

山地防災におけるICTの活用

(株) ジオ・フォレスト

代表取締役 戸田 堅一郎

この発表資料には、農林水産省・食品産業科学技術研究推進事業「安全な路網計画のための崩壊危険地ピンポイント抽出技術」（2014～2016年度）、農林水産省委託プロジェクト研究「山地災害リスクを低減する技術の開発」（2016～2020年度）の成果を使用しています。

経歴／会社概要

◇ 平成9年～令和3年度 **長野県職員**（林務部）

- ・ 行政職（治山係、林道係、補助金事務など、12年）
- ・ 研究職（林業総合センター、13年）
山地防災に関する研究、CS立体図、SHC図の考案
- ・ 令和4年3月末に退職

◇ 令和4年4月 **株式会社ジオ・フォレストを設立**

- ・ 森林、林業と山地防災のコンサルティング
- ・ 地図作成で山村集落の課題を解決



<https://gf17v.com/>

「ジオ・フォレスト」で検索



治山事業のDX化に向けて

「DX (Digital Transformation)」

「企業がビジネス環境の激しい変化に対応し、**データとデジタル技術を活用**して、顧客や社会のニーズを基に、**製品やサービス、ビジネスモデルを変革**するとともに、**業務そのもの**や、組織、プロセス、企業文化・風土を**変革**し、競争上の優位性を確立すること」

「DX推進ガイドラインVer.1.0（平成30年12月）」

経済産業省：<https://www.meti.go.jp/press/2018/12/20181212004/20181212004-1.pdf>

【英英辞典】

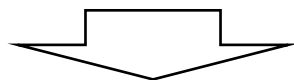
trans- : 類義語 **across** (横切って)、**cross** (交差、十字)



治山事業のDX化に向けて

デジタル化、ICT化、スマート化

既存の図面や紙データなどの**アナログ(紙)仕事**の電子化による業務の効率化



DX

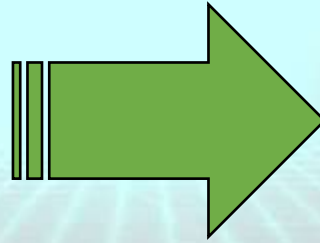
デジタルデータを前提とした**組織や仕事そのもの**の変革

治山事業のDX化に向けて

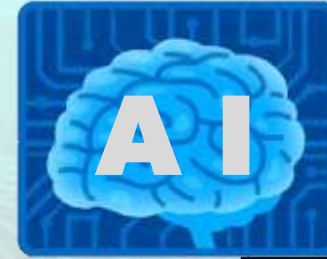
データの世界

② データ蓄積

- ・データ標準化
- ・ビッグデータ処理
- ・クラウド活用
- ・オープンデータ化



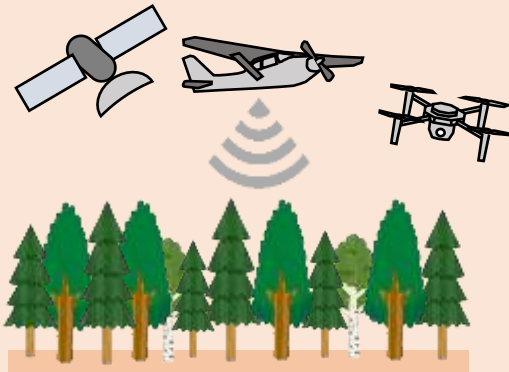
③ 高度なデータ分析



- ・統計解析
- ・シミュレーション
- ・地形解析
- ・AI

現実の世界

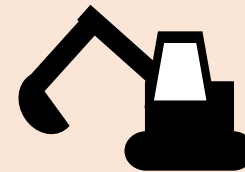
- ・人工衛星データ
- ・空中写真
- ・航空レーザー
- ・ドローン
- ・地上レーザー
- ・GNSS …



収集

円滑なデータ共有

フィードバック



技術的な課題

- ・適切な施設配置
- ・治山作業道開設
- ・機械化、自動施工



社会的な課題

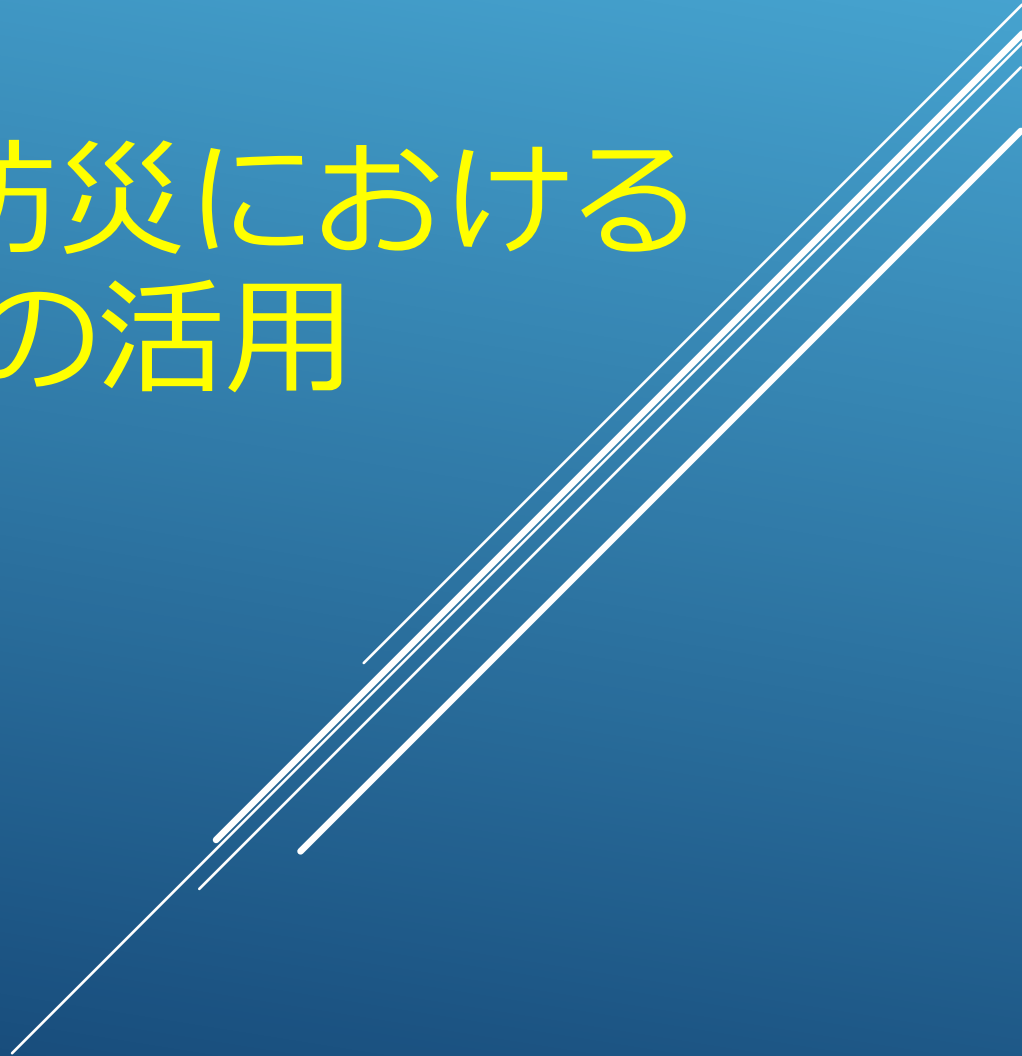
- ・ハザードマップ
- ・防災対策
- ・境界明確化
- ・適切なゾーニング
- ・合意形成 など

① 計測（センシング技術、IoT）

④ 現実世界での課題解決

（（国研）森林総合研究所 瀧 誠志郎氏 2021.3森林GISフォーラム発表資料を修正）

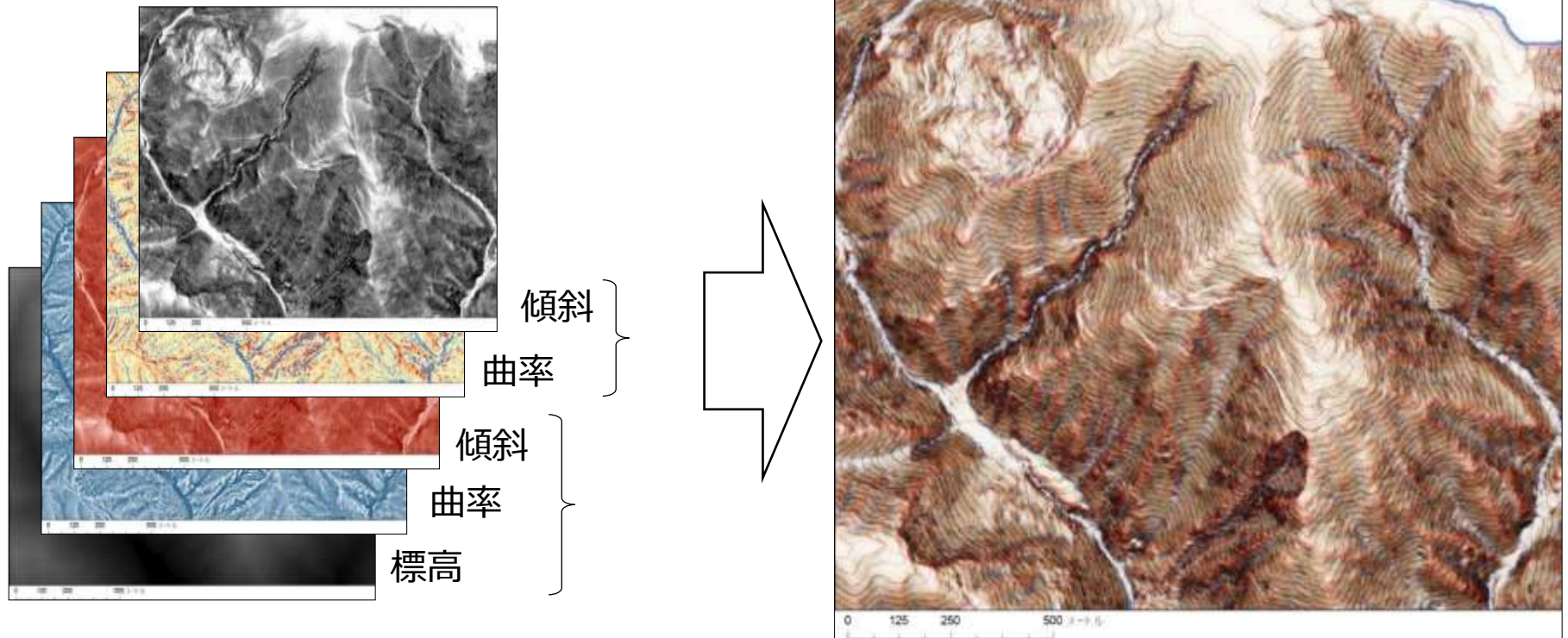
山村集落防災における CS立体図の活用



CS立体図とは

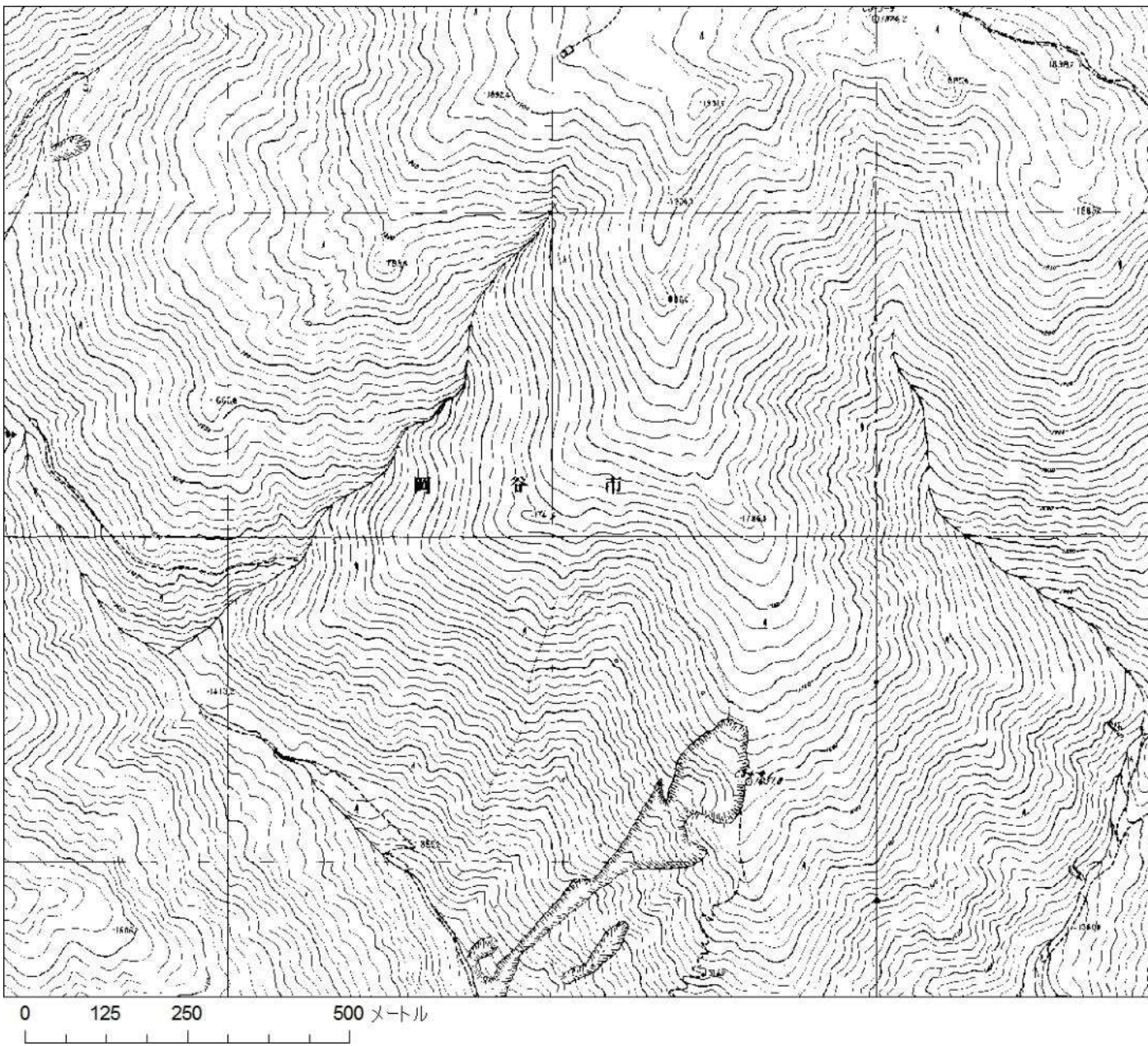
「標高」「傾斜」「曲率」の3つの情報に色を付け、重ねて透過処理することで立体表現した図法

[2012年に長野県林業総合センターで考案](#)

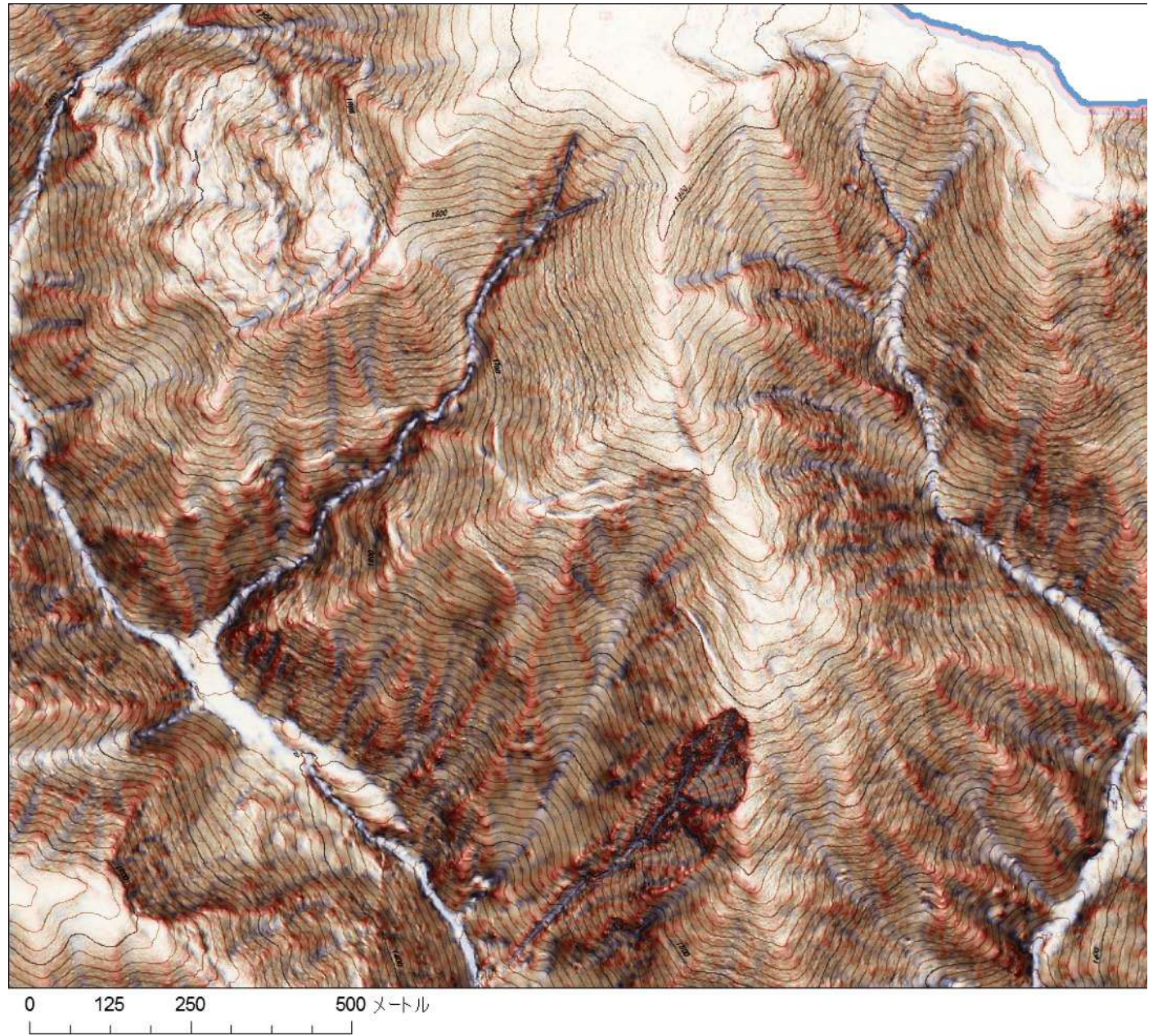


「CS」とは、曲率 (Curvature) と傾斜 (Slope) の頭文字

従来の地形図 (森林基本図)



CS立体図



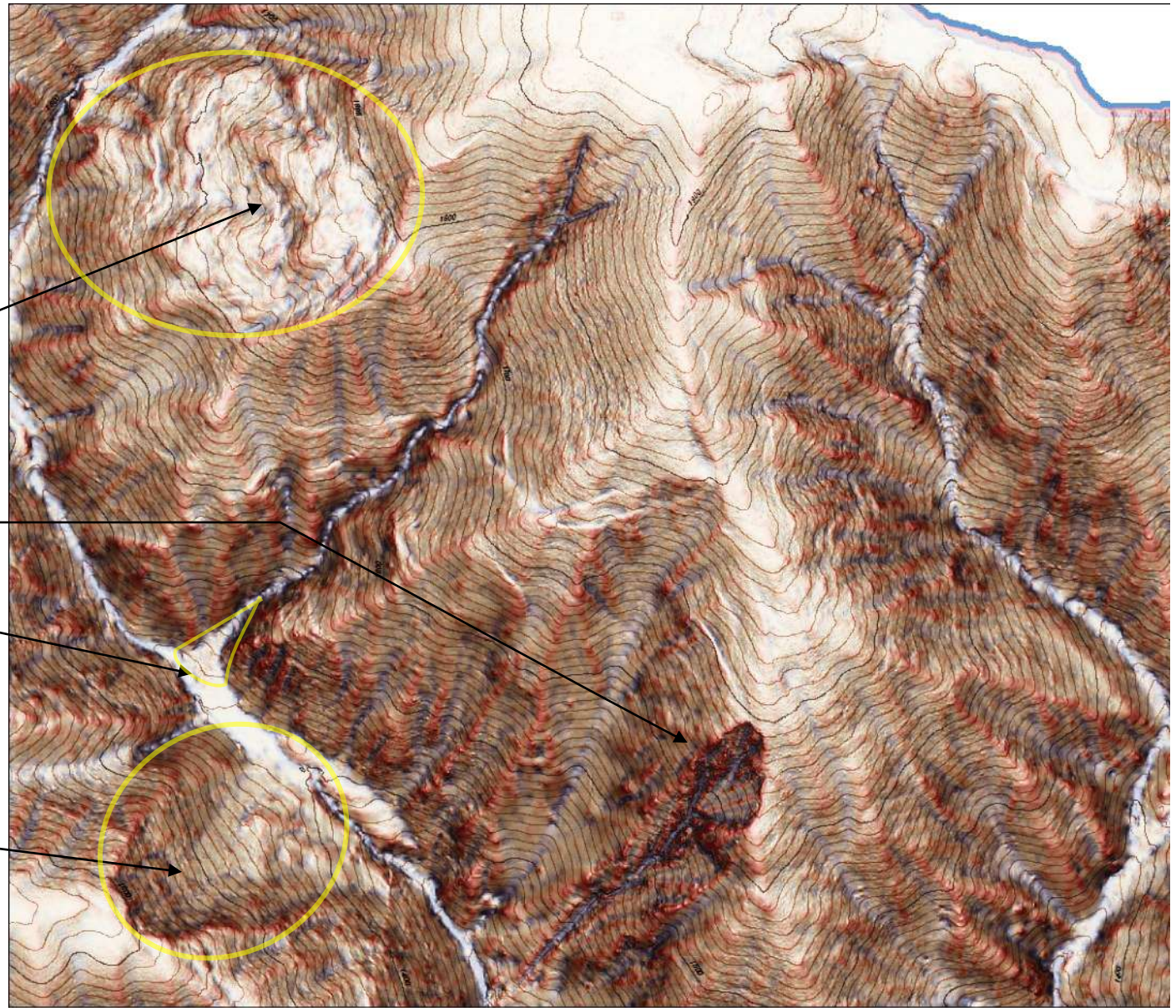
CS立体図

地すべり

崩壊地

沖積錐

深層崩壊跡

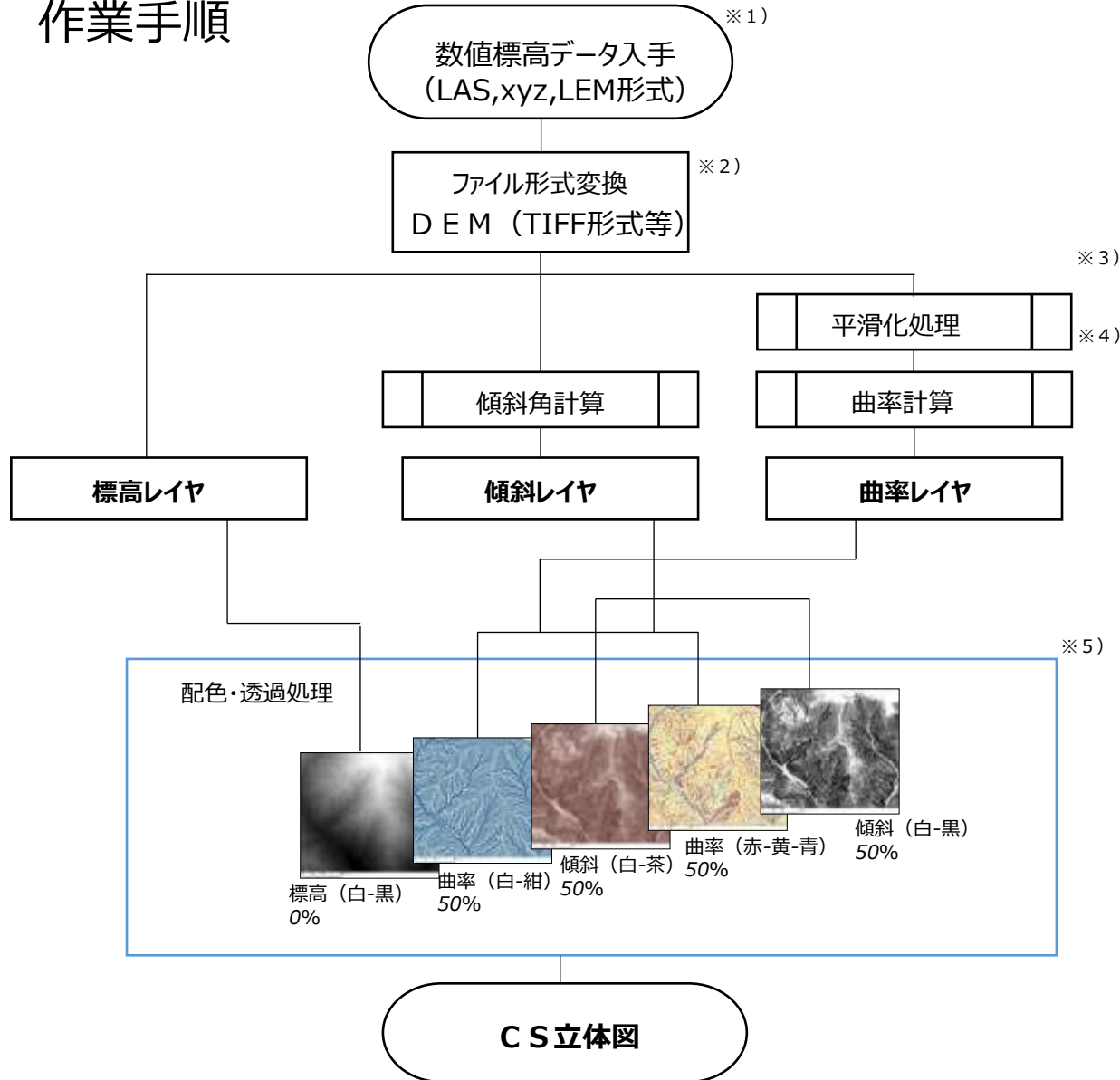


0 125 250 500メートル

C S 立体図の作成方法

公開済

作業手順



【解説】

※1) 数値標高データの入手

・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

・入手できる数値標高データの多くはLAS形式,xyz形式,LEM形式などで、Q I S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。

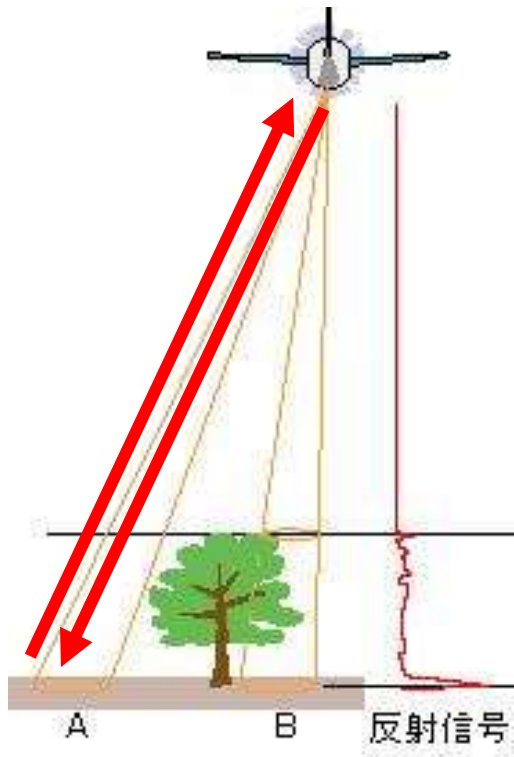
※4) 曲率計算

・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、クランクや道路などが強調される。

※5) 配色・透過処理

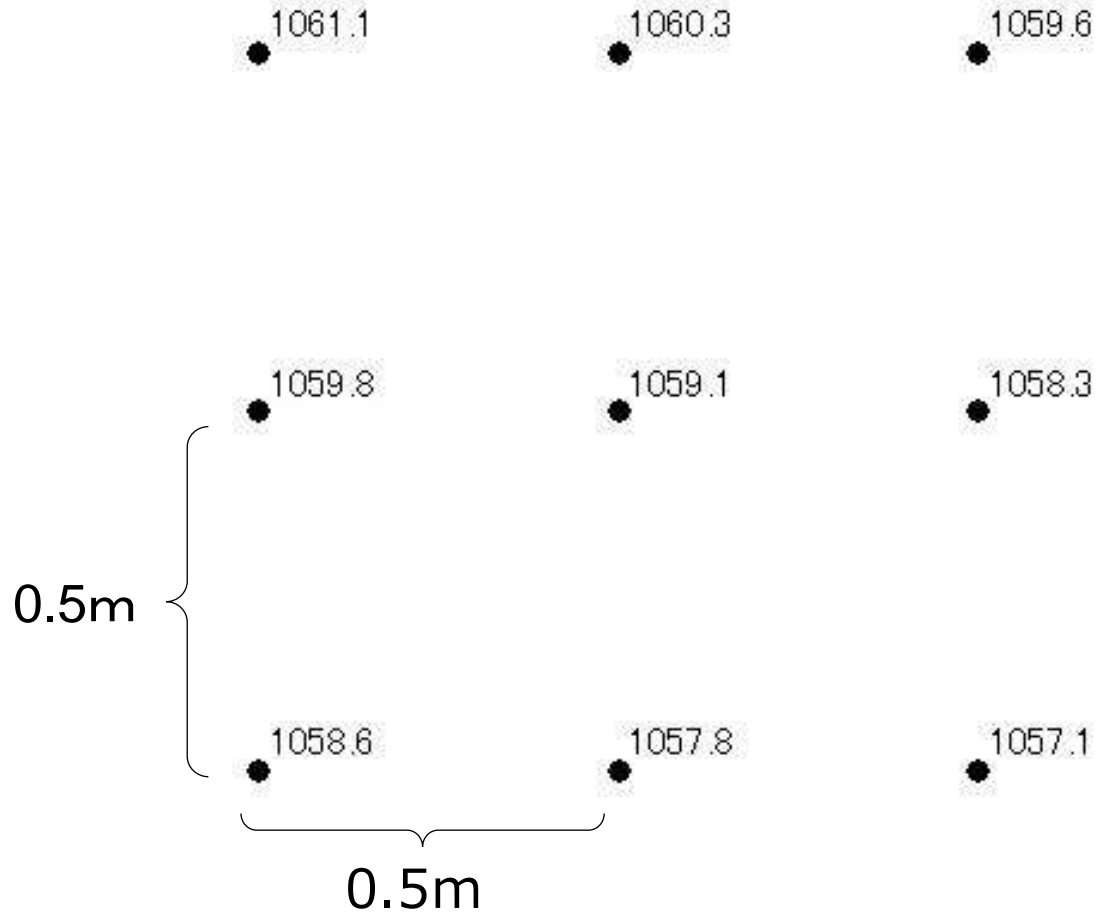
・デフォルトは左記設定。用途や、判読したい地形規模に応じて、色調や透過率を調整する。

航空レーザ測量による細密なDEM（数値標高モデル）を使用



航空レーザ測量

樹木下の微地形を計測可能

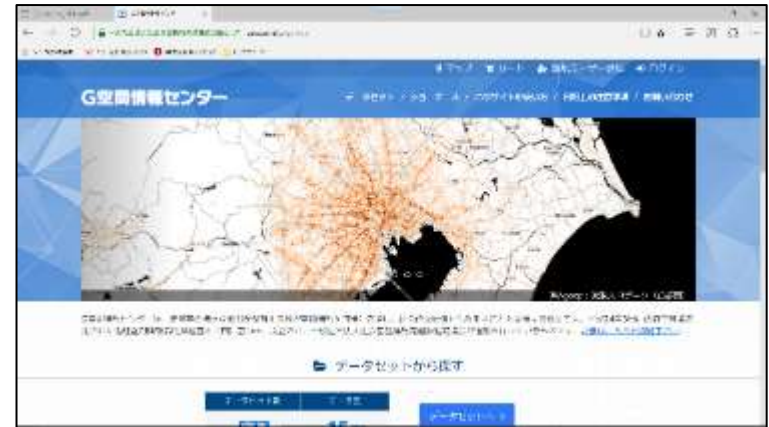


長野県では、治山事業により全県民有林を計測済み

公開済みCS立体図と自動作成ツールは G空間情報センターからダウンロード可

① インターネットで、「G空間情報センター」と検索

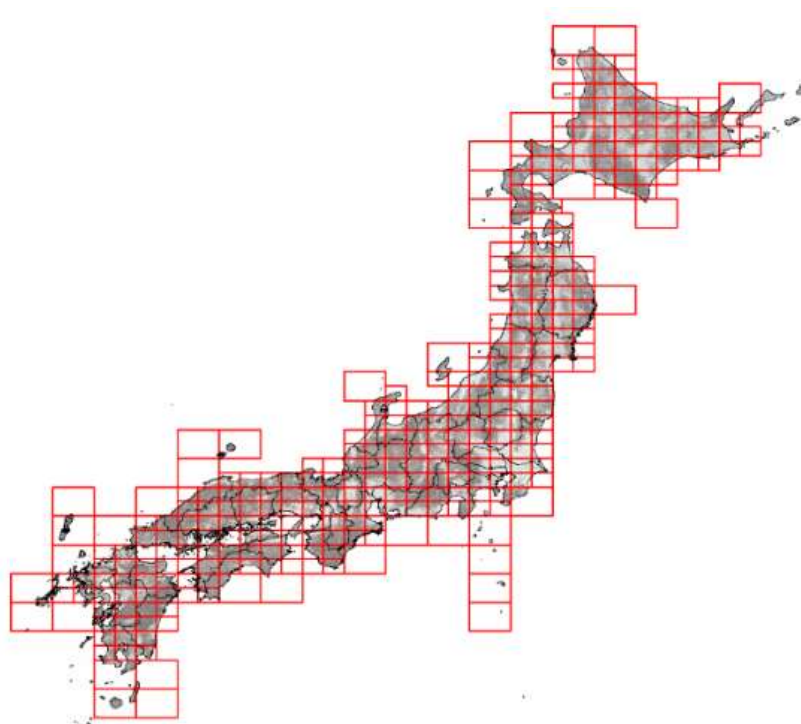
https://www.geospatial.jp/gp_front/



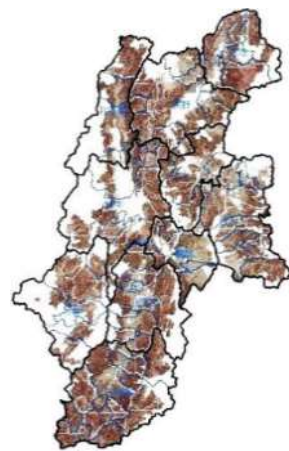
② サイト内で、「CS立体図」と検索



G空間情報センターから公開中のCS立体図



全国（10mメッシュ）



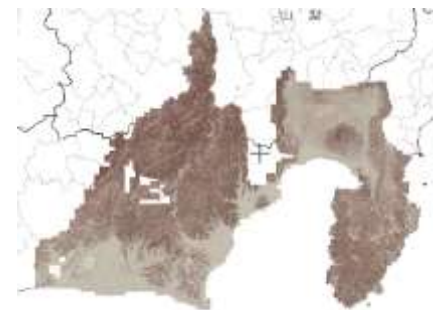
長野県（民有林）



兵庫県



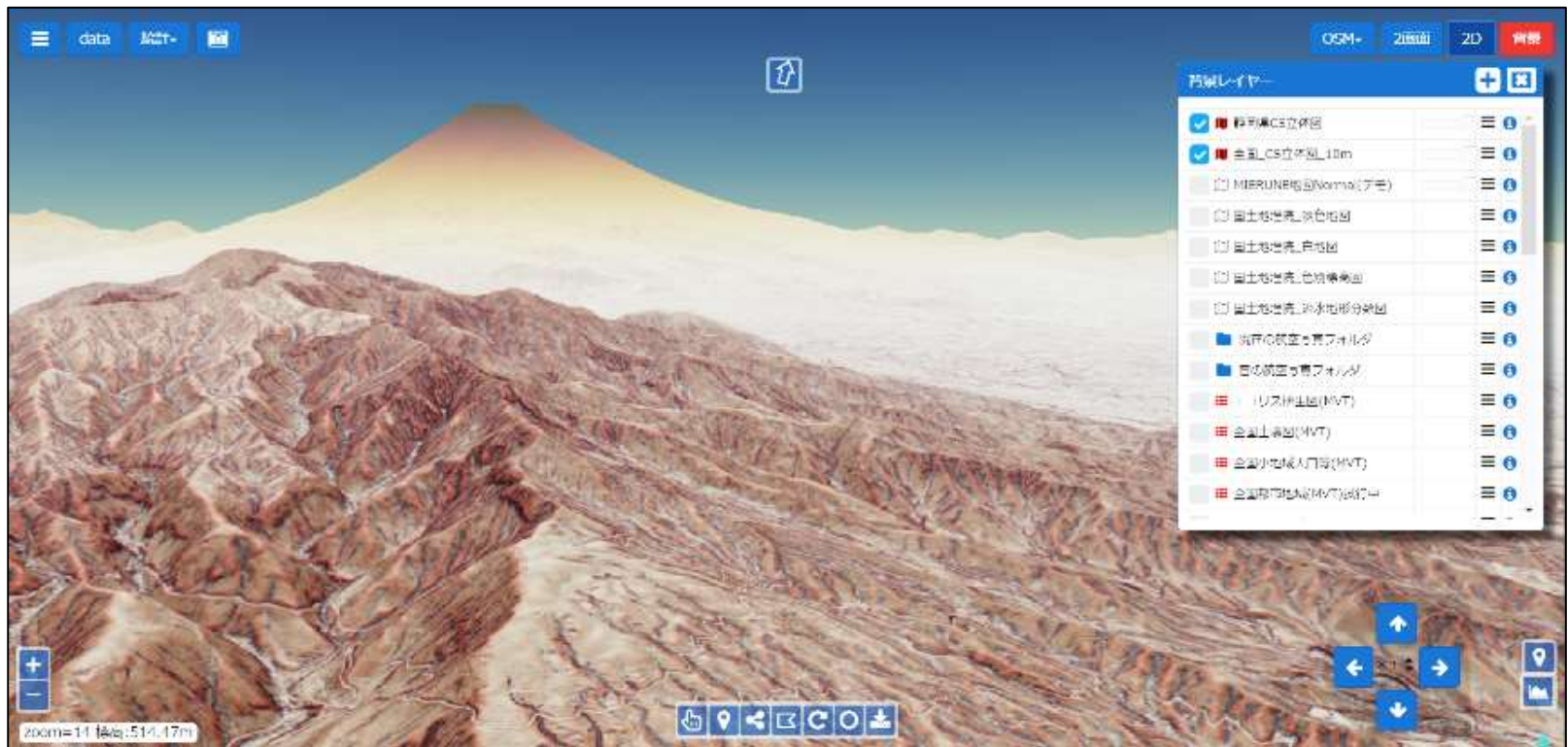
岐阜県



静岡県

宮崎県のwebサイト「ひなたGIS」のご紹介

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

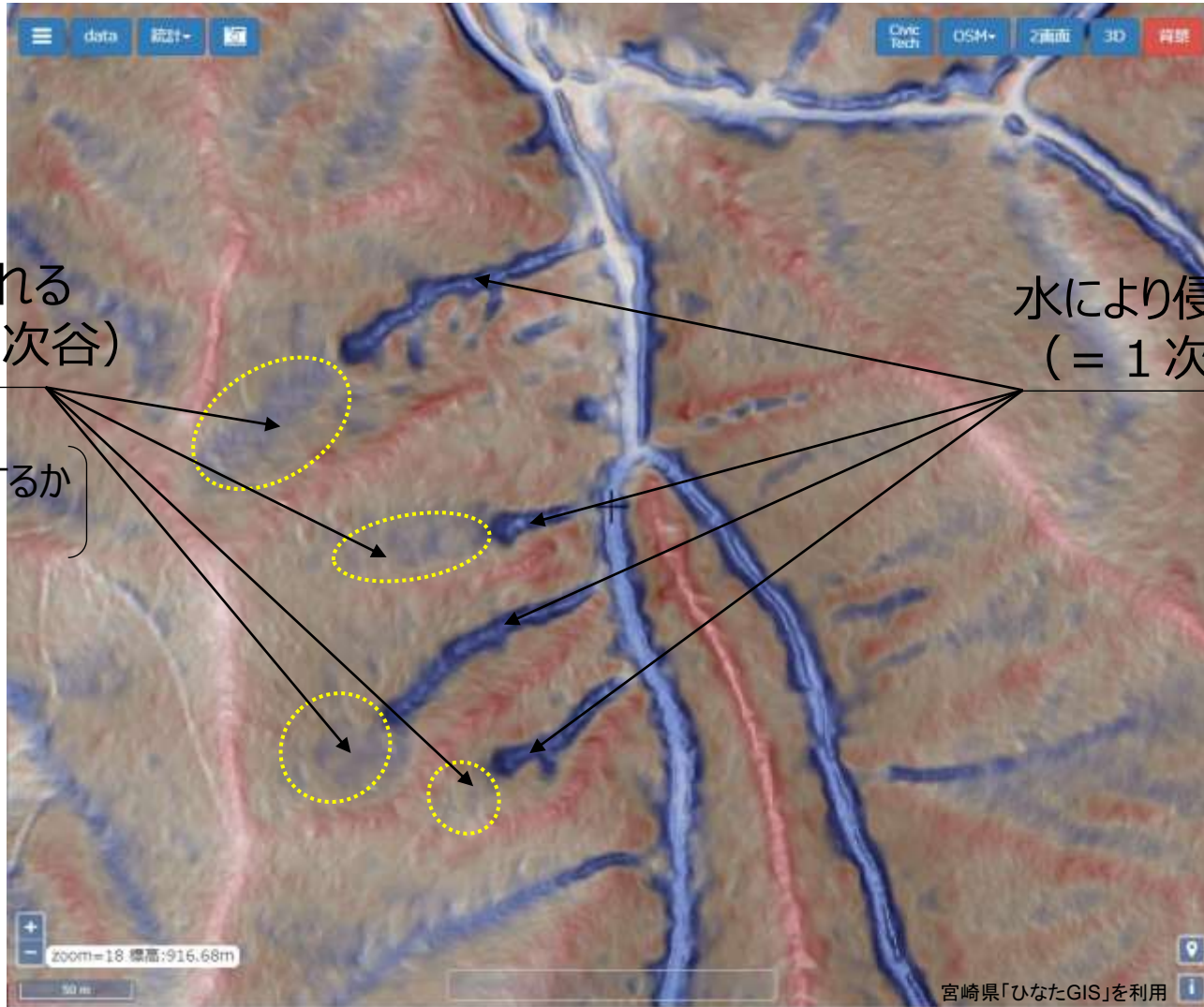


ひなたGISの背景図として利用可能

C S 立体図を用いた 災害危険地形の判読例

(山地崩壊には様々なパターンがある)

0次谷（侵食前線）



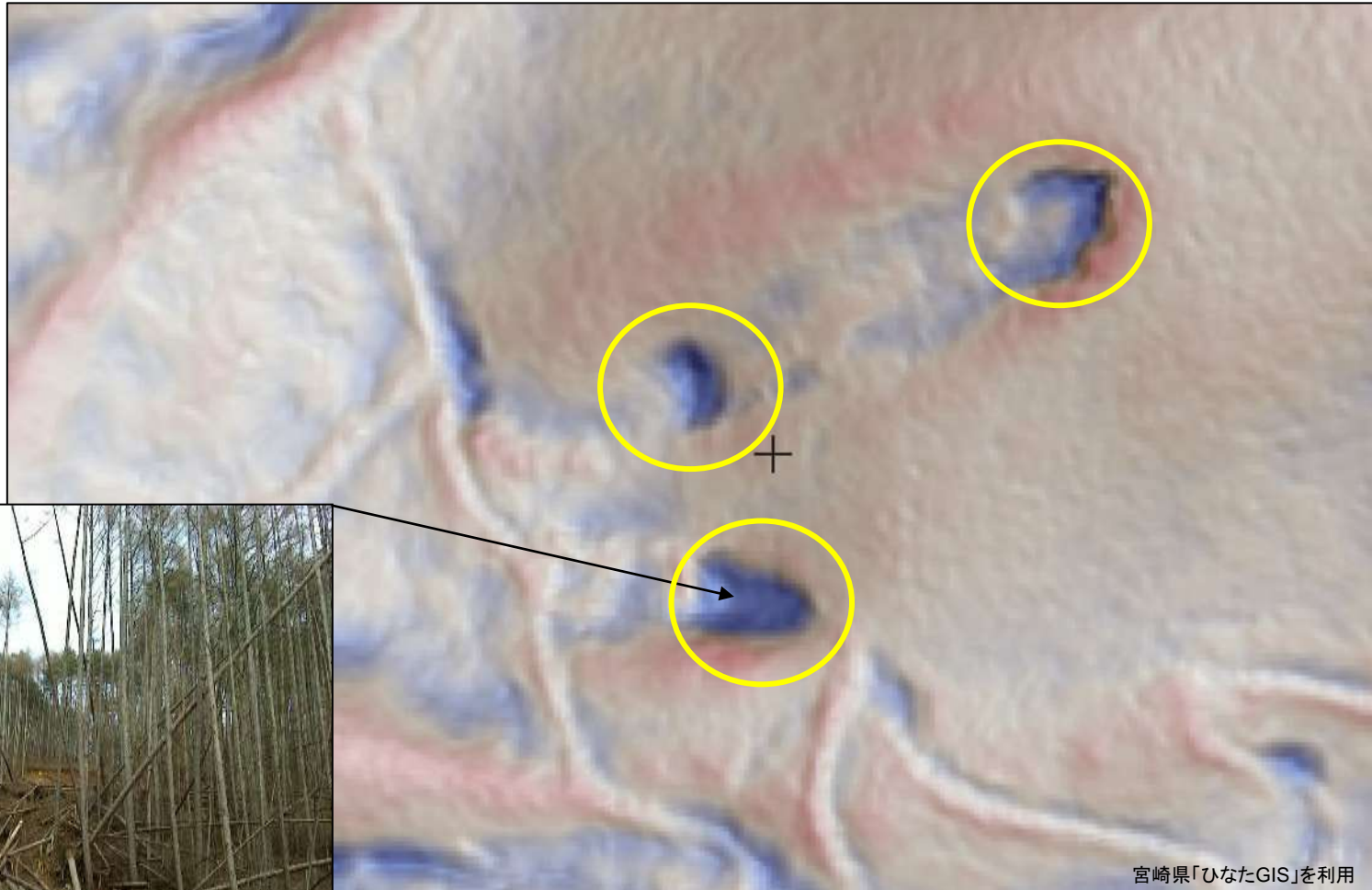
これから侵食される
凹地形（= 0次谷）

水により侵食された沢
（= 1次谷）

（次の大雨で崩壊するか
もしれない）

水により侵食が進んだ沢は濃い青、0次谷は薄い青

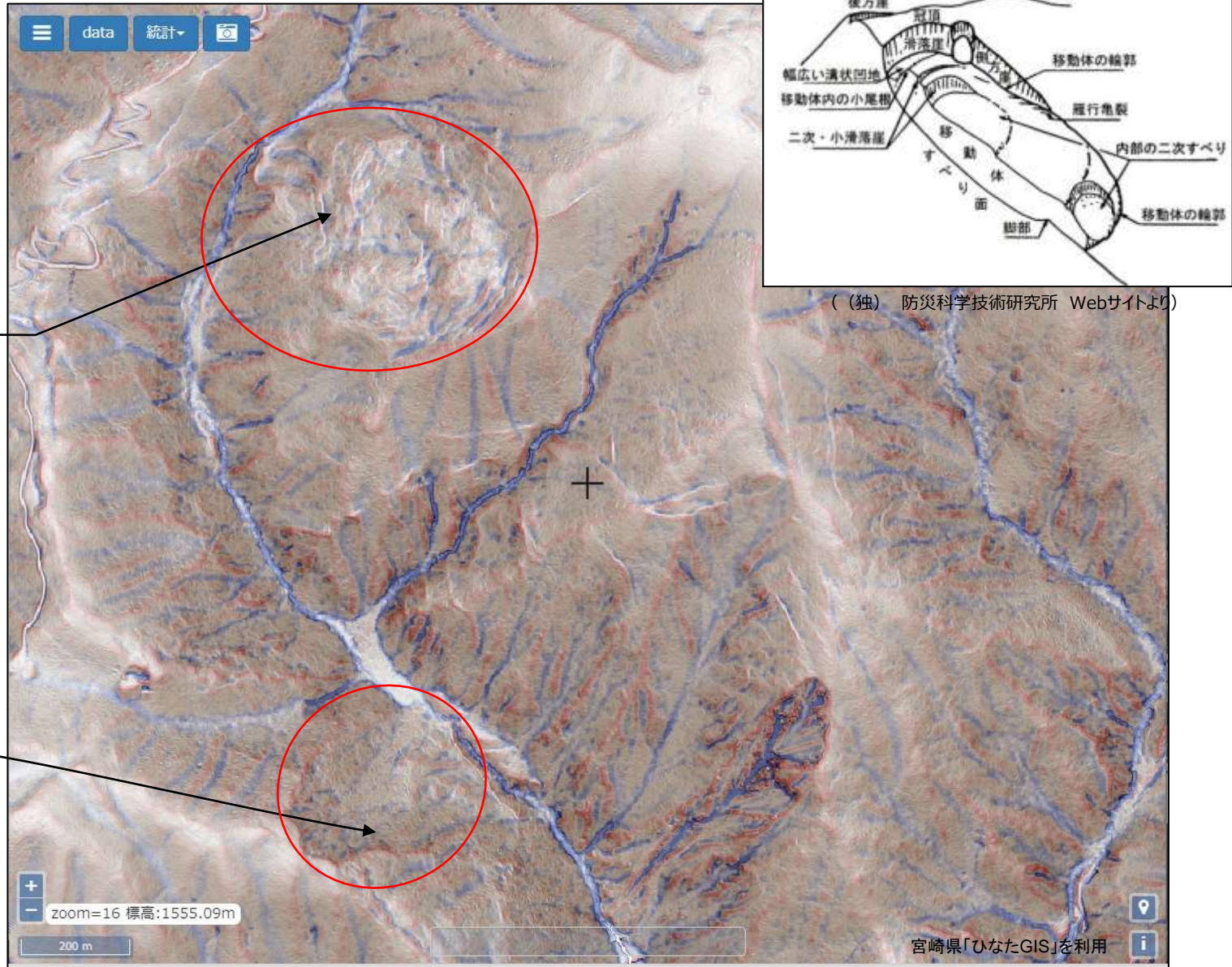
湧水による表層崩壊



宮崎県「ひなたGIS」を利用



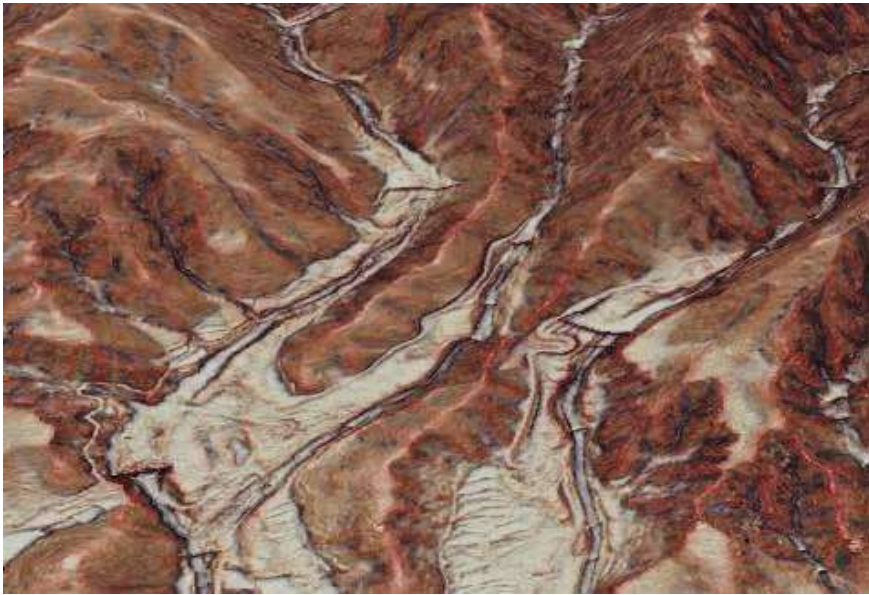
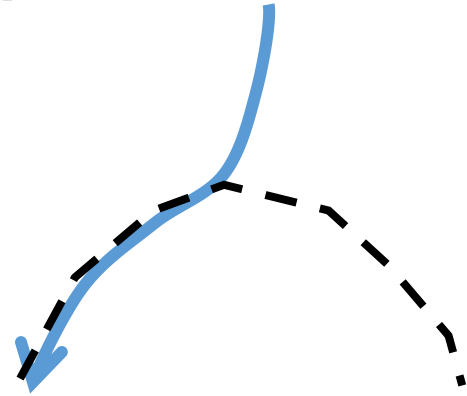
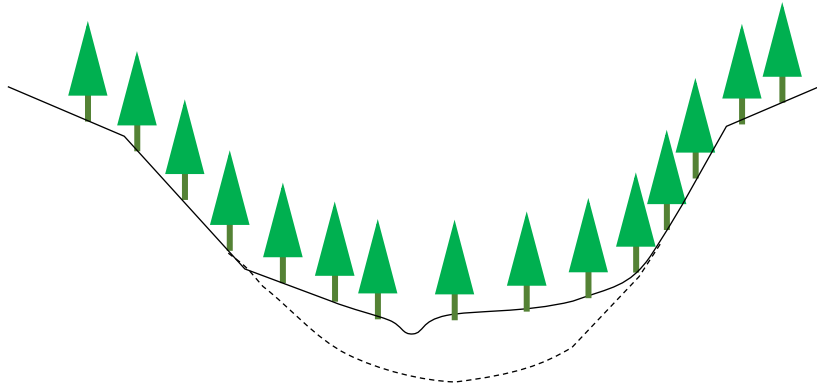
地すべり、深層崩壊跡地形



地すべり

深層崩壊跡

土石流危険溪流



急傾斜で河床堆積物
(過去の土石流堆積物)



下方に扇状地がある谷

山村集落での防災マップづくり



地域住民が主体の防災マップづくり

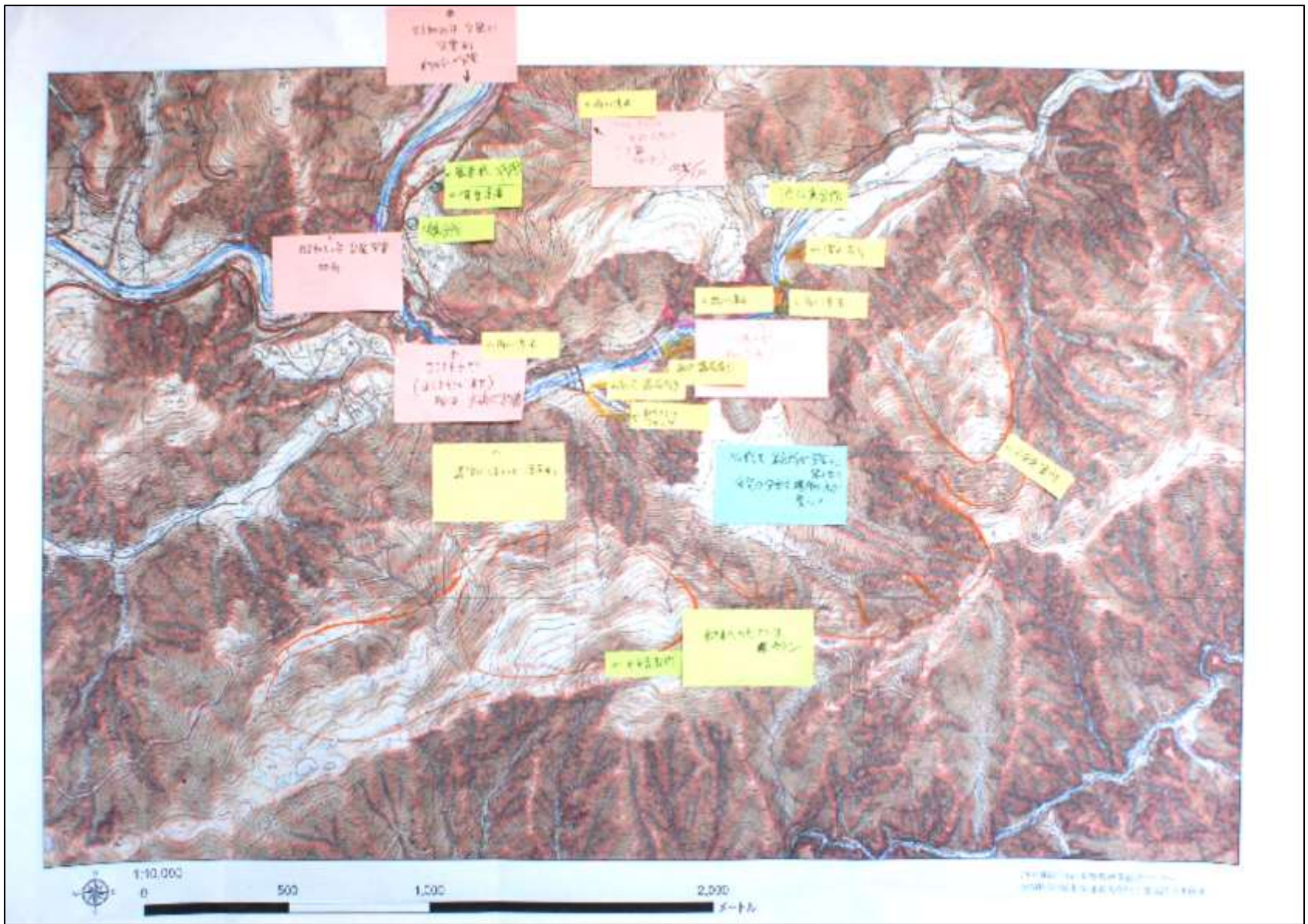
(長野県飯田市)



グループに分かれて、災害履歴や湧水的位置など情報収集
(CS立体図を活用)



住民による発表
(どこが危ないか？ どこへ逃げるか？ いつ逃げるか？)
この時点で、地域の危険情報を共有



付箋に情報を書き込み貼り付ける

木沢自治会 土砂災害要注意箇所マップ

三ツ沢川周辺 の危険箇所

注意すべき危険箇所	危険箇所
<ul style="list-style-type: none"> ① 土砂災害の発生しやすい箇所 ② 土砂災害の発生しやすい箇所 	<ul style="list-style-type: none"> ① 土砂災害の発生しやすい箇所 ② 土砂災害の発生しやすい箇所
<ul style="list-style-type: none"> ③ 土砂災害の発生しやすい箇所 ④ 土砂災害の発生しやすい箇所 	<ul style="list-style-type: none"> ③ 土砂災害の発生しやすい箇所 ④ 土砂災害の発生しやすい箇所
<ul style="list-style-type: none"> ⑤ 土砂災害の発生しやすい箇所 ⑥ 土砂災害の発生しやすい箇所 	<ul style="list-style-type: none"> ⑤ 土砂災害の発生しやすい箇所 ⑥ 土砂災害の発生しやすい箇所

美園地区 の危険箇所

注意すべき危険箇所	危険箇所
<ul style="list-style-type: none"> ① 土砂災害の発生しやすい箇所 ② 土砂災害の発生しやすい箇所 	<ul style="list-style-type: none"> ① 土砂災害の発生しやすい箇所 ② 土砂災害の発生しやすい箇所
<ul style="list-style-type: none"> ③ 土砂災害の発生しやすい箇所 ④ 土砂災害の発生しやすい箇所 	<ul style="list-style-type: none"> ③ 土砂災害の発生しやすい箇所 ④ 土砂災害の発生しやすい箇所
<ul style="list-style-type: none"> ⑤ 土砂災害の発生しやすい箇所 ⑥ 土砂災害の発生しやすい箇所 	<ul style="list-style-type: none"> ⑤ 土砂災害の発生しやすい箇所 ⑥ 土砂災害の発生しやすい箇所

最初に安全な自主避難先を定めましょう。

- ・自治会組織の「土砂災害危険箇所」を参考に、自治会単位で避難先を指定し、住民に配布する。
- ・避難先は、土砂災害の発生しやすい箇所から離れた場所を指定し、避難経路も指定する。
- ・避難先は、避難先が安全な場所であることを確認し、避難先を指定する。

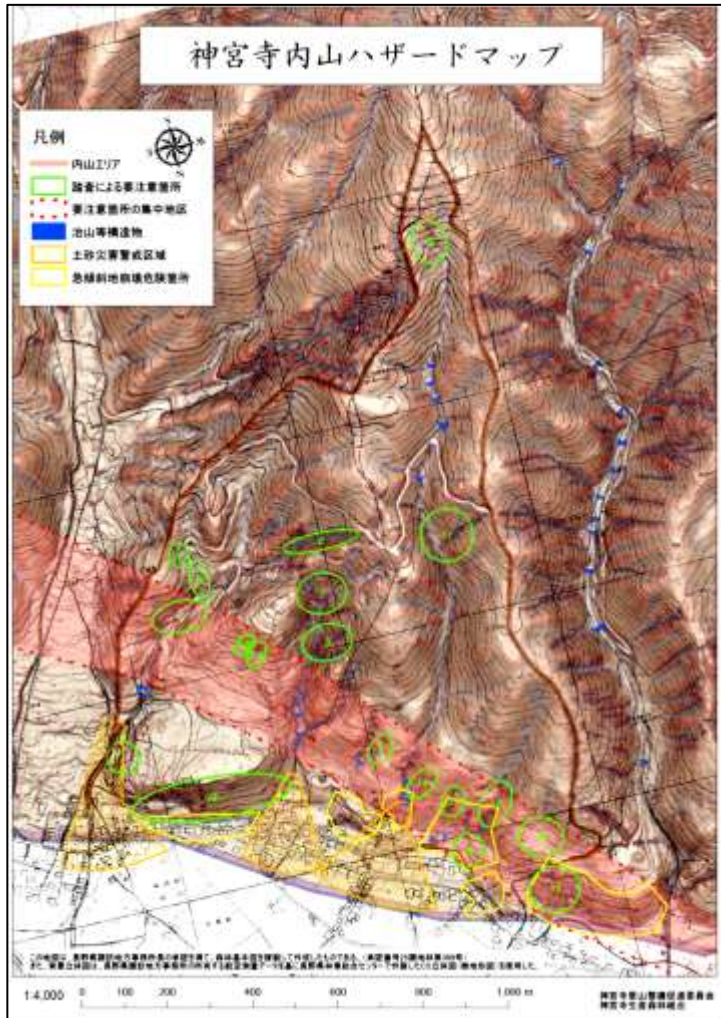
危険箇所確認時の行動

土砂災害の発生を知らせる警報が発表された場合は、自治会が指定した避難先へ避難してください。避難先が指定されていない場合は、自治会が指定した避難先へ避難してください。

集落ごとに独自の防災マップを作成 → 各戸に配布

住民からの情報、地形解析結果、地すべり分布、法的指定、避難方法、経路、タイムライン など

地域住民によるハザードマップの作成崩壊危険地の見回りに活用



諏訪市神宮寺地区のハザードマップ



作成したハザードマップを持って
住民が危険箇所を点検



スマートフォンの活用

スマートフォンの地図アプリにC S
立体図を入れて、ナビゲーション
することで効率的に森林調査が
可能

(長野県諏訪市)

災害調査での活用

災害調査時の活用

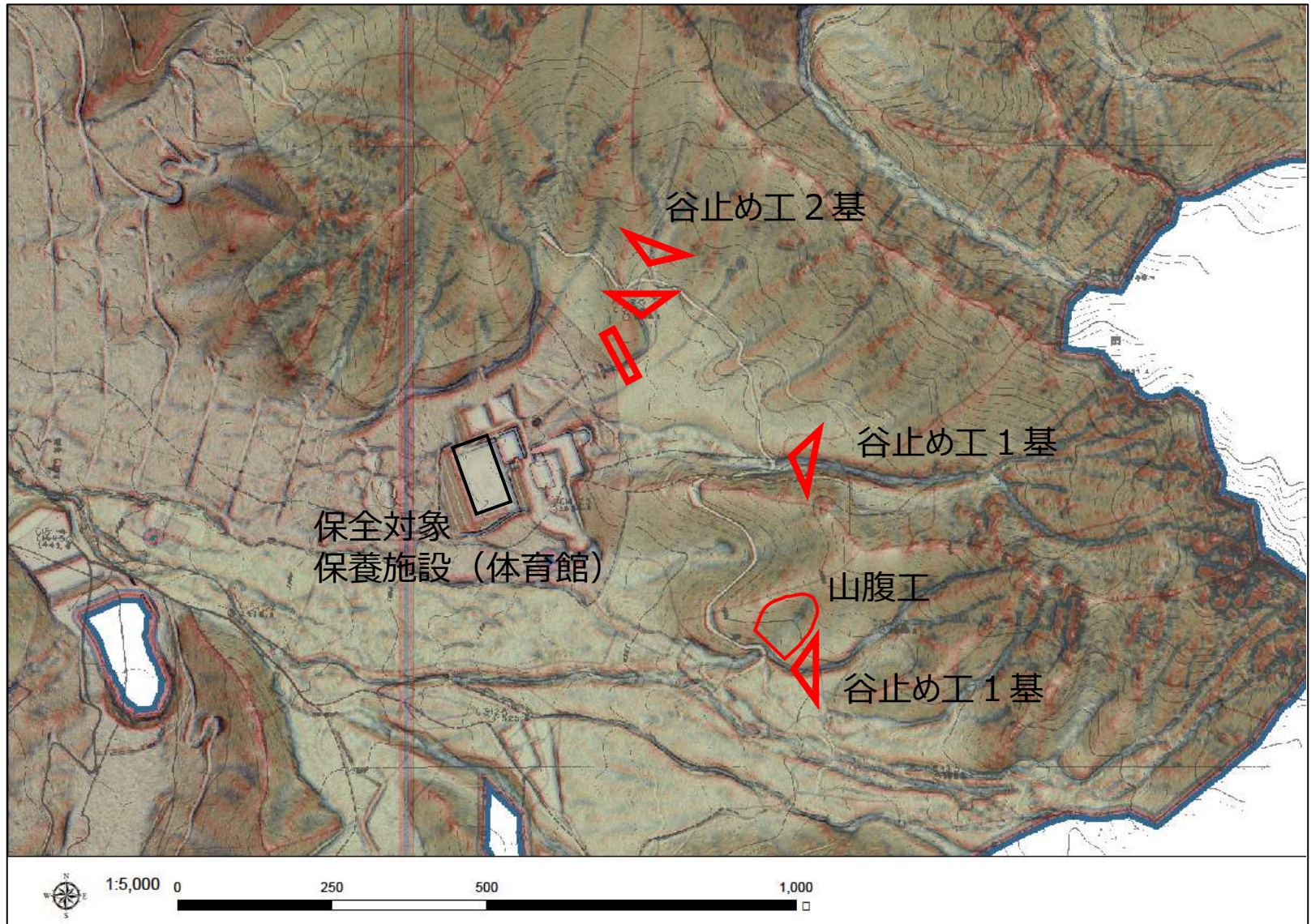


スマホ地図アプリ



2019.10.21
台風19号被害調査
(川上村)

治山事業計画書 (添付資料)



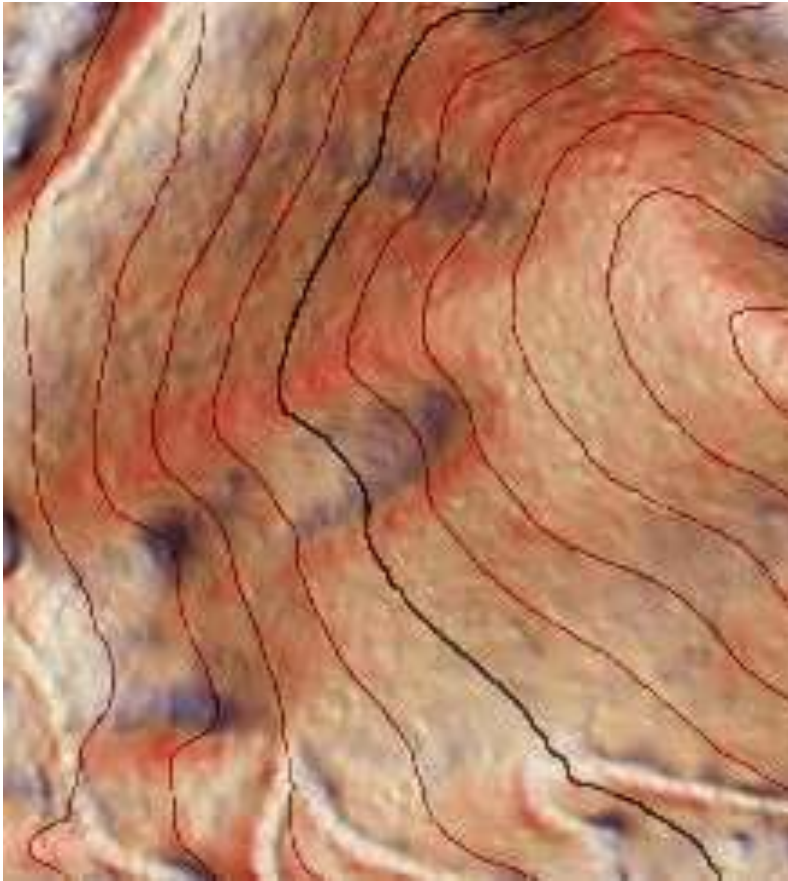
被災原因、対策工法の必要性を説明しやすくする

【地形判読の自動化】

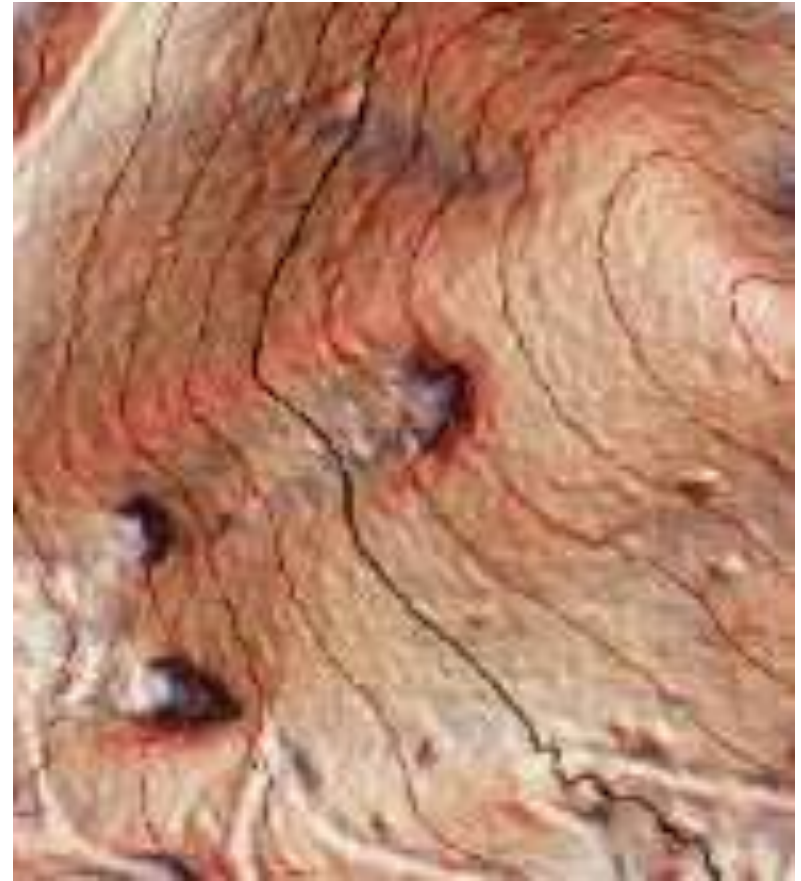
AIによる崩壊危険判読

崩壊発生地の発災前後のCS立体図を比較

2009年（発災前）

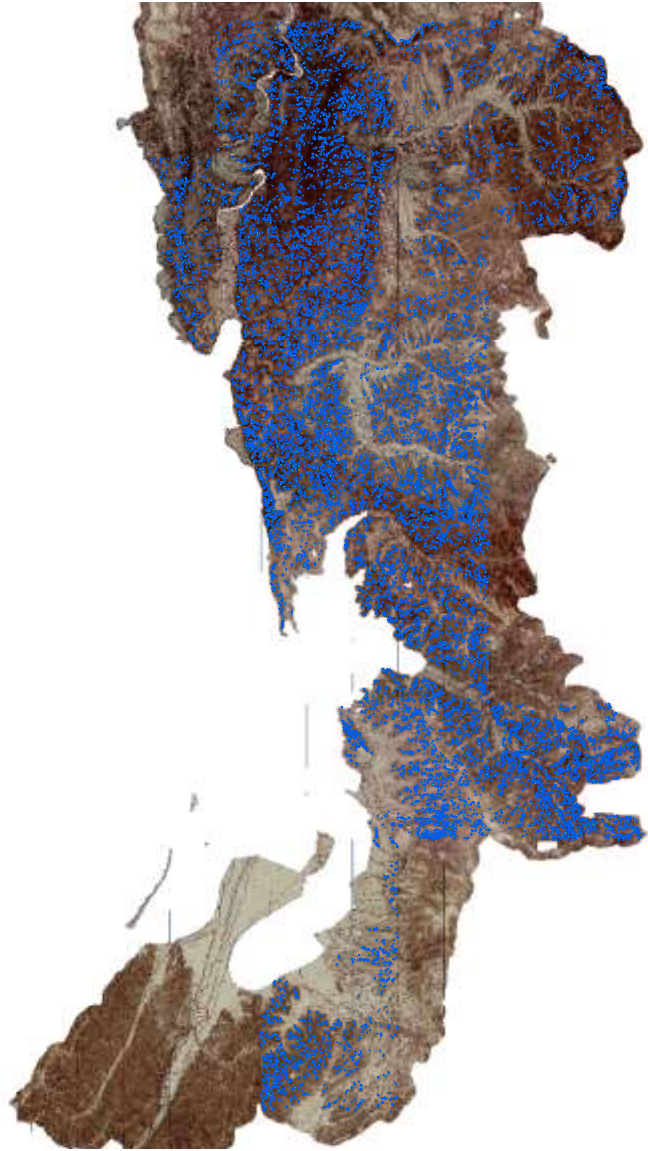


2012年（発災後）



崩壊発生地では発災前から浅い凹地形をしている
崩壊危険個所をピンポイントで検出可能

崩壊地教師データの作成

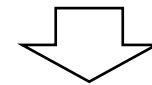


【教師データ】

長野県松本地区東部

目視判読による崩壊地形
(谷頭部) のポリゴン作成

16,892箇所



【AI学習】

Mask R-CNN

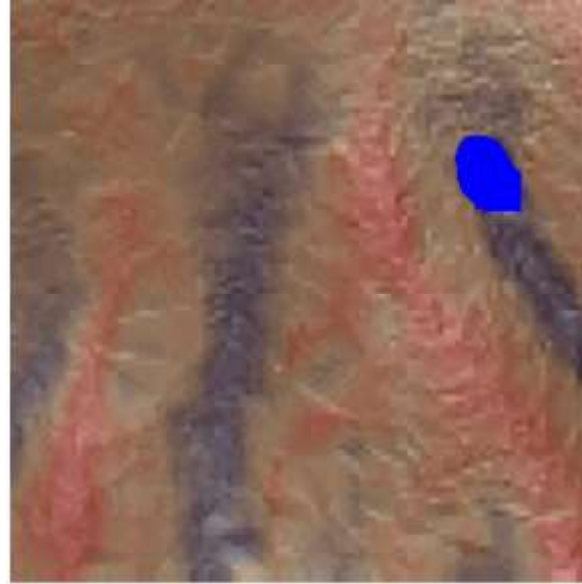
(ノーザンシステムサービス)

AI解析による**谷頭部**の自動判読

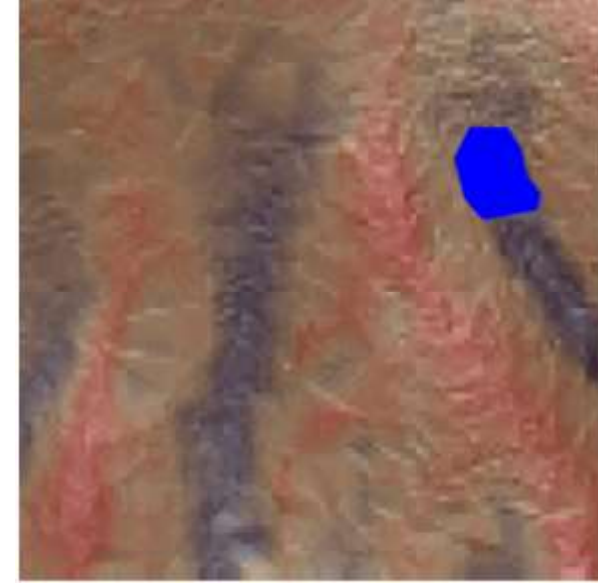
C S 立体図



A I による抽出



教師データ



C S 立体図から自動判読

人間による目視判読

- ・植生高低い
- ・明瞭な凹地形

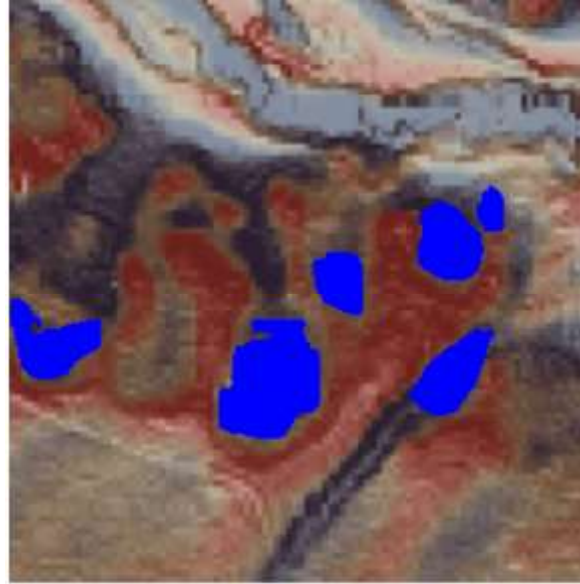
(解析：ノーザンシステムサービス)

AI解析による**谷頭部**の自動判読

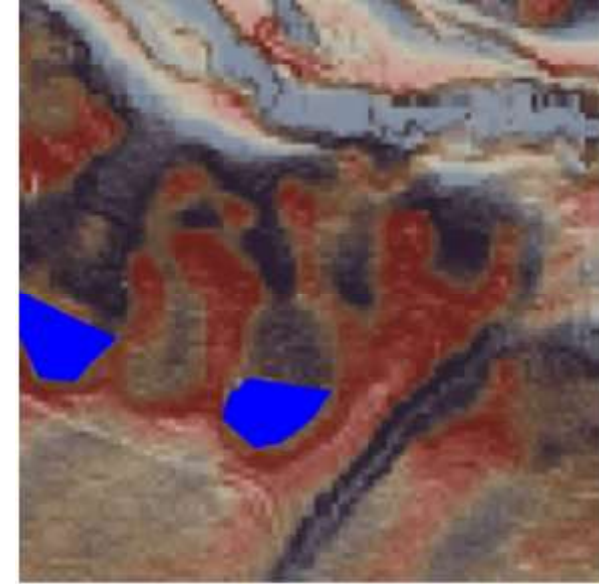
C S 立体図



A I による抽出



教師データ



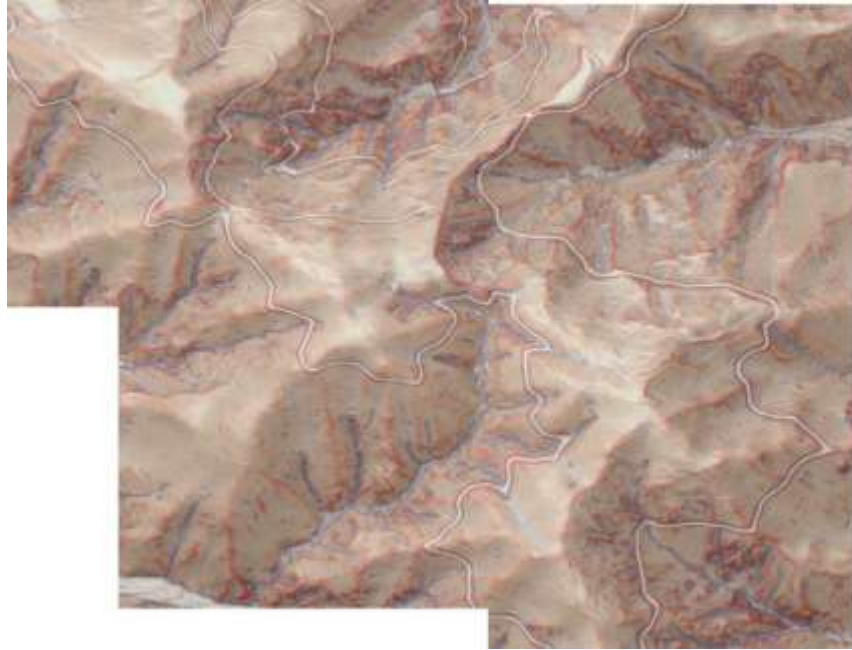
C S 立体図から自動判読

人間による目視判読

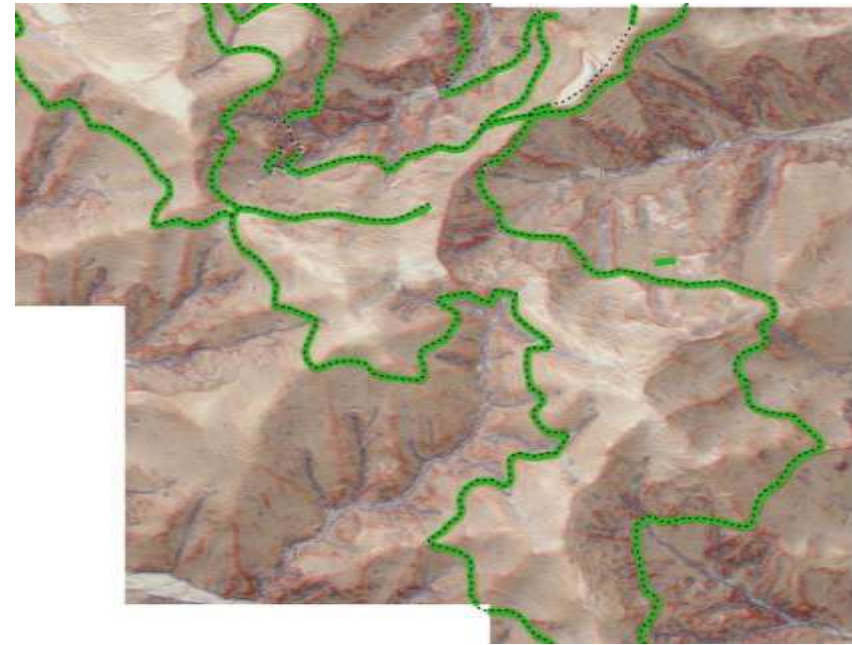
- ・植生高低い
- ・明瞭な凹地形

(解析：ノーザンシステムサービス)

AI解析による森林路網線形の自動判読



CS立体図

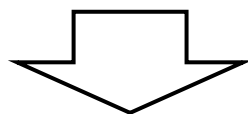


AI解析による森林路網の自動抽出
とベクトルデータ化

(解析：ノーザンシステムサービス)

【研究成果】

CS立体図を使ったAI地形判読では、与えた教師データと類似する地形を抽出することができる



【課題】

いかに、**良い教師データ**を作るか

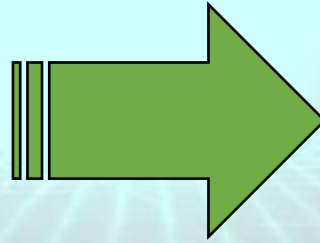
- ・山村集落で作成した防災マップの収集、蓄積
- ・災害発生時の調査データの収集、蓄積

DX化モデル（情報共有プラットフォーム）

データの世界

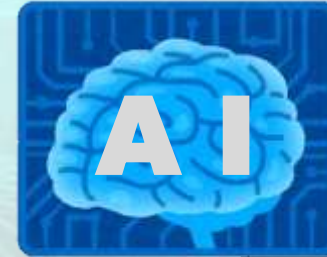
② データ蓄積

- ・データ標準化
- ・崩壊パターンの分類
(地すべり、湧水、表層崩壊、土石流 など)



③ 高度なデータ分析

- ・AI解析
崩壊危険地抽出



現実の世界

- ・航空レーザー測量
- ・CS立体図作成
- ・現地データの収集
(実際の崩壊発生位置)



円滑なデータ共有

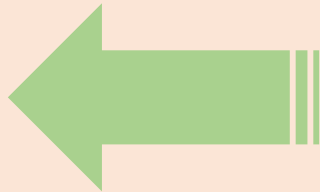
収集

フィードバック

① 計測（センシング技術、IoT）

④ 現実世界での課題解決

- ・ハザードマップ精度向上
- ・適切な防災計画（ハード、ソフト）
- ・木材生産林、防災林のゾーニング



（（国研）森林総合研究所 瀧 誠志郎氏 2021.3森林GISフォーラム発表資料を修正）

ご清聴ありがとうございました。