

関東技術建設技術展 第5回出展技術発表会

最先端技術を使って斜面災害を未然に防ぐ！

「SVマップ」 「感太郎」

2024年1月31日(水)
中央開発株式会社

令和6年能登半島地震で被災された方々に心よりお見舞い申し上げます。
また、ご家族や大切な方々を亡くされた皆さまにお悔やみを申し上げます。

私たちが暮らす日本列島は、4枚のプレートによって構成されていて(③)、たくさんの断層(④)や火山(⑥)が存在します。プレートや断層の動きで地震が起きると、大きな地すべり(①)が発生することがあります。

また、世界でも多い地域で、近年は気候変動もあって、斜面上崩壊(⑤)が頻発し、盛土(②)の崩壊も社会問題になっています。火山(⑥)では土石流も発生します。

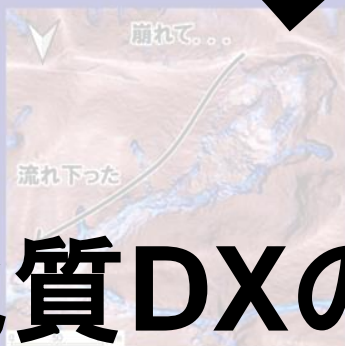
- ①弊社の地質DXの取り組み
- ②SVマップの原理
- ③調査手法
- ④SVマップ活用事例

SVマップ

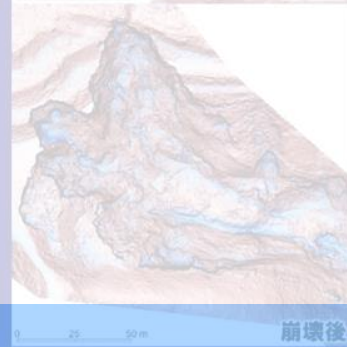
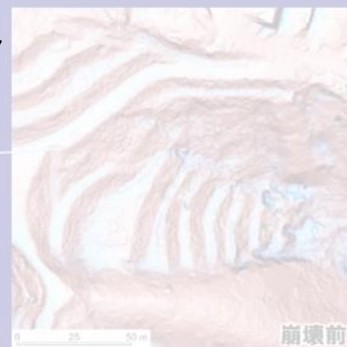
④阿寺断層



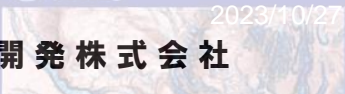
①地すべり



⑤丹波市の斜面崩壊



⑥桜島





① 弊社の地質DX の取り組み

弊社の地質DXの取り組み

わたしたちにとって、**地質DX**とは、地質調査に最新デジタル技術を導入することにより、これまでは実現が難しかった地上と地下を結びつけた3次元表現やデジタルツインを可能にし、より確かな情報を、より使いやすい・わかりやすい形でステークホルダーの皆さまに提供する取り組みです。

[中央開発株式会社 | 地質DX \(ckcnet.co.jp\)](https://ckcnet.co.jp)

SVマップ

(株)STORYと共同開発した「**SVマップ**」は「**天空率**」を使って地形の起伏を表現する微地形表現図です。

航空レーザ測量などで作成されたDEM(数値標高モデル)を使って、傾斜や起伏を視認しやすくして、遷急線、遷緩線、滑落崖、流水痕などの判読に活用します。

[中央開発株式会社 | SVマップ \(ckcnet.co.jp\)](http://ckcnet.co.jp)



[Google Mapではコチラ](#)
[\(c\)中央開発株式会社 \(公式HP\) \(リンク\)](#)

②SVマップの原理

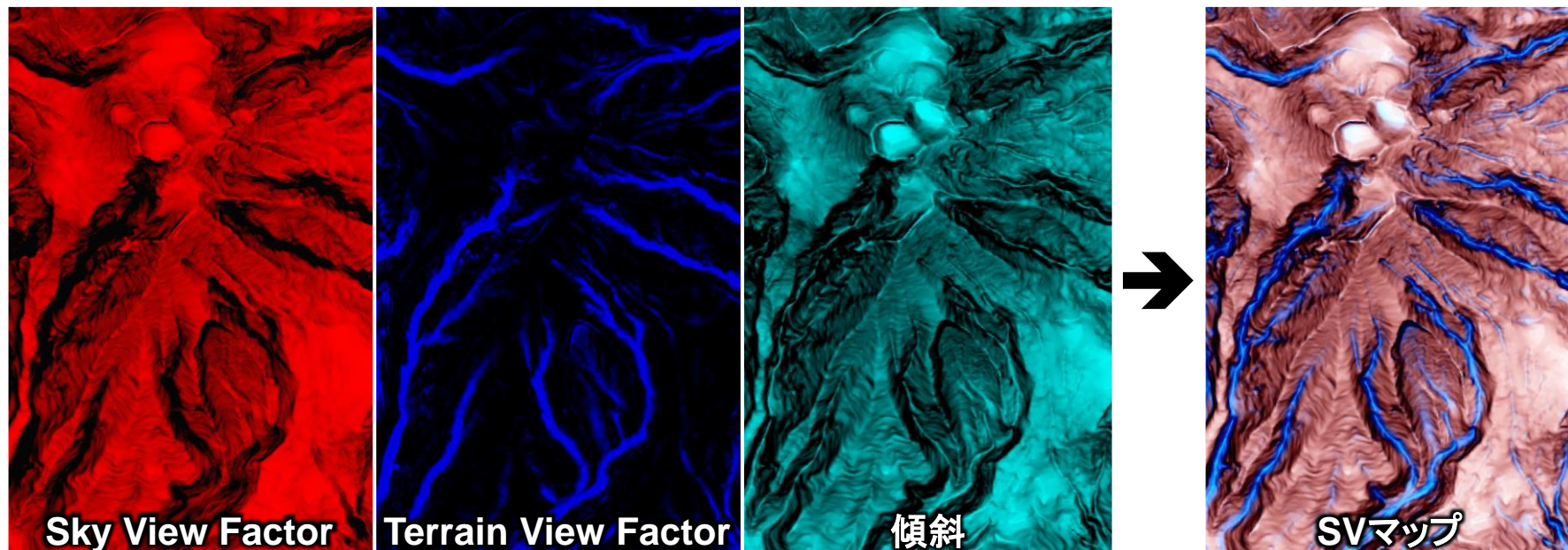


米国・Oso地すべりの3次元SVマップ
(USGS公開のDEMを使用)

<https://ckccorp.matrix.jp/temp/svmap/3D/Oso.html>

SVマップは (株) STORYと中央開発 (株) が共同で開発したものです。

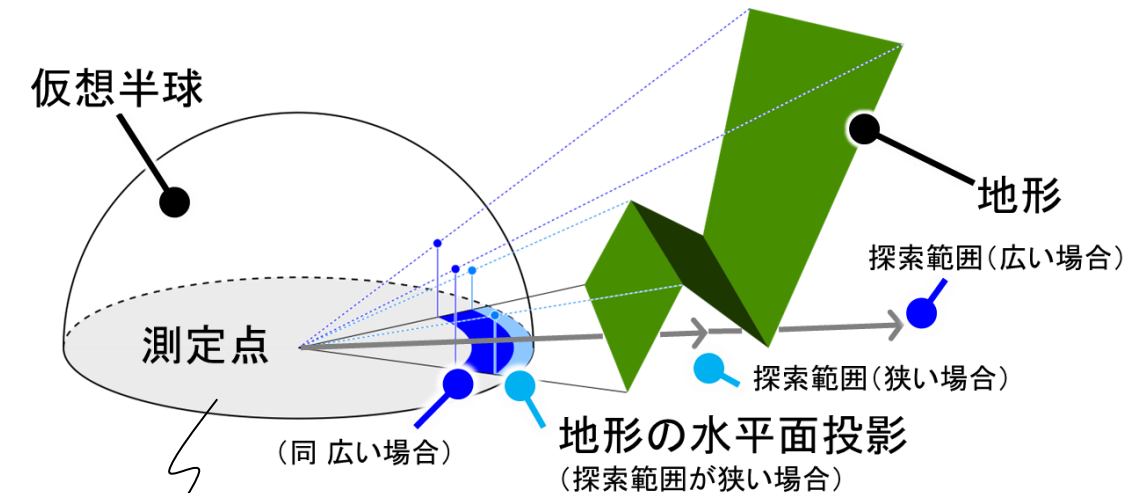
SVマップの原理



デフォルトのカラーランプ (*): 必要に応じて調整する値

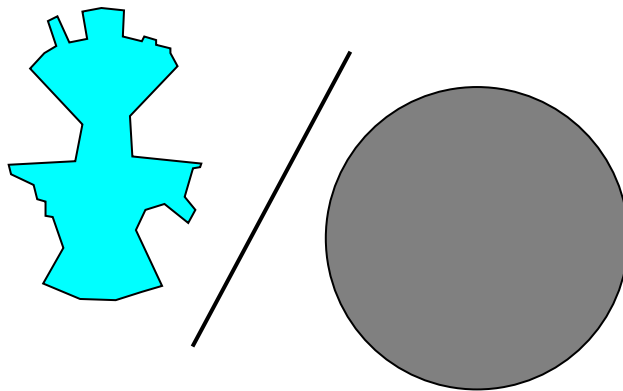
SVF	0.8(*) 1.0 [Color Ramp: Red]	覆い焼き・加算
TVF	0 0.1(*) [Color Ramp: Blue] RGB=0,0,128	覆い焼き・加算
傾斜	0 45(*) [Color Ramp: Cyan] RGB=0,255,255	通常

Sky View Factor(天空率)とは?



の場合,

天空率 =



- 天空率は, 地物に妨げられずに見えている空の割合
- ある地点から水平面より上に見える地物を, 仮想半球面に写し取って, それを水平面に投影(→全天球カメラの写真と同じ)
- Terrain View Factor (地形ビューファクタ) は, $1-SVF$



③ 調査手法



SVマップはDEMデータからつくる！



レーザ(LiDAR)を用いて3次元地形データを取得します。

レーザによる地形計測により取得した点群は**地表面/植生/建物などに分類する**ことで、植生の影響を排除して、既往の地形図よりも詳細な地形図を作成することができます。

[中央開発株式会社 | UAV \(ckcnet.co.jp\)](http://ckcnet.co.jp)

ソナーによる水中の計測も弊社では可能！

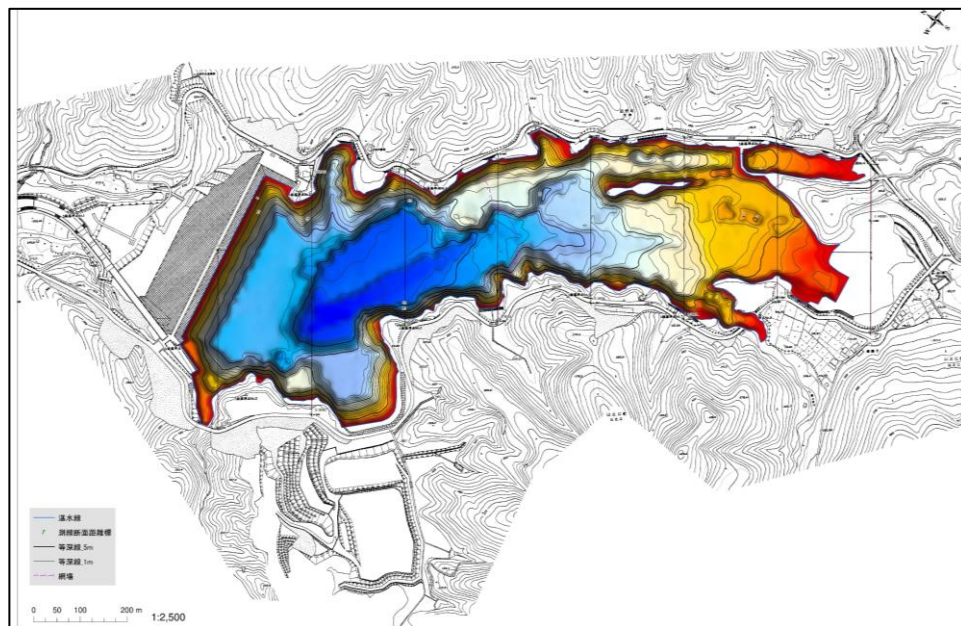
魚群探知機を用いたダム貯水池3Dマッピング技術「Nソナー」

★NETIS登録番号： QS-220006-A

★第7回「インフラメンテナンス大賞」

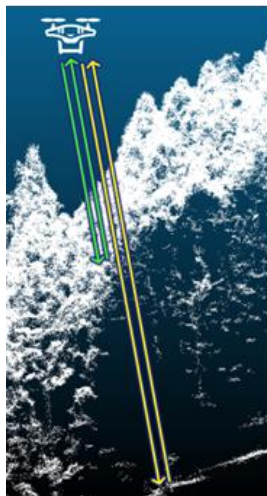
全国のダム湖・河川を対象に迅速かつ低コストに調査します

[中央開発株式会社 | Nソナー \(ckcnet.co.jp\)](http://ckcnet.co.jp)



測り、抽出する

測る UAV・ソナー

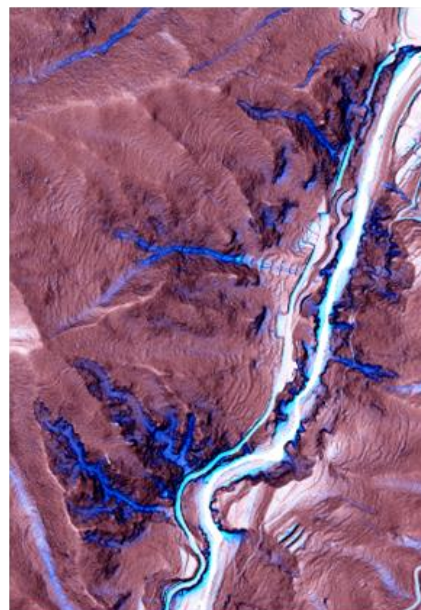


UAVやソナーを活用して山・河・湖といったあらゆる地形調査を行います。
また、航路下の3次元点群情報を取得します。



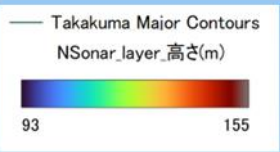
抽出する SVマップ

CKC
ならではの

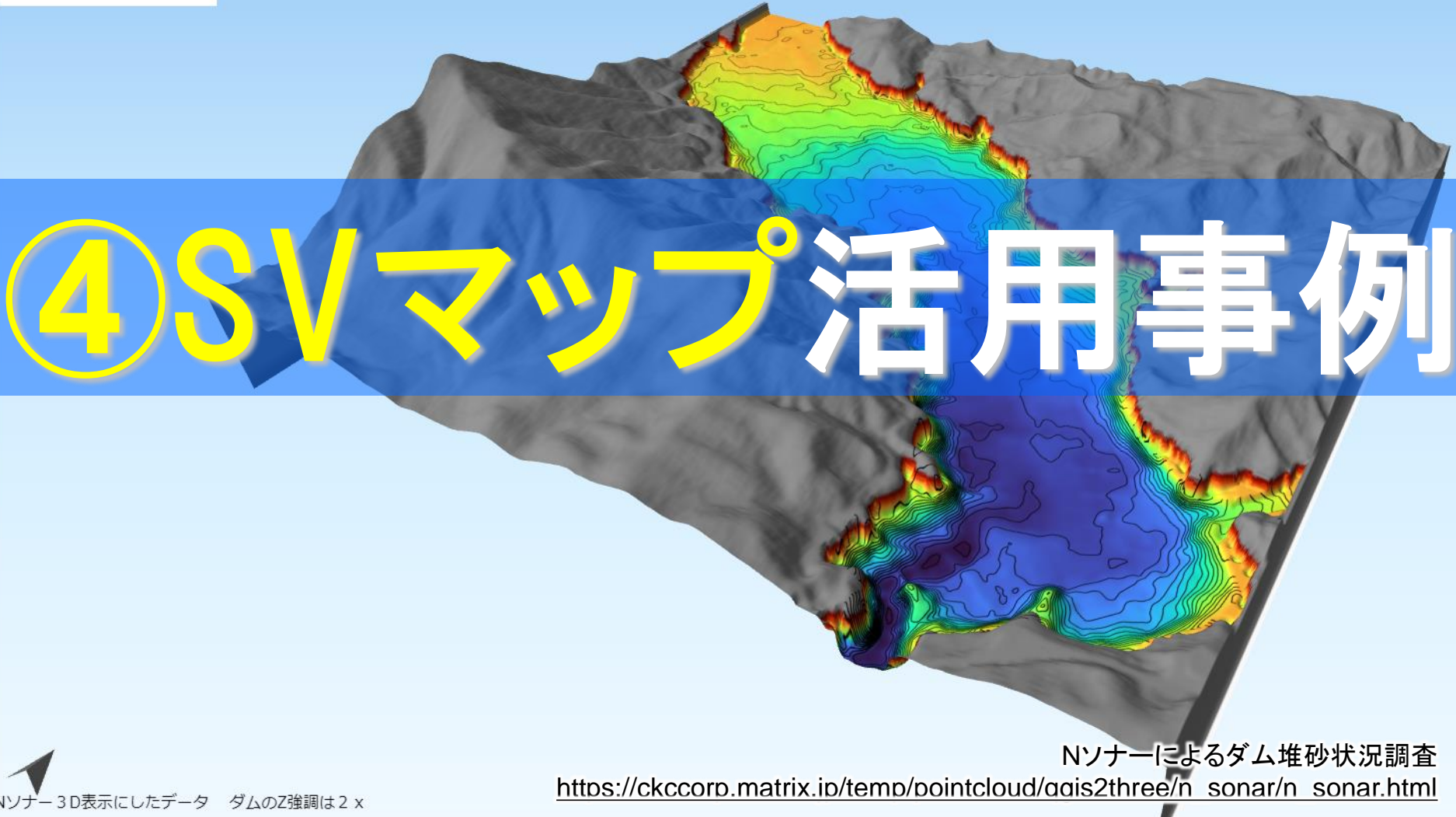


弊社では地質DXと銘打ち、UAVやソナーから得られたDEMを用いて、SVマップを作成しています。
SVマップを使うことにより、地形判読やリスク箇所抽出の精度を向上させることができます。

「長野県林業総合センターの公開データを使用」



④SVマップ活用事例



NSonar 3D表示にしたデータ ダムのZ強調は2 x

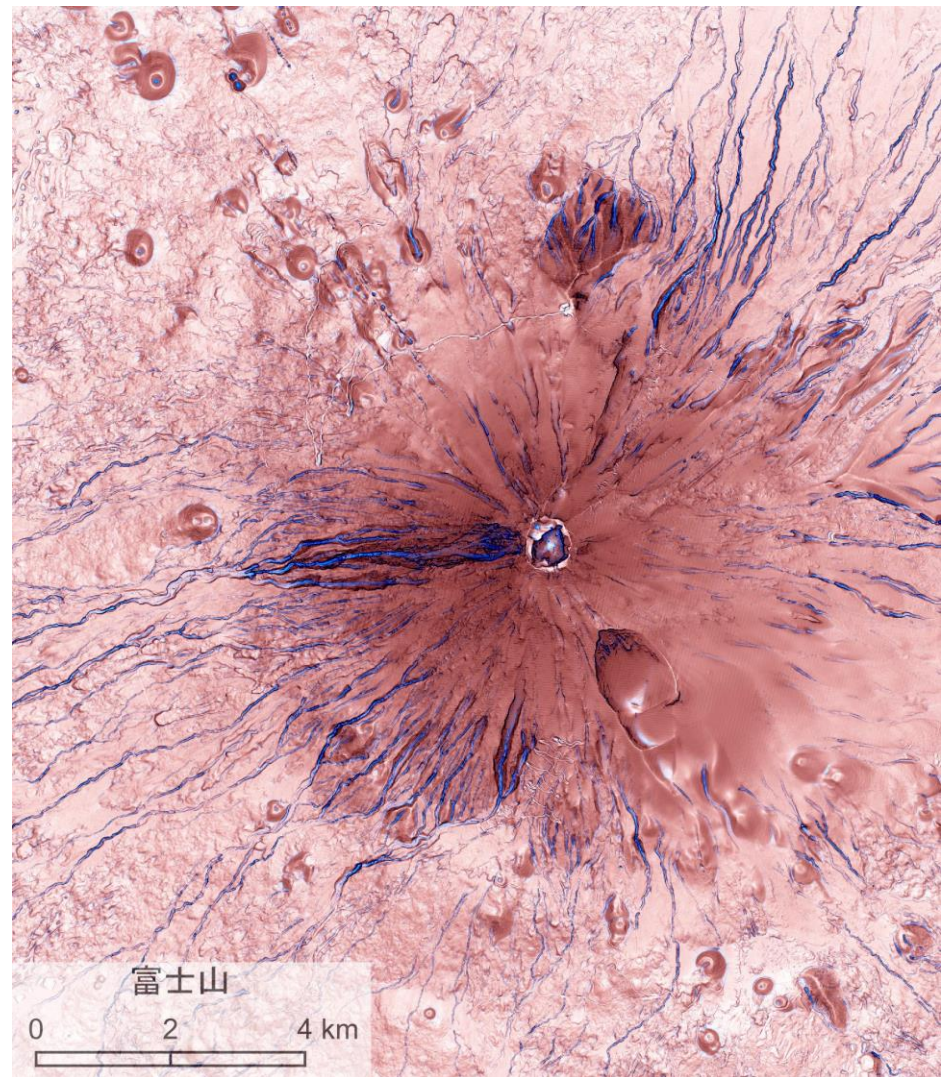
Nソナーによるダム堆砂状況調査
https://ckccorp.matrix.io/temp/pointcloud/aais2three/n_sonar/n_sonar.html

活用事例①～地形の学習～

こちらは富士山を真上から見たものをSVマップにしたものです。

DEMデータ：
国土地理院

[Fuji.jpg \(1889 × 1889\) \(ckccorp.matrix.jp\)](#)



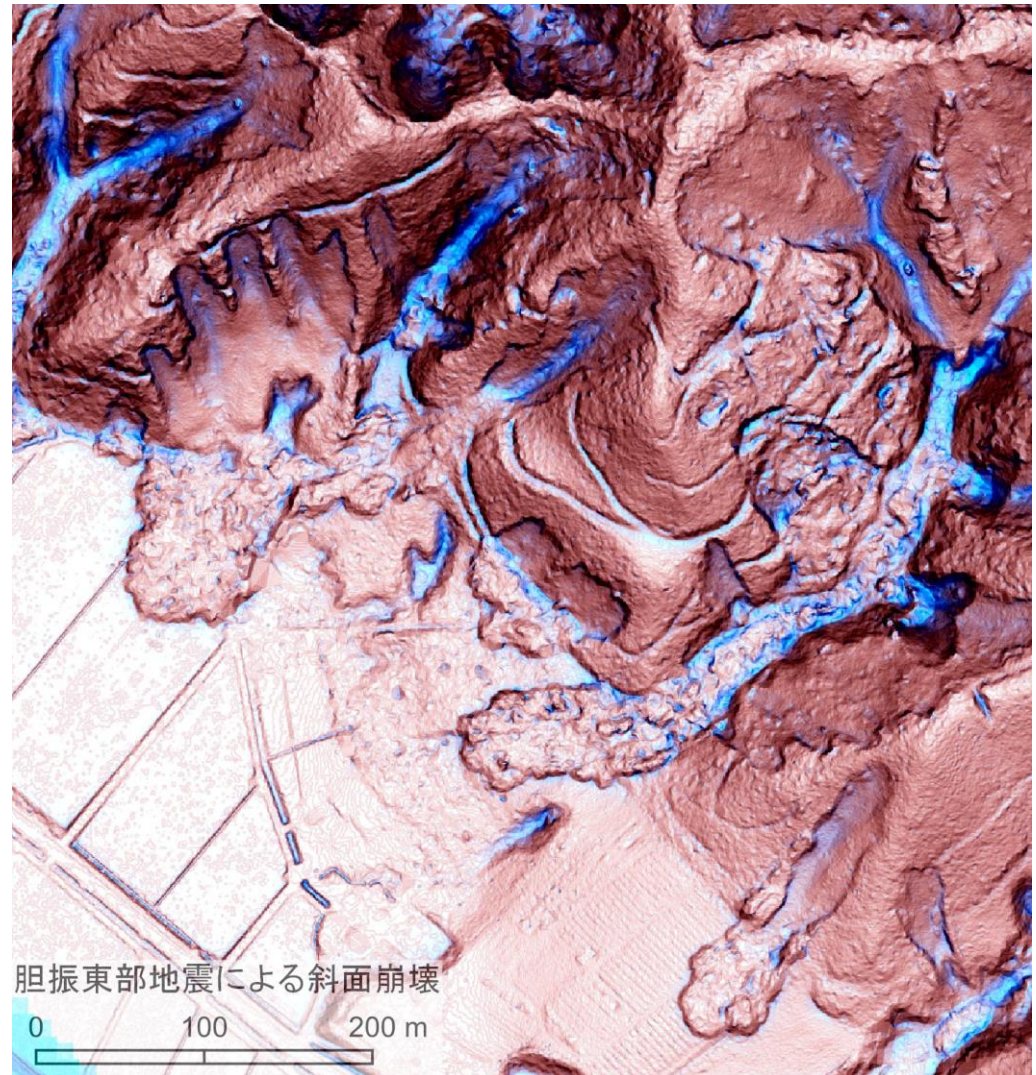
活用事例②～災害調査～

こちらは胆振東部地震によって生じた斜面崩壊をSVマップにしたものです。

DEMデータ:

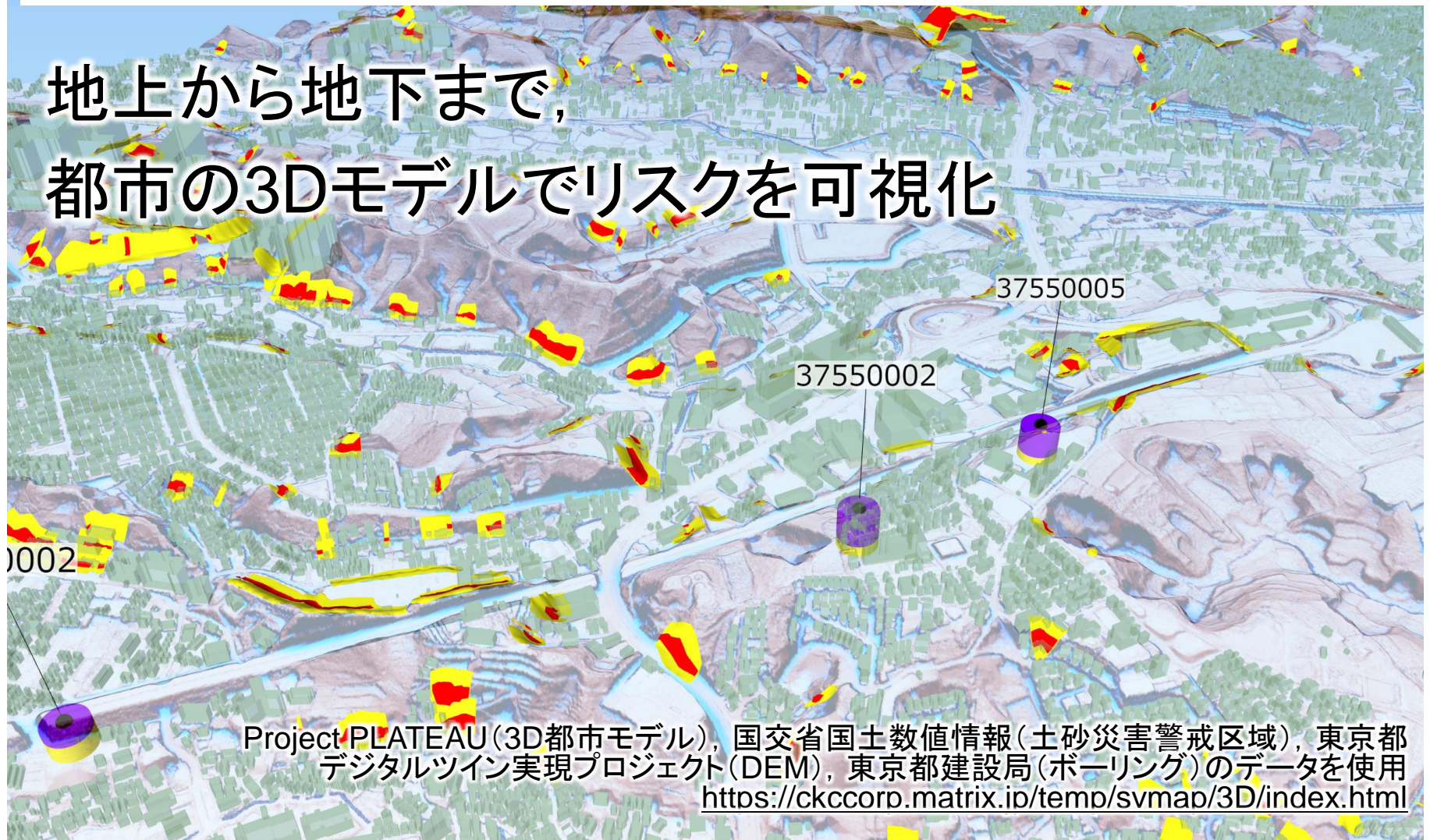
北海道水産林務部

[Atsuma.jpg \(1889 × 1889\)](#)
([ckccorp.matrix.jp](#))



活用事例③～災害リスクの可視化～

地上から地下まで、
都市の3Dモデルでリスクを可視化



モニタリングへとつづく...

評価する 現地踏査



地形図等を活用することで細かな地形を視覚的に把握しやすくなります。

また、危険な地形の踏査を事前に予見することができ、作業の安全を確保できます。

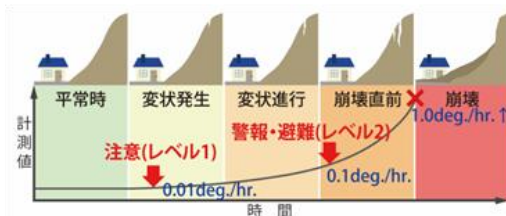
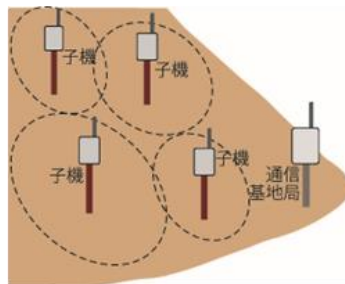


〔静岡県VIRTUALSHIZUOKAの公開データを使用〕



モニタリングする 傾斜・振動センサ

CKC
ならではの



一連の調査によって判明したリスク箇所は弊社開発の傾斜・振動センサーによりモニタリングします。

これにより、崩壊危険個所をリアルタイムに監視することができます。



感太郎

- ① モニタリングの**技術**
- ② モニタリングの**実績**
- ③ 中央開発推奨の**管理基準値**
- ④ **普及活動**



① モニタリングの技術



熊本地震直後の阿蘇大橋の大崩落

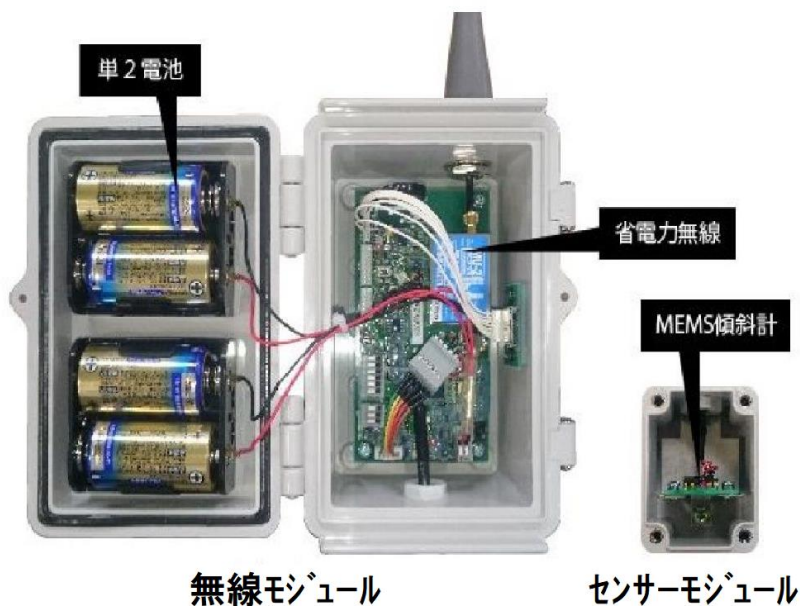
中央開発の防災・減災計測機器

斜面崩壊感知センサー：傾斜センサー 斜面崩壊感知センサー 感太郎

★NETIS登録：2012～2021年

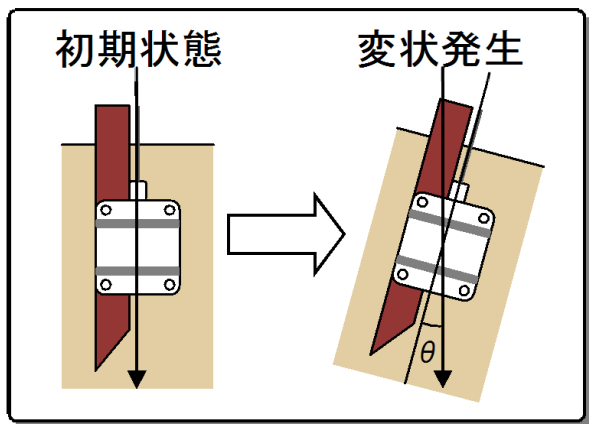
東京大学・（独）土木研究所との共同研究
を契機として開発

- 計測目的：斜面崩壊の予兆を捉える
- 計測方法：地表の傾斜角度の変化を計測



■特長

- ① 高精度・安価・設置容易
- ② 無線通信機能装備
- ③ 省電力化
(乾電池4本で1年弱稼働)



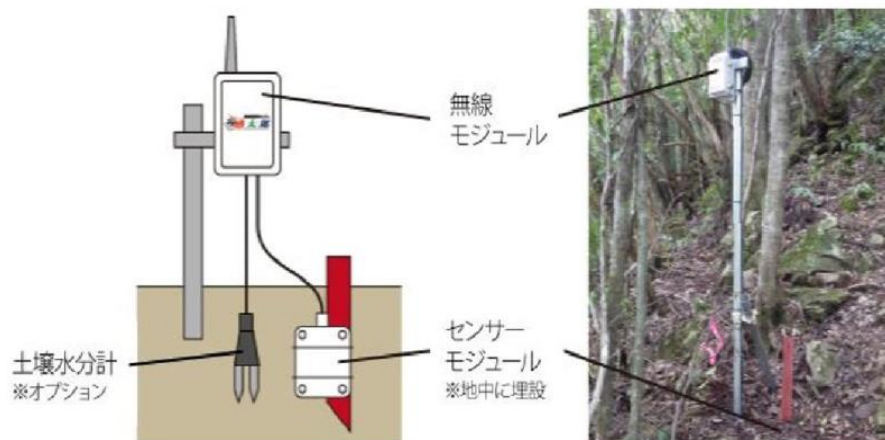
計測のイメージ



センサーモジュールの設置(地中埋設)

■性能

- ① 測定方向: 2軸(X・Y)
- ② 測定精度: 0.02°
- ③ 測定範囲: $-30^\circ \sim +30^\circ$
- ④ 測定間隔: 標準10分
- ⑤ 設置方法: 鉄製(長さ1m)の治具を利用して、センサーモジュールは地表深さ0.5mに設置を標準仕様



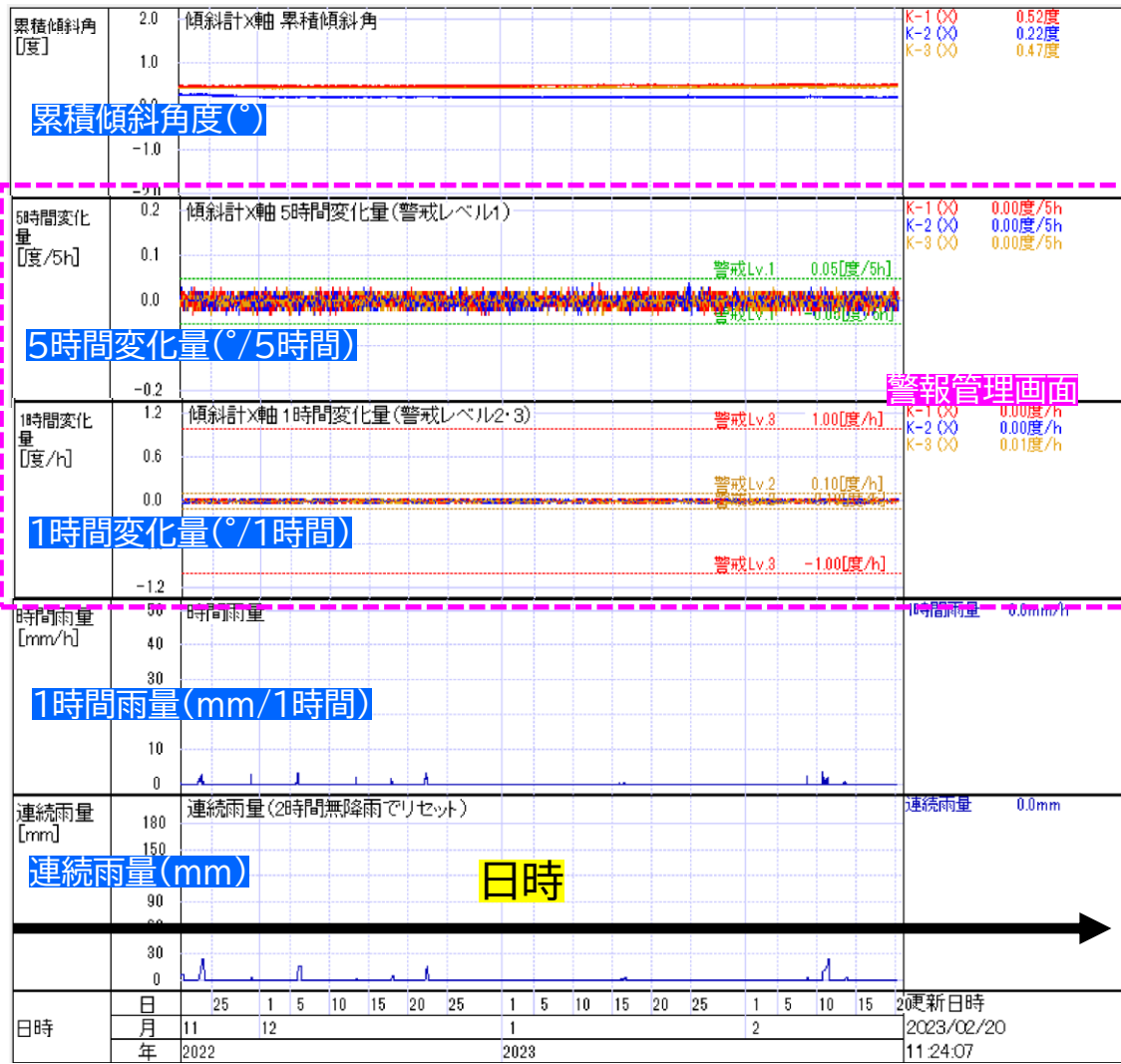
モニタリングシステムの特長

双方向遠隔自動監視システム

観測王

【感太郎の閲覧画面】

計測項目



●10分間隔のデータをリアルタイムで即時閲覧が可能

●警報管理画面の表示(管理基準値超過時には最大3段階の警報メールを配信:管理基準値の変更は可能)



②モニタリングの実績

熊本地震直後の熊本城

感太郎のモニタリング事例

① 台風19号宮城県丸森町付近

● 二次災害の監視 (国道通行止め解除)



感太郎
(期間:R2~3)

発注者:宮城県



感太郎のモニタリング事例

②土砂災害特別警戒区域

●土砂災害特別警戒区域(レッドゾーン)内での監視



感太郎
(期間:R2~継続中)

発注者:埼玉県内市町村

感太郎のモニタリング事例

③ 住民参加型モニタリング

● 産官学が連携した地域防災

【住民主体の防災勉強会】

【産官学協働による防災ワークショップ】




NHKスペシャル「住宅地に潜む“盛土リスク”阪神・淡路大震災」2023年1月14日放送にて、感太郎が紹介



産官学協働による現地踏査



ワークショップ



③ 中央開発推奨の
管理基準値



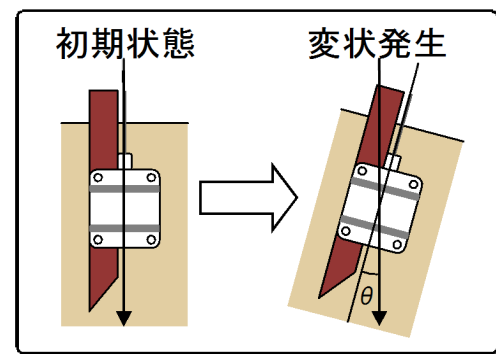
大規模土砂災害現場

データの評価方法

どのような値になったら

斜面は**危険**なのか？

傾斜センサーの場合、何度傾いたら危険？
1度？ 10度？ 30度？

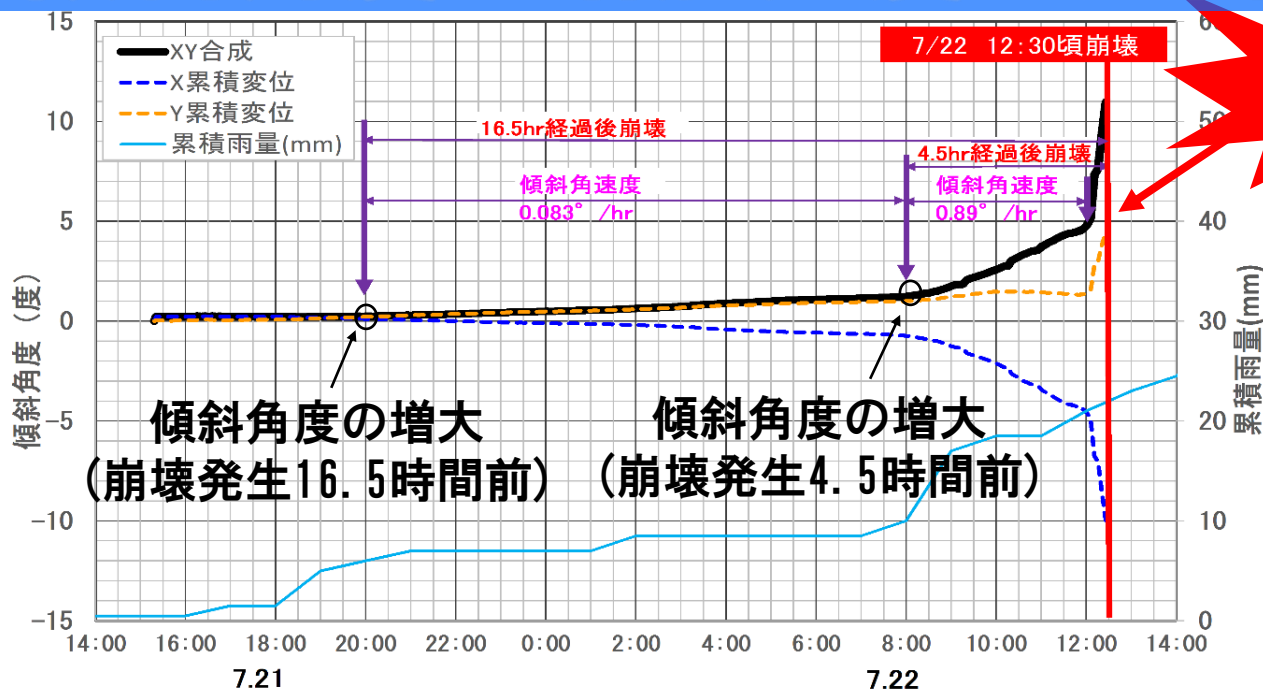


傾斜センサーは**後発機器**のため
基準化された管理値が存在しない

崩壊予兆を捉えた事例

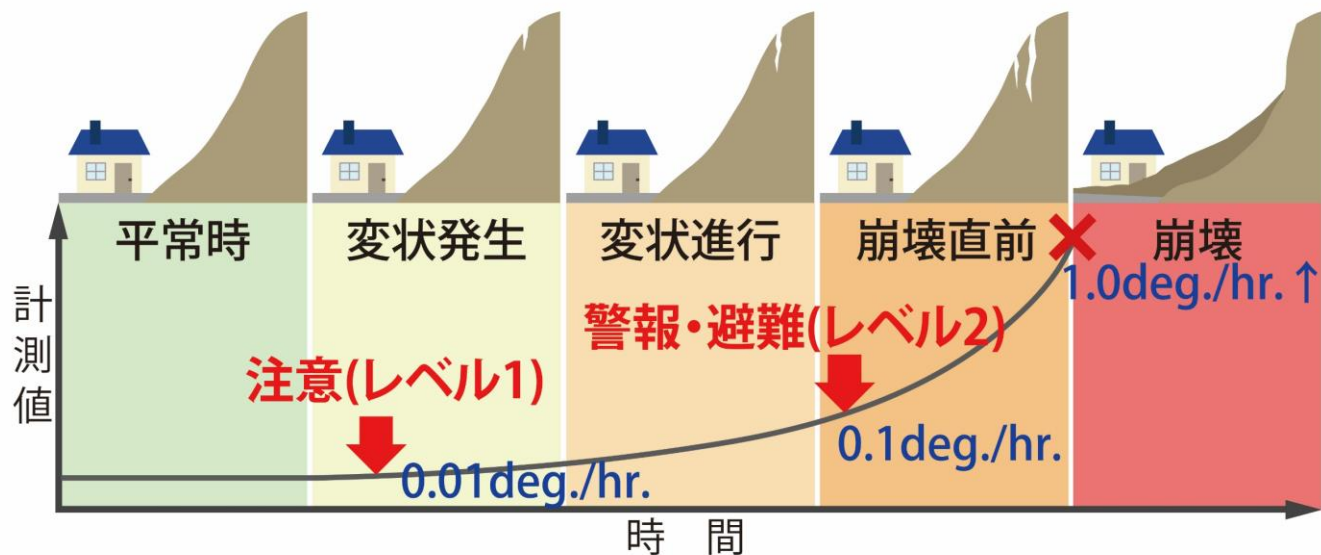
崩壊が発生する**16.5時間前から傾斜角度が増大** (約 0.1° /hr) し、崩壊が発生する**4.5時間前には傾斜角度がさらに増大** (約 1.0° /hr) し、崩壊至る

※傾斜角度の増加速度に注目！



感太郎の実績に基づく成果

◆管理基準値の推奨



警戒レベル	傾斜角速度	崩壊までの時間または再安定化までの残余時間	対応	備考
警戒レベル3	1.0° /1 時間	最短 36 分	即避難	瞬間的な速度ではなく、明瞭な累積が確認された場合に限る。 なお、警戒レベル1は現場の実状に合わせて設定する。
警戒レベル2	0.1° /1 時間	最短 1 時間	避難準備	
警戒レベル1	0.05° /5 時間	最短 5 時間	注意警戒	



④普及活動

道路災害現場

「傾斜センサーによる斜面監視モニタリングマーケット開拓」を発足 (一社)全国地質調査業協会連合会

傾斜センサーによる斜面監視モニタリングのマーケット開拓コンソーシアム



本コンソーシアムは、「斜面災害からの『逃げ遅れゼロ』を促進することで、人命・財産を守る」を目標に、全国地質調査業協会連合会の支援を受けて「新マーケット創出型・提案型事業」として設立しました。

コンソーシアムの概要

情報発信・情報交換

会員企業

コンソーシアムに関する問合せ

傾斜センサー・事例の紹介

このコンソーシアムの中で、弊社のような民間の技術を積極的に発信し、少しでも土砂災害の防災・減災に繋がるよう、努めていきたいと思いをします。

- 斜面崩壊の予兆をキャッチして早期警報を発令
- IoT傾斜センサーによる斜面監視モニタリングの認知度を高め、その潜在マーケットを開拓

<https://tiltsensorcon.com/>

ご清聴ありがとうございました。
さまざまなフィールドで社会貢献できるよう
努力して参ります。

