

CS立体図とENVI Deep Learning Module を利用した森林路網抽出の試み

(株) ジオ・フォレスト

代表取締役 戸田 堅一郎

経歴／会社概要

◇ ～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/>

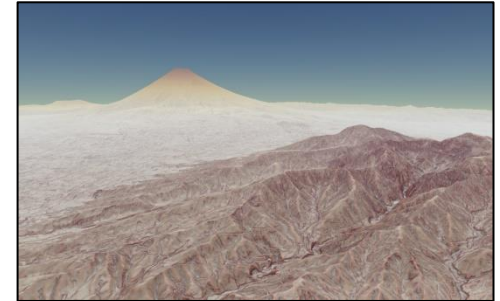
「ジオ・フォレスト」で検索



弊社所有技術

◇ 地形解析

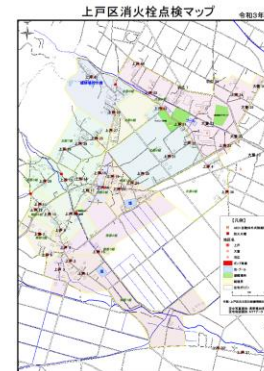
- ・CS立体図作成
- ・干渉SAR
- ・各種リモートセンシングデータ解析



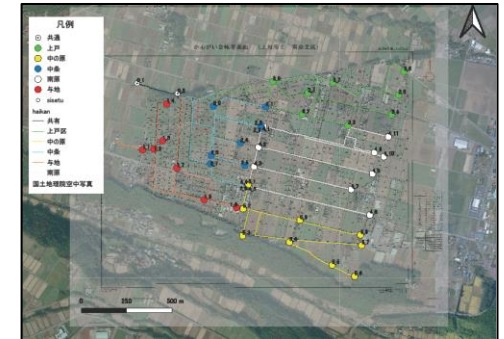
CS立体図

◇ マッピング

- ・防災マップ
- ・農業施設マップ



防災マップ



農業施設マップ

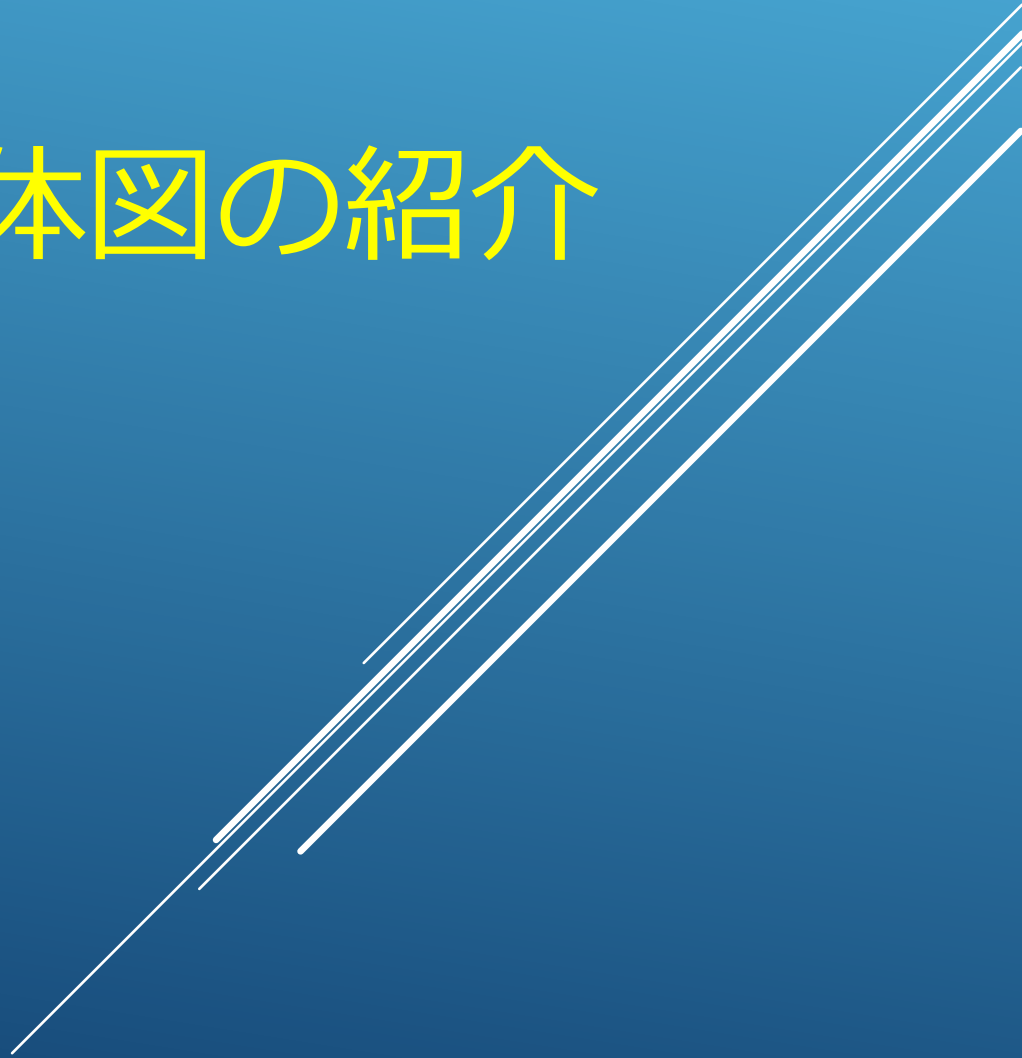
◇ 現地調査

- ・森林資源調査
- ・森林路網線形調査



森林路網調査

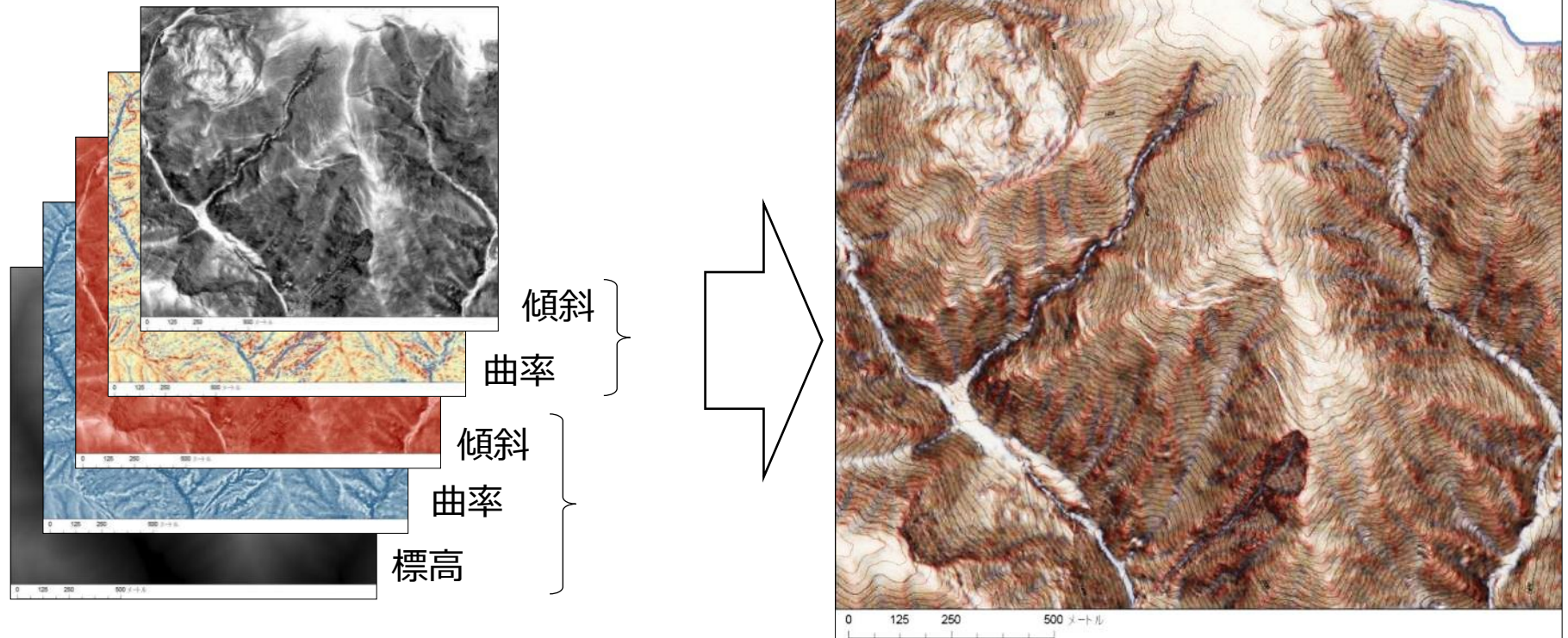
CS立体図の紹介



CS立体図とは

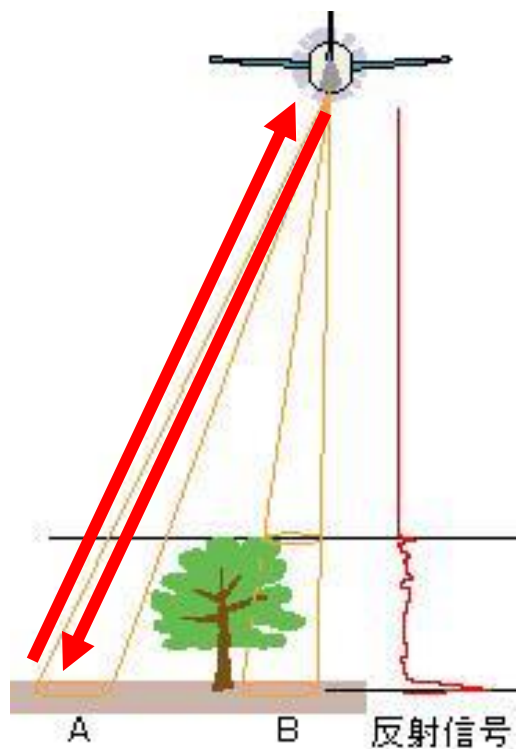
「標高」「傾斜」「曲率」の3つの情報に色を付け、重ねて透過処理することで立体表現した図法

[2012年に長野県林業総合センターで考案](#)

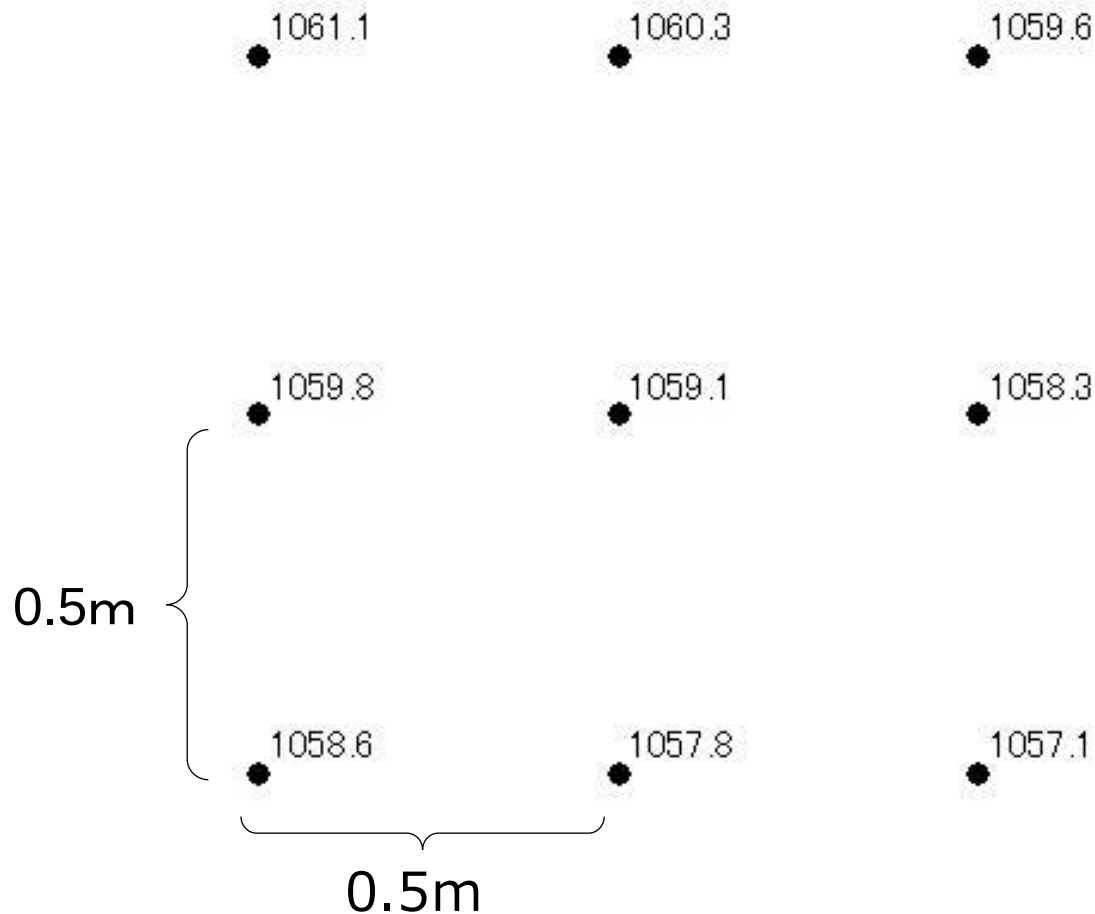


「**CS**」とは、曲率（**C**urvature）と傾斜（**S**lope）の頭文字

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

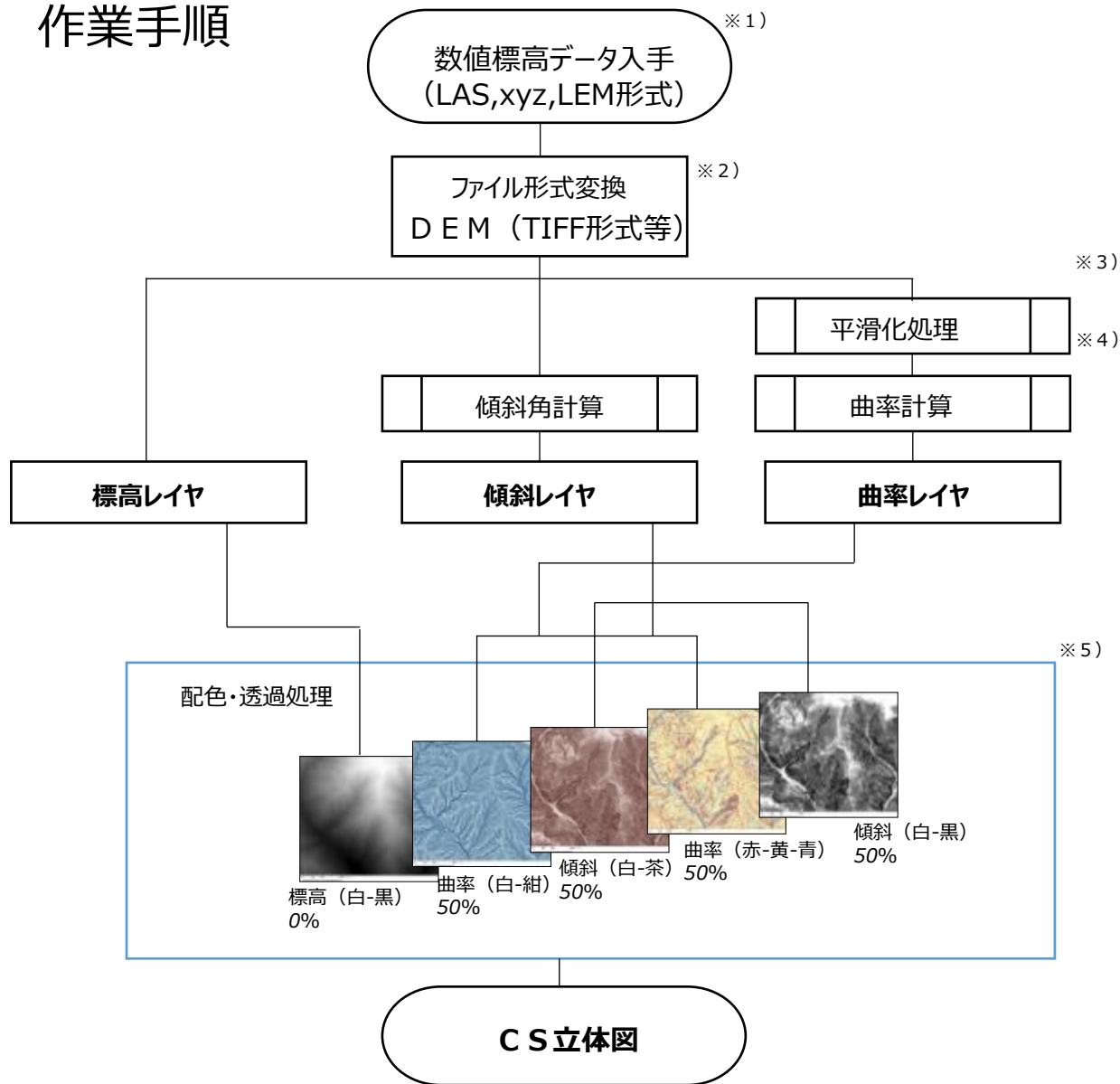


長野県では、治山事業により全県民有林を計測済み

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、5 mメッシュ、1 0 m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。

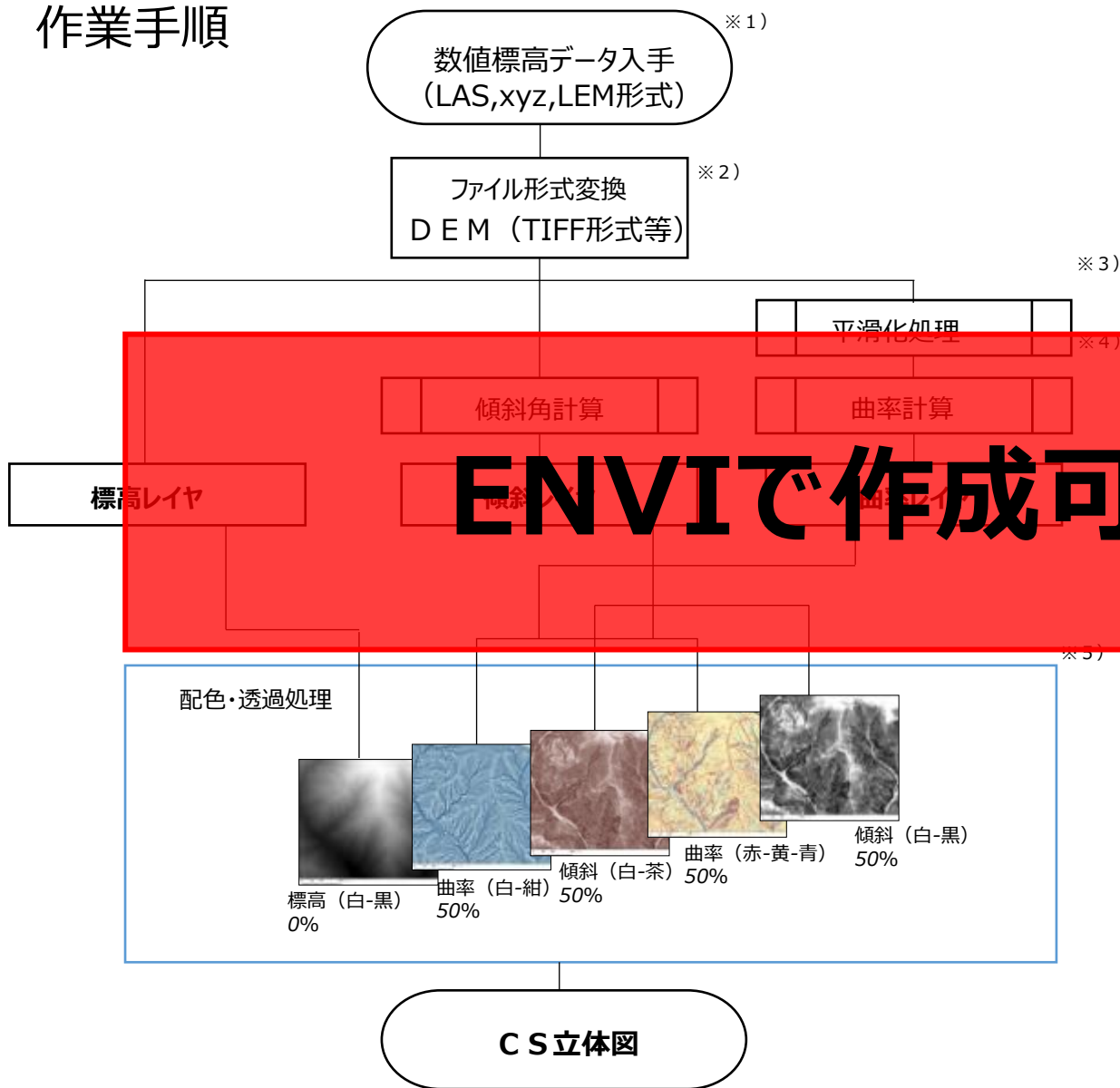
※5) 配色・透過処理

・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。

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、5 mメッシュ、1 0 m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では直接扱えない。TIFF等のラスタ形式に変換する必要がある。

※3) 平滑化处理

・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

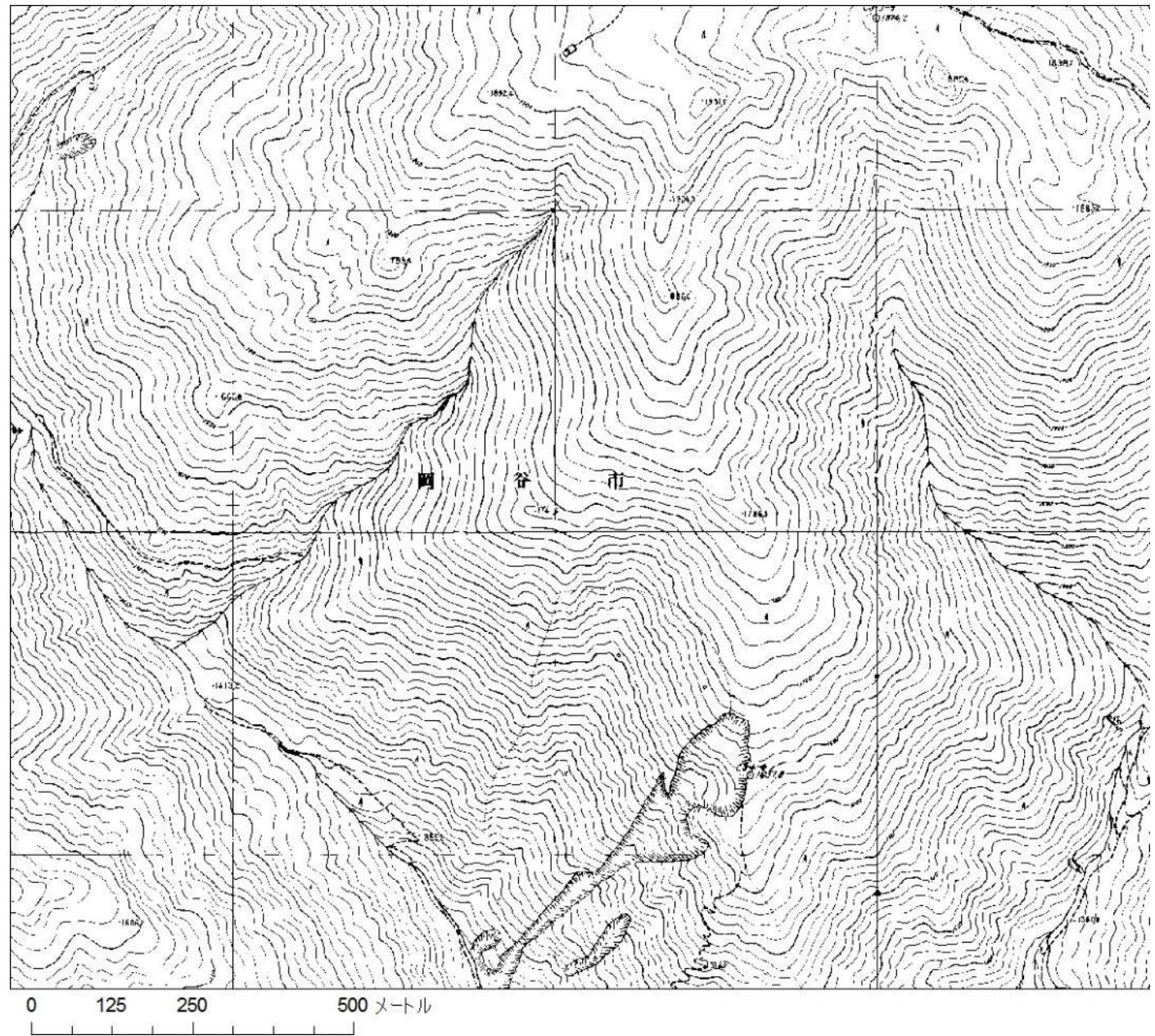
・通常はGeneral curvatureを使用。Plan curvatureを使用すると、水による侵食を強調した図になる。Profile curvatureを使用すると、クランクや道路などが強調される。

※5) 配色・透過処理

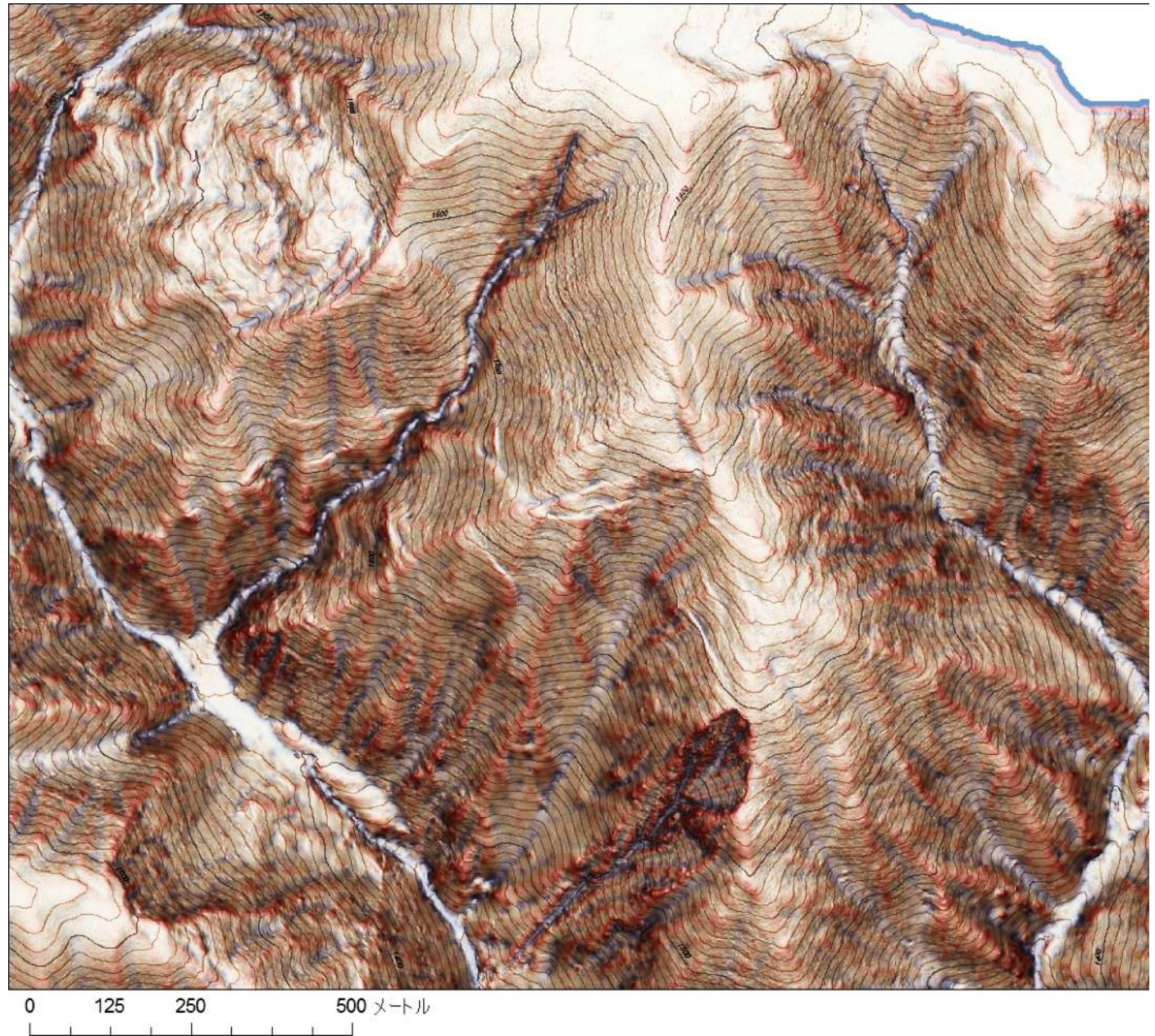
・デフォルトは左記設定。用途や、判読したい地形規模に応じて、色調や透過率を調整する。

ENVIで作成可能！

従来の地形図 (森林基本図)



CS立体図



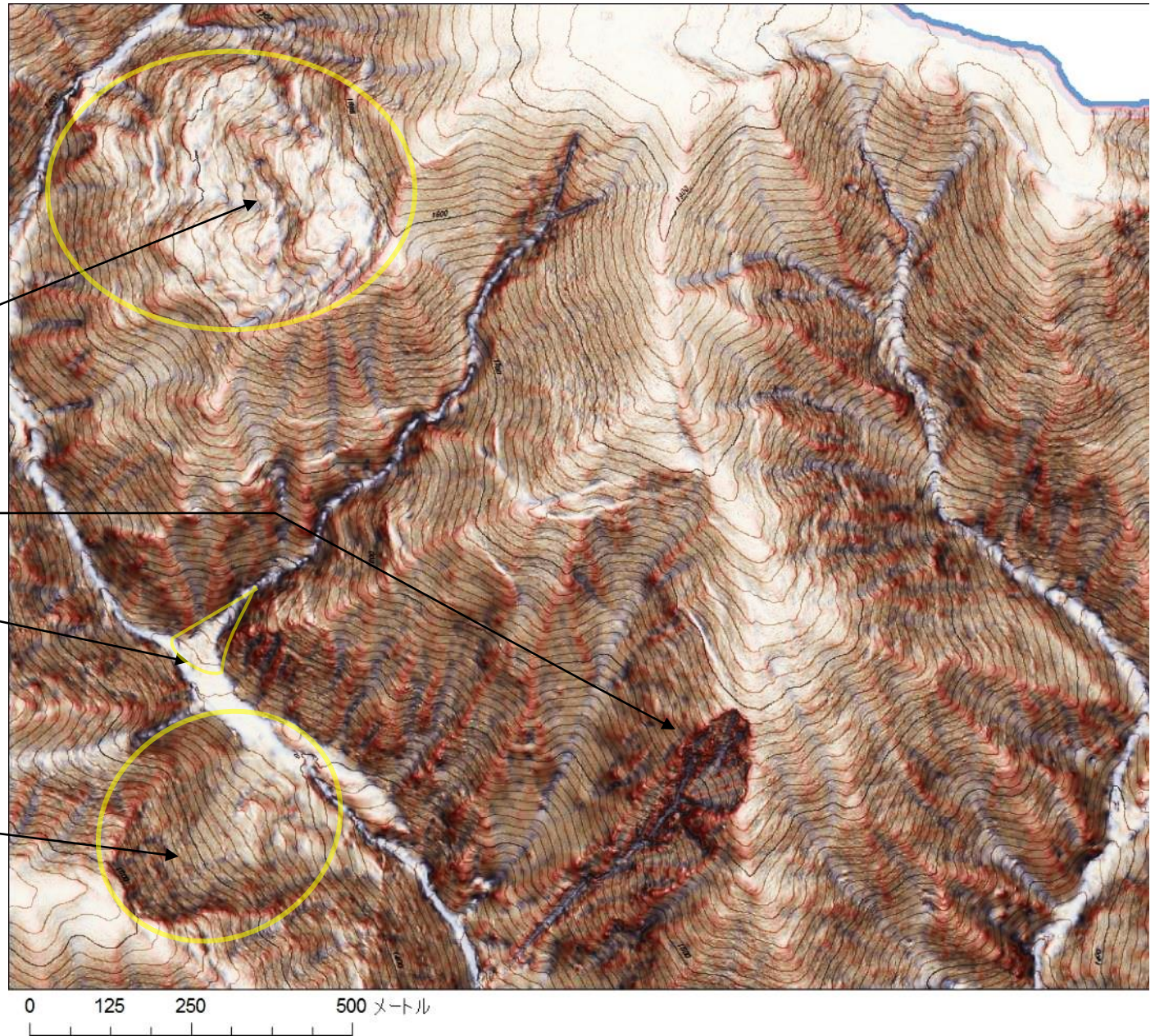
CS立体図

地すべり

崩壊地

沖積錐

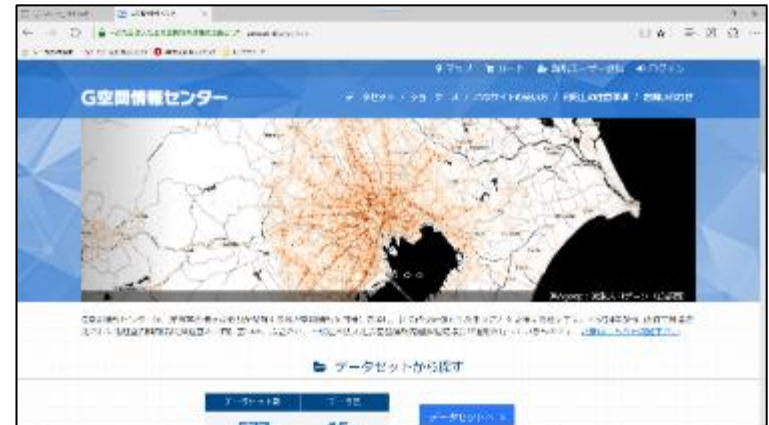
深層崩壊跡



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

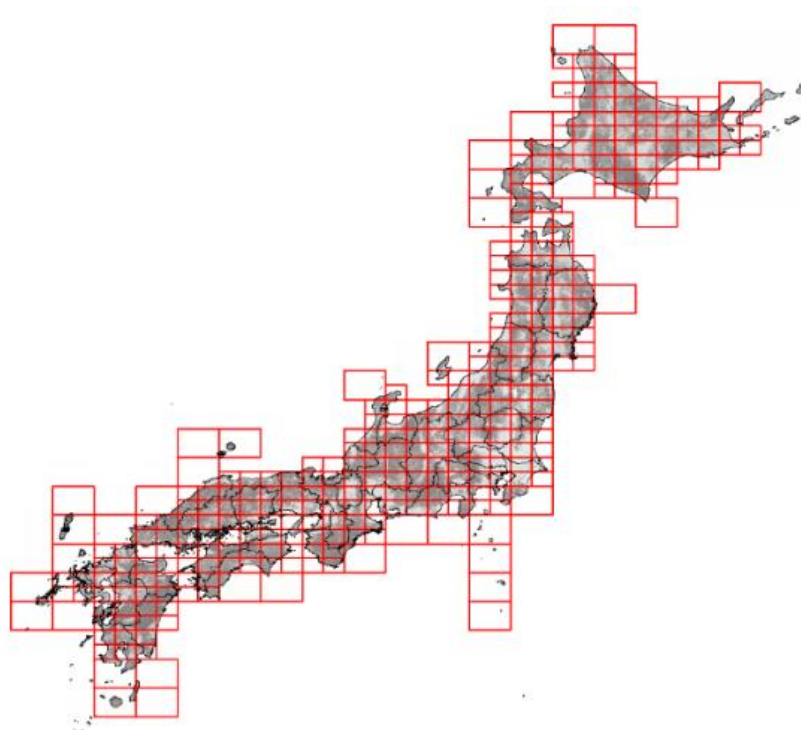
https://www.geospatial.jp/gp_front/



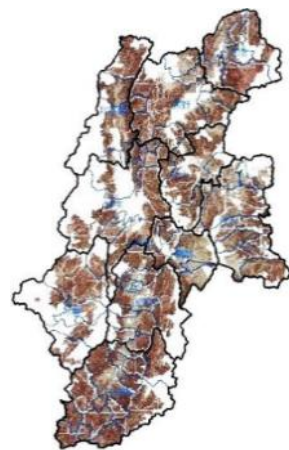
② サイト内で、「CS立体図」と検索



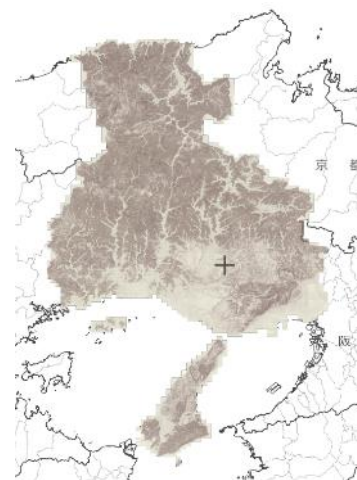
G空間情報センターから公開中のCS立体図



全国（10mメッシュ）



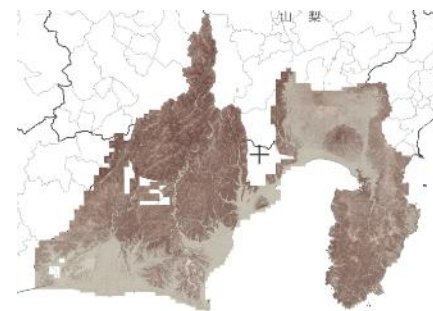
長野県（民有林）



兵庫県



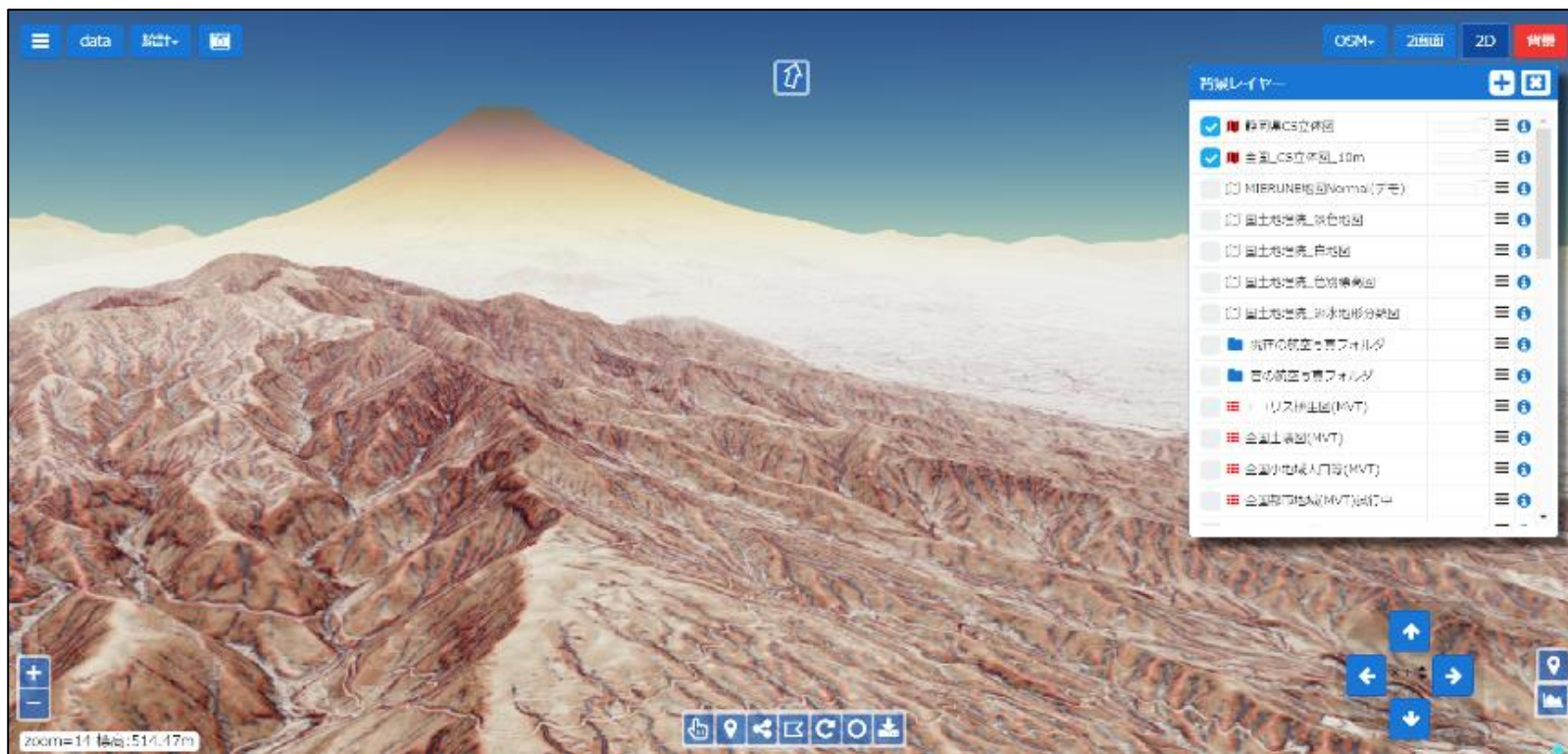
岐阜県



静岡県

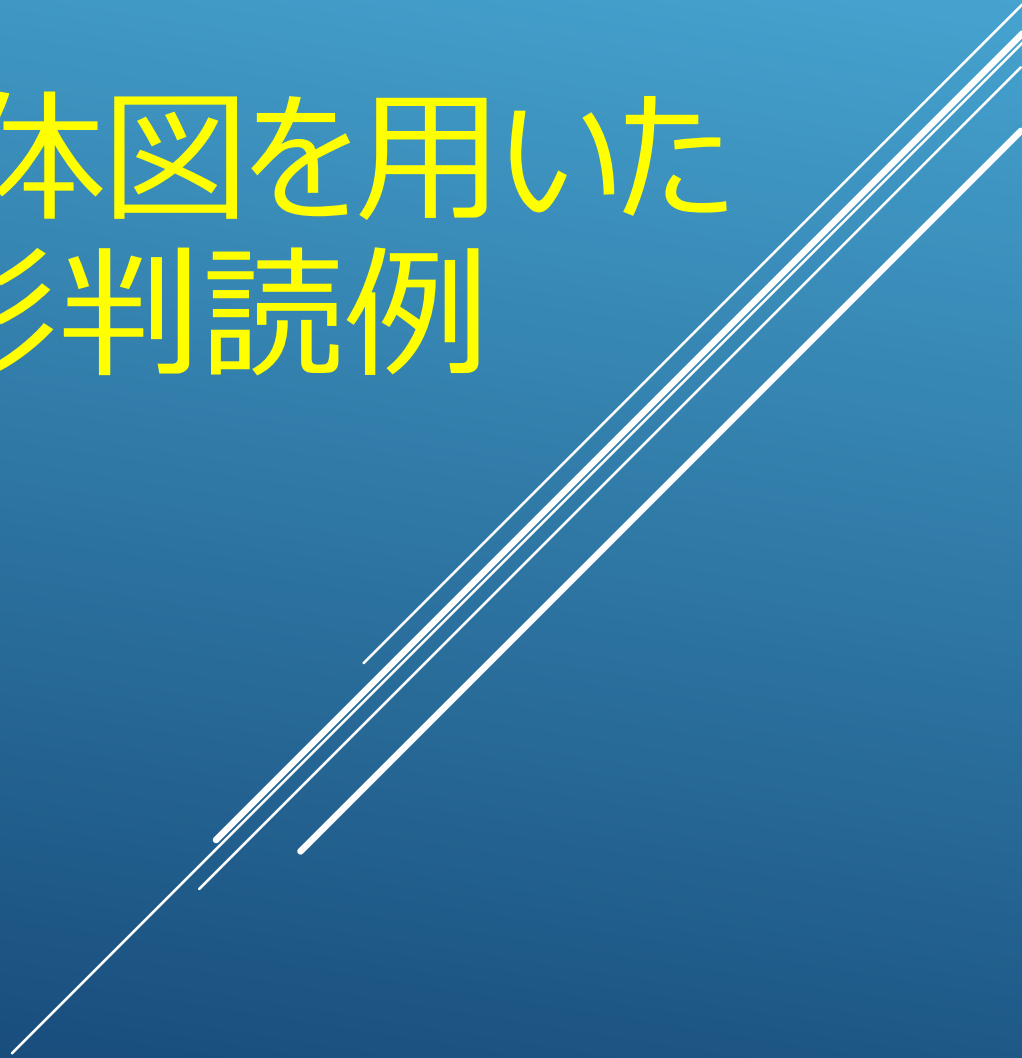
宮崎県のwebサイト「ひなたGIS」のご紹介

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

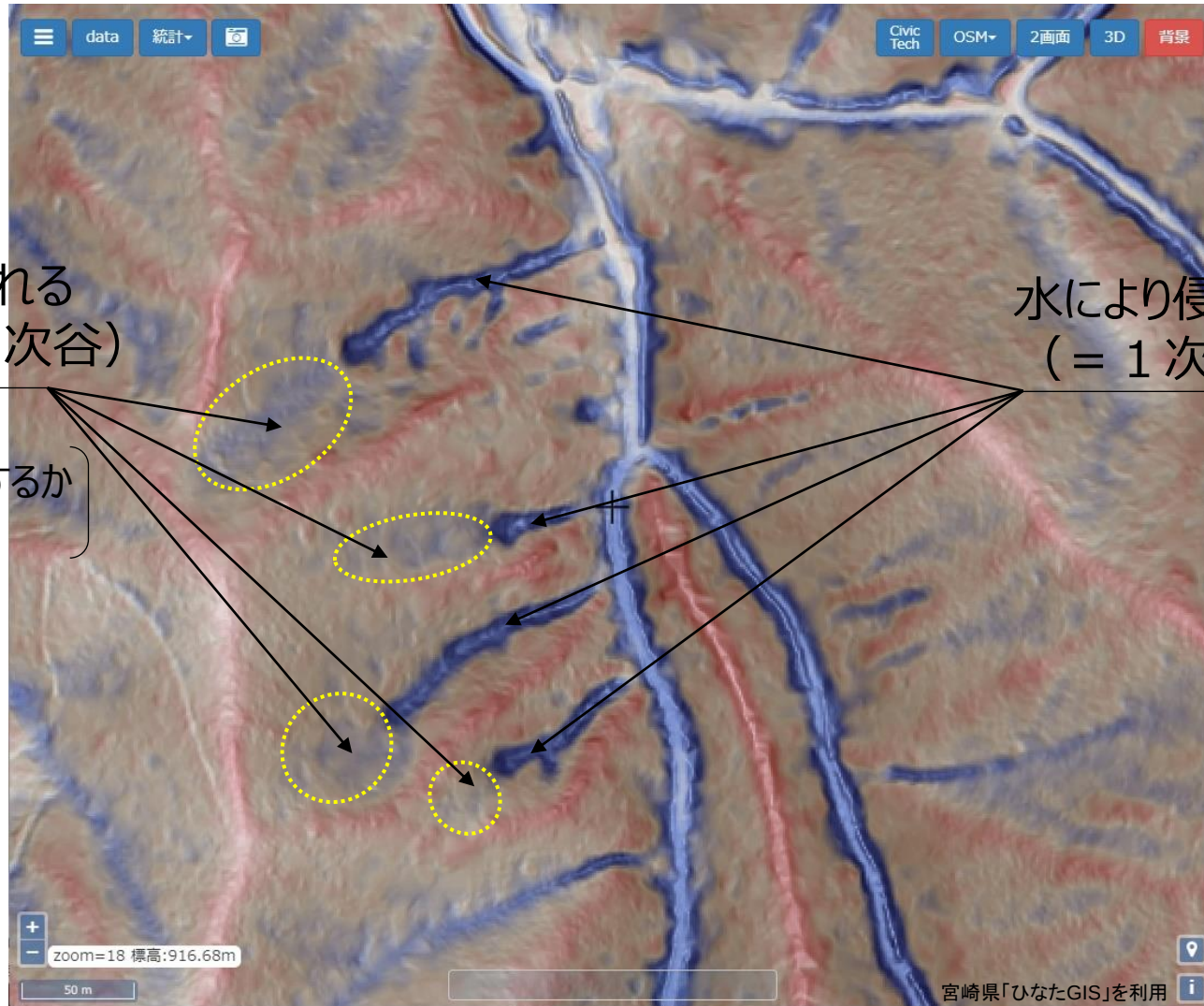


ひなたGISの背景図として利用可能

C S 立体図を用いた 地形判読例

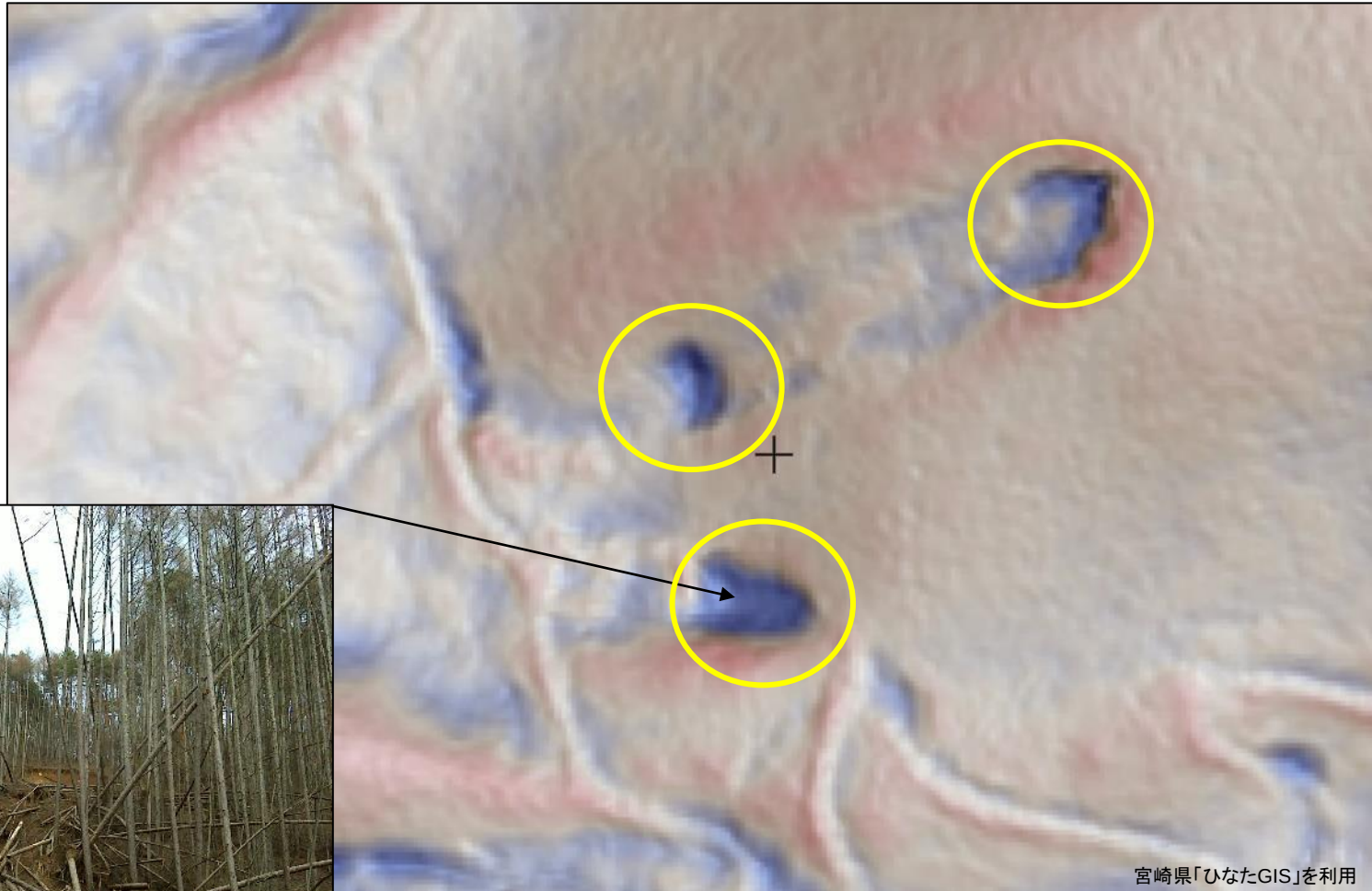


0次谷（侵食前線）



水により侵食が進んだ沢は濃い青、0次谷は薄い青

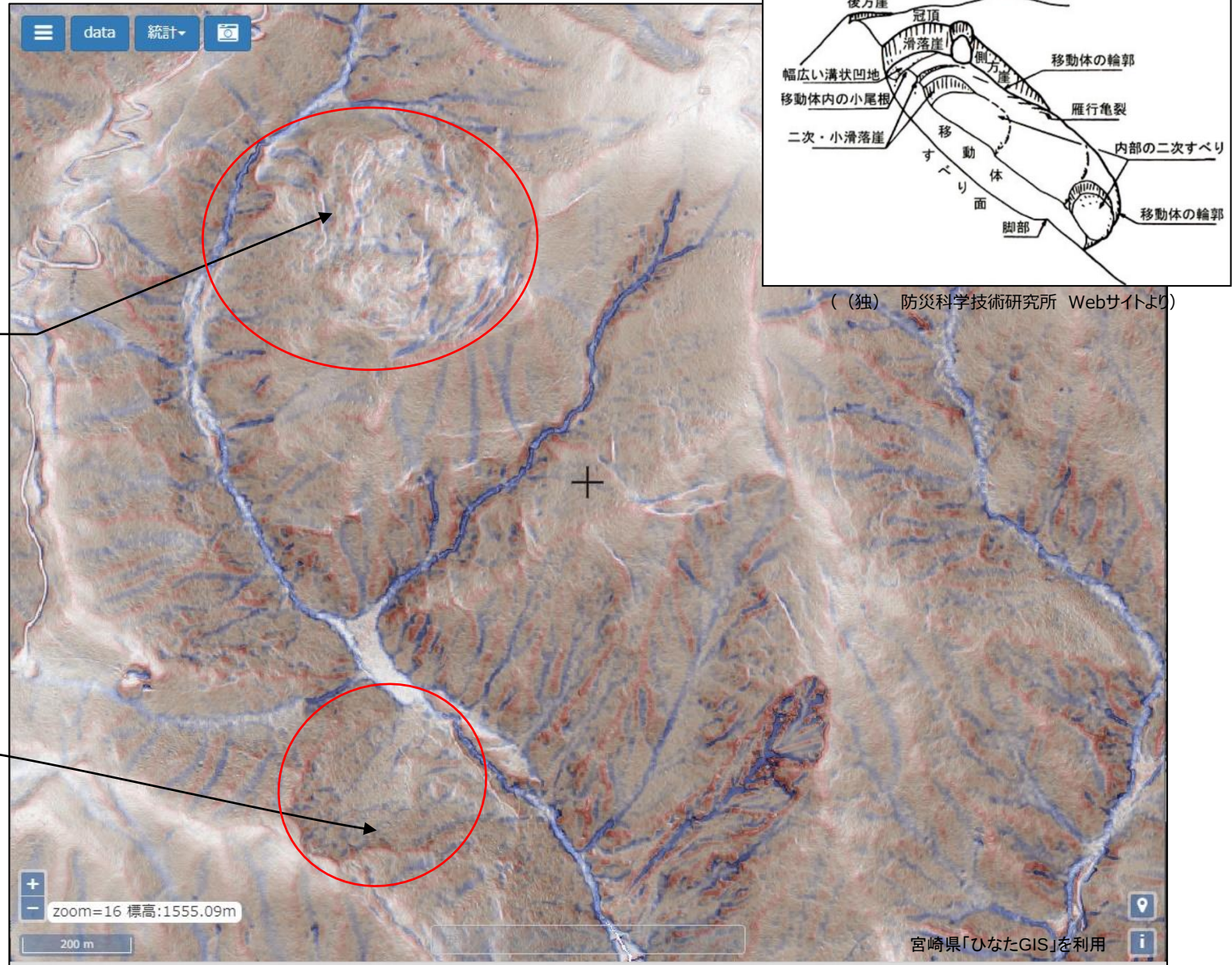
湧水による表層崩壊



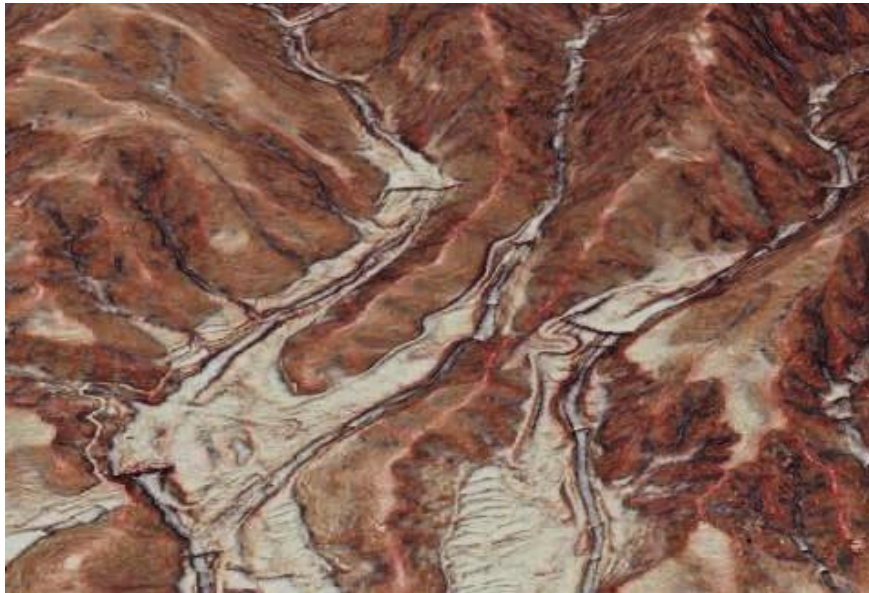
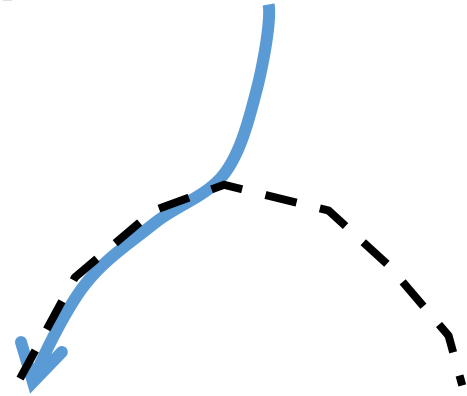
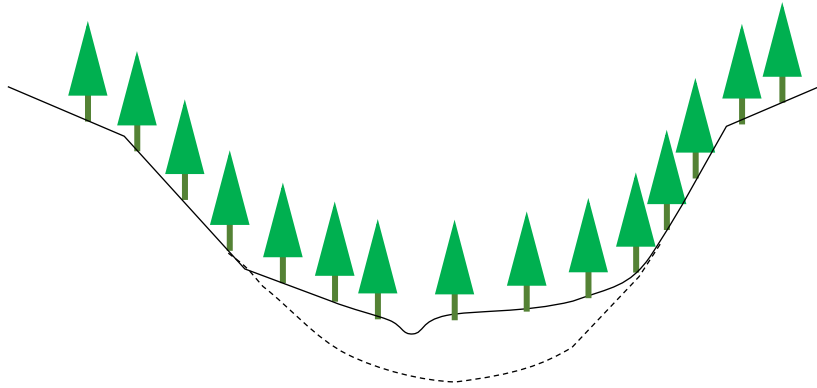
地すべり、深層崩壊跡地形

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)

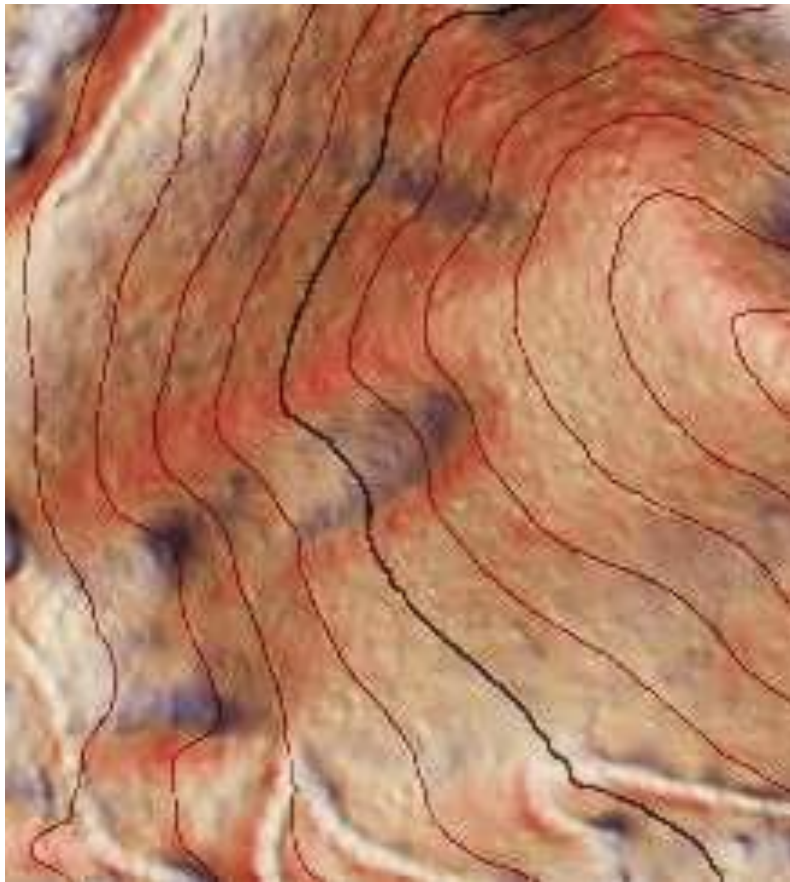


下方に扇状地がある谷

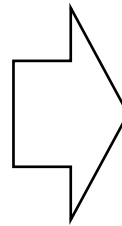
AIによる自動地形判読

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

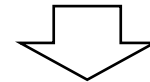
崩壊危険個所をピンポイントで検出可能

崩壊地教師データの作成

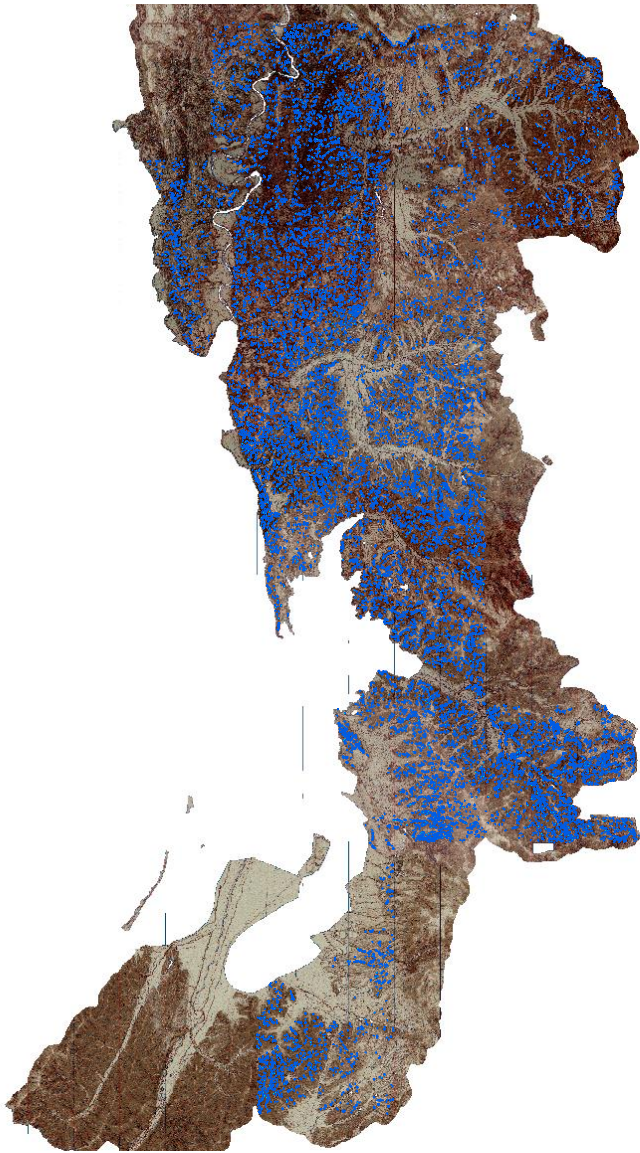
【教師データ】
長野県松本地区東部

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



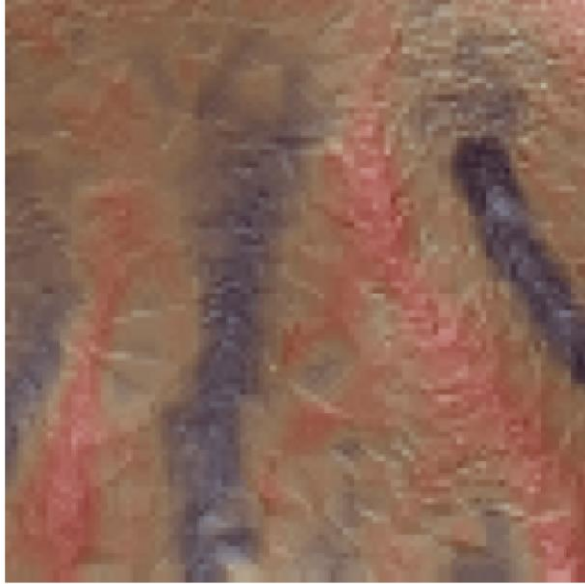
【AI学習】
Mask R-CNN
(ノーザンシステムサービス)



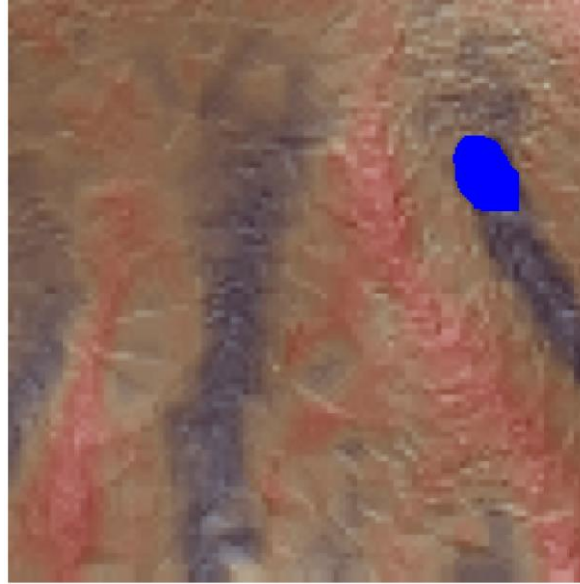
0 5 10 20
km

AI解析による**谷頭部**の自動判読

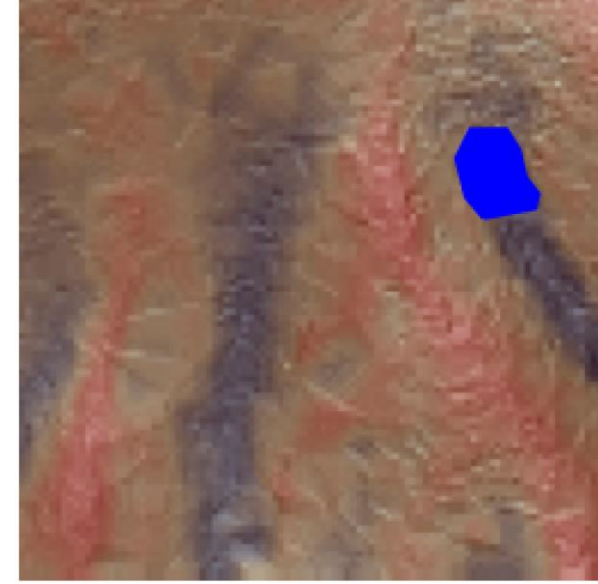
C S 立体図



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

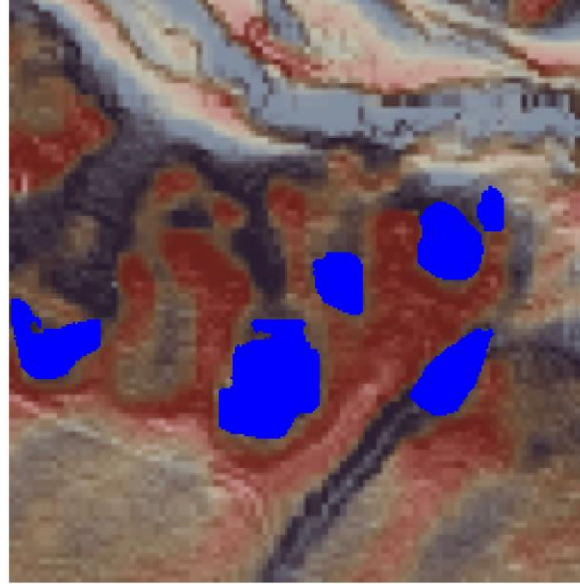
(解析：ノーザンシステムサービス)

AI解析による**谷頭部**の自動判読

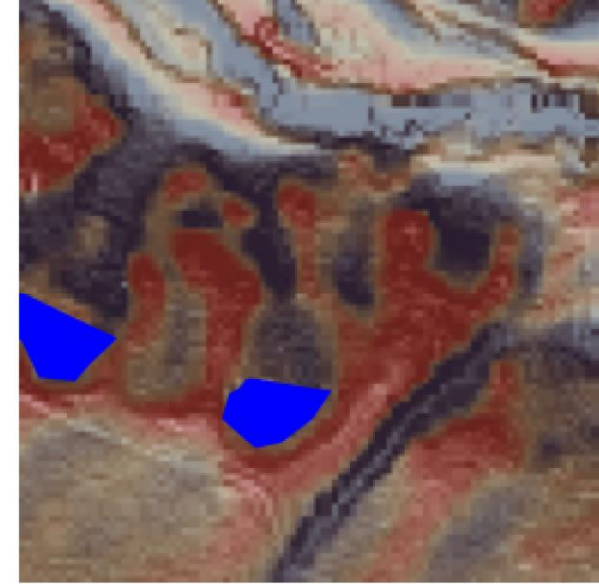
C S 立体図



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)

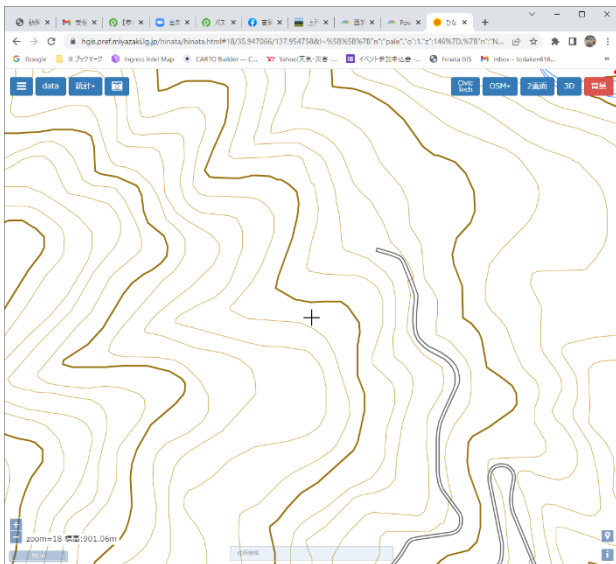
ENVI Deep Learning Module を用いた路網線形抽出



木材生産には森林路網が必要

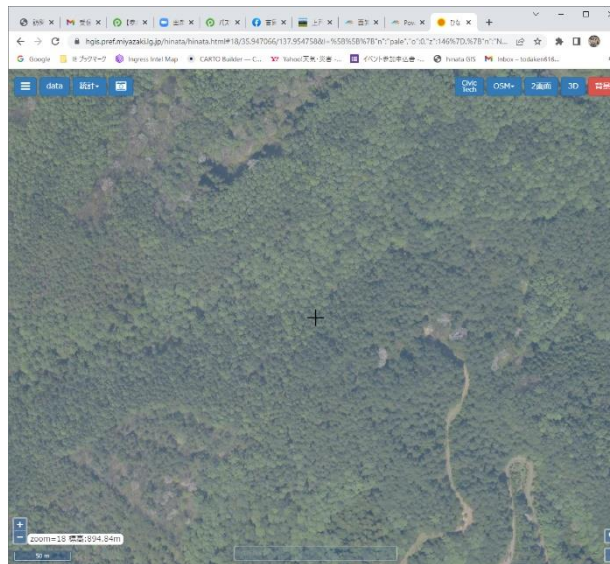


地理院地図に記載されていない樹木下の森林路網



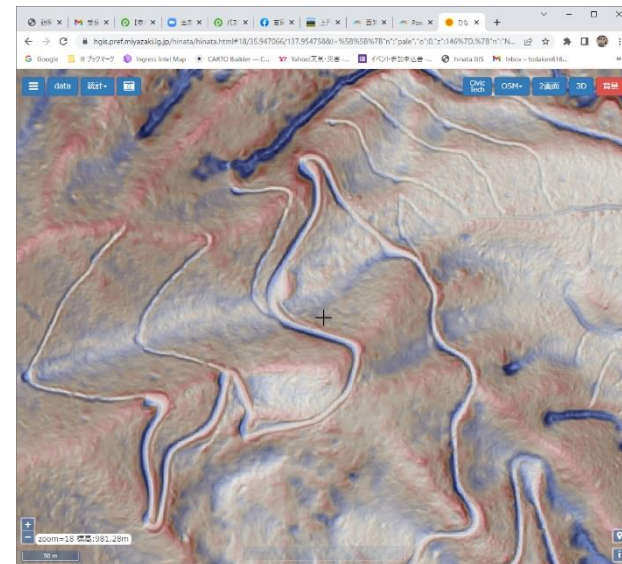
地理院地図

山間地の地図データは頻
繁に更新されない



空中写真

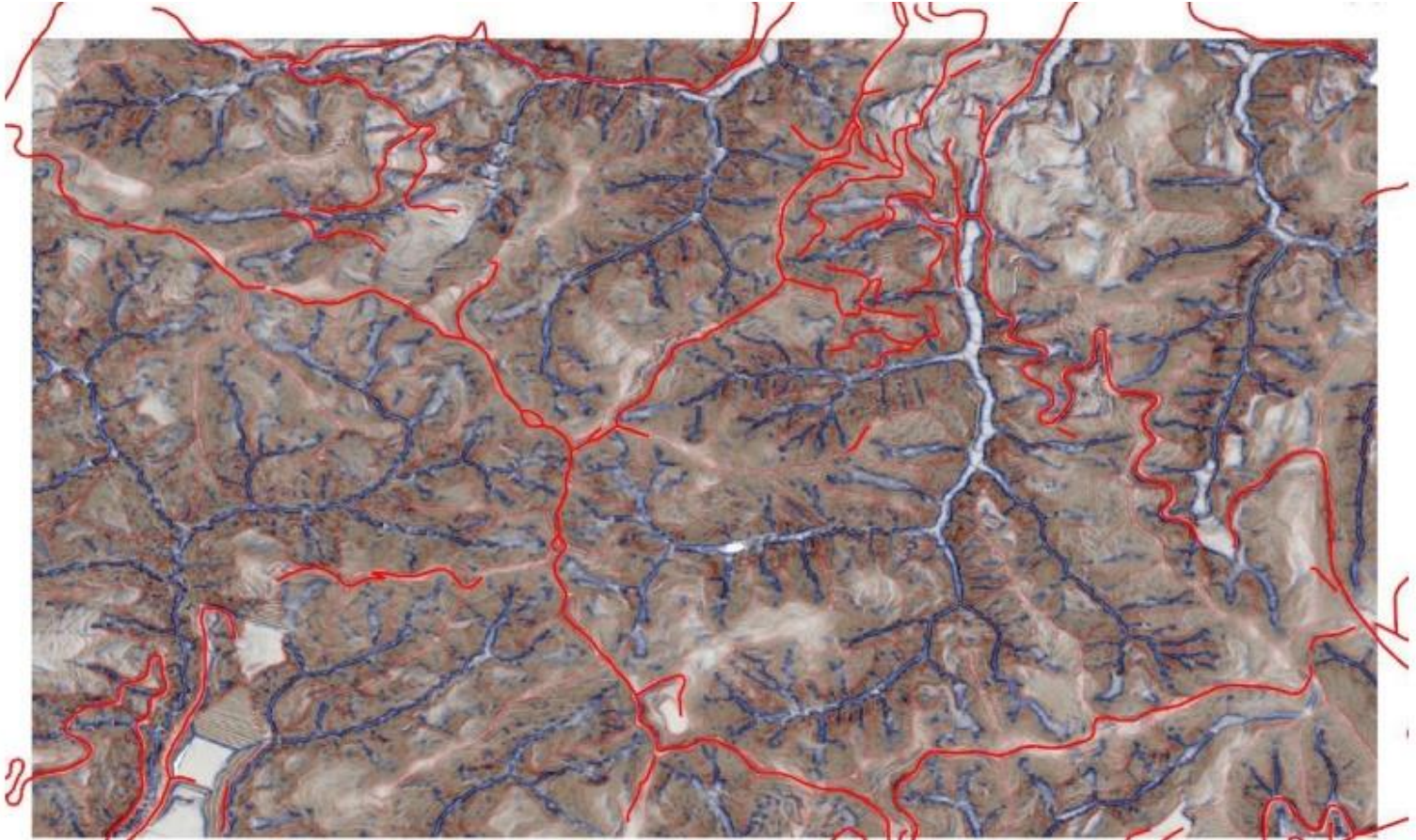
樹木下の地形は写真から
判読できない



CS立体図

航空レーザ測量データから
作成したCS立体図では、
詳細な路網も判読可能

ENVI Deep Learning Module を用いた路網線形抽出

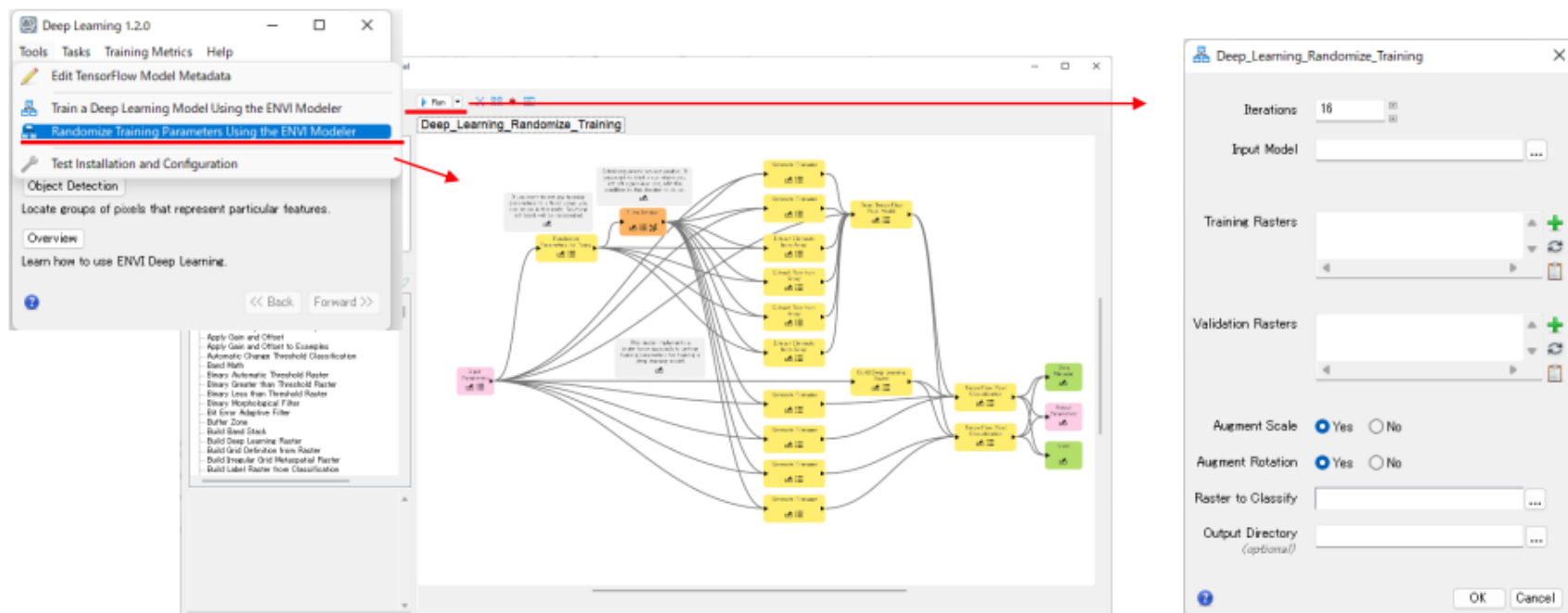


教師データ

ENVI Deep Learningの補助ツール



- Randomize Training Parameters Using the ENVI Modeler
 - 最適なパラメータを探すためのツール
 - Iteratorで設定した回数分モデルのトレーニングを行う(パラメータはランダム化されたものを使用)。その回数分、モデルと分類結果の出力ファイルが作成される。
 - 新規モデル、ラベルラスタを準備することで実行可能
 - Runボタンをクリックすると設定ウィンドウが起動

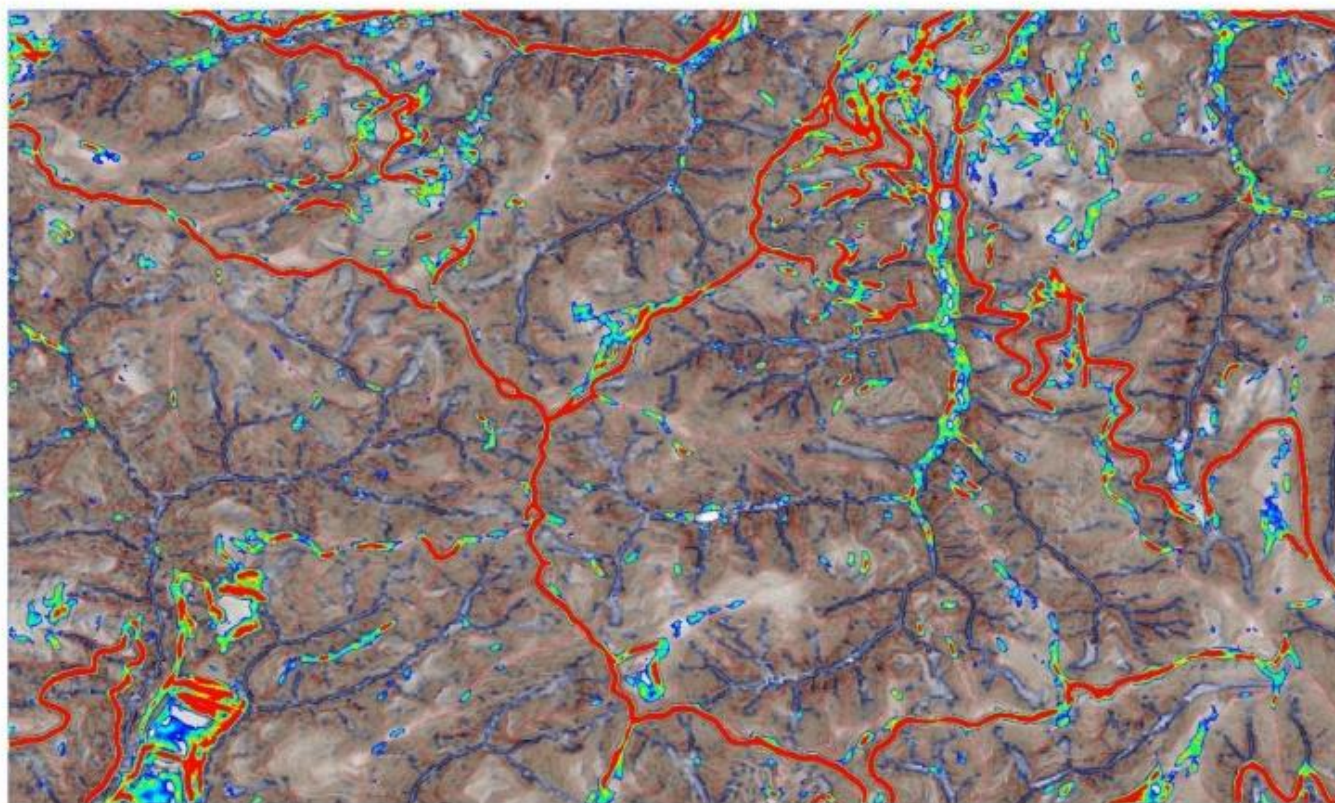


ENVI Deep Learningでの路網抽出結果1



- 表示データ

- Activation(確率)ファイル: ColorSliceを適用。路網である確率が高い(1.0に近い)数値を持つピクセルは赤い色で表示。

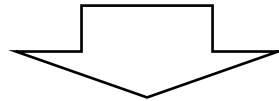


0~1の確率

■ Background	
■ 0.000094 to 0.042801	
■ 0.042801 to 0.085508	
■ 0.085508 to 0.128215	
■ 0.128215 to 0.170922	
■ 0.170922 to 0.213629	
■ 0.213629 to 0.256336	
■ 0.256336 to 0.299043	
■ 0.299043 to 0.34175	
■ 0.34175 to 0.384457	
■ 0.384457 to 0.427164	
■ 0.427164 to 0.469871	
■ 0.469871 to 0.512578	
■ 0.512578 to 0.555285	
■ 0.555285 to 0.597992	
■ 0.597992 to 0.640699	
■ 0.640699 to 0.683406	

ENVIによる抽出結果について

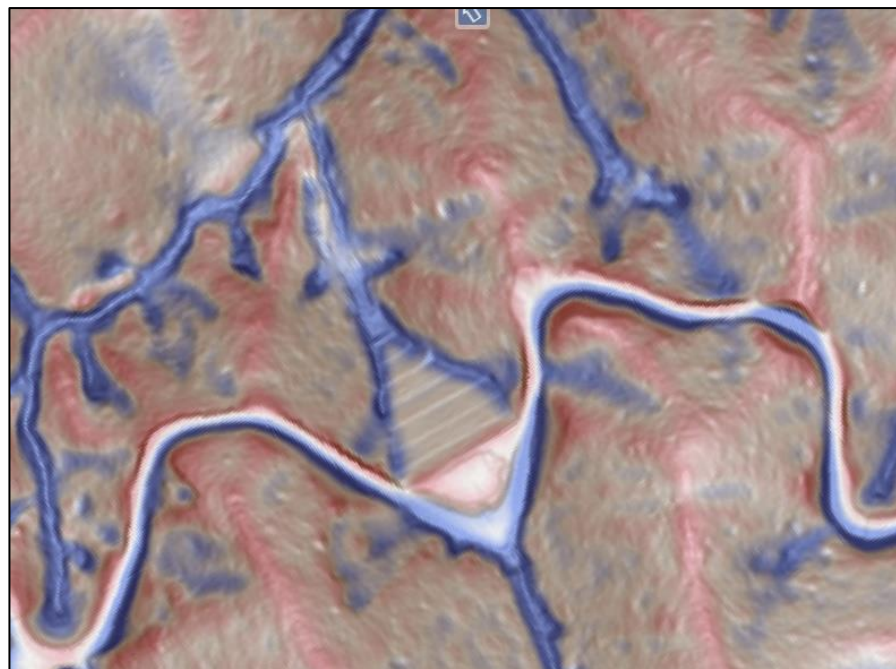
- ・ 必要な線形は、ほぼ抽出できている
- ・ 尾根線や盛土小段などの誤判読あり



- ・ 教師データの質・量の向上
- ・ 路網判読用にCS立体図を改良
- ・ 周辺地形の傾斜等の条件で絞り込み

技術の応用

様々な地形の自動判読が可能になる



盛土



沖積錐（土石流扇状地）

まとめ

- CS立体図は地形判読を容易にする
- ENVIでCS立体図の作成可能
- ENVI（DLモジュール）で森林路網の自動抽出が可能
- 教師データをそろえれば、0次谷、地すべり、沖積錘、大盛土など様々な地形の自動抽出可能

ご清聴ありがとうございました。