

宮城県

# 令和7年度森林管理・事業経営コース 「林業デジタルリテラシー向上研修」

このスライドは、弊社ホームページで公開  
しています。出典を記載頂ければご自由に  
利用いただいで結構です。

# 経歴／会社概要

氏名：戸田 堅一郎

◇ ～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

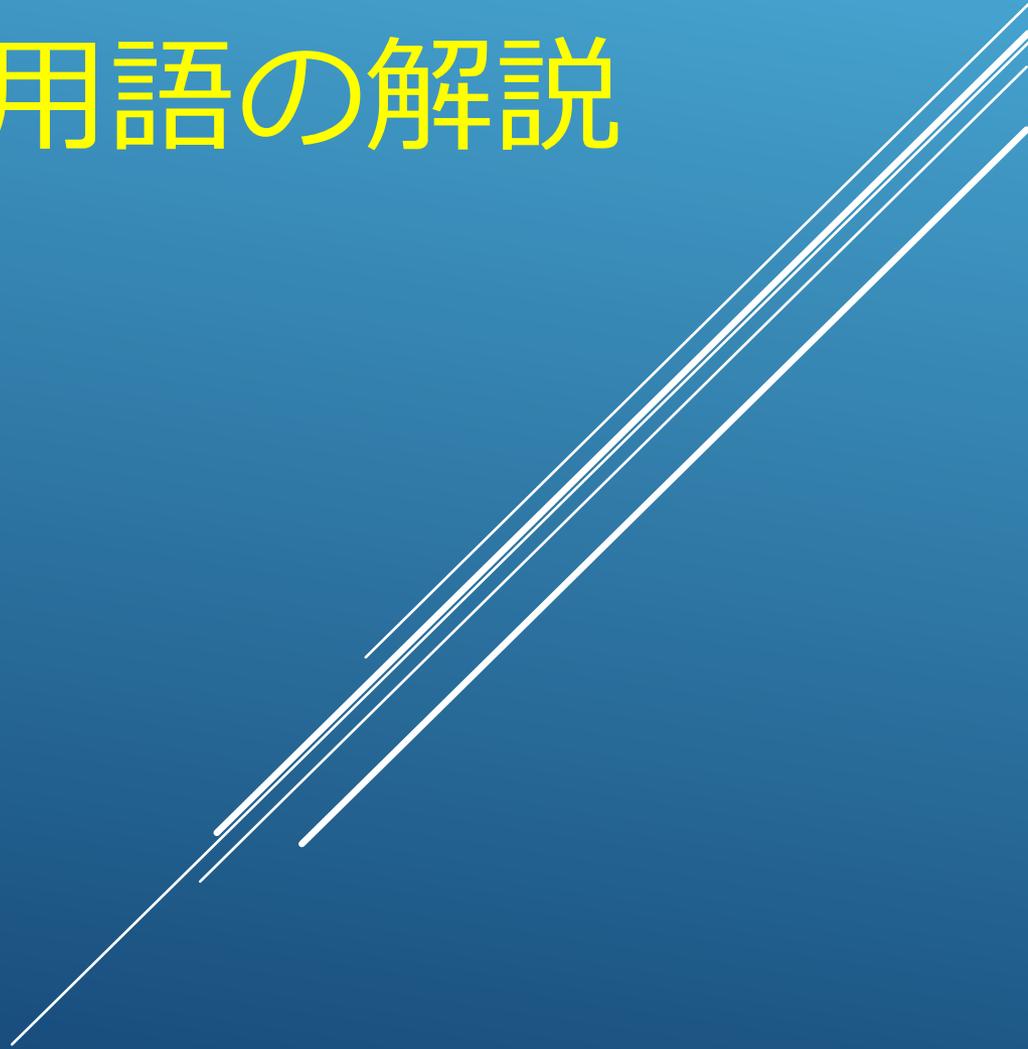


<https://gf17v.com/>

「ジオ・フォレスト」で検索



# ICT関連用語の解説



# ICT関連用語の解説

- **ICT** (Information and Communication Technology) :  
情報通信技術 = 人間と人間をつなぐための技術
- **リモートセンシング** (Remote Sensing) :  
離れたところから非接触で調べる技術
- **デジタル化** :  
アナログな業務 (紙資料) をデジタル (電子データ) に変えること
- **スマート林業** :  
地理空間情報やICT、ロボット等の先端技術を活用して森林施業の効率化・省力化を図ること
- **林業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
- **デジタルツイン** :  
現実の世界から収集したさまざまなデータを、コンピュータ上で再現する技術

# ICT

Information and Communication Technology

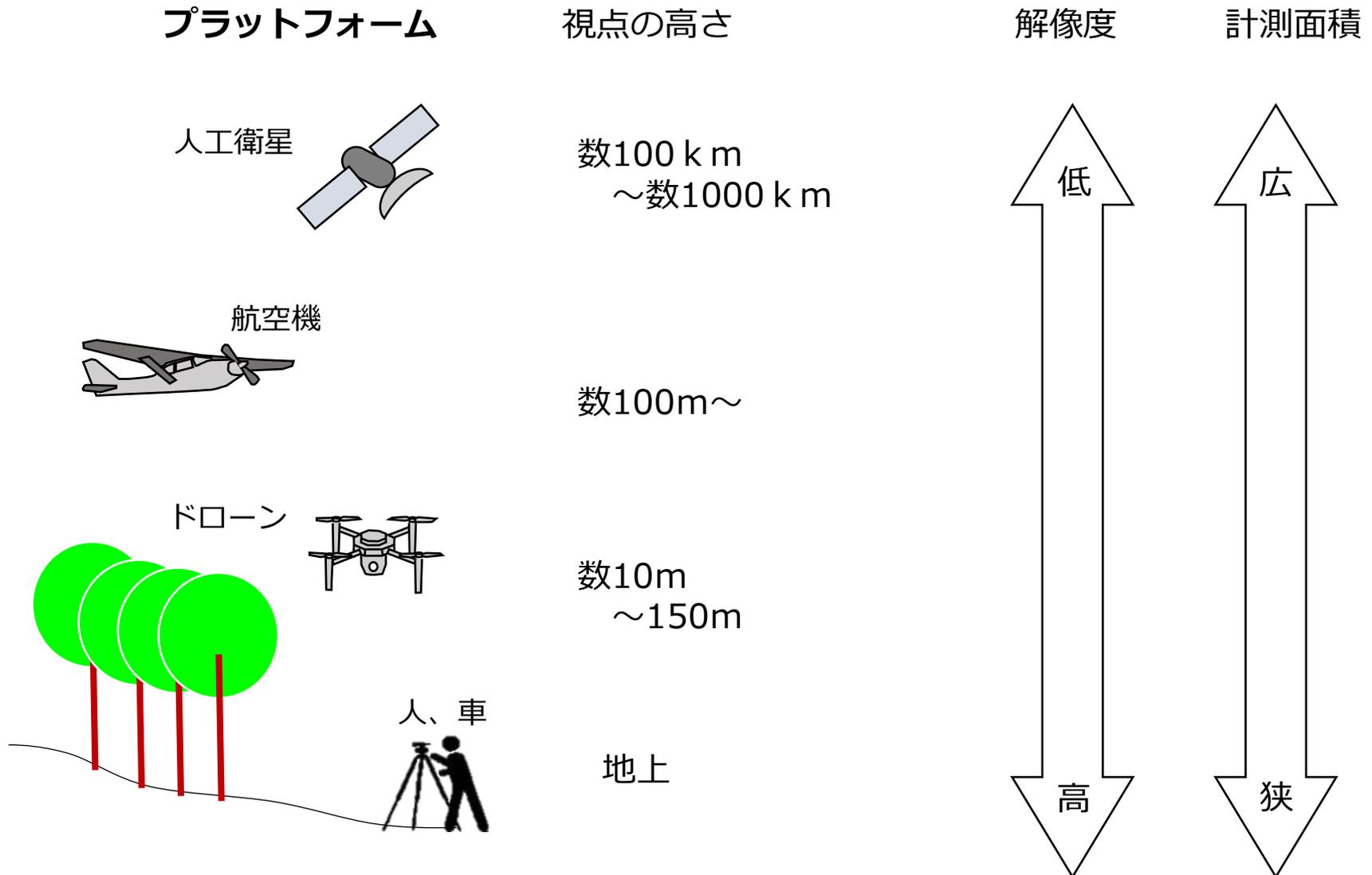
情報 通信 技術

人間と人間をつなぐための技術

# リモートセンシングとは ( Remote Sensing )

離れたところから非接触で調べる

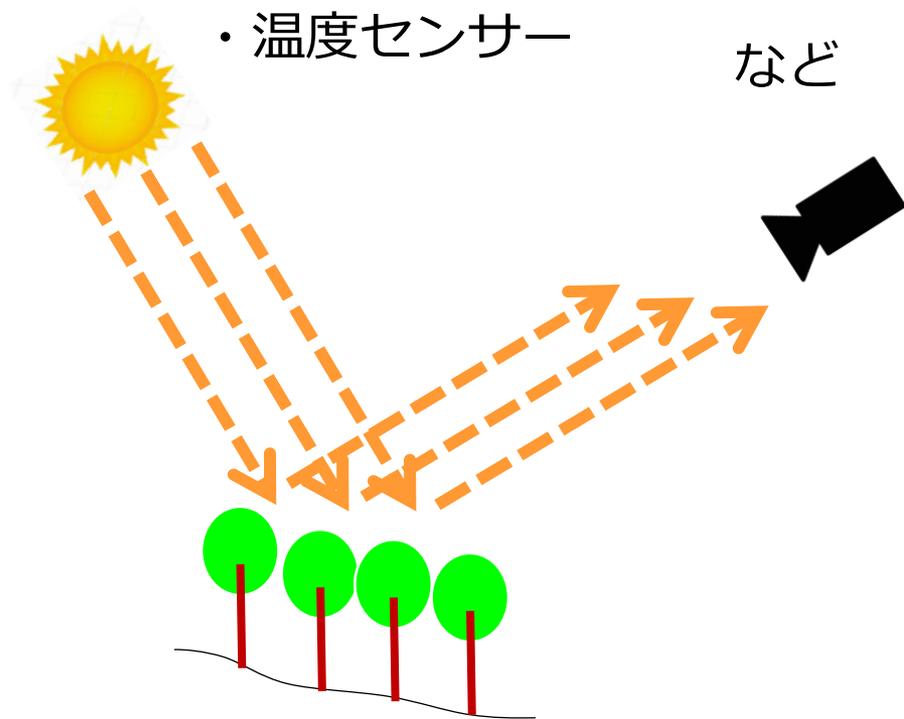
# どれくらい離れたところから調べるか？



# どのような**センサー**を使うか？

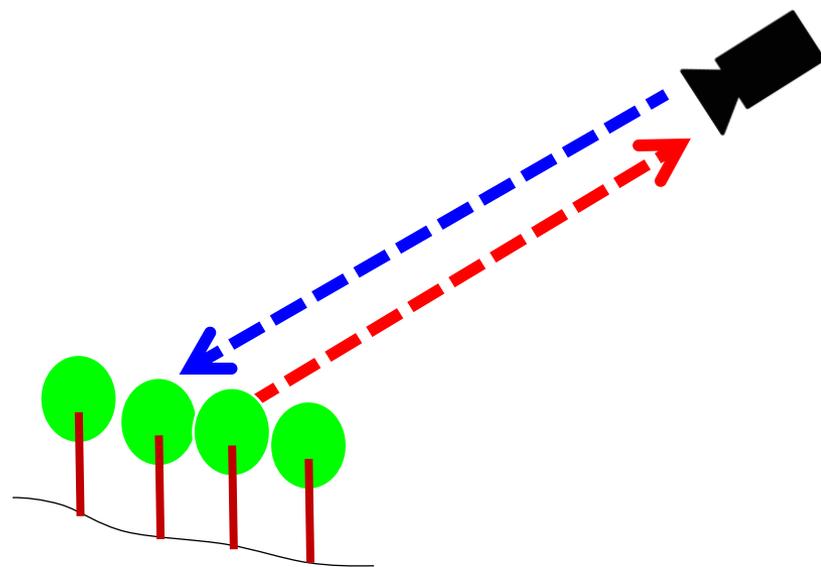
## 受動式センサー

- ・ 光学センサー  
    デジタルカメラ  
    近赤外線カメラ
  - ・ 温度センサー
- など



## 能動式センサー

- ・ レーザースキャナー
  - ・ レーダー (SAR)
  - ・ ソナー
- など



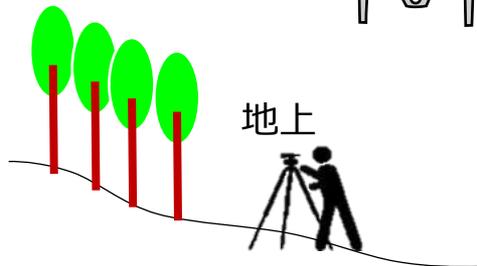
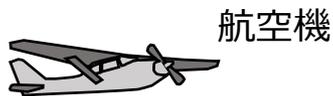
# 目的に応じてプラットフォームとセンサーの組み合わせを選択することが重要

【センサー】

受動式センサー  
能動式センサー

×

【プラットフォーム】



- 何を観たいか？
- どれくらいの範囲か？
- どれくらいの頻度か？
- 予算は？

# リモートセンシングの技術体系

## 計測技術

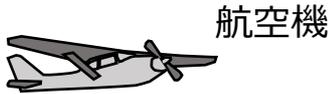
【センサー】  
受動式センサー  
能動式センサー

×

## 【プラットフォーム】



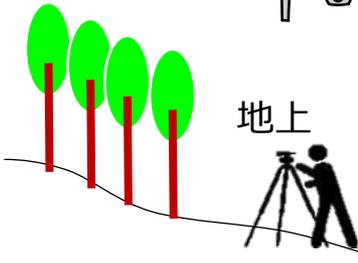
人工衛星



航空機



ドローン



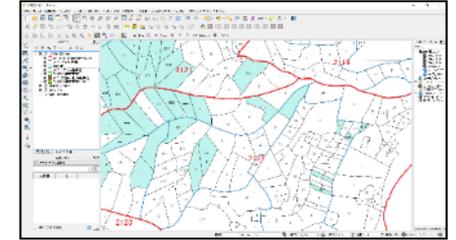
地上

## 解析技術



高速化  
低価格化  
クラウド活用  
ソフトウェア

## 現場活用技術



- ・オープンソースGIS
- ・WebGIS



- ・スマートフォン
- ・GNSS (GPS)

共有

収集

# リモートセンシングの技術体系

## 計測技術

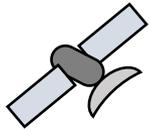
【センサー】

受動式センサー

能動式センサー (レーザー)

×

【プラットフォーム】



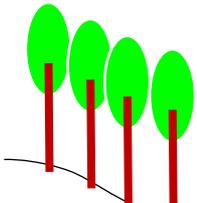
人工衛星



航空機



ドローン



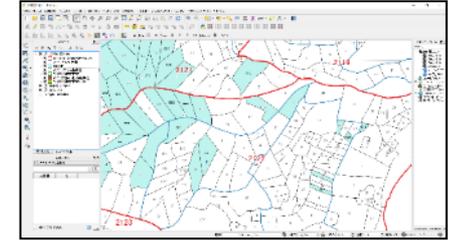
地上

## 解析技術



高速化  
低価格化  
クラウド活用  
ソフトウェア

## 現場活用技術



- ・ オープンソースGIS
- ・ WebGIS



- ・ スマートフォン
- ・ GNSS (GPS)

共有

収集

# デジタル化

アナログな業務(紙資料)をデジタル(電子データ)に変えること

# スマート林業

地理空間情報やICT、ロボット等の先端技術を活用して森林施業の効率化・省力化を図ること

# 林業DX

## 「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>

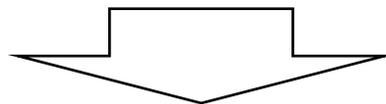
【英英辞典】

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



# デジタル化、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



(データ規格の統一、運用方法の改正、技術の普及)

# デジタルツイン

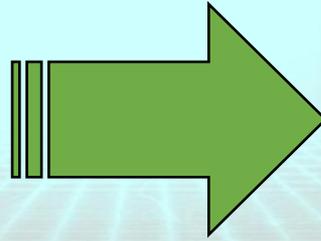
現実の世界から収集したさまざまなデータを、コンピュータ上で再現する技術

# 林業におけるデジタルツインの考え方

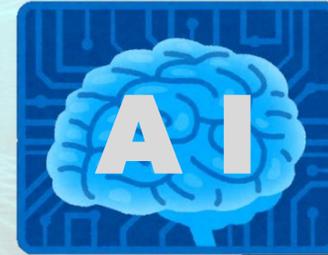
## データの世界

### ② データ蓄積

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



### 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

収集

円滑なデータ共有

フィードバック

- ・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 …



技術的な課題

- ・機械化、自動施工
- ・低コスト化

社会的な課題

- ・適切なゾーニング
- ・境界明確化
- ・防災対策
- ・合意形成 など

### ① 計測（リモートセンシング）

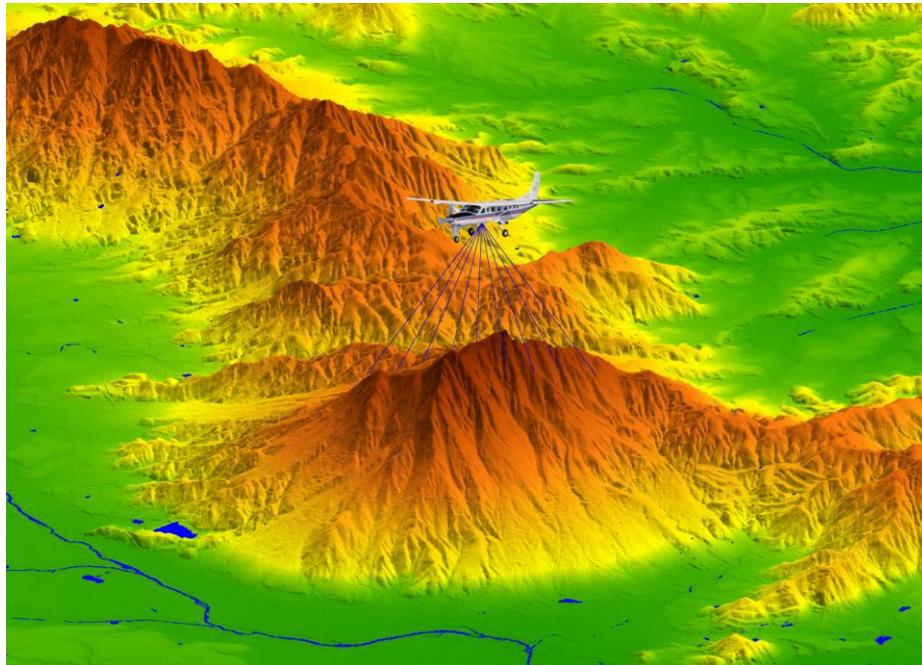
### ④ 現実世界での課題解決

# 航空レーザー測量

# 航空レーザー測量

航空レーザー測量とは、**航空機**に搭載した**レーザースキャナ**から地上にレーザー光を照射し、地上から反射するレーザー光との時間差より得られる地上までの距離と、GNSS測量機、IMU(慣性計測装置)から得られる航空機の位置情報より、地上の標高や地形の形状を調べる測量方法。

(国土地理院Webサイト)

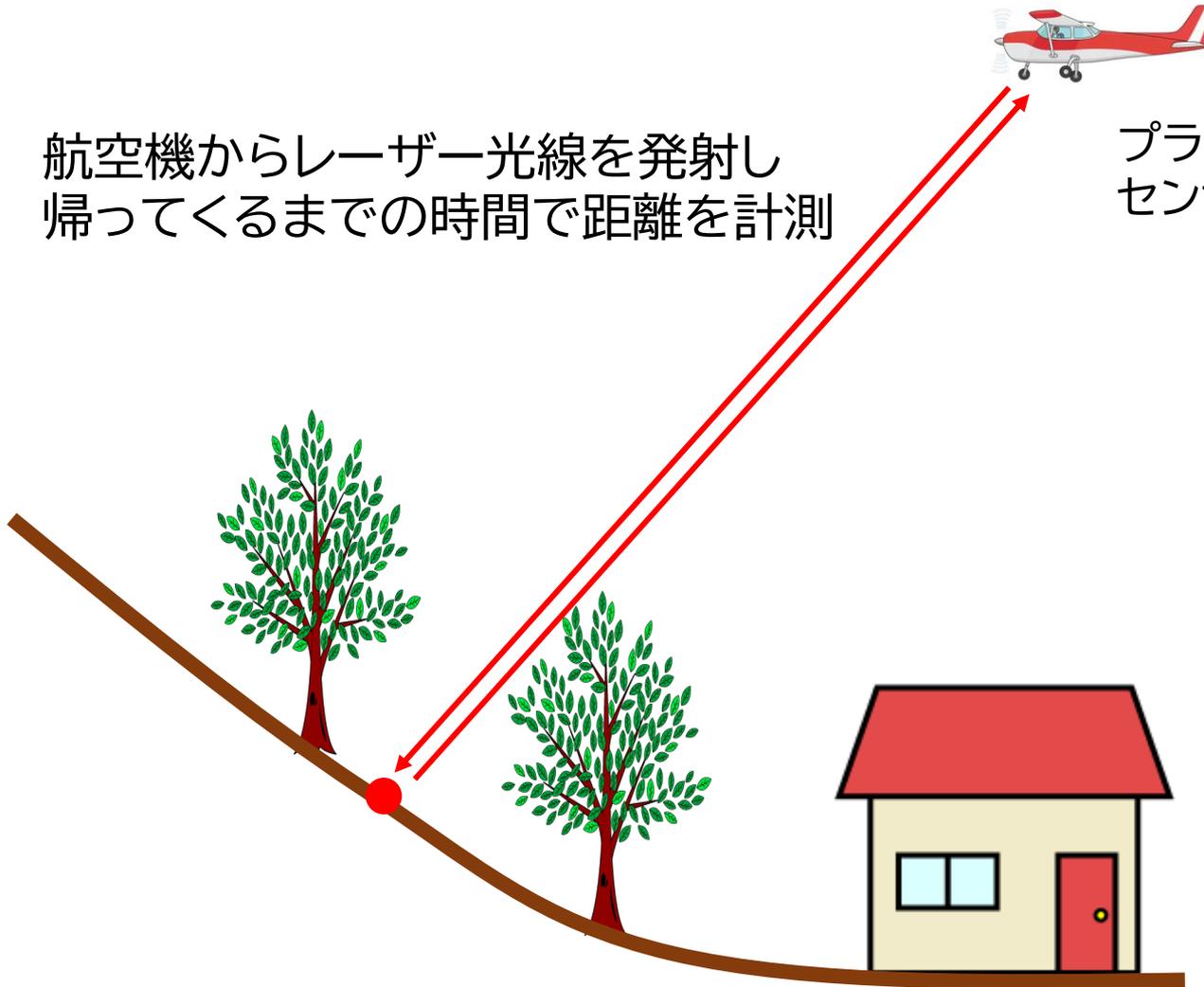


[https://www.gsi.go.jp/kankyochiri/Laser\\_index.html](https://www.gsi.go.jp/kankyochiri/Laser_index.html)

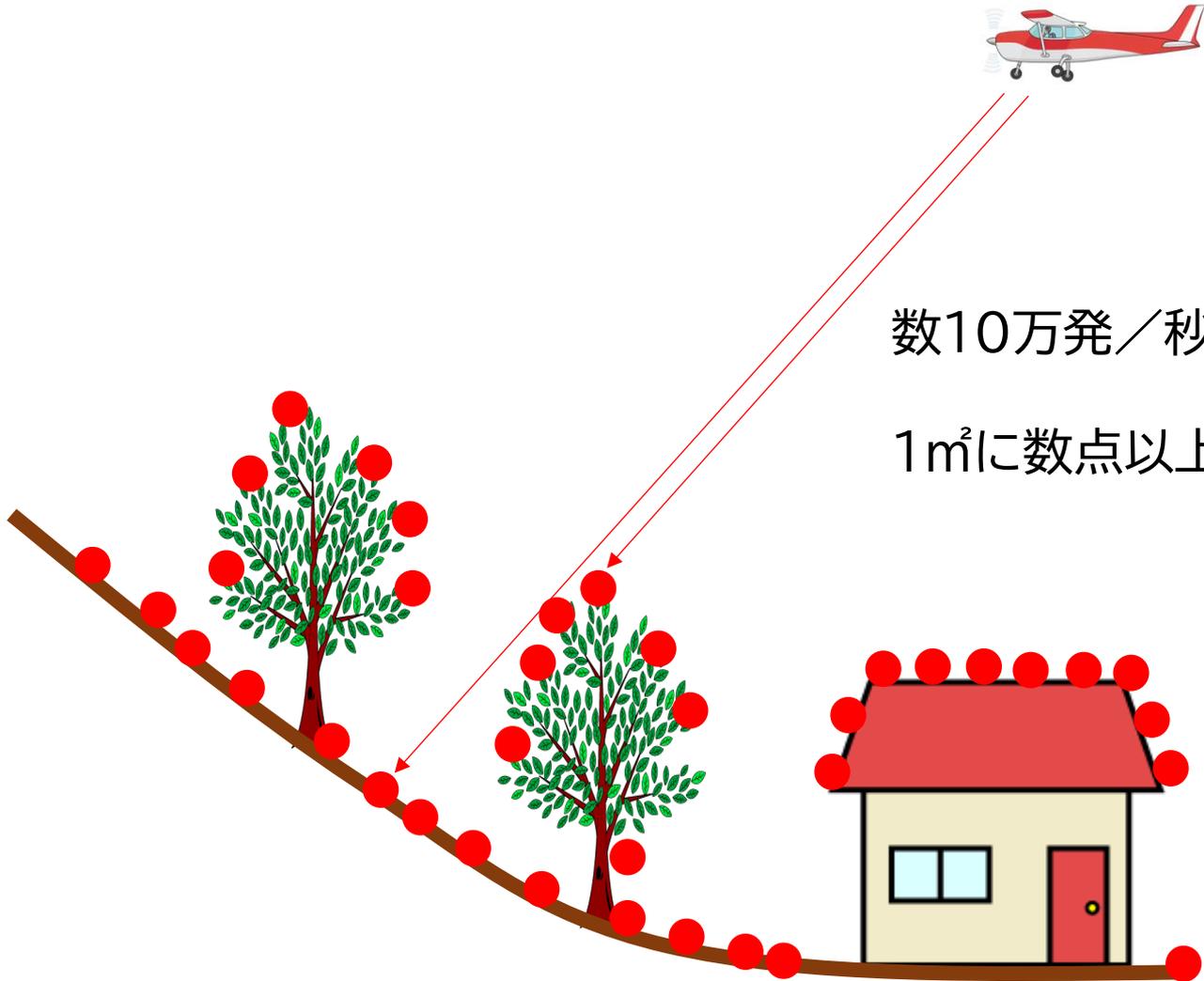
# 航空レーザー測量

航空機からレーザー光線を発射し  
帰ってくるまでの時間で距離を計測

プラットフォーム：航空機  
センサー：レーザースキャナー



# 航空レーザー測量



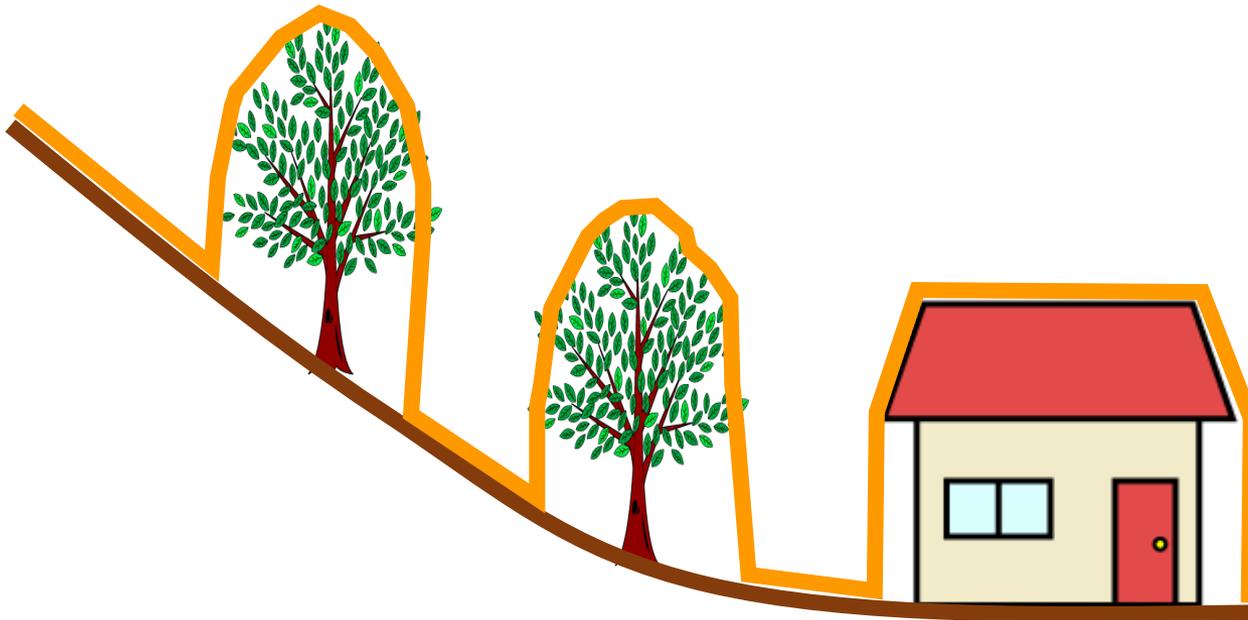
数10万発／秒を計測

1m<sup>2</sup>に数点以上（発注仕様による）

# 航空レーザー測量

フィルタリング = 建物、樹木、地表面を分類

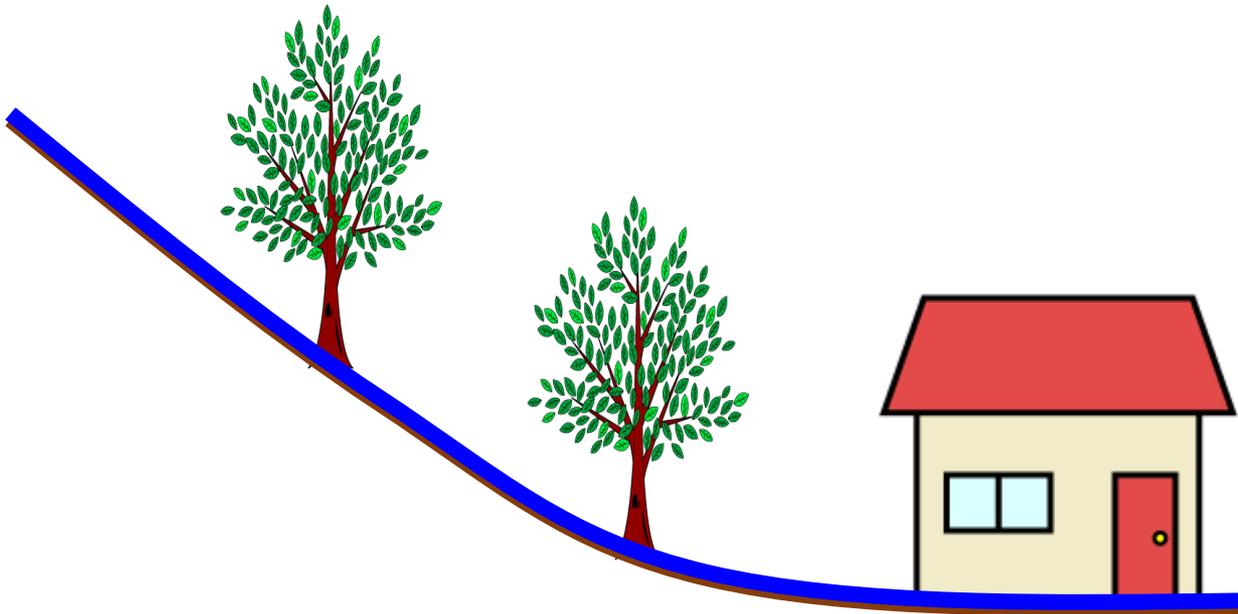
数値表面モデル： DSM (Digital Surface Model)



# 航空レーザー測量

フィルタリング = 建物、樹木、地表面を分類

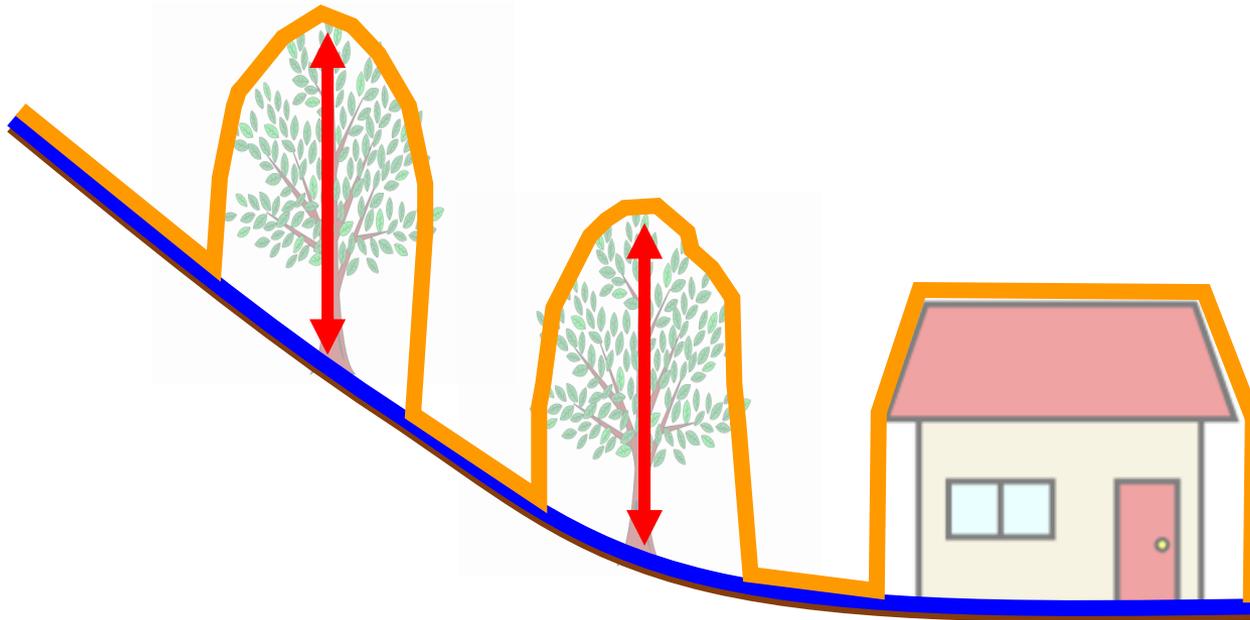
数値標高モデル : DEM (Digital Elevation Model)



# 航空レーザー測量

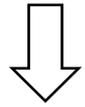
数値樹冠高モデル DCHM (Digital Canopy Height Model)

$$\text{DCHM} = \text{DSM} - \text{DEM}$$



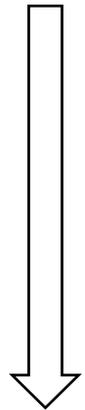
# フィルタリング

オリジナルデータ

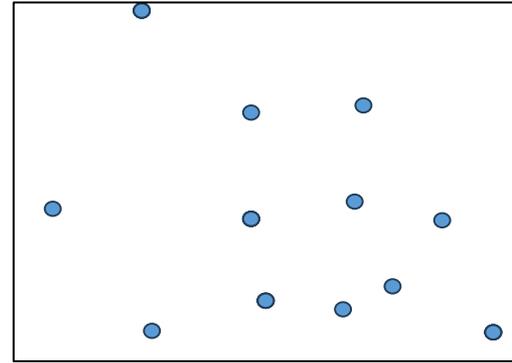


フィルタリング (DSM,DEM)

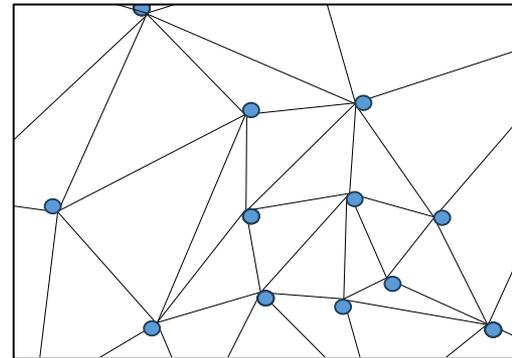
グラウンドデータ  
(ランダム)



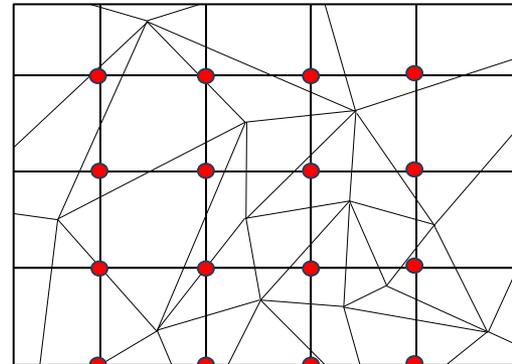
グリッドデータ  
(格子状)



グラウンドデータ  
(ランダム)



三角形の面を張る  
(TIN)



グリッドデータ  
格子点にあたる場所の  
標高値を計算

# 航空レーザー計測データ

ENVI LiDARで表示

The screenshot displays the ENVI LiDAR software interface. The main window shows a 3D point cloud of a landscape, including a village and fields, rendered against a blue sky. The interface includes a menu bar (File, Edit, View, Process, Help), a toolbar with various icons, and a layer list on the left. The layer list shows 'Vectors', 'DSM', 'Points', and 'All Points', with 'Points' and 'All Points' checked. Below the layer list are navigation controls, including a 'Jump (m): 10' field and a 'View Point Density (pts/m^2): 50' field. A 2D elevation map inset is visible in the bottom left corner, showing a color-coded topographic map of the same area. The console window at the bottom displays the following text:

```
Export to Text File | Reset list
Loading saved rectangle 0...
Project successfully opened for TODAK on computer: DESKTOP-PITNJUL
Rect: 308052.000 308302.000 3883324.000 3883574.000 - (250.000m x 250.000m)
Rect covers 2,669,701 entries, density 42.715 point/m2 (used 66% of the points)
Total job time: 2m:13.4s
Rect: 308052.000 308453.000 3883334.000 3883633.000 - (401.000m x 299.000m)
Rect covers 5,473,870 entries, density 45.654 point/m2 (used 69% of the points)
```

静岡県LPデータ（G空間情報センターからDL）

# フィルタリング

フィルタリングを実施

ENVI LiDARで表示

The screenshot displays the ENVI LiDAR software interface. The main window shows a 3D point cloud of a residential area with buildings and trees. The buildings are colored yellow, and the trees are green. The ground is blue. A red rectangle is drawn on the ground, and a red line is drawn across the scene. The interface includes a toolbar at the top, a legend on the left, a search toolbox on the right, and a console at the bottom showing export logs.

Legend:

- Vectors
- DSM
- Terrain
- Buildings
- Trees
- Power Lines
- DEM Contours
- Points
  - Unclassified
  - Terrain
  - Trees
  - Buildings
  - Power Lines

Jump (m): 10

View Point Density (pts/m<sup>2</sup>): 50

Not in Draw Window Size: 150m x 132m (Blo)

Export to Text File Reset list

Rect covers 842,491 entries, density 42.550 point/m2 (used 63% of the points)  
Rect: 308120.000 308270.000 3883453.000 3883585.000 - (150.000m x 132.000m)  
Rect covers 842,491 entries, density 42.550 point/m2 (used 63% of the points)  
Rect: 308120.000 308270.000 3883453.000 3883585.000 - (150.000m x 132.000m)  
Rect covers 842,491 entries, density 42.550 point/m2 (used 63% of the points)  
Rect: 308120.000 308270.000 3883453.000 3883585.000 - (150.000m x 132.000m)  
Rect covers 842,491 entries, density 42.550 point/m2 (used 63% of the points)  
Rect: 308120.000 308270.000 3883453.000 3883585.000 - (150.000m x 132.000m)  
Rect covers 842,491 entries, density 42.550 point/m2 (used 63% of the points)  
Rect: 308120.000 308270.000 3883453.000 3883585.000 - (150.000m x 132.000m)

X: 308129.557 Y: 3883506.035 Z: 50.770 (UTM WGS\_1984 Zone 54N Meters) (Point Intensity: 1063)

静岡県LPデータ (G空間情報センターからDL)

# グラウンドデータ (ランダム)

地形データのみを表示

ENVI LiDARで表示

ENVI LiDAR - 江戸田\R4(2022)〜ジオ・フォレスト\業務\R6\00\_研修\講演\20240902信州大学\PPT\データ\静岡県LP\08NE4910\08NE4910.ini

File Edit View Process Help

Vectors

- DSM
- Terrain
- Buildings
- Trees
- Power Lines
- DEM Contours

Points

- Unclassified
- Terrain
- Trees
- Buildings
- Power Lines

Jump (m): 10

View Point Density (pts/m<sup>2</sup>): 50 Set

Not in Draw Window Size: 150m x 132m (Blo)

Export to Text File Reset list

Rect covers 842,491 entries, density 42.550 point/m<sup>2</sup> (used 63% of the points)  
Rect: 308120.000 308270.000 3883453.000 3883585.000 - (150.000m x 132.000m)  
Rect covers 842,491 entries, density 42.550 point/m<sup>2</sup> (used 63% of the points)  
Rect: 308120.000 308270.000 3883453.000 3883585.000 - (150.000m x 132.000m)  
Rect covers 842,491 entries, density 42.550 point/m<sup>2</sup> (used 63% of the points)  
Rect: 308120.000 308270.000 3883453.000 3883585.000 - (150.000m x 132.000m)  
Rect covers 842,491 entries, density 42.550 point/m<sup>2</sup> (used 63% of the points)  
Rect: 308120.000 308270.000 3883453.000 3883585.000 - (150.000m x 132.000m)  
Rect covers 842,491 entries, density 42.550 point/m<sup>2</sup> (used 63% of the points)  
Rect: 308120.000 308270.000 3883453.000 3883585.000 - (150.000m x 132.000m)

静岡県LPデータ (G空間情報センターからDL)

# グラウンドデータ (ランダム)

地形データのみを表示

ENVI LiDARで表示

Rect covers 842,491 entries, density 42.550 point/m<sup>2</sup> (used 63% of the points)  
Rect: 308120.000 308270.000 3883453.000 3883585.000 - (150.000m x 132.000m)  
Rect covers 842,491 entries, density 42.550 point/m<sup>2</sup> (used 63% of the points)  
Rect: 308120.000 308270.000 3883453.000 3883585.000 - (150.000m x 132.000m)  
Rect covers 842,491 entries, density 42.550 point/m<sup>2</sup> (used 63% of the points)  
Rect: 308120.000 308270.000 3883453.000 3883585.000 - (150.000m x 132.000m)  
Rect covers 842,491 entries, density 42.550 point/m<sup>2</sup> (used 63% of the points)  
Rect: 308120.000 308270.000 3883453.000 3883585.000 - (150.000m x 132.000m)  
Rect covers 842,491 entries, density 42.550 point/m<sup>2</sup> (used 63% of the points)

静岡県LPデータ (G空間情報センターからDL)

# グラウンドデータ (DEM)

地面に面を生成して隙間を補間

ENVI LiDARで表示

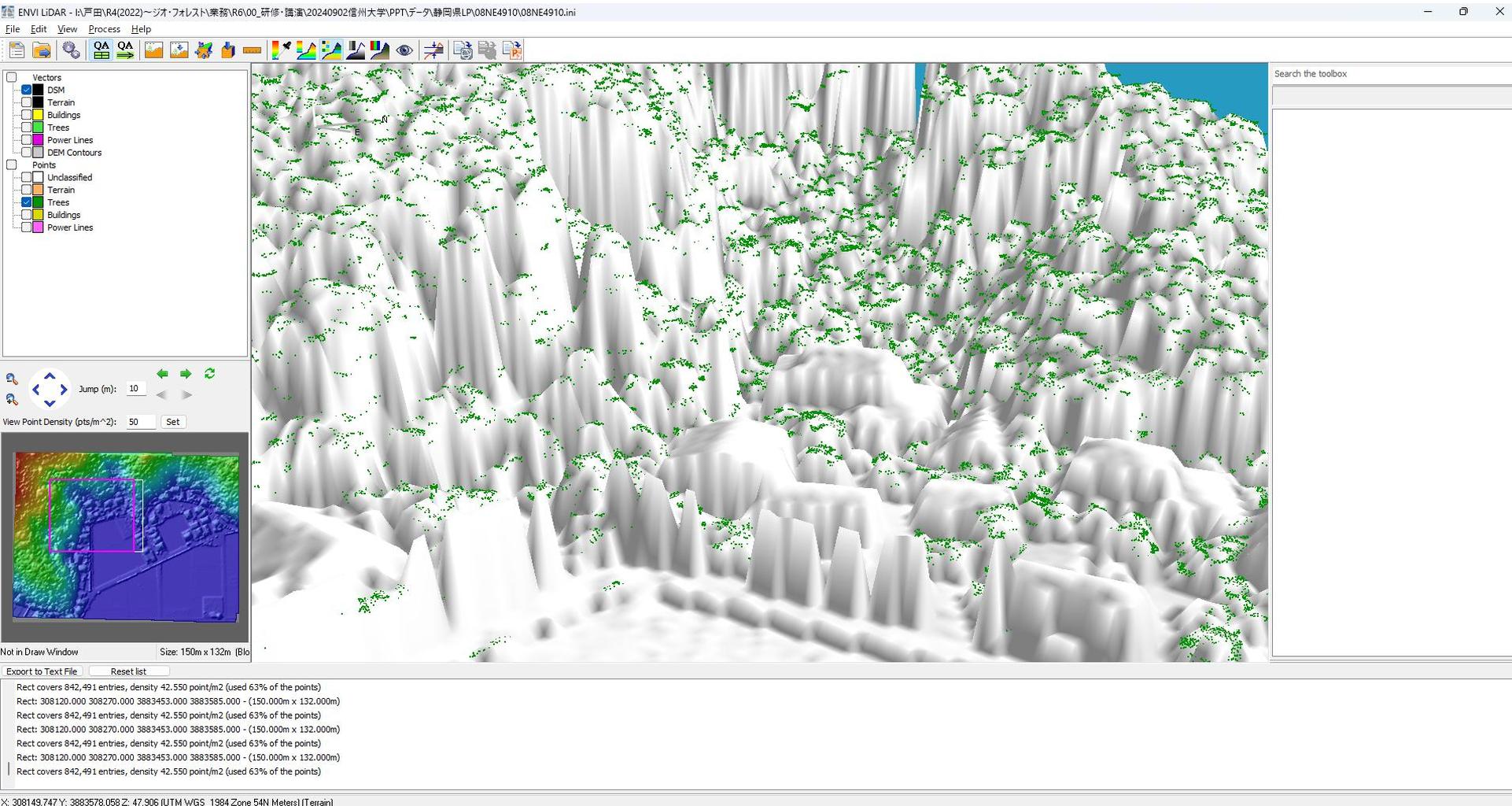
The screenshot displays the ENVI LiDAR software interface. The main window shows a 3D visualization of a point cloud (orange dots) overlaid with a Digital Elevation Model (DEM) surface (white lines). The terrain is rendered in a blue-to-green color gradient. The interface includes a toolbar at the top, a legend on the left side, and a console window at the bottom. The legend shows various layers: Vectors (DSM, Terrain, Buildings, Trees, Power Lines, DEM Contours) and Points (Unclassified, Terrain, Trees, Buildings, Power Lines). The console window at the bottom displays the following text:

```
Export to Text File Reset list
Rect covers 842,491 entries, density 42.550 point/m2 (used 63% of the points)
Rect: 308120.000 308270.000 3883453.000 3883585.000 - (150.000m x 132.000m)
Rect covers 842,491 entries, density 42.550 point/m2 (used 63% of the points)
Rect: 308120.000 308270.000 3883453.000 3883585.000 - (150.000m x 132.000m)
Rect covers 842,491 entries, density 42.550 point/m2 (used 63% of the points)
Rect: 308120.000 308270.000 3883453.000 3883585.000 - (150.000m x 132.000m)
Rect covers 842,491 entries, density 42.550 point/m2 (used 63% of the points)
Rect: 308120.000 308270.000 3883453.000 3883585.000 - (150.000m x 132.000m)
Rect covers 842,491 entries, density 42.550 point/m2 (used 63% of the points)
```

静岡県LPデータ (G空間情報センターからDL)

# DSM

ENVI LiDARで表示



静岡県LPデータ（G空間情報センターからDL）

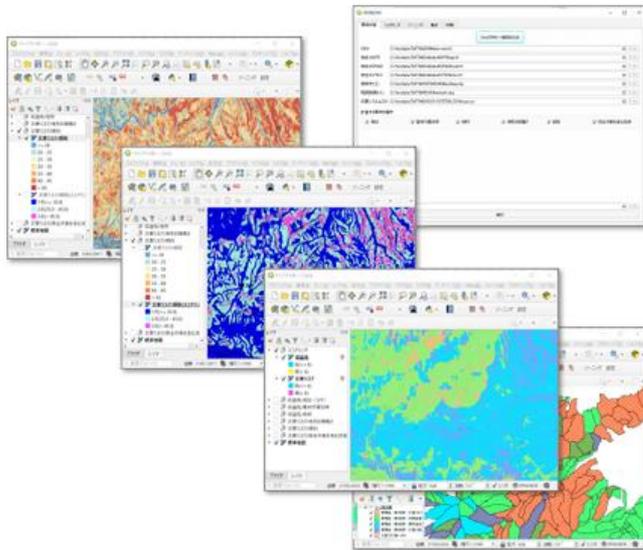
# 森林のゾーニング (もりぞん)

令和5年度路網整備や再造林対策の効果的な推進のための区域の設定に向けた調査委託事業

## 収益性と災害リスクを考慮した 森林ゾーニングの手引き

森林ゾーニング支援ツール「もりぞん」

改訂版 操作マニュアル



令和 6(2024)年 2 月  
林野庁

もりぞん



<https://www.rinya.maff.go.jp/j/seibi/sagyoudo/attach/pdf/romou-19.pdf>

林野庁webページからダウンロード

## 1.1. 背景と目的 ～ゾーニングによる適切な森林施業の推進と再造林の確保～

森林の有する多面的機能の持続的発揮に向けては、間伐や主伐後の再造林等を着実に実行し、森林資源の適切な管理・利用を進めることが重要です。

近年は、人工林資源が本格的な利用期を迎えたことなどを背景に、林業・木材産業の成長産業化が掲げられ、各般の施策を推進されてきた結果、国産材木材供給量の拡大等の一定の成果がありました。一方で、立木販売収入から再造林費用を賄える状況にはなっておらず、近年の主伐面積に対する再造林面積の割合は低位にとどまっています。今後、効率的な施業を推進し、再造林の実施をより効果的に促進するための方策の一つとして、ゾーニングや造林適地の選定等を通じて、再造林確保の実効性を高めていく必要があります。

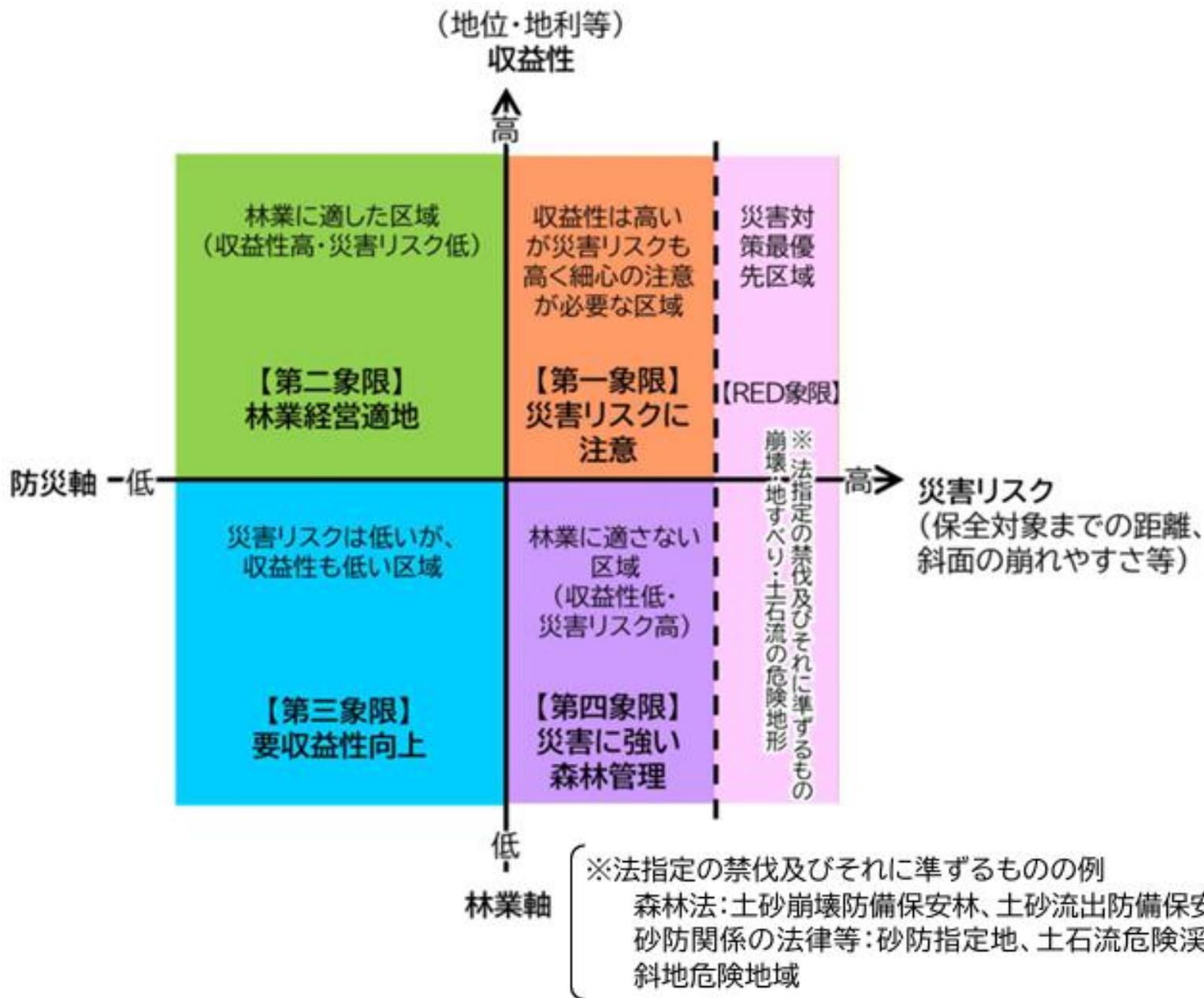
こうした背景から、令和3(2021)年3月に改正された「森林の間伐等の実施の促進に関する特別措置法」においては、再造林を計画的かつ効率的に推進するため、都道府県知事が、自然的社会的条件からみて植栽に適した区域(特定植栽促進区域)を指定し、区域内で特定苗木の植栽を実施しようとする林業事業者等が作成する計画(特定植栽事業計画)を認定する新たな制度が創設されました。また、令和3(2021)年9月には、森林計画制度の見直しに係る関連通知が改正され、市町村森林整備計画において、木材等生産機能維持増進森林のうち、自然的条件及び社会的条件を勘案して特に効率的な施業が可能な森林の区域を新たに特定することとされました。

これらの制度に基づく区域設定を進めるうえでは、これまで蓄積された森林情報に加え、航空レーザ計測等により得られた高精度なデータを用いて、造林等に適した区域の抽出を行うことで、森林を効率的かつ効果的にゾーニングしていくことが求められます。また、ゾーニングにあたっては、造林等の森林施業を効率的に行うための経済性(収益性)を評価する観点に加え、近年、激甚化・頻発化している豪雨災害等を踏まえた災害リスクの観点も大変重要です。持続可能な林業経営には、伐採搬出作業などが斜面の不安定化および山地災害につながらないように注意し、山地災害リスクを低く抑える(リスク管理に努める)ことがこれまで以上に求められており、経済性(収益性)及び災害リスクの両面から、データに基づく分析・評価を行う必要があります。

本書では、上記のような観点を踏まえたゾーニング手法と、その実施を手助けする補助ツールについて、都道府県や市町村の森林計画や森林整備に携わる担当者の方々に広く活用していただくことを目的としています。

令和3(2021)年3月に改正された「**森林の間伐等の実施の促進に関する特別措置法**」においては、再造林を計画的かつ効率的に推進するため、都道府県知事が、**自然的社会的条件からみて植栽に適した区域(特定植栽促進区域)**を指定し、区域内で**特定苗木の植栽**を実施しようとする**林業事業者等**が作成する**計画(特定植栽事業計画)**を認定する新たな制度が創設されました。

これまで蓄積された森林情報に加え、**航空レーザ計測等により得られた高精度なデータ**を用いて、造林等に適した区域の抽出を行うことで、森林を効率的かつ効果的にゾーニングしていくことが求められます。また、ゾーニングにあたっては、造林等の森林施業を効率的に行うための**経済性(収益性)**を評価する観点に加え、近年、激甚化・頻発化している**豪雨災害等を踏まえた災害リスク**の観点も大変重要です。



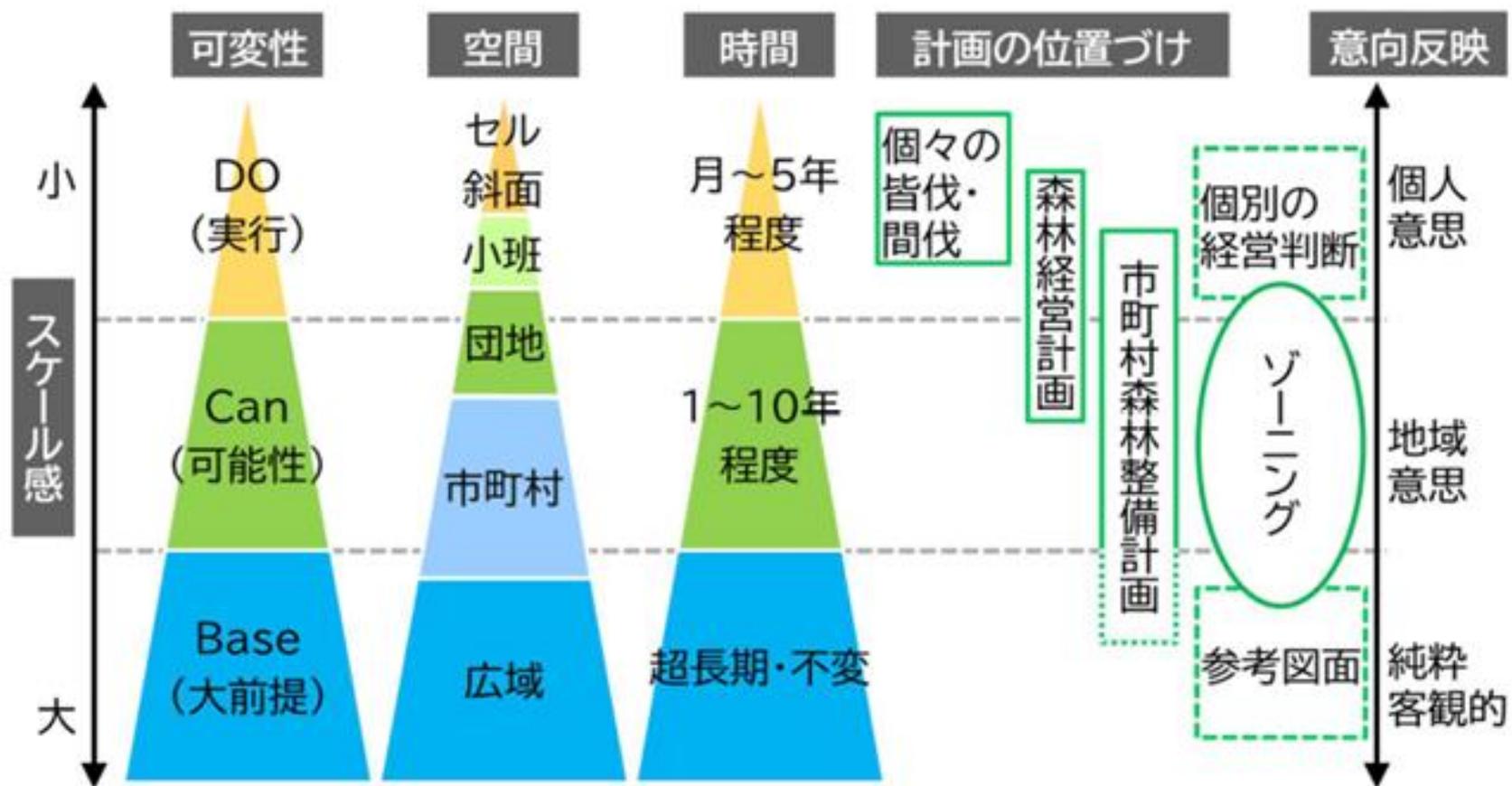


図 1-2 意思決定や計画策定におけるステージの外見図

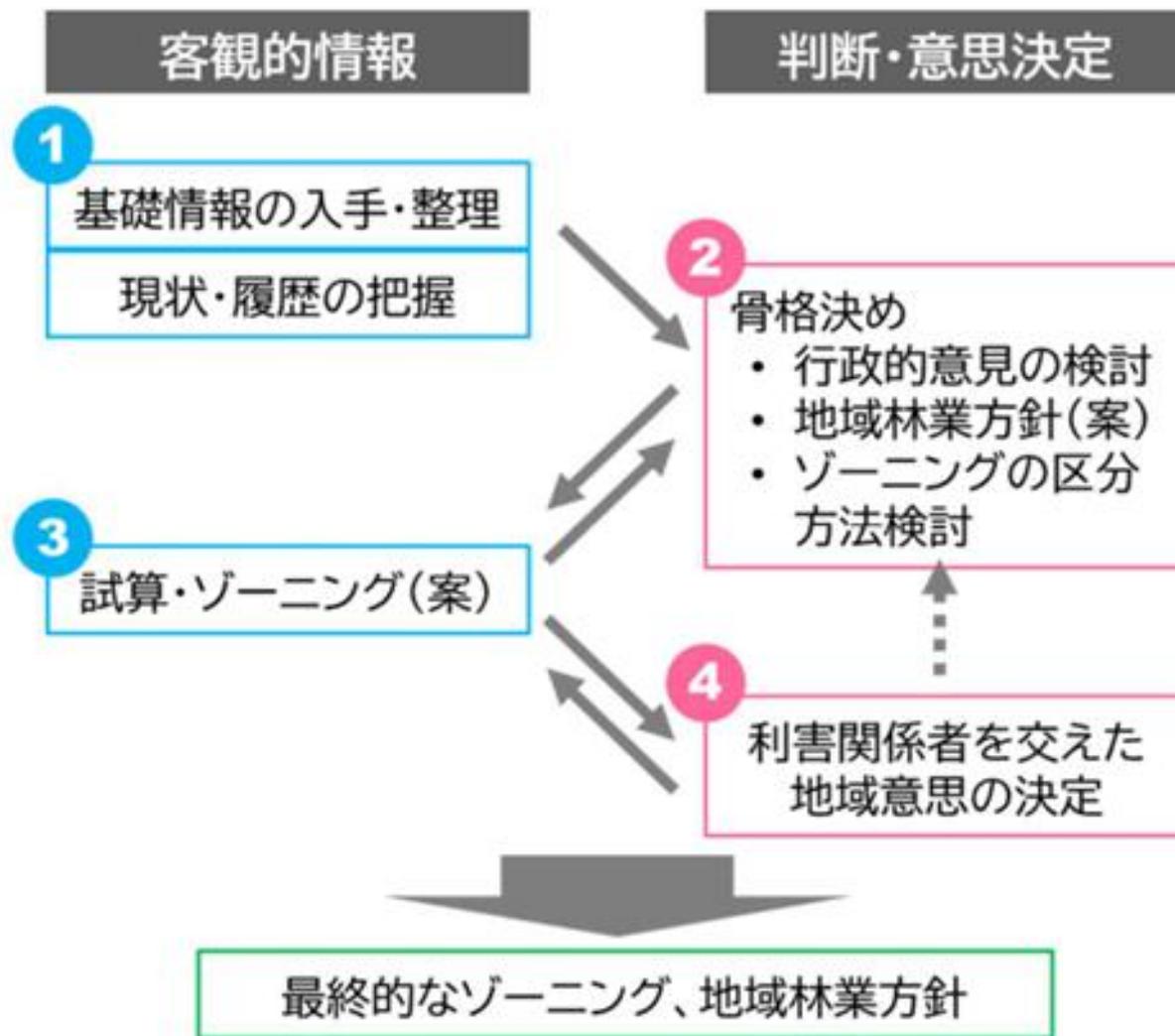


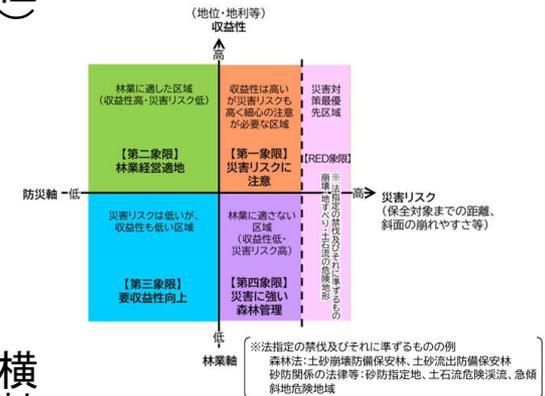
図 1-3 情報収集と意思決定の流れのイメージ

表 3-1 ゾーニングに必要なデータ

軸	要素	プラグインでの対応	利用データ(ファイル形式)
収益性	地位 (スキ、ヒノキ、カラマツ)	算出可能	NPP 指標(TIFF)
			日射係数(TIFF)
			凹凸度(TIFF)
	集材作業効率	算出可能	DEM(TIFF)
			地形に応じた作業システム(CSV)
	地利(到達難易度)	算出可能	基盤地図情報 道路縁(SHP)
都道府県等の林道データ(SHP)			
地利(需要先までの距離)	別途、データ表示	原木市場、需要先等の位置データ	
災害リスク	地形の複雑さ	算出可能	DEM(TIFF)
	傾斜	算出可能	DEM(TIFF)
	保全対象を含む流域	算出可能	DEM(TIFF)
	土石流の流下距離	別途、数値地形解析アプリケーションで算出可能	DEM
			DEM
	CS 立体図	別途、CS マップメーカーで算出可能	DEM
	土砂災害警戒区域データ	別途、データ表示	国土数値情報 土砂災害警戒区域データ
	地質	別途、データ表示	産総研地質調査総合センター 20 万分の1日本シームレス地質図 V2
	活断層	別途、データ表示	産総研地質調査総合センター 20 万分の1日本シームレス地質図 V2
	地すべり地形	別途、データ表示	防災科学技術研究所 地すべり地形分布図
気候	別途、データ表示	国土数値情報 平年値メッシュデータ(メッシュ平年値 2010(気象庁、平成24 年作成)) 年最深積雪、年降水量	

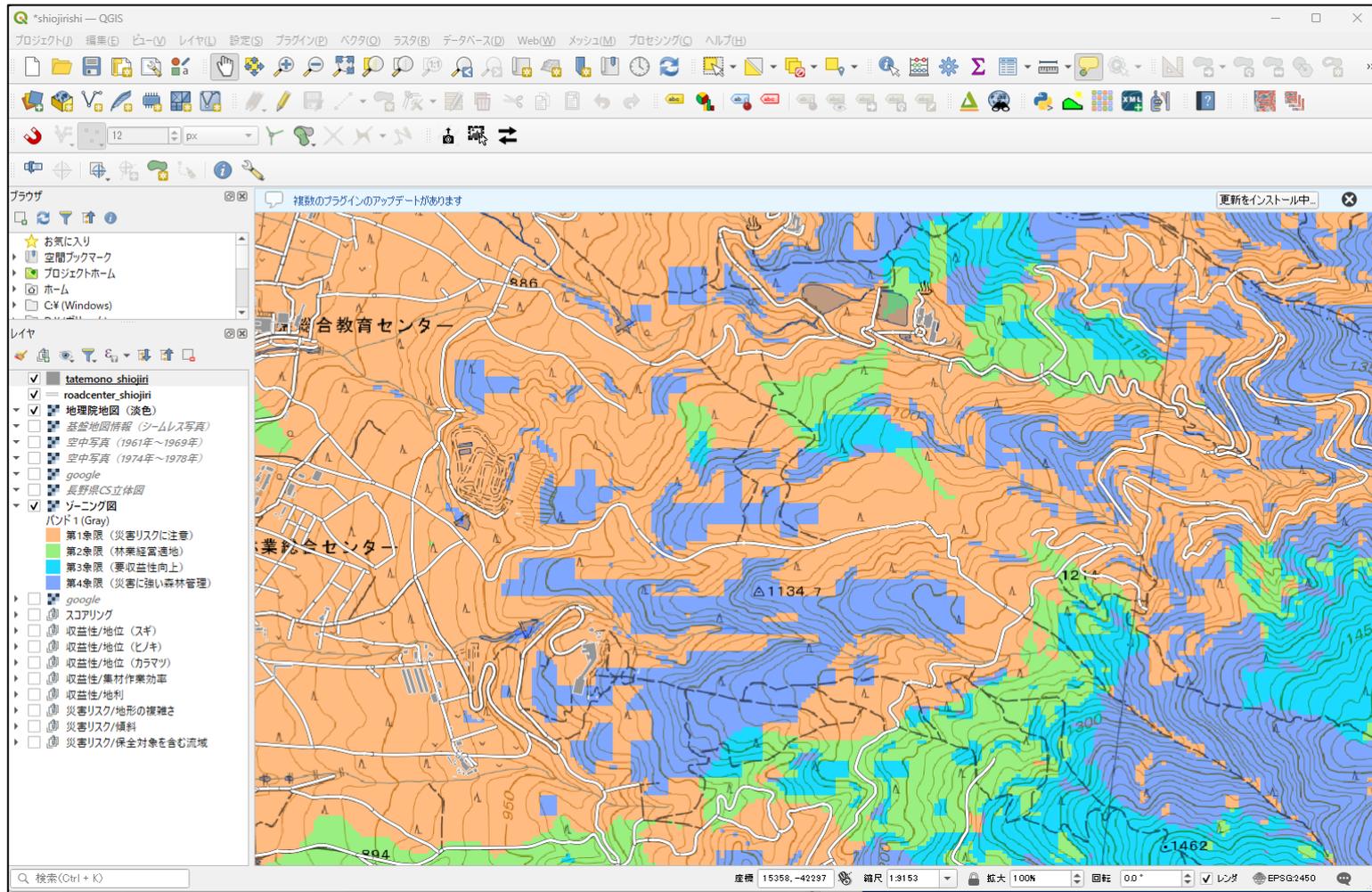
縦軸(収益性)

横軸(災害リスク)



プラグインで算出可能な要素    ダウンロード可能な公開データ

# 「もりぞん」解析結果の表示例



- 県庁にて全県分を一括計算済み
- 行政案の試算の1つ
  - これを基に関係者と意思決定を行う「たたき台」（＝コミュニケーションツール）
- 4象限の区分結果よりも、各要素を見て「何故そうなったか？」を考えることが重要
- 災害リスクの要素には、地形種や地質などの情報は含まれていない

# CS 立体図を使った地形判読

この資料は、「CS立体図を使った地形判読マニュアル」2023年3月 林野庁 (<https://www.rinya.maff.go.jp/j/seibi/sagyoudo/romou.html>) を基に  
独自に解説を加えたものです。

# 本日使用するテキスト

令和4年度 路網整備や再造林対策の効果的な推進のための区域の設定に向けた調査事業

## CS 立体図を使った 地形判読マニュアル

令和5(2023)年3月  
林野庁

このテキストは下記のURLからダウンロードできます。  
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/seibi/sagyoudo/romou.html>

林野庁 地形 マニュアル

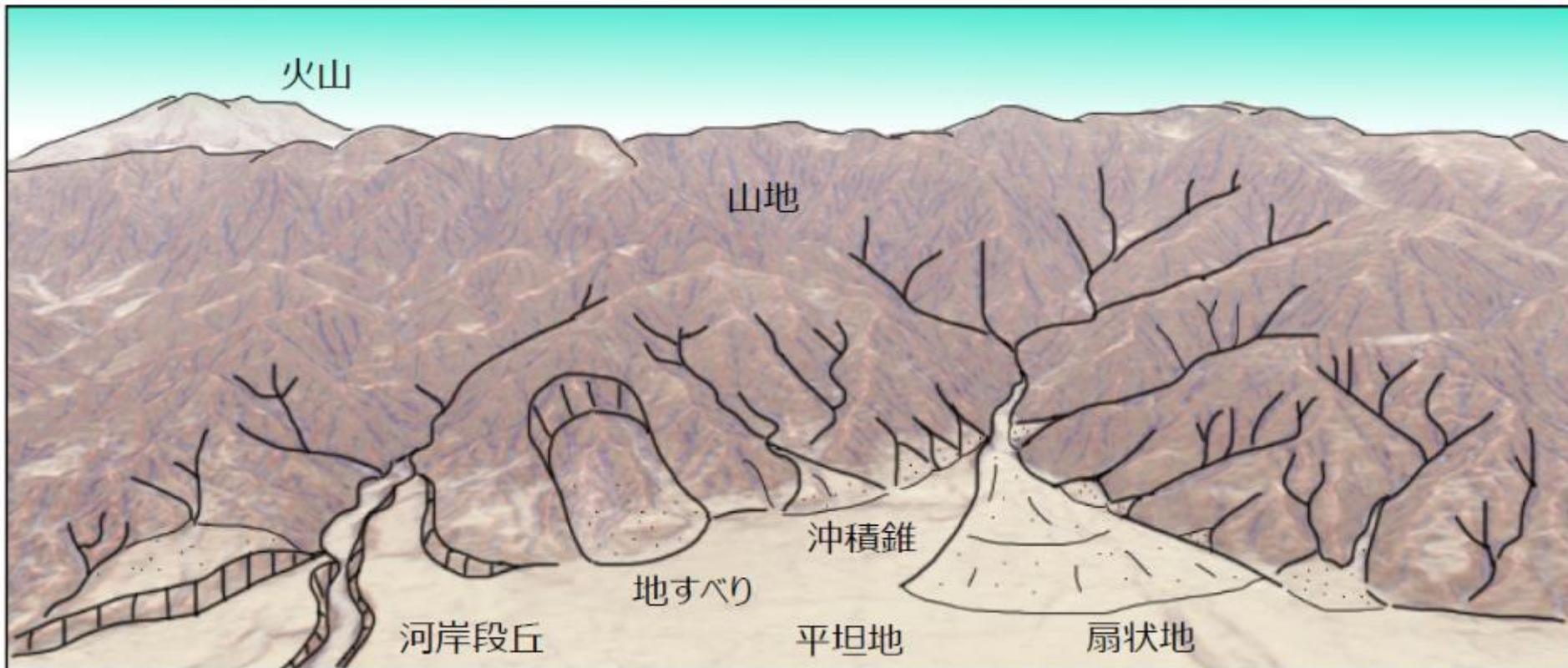


<https://www.rinya.maff.go.jp/j/seibi/sagyoudo/attach/pdf/romou-17.pdf>

林野庁webページからダウンロード

# 地形判読の基礎

# 1.1 「地形」とは



大地に残された様々な地形

# なぜ「地形」ができたのか？

- 地殻変動
- 火山活動
- 水の力
- 風の力
- 人工改変

など、その場所で**過去に発生した現象**の痕跡



これらの現象（=災害）は、  
同じ場所で**繰り返し**発生する可能性が高い



地形判読から**将来を予測**し、**適切な対策**をする

## 1.2 地形図から判読できる地形情報

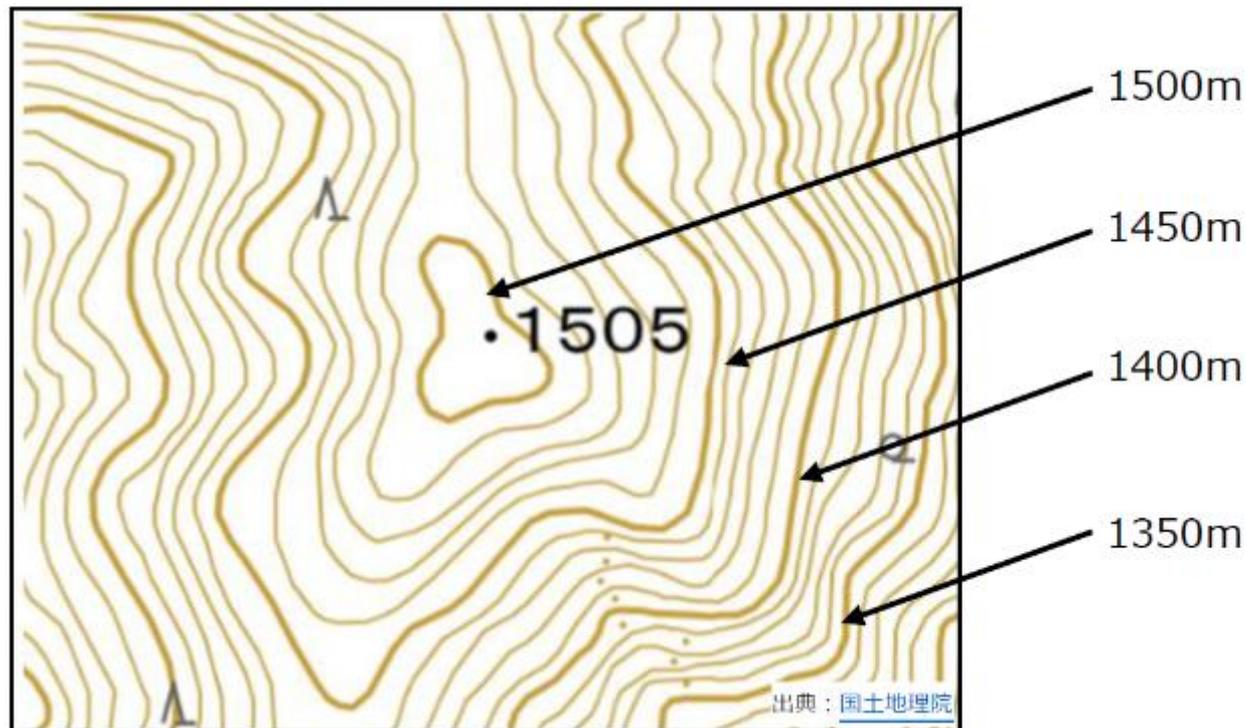
- 地形量** . . . .
- ・長さ、面積、それらの比など、定量化できる形態要素
  - ・誰が計測しても同じ値

例) 標高、傾斜、曲率、面積、体積、方位、起伏量 など

- 地形種** . . . .
- ・特定の成因によって形成された特定の形態的特徴をもつ地形の部分
  - ・判読者の解釈によって判断が異なる

例) 扇状地、崖錐、地すべり滑落崖、地すべり側方崖 など

# (1) 標高(elevation)



等高線による標高の表示

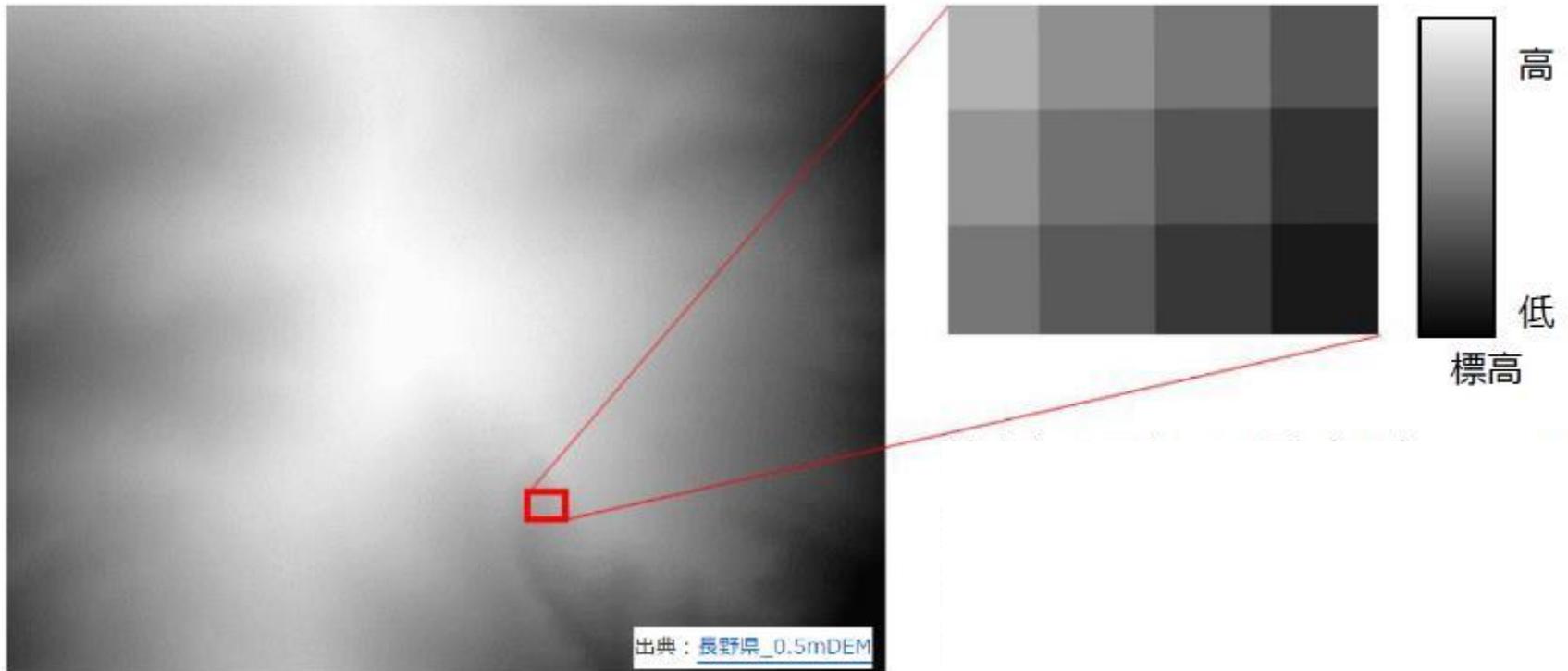
- ・標高とは、東京湾の平均海水面からの垂直距離
- ・等高線とは、同じ標高を結んだ線

標高が高いほど気温が低下

⇒耐寒性の違いによる適地適木の選択

⇒病虫害対策の検討

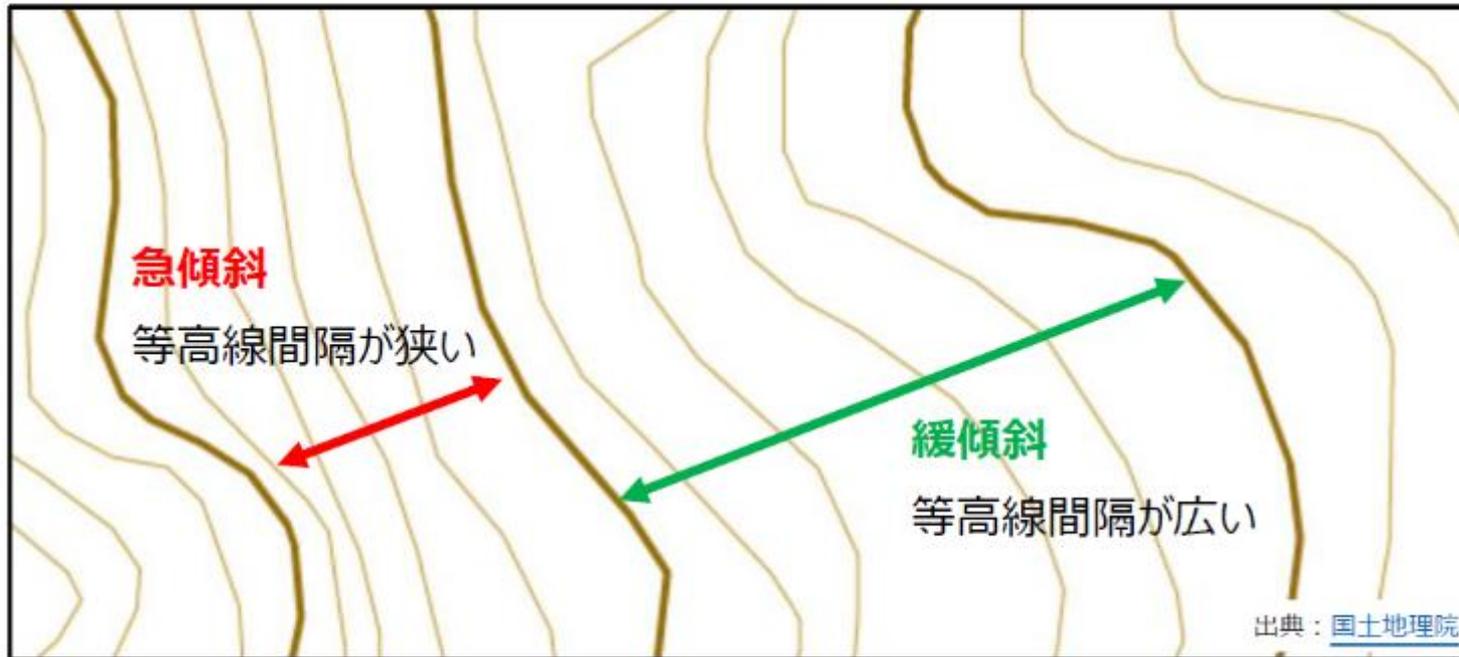
# (1) 標高(elevation)



数値地形モデル（DEM：Digital Elevation Model）

- ・拡大すると、四角いマス目(セル)に1つの標高値が入っている
- ・近年の航空レーザーデータでは、セルのサイズが0.5m～1.0m一般的
- ・地上レーザー測量等では、さらに細密なDEMの生成も可能

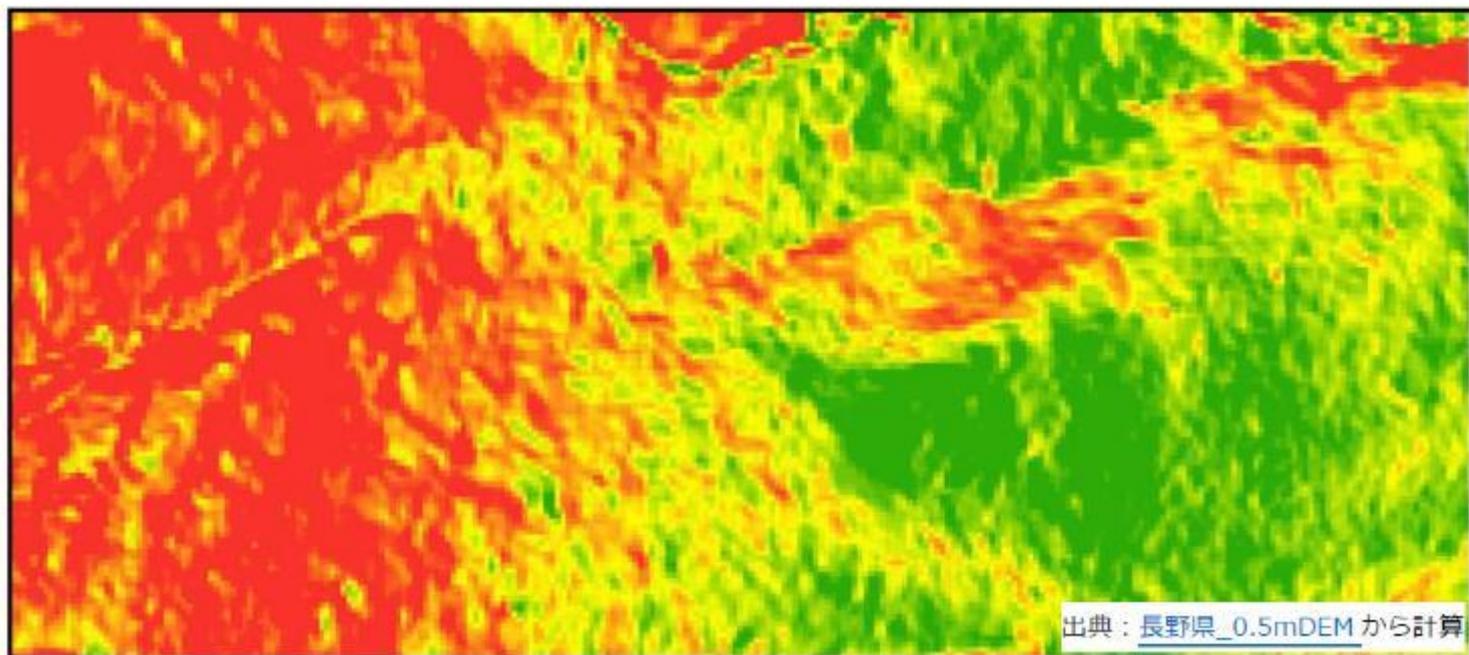
## (2) 傾斜(slope)



等高線からの傾斜の判読

- ・傾斜とは、地表面が水平面となす角度
- ・傾斜が急になるほど斜面崩壊の危険性が高い
- ・路網を開設する場合、傾斜が急になるほど土工量が増大、さらに急傾斜地では構造物が必要になり、開設コストが増大

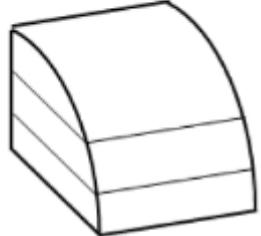
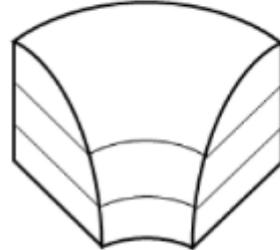
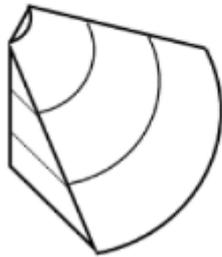
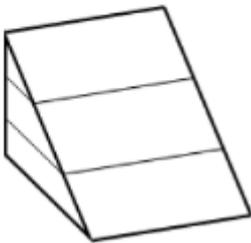
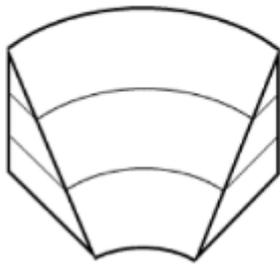
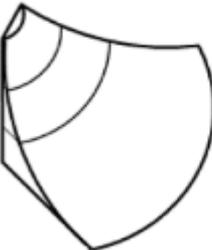
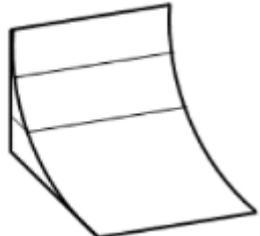
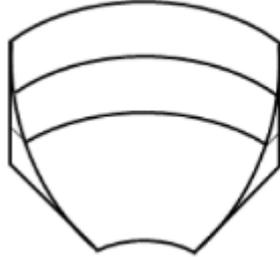
## (2) 傾斜(slope)



GIS解析による傾斜図

- ・計算方法によって値が異なる
- ・DEMのセルサイズ(解像度)によって値が異なる
- ・傾斜を表す単位：  
角度(度またはラジアン)、百分率(%)、比(垂直／水平)、割分

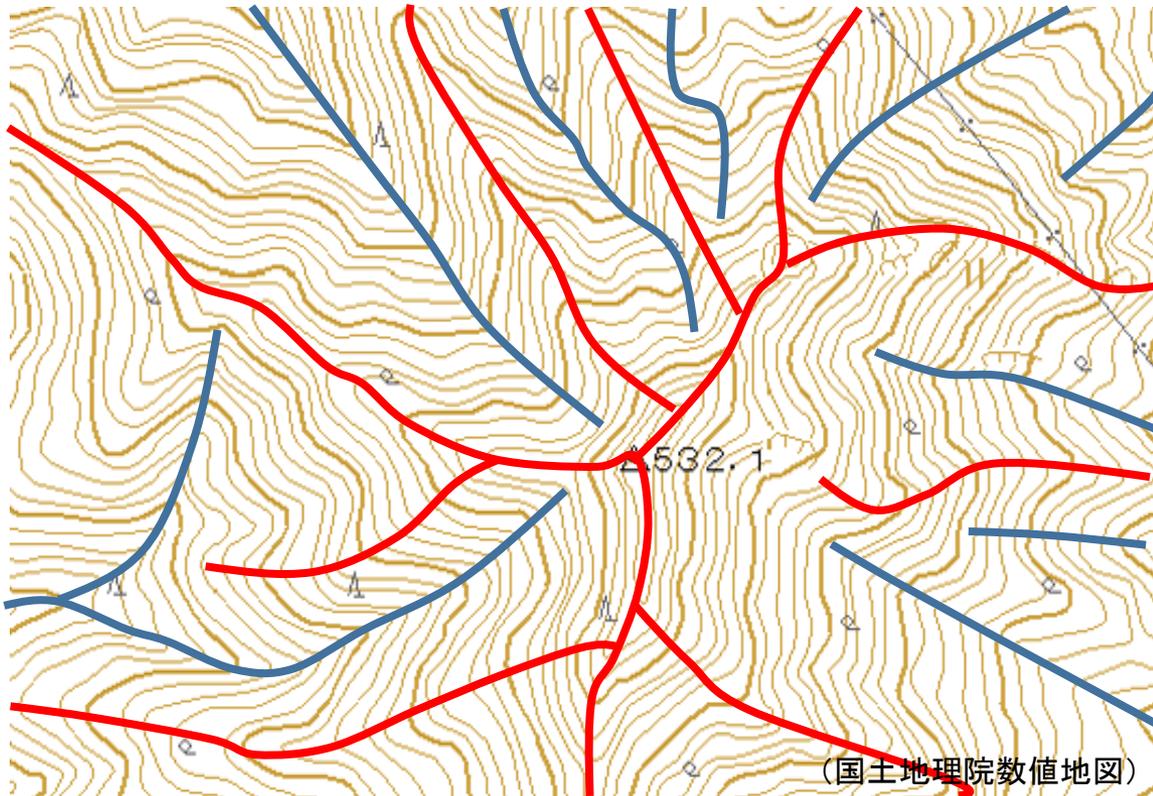
# (3) 曲率(curvature)

		平面曲率		
		凸型	直線型	凹型
縦断曲率	凸型			
	直線型			
	凹型			

平面曲率と縦断曲率の組み合わせによる斜面型の分類

### (3) 曲率(curvature)

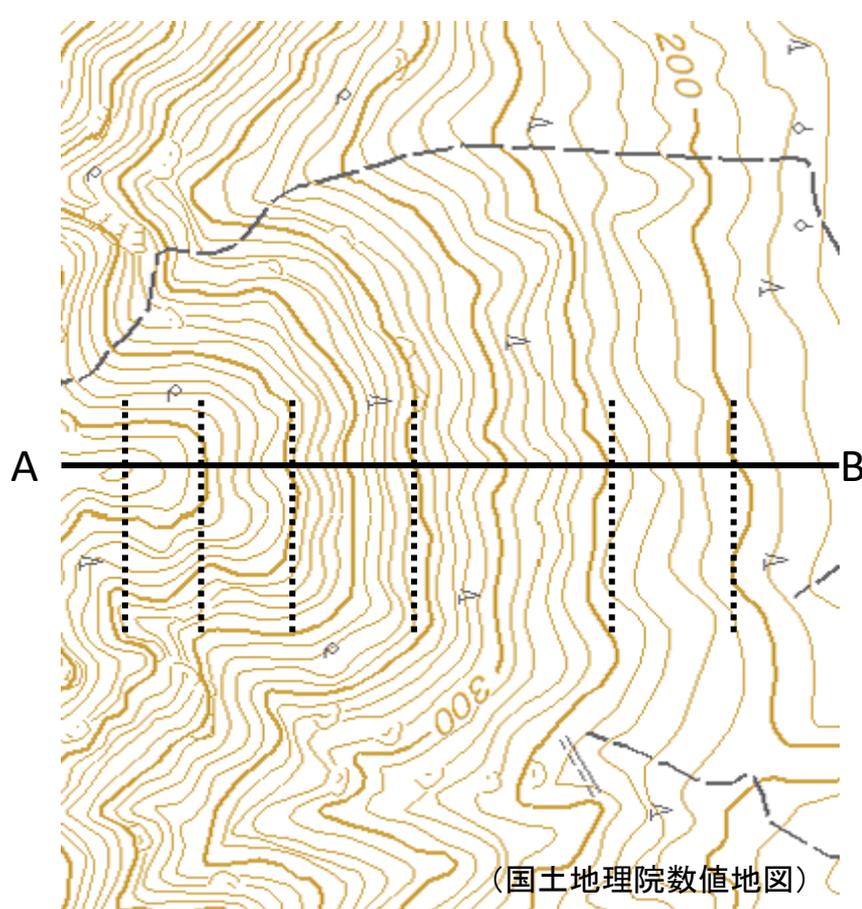
凹凸・・尾根、谷 (平面曲率)



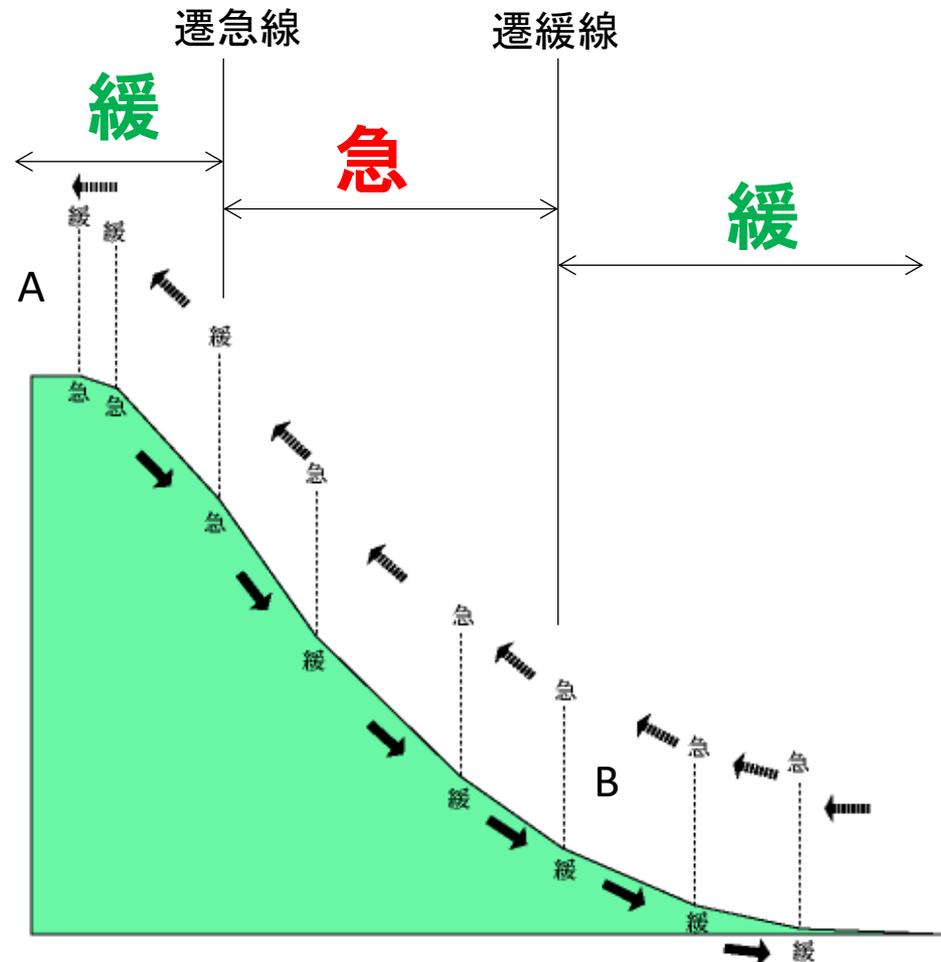
等高線の曲がり具合 (曲率) から地形の凹凸 (尾根、谷) を読み取る

### (3) 曲率(curvature)

#### ③-2 凹凸・遷急線、遷緩線(縦断曲率)

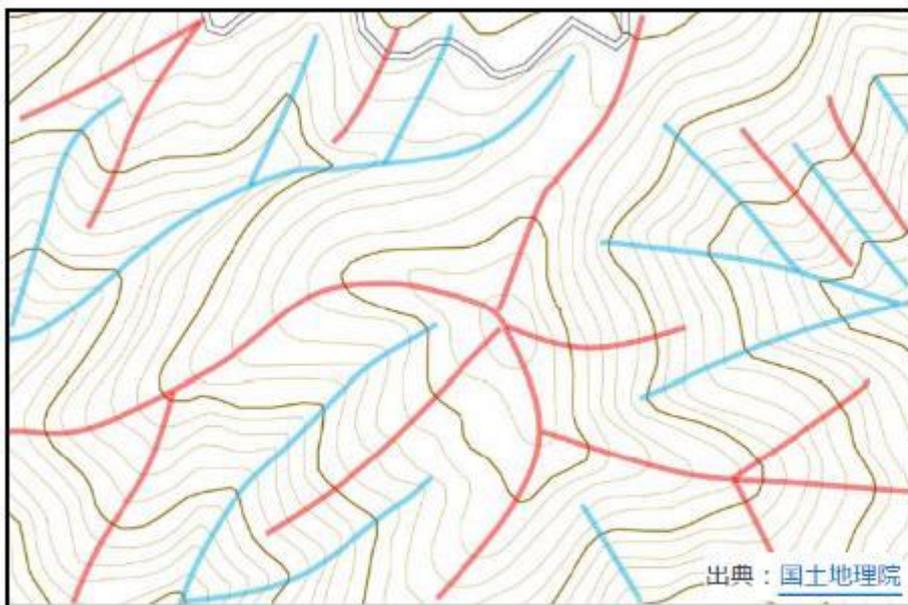


(国土地理院数値地図)

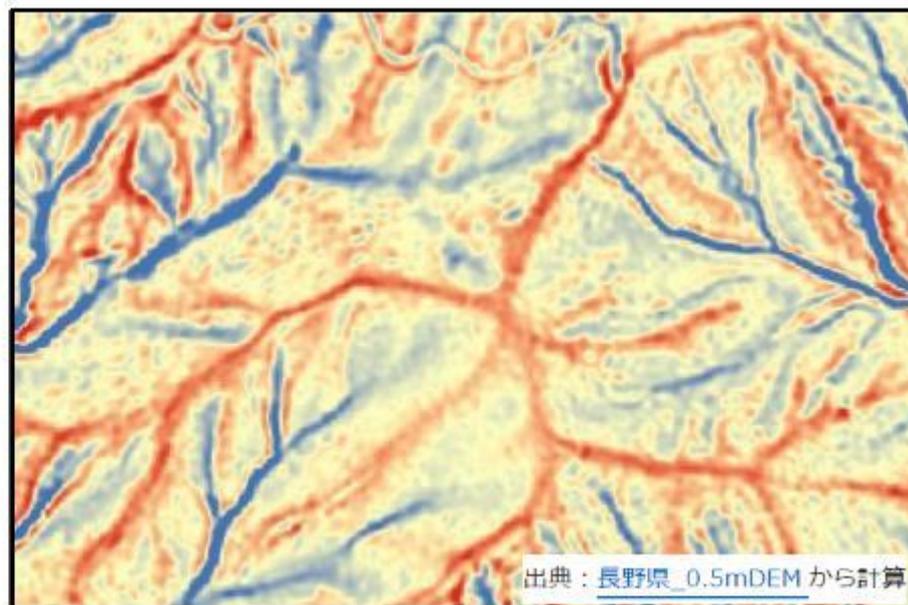


傾斜の変化から、遷急線、遷緩線を読み取る

### (3) 曲率(curvature)



尾根  谷 



凸地形  凹地形

GIS解析による曲率図

# 地形種の判読

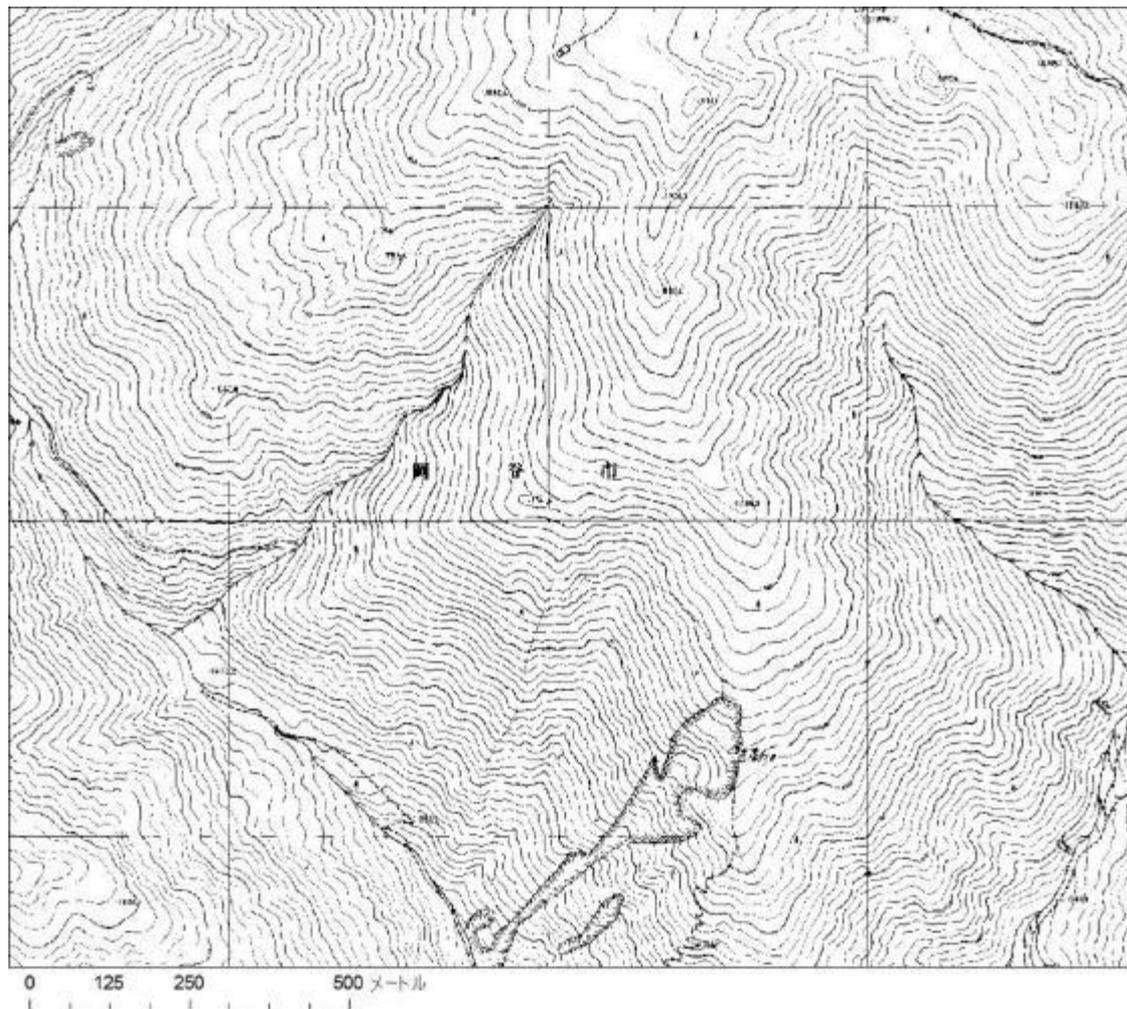
**地形種**とは、  
特定の成因によって形成された  
特定の形態的特徴をもつ地形の部分

**地形量**が同じであっても、  
**地形種**によって性質が異なる

# 地形種の判読

右図に含まれる地形種

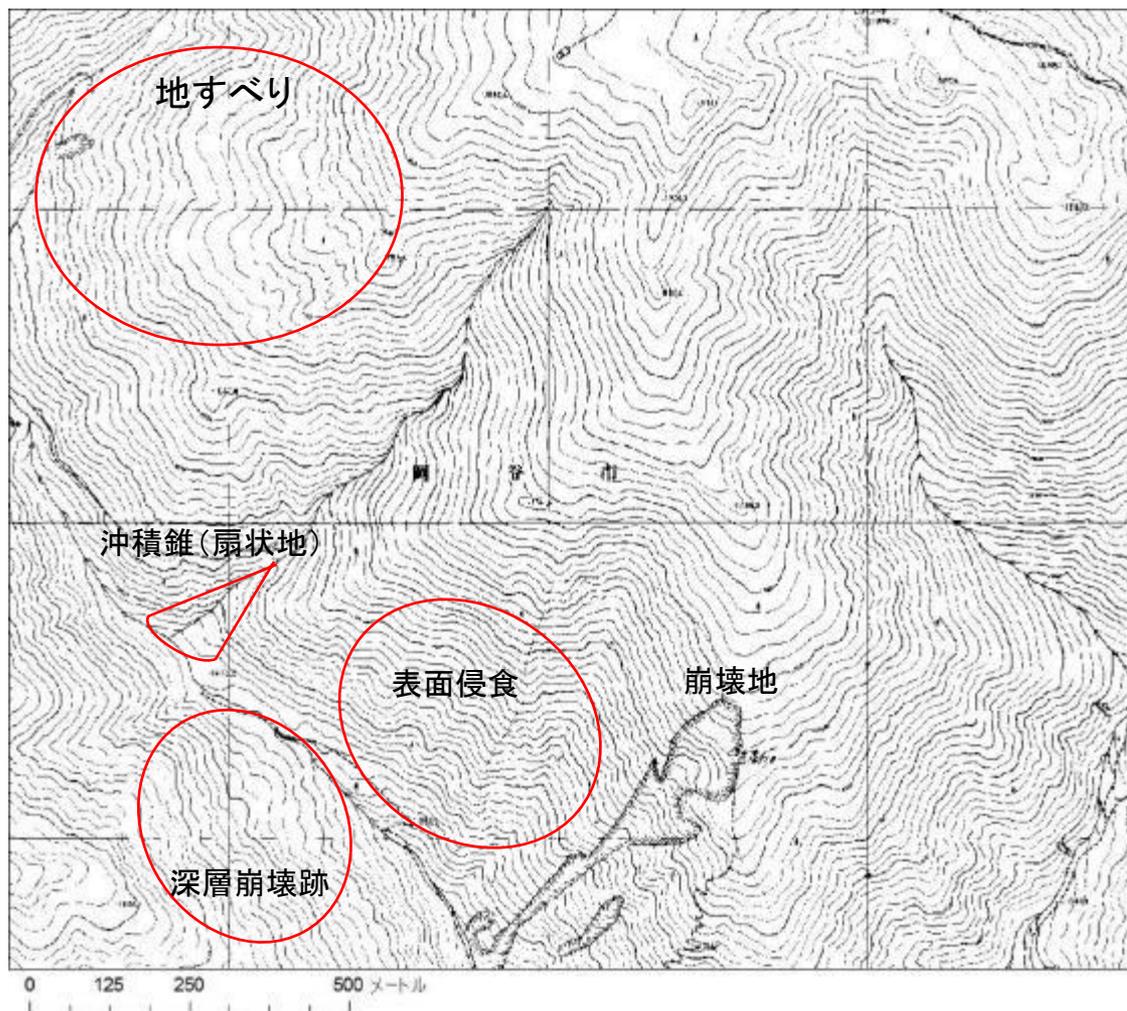
- 地すべり
- 深層崩壊跡
- 沖積錐(扇状地)
- 河道閉塞
- 溪岸侵食
- 表面侵食
- 表層崩壊



# 地形種の判読

右図に含まれる地形種

- ・地すべり
- ・深層崩壊跡
- ・沖積錐(扇状地)
- ・河道閉塞
- ・溪岸侵食
- ・表面侵食
- ・表層崩壊



標高、傾斜、曲率等の地形量から地形種を「**解釈**」する

# CS立体図

形だけから地形種の判読は、

- ・判読者によって結果が異なる
- ・初心者には難しい

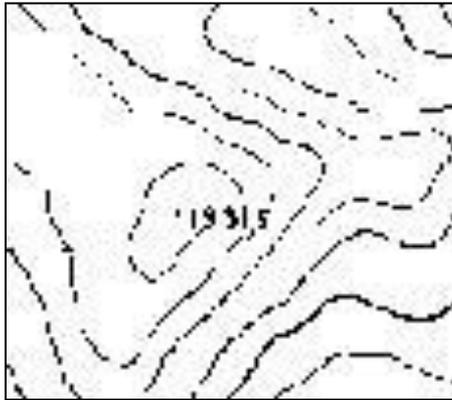


地形判読を容易にするために

**CS立体図** を開発

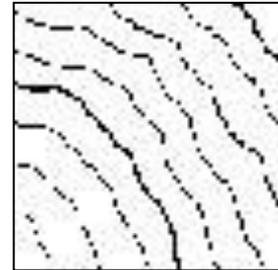
# 地形図から判読できる 3つの地形量

## ① 標高

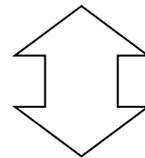


## ② 傾斜

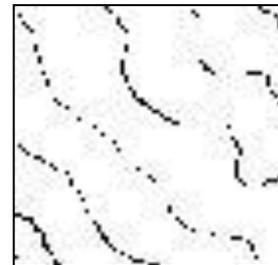
急:



等高線間隔が狭い



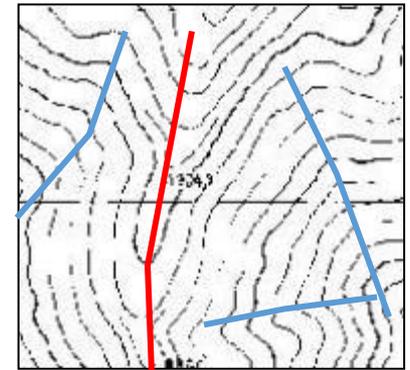
緩:



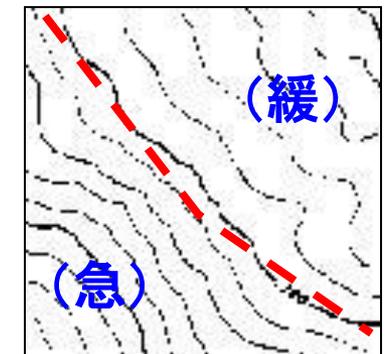
等高線間隔が広い

## ③ 凹凸(曲率)

平面曲率 (尾根、谷)



縦断曲率 (遷急線、遷緩線)



# CS立体図 とは



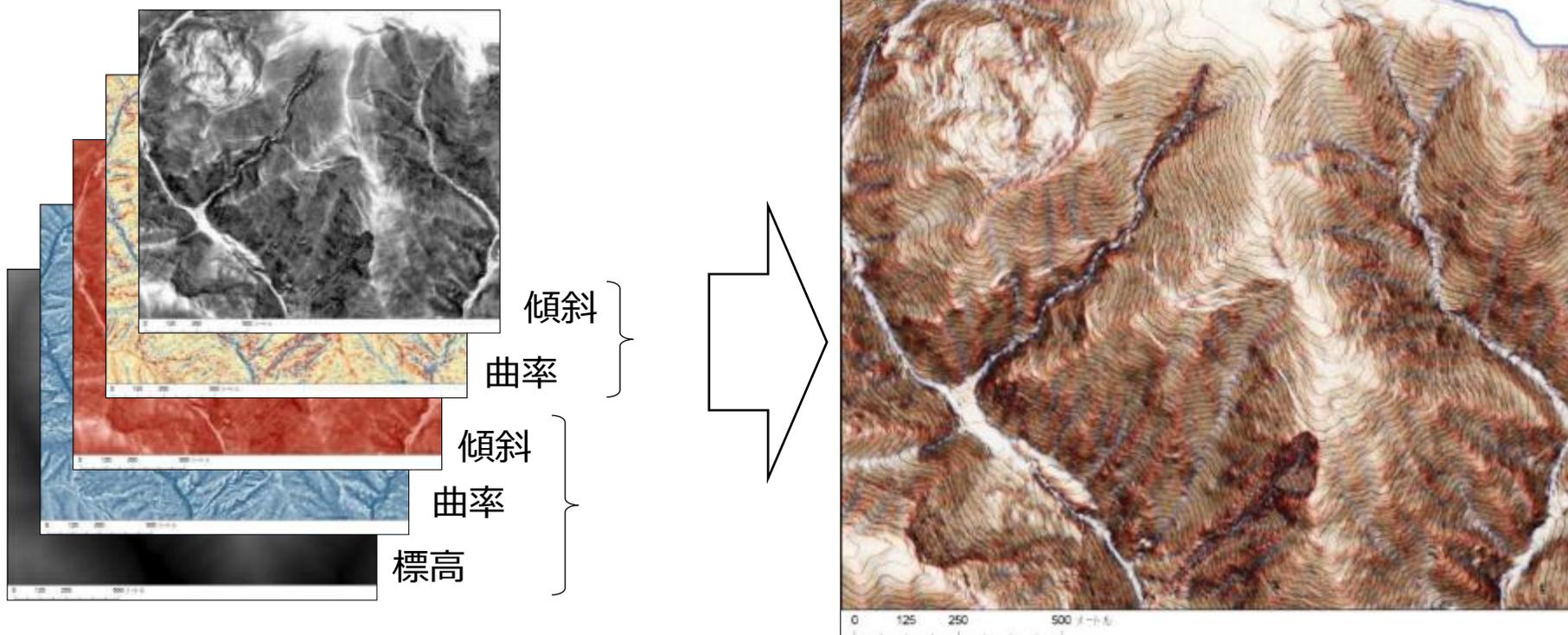
3つの地形量を異なる色調で彩色して透過処理

- ・視覚情報から直感的に情報を認識可能
- ・異なる情報を同時に認識可能
- ・等高線では表現が困難な情報も認識可能

# CS立体図とは

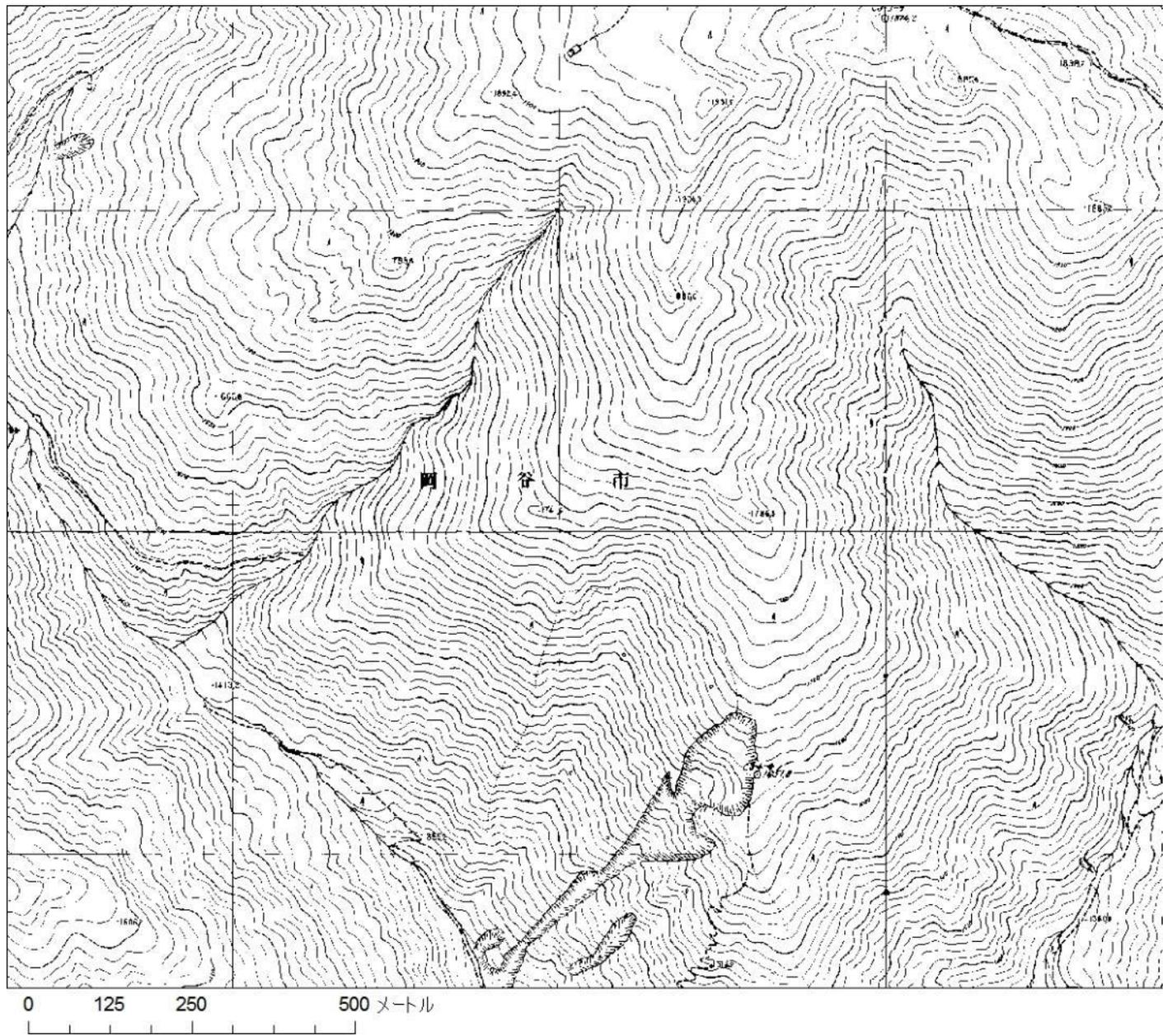
「標高」「傾斜」「曲率」の3つの情報に色を付け、重ねて透過処理することで立体表現した図法

[2012年に長野県林業総合センターで考案](#)

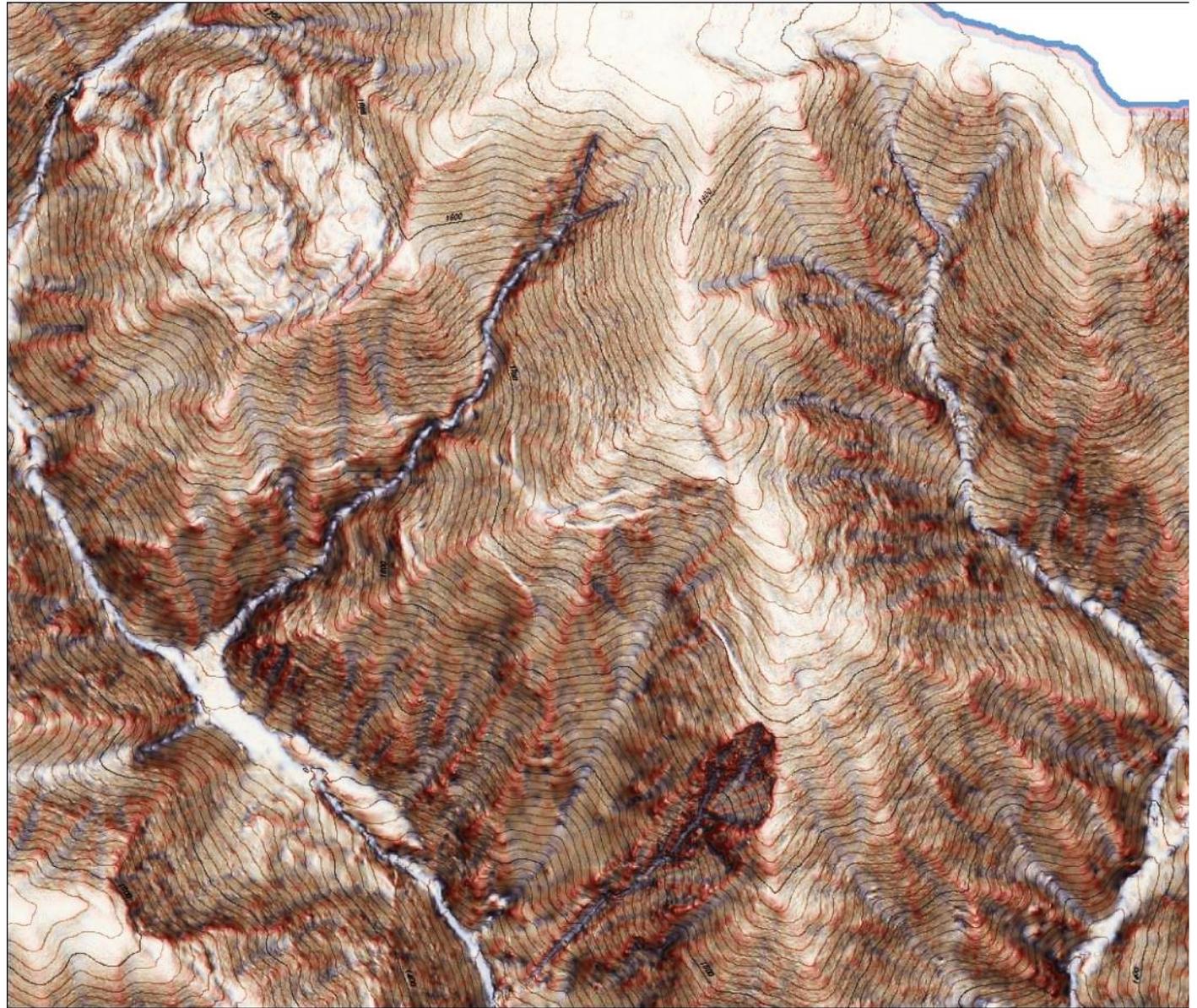


「CS」とは、曲率 (Curvature) と傾斜 (Slope) の頭文字

# 従来の地形図 (森林基本図)



# CS立体図 (0.5mDEM)



0 125 250 500 メートル

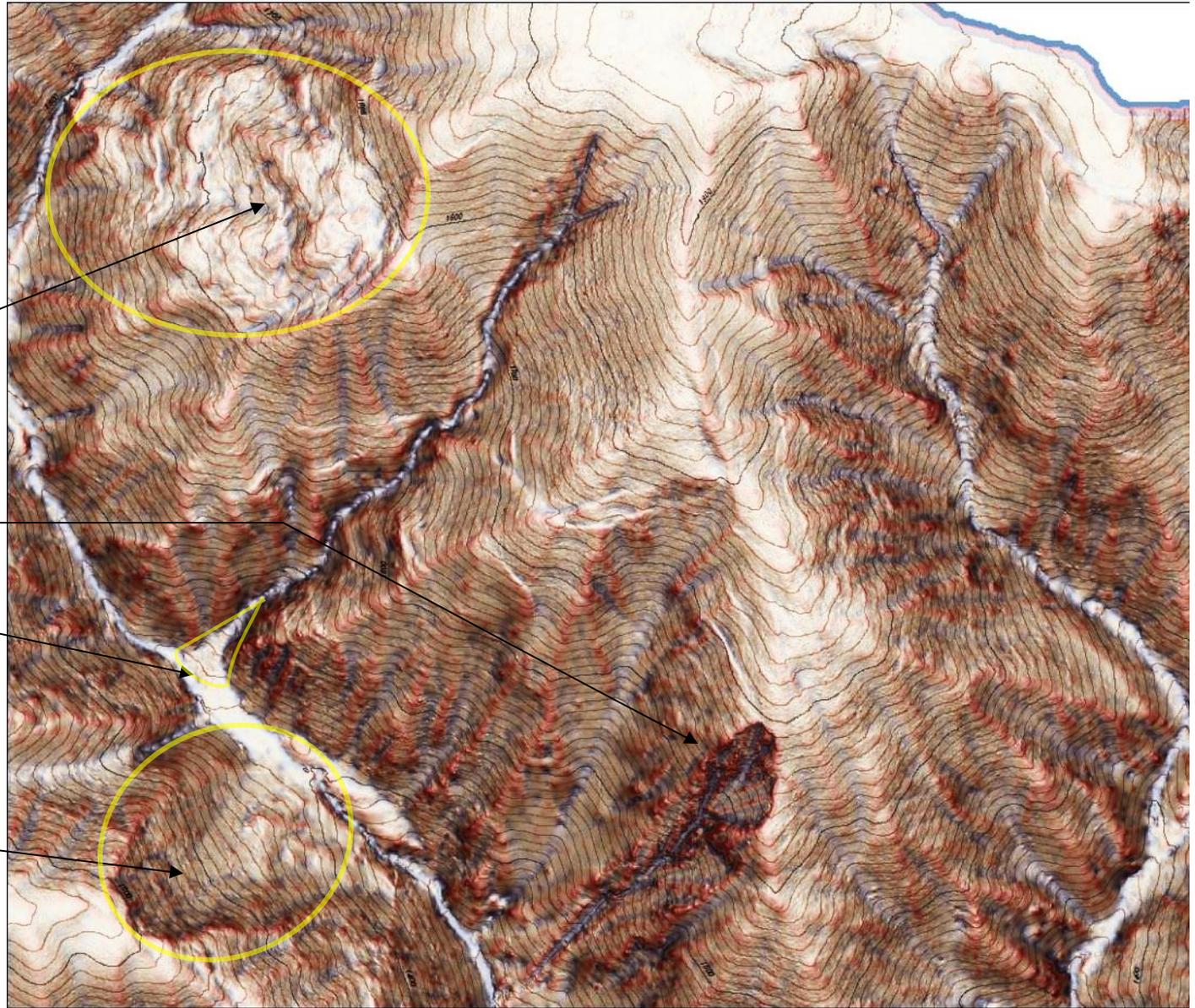
# CS立体図 (0.5mDEM)

地すべり

崩壊地

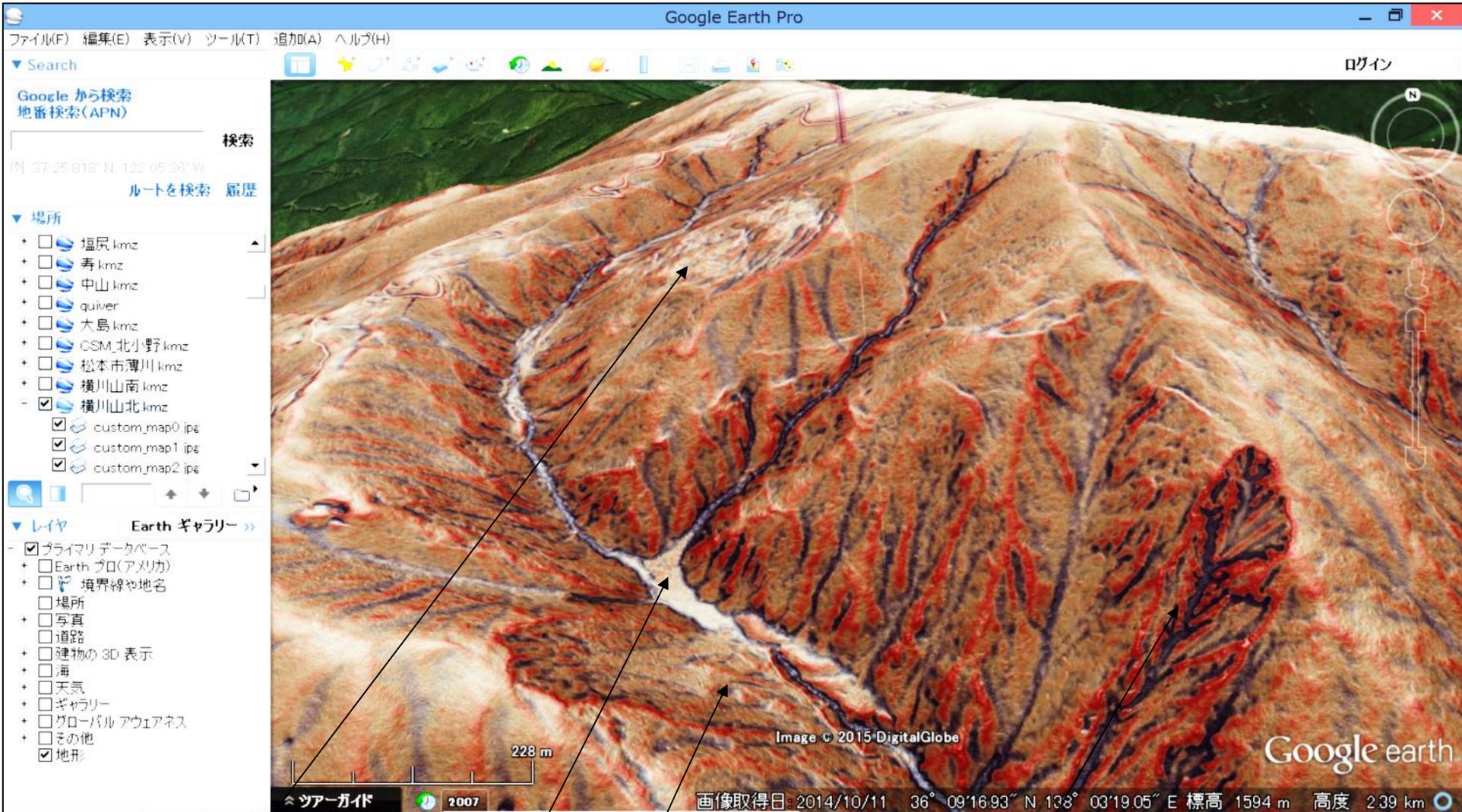
沖積錐

深層崩壊跡



0 125 250 500メートル

# Google earth による3D表示も可能



地すべり

沖積錐

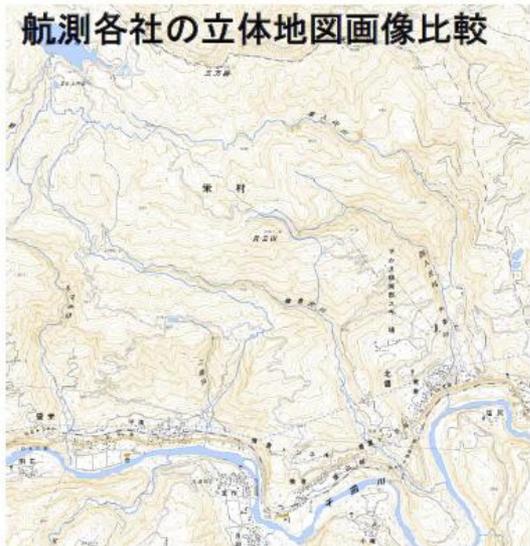
崩壊地

深層崩壊跡

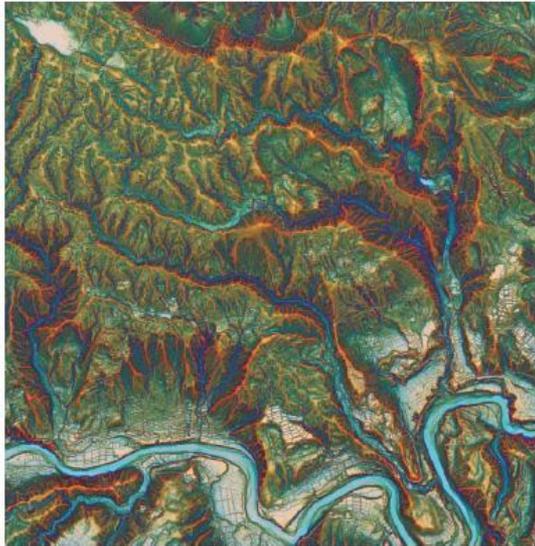
GIS等でKMZ形式に変換

# CS立体図の他にも様々な立体図法があります

航測各社の立体地図画像比較



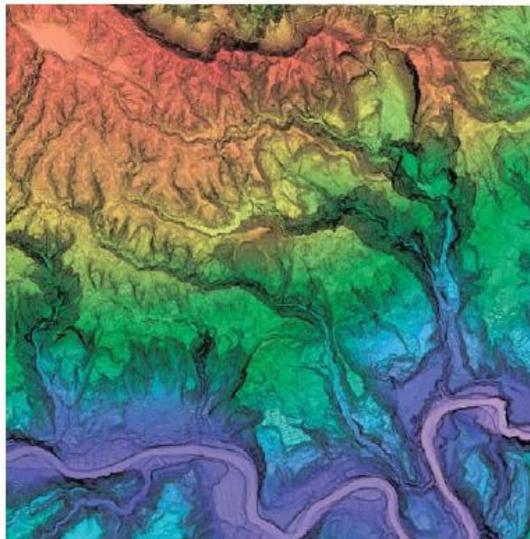
1/25000地形図 信濃森



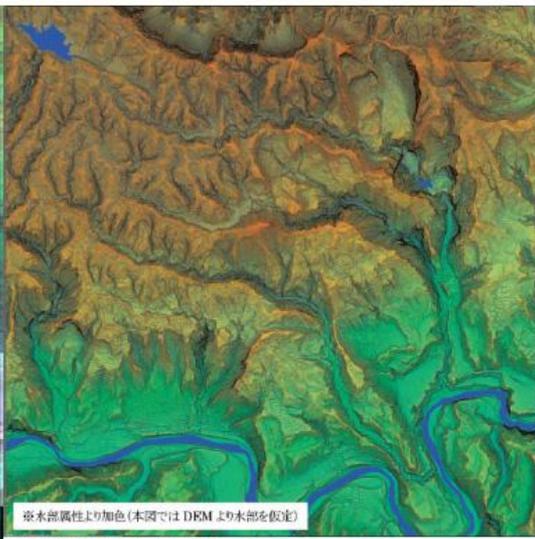
陰陽図 朝日航洋



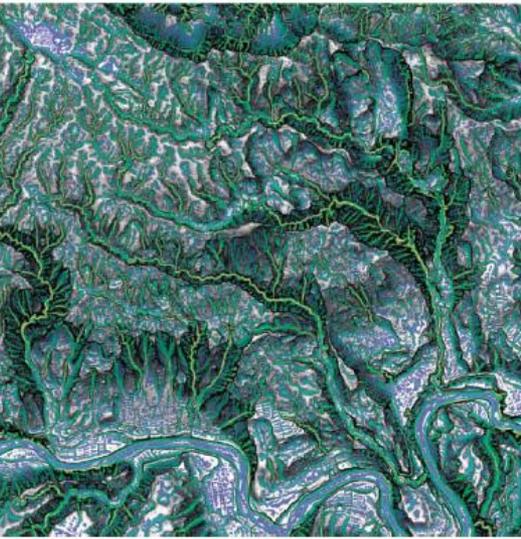
赤色立体地図 アジア航測



エルザマップ 国際航業 (Elevation and Slope Angle Map)



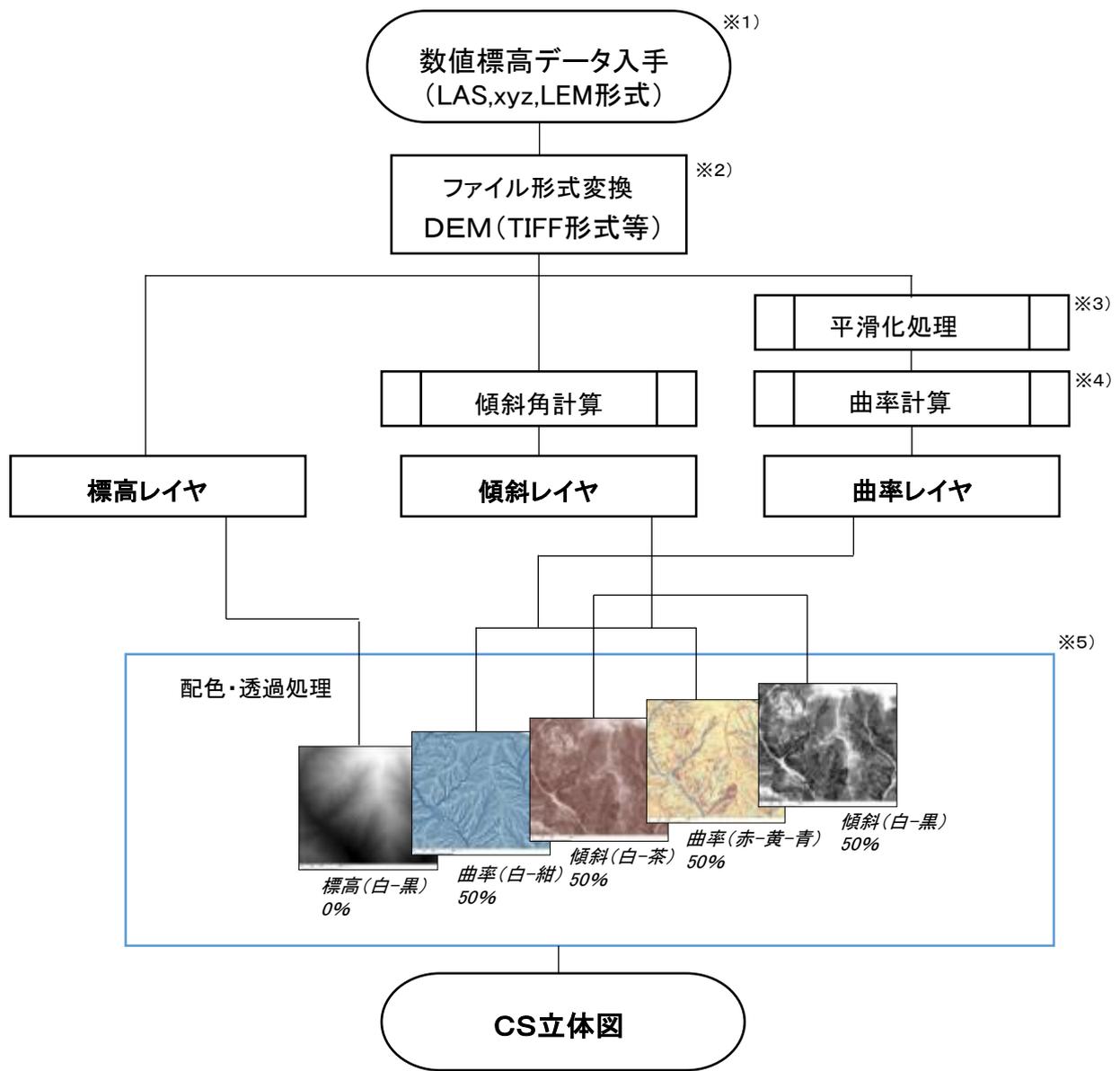
地形起伏図 中日本航空



凸凹イメージマップ PASCO

「航空レーザ測量による災害対策事例集」より

# CS立体図作製の流れ図



## 【解説】

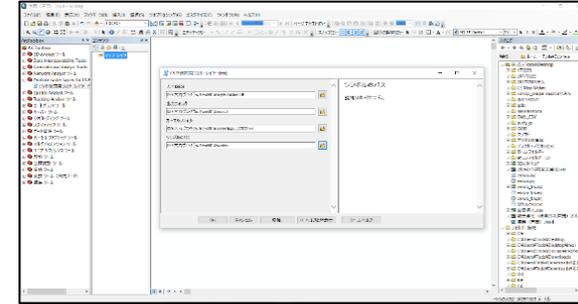
- ※1) 数値標高データの入手  
 ・航空LiDARの有無は、「航空レーザ測量データポータルサイト」等で確認。測量発注者に申請すれば、多くの場合は入手可能。  
 (LAS,xyz,LEM形式等)  
 ・国土地理院Webサイトから、5mメッシュ、10mメッシュデータをダウンロード可能。  
 (LEM形式等)
- ※2) ファイル形式変換  
 ・入手できる数値標高データの多くはLAS形式,xyz形式,LEM形式などで、QISでは直接解析できない。TIFF等のラスタ形式に変換する必要がある。
- ※3) 平滑化処理  
 ・曲率計算を行う前に、平滑化処理を行う。  
 Gaussian filterを使用すると、滑らかな平滑化が可能。 $\sigma$  = 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 $\sigma$ を小さい値に、大地形を強調したい場合は $\sigma$ 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。

# 様々な自動作成ツールを無料配布

## ○ ArcGIS版 (作成：森林総合研究所 大丸裕武氏)

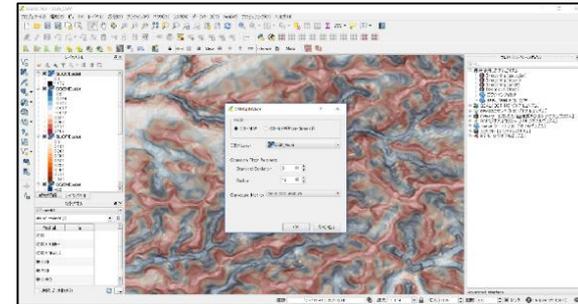
G空間情報センターかあら入手可能 (ArcGIS本体は要購入)

<https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/csmapmaker>



## ○ QGIS版 (作成：ミエルネ 朝日孝輔氏)

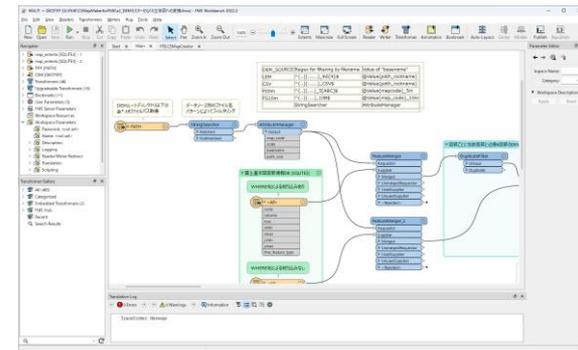
QGISのプラグインから「CSMapMaker」をインストール



## ○ FME版 (作成：Pacific Spatial Solutions)

データ変換ソフトのFMEを使ったCS立体図自動作成ツール  
(FMEは要購入)

処理速度が大幅にUP





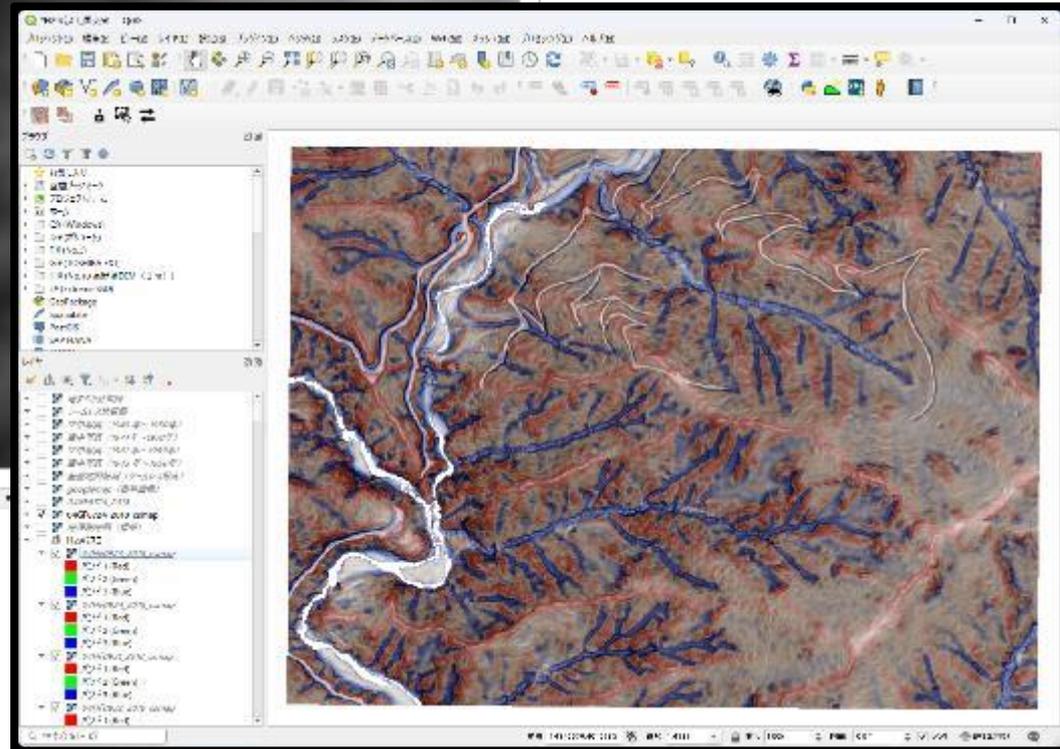
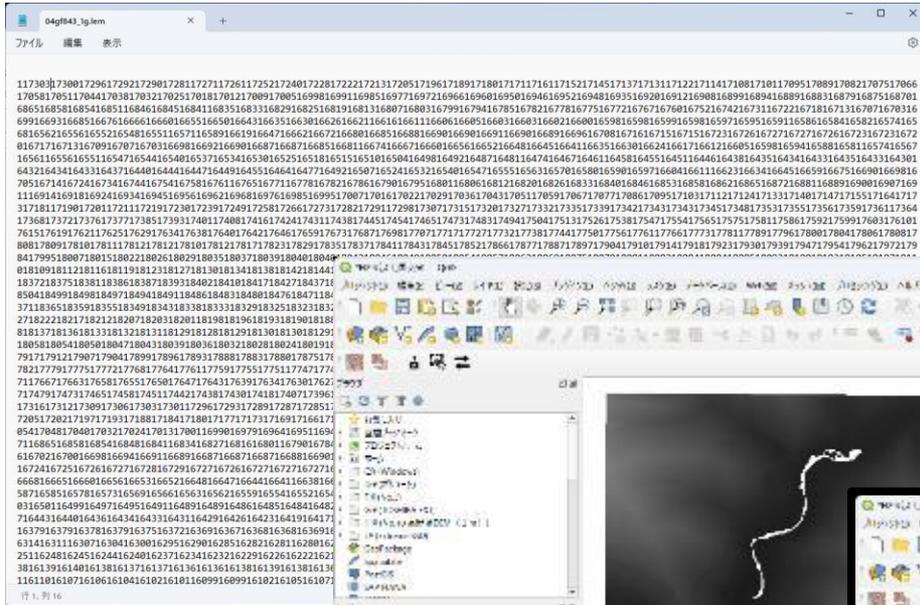


# CS立体図の作成

変換済み：6,240ファイル

エラー：148ファイル

CS立体図  
(GeoTIFF形式)



# 全国の公開済みCS立体図はG空間情報センター等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/](https://www.geospatial.jp/gp_front/)



## ② サイト内で、「長野県 CS立体図」と検索

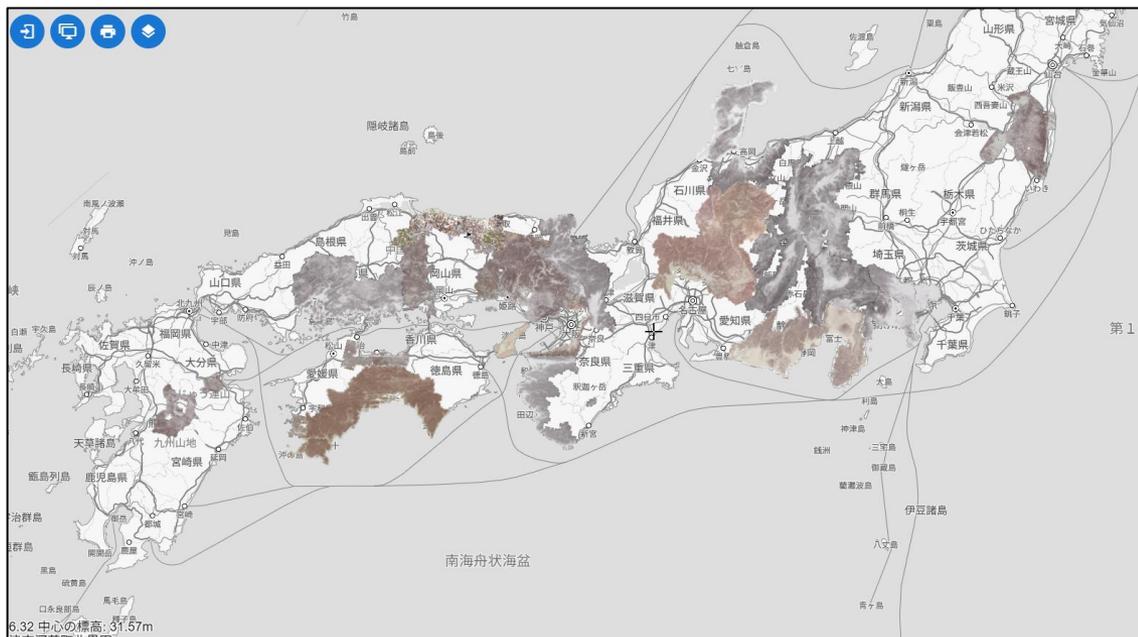


# オープンデータとして公開中のCS立体図



10mメッシュ版  
全国

(2025.6 現在)



Open-Hinata : <https://kenzkenz.xsrv.jp/open-hinata/?s=iEKO8d>

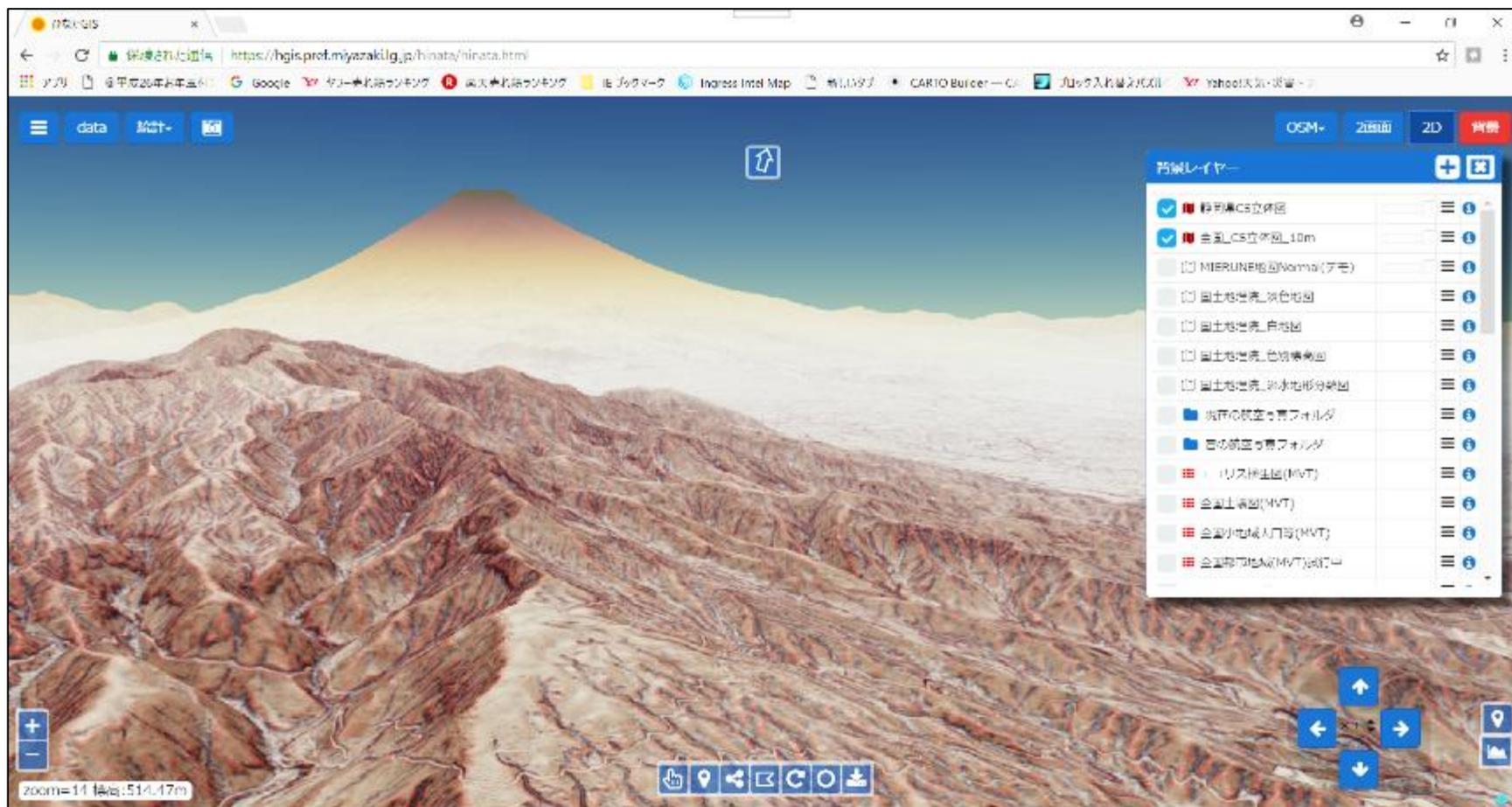
航空レーザデータ（1mメッシュ以下）を使った細密版

静岡県、長野県、岐阜県、兵庫県、福島県、岡山県、  
広島県、高知県、愛媛県、大分県、熊本県、栃木県、  
石川県、大阪府、和歌山県、神奈川県、東京都、山梨  
県、富山県、鳥取県、京都府（21都府県）

# 宮崎県のwebサイト「ひなたGIS」ご紹介



<https://hgis.pref.miyagi.jp/hinata/>



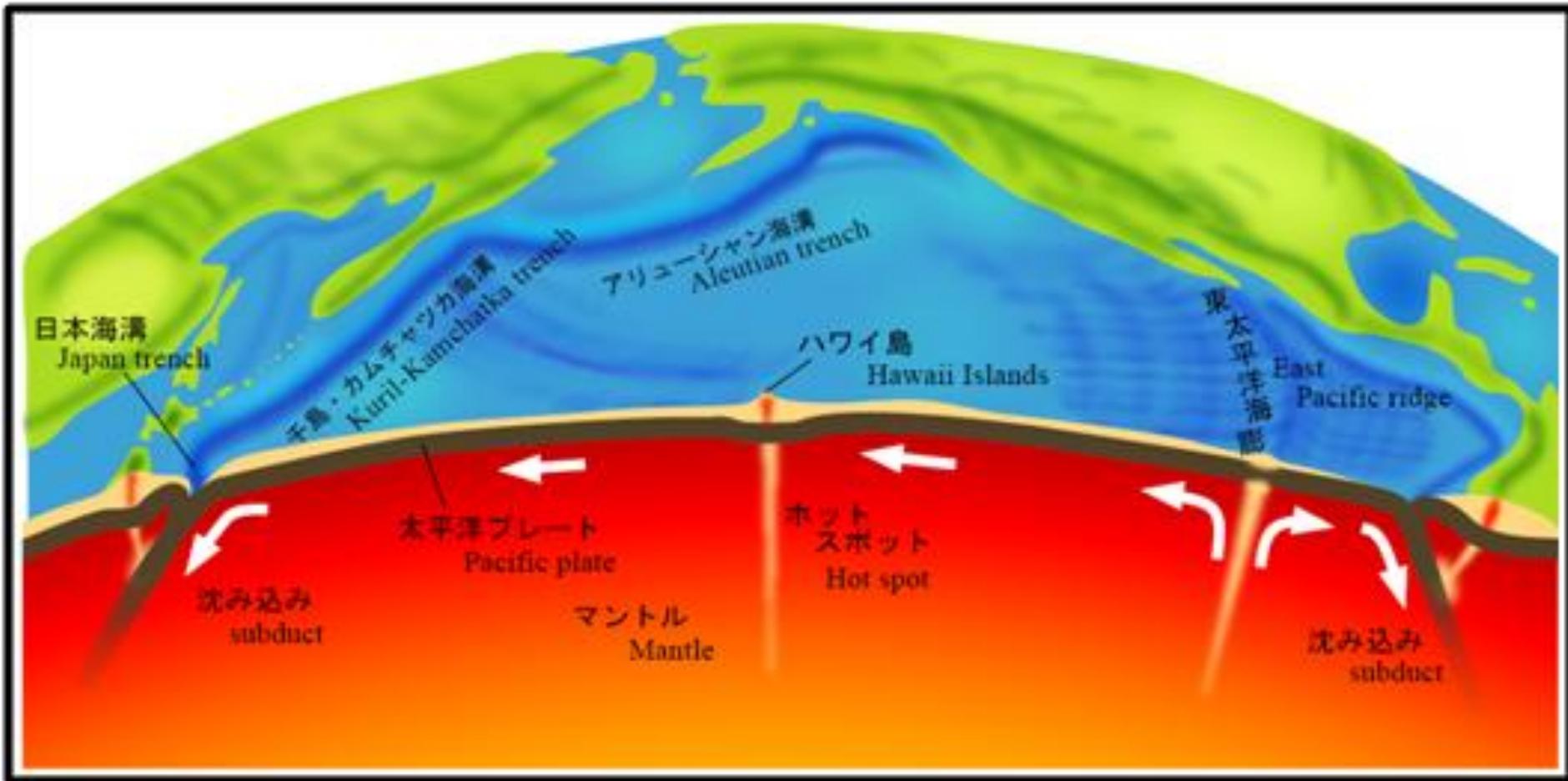
ひなたGISの背景図として利用可能

# 地質の基礎知識

# 地質の基礎知識

- **堆積岩** : 降り積もった物が固まってできた岩石
    - **海成堆積岩** : 海の底で堆積した  
(砂岩、泥岩、礫岩、石灰岩、チャートなど)
  
  - **火成岩** : マグマが固まってできた
    - **火山岩** : 噴火した溶岩が急速に固まった  
(流紋岩、安山岩、玄武岩、凝灰岩など)
    - **深成岩** : 地下深くでゆっくり固まってできた  
(花崗岩、閃緑岩、はんれい岩など)
- 
- **変成岩** : 強い熱や圧力を受けて性質が変わった

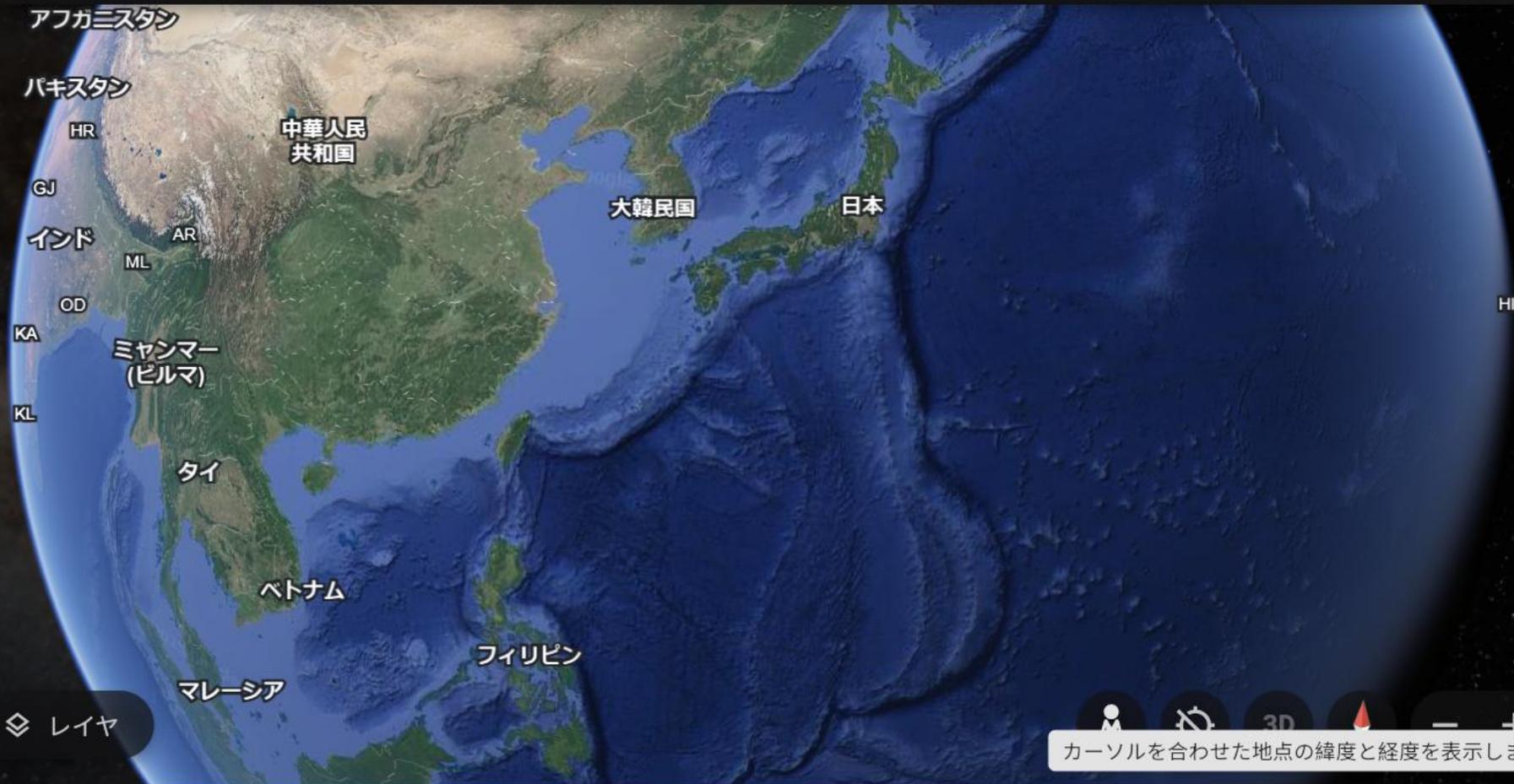
# 地質の基礎知識



[https://www.jma.go.jp/jma/kishou/knownow/jishin/jishin/about\\_eq.html](https://www.jma.go.jp/jma/kishou/knownow/jishin/jishin/about_eq.html)



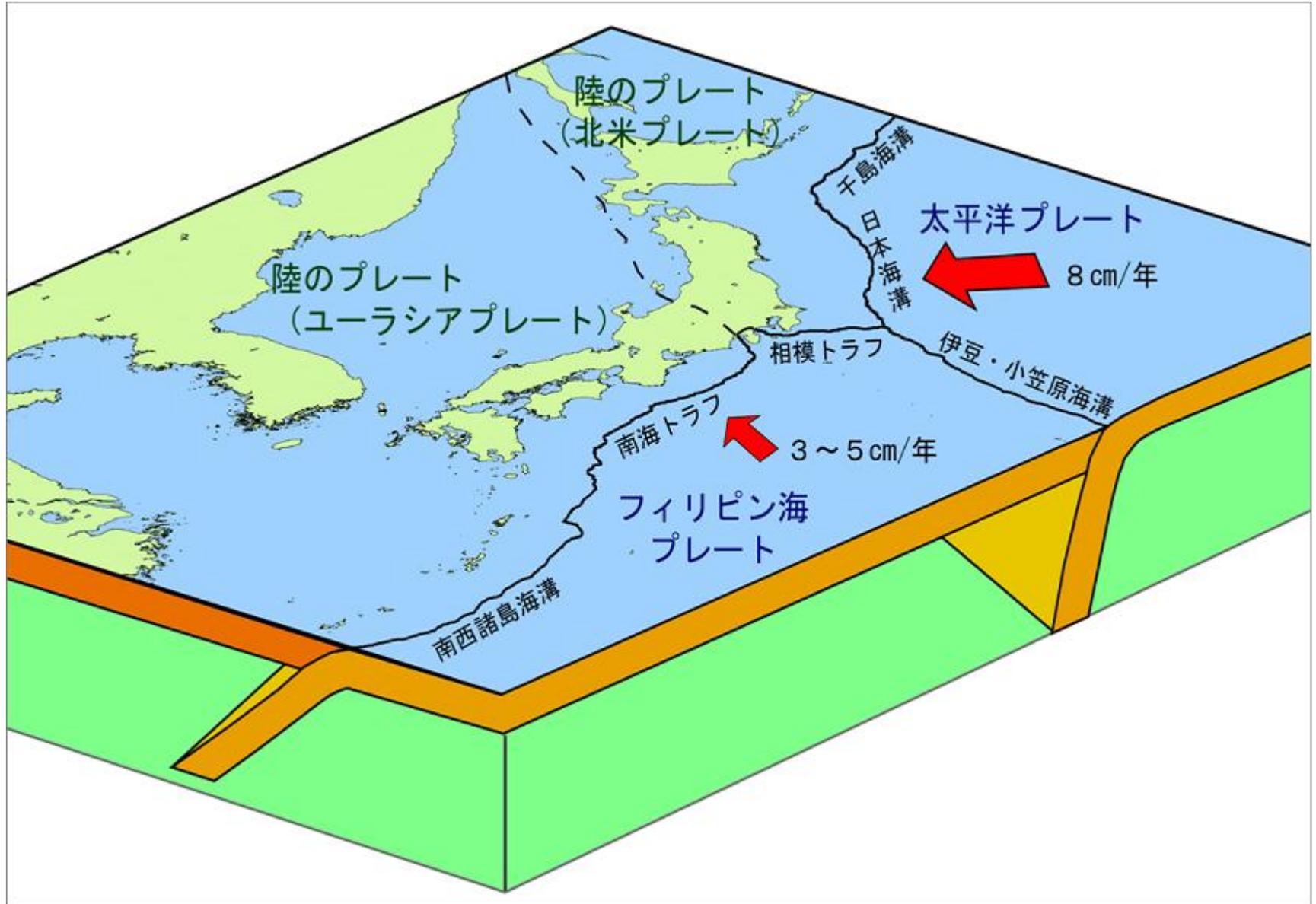
Google Earth で検索



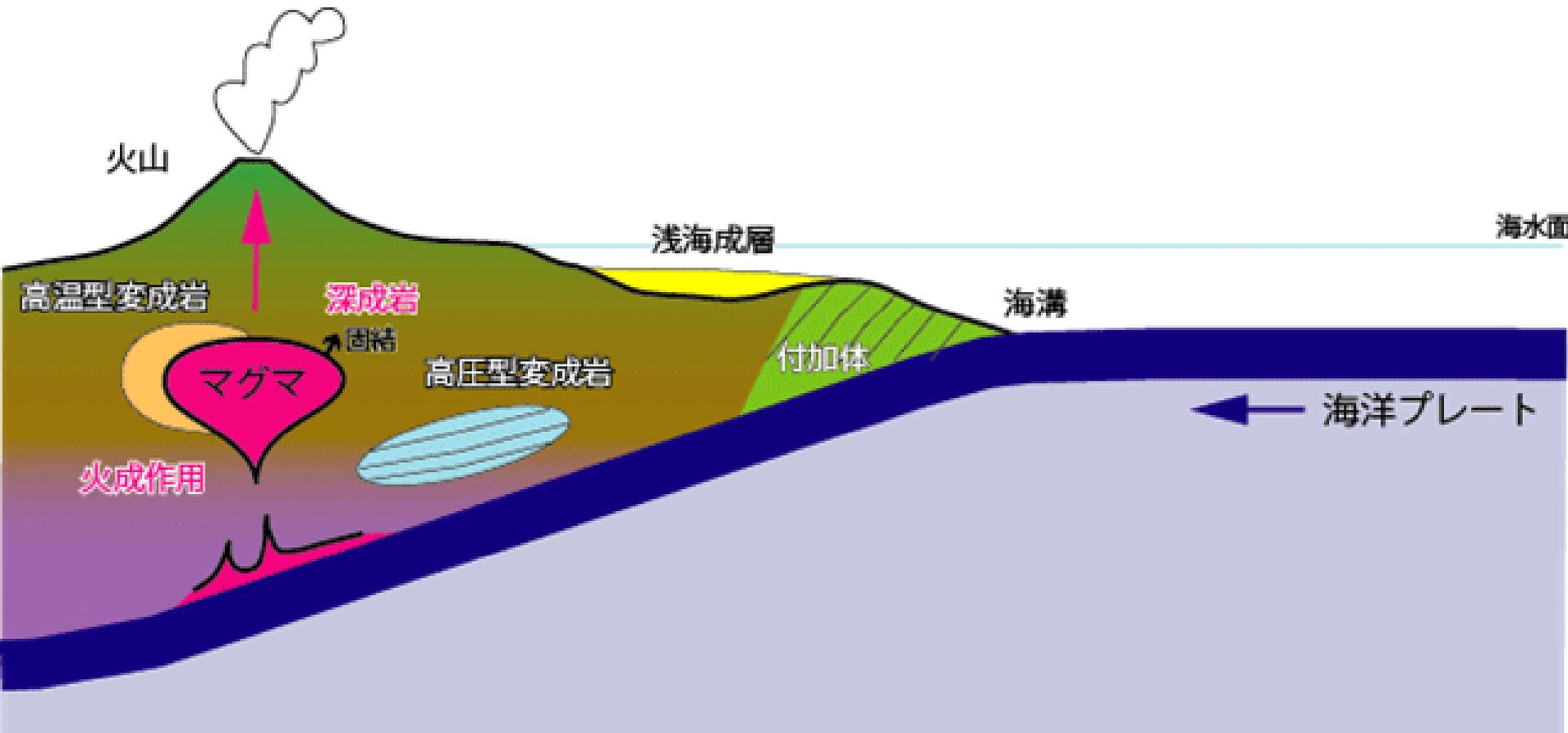
## GoogleEarthで見る

[https://earth.google.com/web/@29.60229854,137.57400031,-4575.53747454a,8293306.98045015d,35y,356.46493677h,0t,0r/data=CgRCAggBOgMKATBCAggASg0I\\_\\_\\_\\_\\_ARAA](https://earth.google.com/web/@29.60229854,137.57400031,-4575.53747454a,8293306.98045015d,35y,356.46493677h,0t,0r/data=CgRCAggBOgMKATBCAggASg0I_____ARAA)

# 地質の基礎知識



# 地質の基礎知識



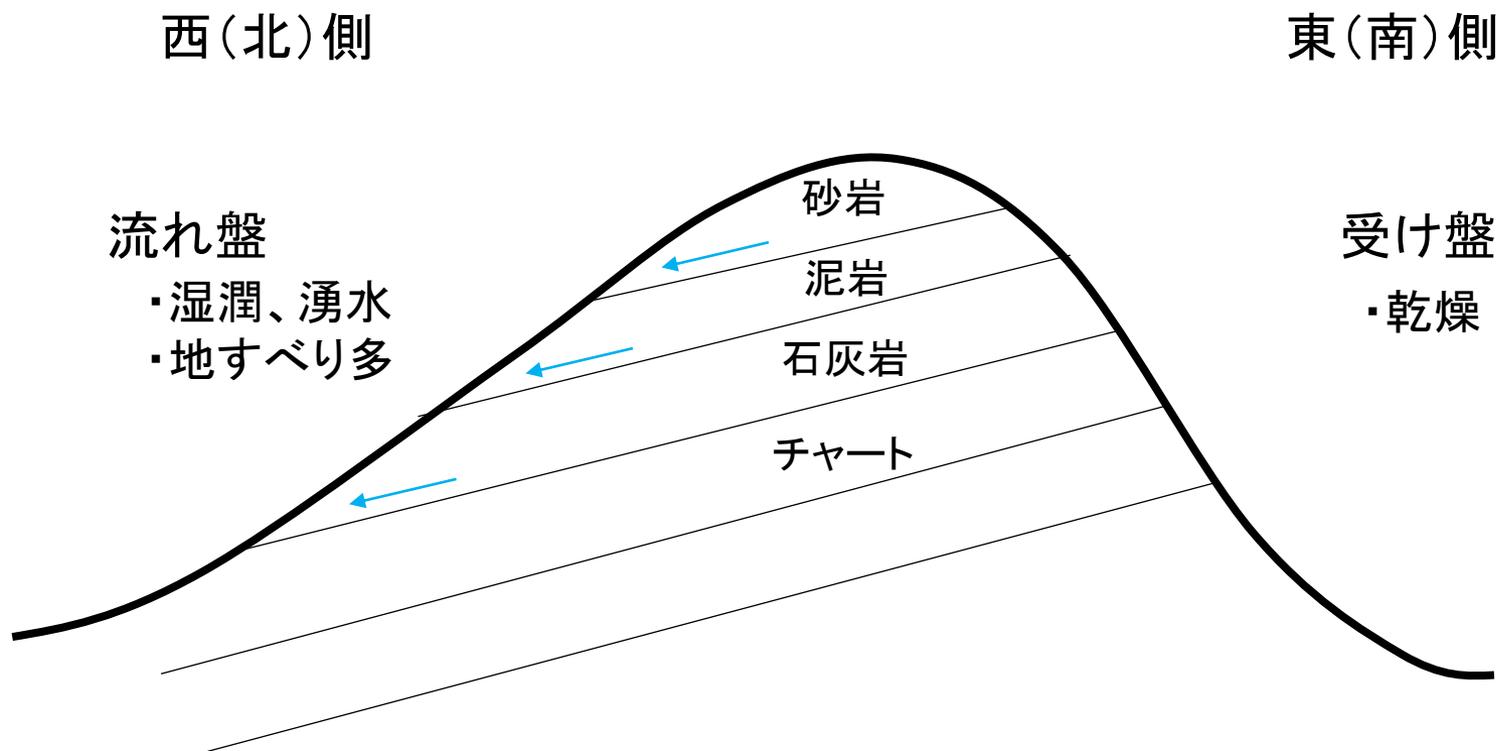
[https://www.aist.go.jp/aist\\_j/new\\_research/2018/nr20181101/nr20181101.html](https://www.aist.go.jp/aist_j/new_research/2018/nr20181101/nr20181101.html)

# 日本の地質



# 地質毎の特徴

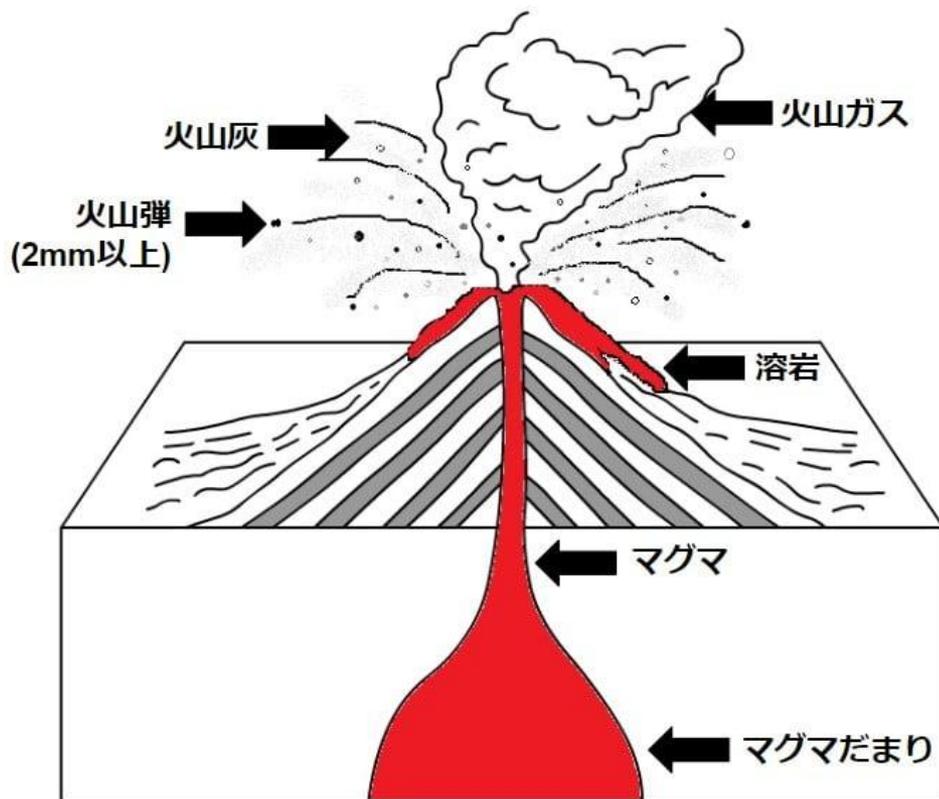
- 堆積岩 : 降り積もった物が固まってできた岩石
  - ・ 海成堆積岩 : 海の底で堆積した  
(砂岩、泥岩、礫岩、石灰岩、チャートなど)



# 地質毎の特徴

○ 火成岩 : マグマが固まってできた

- ・ 火山岩 : 噴火した溶岩が急速に固まった  
(流紋岩、安山岩、玄武岩、凝灰岩など)



・溶岩は層毎に性質が異なる

・層界に火山灰（不透水層）  
が介在することがある

# 地質毎の特徴

○ 火成岩 : マグマが固まってできた

- ・ 深成岩 : 地下深くでゆっくり固まってできた  
(花崗岩、閃緑岩、はんれい岩など)



- ・ 地中深くでゆっくり冷え固まったため、鉱物の結晶が大きい
- ・ 凍結融解等により結晶が剥離して、マサ(真砂)化する
- ・ 地表面、高標高地の方がマサ化が進む

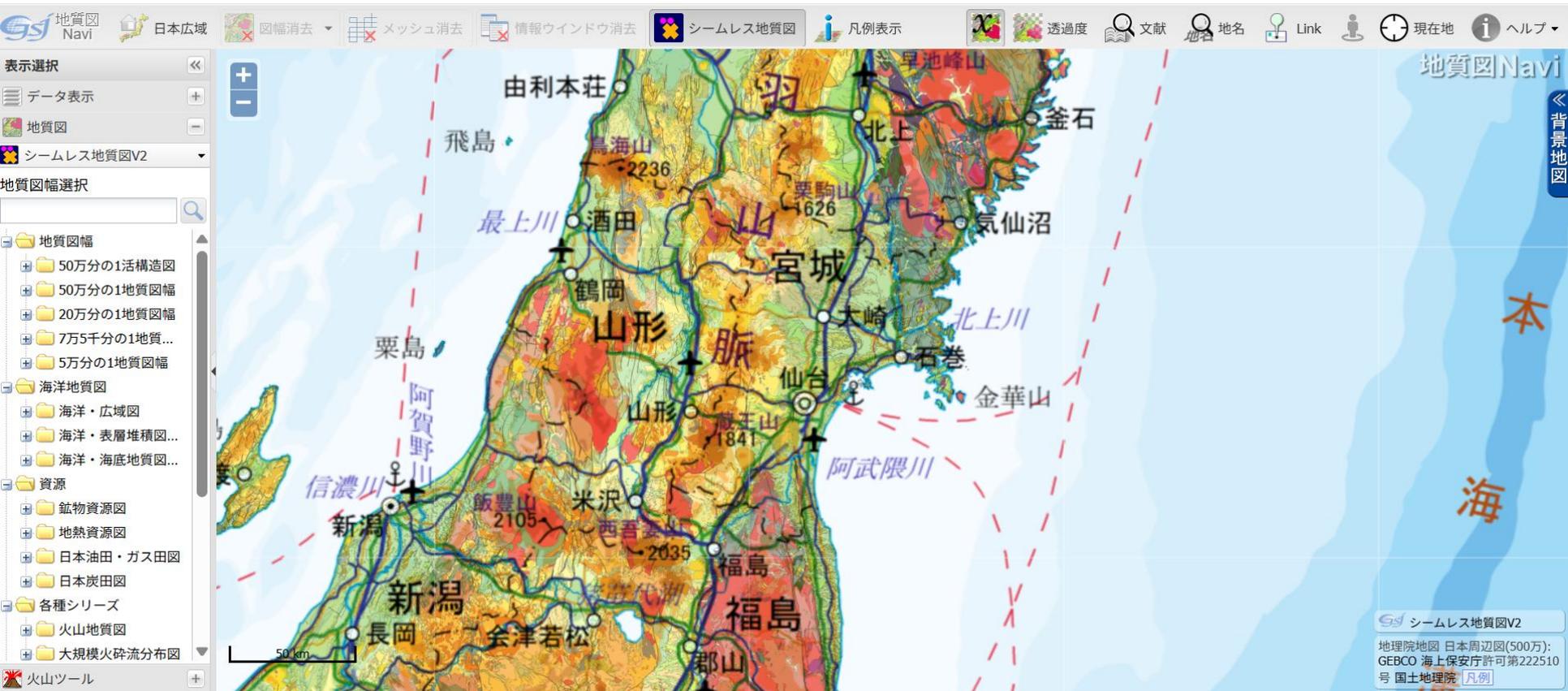
写真: [https://geo-gifu.org/mobile/gaikan/6\\_noubiki/noubiki\\_33\\_toki\\_Gn.html](https://geo-gifu.org/mobile/gaikan/6_noubiki/noubiki_33_toki_Gn.html)

# 地質毎の特徴

○ **変成岩** : 強い熱や圧力を受けて性質が変わった

- ・ 元の岩石（多くは堆積岩）の性質を残しつつ、変成作用を受けて性質が変わっている
- ・ 局所的に性質が異なる
- ・ 褶曲していることが多い

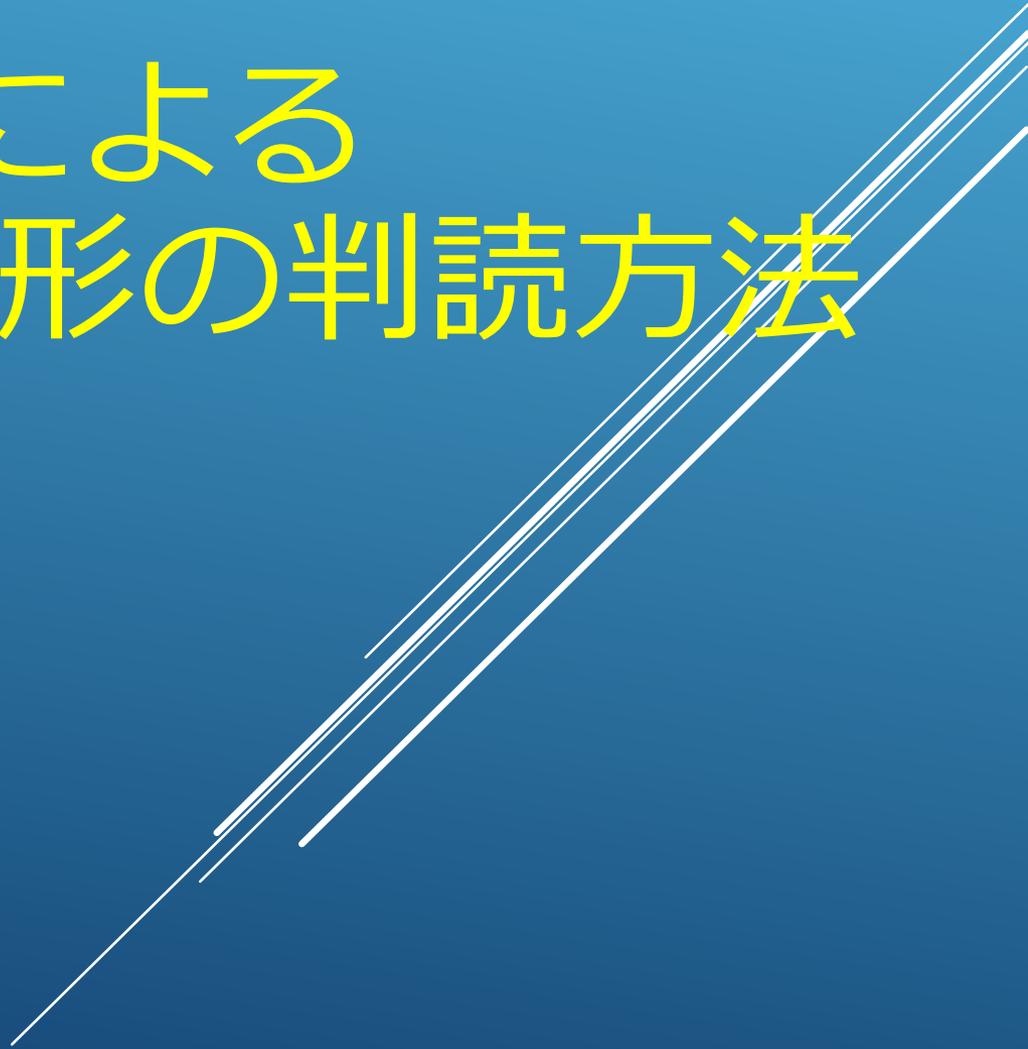
# 宮城県の地質



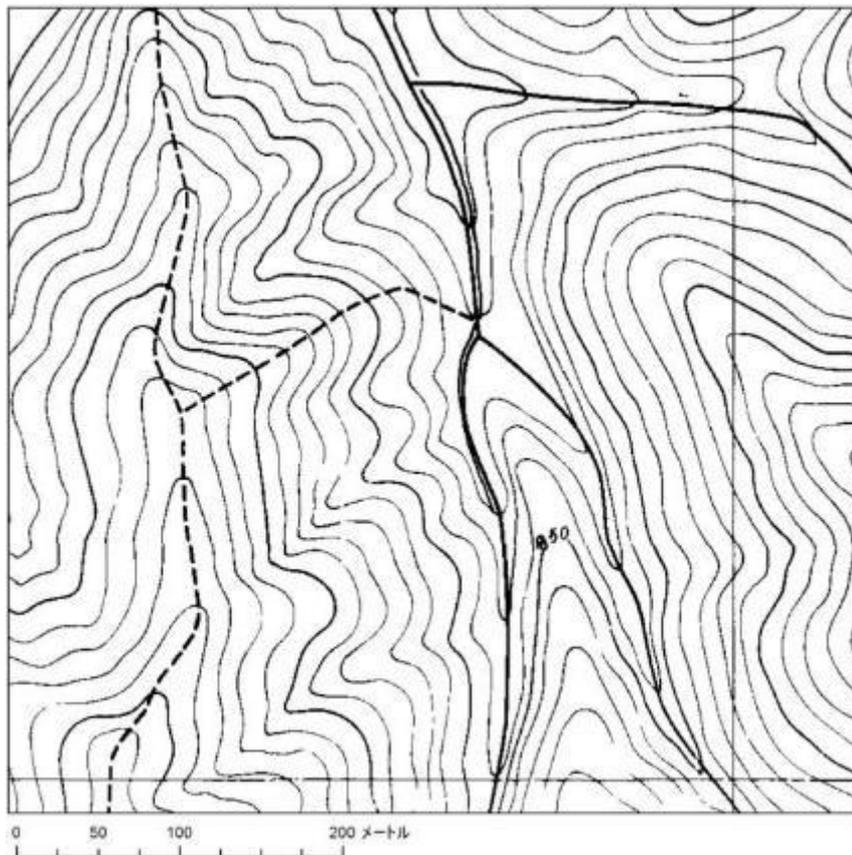
(産総研:地質図Navi)

「地質図Navi」で検索

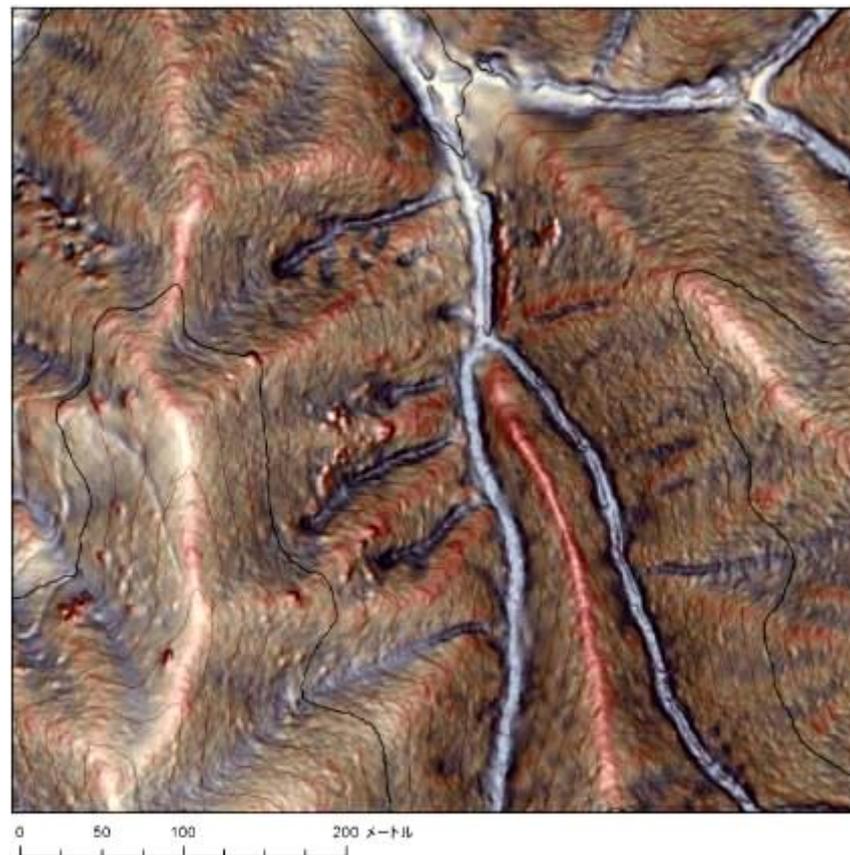
# 4 CS立体図による 災害危険地形の判読方法



# CS立体図による基本的な地形表現



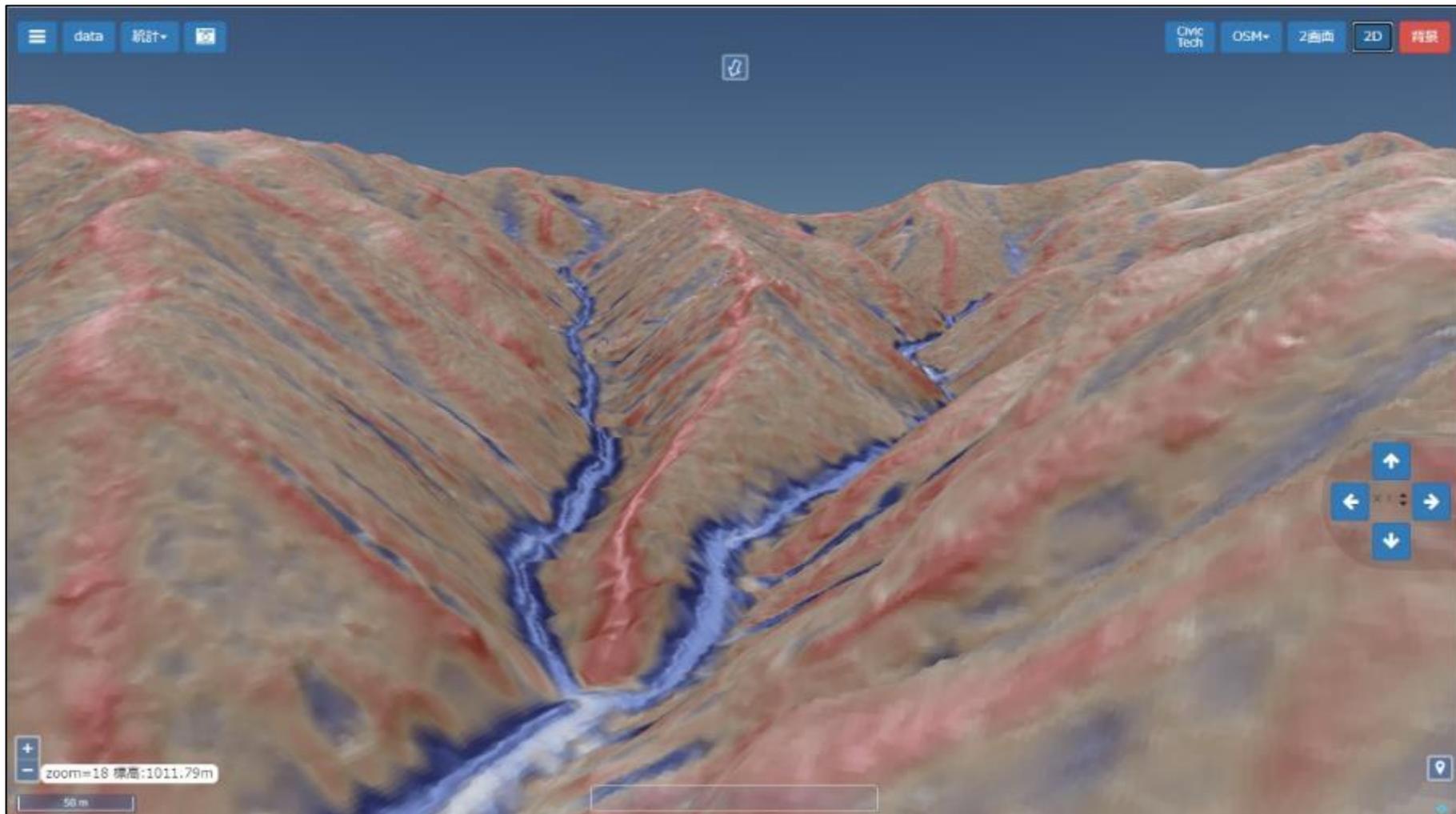
森林基本図



CS立体図

1. 尾根(凸地)は**赤**、谷(凹地)は**青**
2. 急傾斜地は**暗**、緩傾斜地は**明**

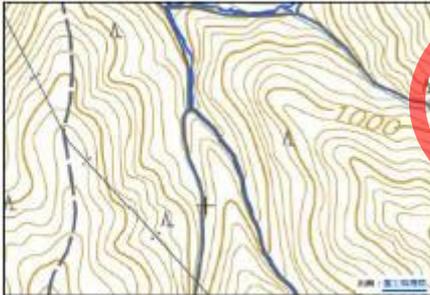
# CS立体図による基本的な地形表現



ひなたGISの3D機能による表示

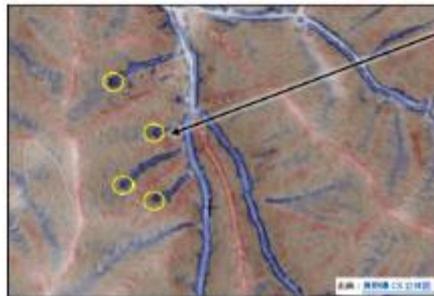
# テキストの上手な使い方

<半透視事例>



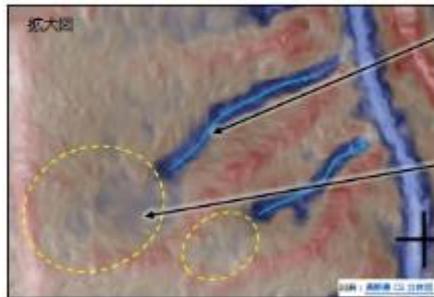
緯度：35.9718  
経度：138.0408  
長野県

QRコードを読み  
取るとひたな  
GISが起動する



**谷頭（侵食前期）**

国土地理院の地形図から谷頭を判読するのは難しいが、CS 立体図では、1次谷は明確な濃い青、0次谷は薄い青で表現されているため容易に判読できる。



拡大図

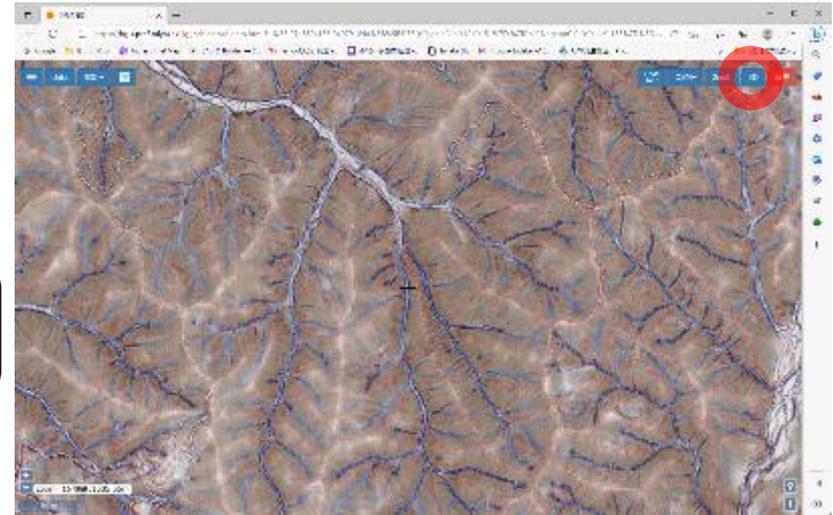
**1次谷（明確な谷）**

水の流れによって侵食された深い谷。常水があるが、普段は水がなくても暴雨時には水が流れるため、路網開設する場合は暗渠などの横断排水施設が必要。

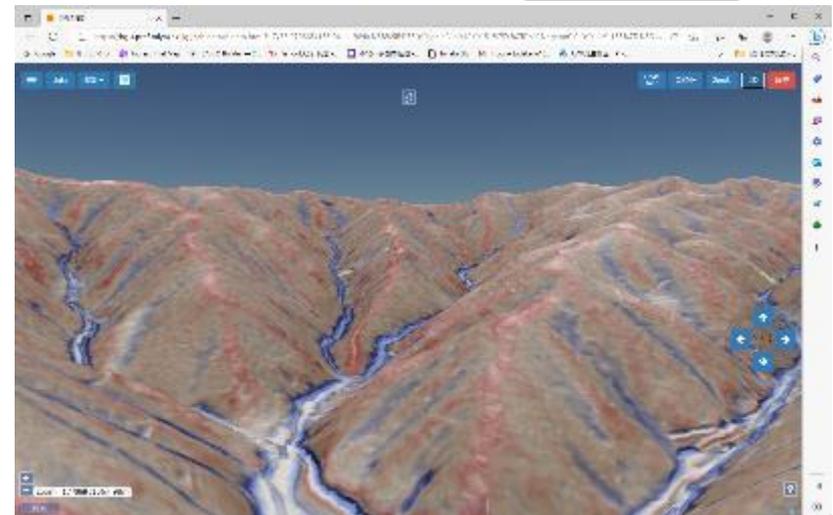
**0次谷（常水のない浅い谷地形）**

元々谷地形だったところを、周囲からの崩壊土などが埋めている。上流に向かって侵食が進行する。この位置に路網開設する場合は、集水面積を変えないように、路網排水の設置や波型縦断線形にするなどの対策が必要。

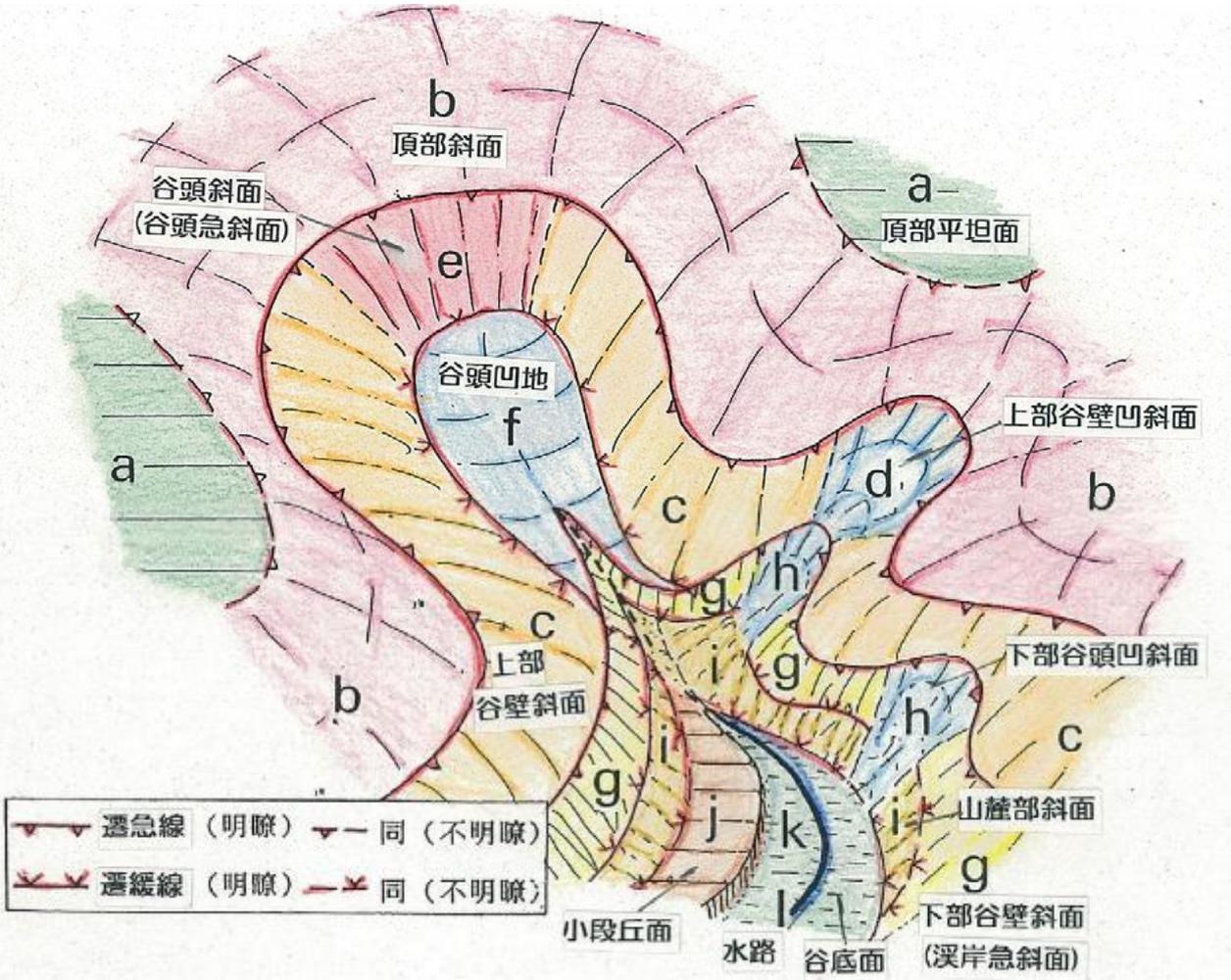
11



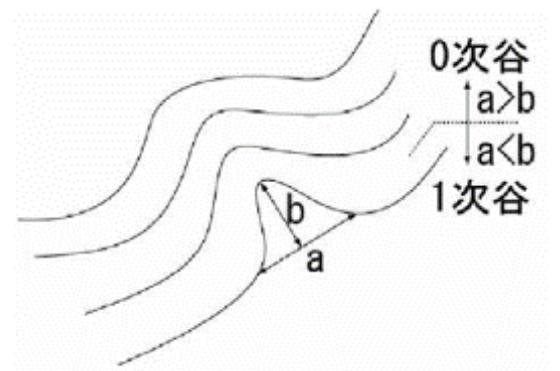
3Dボタンで  
立体表示



# (1) 谷頭部(こくとうぶ) — 侵食前線 —

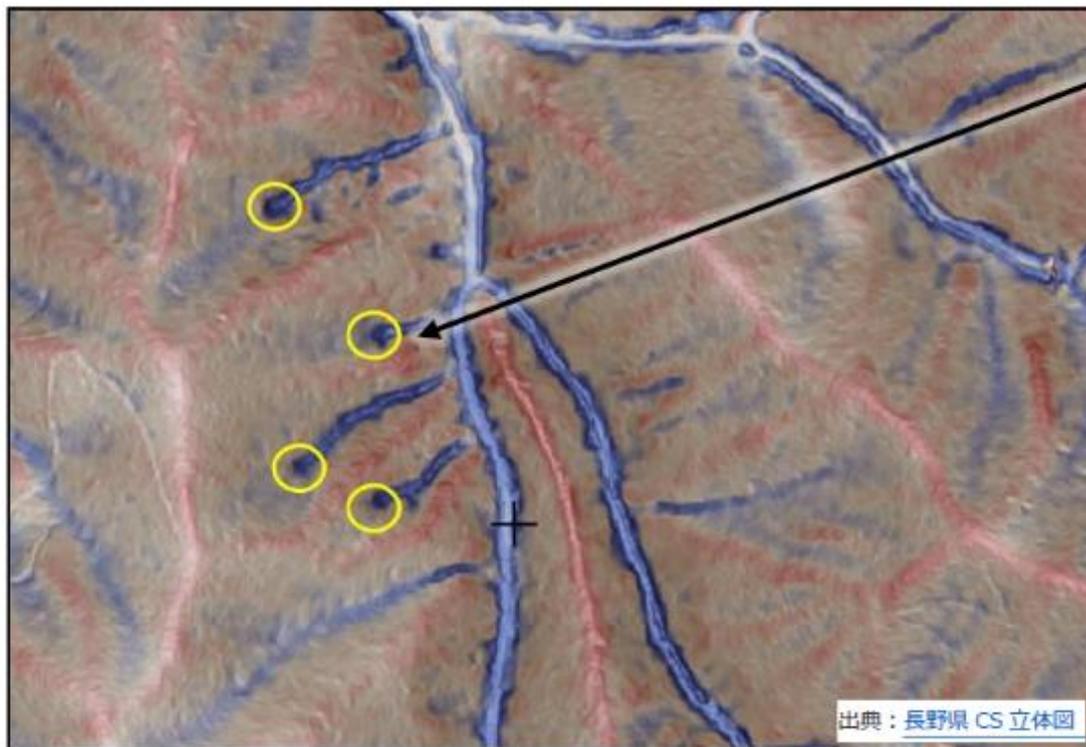


- ・1次谷流域より1オーダー下の流域
- ・表層崩壊の発生源





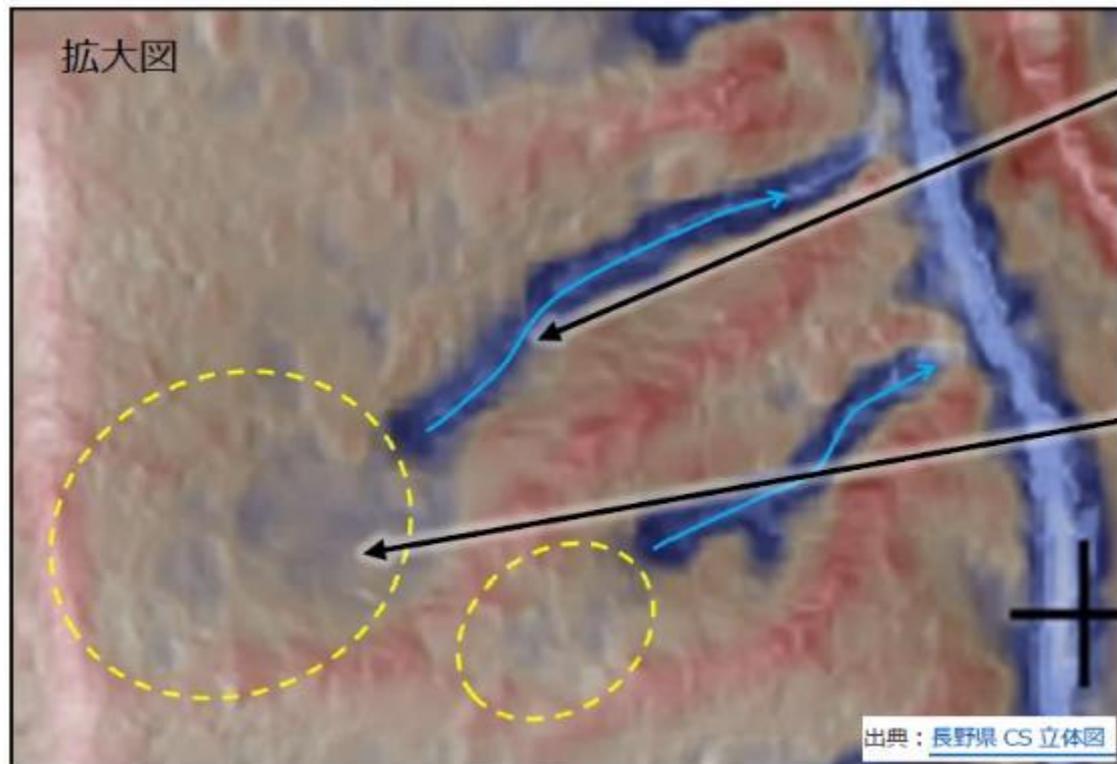
# (1) 谷頭部(こくとうぶ) — 侵食前線 —



## 谷頭 (侵食前線)

国土地理院の地形図から谷頭を判読するのは難しいが、CS 立体図では、1次谷は明瞭な濃い青、0次谷は薄い青で表現されているため容易に判読できる。

# (1) 谷頭部(こくとうぶ) — 侵食前線 —



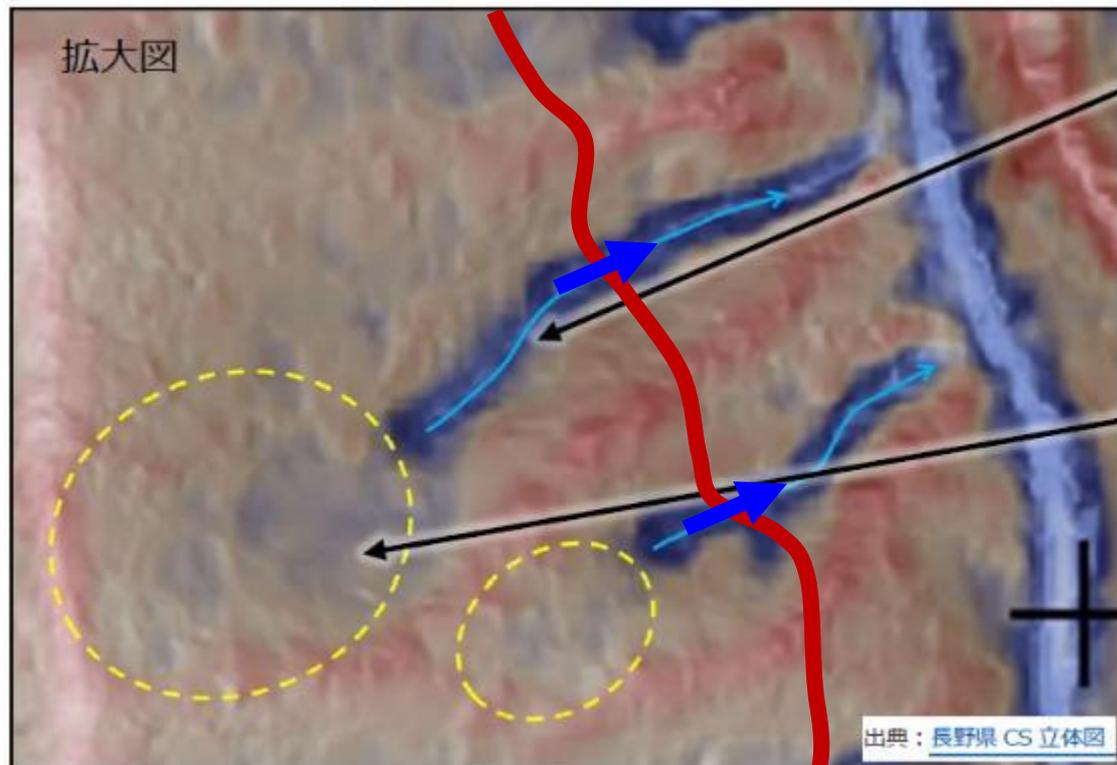
## **1次谷 (明瞭な谷)**

水の流れによって侵食された深い谷。常水があるか、普段は水がなくても豪雨時には水が流れるため、路網開設する場合は暗渠などの横断排水施設が必要。

## **0次谷 (常水のない浅い谷地形)**

元々谷地形だったところを、周囲からの崩積土などが埋めている。上流に向かって侵食が進行する。この位置に路網開設する場合は、集水面積を変えないように、路面排水の設置や波型縦断線形にするなどの対策が必要。

# (1) 谷頭部(こくとうぶ) — 侵食前線 —



## 1次谷 (明瞭な谷)

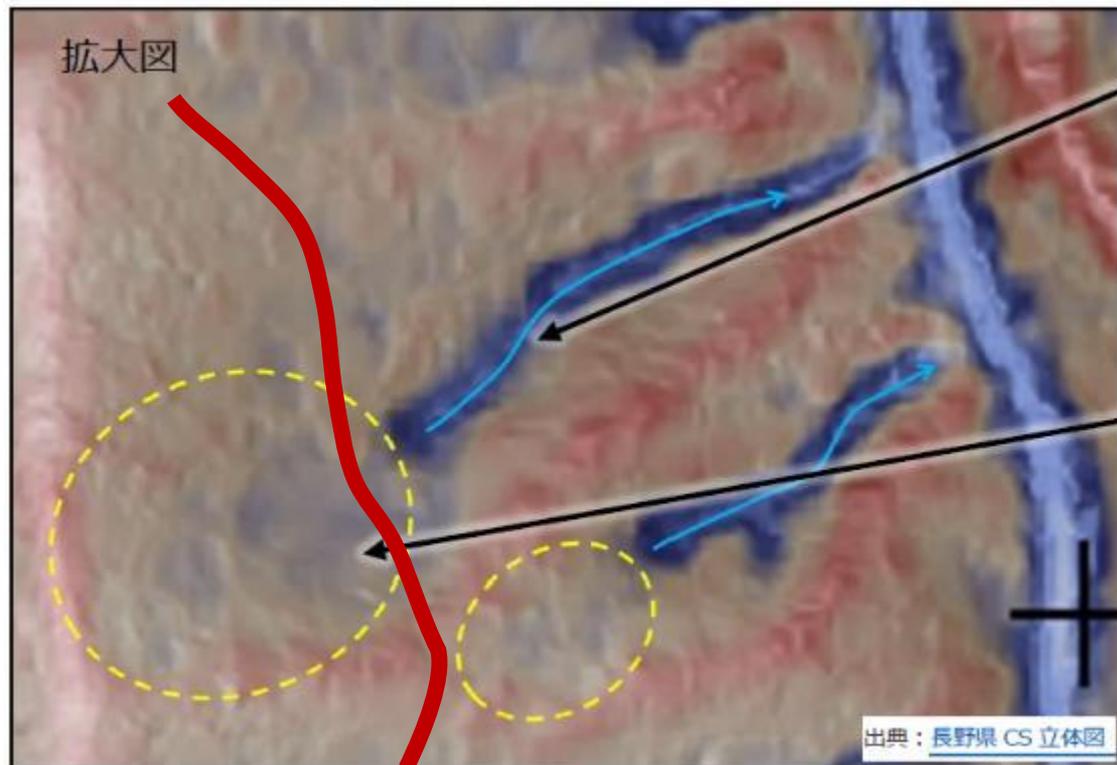
水の流れによって侵食された深い谷。常水があるか、普段は水がなくても豪雨時には水が流れるため、路網開設する場合は暗渠などの横断排水施設が必要。

## 0次谷 (常水のない浅い谷地形)

元々谷地形だったところを、周囲からの崩積土などが埋めている。上流に向かって侵食が進行する。この位置に路網開設する場合は、集水面積を変えないように、路面排水の設置や波型縦断線形にするなどの対策が必要。

路網線形案 ①

# (1) 谷頭部(こくとうぶ) — 侵食前線 —



## 1次谷 (明瞭な谷)

水の流れによって侵食された深い谷。常水があるか、普段は水がなくても豪雨時には水が流れるため、路網開設する場合は暗渠などの横断排水施設が必要。

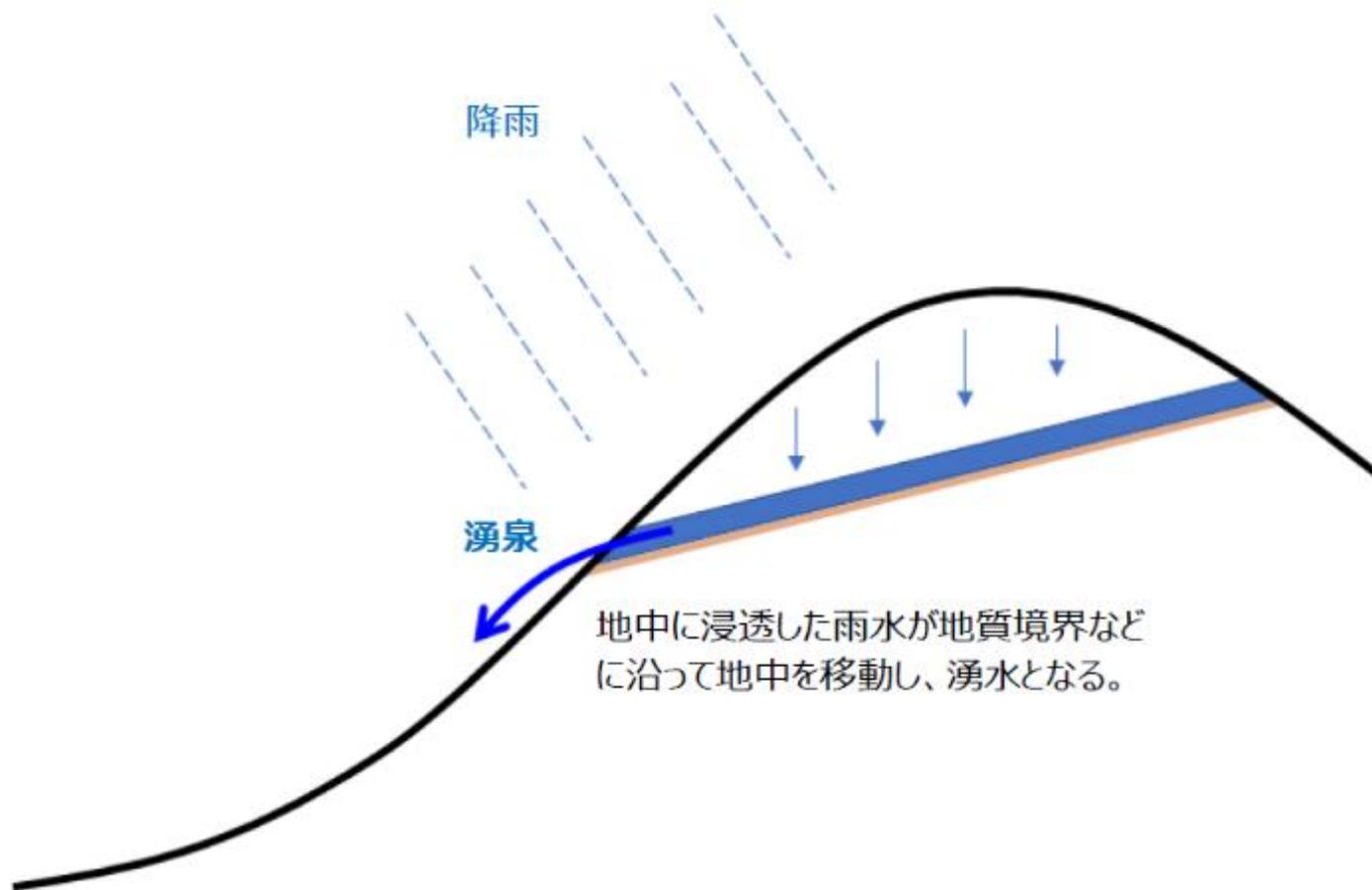
## 0次谷 (常水のない浅い谷地形)

元々谷地形だったところを、周囲からの崩積土などが埋めている。上流に向かって侵食が進行する。この位置に路網開設する場合は、集水面積を変えないように、路面排水の設置や波型縦断線形にするなどの対策が必要。

路網線形案 ②

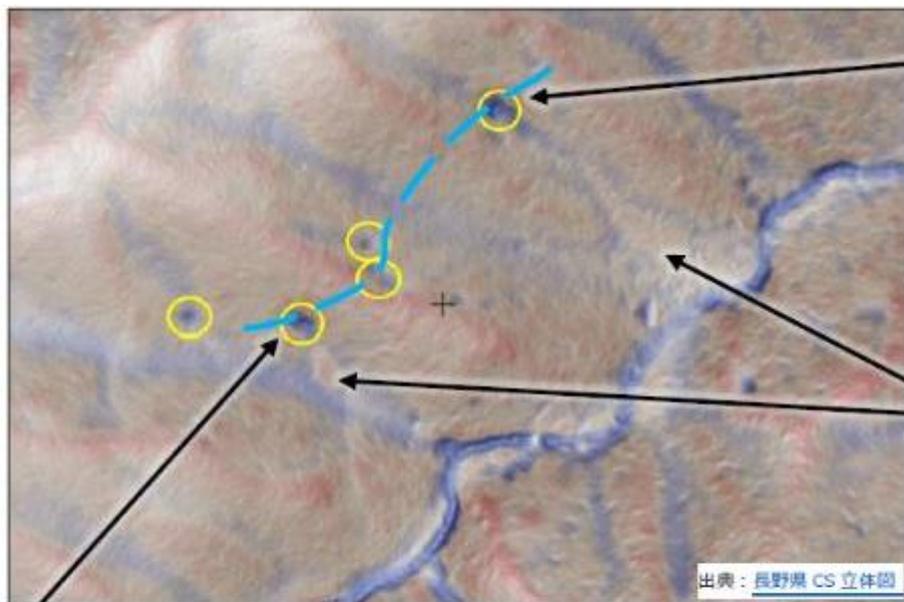


## (2) 地質構造による湧泉（ゆうせん）



地質構造による湧泉の模式図

## (2) 地質構造による湧泉（ゆうせん）



### 地形に沿って列状に並ぶ湧泉

地質構造による湧泉は、透水性の異なる地質の層界に沿って並ぶ傾向にある。常に同じ場所から湧出し、上流に向かって発達はしない。

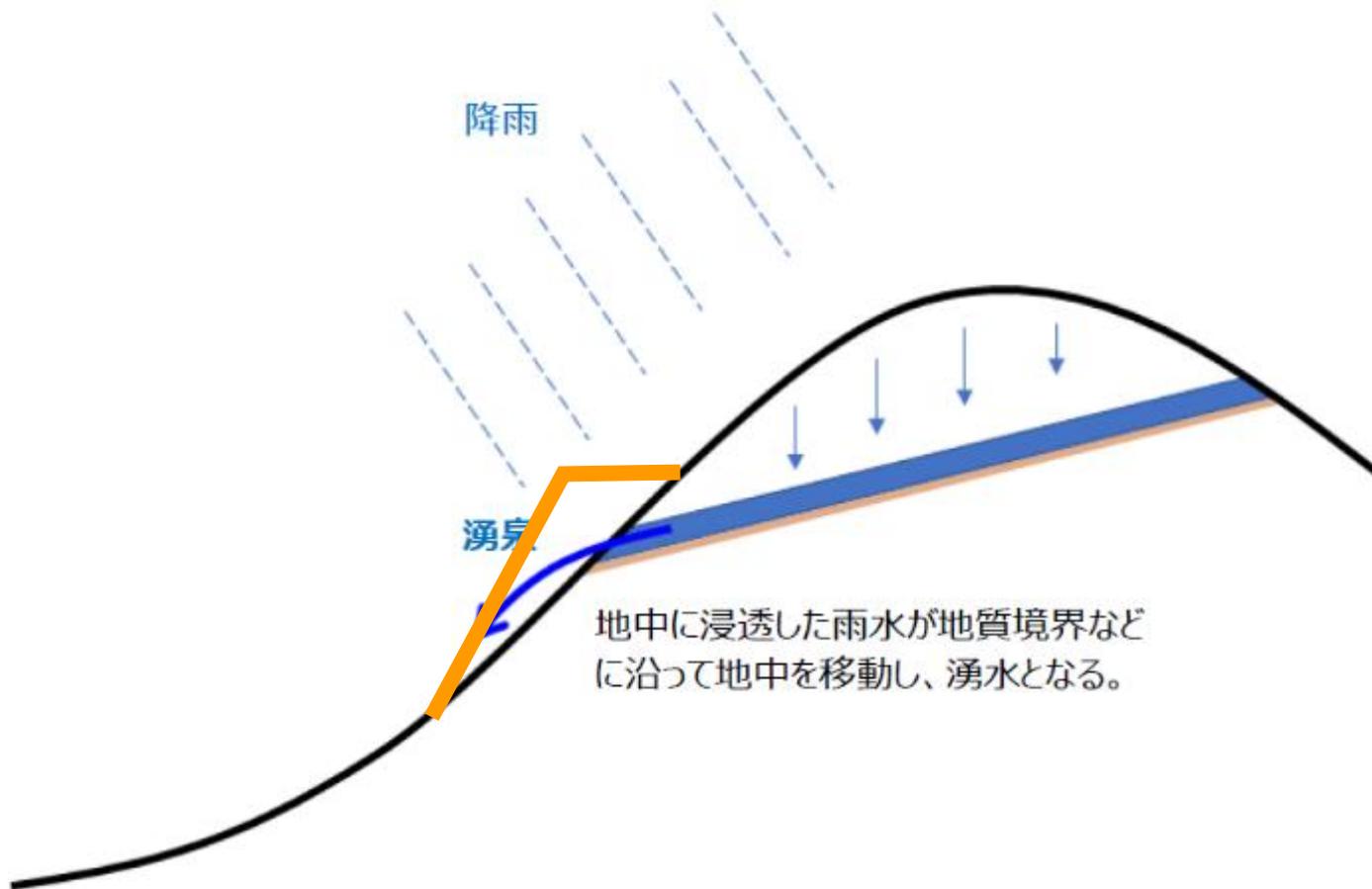
### 崩積土

下流部には湧泉から流れ出した土砂が堆積している。



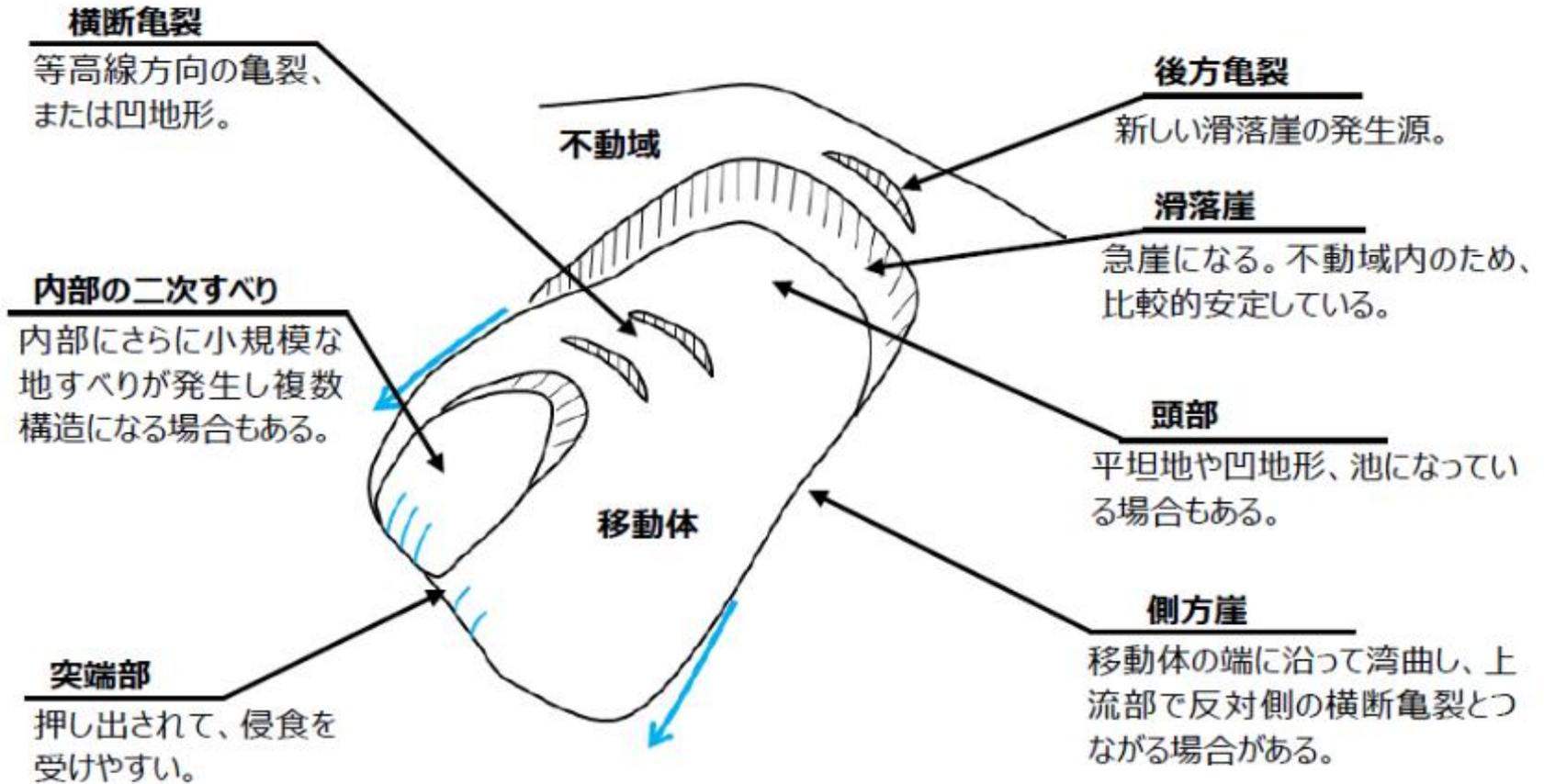
この現場では、現地調査時に湧水が確認できたが、季節や事前の雨量の状況によっては湧水が見られないこともある。路網開設時に湧水がなくても、豪雨時に出水することがあるので注意が必要。特に、このような場所に盛土すると、崩壊して土石流化する危険性がある。

## (2) 地質構造による湧泉（ゆうせん）



**湧泉上に盛土は絶対ダメ！**

# (3) 地すべり

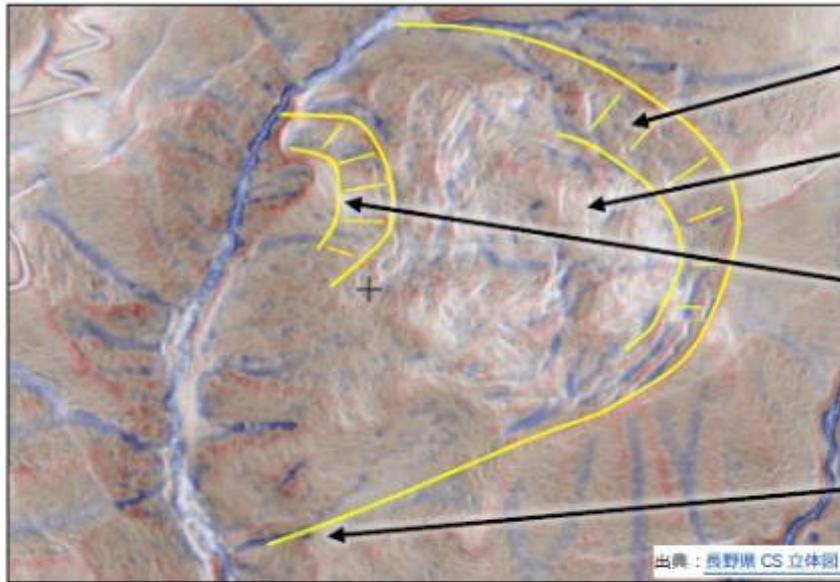


地すべり地形の模式図

地すべり: 斜面の一部あるいは全部が重力によって斜面下方に (ゆっくりと) 移動する現象

深層崩壊: 豪雨等が誘因になり基盤岩から崩壊

### (3) 地すべり



**滑落崖**

**移動体**

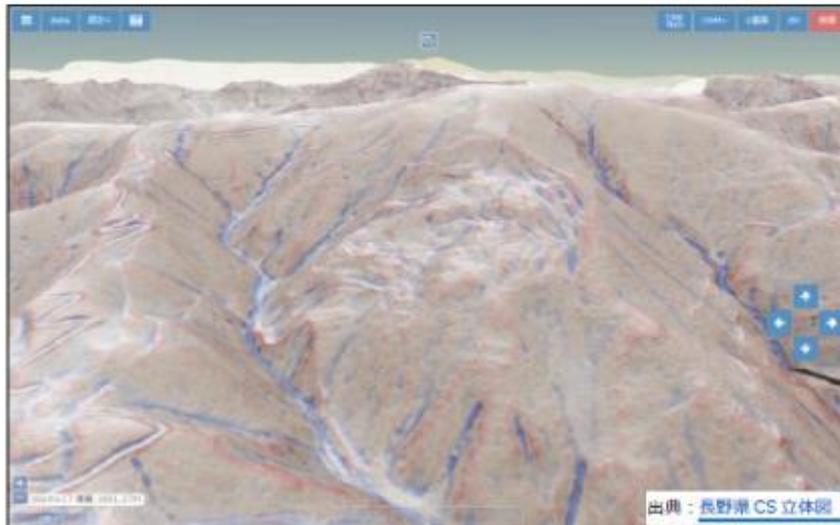
移動体内にはクラックや小尾根が多数見られる。

**内部の二次すべり**

小規模な地すべりほど、路網開設などの人工改変による影響を受けやすい。

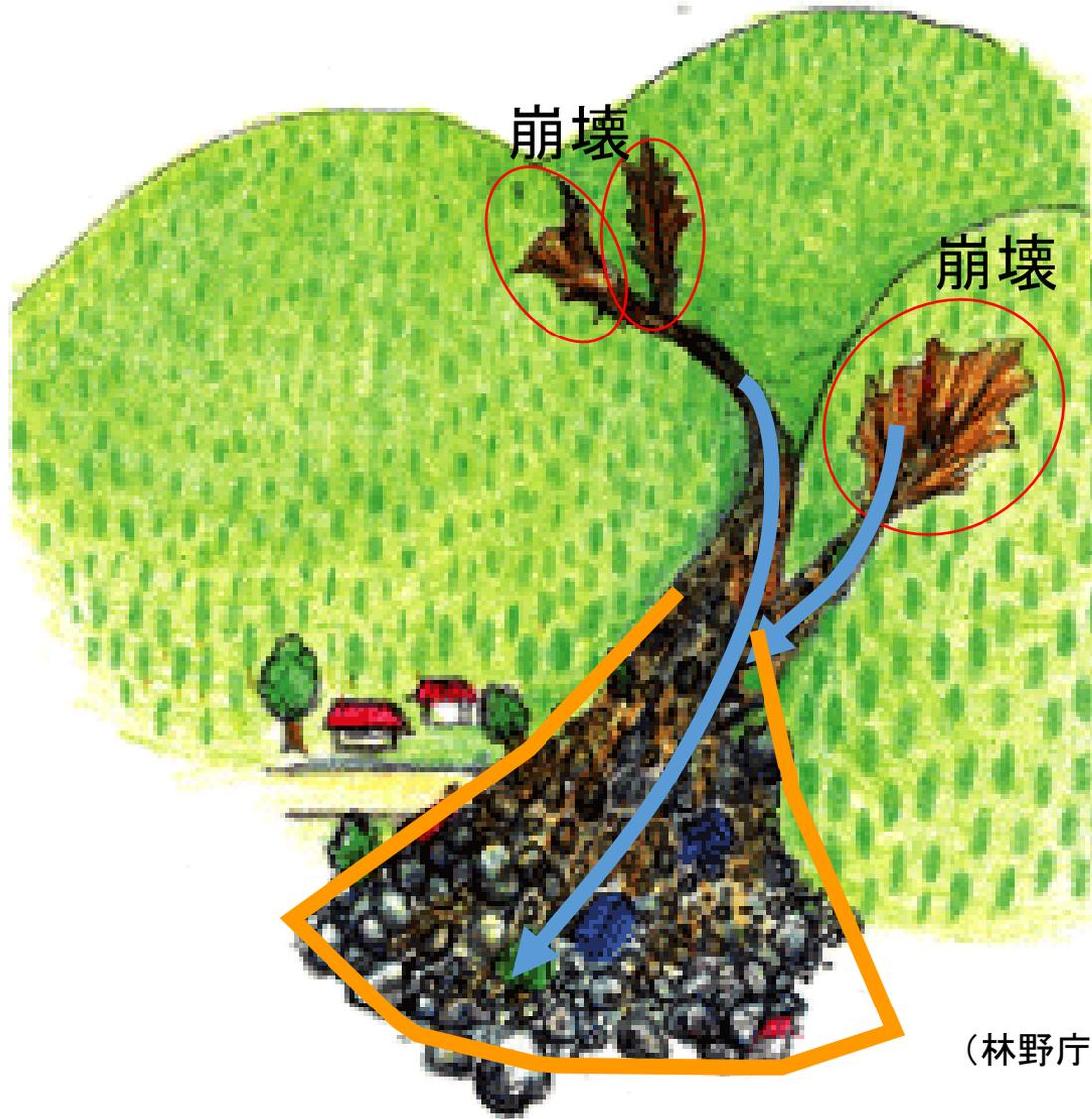
**側方崖**

活発に侵食が進行するので、路網開設時には要注意。



ひなた GIS などの 3D 表示機能を使い様々な角度から表示すると、地すべりの判読がさらに容易になる。

## (4) 沖積錐(ちゅうせきすい)

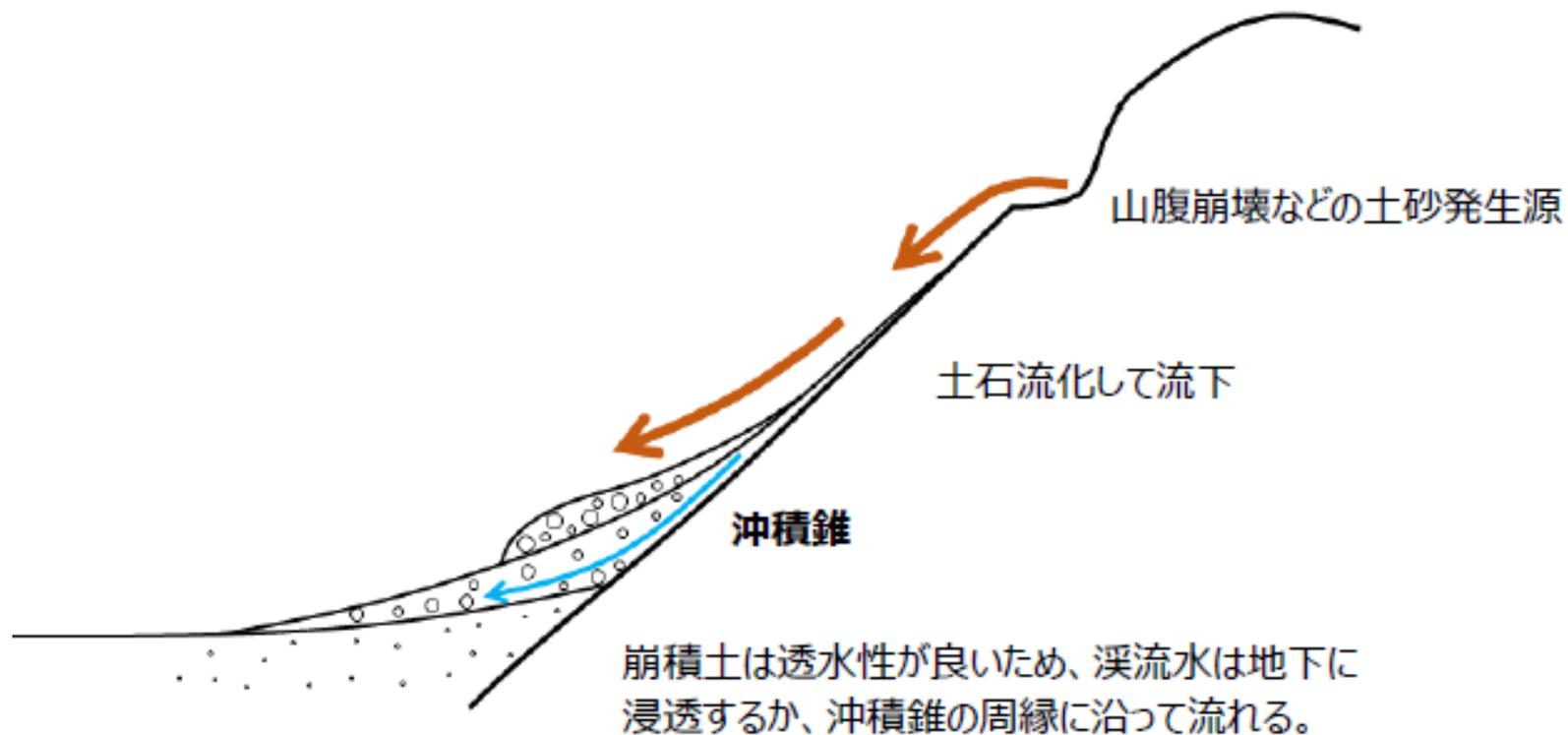


土石流とは、崩壊した土砂が、①水等と混ざり、②水等が滑材になって、③長距離を流下する現象

沖積錐とは、急勾配の河谷の出口に、主として土石流の堆積が繰り返されて形成された扇形の地形のこと

(林野庁Webサイトより)

## (4) 沖積錐(ちゅうせきすい)



沖積錐の模式図

## (4) 沖積錐(ちゅうせきすい)



### 沖積錐

谷の出口の白っぽく見える扇型の地形。路網開設を行うと、上流からの土石流の被害を頻繁に受けやすい。

### 土砂発生源

上流部分にある侵食が激しい区域。斜面崩壊が頻繁に発生する。斜面崩壊が頻繁に発生する。

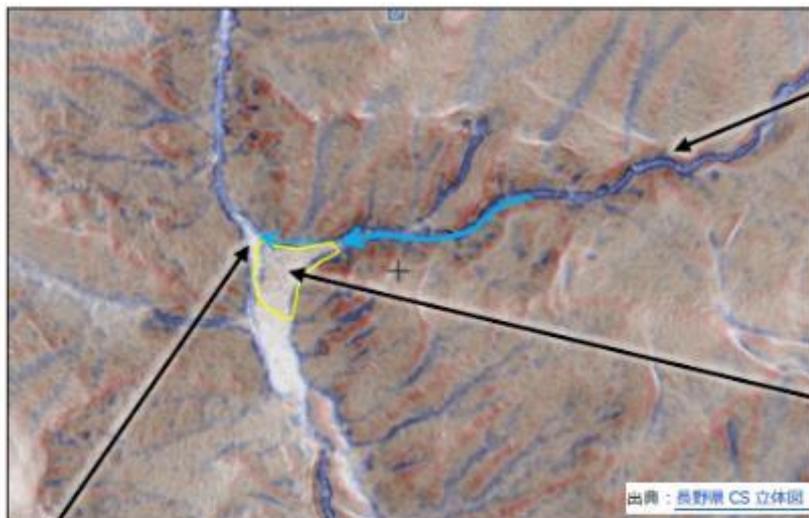
出典：静岡県 CS 立体図



沖積錐は崩積土できているため、透水性が良く、谷の水は地中に浸透している。

(写真提供：長野県林業総合センター)

## (4) 沖積錐(ちゅうせきすい)



### 土砂発生源

小規模な溪流でも、沢の出口に沖積錐があることから、上流では土砂生産が多いことがわかる。

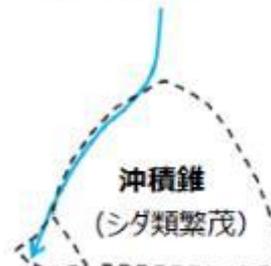
### 沖積錐



(写真提供：長野県林業総合センター)

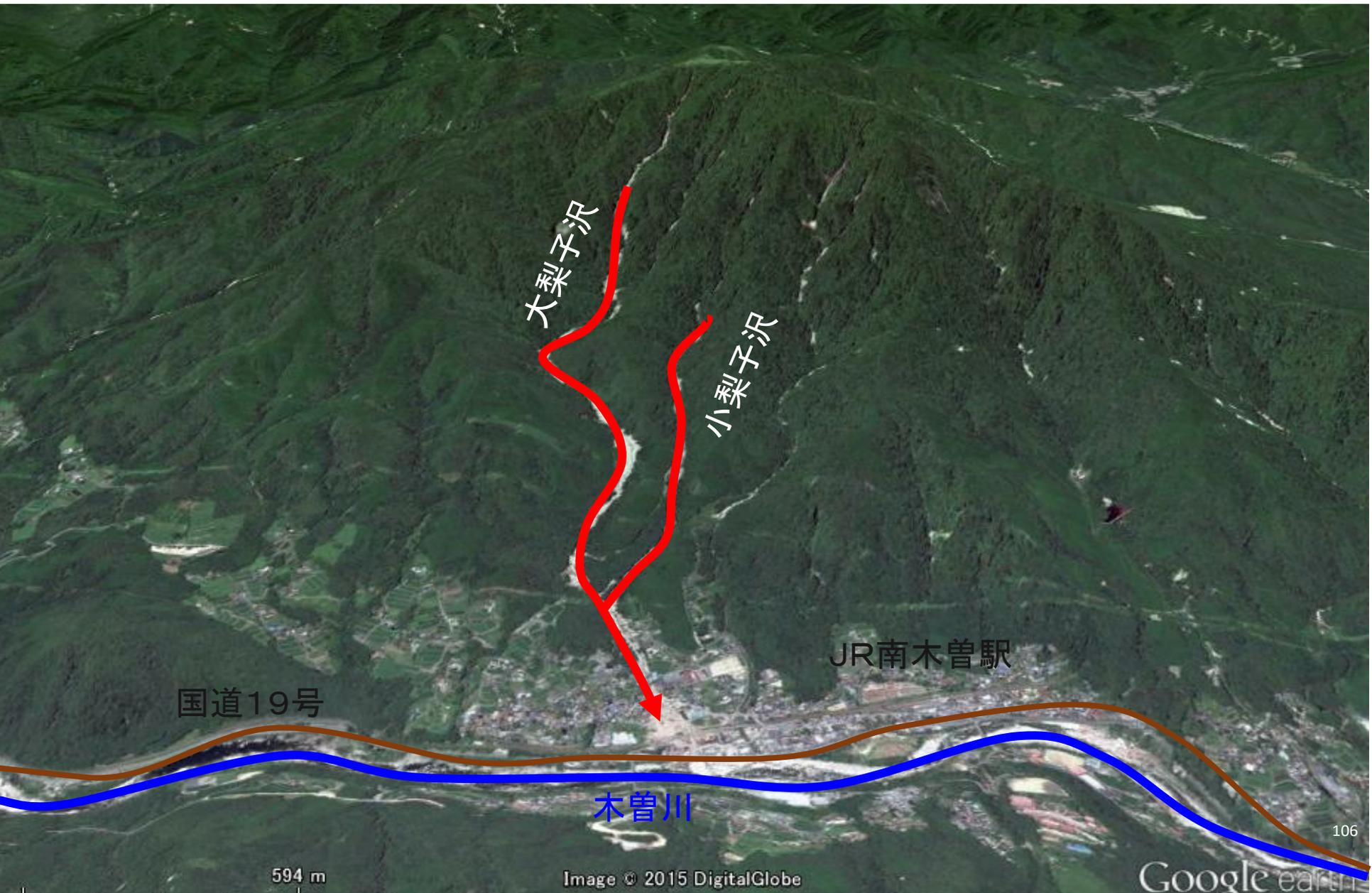
シダ類が繁茂していることから、地下水位が高いと推測できる。

沖積錐は堆積土砂によって凸地形になっているため、溪流はその側方を流れ、沢の出口には、さらに小さな沖積錐ができています。



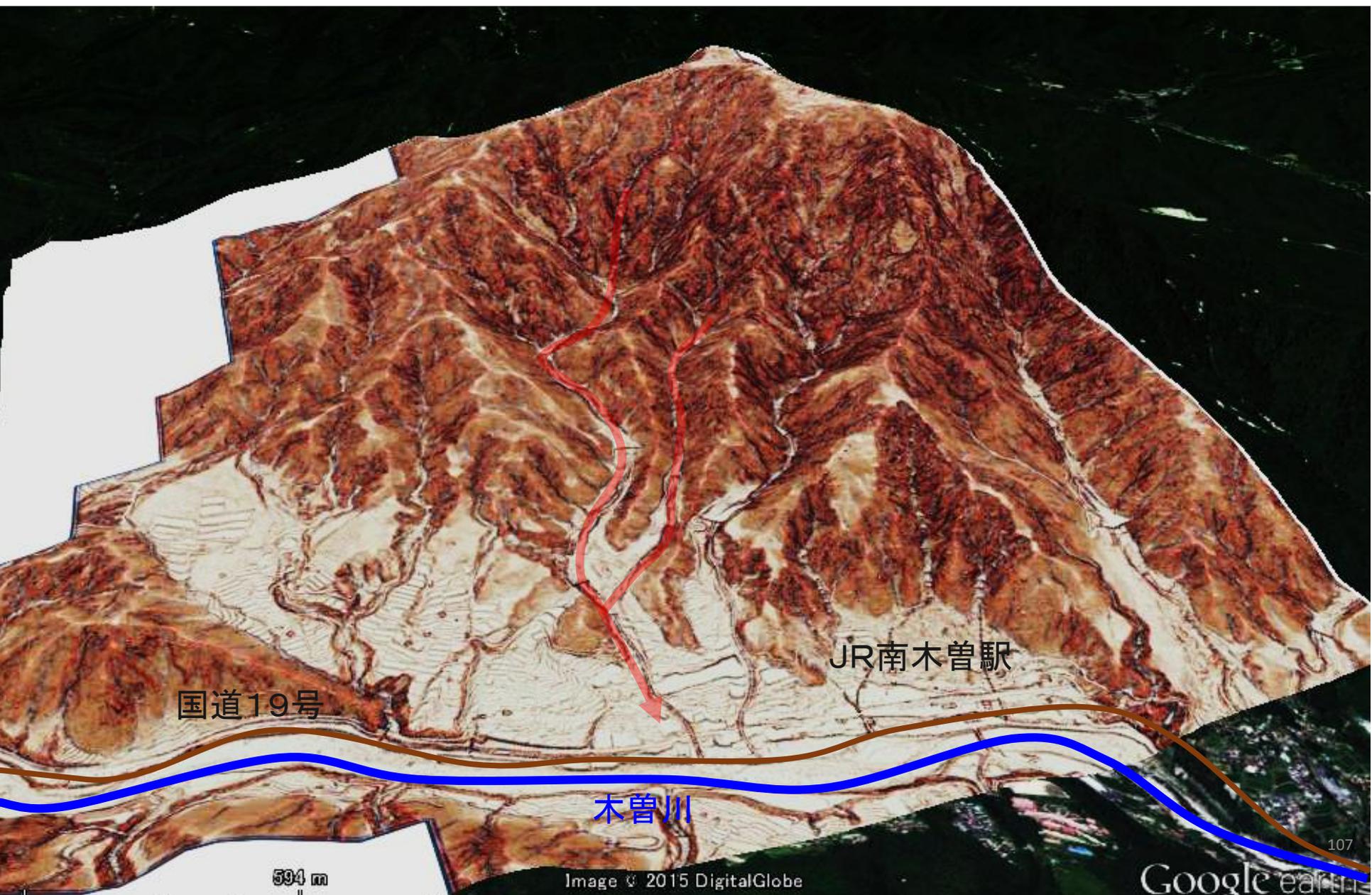
# (4) 沖積錐(ちゅうせきすい)

(南木曾町：平成26年度豪雨被災地)



# (4) 沖積錐(ちゅうせきすい)

(南木曾町：平成26年度豪雨被災地)



# 拡大図



崩積土

崩積土

扇状地  
(沖積錐)

扇状地  
(沖積錐)

扇状地  
(沖積錐)

JR南木曾駅

木曽川

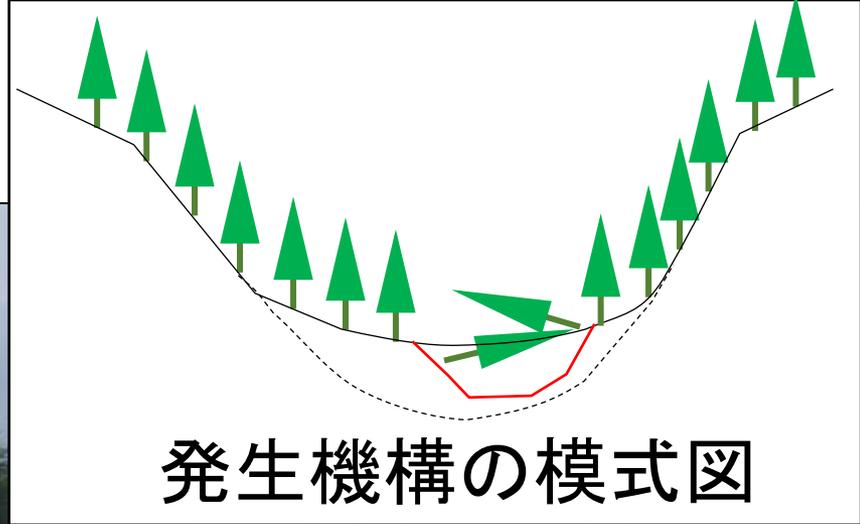
213 m

Image © 2015 DigitalGlobe

Google earth

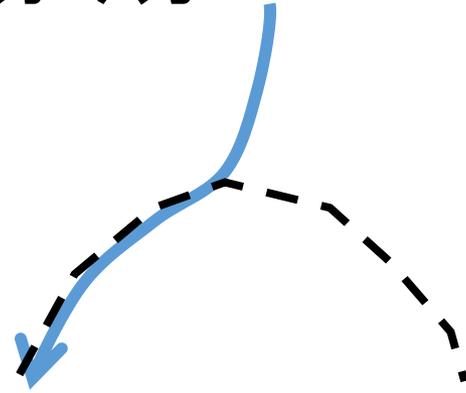
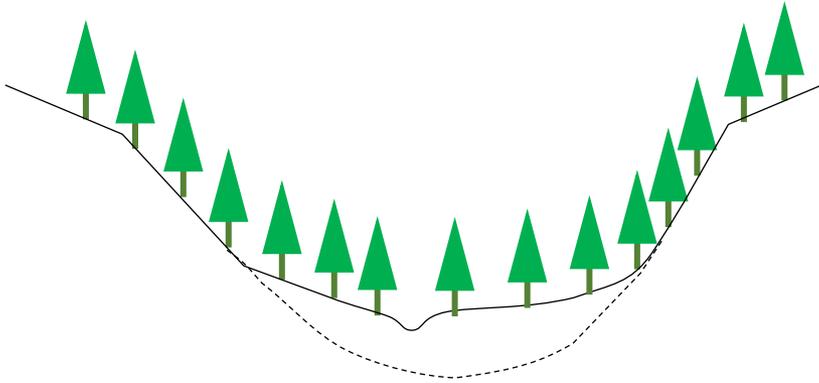
周辺の溪流の出口にも、過去から繰り返し発生した土石流の土砂が堆積している

# H26南木曾町災害



# 土石流危険渓流の見分け方

【地形判読】



- ・急傾斜で河床堆積物  
(過去の土石流堆積物)



- ・下方に沖積錐がある谷

## (5) 侵食域 (しんしょくいき)



緯度 : 36.2933  
経度 : 138.0442  
長野県



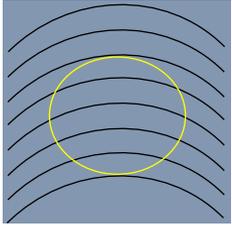
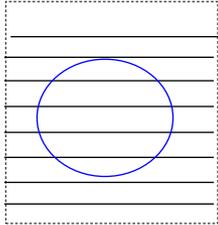
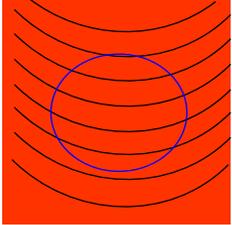
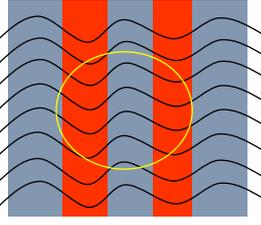
### 侵食域

地質や傾斜が同じでも、風化の違いや、過去の土地利用によって、侵食の程度が異なることがある。

侵食域では、崩壊発生の頻度も高く、路網開設や木材生産林に適さない。

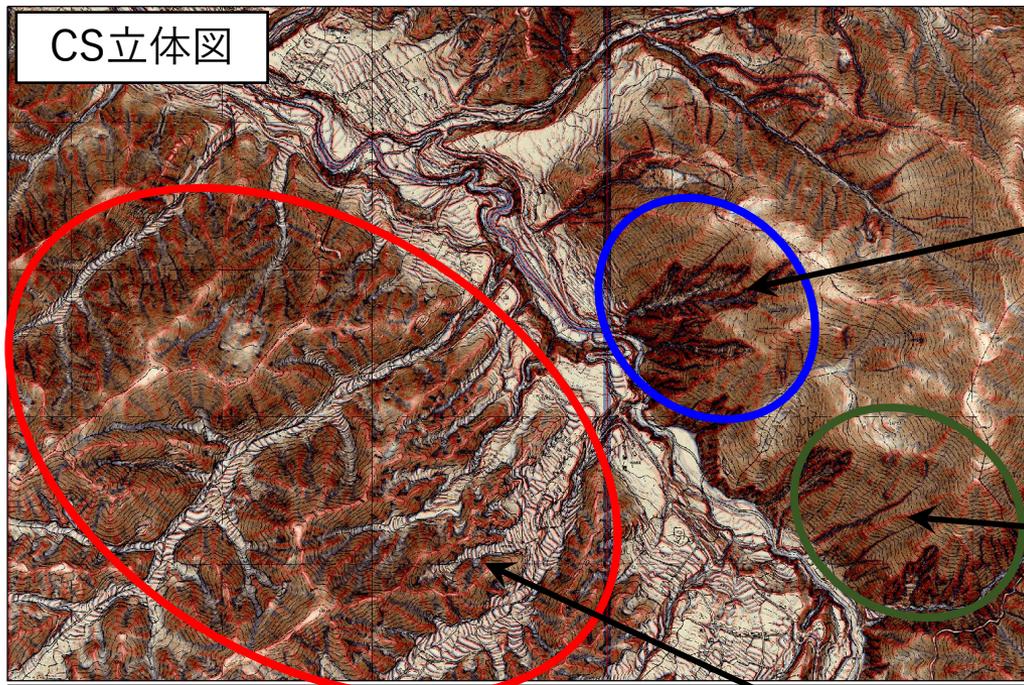
# 平面曲率の標準偏差

(SHC : Standard deviation of Horizontal Curvature)

斜面形状	谷型斜面	直線斜面	尾根型斜面	波型斜面
模式図				
傾斜	同じ			
平面曲率	-	0	+	- + - + -
SHC (平面曲率の標準偏差)	小	小	小	大

- ・同じ傾斜でも、谷が多く、入り組んだ地形では崩壊が発生しやすい。(過去の崩壊履歴が多い)
- ・一定面積(ex.半径100m円内)における平面曲率の標準偏差を計算すると、地形の入り組みの度合いを表現できる。

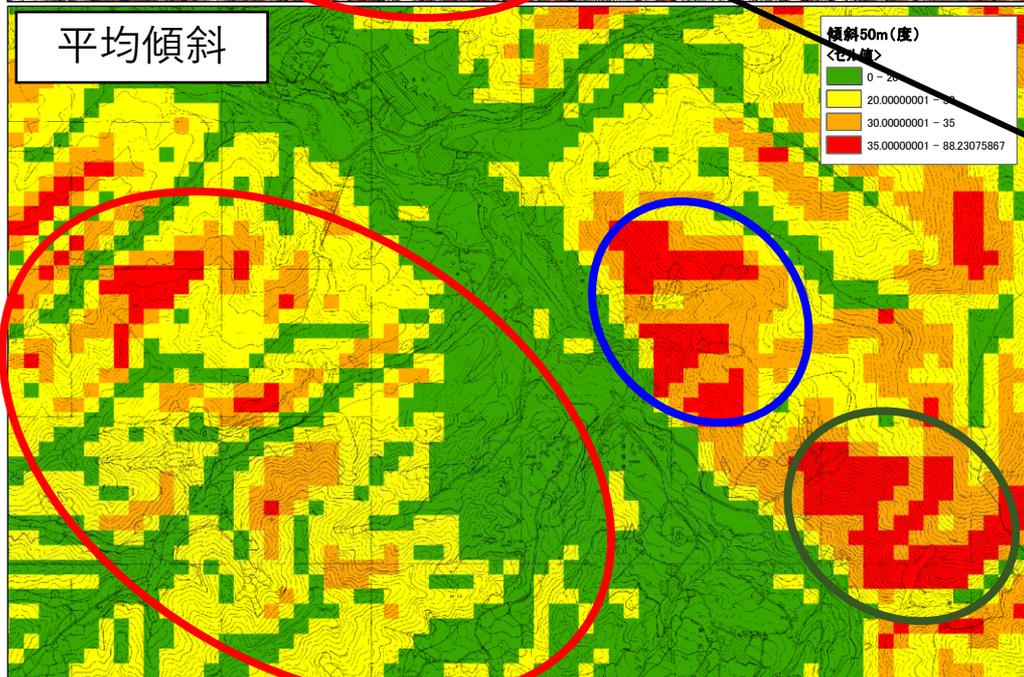
CS立体図



傾斜が急  
崩壊密度が高い

傾斜が急  
崩壊密度が低い

平均傾斜



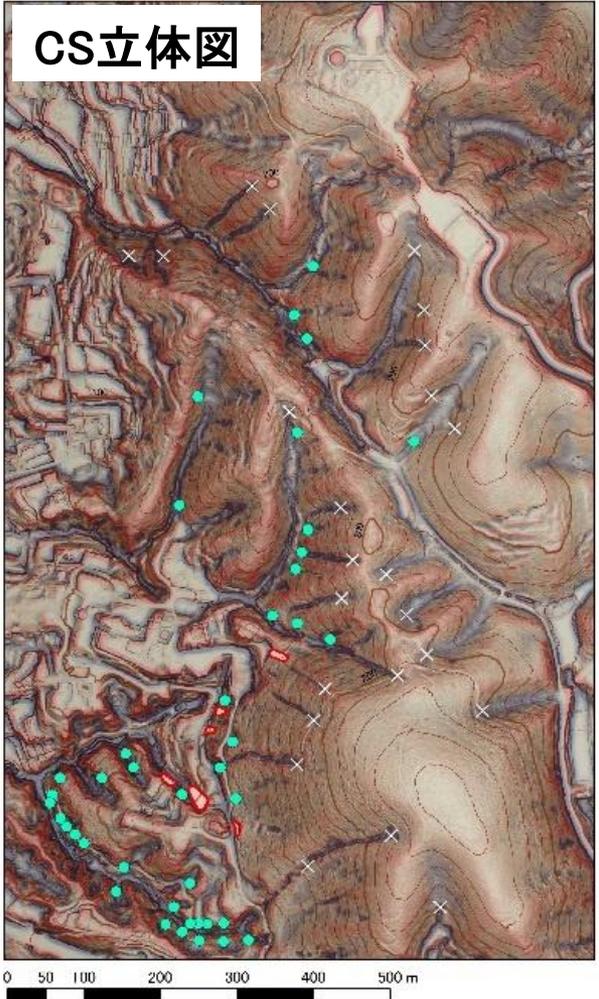
傾斜50m(度)  
色別値

0 - 20
20.00000001 - 30
30.00000001 - 35
35.00000001 - 88.23075867

傾斜は緩い  
崩壊密度が高い

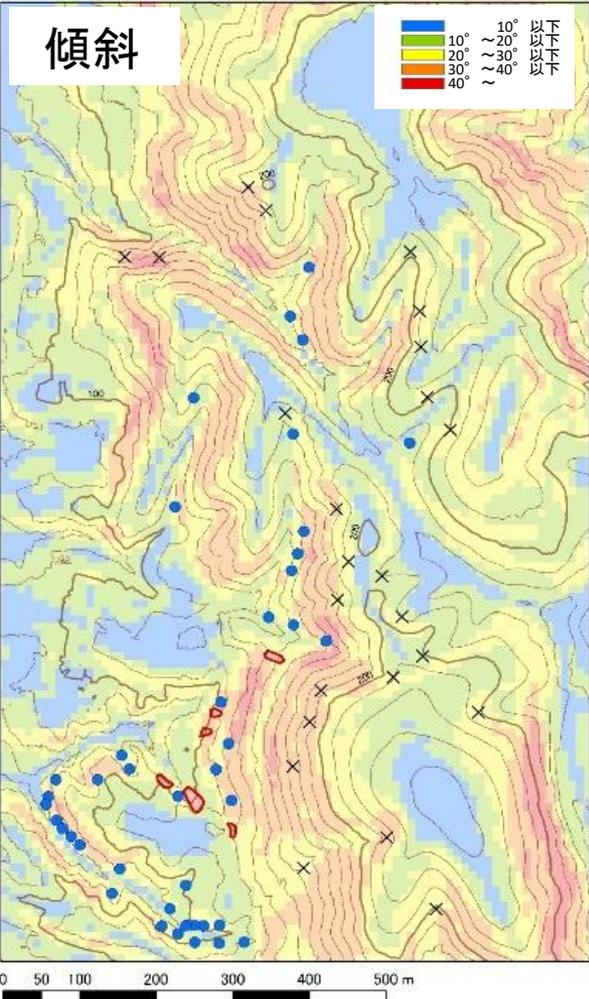
(松本市薄川)

# ○解析事例1 (京都市清水:堆積岩)



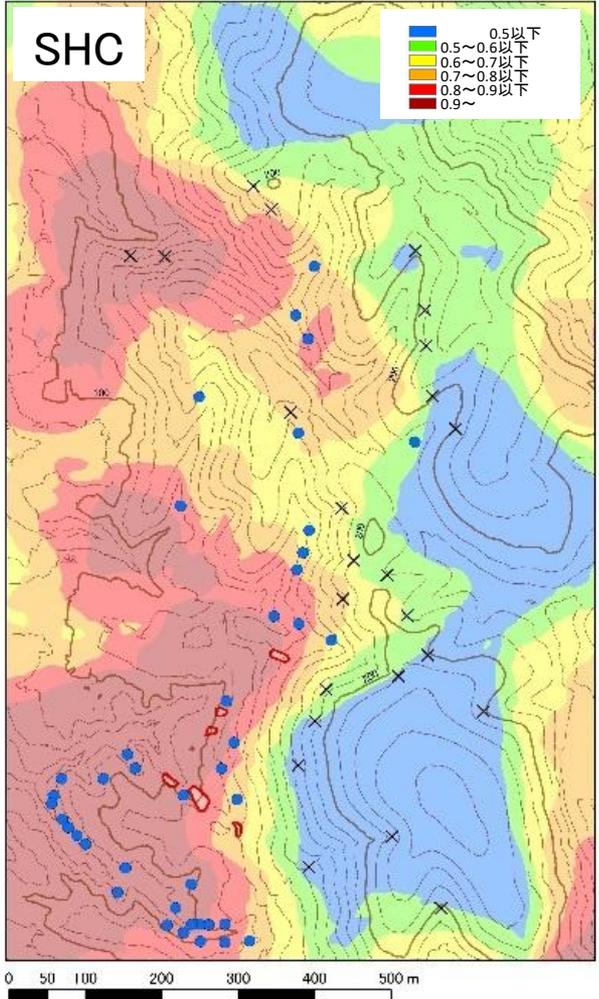
近年の崩壊履歴と踏査による湧水確認位置をマッピング

- 近年の放棄履歴
- 踏査時に湧水あり
- ×



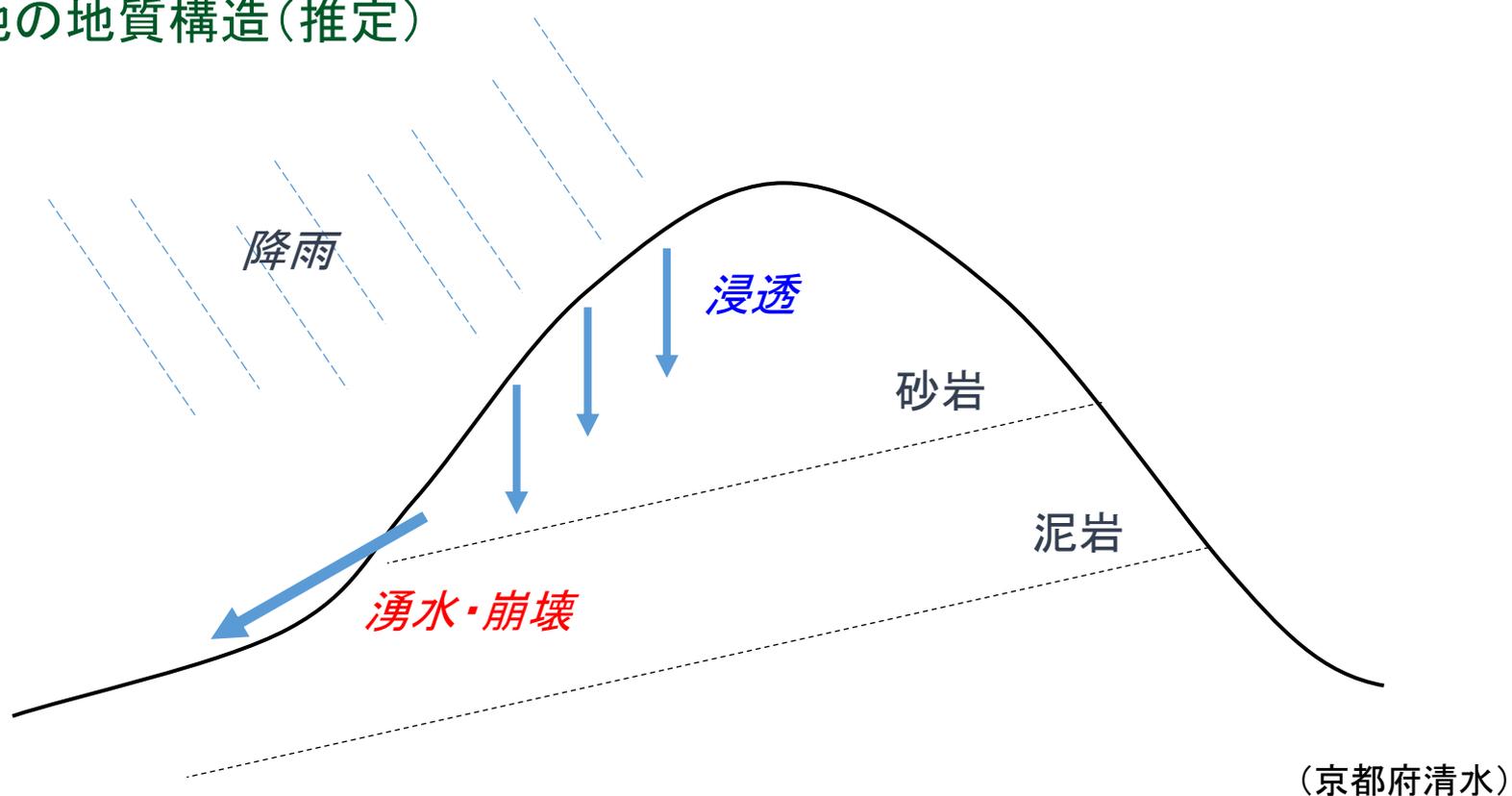
傾斜との明確な関係性は見られない

(むしろ、急傾斜地には崩壊履歴、湧水が少ない)



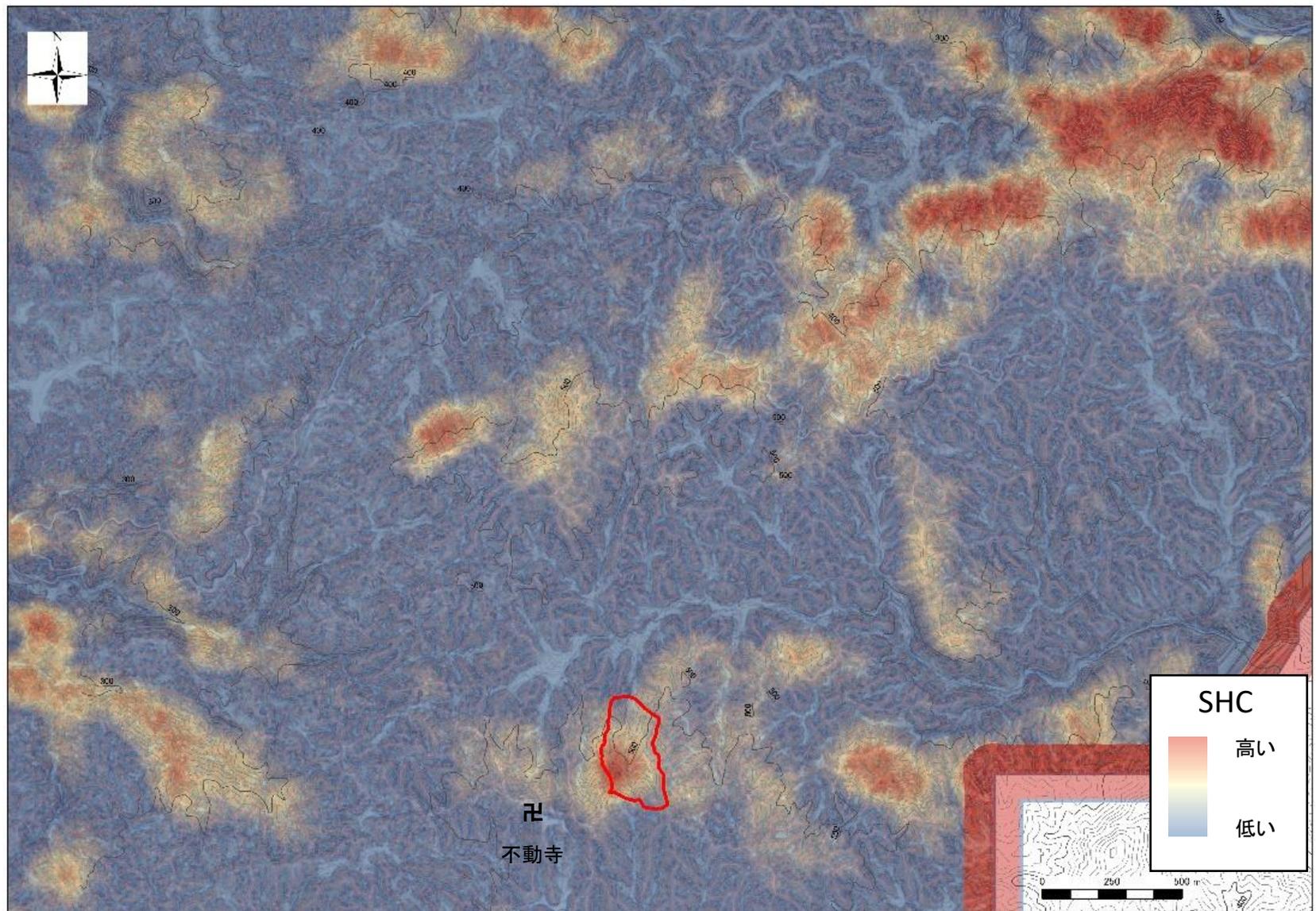
SHCが高い場所に、崩壊履歴、湧水が集中

## 調査地の地質構造(推定)



地中に浸透した水が特定の不透水層から湧出し、それより下流では侵食が激しい

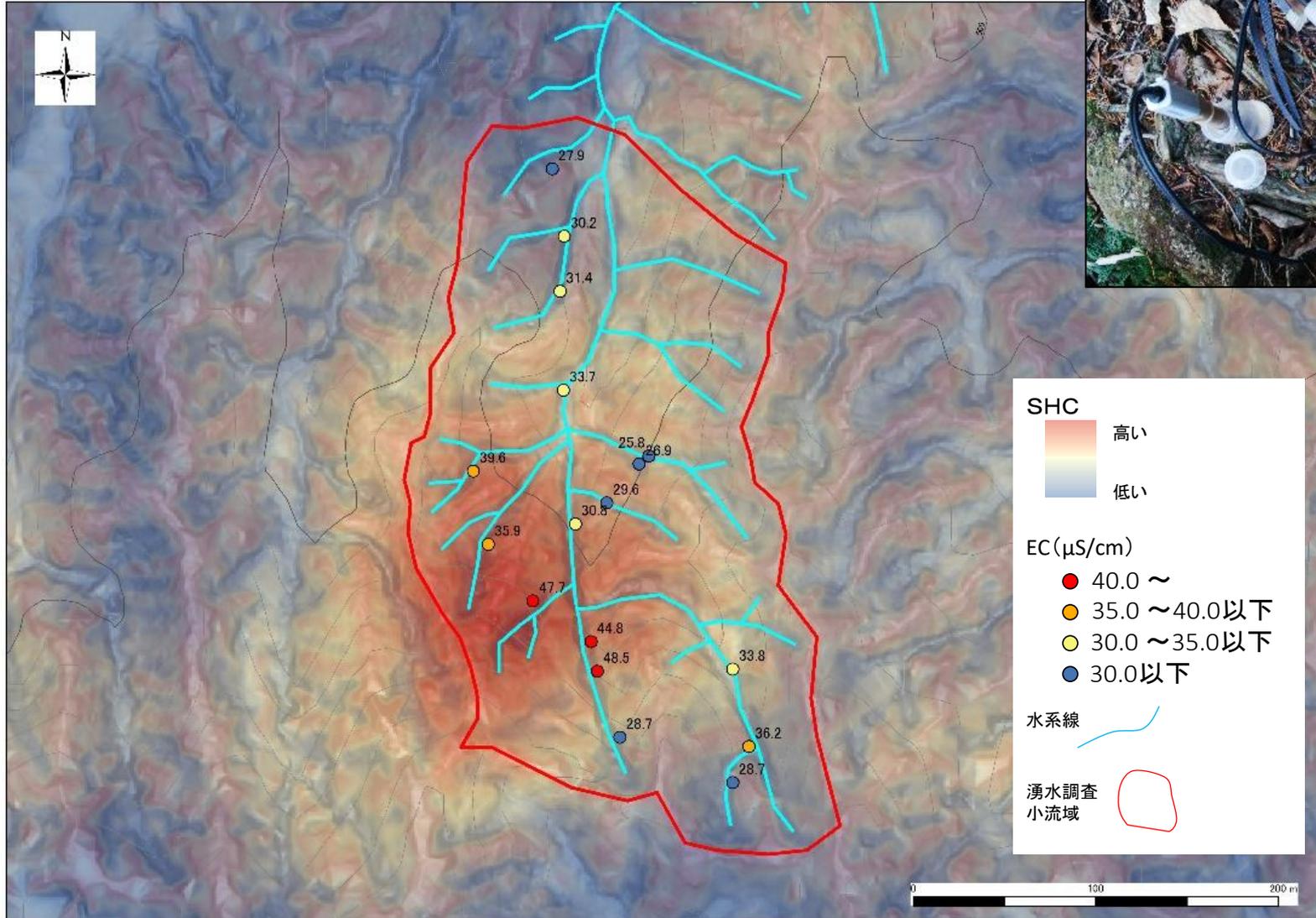
## ○解析事例2 (滋賀県田上:花崗岩)



CS立体図にSHCを重ねて表示

SHCが高い場所の分布に偏りがある

# ○解析事例2 (滋賀県田上:花崗岩)

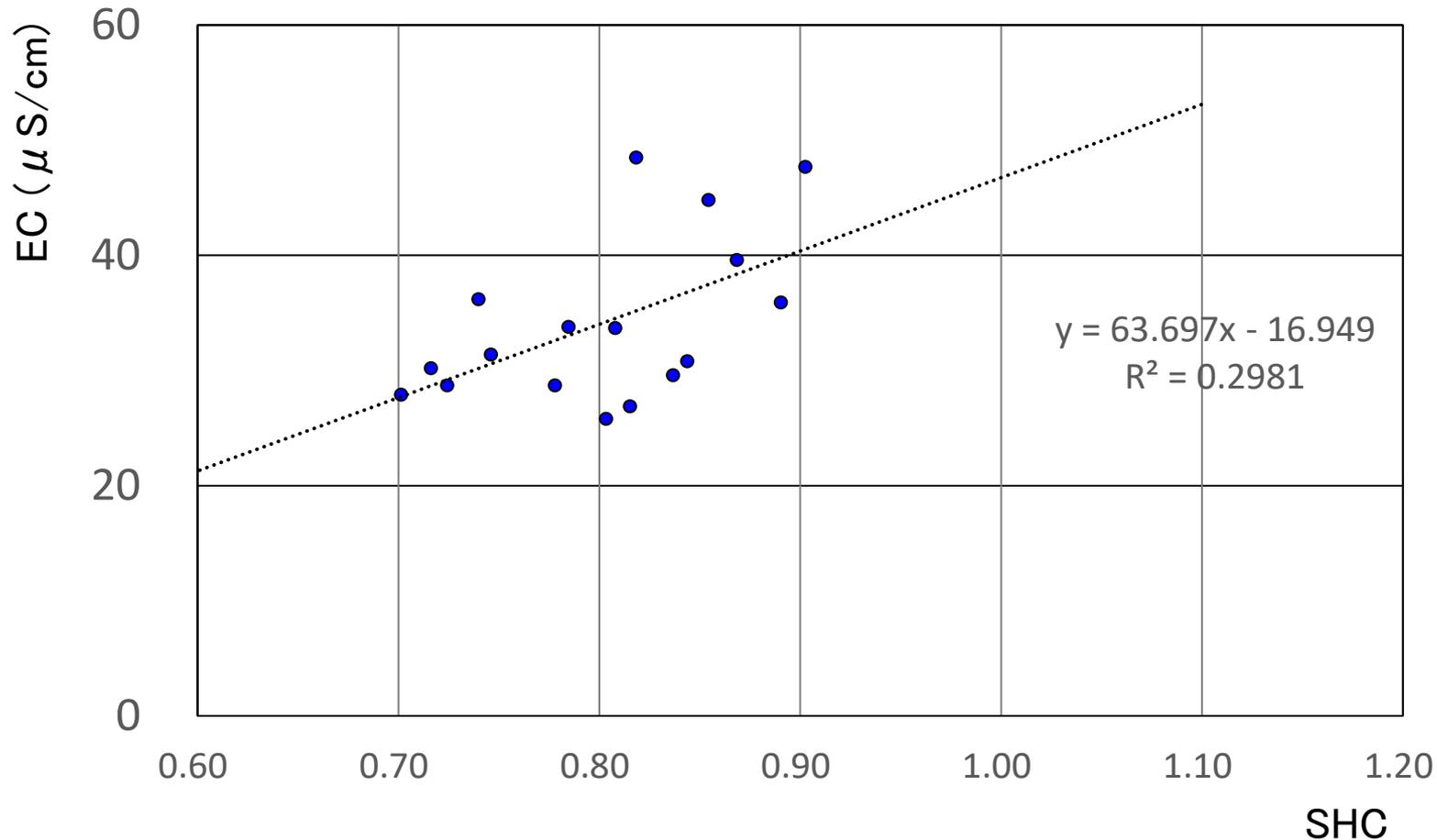


HORIBA ES-51

小流域において湧水地点で電位電導度(EC)を計測

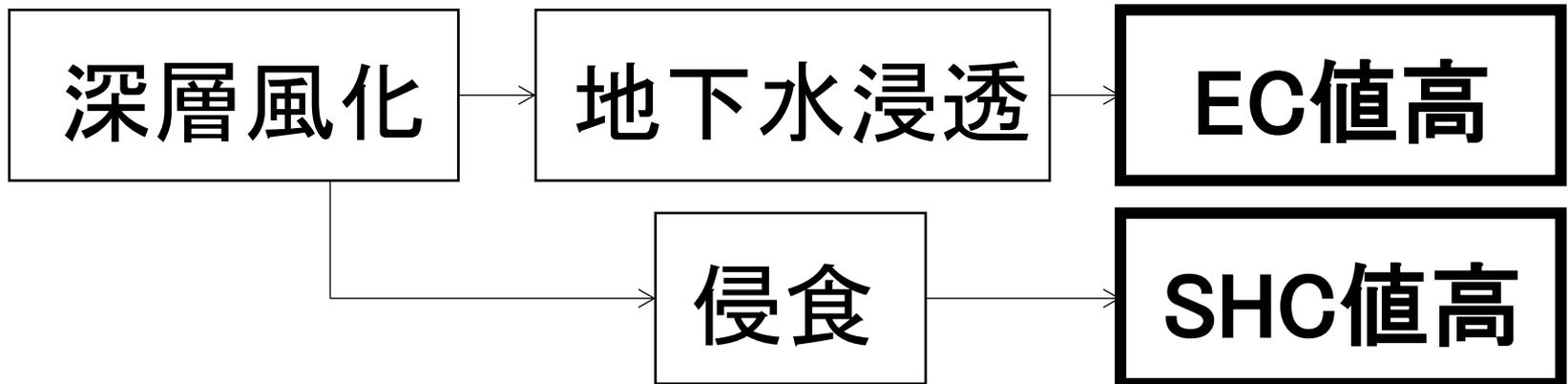
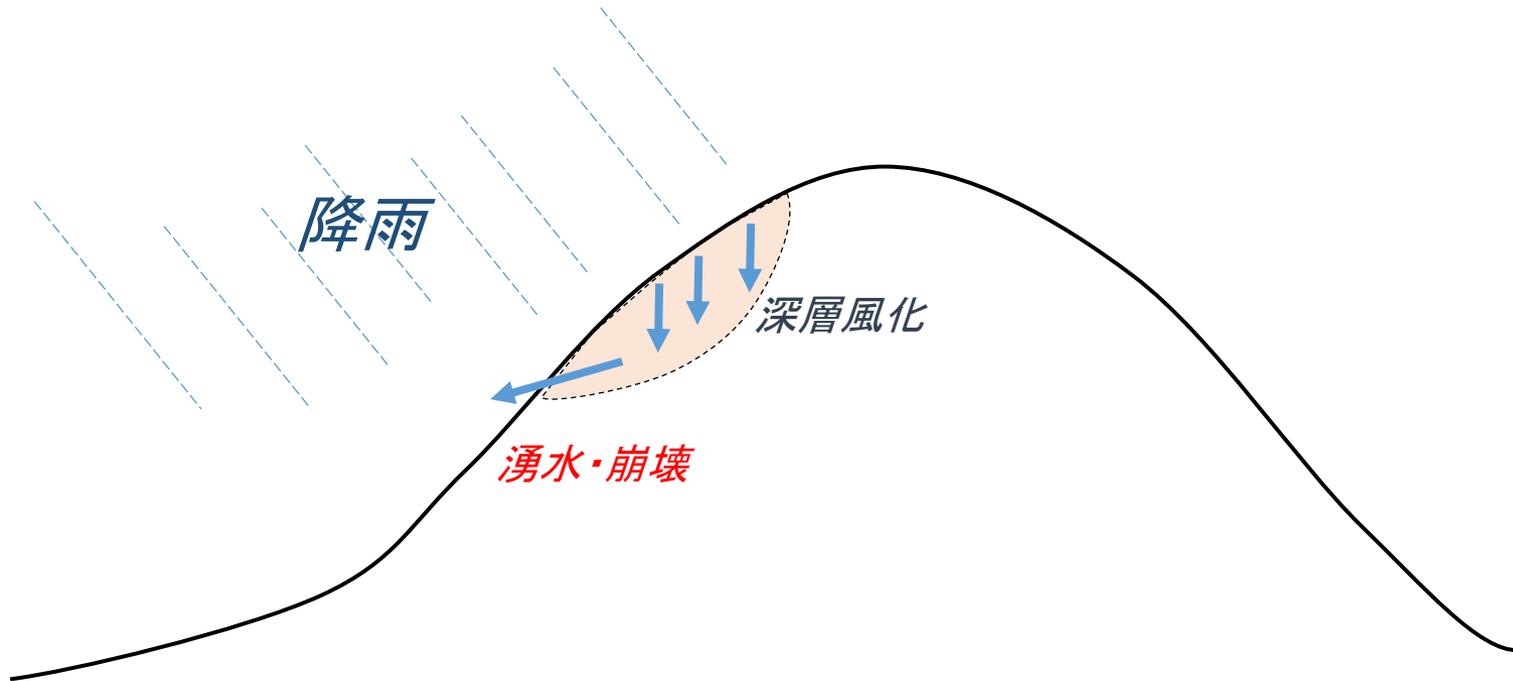
**SHCが高い場所ではECも高い傾向がある**

## ○解析事例2 (滋賀県田上:花崗岩)

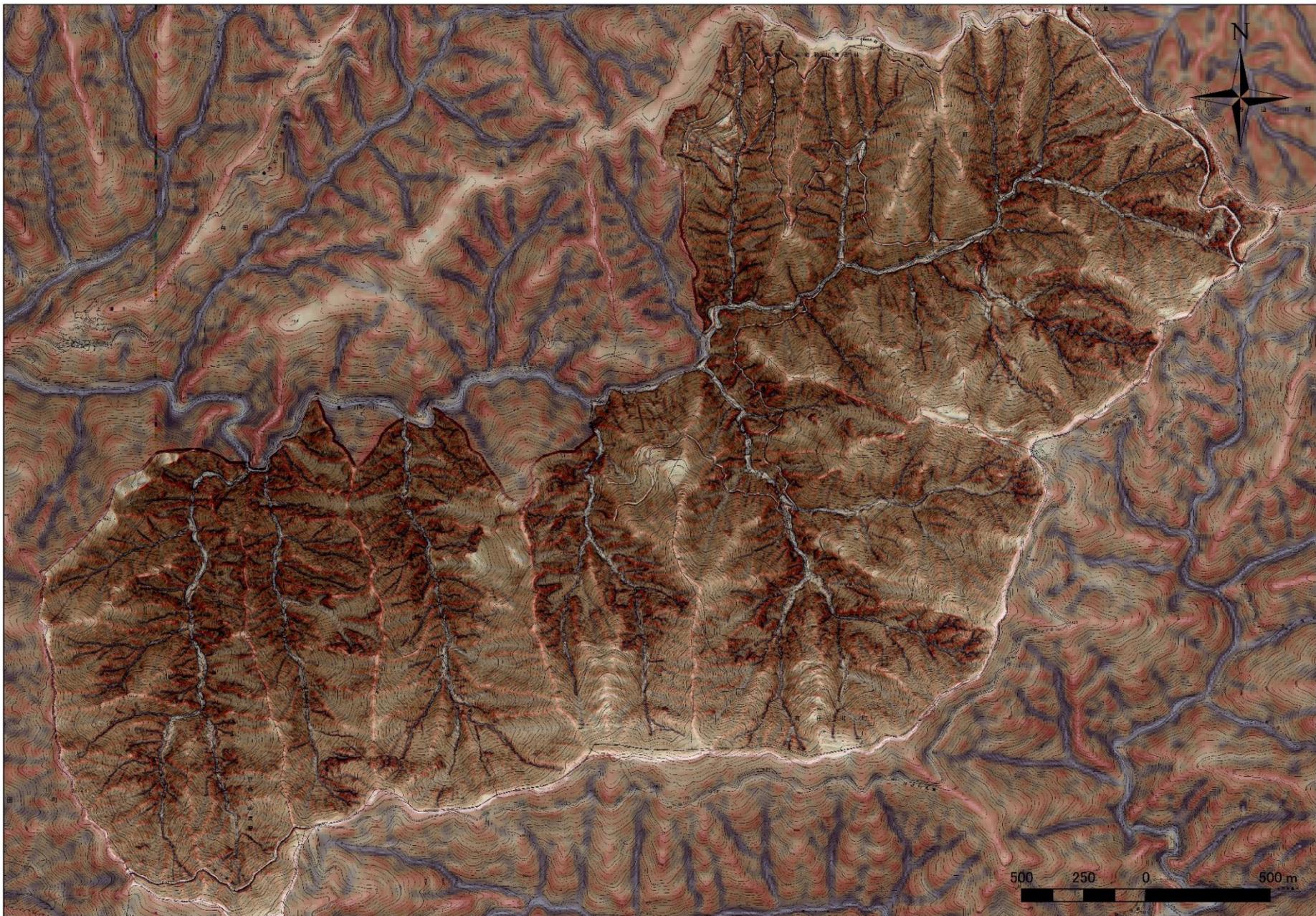


- ・ SHCとECに正の相関がある
- ・ SHCが高い場所は風化が進んでいる可能性がある

# 調査地の地質構造(推定)

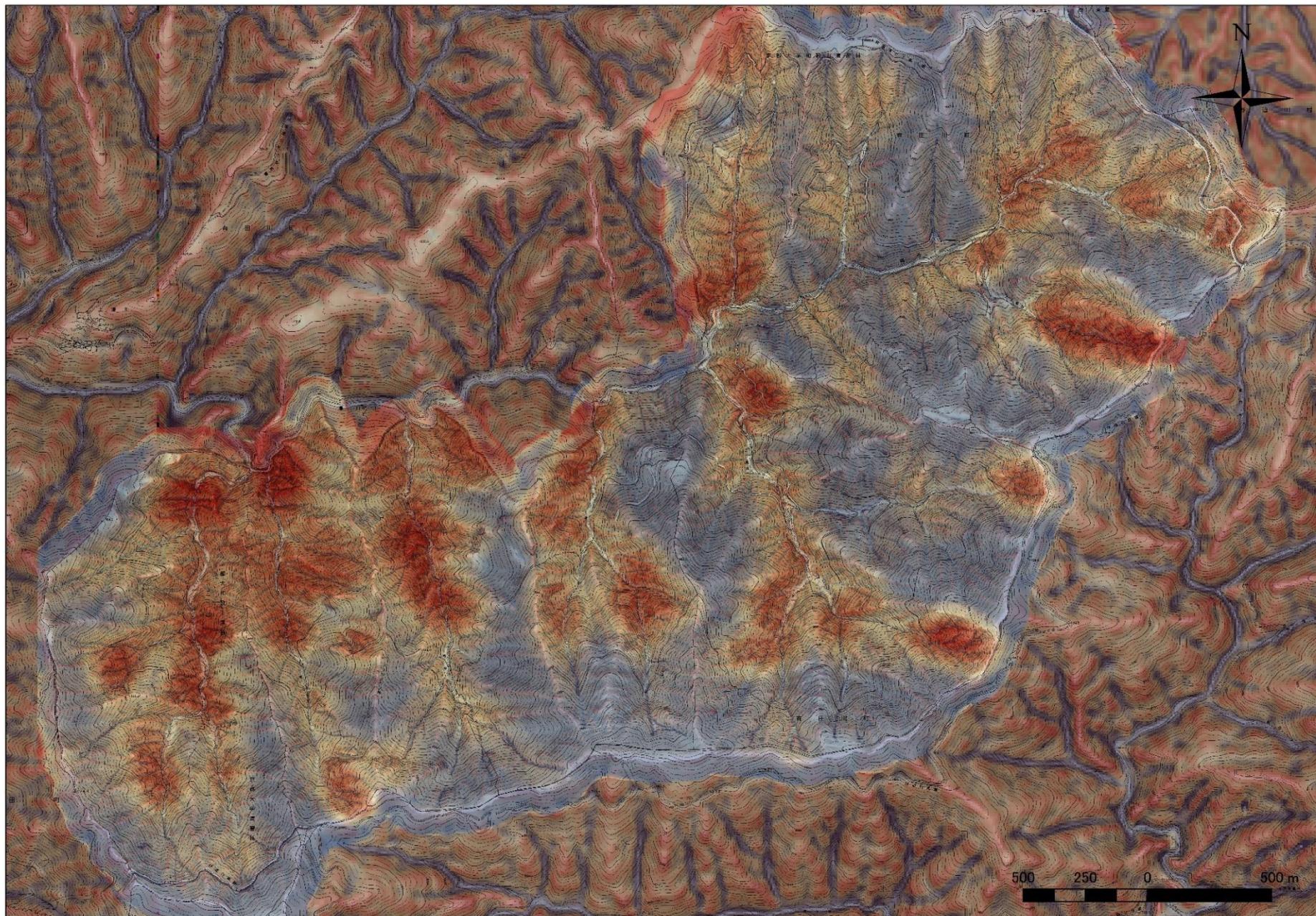


# ○解析事例3 (和歌山県有田川町:堆積岩)



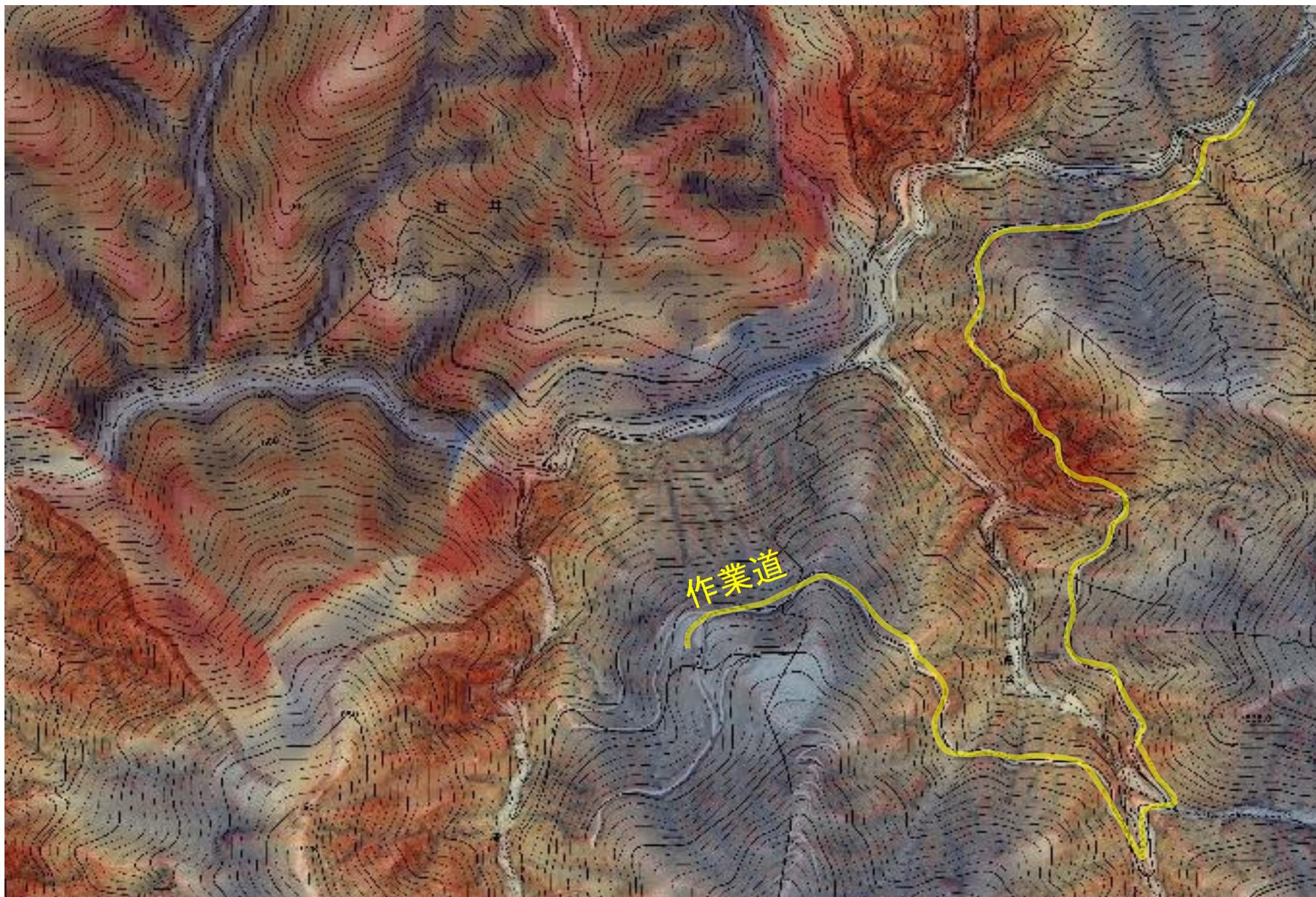
CS立体図 120

# ○解析事例3 (和歌山県有田川町:堆積岩)



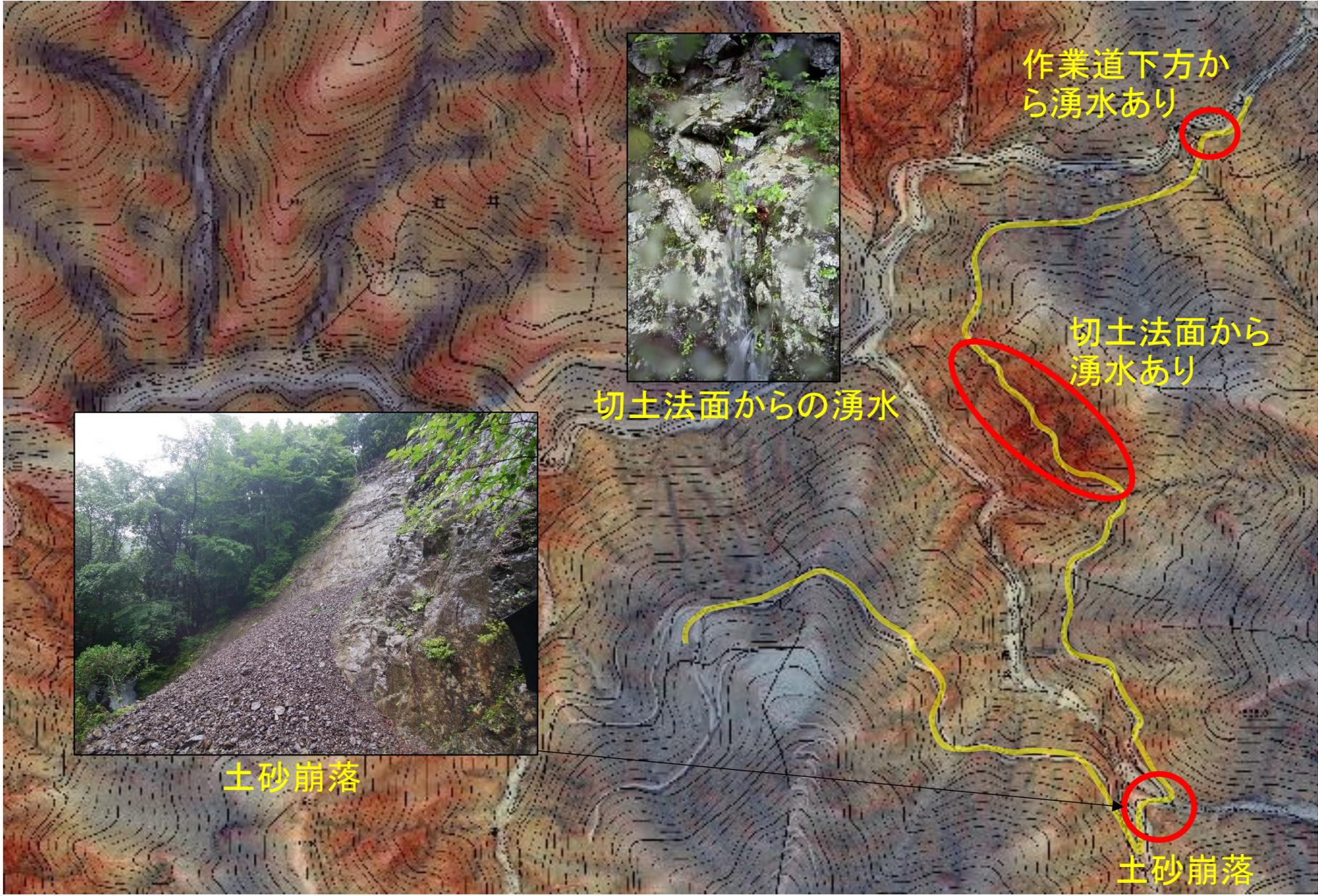
CS立体図にSHCを重ねて表示

# ○解析事例3 (和歌山県有田川町:堆積岩)



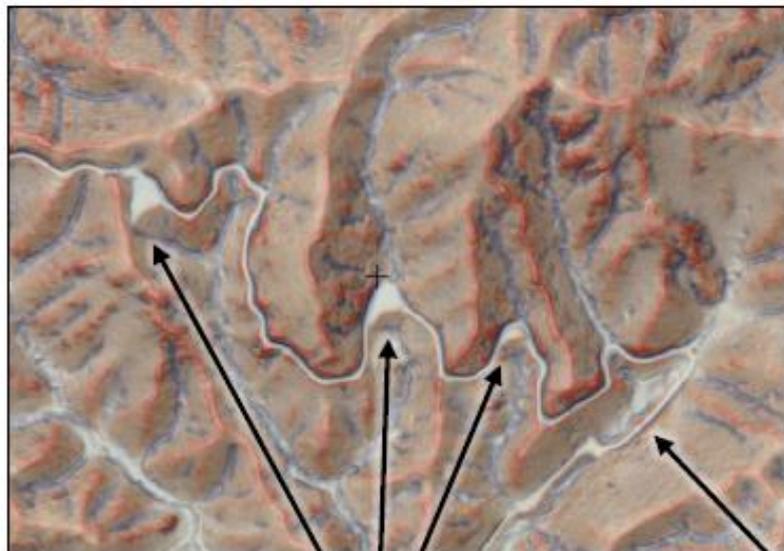
2018. 7. 5 現地調査

# ○解析事例3 (和歌山県有田川町:堆積岩)



2018. 7. 5 現地調査

# (6) 人工改変 (じんこうかいへん)

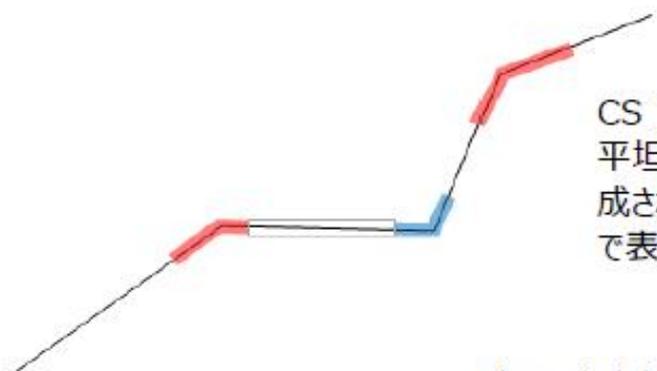


緯度 : 35.6424  
経度 : 136.9896  
岐阜県

出典 : [岐阜県 CS 立体図](#)

盛土

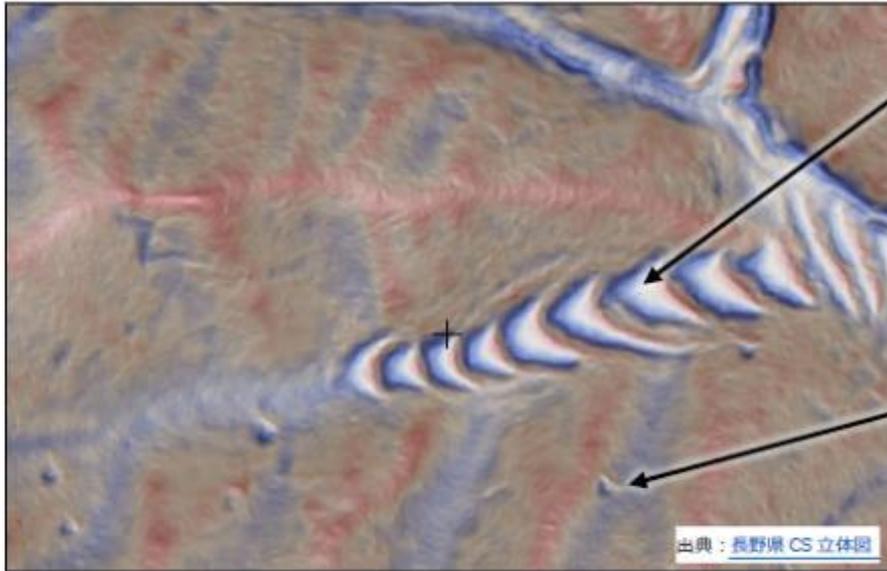
路網線形



CS 立体図では、凸地形は赤、凹地形は青、平坦地形は白で表現されるため、人工的に作成された平坦地形は、左のようなカラーパターンで表現される。

人工改変地形の模式図

## (6) 人工改変（じんこうかいへん）

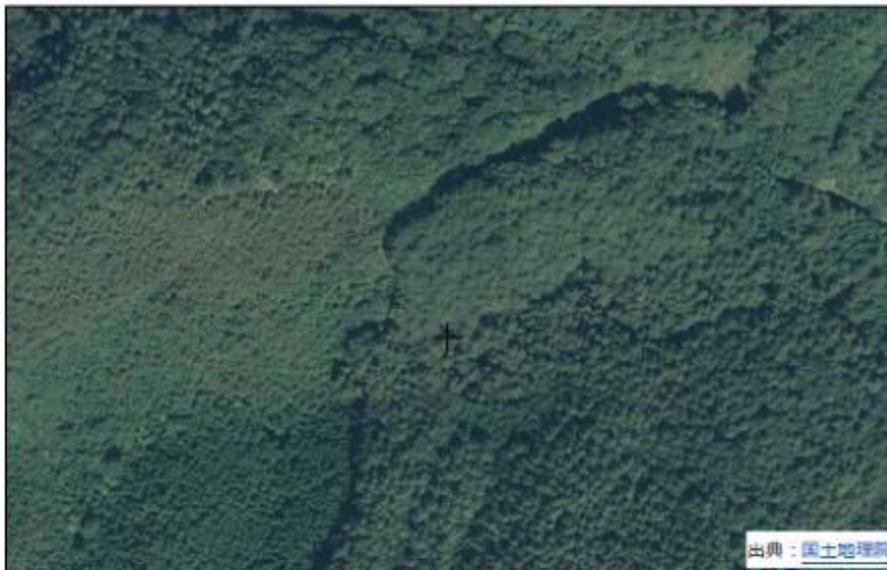


### 耕作跡地

耕作のために人工的に階段状の地形にした痕跡。施肥により黒色土であることが多い。樹木の生長は良いが、植栽する樹種の選定には注意が必要。

### 炭焼きの窯跡

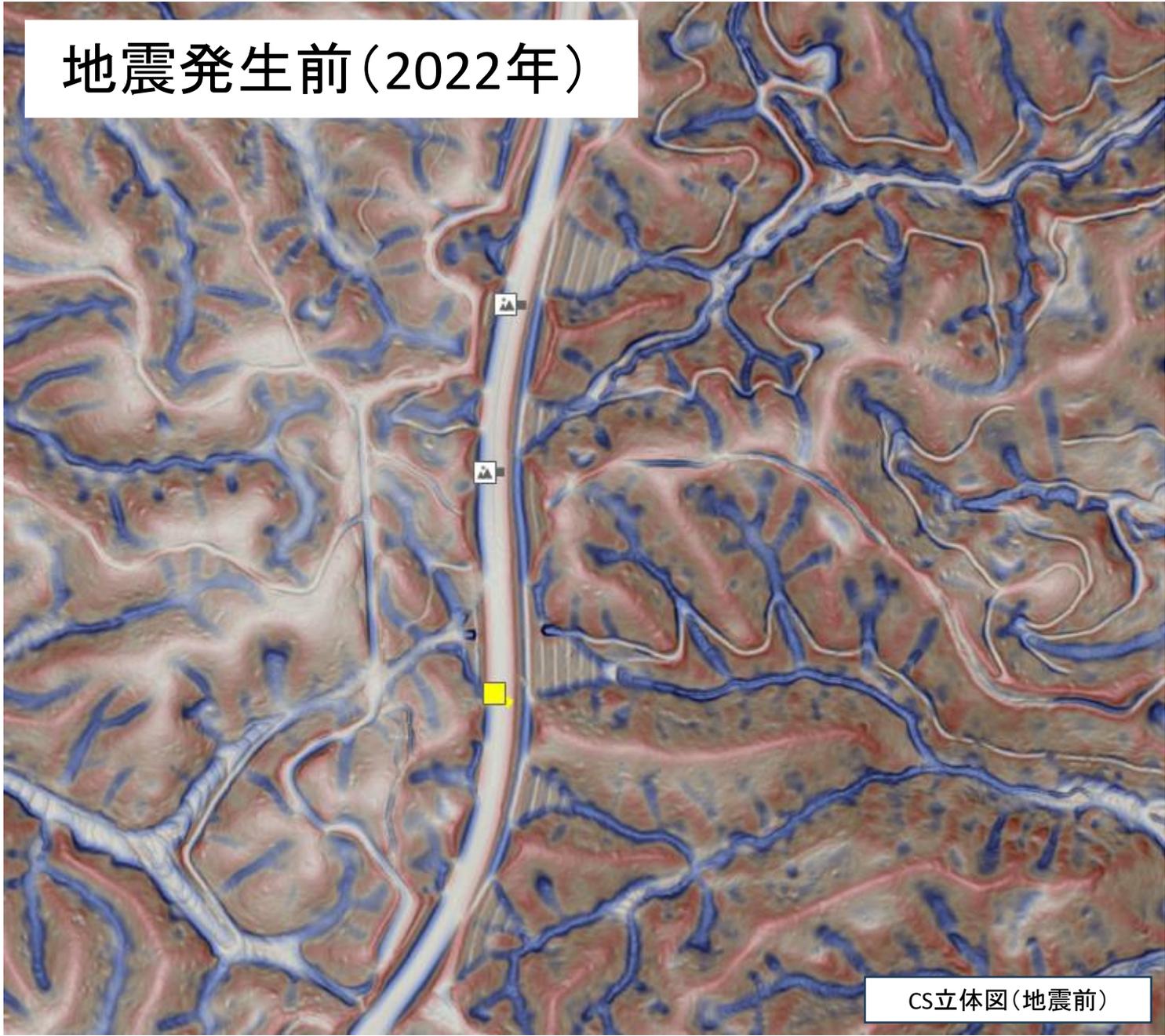
一見すると湧泉に似ているが、下方に水や土砂が流下した痕跡がない。里山に多く見られる。



現在は森林化している場所では、等高線による地形図や空中写真から、耕作跡地や炭焼き窯跡を判読することはできない。

# 能登地震での盛土崩壊事例

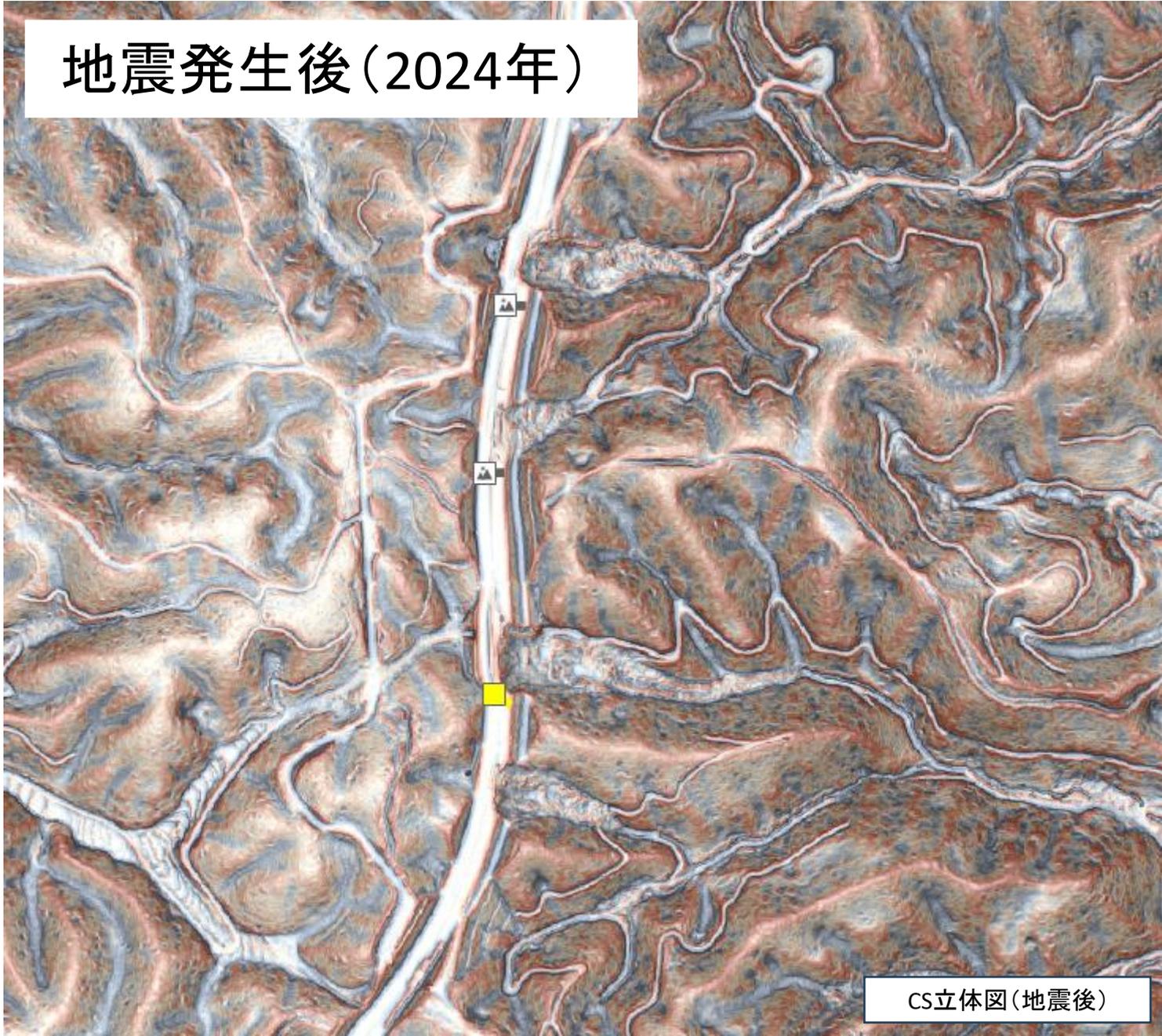
地震発生前(2022年)



CS立体図(地震前)

# 能登地震での盛土崩壊事例

地震発生後(2024年)



CS立体図(地震後)

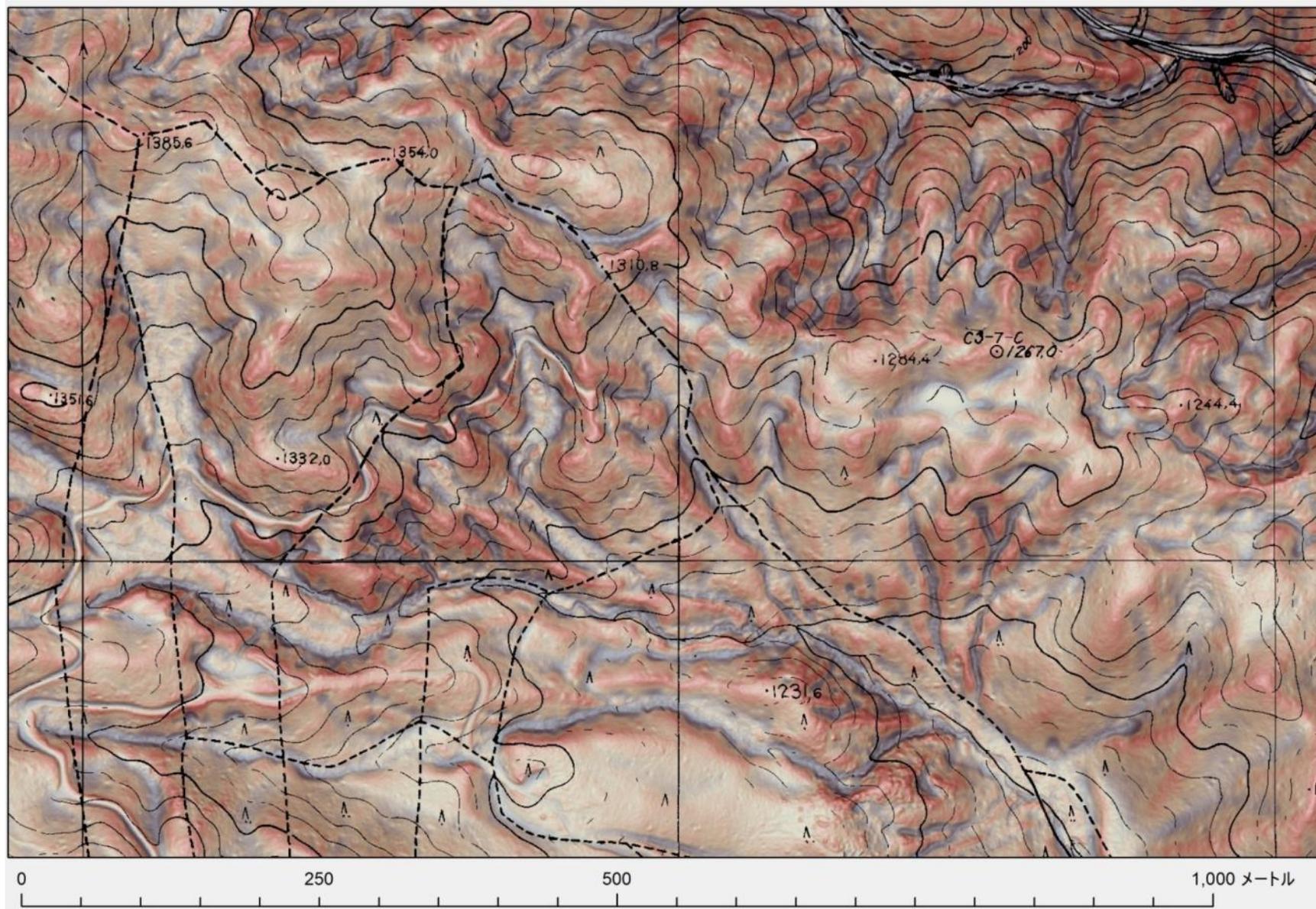
# 能登地震での盛土崩壊事例

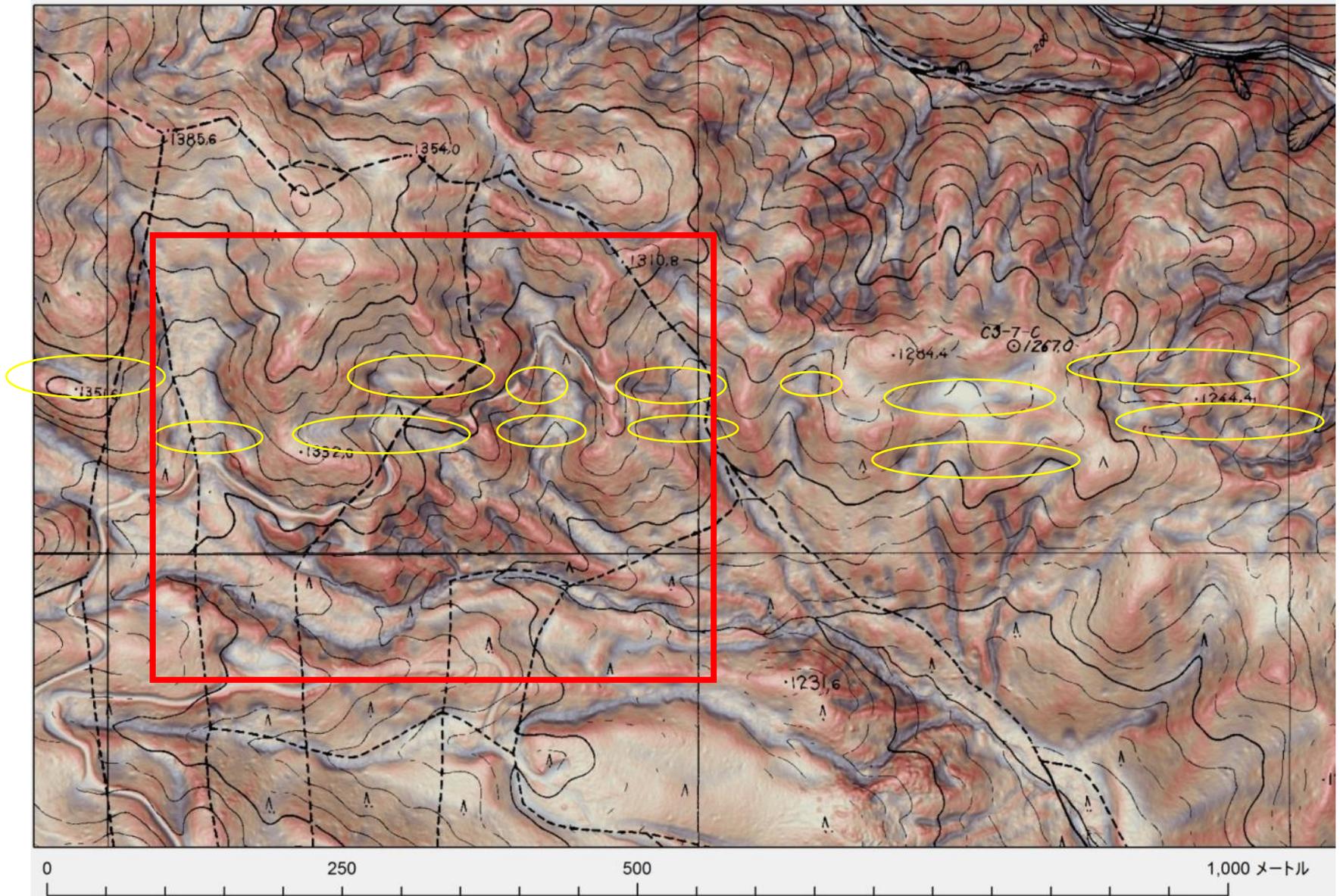
地震発生後(2024年)



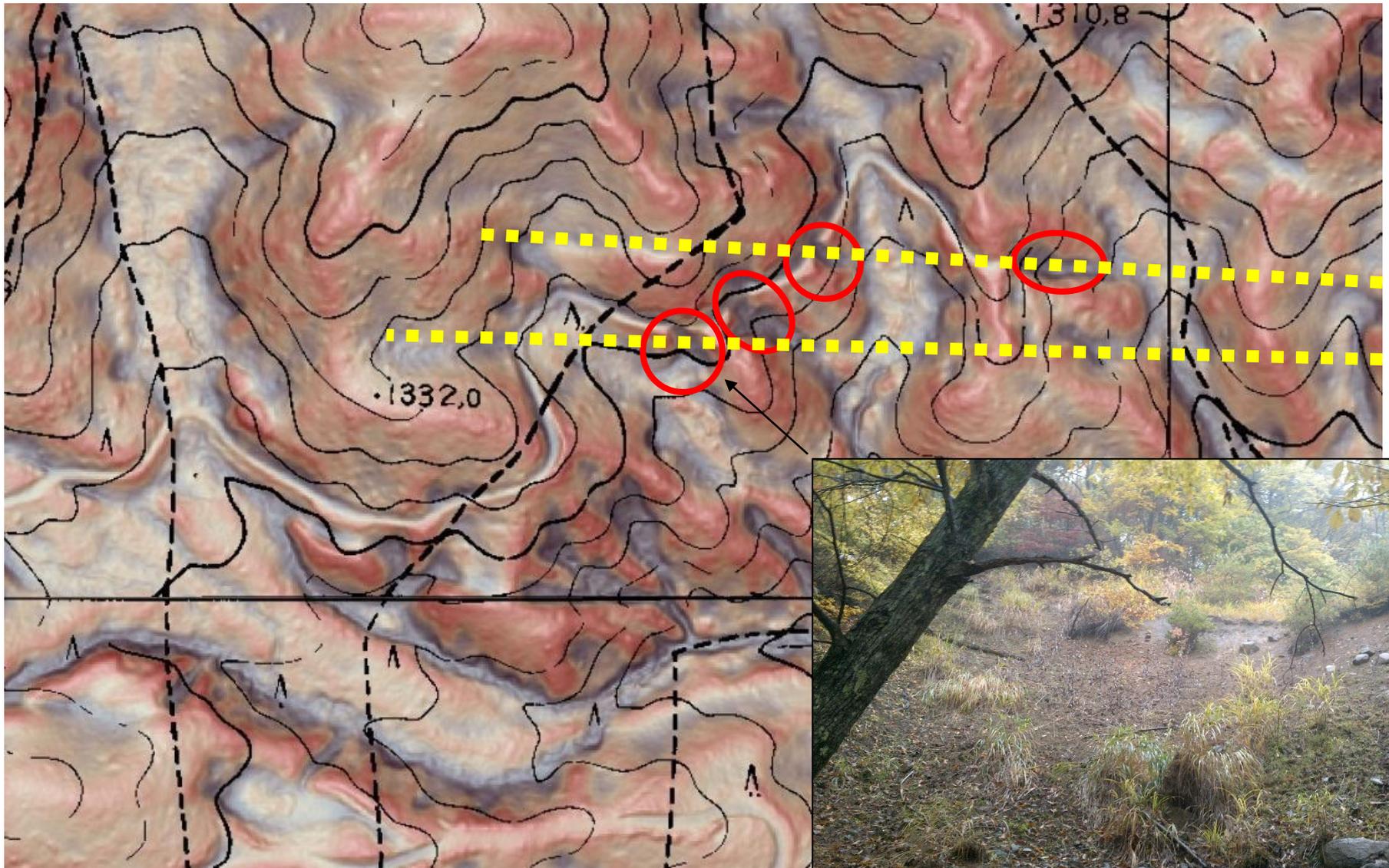
# リニアメント (断層)

直線状の地形



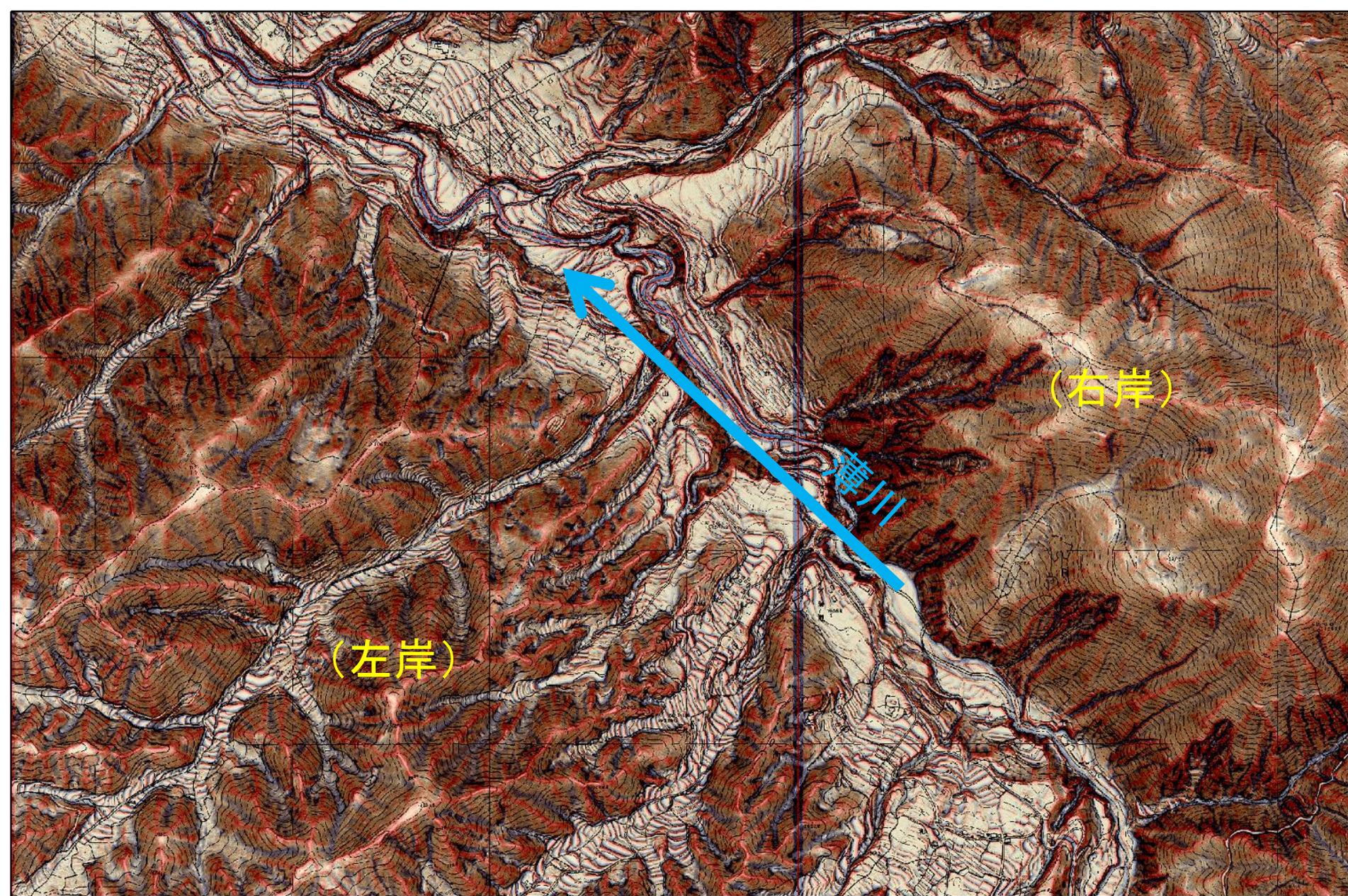


地形傾斜に直行しない凹地形はあやしい！



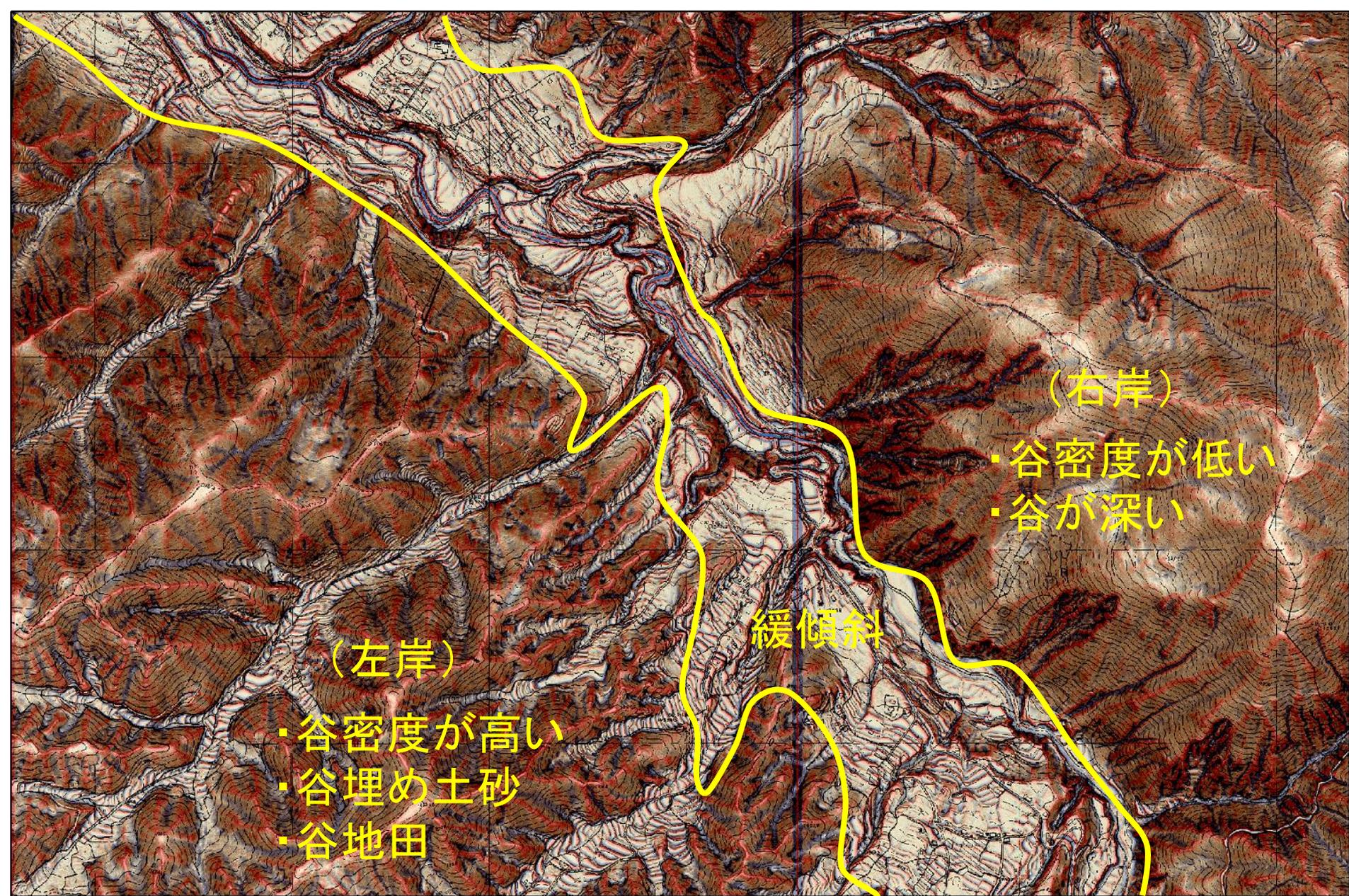
リニアメントと交わる場所で作業道が崩壊。(修復困難)

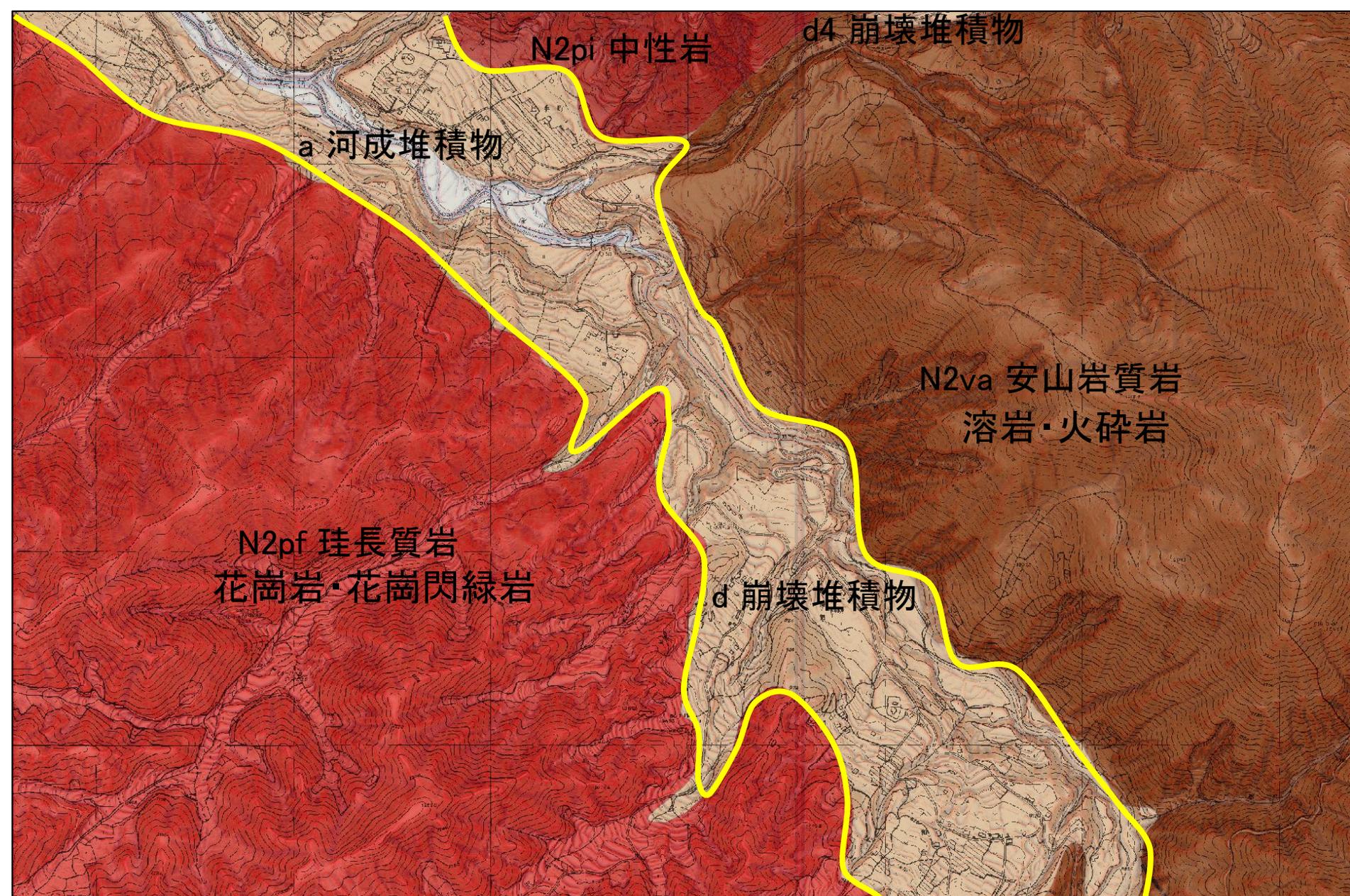
# 地質境界



薄川の北東側、南西側で地形が異なる

松本市薄川

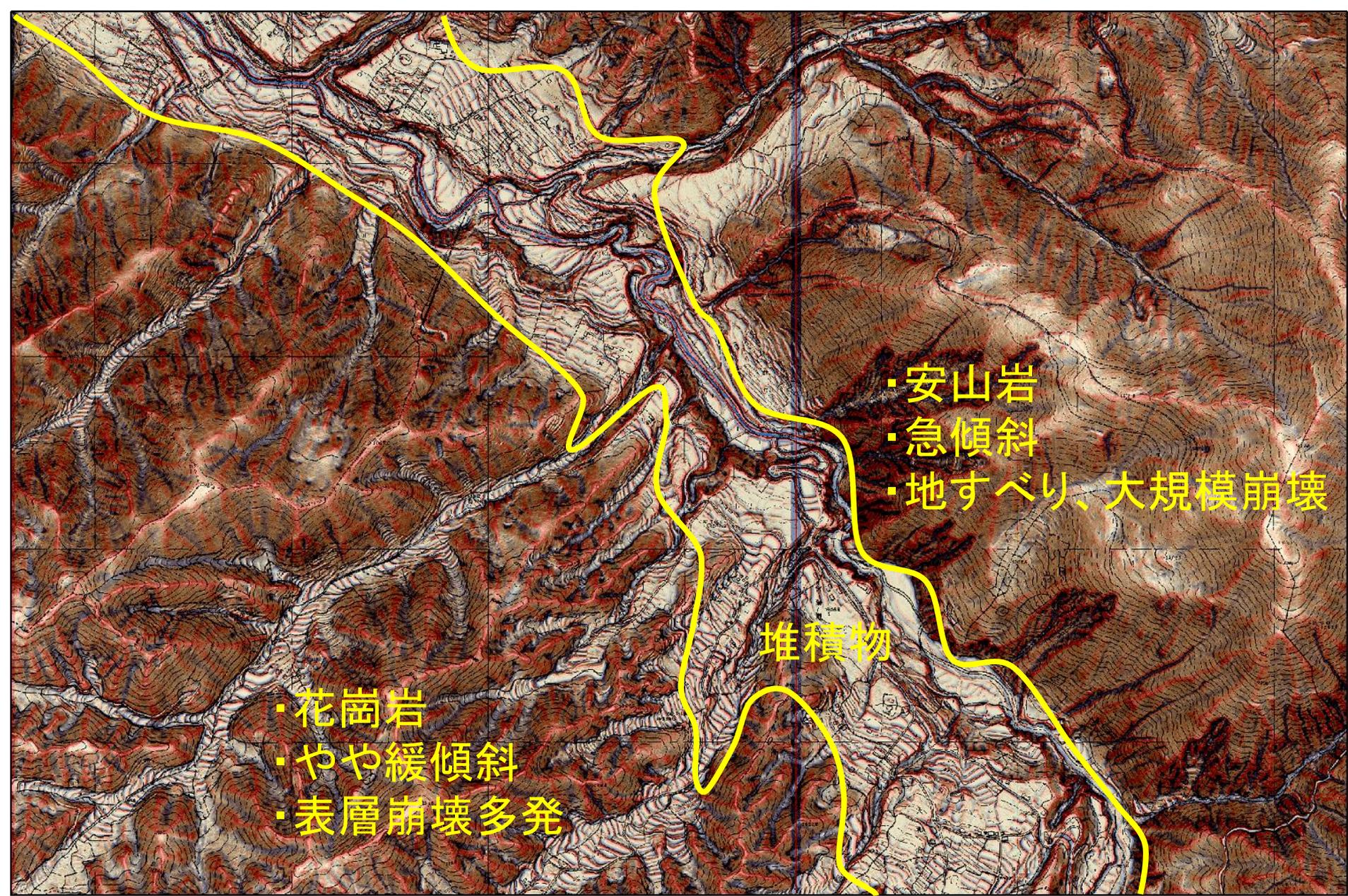




0 250 500 1,000 m

「長野県デジタル地質図2015」 長野県地質図活用普及事業研究会編著

# 松本市薄川



- ・安山岩
- ・急傾斜
- ・地すべり、大規模崩壊

堆積物

- ・花崗岩
- ・やや緩傾斜
- ・表層崩壊多発

0 250 500 1,000 m

# 地域防災における CS立体図の活用事例



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**



木沢自治会 土砂災害要注意箇所マップ



早急に安全な自主避難を心掛けましょう。  
 ・個人が避難する「土砂災害警戒区域」に入ります。一人暮らしの場合は、一人暮らしの避難場所を指定して避難してください。また、近隣の避難所を指定して避難してください。  
 ・避難所に入らなければならぬ場合は、避難所の指定を受けましょう。  
 避難所に入らなければならぬ場合は、避難所の指定を受けましょう。

三ツ沢川周辺 危険箇所

危険箇所	危険箇所
三ツ沢川の土砂災害警戒区域等指定区域	三ツ沢川の土砂災害警戒区域等指定区域
三ツ沢川の土砂災害警戒区域等指定区域	三ツ沢川の土砂災害警戒区域等指定区域
三ツ沢川の土砂災害警戒区域等指定区域	三ツ沢川の土砂災害警戒区域等指定区域

美園地区 危険箇所

危険箇所	危険箇所
美園地区の土砂災害警戒区域等指定区域	美園地区の土砂災害警戒区域等指定区域
美園地区の土砂災害警戒区域等指定区域	美園地区の土砂災害警戒区域等指定区域
美園地区の土砂災害警戒区域等指定区域	美園地区の土砂災害警戒区域等指定区域

危険箇所確認時の行先  
 土砂災害警戒区域等指定区域に入ります。一人暮らしの場合は、一人暮らしの避難場所を指定して避難してください。また、近隣の避難所を指定して避難してください。  
 避難所に入らなければならぬ場合は、避難所の指定を受けましょう。

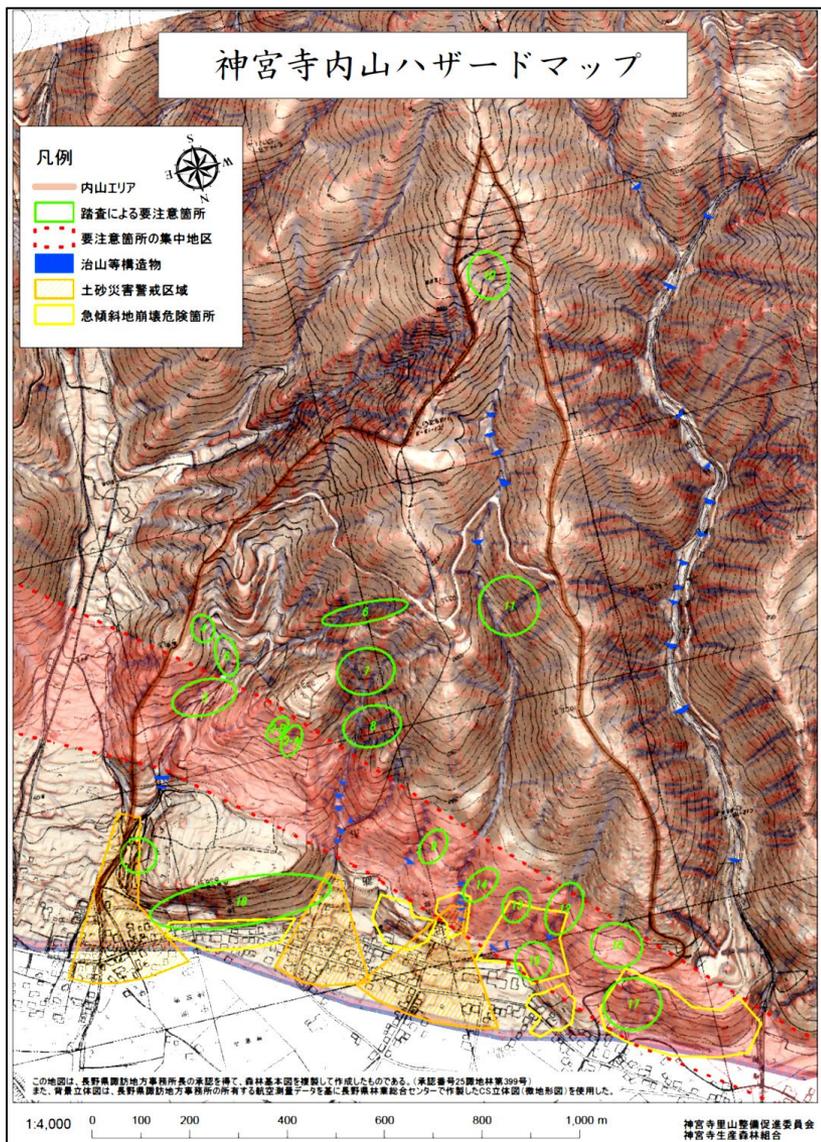
長野県飯田市危機管理・交通安全対策課防災係【平成26年版】 Copyright lidacity. All rights reserved

資料提供：  
飯田市

空中写真に情報を書き込み完成 → 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 など

# 【活用事例】 地域住民によるハザードマップの作成 【活用事例】 崩壊危険地の見回りに活用



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



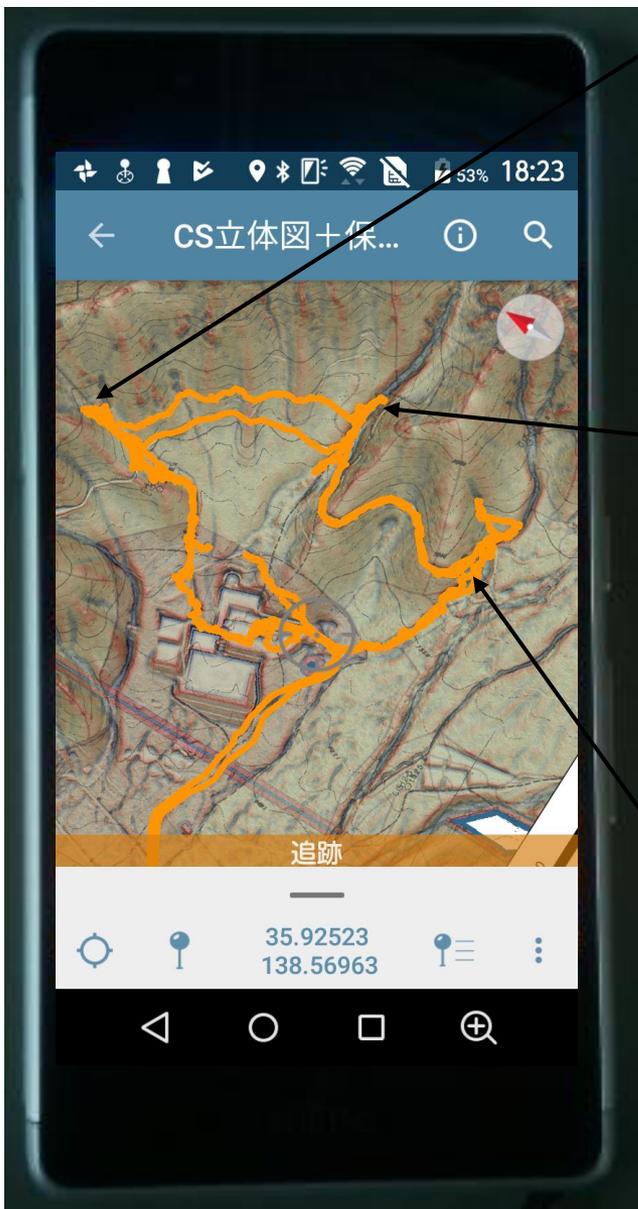
スマートフォンの活用

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

諏訪市神宮寺地区で作製したハザードマップ

(長野県諏訪市)

# 災害対応時の活用事例



スマホ地図アプリ



2019.10.21  
台風19号被害調査（川上村）

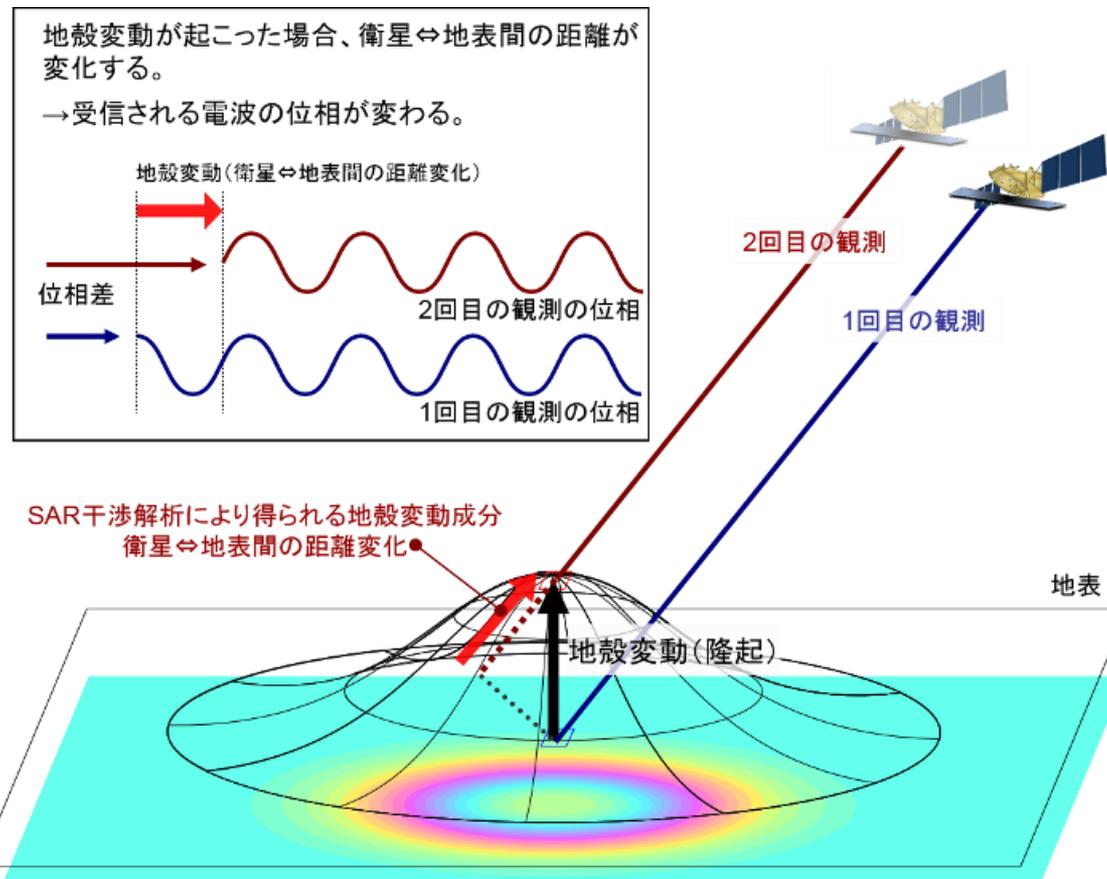


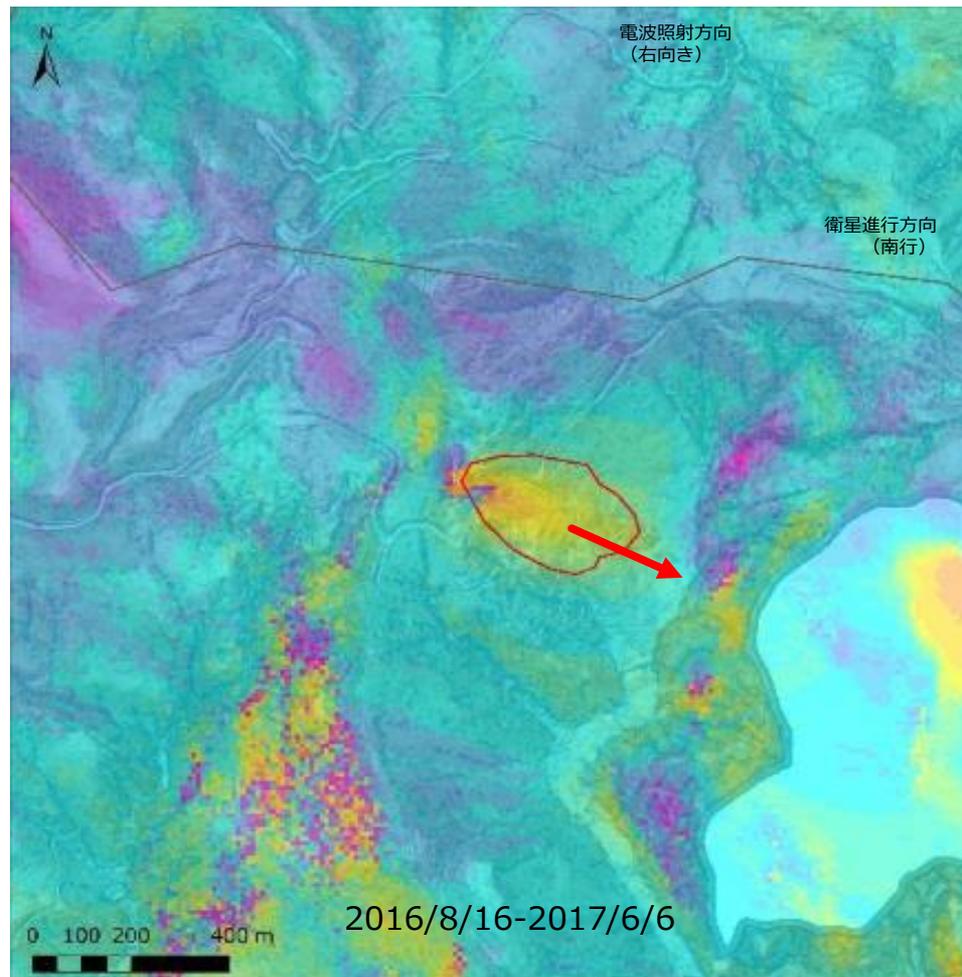
【地形の変化を見える化】

# 干渉SAR解析

# 干渉SARとは

2 時期のレーダーデータを解析し、地盤の変動を数センチ単位で計測することが可能な技術。



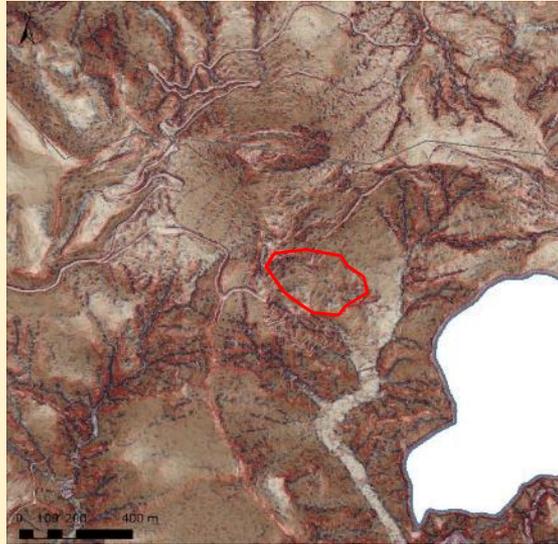


## 干渉SAR

長所：現在の微細な変動を計測できる

短所：絶対値は不正確

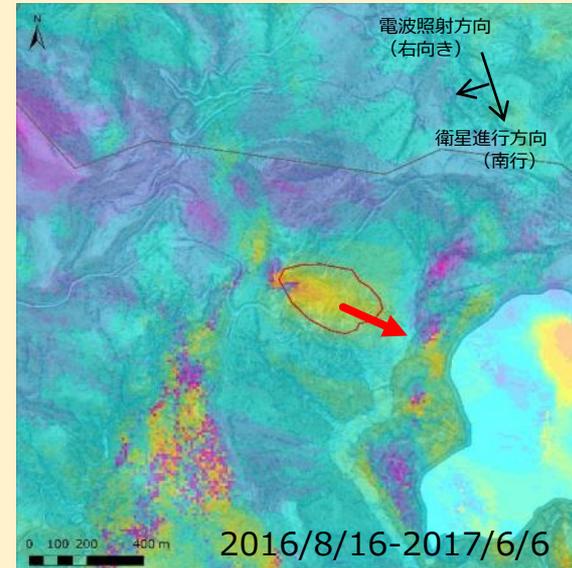
ノイズが多い（大気、地形、植生等の影響）



CS 立体図

長所：地形判読が容易

短所：現在滑動しているかは不明

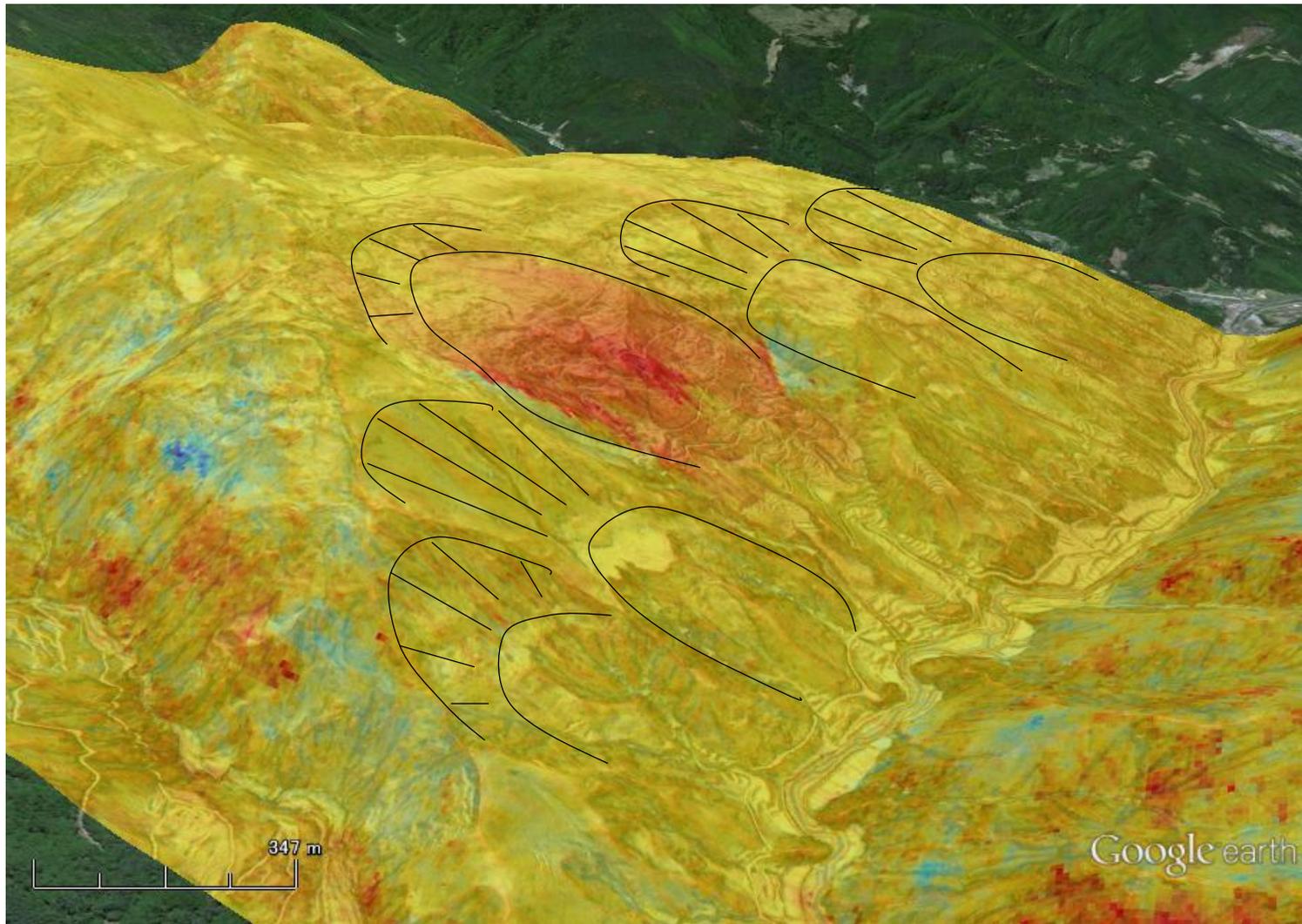


干渉SAR

長所：現在の変動を計測できる

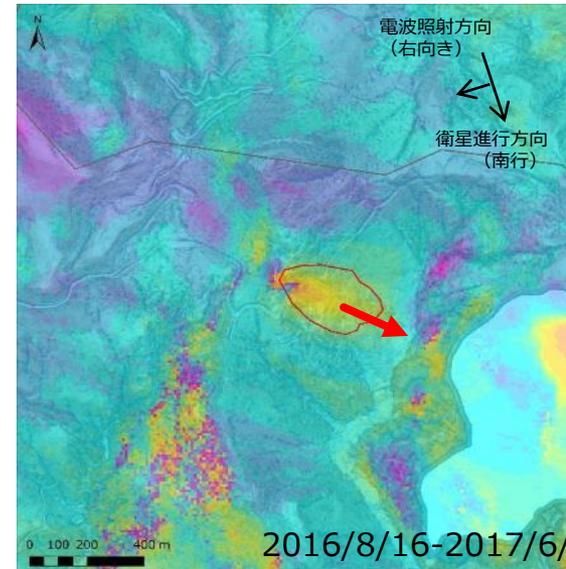
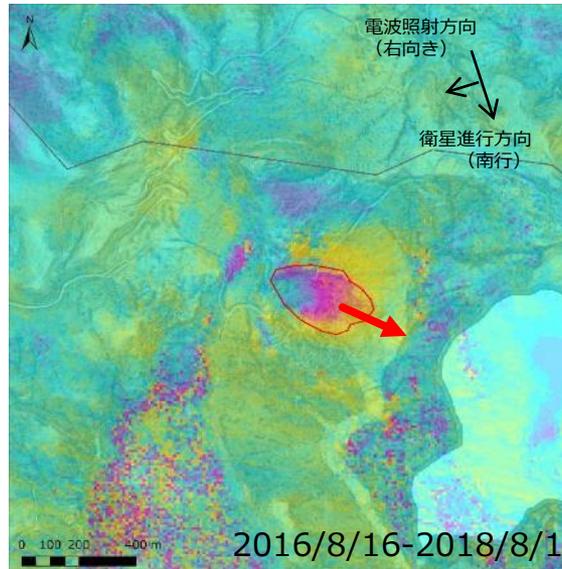
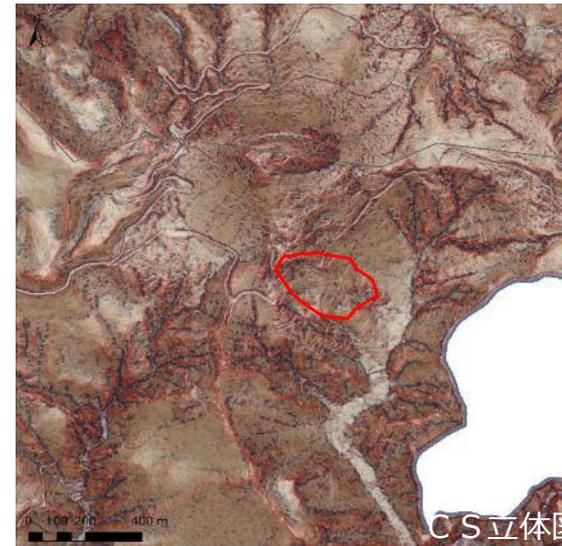
短所：絶対値は不正確  
ノイズが多い

現在滑動している危険な地滑りを抽出可能



C S 立体図と重ねて表示することにより、滑動している危険な地すべり地を抽出することができる (長野県大鹿村)

# 高山村笠ヶ岳



県庁治山係の発注により、平成30年度から全県規模で干渉SAR解析を実施中 (140カ所を検出)

# 現地調査



干渉SAR解析で抽出された、地すべり危険地を  
現地調査し、地形の変状などを確認



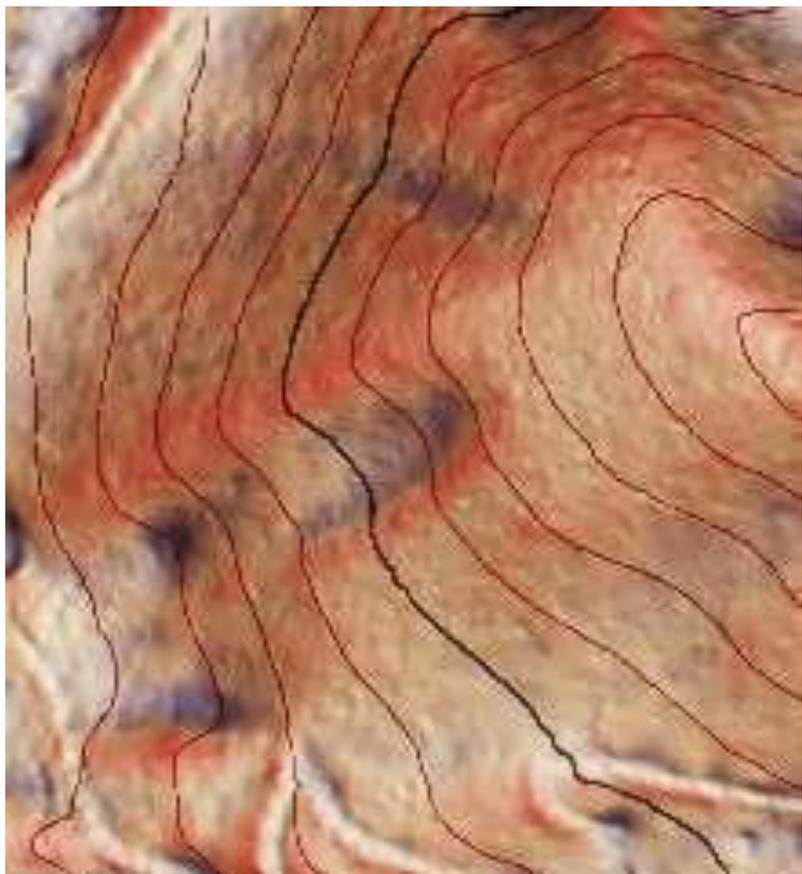
現地確認は絶対に必要！

(長野県飯田市)

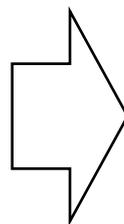
【地形判読の自動化】

# AIによる崩壊危険判読

2009年(災害前)

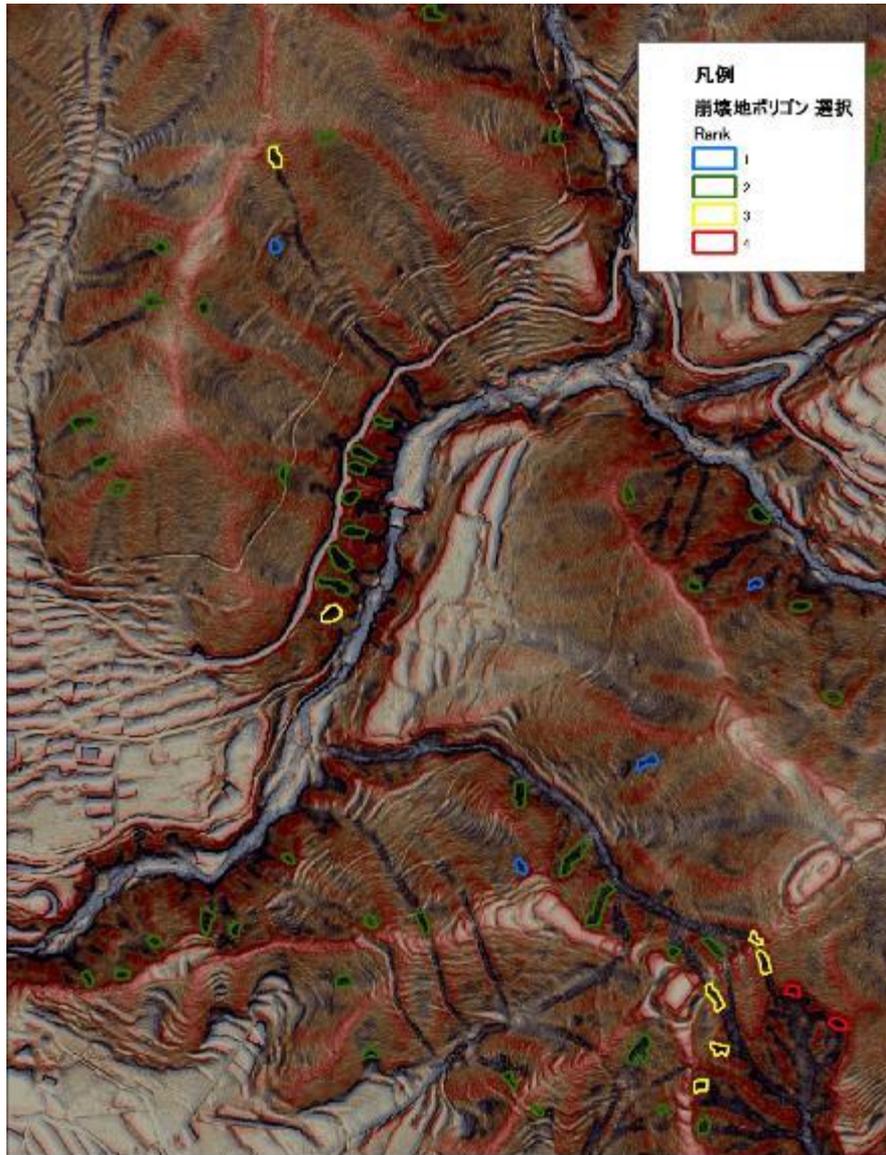


2012年(災害後)



災害発生前から浅い凹地形をしている。  
同じ場所で、繰り返し崩壊が発生  
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（H30成果）



## 崩壊跡地形の抽出ルール

- (1) 植生高が低い  
DSM-DEMが周辺より低い
- (2) 凹地形の上部にポイントを打点
- (3) CS立体図からの目視判読によりポリゴンを作成



0 50 100 200  
m

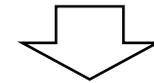
## 【教師データ】

長野県松本地区東部

判読条件

- ・植生高が低い  
( $DCHM = DSM - DEM$ から)
- ・崩壊跡(凹地形)

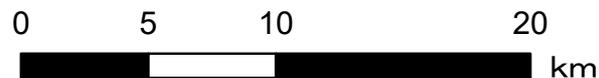
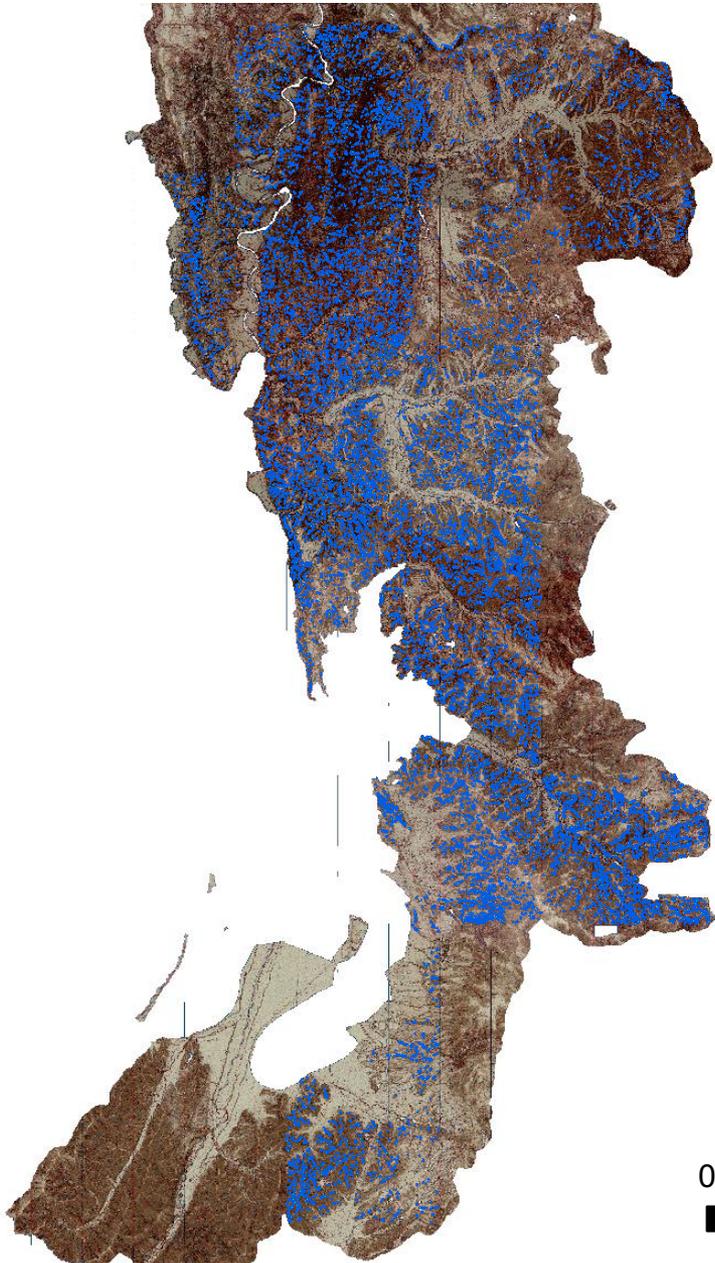
16,892箇所



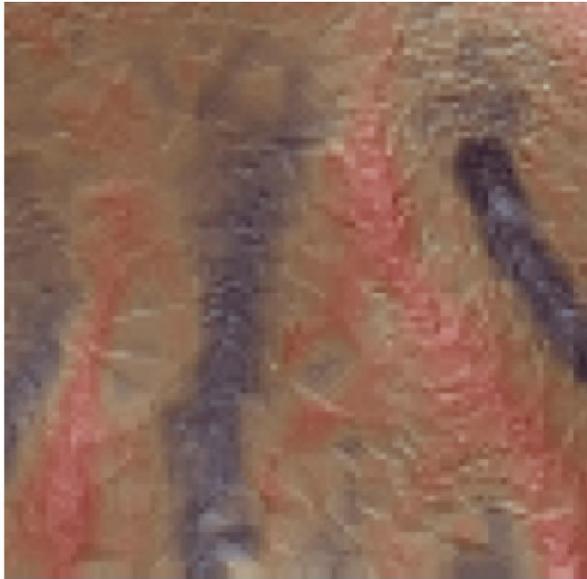
## 【AI学習】

Mask R-CNN

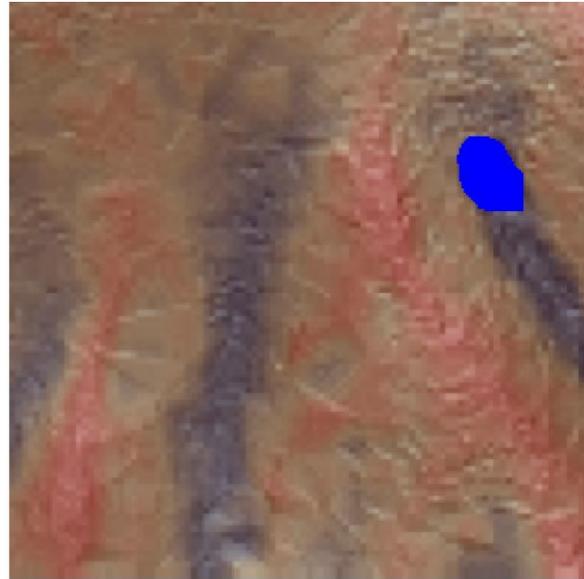
(ノーザンシステムサービス)



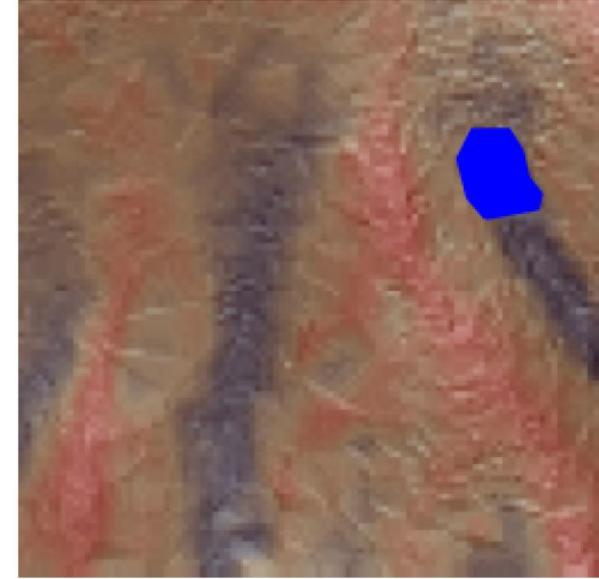
## CS立体図



## AIによる抽出



## 教師データ



CS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)

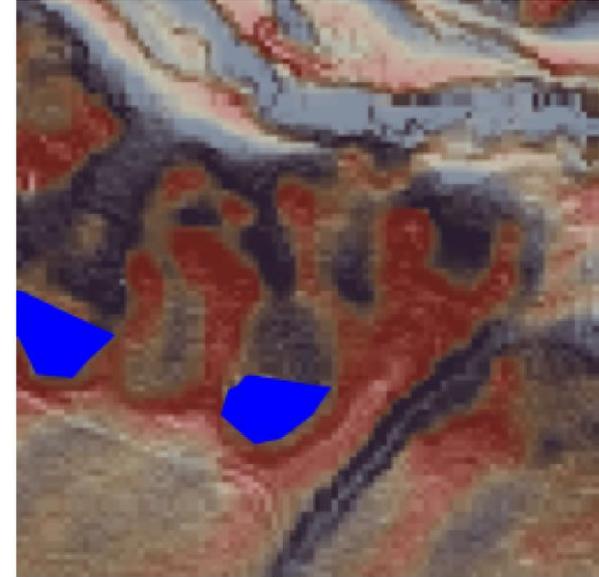
## CS立体図



## AIによる抽出



## 教師データ



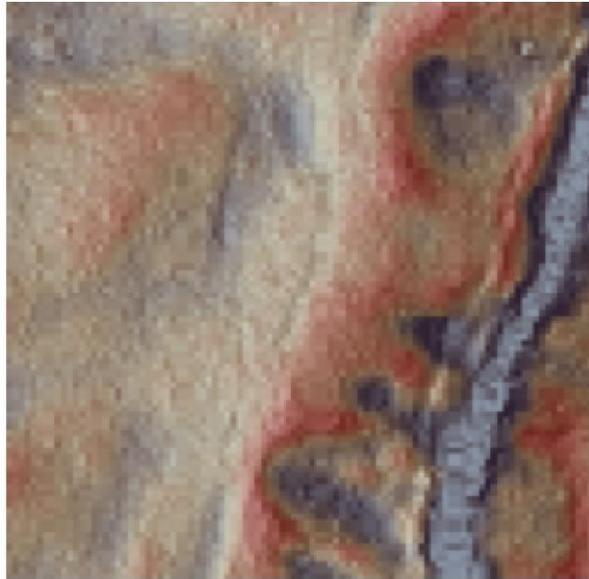
CS立体図から自動判読

人間による目視判読

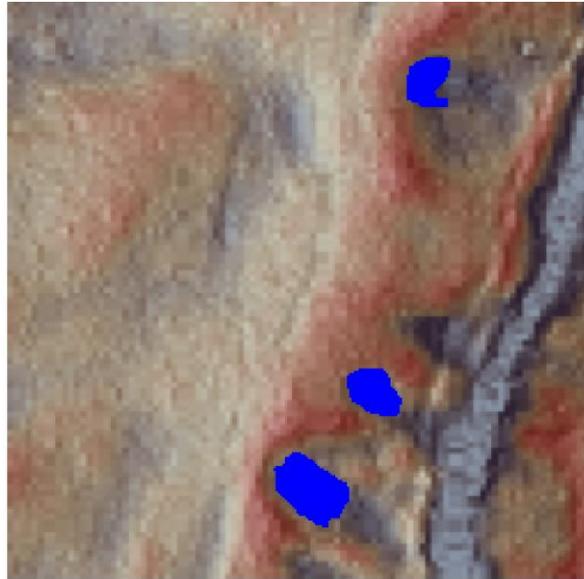
- ・植生高低い
- ・明瞭な凹地形

(解析:ノーザンシステムサービス)

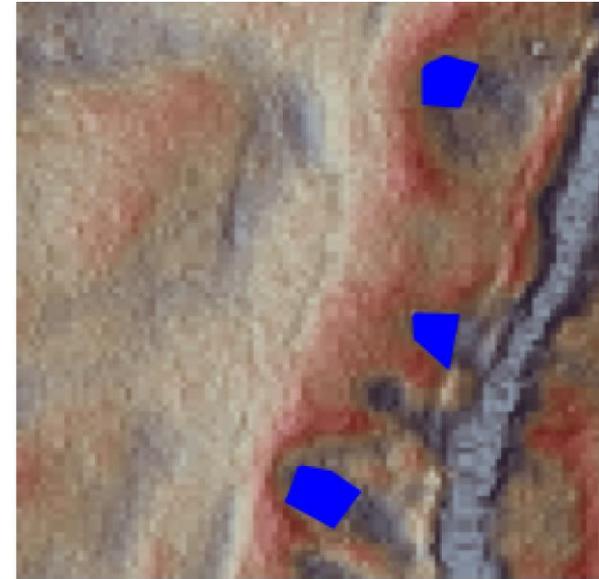
## CS立体図



## AIによる抽出



## 教師データ



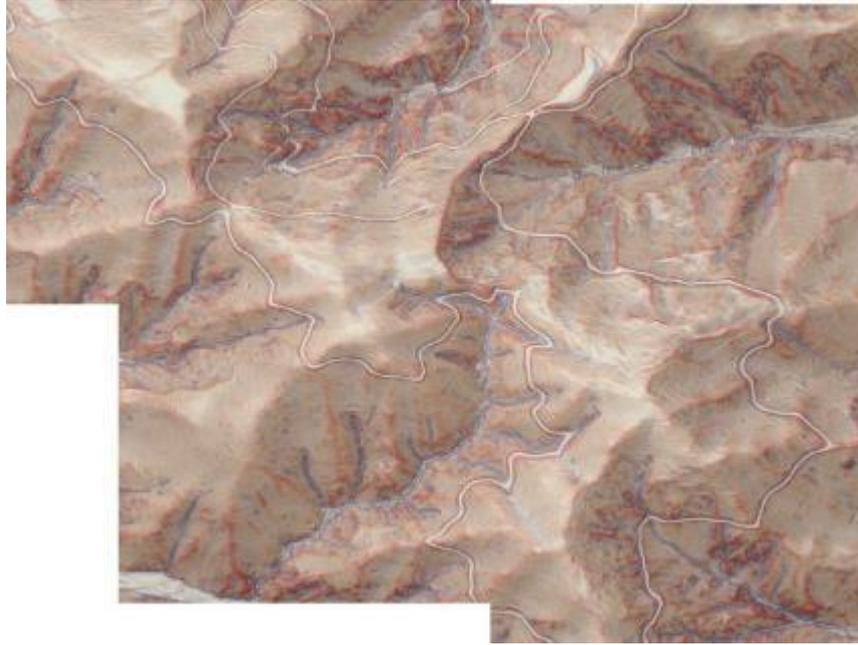
CS立体図から自動判読

人間による目視判読

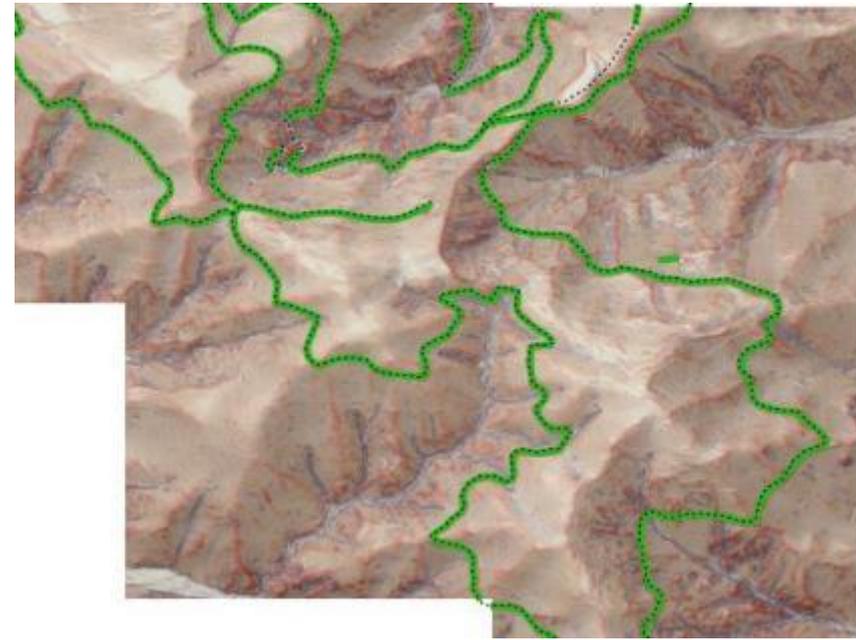
- ・植生高低い
- ・明瞭な凹地形

(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 (岐阜県)



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)

教師データとして森林路網をAI学習させると、路網線形の自動抽出も可能

## 4 おわりに

- ① 現場に行く前に、CS立体図を観て、なぜその様な形になったのか？ どのような地質構造か？ どんな災害の危険性があるか？ その他、気になる地形はあるか？ 考えてみてください。
- ② CS立体図以外の地図資料をできるだけ沢山集めて、見比べてください。例えば、空中写真(古いものから最新のものまで)、地質図、地すべり分布図、行政が公開しているハザードマップなどです。これらは、オープンデータとして公開されています。
- ③ いよいよ現地に行って答え合わせです。現地調査ではスマートフォンなどのモバイル端末で現在位置のCS立体図を確認してください。もしも、事前に考えた状態と、現地が異なっていたら、それは、あなたにとって1つ勉強になったということです。

