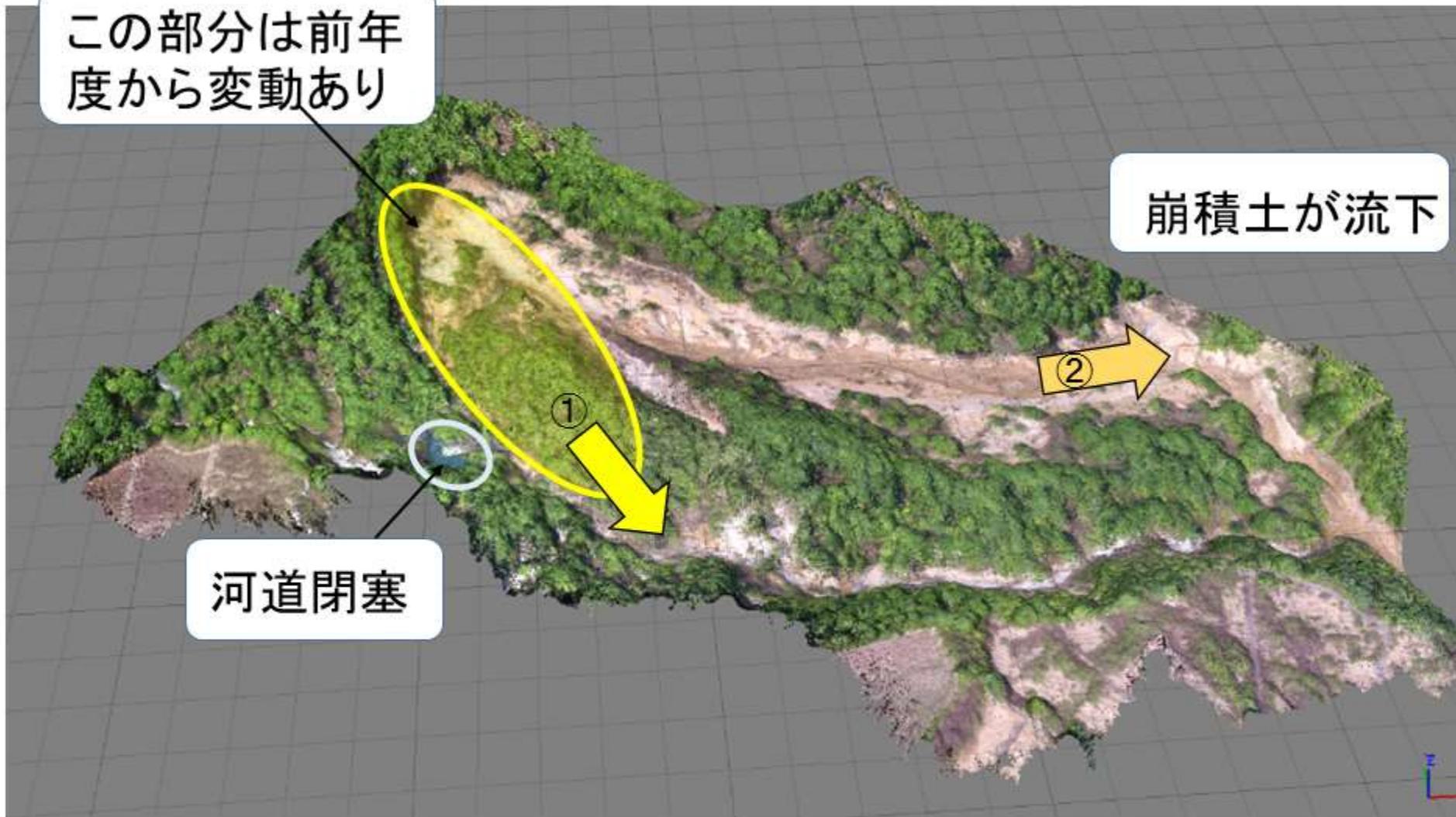
この部分は前年度から変動あり

崩積土が流下

河道閉塞

①

②



技術紹介⑥

モバイルツール

- ・スマートフォンやタブレットPCを使って、現場でデータ確認
- ・撮影した写真に、位置情報を付けることで、地図上にプロット



地図アプリ: AvenzaMapsを使用

森林分野におけるリモートセンシング技術の活用体系

【計測・解析技術の発達】

センサーの種類

- ・受動方式（太陽光等の反射波を計測）
光学センサー（RGB,近赤外線など）
- ・能動方式（自機が発した光線の反射波を計測）
レーザー（短波長）、レーダー（長波長）

プラットフォームの種類

人工衛星

- ・画像データ
- ・近赤外線
- ・SAR



航空機

- ・空中写真
- ・近赤外線
- ・航空レーザー
- ・SAR



ドローン

- ・写真
- ・レーザー



地上

- ・地上レーザー
- ・写真



解析ソフト



SfM
ステレオ画像から3Dモデル、オルソ画像、点群データ等作成

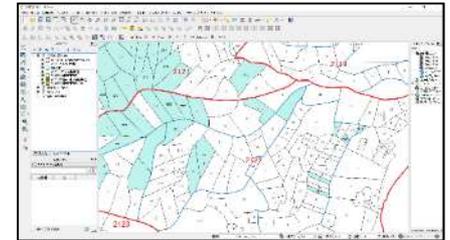
画像解析
・樹種自動判別
・樹頂点抽出
・地形判読など

点群データ解析
・点群データから、
DSM,DEM作成
・樹形解析

干渉SAR解析

【現場活用技術の普及】

GISの普及



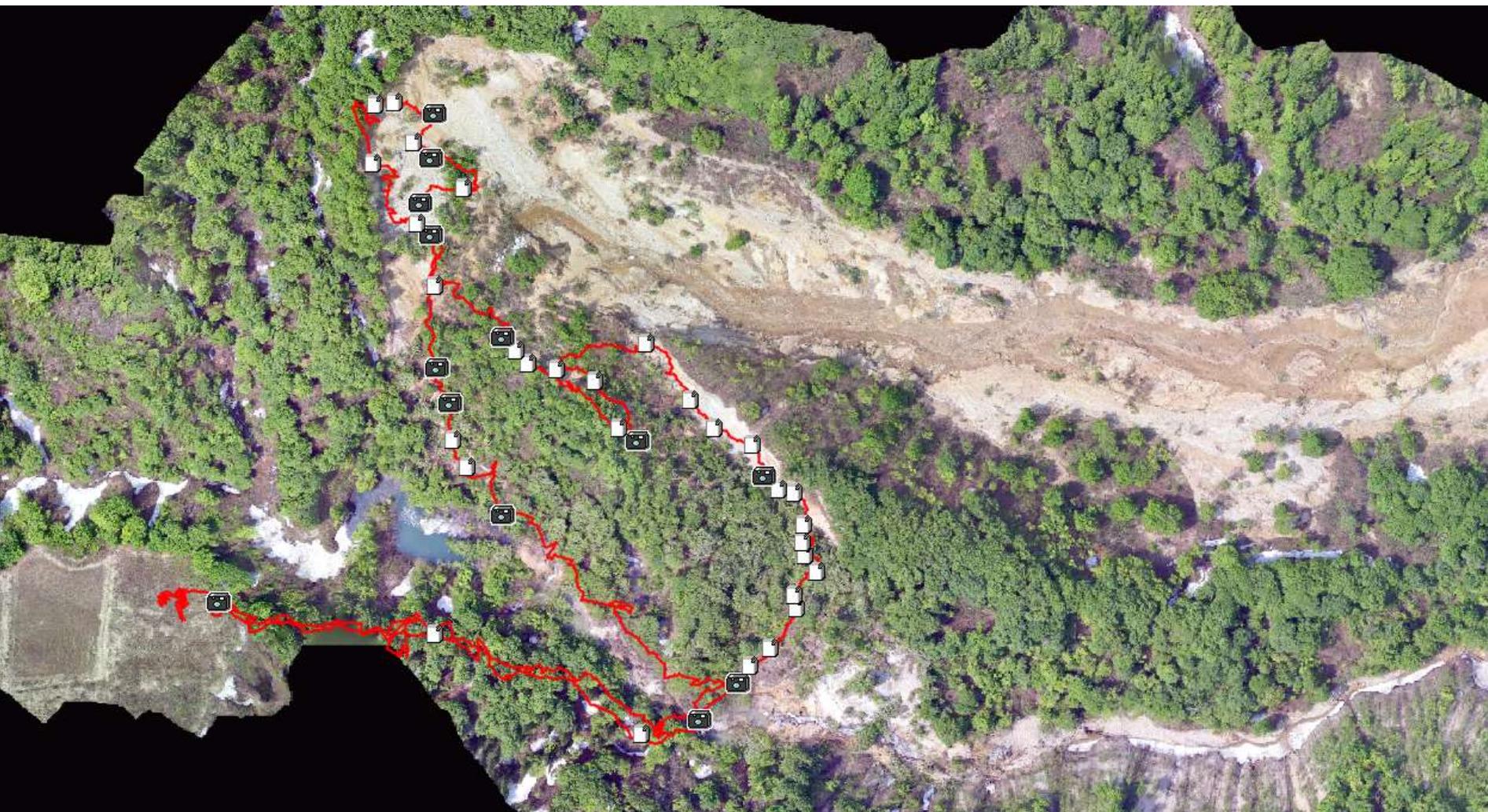
- ・オープンソースGISの活用
- ・WebGISの活用

モバイルツール

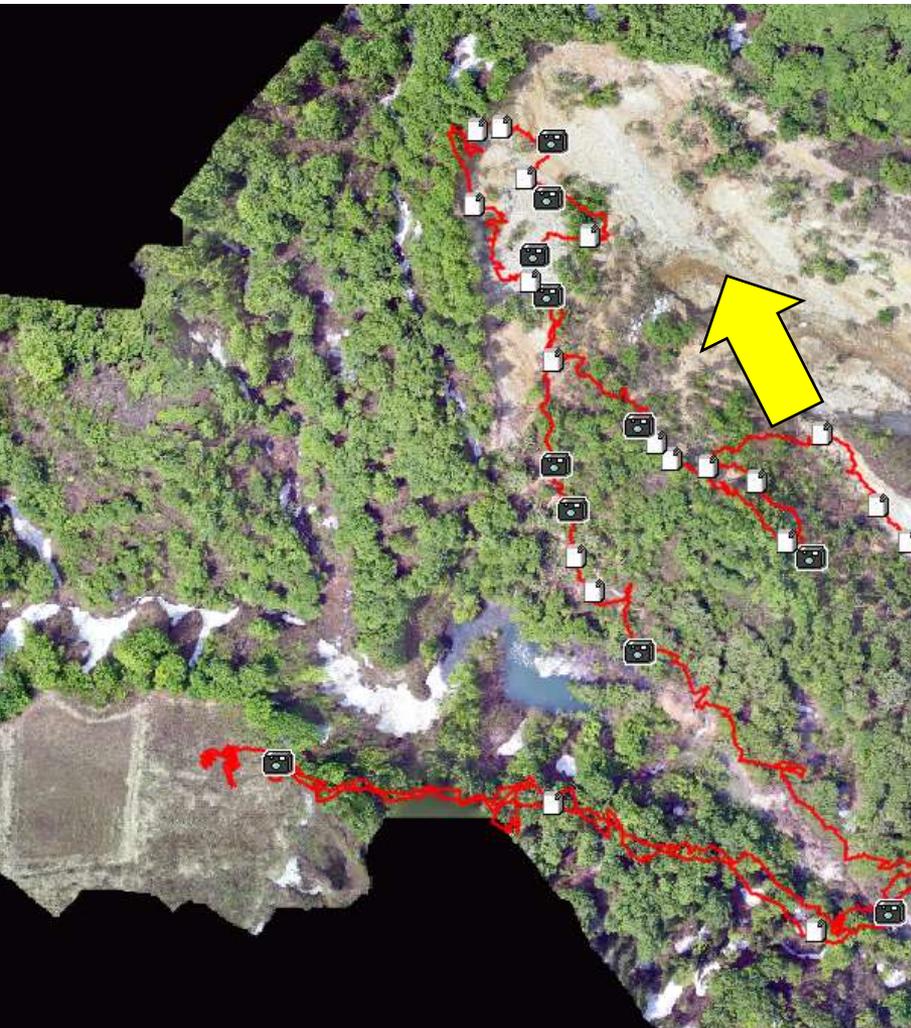


- ・スマートフォンを活用
- ・森林内で使用可
- ・GPS機能でナビゲーション
- ・位置情報付き写真撮影
(現場情報の収集)

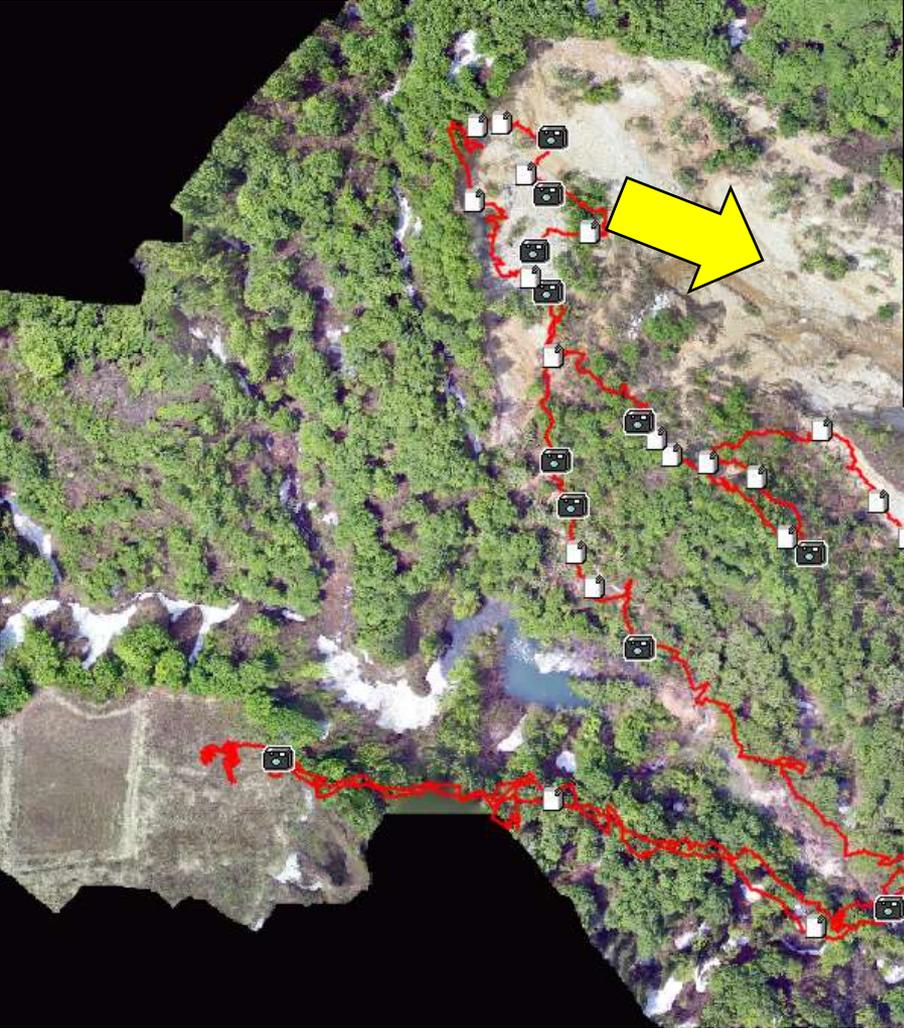
2017.10.17 踏查



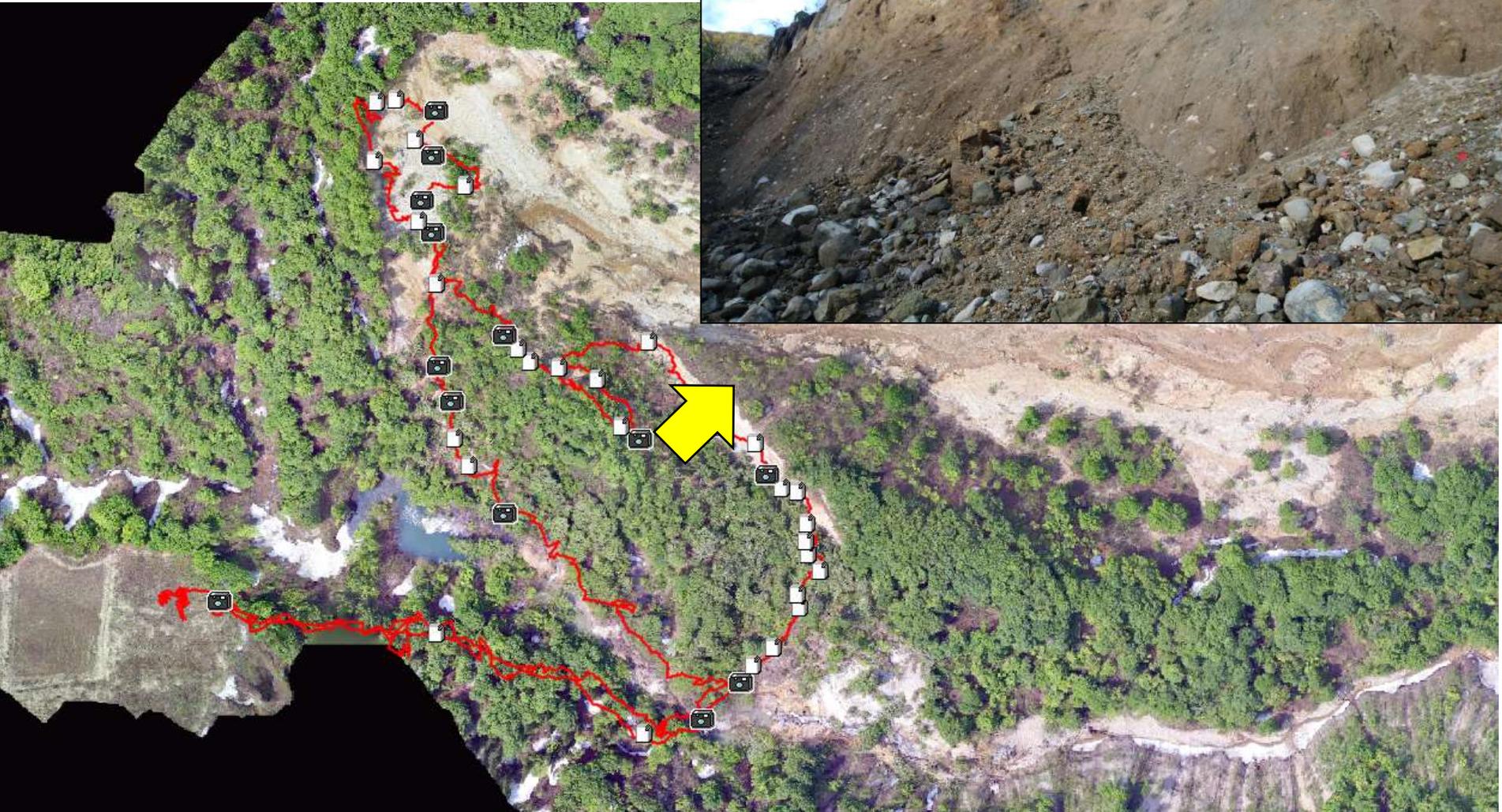
崩壊地上流部



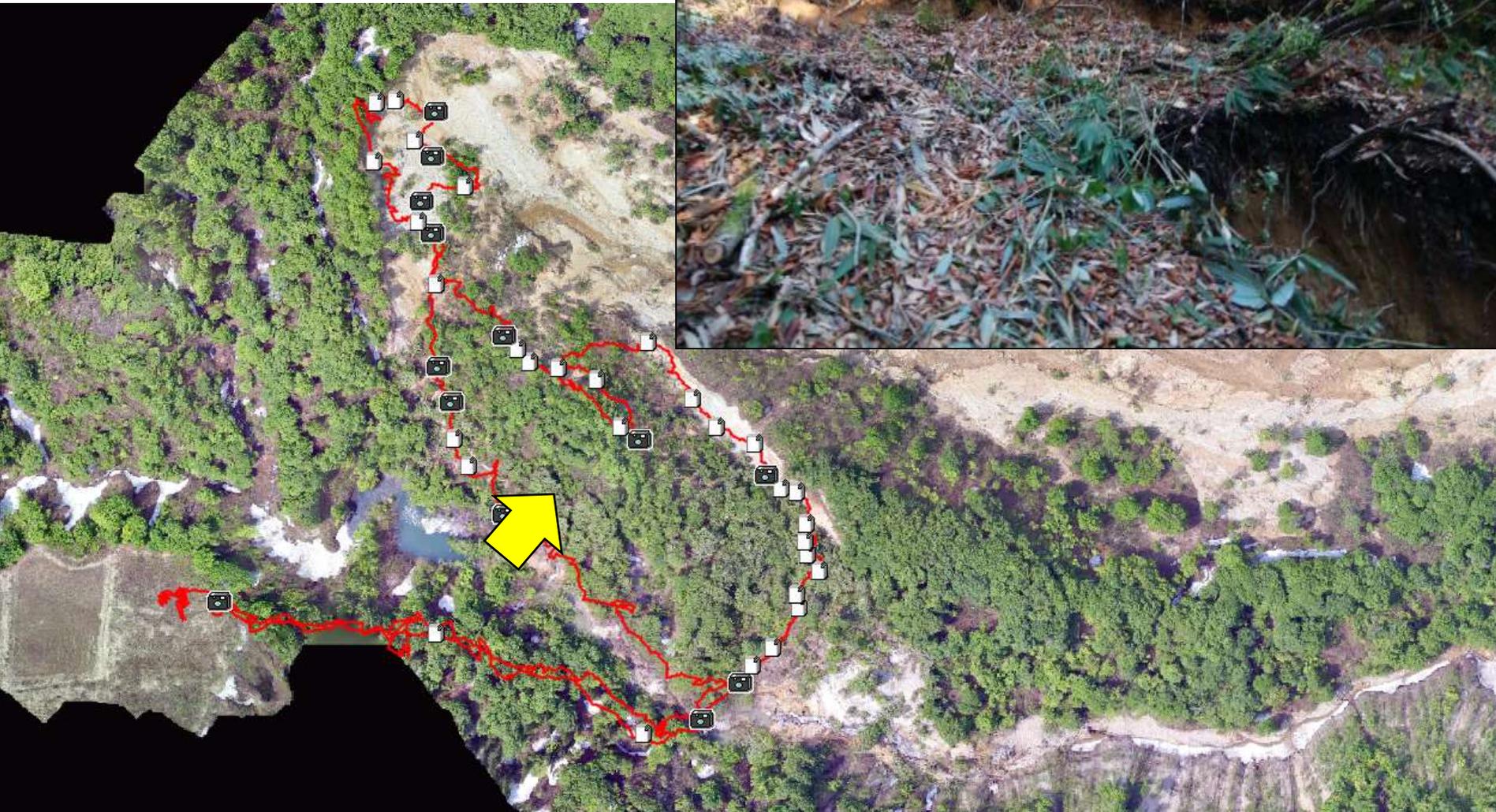
崩壞地下方



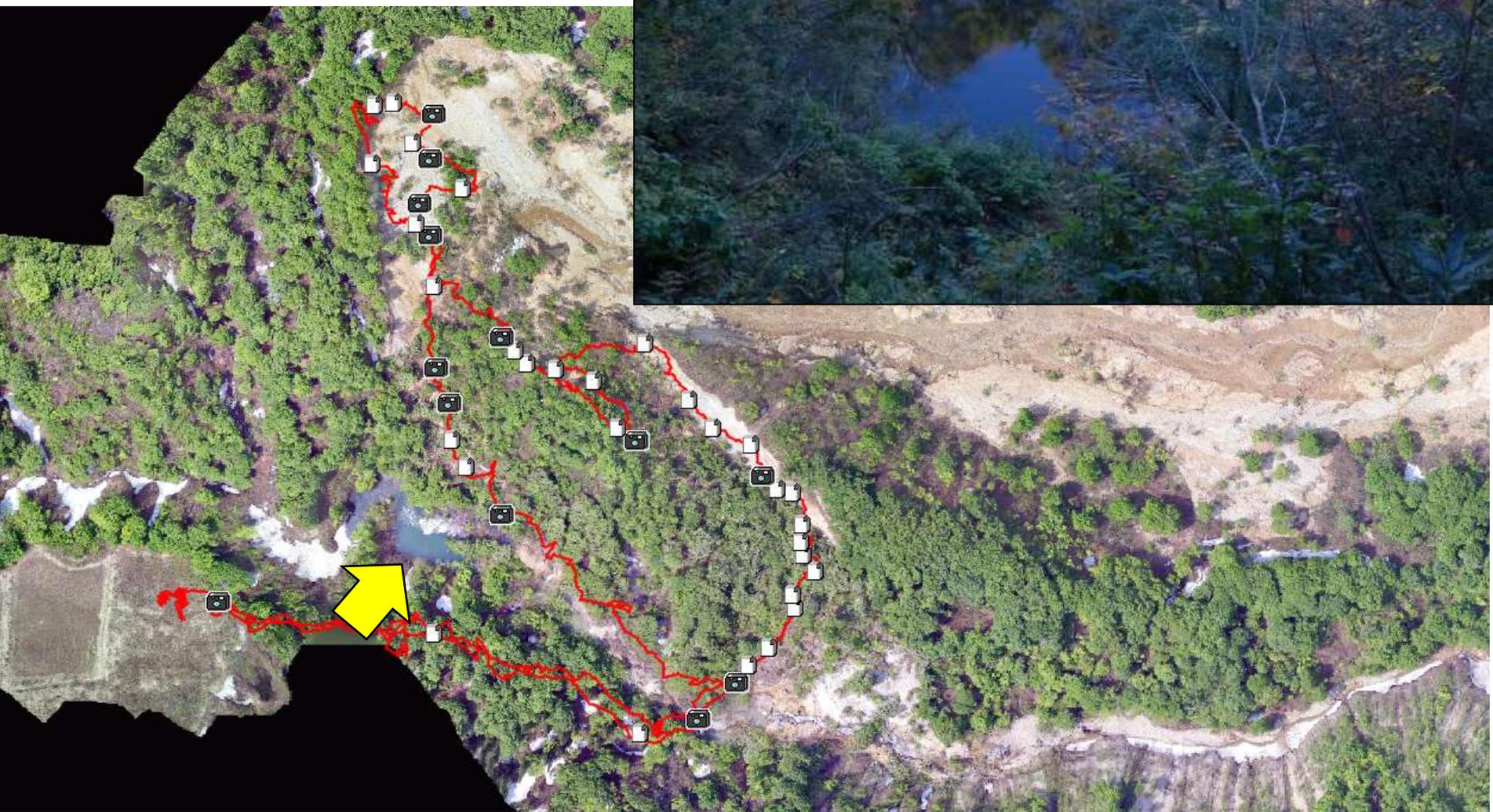
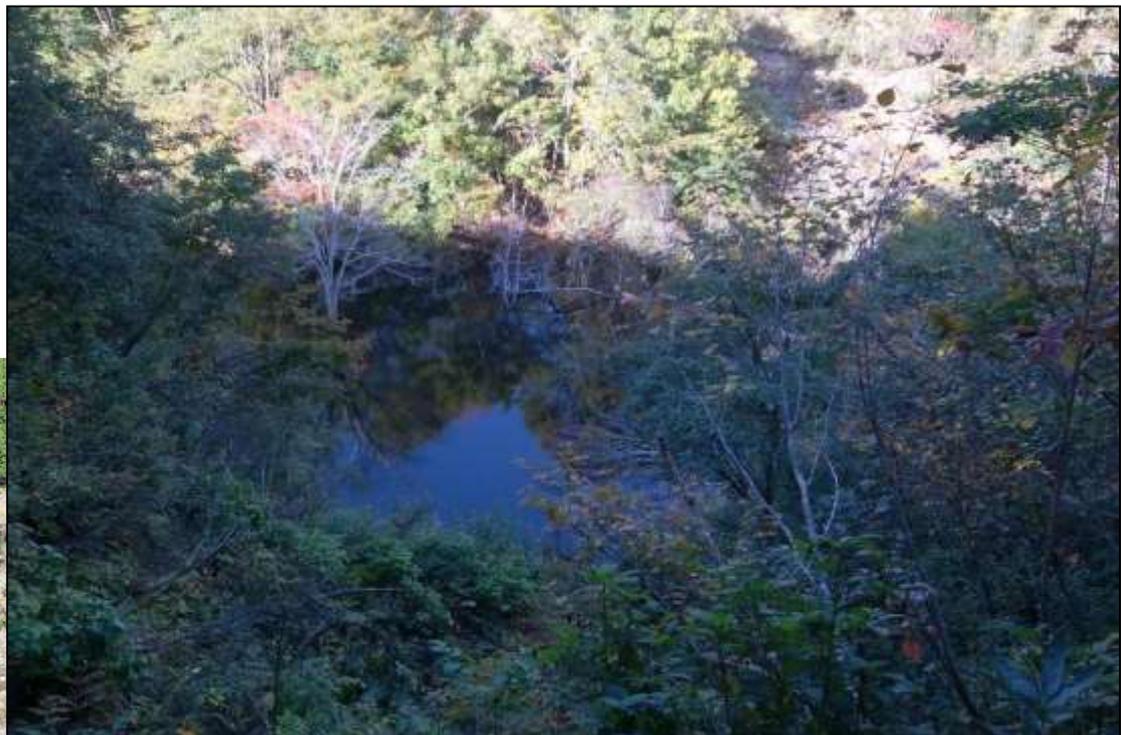
地すべり側方崖



森林内の亀裂



地すべりによりできた 湛水池



今後の調査計画

1. 河道閉塞部の拡大、破堤についてモニタリング
→ボウリング、地上計測、**干渉SAR**
地すべり対策工の検討
2. 周辺の地すべり地形でも同様の崩壊が発生しないか調査
→**干渉SAR**
広域調査

【まとめに代えて】

目的に合わせて、適材適所で技術を組み合わせることが重要

- ・異なるデータの組み合わせ
- ・様々なソフトウェアの組み合わせ

森林分野におけるリモートセンシング技術の活用体系

【計測・解析技術の発達】

センサーの種類

- ・受動方式（太陽光等の反射波を計測）
光学センサー（RGB, 近赤外線など）
- ・能動方式（自機が発した光線の反射波を計測）
レーザー（短波長）、レーダー（長波長）

プラットフォームの種類

人工衛星

- ・画像データ
- ・近赤外線
- ・SAR



航空機

- ・空中写真
- ・近赤外線
- ・航空レーザー
- ・SAR



ドローン

- ・写真
- ・レーザー



地上

- ・地上レーザー
- ・写真



解析ソフト



SfM
ステレオ画像から3Dモデル、オルソ画像、点群データ等作成

画像解析
・樹種自動判別
・樹頂点抽出
・地形判読など

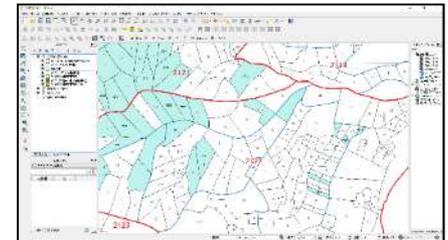
点群データ解析
・点群データから、
DSM, DEM作成
・樹形解析

干渉SAR解析

ENVI

【現場活用技術の普及】

GISの普及



- ・オープンソースGISの活用
- ・WebGISの活用

モバイルツール



- ・スマートフォンを活用
- ・森林内で使用可
- ・GPS機能でナビゲーション
- ・位置情報付き写真撮影
(現場情報の収集)

ご清聴ありがとうございました。