

CS立体図の開発で見えてきたこと

(株) ジオ・フォレスト

戸田 堅一郎

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（林道係、治山係、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

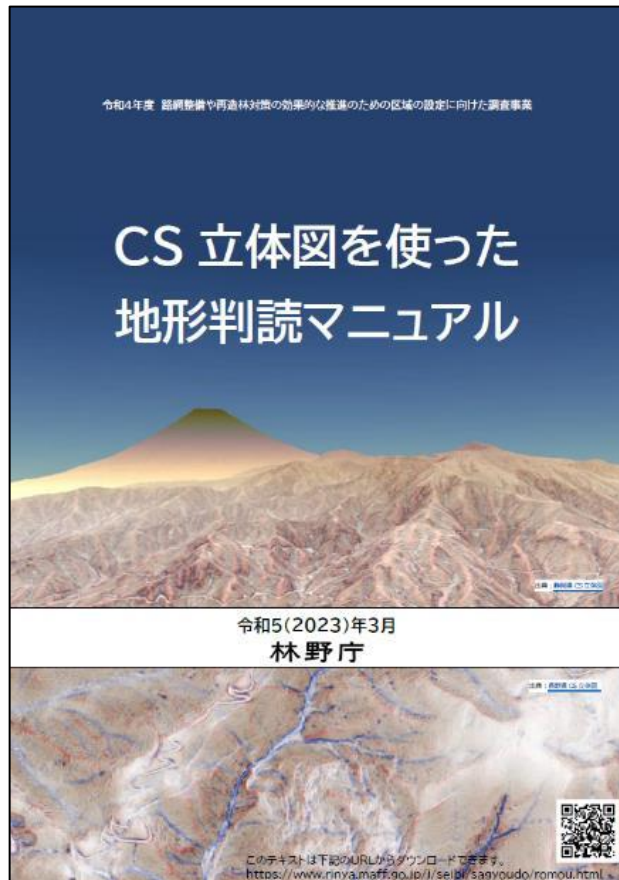
1 地形判読の基礎

地形判読マニュアルの公開

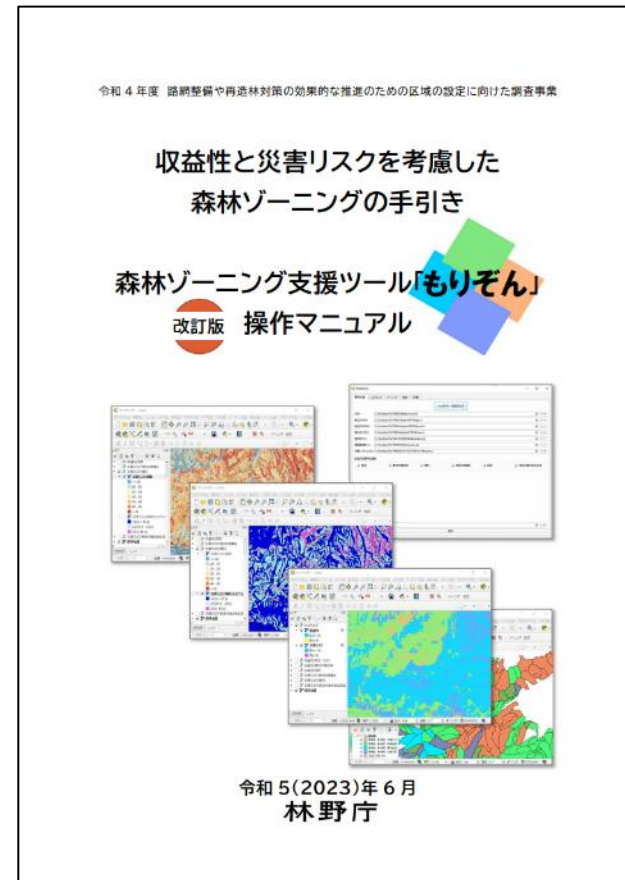
CS立体図に関する詳細は林野庁Webサイトから公開されています

<https://www.rinya.maff.go.jp/j/seibi/sagyoudo/romou.html>

(弊社ホームページにもリンクあります)



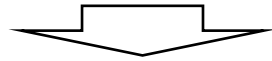
地形判読マニュアル



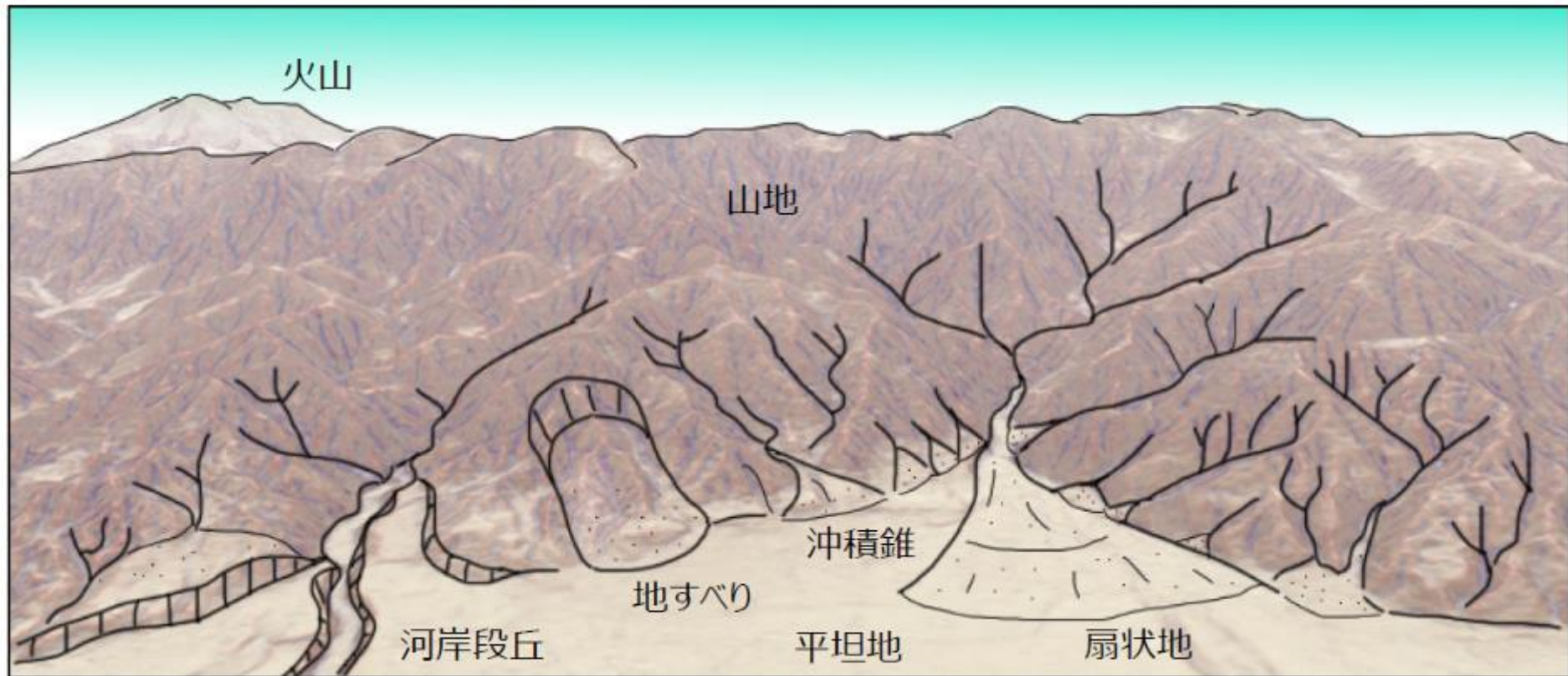
もりぞん操作マニュアル

1.1 「地形」とは

その場所で**過去に発生した現象**の痕跡



地形判読から**将来を予測**し、適切な対策をする



大地に残された様々な地形

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

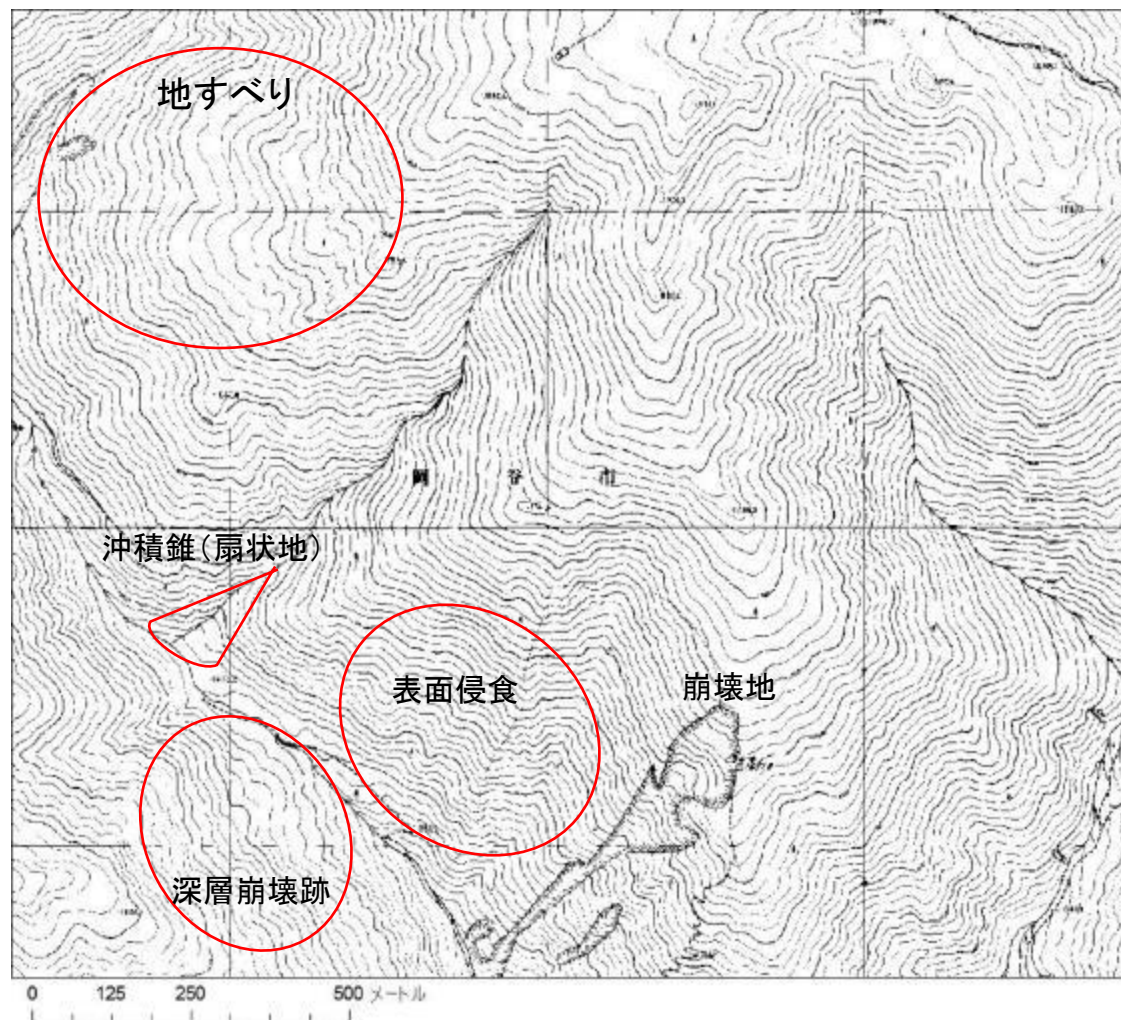
- 地形種**
- ・特定の成因によって形成された特定の形態的特徴をもつ地形の部分
 - ・判読者の解釈によって判断が異なる

例) 扇状地、崖錐、地すべり滑落崖、地すべり側方崖 など

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



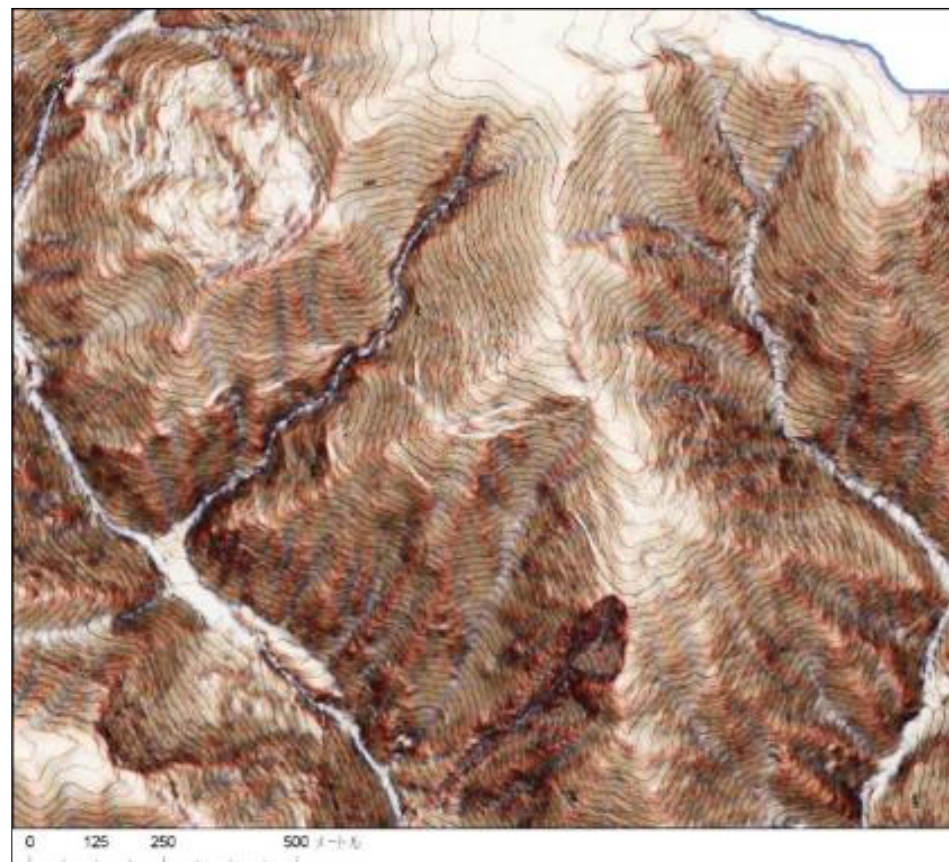
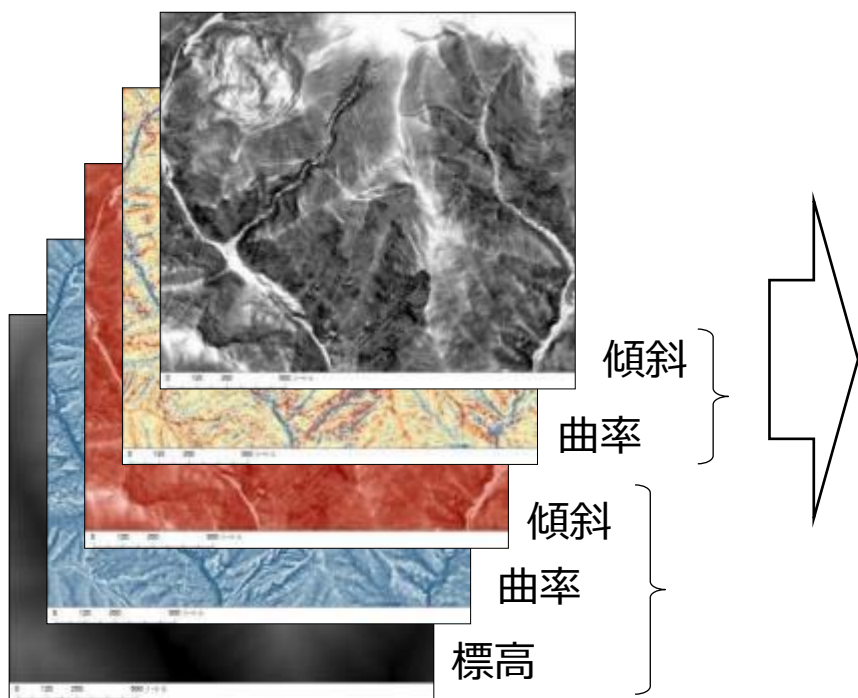
標高、傾斜、曲率等の地形量から地形種を「解釈」する

2 CS立体图

CS立体図とは

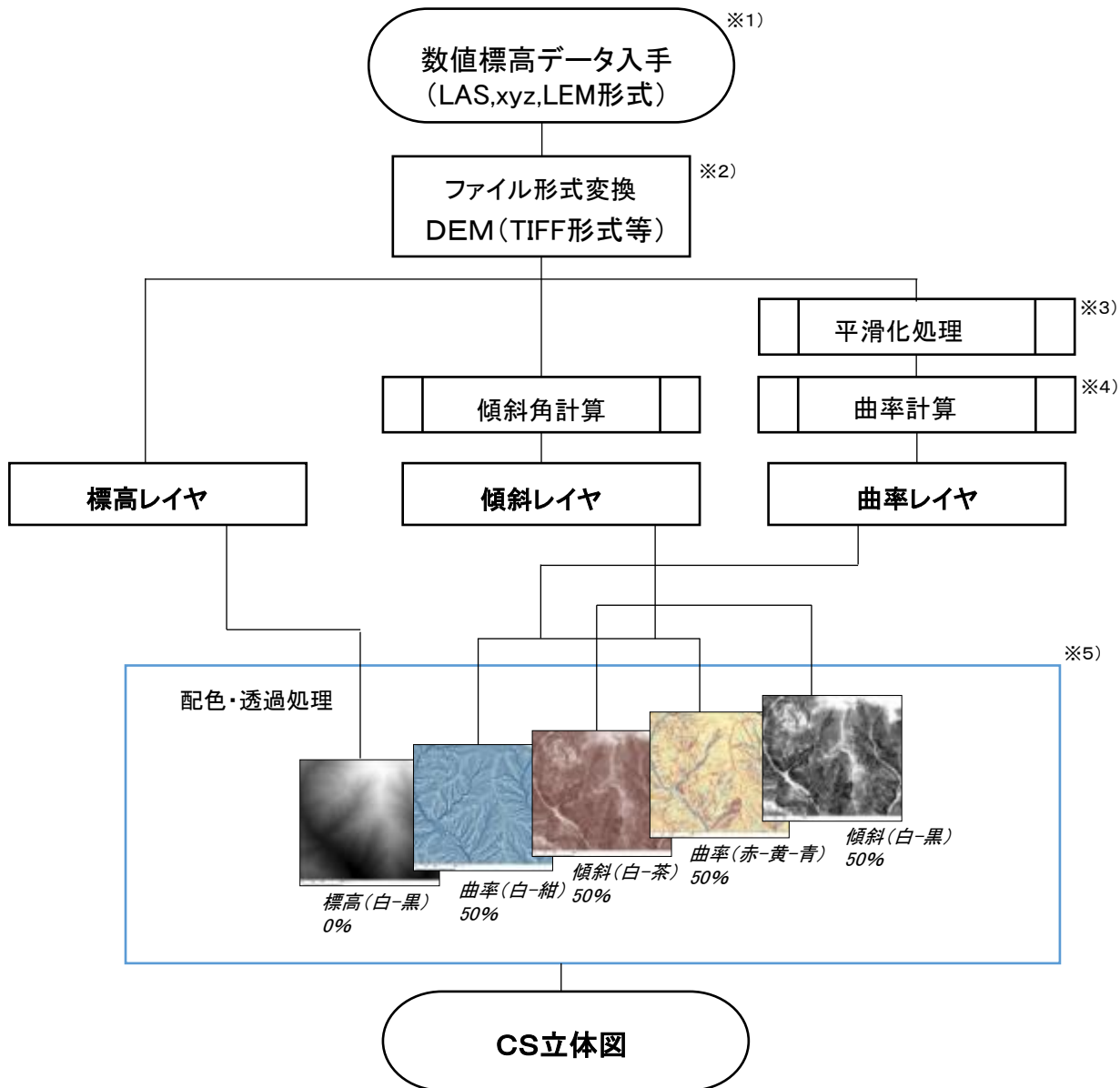
「標高」「傾斜」「曲率」の3つの情報に色を付け、重ねて透過処理することで立体表現した図法

[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

CS立体図作成の流れ図



【解説】

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

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

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

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

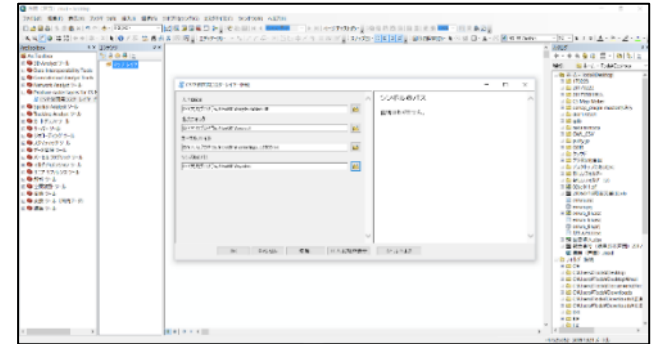
※5) 配色・透過処理
 ・デフォルトは左記設定。用途や、判読したい地形規模に応じて、色調や透過率を調整する。

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)

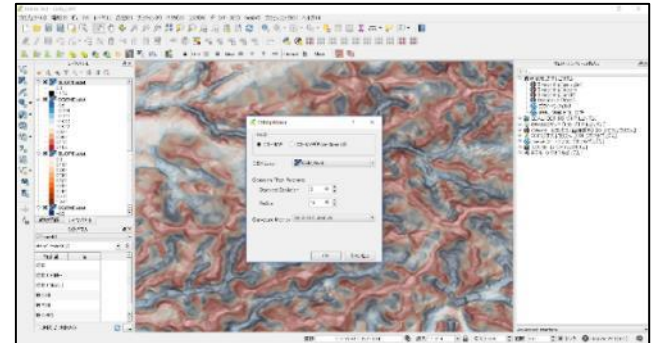
G空間情報センターから入手可能 (ArcGIS本体は要購入)

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



- QGIS版 (作成：ミエルネ 朝日孝輔氏)

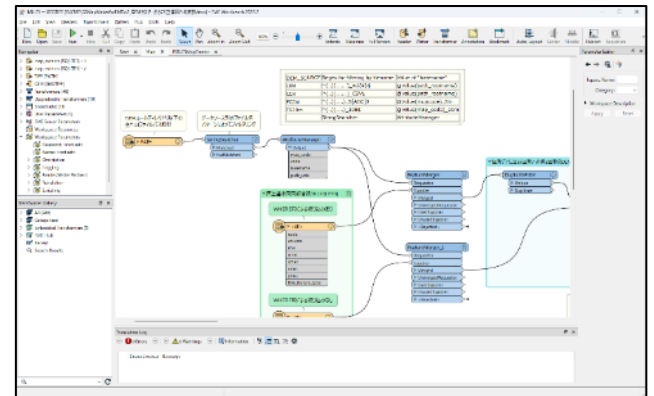
QGISのプラグインから「CSMapMaker」をインストール



- FME版 (作成：Pacific Spatial Solutions)

作成者から (FME本体は要購入)

処理速度が大幅にUP!



作成されたCS立体図はG空間情報センター等で公開

新規ユーザー登録 ログイン

G空間情報センター

データセット / 組織 / カテゴリ / アプリ

組織 / 森林整備課 / 栃木県「微地形図（CS立体図）」

栃木県「微地形図（CS立体図）」

フォロワー
0

組織

データセット カテゴリ

栃木県「微地形図（CS立体図）」

～全国的なデータ公開に向けた、アンケートに御協力をお願いします。（所要時間2分）～
（※右クリックし「リンクを新しいウインドウで開く」を選択すると別ウインドウで開きます。）

[アンケートリンク](#) ←ここをクリックしてください。

令和3～4年度に栃木県が実施した航空レーザ測量データを使用して作成した「微地形図（CS立体図）」です。

「CS立体図」は、長野県林業総合センターが考案した微地形表現図です。土地の起伏（凸凹）や傾斜（緩急）の特徴を図示した画像となっており、尾根（凸地）は「赤色」、谷（凹地）は「青色」、急傾斜地は「暗色」、緩傾斜地は「明色」で表現されています。

XYZタイル形式でのご提供となっており、GIS等でタイルURLを接続することをご利用いただけます。

XYZタイルで配布することで、QGISやWebGISで簡単に表示できる

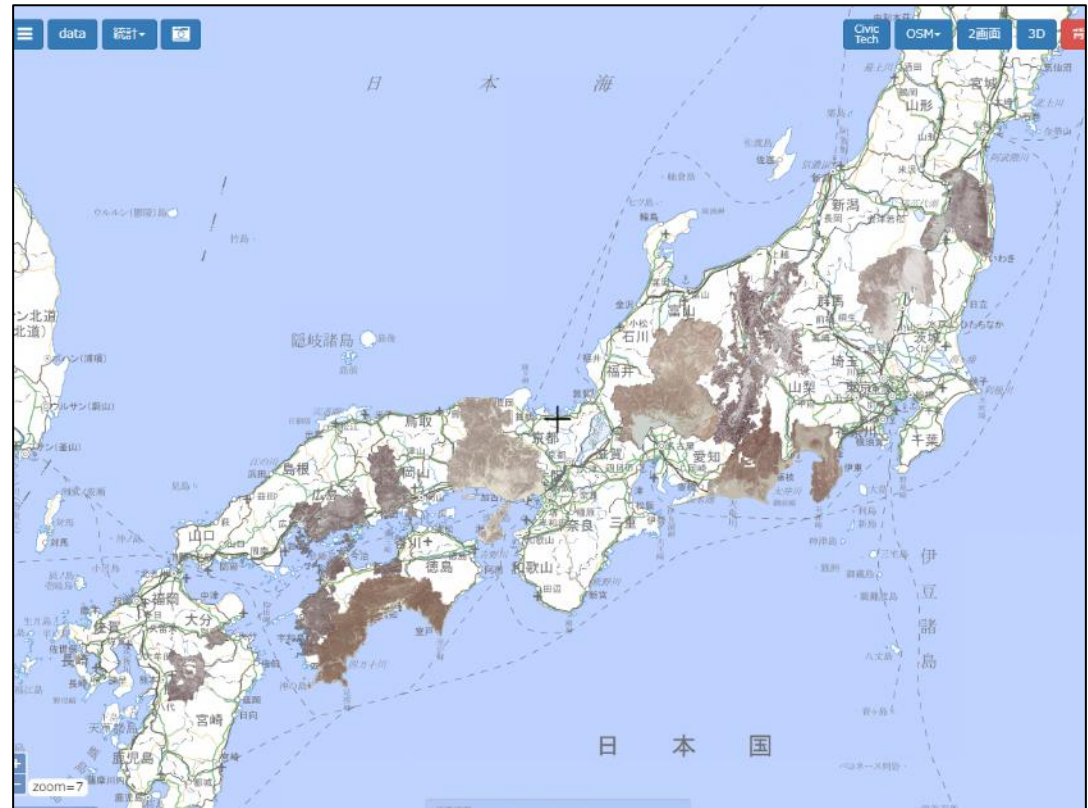
<https://rinyatochigi.geospatial.jp/2023/rinya/tile/csmapi/{z}/{x}/{y}.png>

公開されているCS立体図

(2023.10.10 現在)



10mメッシュ版
全国



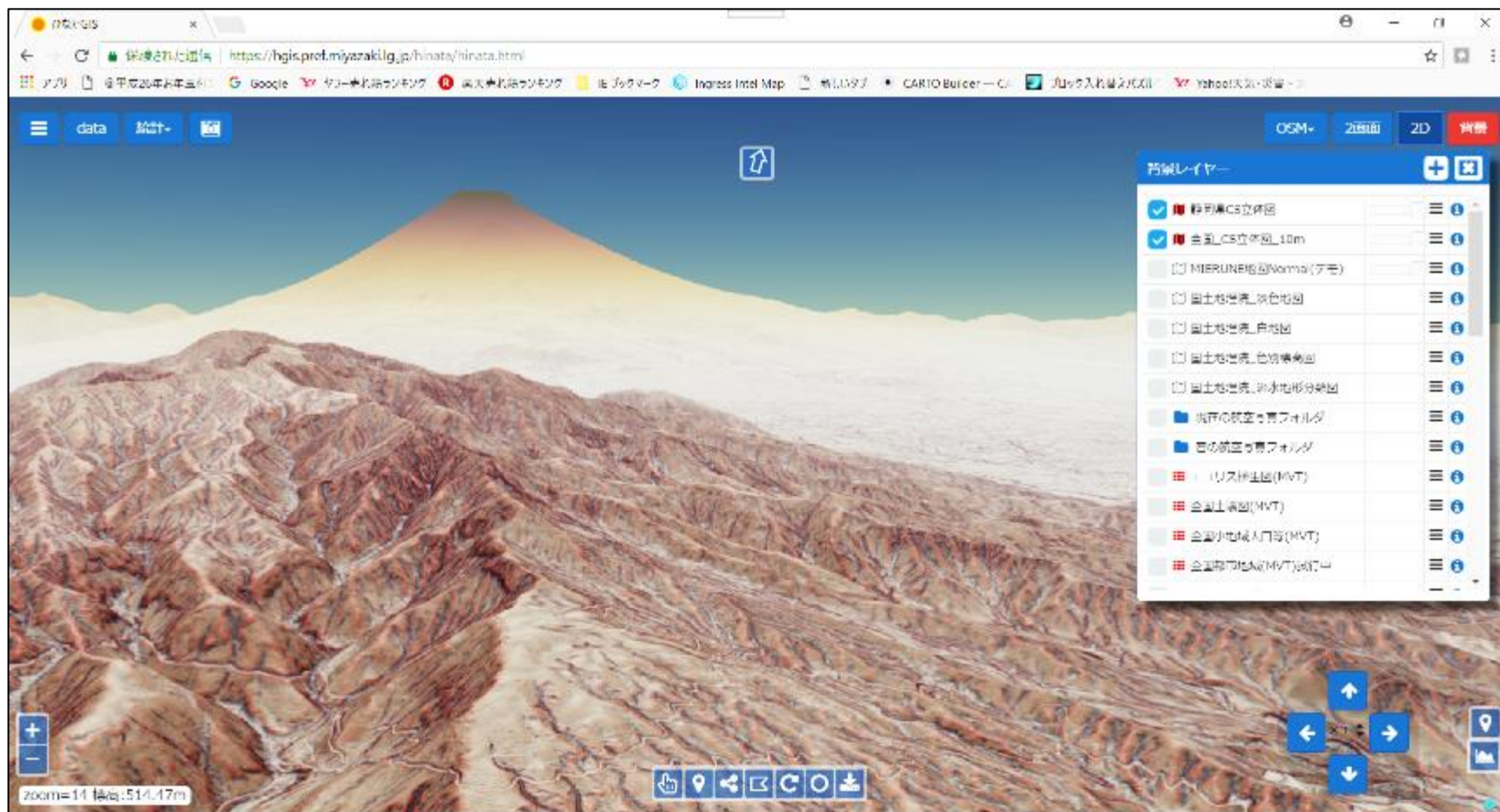
細密 (1mメッシュ以下) 版

長野県、岐阜県、静岡県、兵庫県、福島県、岡山県、
広島県、高知県、愛媛県、大分県、福岡県、栃木県、
高知県 (13県)

宮崎県のwebサイト「ひなたGIS」ご紹介



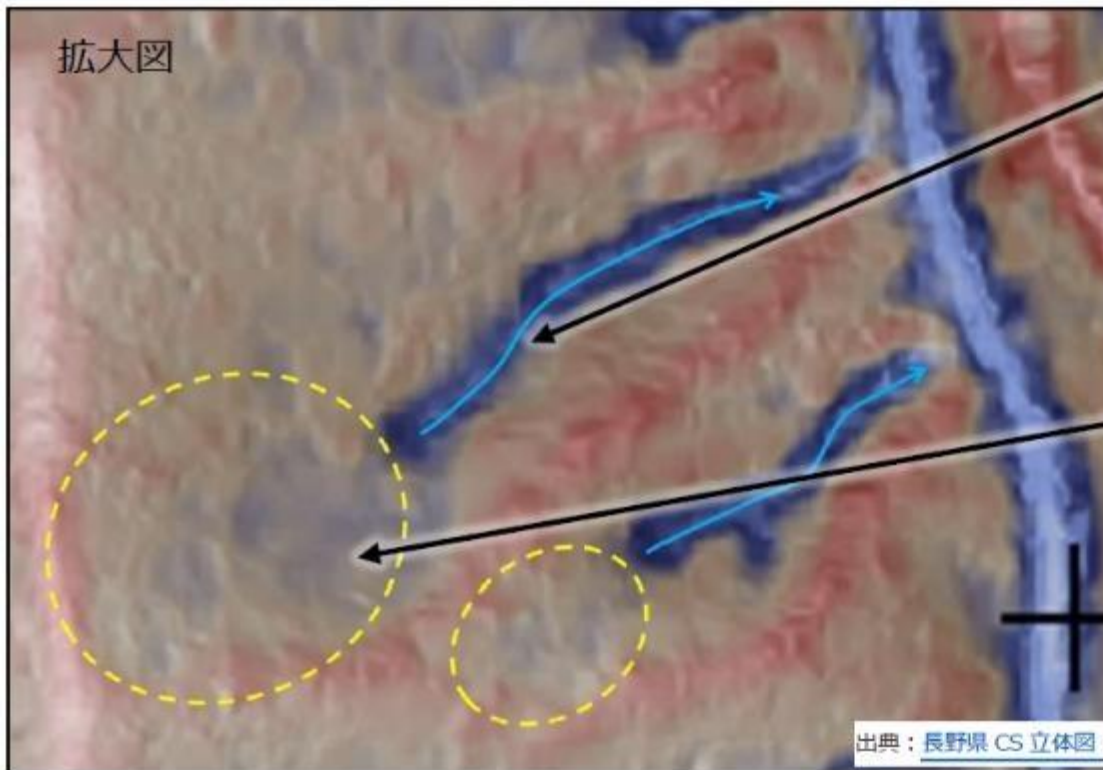
<https://hgis.pref.miyagi.jp/hinata/>



ひなたGISの背景図として利用可能

3 CS立体図による 災害危険地形の判読例

(1) 谷頭部(こくとうぶ) — 侵食前線 —

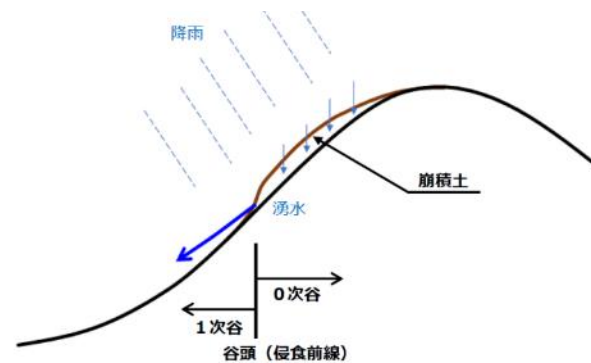


1次谷 (明瞭な谷)

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。

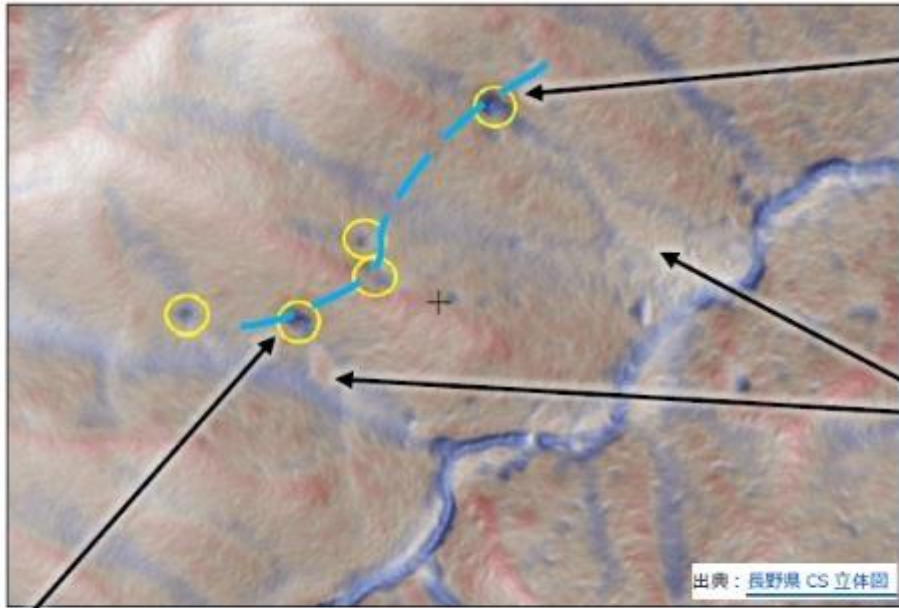
0次谷 (常水のない浅い谷地形)

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。



侵食前線の模式図

(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。

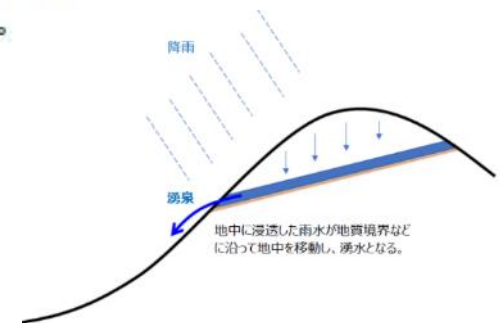
崩積土

下流部には湧泉から流れ出た土砂が堆積している。



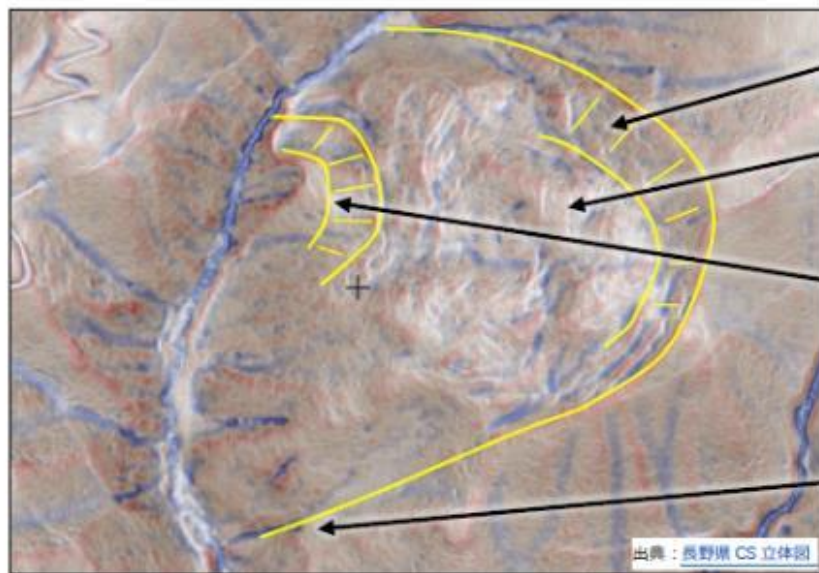
(写真提供：長野県林業総合センター)

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。



地質構造による湧泉の模式図

(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。

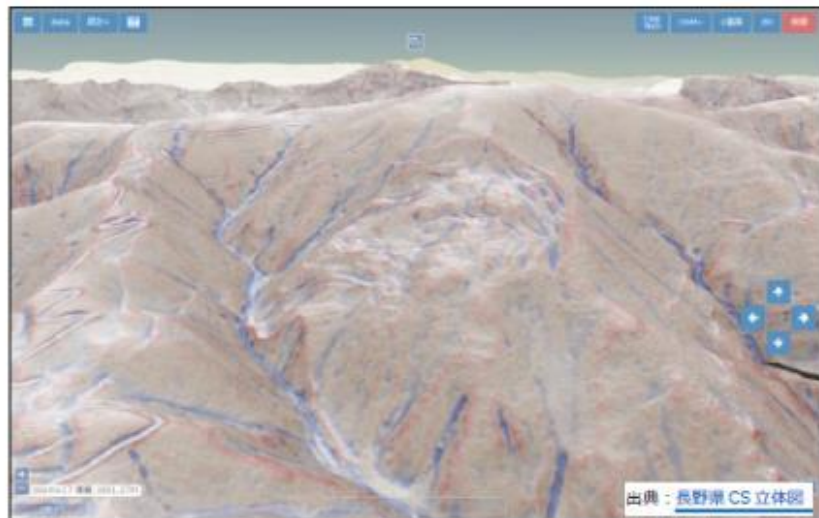
内部の二次すべり

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

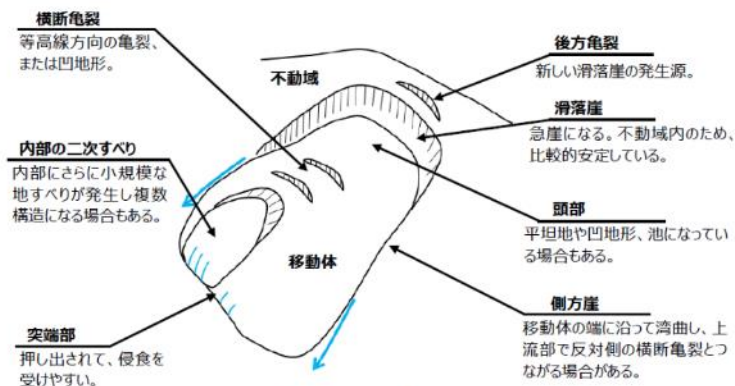
活発に侵食が進行するので、路網開設時には要注意。

出典：長野県 CS 立体図



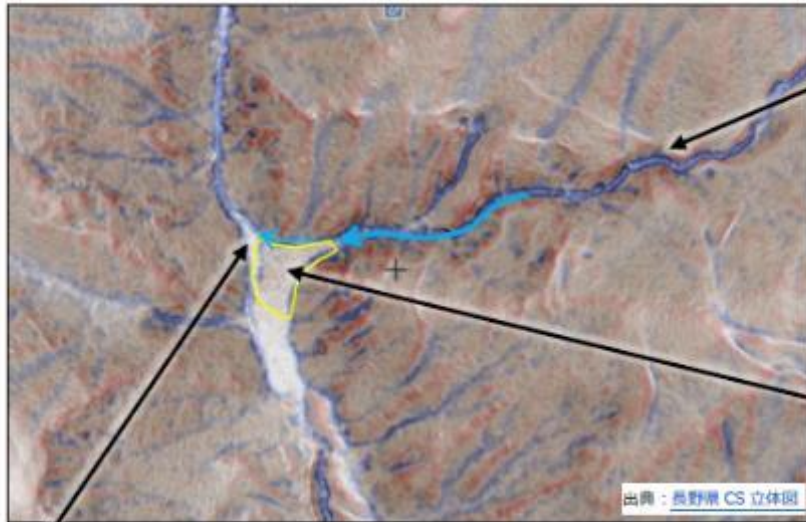
出典：長野県 CS 立体図

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。



地すべり地形の模式図

(4) 沖積錐(ちゅうせきすい)



土砂発生源

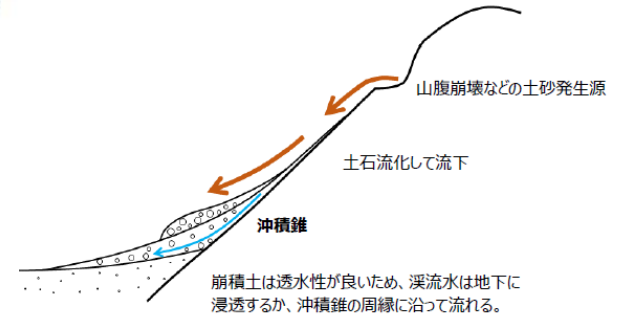
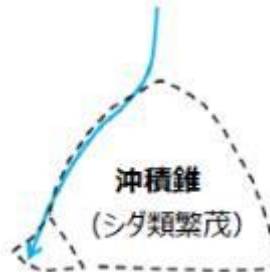
小規模な溪流でも、沢の出口に沖積錐があることから、上流では土砂生産が多いことがわかる。

沖積錐



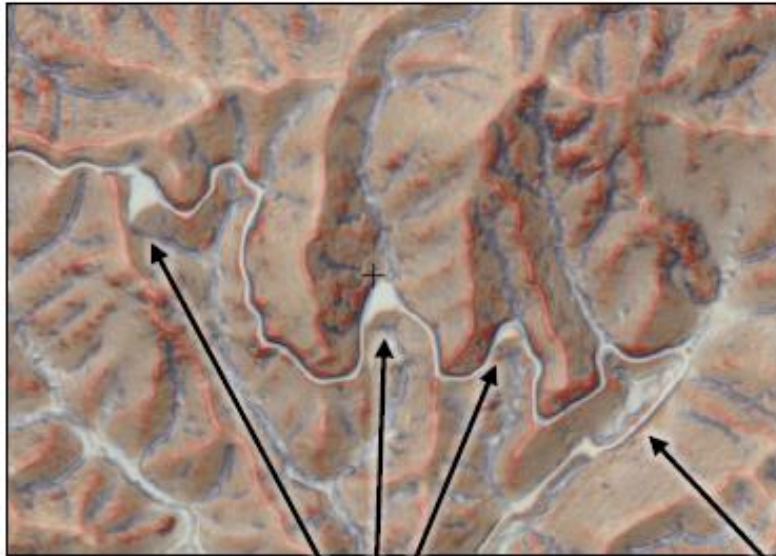
(写真提供：長野県林業総合センター)

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。



沖積錐の模式図

(5) 人工改変 (じんこうかいへん)



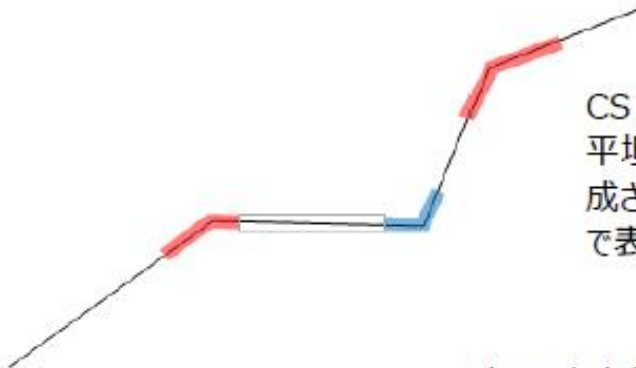
出典：岐阜県 CS 立体図

盛土

路網線形



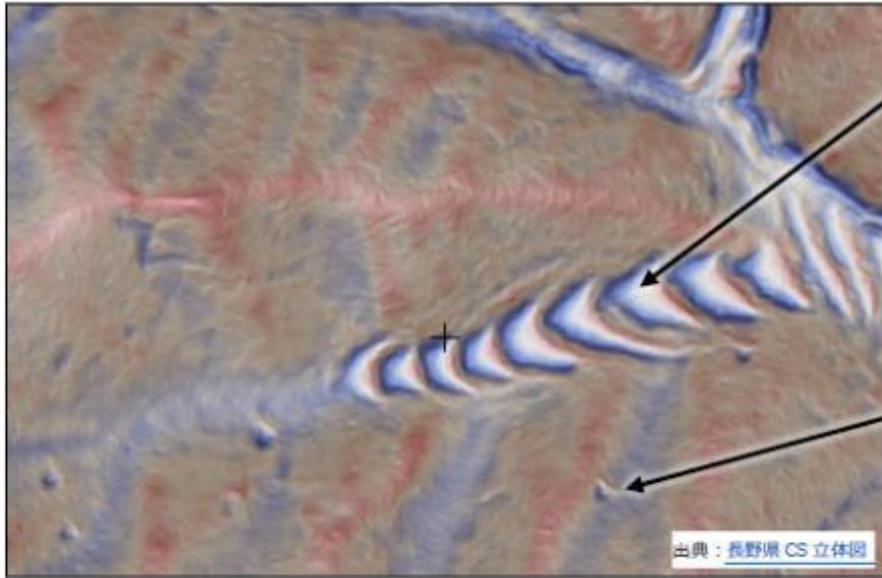
緯度：35.6424
経度：136.9896
岐阜県



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

(5) 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。

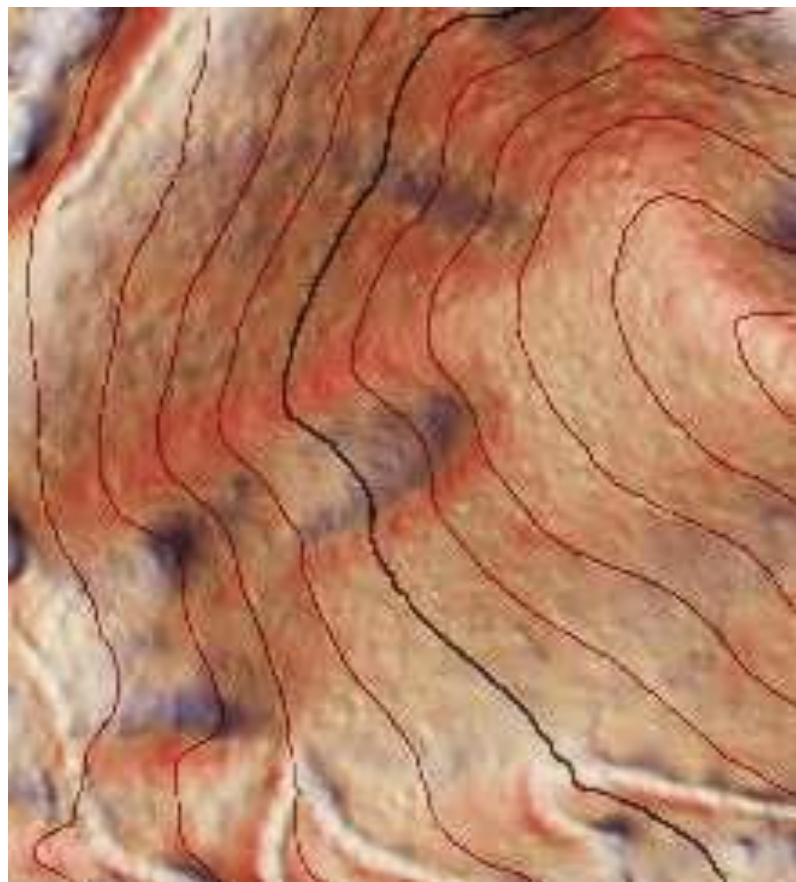


現在は森林化している場所では、等高線による地形図や空中写真から、耕作跡地や炭焼き窯跡を判読することはできない。

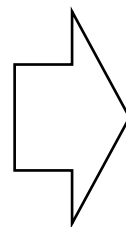
4 AIによる地形判読 の自動化

The background is a solid blue color. On the right side, there are several white lines of varying thicknesses that originate from the top right corner and extend diagonally towards the bottom left, creating a sense of motion or a modern design element.

2009年(災害前)

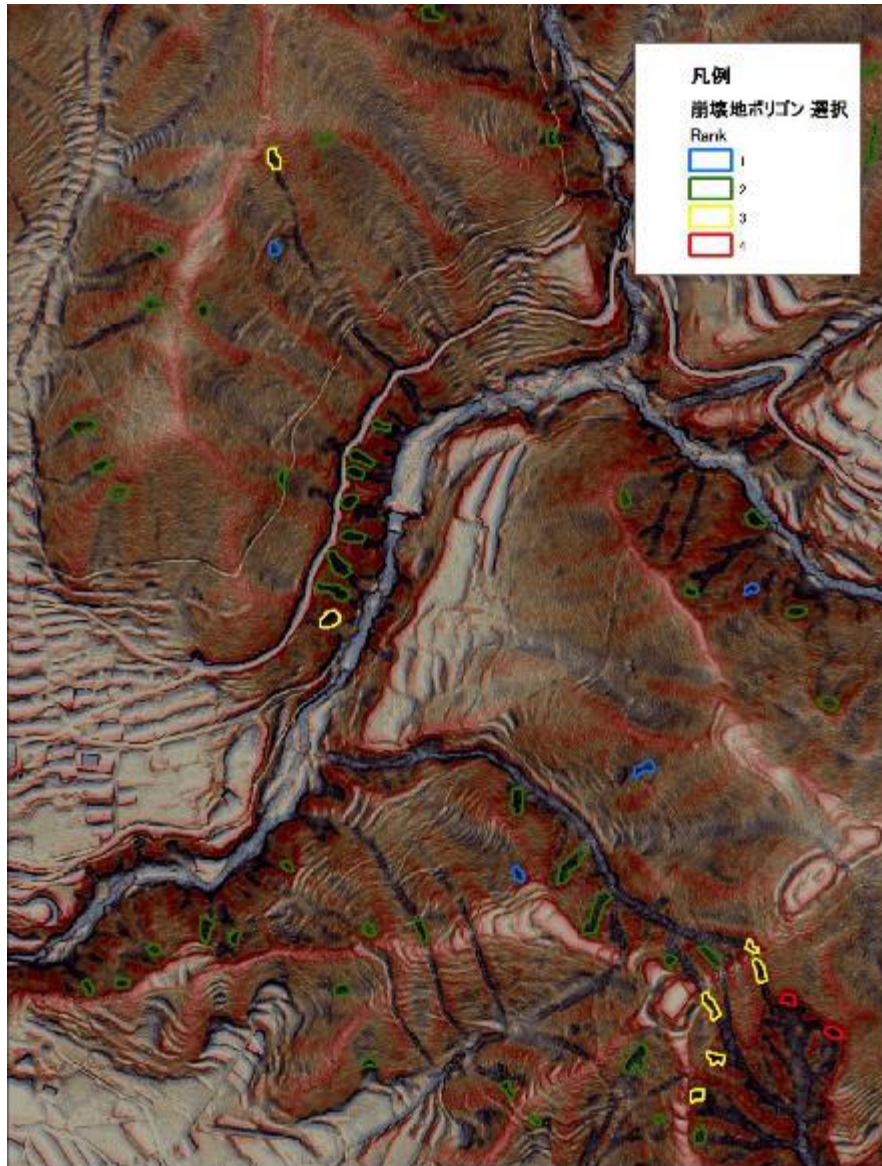


2012年(災害後)



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（目視判読）



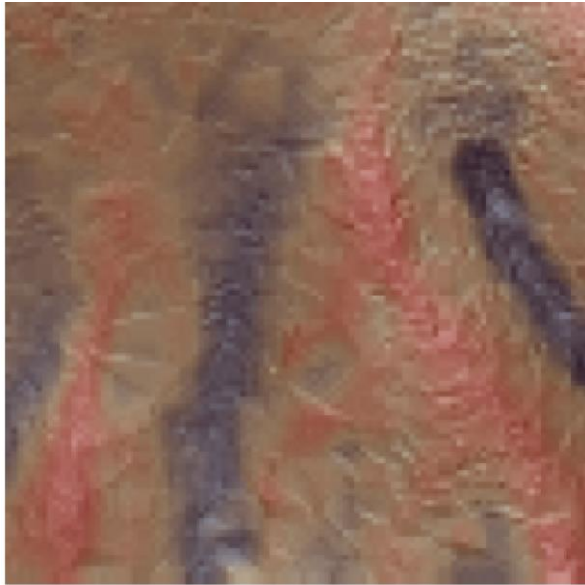
崩壊跡地形の抽出ルール

- (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

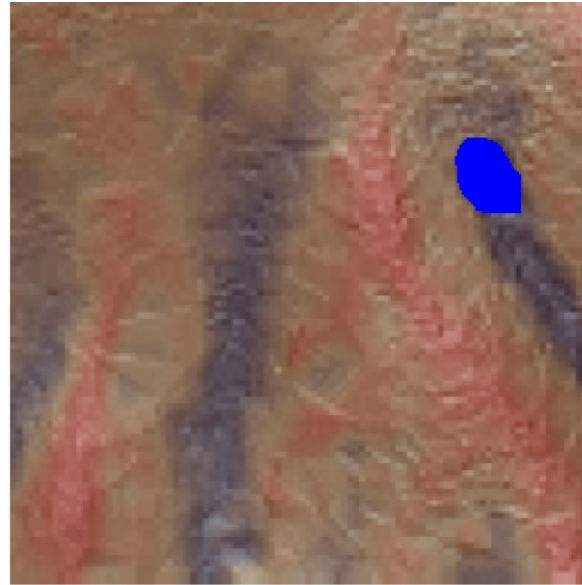


0 50 100 200
m

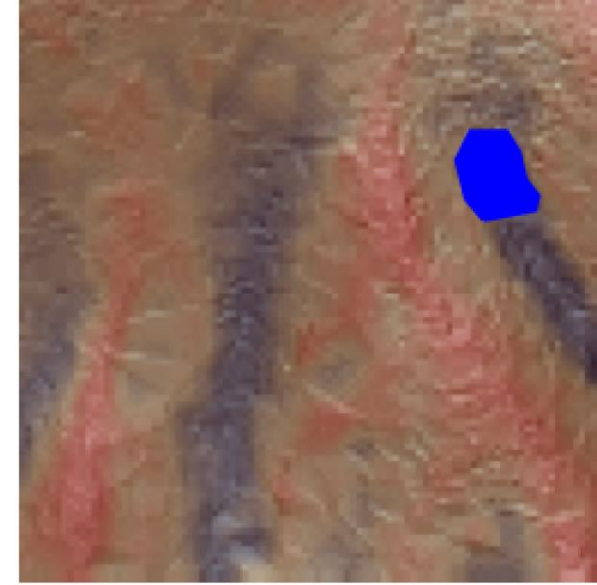
CS立体図



AIによる抽出



教師データ



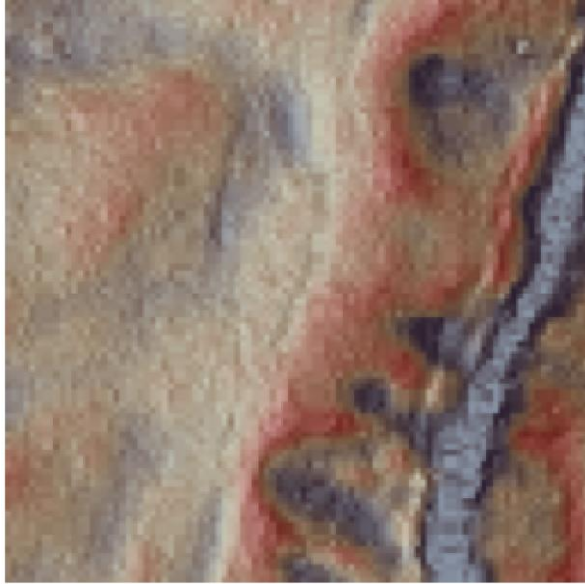
CS立体図から自動判読

人間による目視判読

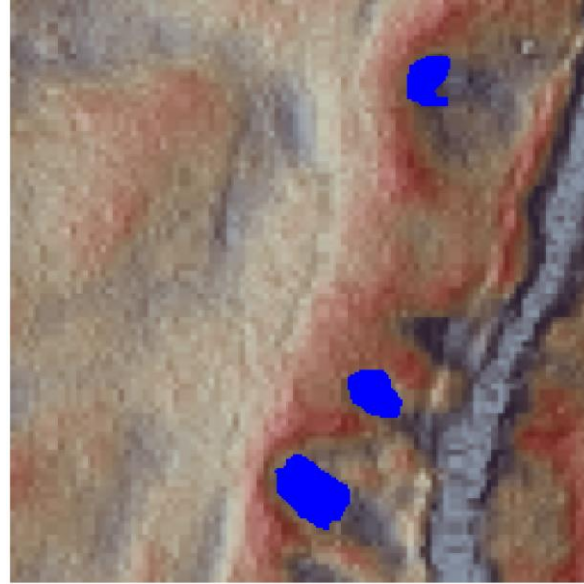
- ・植生高低い
- ・明瞭な凹地形

(解析:ノーザンシステムサービス)

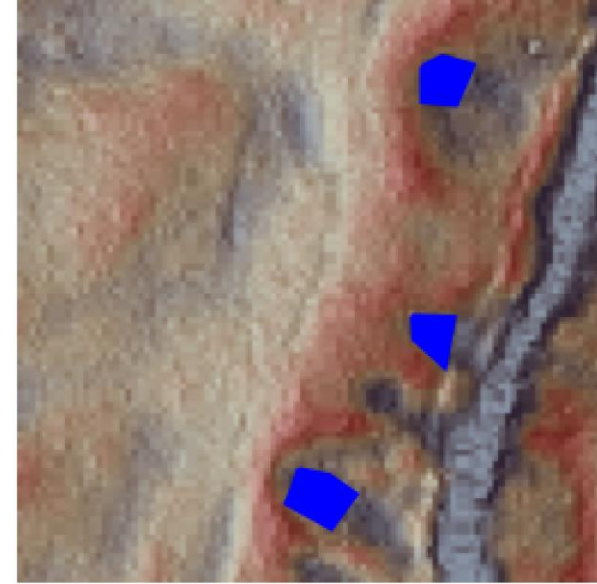
CS立体図



AIによる抽出



教師データ



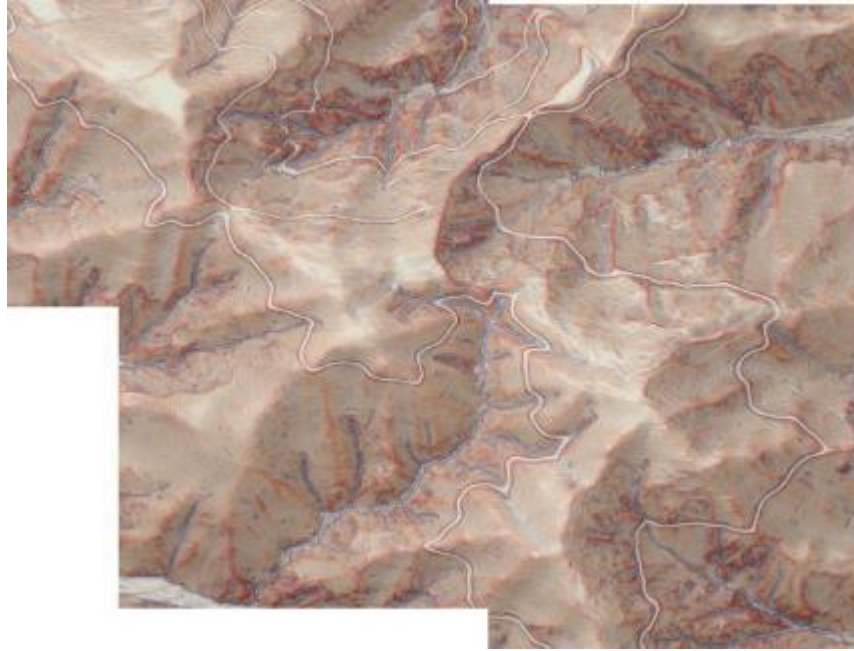
CS立体図から自動判読

人間による目視判読

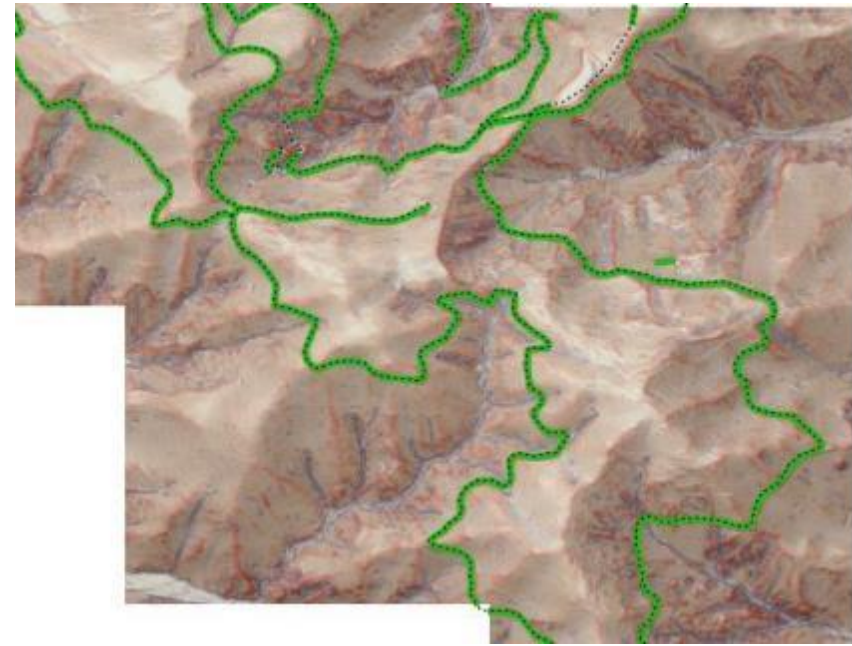
- ・植生高低い
- ・明瞭な凹地形

(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

5 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

CS立体図の開発で見えてきたこと (まとめ)

- 等高線では判読が難しかった**崩壊危険地形**の見える化
- 作成方法の公開により**自動作成ツール**の開発・公開
- **完成データの公開**により利用者拡大
- **AI技術**の活用により地形判読の自動化
- 地域住民の**情報共有**

GISは意思決定ツールではなく、人間が意思決定するための**コミュニケーション支援ツール**

ご清聴ありがとうございました。