

どこでも起こる連鎖型斜面災害

地震の次に来る“見えない危機”に地域はどう備えるか

酒井 直樹 (sakai@bosai.go.jp)

国立研究開発法人防災科学技術研究所 水・土砂防災研究部門 副部門長

このたびの石川県能登地方を震源とする令和6年能登半島地震によりお亡くなりになられた方々に謹んでお悔やみ申し上げますとともに、被災された皆さまに心からお見舞い申し上げます。

1

今日のお話

- はじめに
- 令和6年能登半島地震における連鎖型斜面災害の特徴
- 地震後の「見えない危機」をDXを活用してモニタリング
- 大型斜面崩壊実験による斜面の不安定性を見える化
- 事前防災を踏まえたレジリエントな社会に向けて

2



1. 国立研究開発法人防災科学技術研究所(NIED)

- ・ 水・土砂防災研究部門 副研究部門長/上席研究員、大型降雨実験施設研究推進室 室長

2. 筑波大学 リスクレジリエンス工学学位プログラム 教授（協働大学院）

3. 博士（工学）：長岡技術科学大学 地盤工学、修士（理学）：千葉大学 地球物理学

4. Research Interest:

- 地盤工学, 地すべり, 模型実験, disaster resilience engineering
- センシング技術 : IoT/AI, UAV, UGV, LiDAR, Computer vision, satellite

5. Working Experience:

- 土木研究所 土砂管理研究グループ火山・土石流チーム 任期付き研究員, 2005～2007
- University of California, Berkeley, Civil and environmental engineering, Visiting scholar, 2011
- 文部科学省研究開発局地震防災研究課, 行政調査員, 2012
- 情報・システム研究機構 統計数理研究所 リスク解析戦略研究センター 客員教授, 2016～
- マレーシア工科大(UTM), Kuala Lumpur, MALAYSIA, Visiting professor, 2016～

6. 主なProject

- ・ 衛星データ等即時共有システムと被災状況解析・予測技術の開発（研究代表、社会実装責任者）内閣府総合科学技術・イノベーション会議 S I P（戦略的イノベーション創造プログラム）「国家レジリエンス（防災・減災）の強化」2018年10月 - 2023年3月
- ・ 山岳・中山間地域における通信上の孤立を防ぐレジリエントIoTシステムの研究開発（代表：信州大学単麟）総務省 持続可能な電波有効利用のための基盤技術研究開発事業（FORWARD）デジタルインフラ構築部門（全国共通）2025年8月 - 2029年3月

3

鉄砲水：水無川、八海山

大雪：自宅2階, 2004

大雪：上越線浦佐駅踏切, 2004

日常と災害

中越地震：越後川口, 2004

中越地震：山古志村, 2004

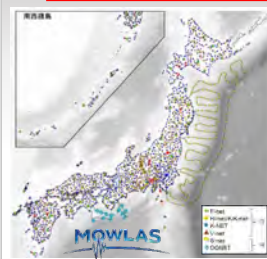
4

地震、津波、火山噴火、暴風、豪雨、豪雪、洪水、地すべりなど
あらゆる自然災害（オールハザード）に対する総合的な研究開発（オールアプローチ）を実施



国立研究開発法人 防災科学技術研究所
理事長 齋 肇

社会インフラを担う基盤的観測網の運用



MOWLASによる地震津波火山観測

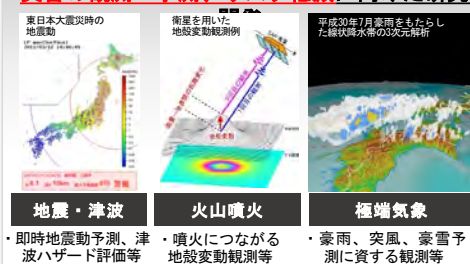
- ・約2,100観測点から成る陸海統合地震津波火山観測網（MOWLAS）を安定的に運用
- ・気象庁、大学、研究機関等の研究活動・防災活動に資する観測データを提供

先端的研究施設を活用した研究開発



- ・実大建物の耐震性能や対策技術の評価
- ・先端技術が豪雨から受ける影響の評価
- ・各種インフラの着雪による影響評価

災害の観測・予測、リスク低減に向けた研究



- 地震・津波
 - ・即時地震動予測、津波ハザード評価等
- 火山噴火
 - ・噴火につながる地殻変動観測等
- 極端気象
 - ・豪雨、突風、豪雪予測に資する観測等

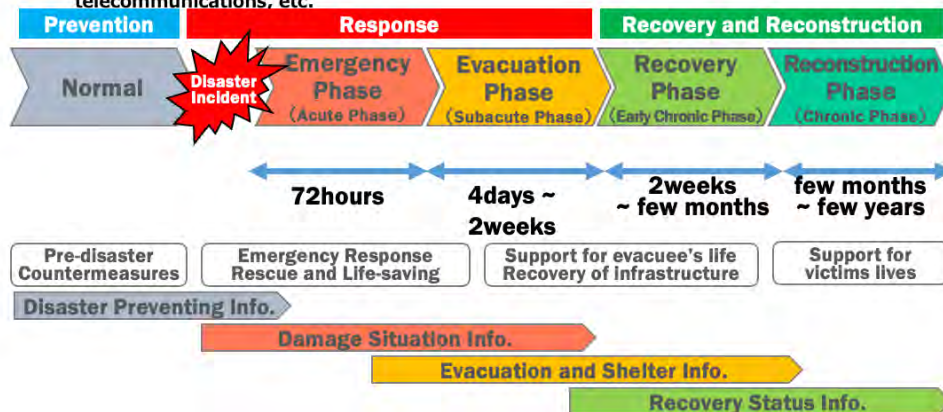
研究開発成果を活用した防災行政への貢献



- 被災自治体での災害対応
 - ・内閣府 ISUT (災害時情報集約支援チーム) の一員として、SIP4D を介して災害情報を収集・集約し、現地災害対策本部、災害対応機関へ共有。
- SIP4D による情報共有
 - ・SIP4D: 災害対応に必要な情報を多様な情報源から収集し、迅速に共有する機能を備えた、防災情報の流通を担うシステム (防災科研において研究開発中)

Disaster Response and Information

- Disaster response activities need appropriate information.
 - Disaster Preventing Information: Hazard maps, Evacuation maps, etc.
 - Damage Situation Information: Collapsed buildings, Casualties, Damaged infrastructures, etc.
 - Evacuation and Shelter Information: Location of shelters, Evacuees, Logistics, Water supply, etc.
 - Recovery Status Information: Recovery of lifelines, food supplies, roads, telecommunications, etc.



大規模土砂災害の実績図

土砂災害の実績図

平均年間降水量

シームレス
地質図

地すべり地形分布図

図 3.5 本手法による1kmメッシュ毎の地すべり地形分布図の被覆面積率

7

連鎖型斜面災害とは：

1. 将来、確実に発生する大規模災害：

(地震調査研究推進本部、火山調査研究推進本部(文科省))

- ・南海トラフ地震
- ・首都圏直下地震
- ・富士山噴火、広域な火山灰

2. 大規模災害が発生した地域における**二次災害**を起こす要因

- ・大きな余震
- ・線状降水帯
- ・スーパー台風
- ・大雪(融雪)

二次災害 → **斜面災害(崖崩れ、盛土、土石流、大規模崩壊)**
都市部、都市周辺部、中山間地

連鎖型斜面災害とは：

主体によって、対象とする災害の時空間スケールが変わる

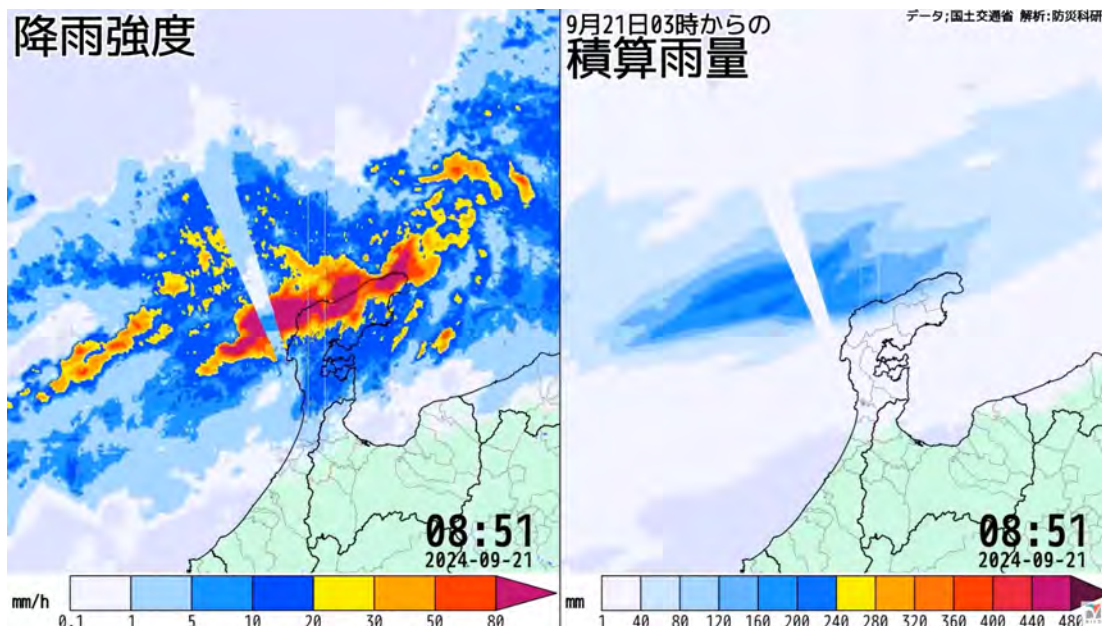
3. 国・都道府県

- ・迅速な被災箇所の把握、実働機関の初期活動、避難所支援
- ・公共の道路、鉄道、河川、空港、港湾の各インフラ、サプライチェーン
- ・立地適正化、流域治水、災害リスク・保険

4. 市町村・コミュニティ・住民

- ・コミュニティ → 道路、インフラ、小河川、橋の維持、安全性
- ・ハザードの影響 → **地区に影響する道路、河川、地形・地質の考慮**
コミュニティに特化したハザードマップ、警報システム
- ・**高齢者増・生産者減少** → 平時の生活、移動、避難タイミング
- ・**孤立集落** → 幹線道路の途絶、通信途絶、避難困難
- ・普段の備え → 自分ごととして考える、**DXの普段からの活用**

能登半島を襲った豪雨(2024/09/21)



**「能登半島での地震・大雨を踏まえた水害・土砂災害対策のあり方について」
提言(概要)**

我が国が直面する厳しい自然環境 ○首都直下地震、南海トラフ地震等が切迫 ○気候変動による大雨頻度の増加 ※全国各地で地震の発生が懸念、広域災害も懸念 ※全国各地で水害・土砂災害の発生が懸念	能登半島での地震・大雨の被害の主な特徴 ○令和6年能登半島地震（令和6年1月1日）による被害 ・マグニチュード7.6、輪島市、志賀市で震度7を観測する地震が発生。 ・大規模な地すべり、地盤の隆起、河道閉塞（山地部）が発生。 ○能登半島での令和6年9月20日からの大雨による被害 ・河川の計画規模を上回る観測史上1位の降雨が発生。 ・洪水とともに流下した土砂・流木が橋梁で捕捉、河道が埋塞し、氾濫が発生。 ・大雨が予測されない中で短時間で水位が上昇する等、避難が困難な状況が発生。						
上記を踏まえて対応すべき課題 <table border="1"> <tr> <td>職員が直ちに被災現場に到達できず、エリア全体のリスクが把握できないに伴う被害の拡大</td> <td>先発災害の影響に伴う単発の災害と比べて被害範囲の拡大、小さな外力での被害の発生</td> <td>限りある人員・資機材を投入すべき箇所がスクリーニングできないことに伴う被害の拡大</td> <td>山地部からの土砂・流木の流出に伴う被害の発生（地すべり、土石流、土砂・洪水氾濫など）</td> <td>土砂・流木が横断工作物で捕捉されること等に伴う氾濫の発生</td> <td>避難に使えるリードタイムが短い山地河川、中小河川での逃げ遅れの発生</td> </tr> </table>		職員が直ちに被災現場に到達できず、エリア全体のリスクが把握できないに伴う被害の拡大	先発災害の影響に伴う単発の災害と比べて被害範囲の拡大、小さな外力での被害の発生	限りある人員・資機材を投入すべき箇所がスクリーニングできないことに伴う被害の拡大	山地部からの土砂・流木の流出に伴う被害の発生（地すべり、土石流、土砂・洪水氾濫など）	土砂・流木が横断工作物で捕捉されること等に伴う氾濫の発生	避難に使えるリードタイムが短い山地河川、中小河川での逃げ遅れの発生
職員が直ちに被災現場に到達できず、エリア全体のリスクが把握できないに伴う被害の拡大	先発災害の影響に伴う単発の災害と比べて被害範囲の拡大、小さな外力での被害の発生	限りある人員・資機材を投入すべき箇所がスクリーニングできないことに伴う被害の拡大	山地部からの土砂・流木の流出に伴う被害の発生（地すべり、土石流、土砂・洪水氾濫など）	土砂・流木が横断工作物で捕捉されること等に伴う氾濫の発生	避難に使えるリードタイムが短い山地河川、中小河川での逃げ遅れの発生		
被害の防止・軽減に向けて、速やかに検討に着手し、早期に実現を図るべき対策 <table border="1"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> （１）複合災害（※）の発生に備えるための先発の自然災害発生後の応急対応の強化 （※）自然災害の発生によって引き起こされる二次災害の発生を指す。 ○リモートセンシング（遠隔探査）技術も活用した先発の自然災害による被災エリア全体のリスクの把握、安全度評価手法の確立 ・SAR画像、光学画像、LP測量など様々な手段を活用した施設や地形の変状把握、地域の安全度評価の実施（山地から河川までを河川、砂防が連携して実施） ○先発の自然災害発生後の施設・地形の変状への応急対応の強化 ・安全度評価を踏まえた応急対応箇所のスクリーニング（優先順位付け）の実施 ・警戒範囲の拡大（避難対象の拡大）、警戒基準の引き下げ（早期の避難） ・応急復旧工事（増大したリスクの排除）の実施 ○複合災害に備える応急対応のオペレーション体制の構築 ○都道府県や市区町村への技術的支援 等 </td> <td style="vertical-align: top;"> （２）土砂・洪水氾濫など土砂、流木の流出への備えの強化 ○山地～河口までをトータルで考えた効果的な土砂・流木対策の推進 ・土砂・流木による被害が発生しやすい箇所の抽出 ・土砂・流木を捕捉する施設の設置や併設（河川の水源地や横断工作物設置箇所）の強化 ・土砂・流木の流入によって低下した機能を早期に回復するためのダムの改良等 ○住まい方の工夫や避難等のための土砂・流木の影響（横断工作物での土砂・流木の流下阻害など）を見込んだハザードマップの導入 ○危険の切迫度が伝わる防災気象情報等の充実 ○リスク情報の空白域の解消 ○整備・復旧にあわせた環境の保全・創出の促進 等 </td> </tr> </table>		（１）複合災害（※）の発生に備えるための先発の自然災害発生後の応急対応の強化 （※）自然災害の発生によって引き起こされる二次災害の発生を指す。 ○リモートセンシング（遠隔探査）技術も活用した先発の自然災害による被災エリア全体のリスクの把握、安全度評価手法の確立 ・SAR画像、光学画像、LP測量など様々な手段を活用した施設や地形の変状把握、地域の安全度評価の実施（山地から河川までを河川、砂防が連携して実施） ○先発の自然災害発生後の施設・地形の変状への応急対応の強化 ・安全度評価を踏まえた応急対応箇所のスクリーニング（優先順位付け）の実施 ・警戒範囲の拡大（避難対象の拡大）、警戒基準の引き下げ（早期の避難） ・応急復旧工事（増大したリスクの排除）の実施 ○複合災害に備える応急対応のオペレーション体制の構築 ○都道府県や市区町村への技術的支援 等	（２）土砂・洪水氾濫など土砂、流木の流出への備えの強化 ○山地～河口までをトータルで考えた効果的な土砂・流木対策の推進 ・土砂・流木による被害が発生しやすい箇所の抽出 ・土砂・流木を捕捉する施設の設置や併設（河川の水源地や横断工作物設置箇所）の強化 ・土砂・流木の流入によって低下した機能を早期に回復するためのダムの改良等 ○住まい方の工夫や避難等のための土砂・流木の影響（横断工作物での土砂・流木の流下阻害など）を見込んだハザードマップの導入 ○危険の切迫度が伝わる防災気象情報等の充実 ○リスク情報の空白域の解消 ○整備・復旧にあわせた環境の保全・創出の促進 等				
（１）複合災害（※）の発生に備えるための先発の自然災害発生後の応急対応の強化 （※）自然災害の発生によって引き起こされる二次災害の発生を指す。 ○リモートセンシング（遠隔探査）技術も活用した先発の自然災害による被災エリア全体のリスクの把握、安全度評価手法の確立 ・SAR画像、光学画像、LP測量など様々な手段を活用した施設や地形の変状把握、地域の安全度評価の実施（山地から河川までを河川、砂防が連携して実施） ○先発の自然災害発生後の施設・地形の変状への応急対応の強化 ・安全度評価を踏まえた応急対応箇所のスクリーニング（優先順位付け）の実施 ・警戒範囲の拡大（避難対象の拡大）、警戒基準の引き下げ（早期の避難） ・応急復旧工事（増大したリスクの排除）の実施 ○複合災害に備える応急対応のオペレーション体制の構築 ○都道府県や市区町村への技術的支援 等	（２）土砂・洪水氾濫など土砂、流木の流出への備えの強化 ○山地～河口までをトータルで考えた効果的な土砂・流木対策の推進 ・土砂・流木による被害が発生しやすい箇所の抽出 ・土砂・流木を捕捉する施設の設置や併設（河川の水源地や横断工作物設置箇所）の強化 ・土砂・流木の流入によって低下した機能を早期に回復するためのダムの改良等 ○住まい方の工夫や避難等のための土砂・流木の影響（横断工作物での土砂・流木の流下阻害など）を見込んだハザードマップの導入 ○危険の切迫度が伝わる防災気象情報等の充実 ○リスク情報の空白域の解消 ○整備・復旧にあわせた環境の保全・創出の促進 等						

能登半島での地震・大雨を踏まえた水害・土砂災害対策検討会、国交省、2025 https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/kentoukai/noto_kentoukai/index.html

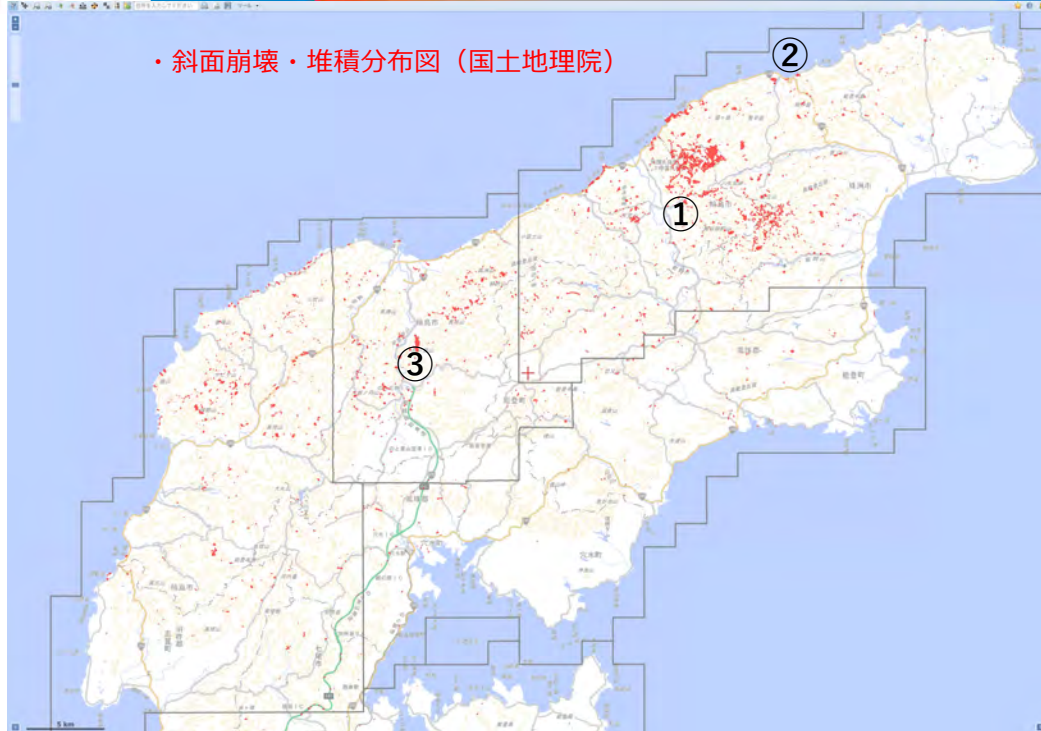
11

今日のお話

- ・はじめに
- ・令和6年能登半島地震における連鎖型斜面災害の特徴
- ・地震後の「見えない危機」をDXを活用してモニタリング
- ・大型斜面崩壊実験による斜面の不安定性を見える化
- ・事前防災を踏まえたレジリエントな社会に向けて

12

・斜面崩壊・堆積分布図（国土地理院）



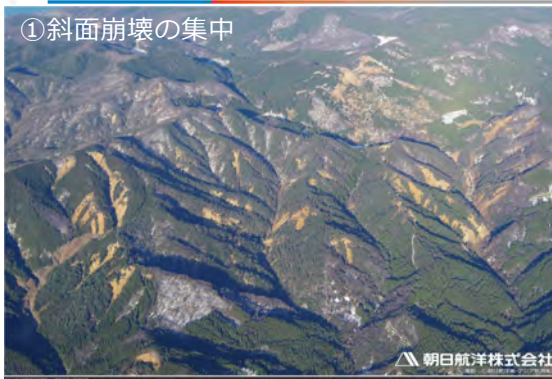
- ・斜面崩壊・堆積分布は国土地理院のgeojsonデータを利用した。
https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/20240101_noto_earthquake.html#6-1

崩壊分布の特徴：

- ・輪島と珠洲境界あたり集中
- ・輪島の西部
- ・半島の南部は比較的少ない
- ・震度7の志賀町少ない

防災科研
協力：（一社）GIS支援センター

①斜面崩壊の集中



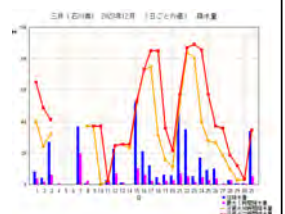
②大規模な崩壊による土砂流下



③海岸線の斜面崩壊



④落石、崩落など道路への影響



事前の降雨の影響？

兵動先生（富山県立大）

令和6年能登半島地震災害調査団 災害レジリエンス・斜面災害

災害レジリエンス・斜面災害

主査：酒井直樹（防災科学技術研究所）
幹事：古谷 元（富山県立大）
幹事：志賀正崇（長岡技術科学大学）
幹事：若井明彦（群馬大学）
団員：鈴木素之（山口大学）
団員：小山倫史（関西大学）
団員：伊藤和也（東京都市大学）
団員：菊本 統（横浜国立大学）
団員：正田大輔（農業・食品産業技術総合研究機構）
団員：森口周二（東北大学）
団員：柴崎宣之（日本工営(株)）
団員：稲垣秀輝（(株)環境地質）
団員：渡邊泰介（(株)地震工学研究所）
団員：河内義文（(株)ケイズラプ）
団員：北爪貴史（パシフィックコンサルタンツ(株)）
団員：中瀬 仁（東電設計(株)）
団員：桜井幹郎（北陸基礎開発(株)）
団員：西田陽一（(株)プロテックエンジニアリング）
団員：田中康博（応用地質(株)）
団員：大窪克己（前田工織(株)）
団員：石黒 梓（日特建設(株)）
団員：玉村清文（アルスコンサルタンツ(株)）
団員：筒井弘之（(株)ワカサコンサルタント）
団員：藤本哲生（大阪工業大学）

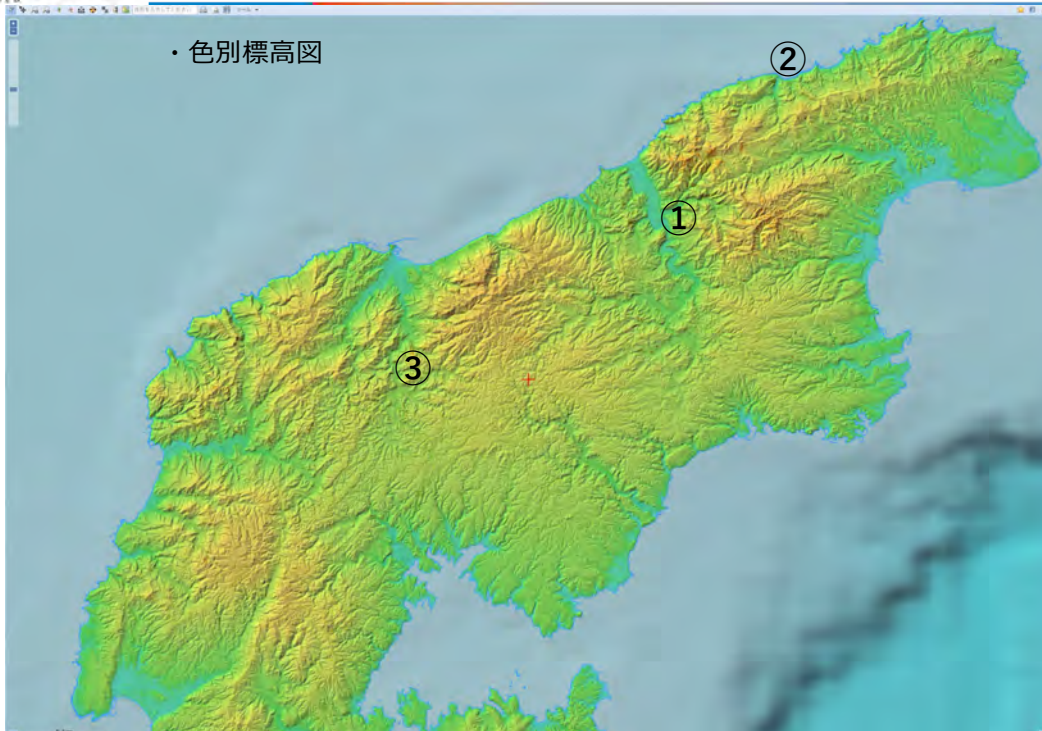
調査方針：

- ・地震による斜面災害の全容把握
- ・インフラ被害・斜面災害のメカニズム解明
- ・調査結果を元にした地元自治体への復興支援
- ・斜面災害に強いまちづくりへ

15

色別標高図と斜面崩壊分布

・色別標高図

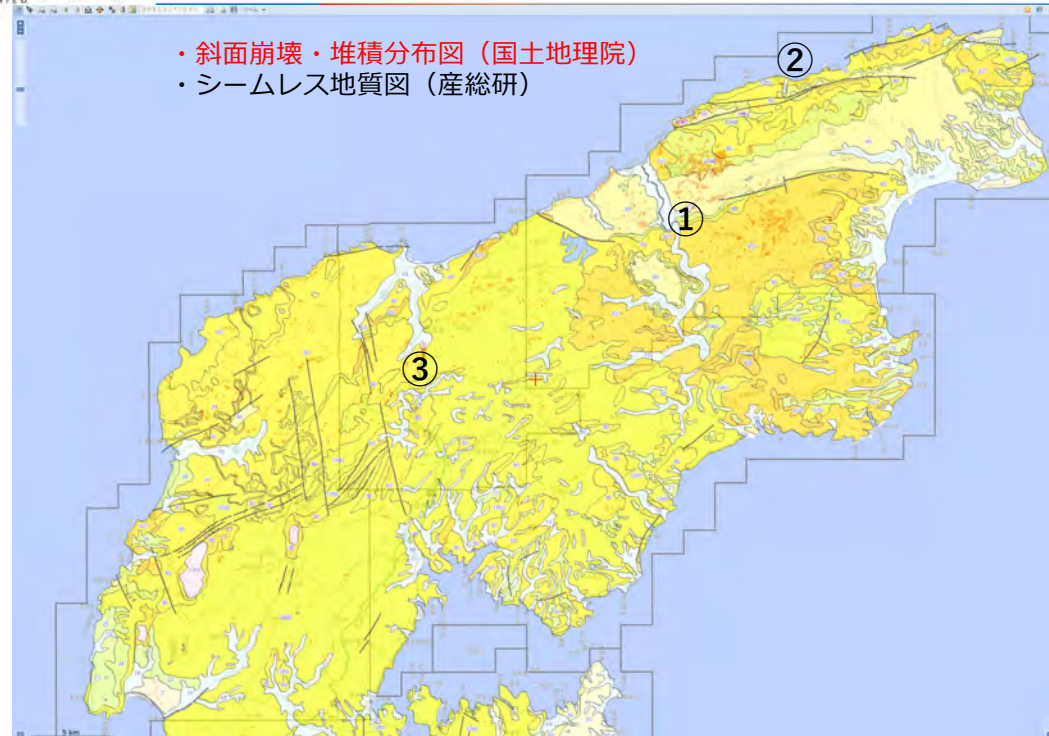


・斜面崩壊・堆積分布は国土地理院のgeojsonデータを利用した。
https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/20240101_noto_earthquake.html#6-1

・色別標高図（国土地理院）
<https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>

- ・標高は、400m～500m
- ・半島北側が急峻，南側丘陵

- ・斜面崩壊・堆積分布図（国土地理院）
- ・シームレス地質図（産総研）



- ・斜面崩壊・堆積分布は国土地理院のgeojsonデータを利用した。
https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/20240101_noto_earthquake.html#6-1
- ・シームレス地質図（産総研）
<https://gbank.gsi.jp/seamless/>



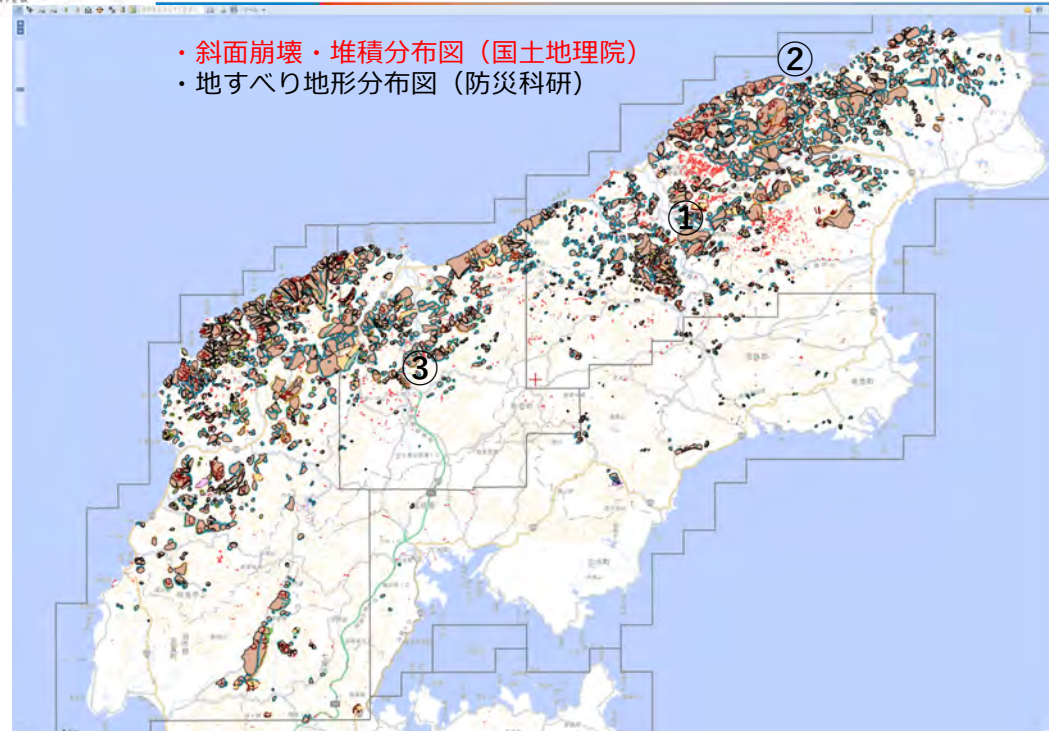
- ・第三紀層の堆積岩層、デイサイト火山岩層が多い
- ・テクトニックな断層と褶曲構造が見られる

<https://www.gsi.jp/hazards/earthquake/noto2024/noto2024-08.html>

防災科研

協力：（一社）GIS支援センター

- ・斜面崩壊・堆積分布図（国土地理院）
- ・地すべり地形分布図（防災科研）



- ・斜面崩壊・堆積分布は国土地理院のgeojsonデータを利用した。
https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/20240101_noto_earthquake.html#6-1
- ・地すべり地形分布図（防災科研）
https://di-opac.bosai.go.jp/publication/nied_tech_note/landslidemap/gis.html

・崩壊分布と地すべり地形の分布傾向が似ている

防災科研

協力：（一社）GIS支援センター

①町野地区 地震前空中写真

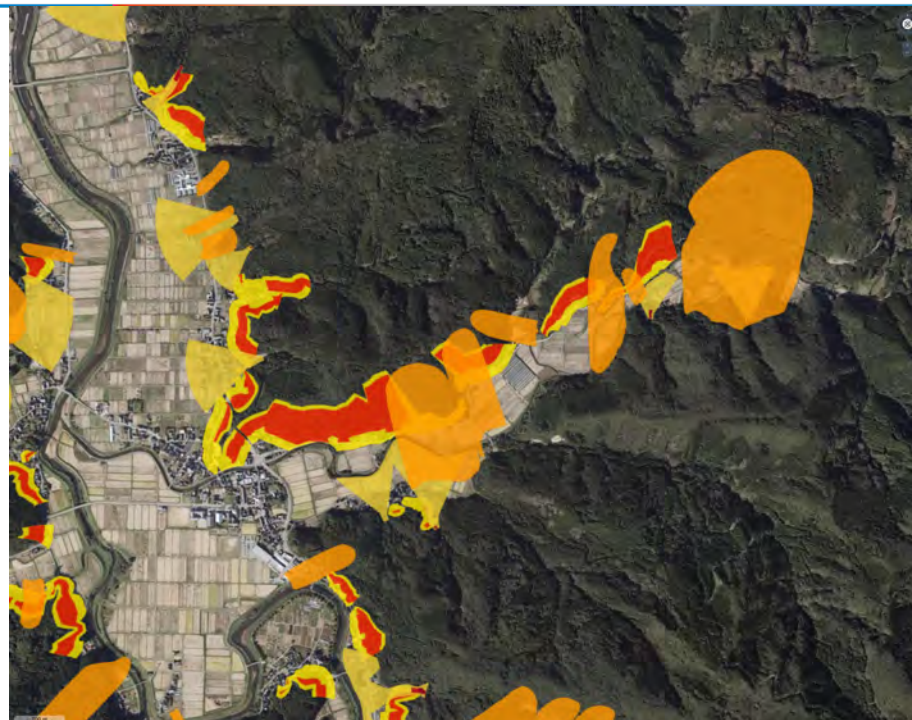
2025. 09. 05
©Naoki SAKAI



19

①町野地区 ハザードマップ（急傾斜地(赤黄色)、地すべり（橙）、土石流（薄黄））

2025. 09. 05
©Naoki SAKAI

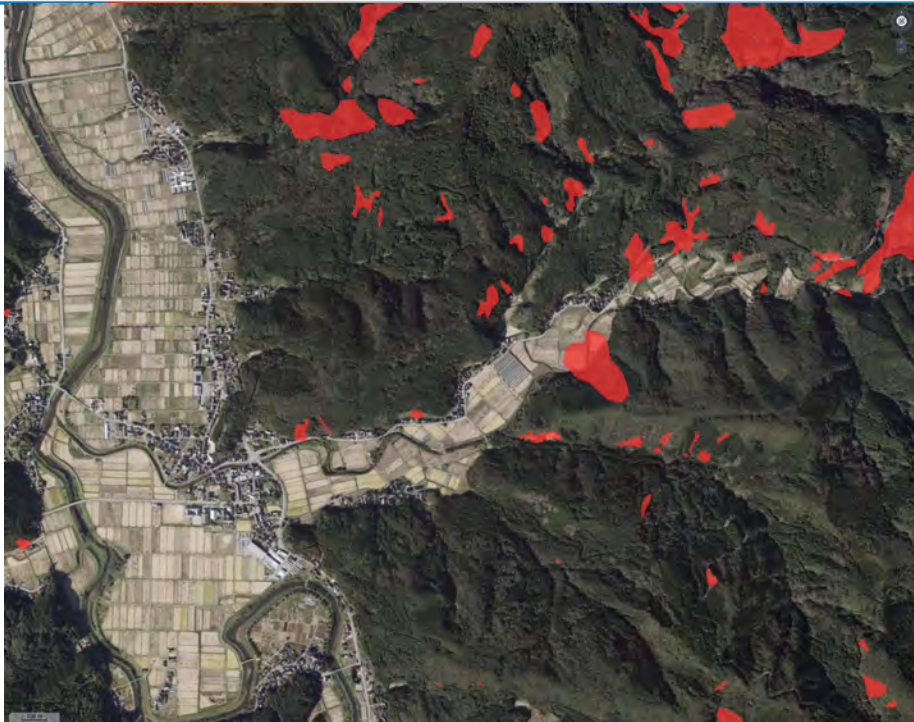


20

①町野地区 崩壊範囲（1月地震後）

国土地理院空中写真判読結果

2025. 09. 05
©Naoki SAKAI

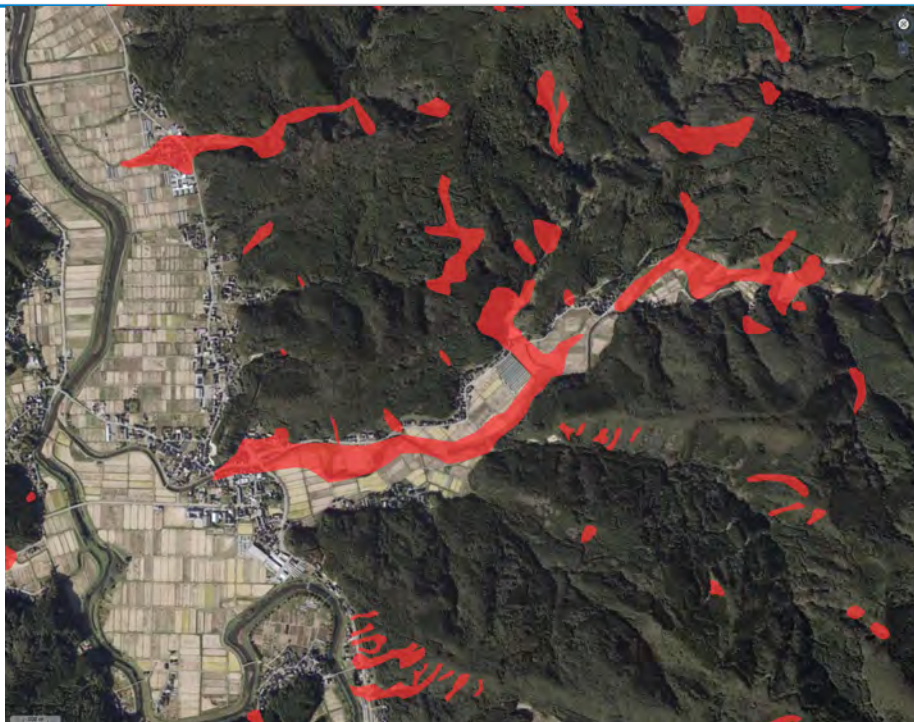


21

①町野地区 崩壊範囲（9月豪雨後）

国土地理院空中写真判読結果

2025. 09. 05
©Naoki SAKAI

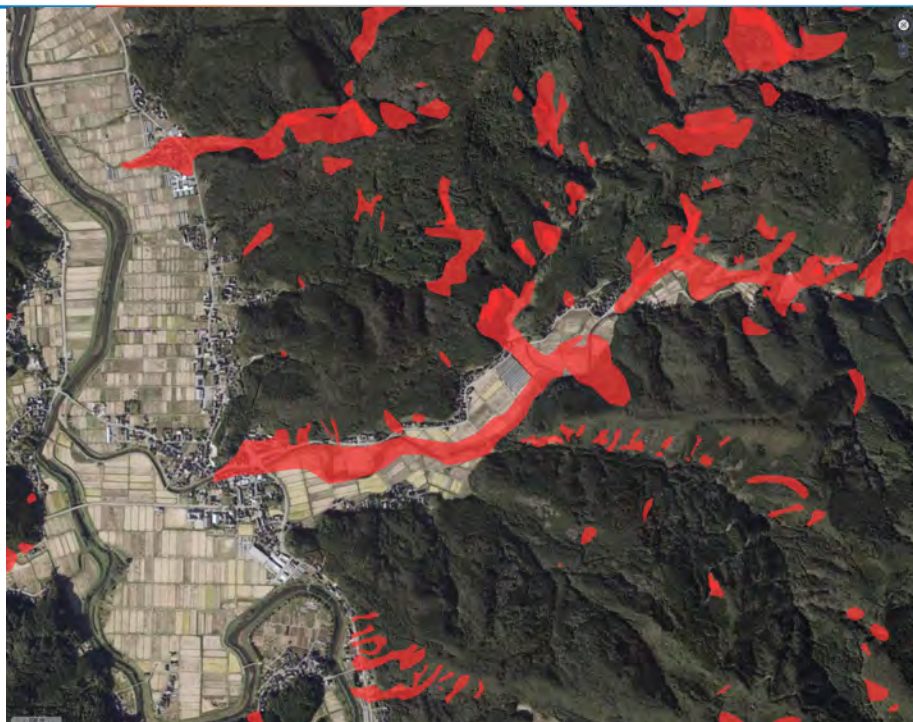


22

①町野地区 崩壊範囲（地震・豪雨）

国土地理院空中写真判読結果

2025. 09. 05
©Naoki SAKAI

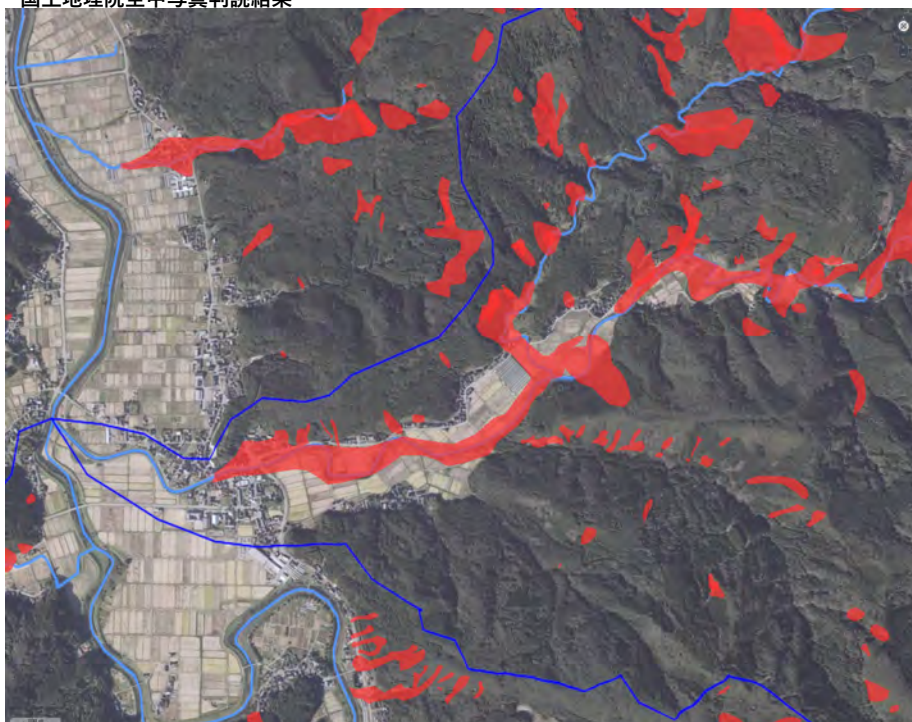


23

①町野地区 崩壊範囲（地震・豪雨）、河川、流域界

国土地理院空中写真判読結果

2025. 09. 05
©Naoki SAKAI



24



①町野地区 鈴屋川支流域 (酒井ドローン撮影12月)

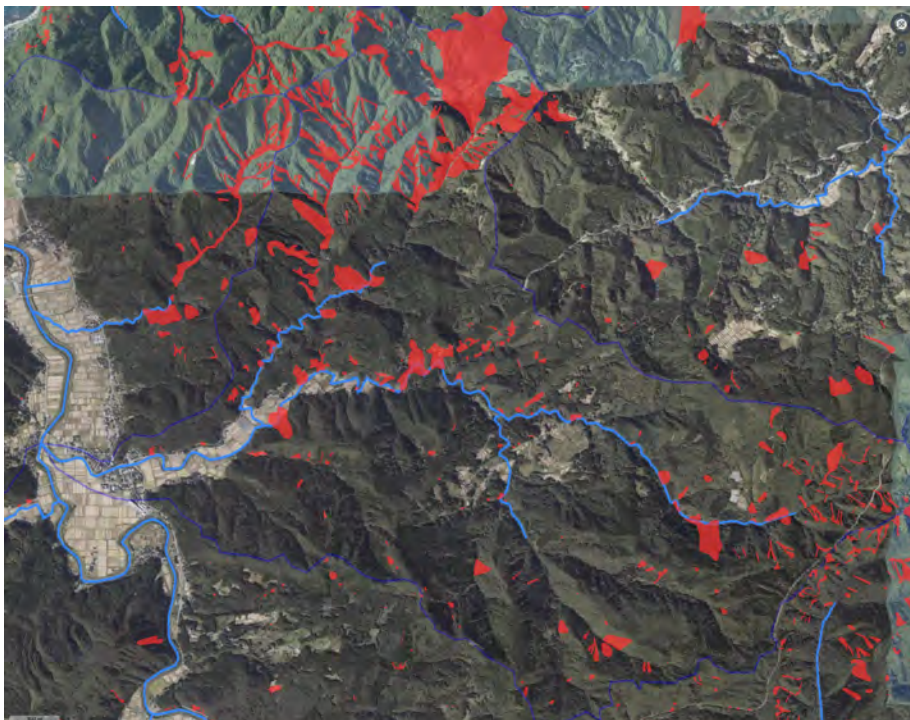
2025. 09. 05
©Naoki SAKAI



27

①町野地区 鈴屋川流域崩壊範囲 (1月地震後)
国土地理院空中写真判読結果

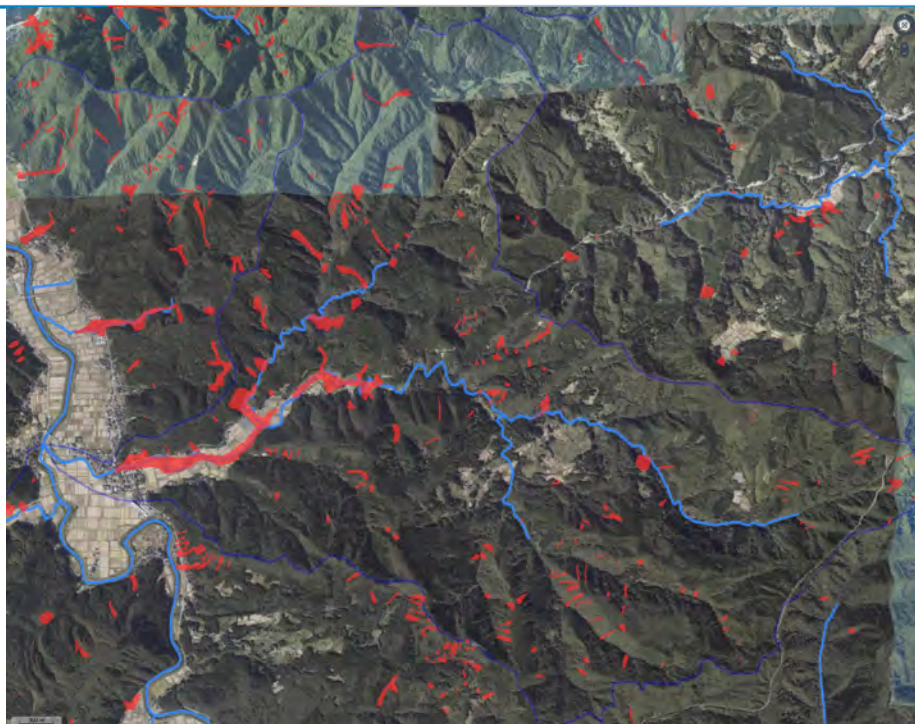
2025. 09. 05
©Naoki SAKAI



28

①町野地区 鈴屋川流域崩壊範囲 (1月地震後)
国土地理院空中写真判読結果

2025. 09. 05
©Naoki SAKAI



29

①町野地区 鈴屋川

2025. 09. 05
©Naoki SAKAI



30

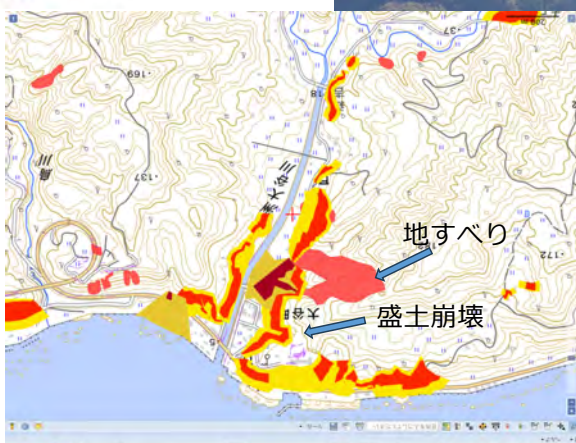
①町野地区 鈴屋川

2025. 09. 05
©Naoki SAKAI

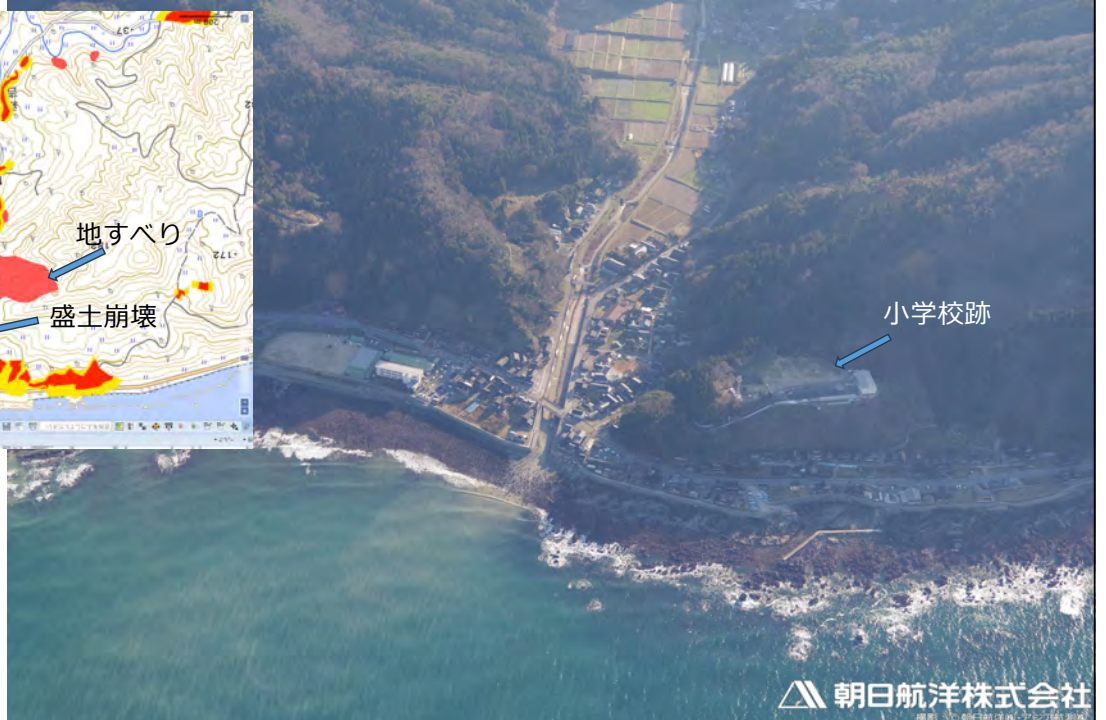


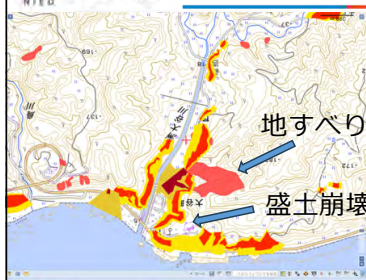
②珠洲市大谷地区 地震時

2025. 09. 05
©Naoki SAKAI



・黄色赤色は急傾斜危険地域





• Yellow and red of Hazard area



M. Suzuki, T. Fujimoto, Y. Kochi, N. Sakai, 2024

33



M. Suzuki, T. Fujimoto, Y. Kochi, N. Sakai, 2024

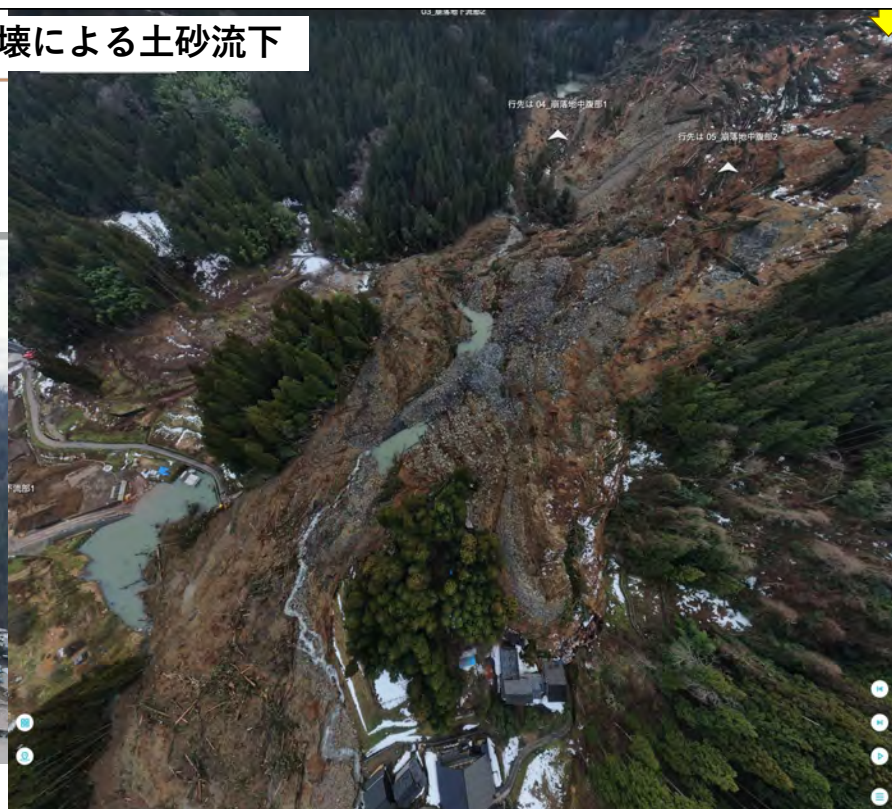
34

- ・ 斜面上部の古い盛土が流動化 昔は小学校、今は珠洲シアターミュージアム
- ・ 地形的には谷地形であり、斜面途中からは湧水が湧き続けている
- ・ 斜面上には土砂が貯まったままなので、今後のまとまった降雨で流下する可能性
- ・ 将来的に集落として住み続けていけるのかが課題





③大規模崩壊による土砂流下



③大規模崩壊による土砂流下

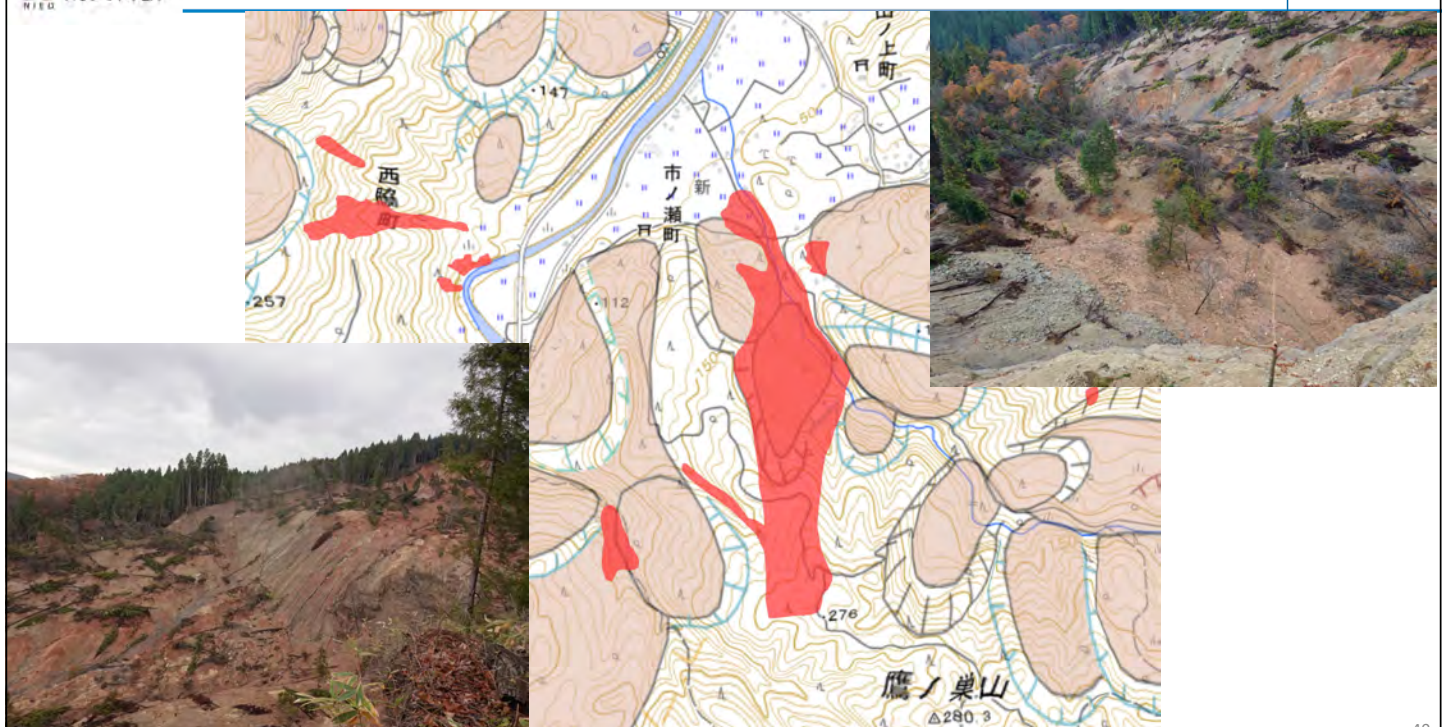
2025. 09. 05
©Naoki SAKAI



39

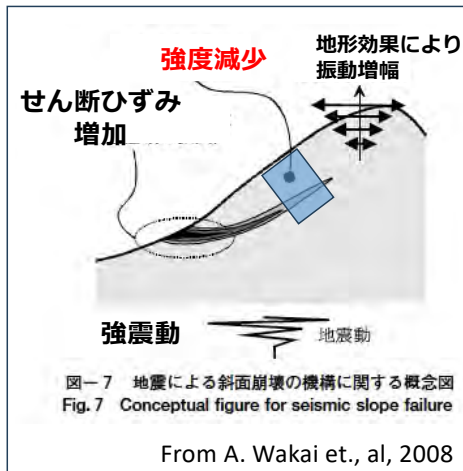
③大規模崩壊による土砂流下 (一ノ瀬)

2025. 09. 05
©Naoki SAKAI

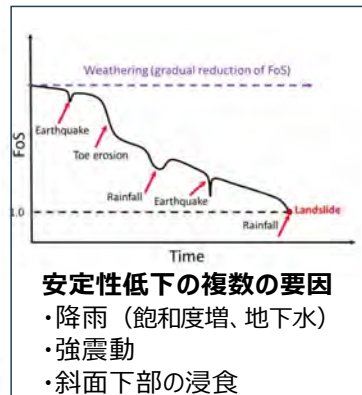


40

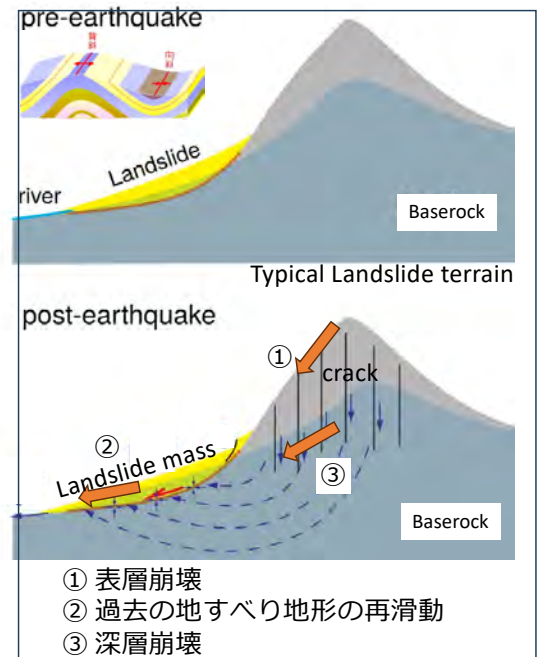
地盤強度の低下



斜面安定性の低下



強震による地質構造への影響

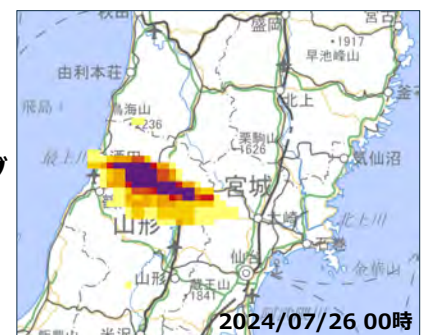


地震による斜面崩壊の発生要因:

- ・振動による強度低下
- ・地質構造の弱部の劣化

地震後の降雨による斜面災害の課題

- ・河道閉塞： 小規模な土砂ダムによる二次災害リスク、監視
- ・道路、インフラ： 道路、電気、ガス、水道等への再度の被害
- ・不安定な土砂、斜面： 落石、斜面内段差、亀裂
 - LP, LiDAR（航空機、UAV、地表）データ有効 →マッピング
 - 把握が難しい、危険度を事前に知ることが難しい
 - 自宅近くに、斜面がある？水路がある？谷がある？
 - ハザードマップだけでなく、普段から自分の目で周囲確認
 - 警戒情報で避難のタイミングとルートを確認
 - 誰と、いつ、避難を始めるのか
 - 線状降水帯、台風、雨は局所的に急に強くなる



大雨の希さ（3時間積算降雨量）
（紫は、100年に一度）

- ・山間部の集落、高齢者： 孤立化、避難が難しい
- ・復興中は、リスク大： 地域コミュニティ、地元の地盤専門家の知見、自分の命は自分で守る

今日のお話

- はじめに
- 令和6年能登半島地震における連鎖型斜面災害の特徴
- 地震後の「見えない危機」をDXを活用してモニタリング
- 大型斜面崩壊実験による斜面の不安定性を見える化
- 事前防災を踏まえたレジリエントな社会に向けて

43

ここに住み続けたい



斜面に残る土砂



亀裂だらけ

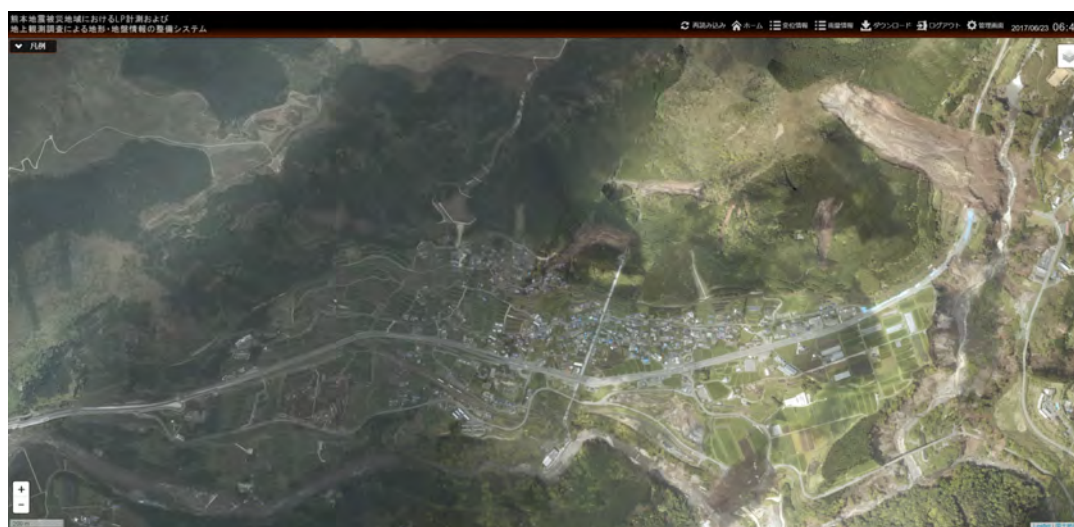


地震後の降雨
安全なのか？

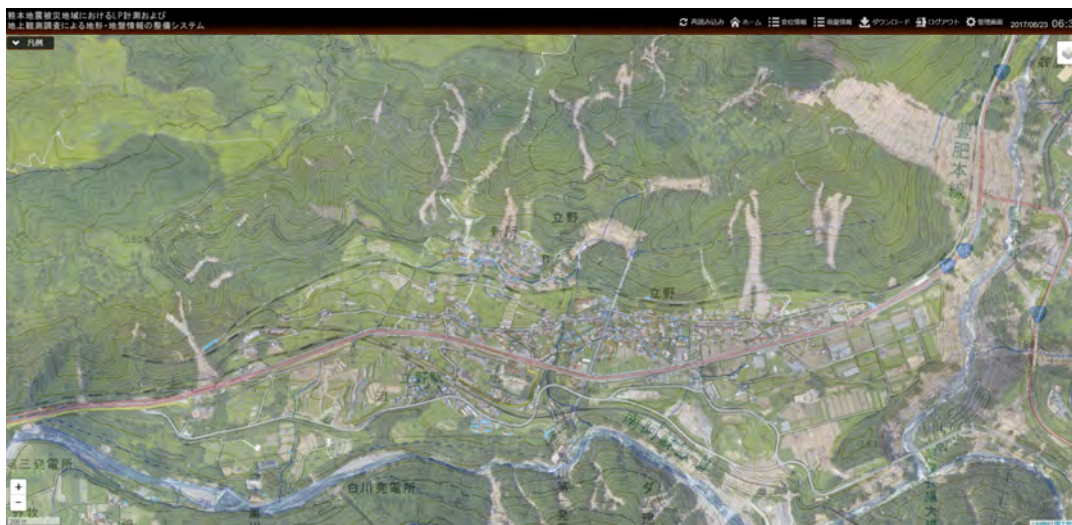




熊本地震被災地域における地形・地盤情報の整備－航空レーザ計測と地上観測調査に基づいた防災情報データベースの構築－
酒井 直樹, 木村 諒, 上石 勲, 田中 義朗, 村松 広久, 九鬼 和広, 水谷 佑, 長倉 賢, 近藤 雅信, 高野 正範, 植野 亮
防災科学技術研究所 研究資料, 413, 1-154, 2017
<https://doi.org/10.24732/nied.00002027>



熊本地震被災地域における地形・地盤情報の整備－航空レーザ計測と地上観測調査に基づいた防災情報データベースの構築－
酒井 直樹, 木村 諒, 上石 勲, 田中 義朗, 村松 広久, 九鬼 和広, 水谷 佑, 長倉 賢, 近藤 雅信, 高野 正範, 植野 亮
防災科学技術研究所 研究資料, 413, 1-154, 2017
<https://doi.org/10.24732/nied.00002027>



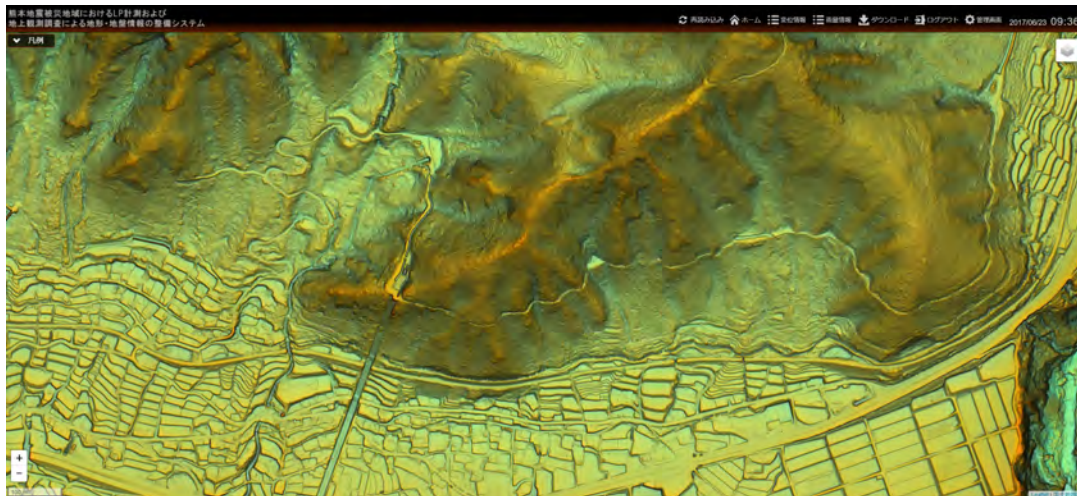
熊本地震被災地域における地形・地盤情報の整備－航空レーザ計測と地上観測調査に基づいた防災情報データベースの構築－
酒井 直樹, 木村 諒, 上石 勲, 田中 義朗, 村松 広久, 九鬼 和広, 水谷 佑, 長倉 賢, 近藤 雅信, 高野 正範, 植野 亮
防災科学技術研究所 研究資料, 413, 1-154, 2017
<https://doi.org/10.24732/nied.00002027>

47



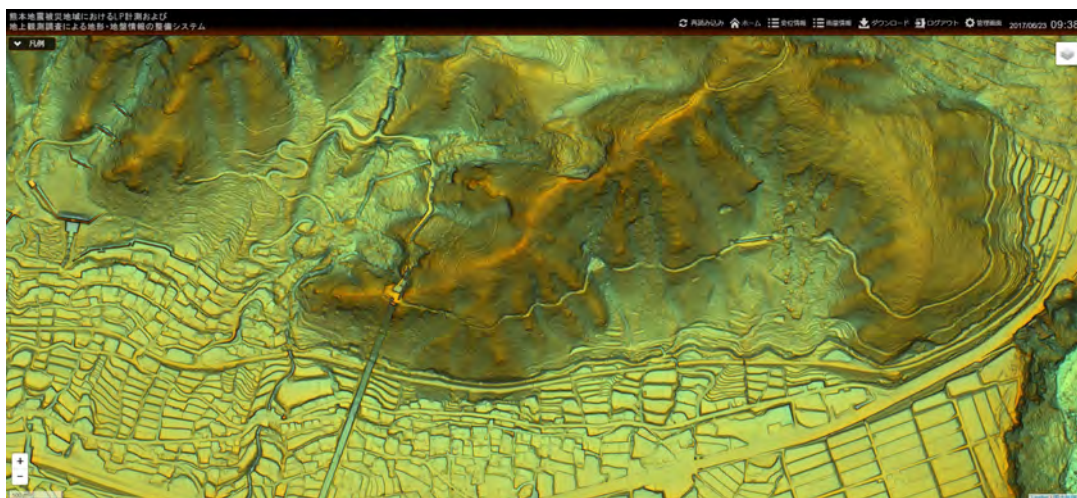
熊本地震被災地域における地形・地盤情報の整備－航空レーザ計測と地上観測調査に基づいた防災情報データベースの構築－
酒井 直樹, 木村 諒, 上石 勲, 田中 義朗, 村松 広久, 九鬼 和広, 水谷 佑, 長倉 賢, 近藤 雅信, 高野 正範, 植野 亮
防災科学技術研究所 研究資料, 413, 1-154, 2017
<https://doi.org/10.24732/nied.00002027>

48



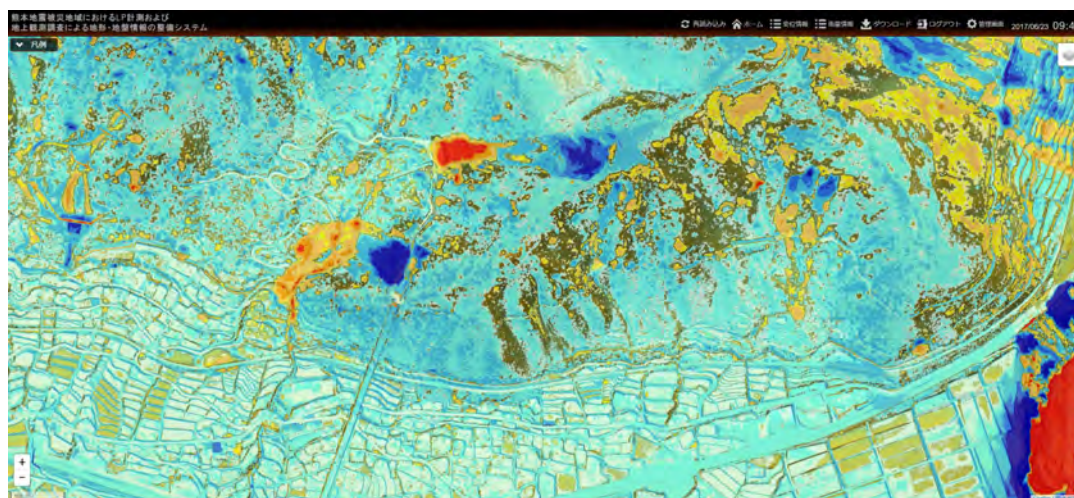
熊本地震被災地域における地形・地盤情報の整備－航空レーザ計測と地上観測調査に基づいた防災情報データベースの構築－
酒井 直樹, 木村 諒, 上石 勲, 田中 義朗, 村松 広久, 九鬼 和広, 水谷 佑, 長倉 賢, 近藤 雅信, 高野 正範, 植野 亮
防災科学技術研究所 研究資料, 413, 1-154, 2017
<https://doi.org/10.24732/nied.00002027>

49



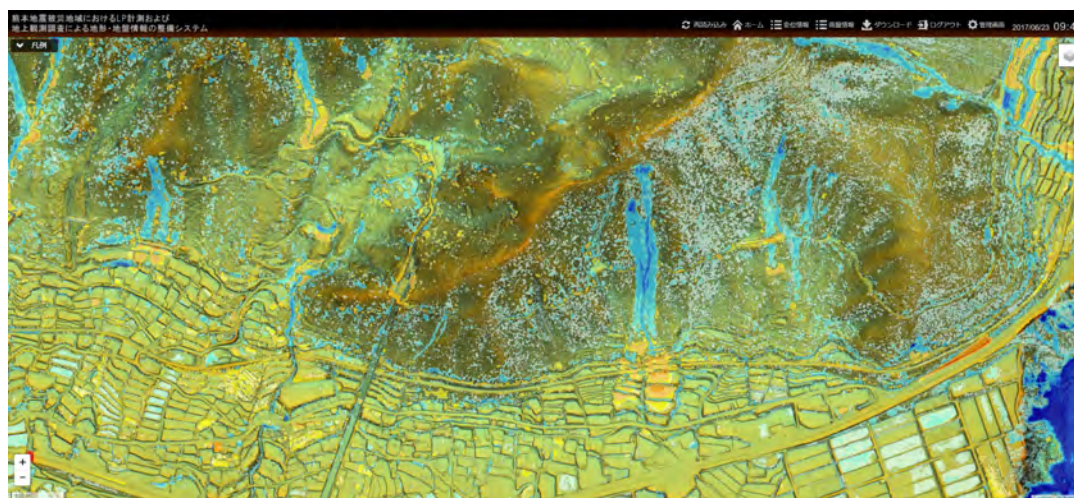
熊本地震被災地域における地形・地盤情報の整備－航空レーザ計測と地上観測調査に基づいた防災情報データベースの構築－
酒井 直樹, 木村 諒, 上石 勲, 田中 義朗, 村松 広久, 九鬼 和広, 水谷 佑, 長倉 賢, 近藤 雅信, 高野 正範, 植野 亮
防災科学技術研究所 研究資料, 413, 1-154, 2017
<https://doi.org/10.24732/nied.00002027>

50



熊本地震被災地域における地形・地盤情報の整備－航空レーザ計測と地上観測調査に基づいた防災情報データベースの構築－
酒井 直樹, 木村 諒, 上石 勲, 田中 義朗, 村松 広久, 九鬼 和広, 水谷 佑, 長倉 賢, 近藤 雅信, 高野 正範, 植野 亮
防災科学技術研究所 研究資料, 413, 1-154, 2017
<https://doi.org/10.24732/nied.00002027>

51

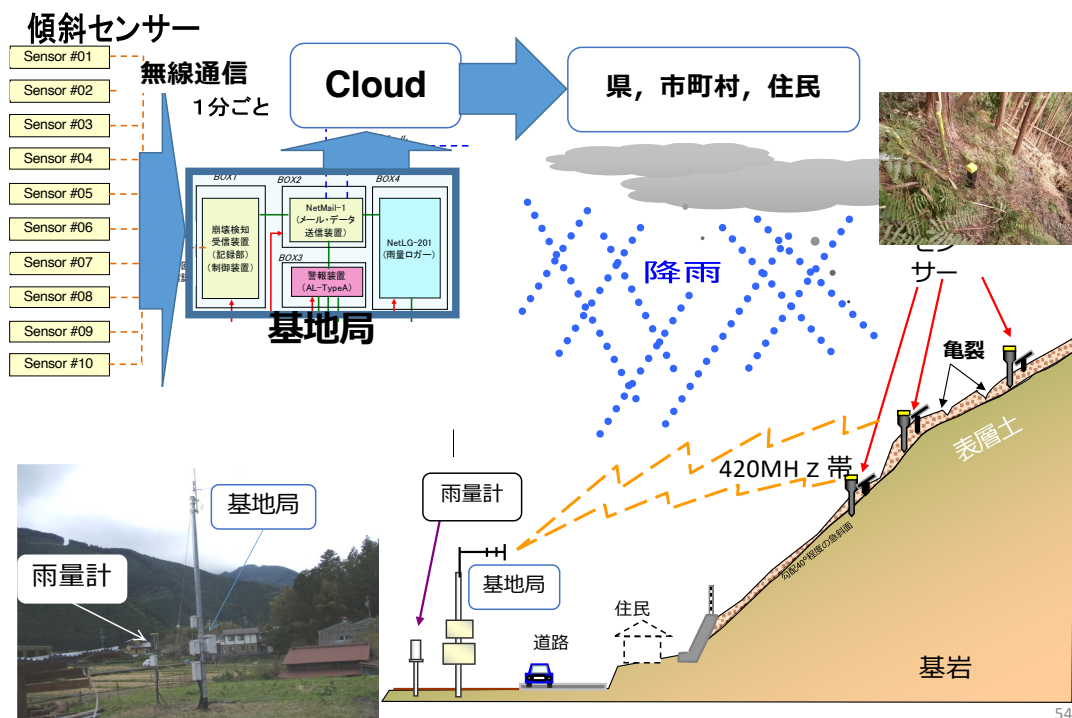


熊本地震被災地域における地形・地盤情報の整備－航空レーザ計測と地上観測調査に基づいた防災情報データベースの構築－
酒井 直樹, 木村 諒, 上石 勲, 田中 義朗, 村松 広久, 九鬼 和広, 水谷 佑, 長倉 賢, 近藤 雅信, 高野 正範, 植野 亮
防災科学技術研究所 研究資料, 413, 1-154, 2017
<https://doi.org/10.24732/nied.00002027>

52



53



54



55

斜面変動検知用センサー
9危険箇所ー90点の傾斜計を設置

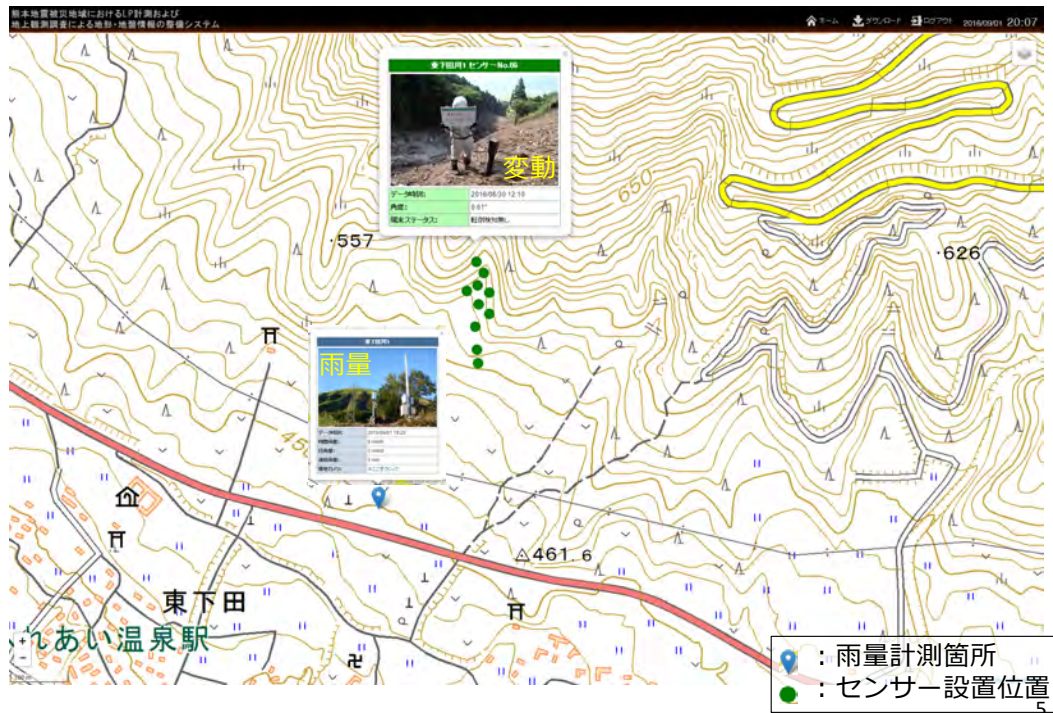


56

5

①南阿蘇村東下田川

2025. 09. 05
©Naoki SAKAI



東下田川での観測事例

2025. 09. 05
©Naoki SAKAI

台風16号時の状況





→ SAR解析、レーザープロファイラーデータ、地盤調査（ボーリング・弾性波探査）の結果をウェブ上で可視化するとともに、地上観測によるリアルタイム情報を組み合わせて表示することで、気象条件等で時々刻々と変化する災害危険度を、総合評価情報として提供していく

59

項目	現状のセンサーシステムの課題	今後のセンサーシステムへの要求（普及への道）
センサ	大型、高価	小型、安価、高耐久性・高信頼性 MEMS型加速度センサー
(回路)	消費電力大	低消費電力、専用回路
(パッケージ)	設置が不自由、大型、高価	高耐久、設置が自由、小型、安価 (メンテフリーのセンサー)
電源	有線（設置困難、敷設コスト高い、災害時断線） 電池（寿命短い、交換大変）	自律電源（環境発電） 振動、熱（温度差）、太陽光、風
通信	有線（設置困難、敷設コスト高い、災害時断線）	LPWA無線（遠隔、多数）、低消費電力
クラウド	データ数限定	ビッグデータ処理、予兆検知（危険度評価） (多数点計測、常時計測)

何を何のために測るのか？（真のニーズが重要）

60

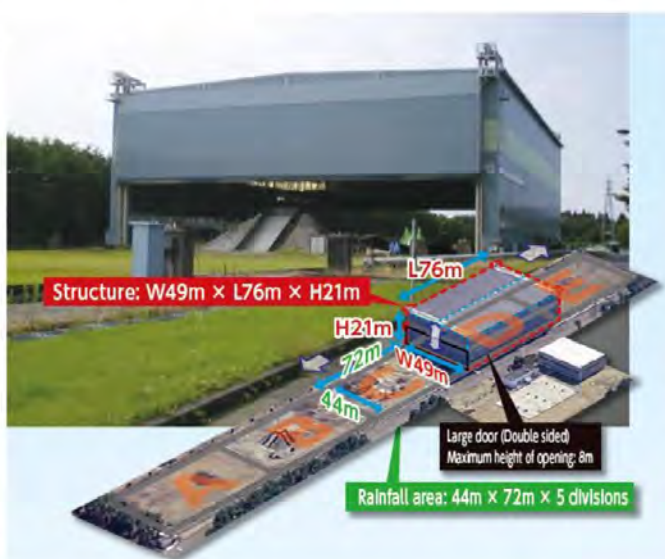
今日のお話

- はじめに
- 令和6年能登半島地震における連鎖型斜面災害の特徴
- 地震後の「見えない危機」をDXを活用してモニタリング
- 大型斜面崩壊実験による斜面の不安定性を見える化
- 事前防災を踏まえたレジリエントな社会に向けて

61

Large-scale Rainfall Simulator (World's Largest Water Sprinkling Facility)

The large-scale rainfall simulator can simulate rainfalls with intensity of 15-300mm/hr. The simulator is used to conduct research to clarify the mechanism of water-related disasters such as landslide.



62

ゲリラ豪雨は雨滴が大きい

2025. 09. 05
©Naoki SAKAI

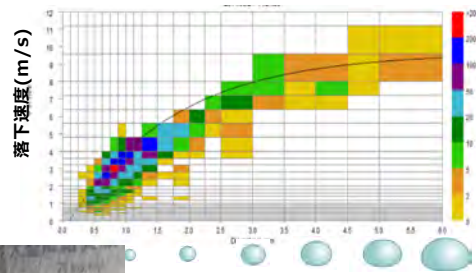


4本のノズルの組み合わせで再現

・ 散水性能

雨滴粒径	Φ0.1~8mm程度
降雨強度	15~300mm/h(2.5~50.0mm/10min)
降雨範囲	W50m×L75m(4分割可能)
降雨ノズル数	総数2,176個(544個×4)
ノズル設置高	G.L.から16m
散水系統	各系統：全面散水(1/4面散水)mm/h
(各系統	第1系統 15~45(15~50)mm/h
ノズル544個)	第2系統 40~200(40~250)mm/h
	第3系統 120~220(180~260)mm/h
	第4系統 200~300(255~300)mm/h
送水ポンプ	8.0kl/min×2台(200kW,9.4kg/cm2)

雨滴の大きさと落下速度の関係(計測:Persivel 2)



雨粒の大きさ(直径、mm)

新たに可能になった実験例：

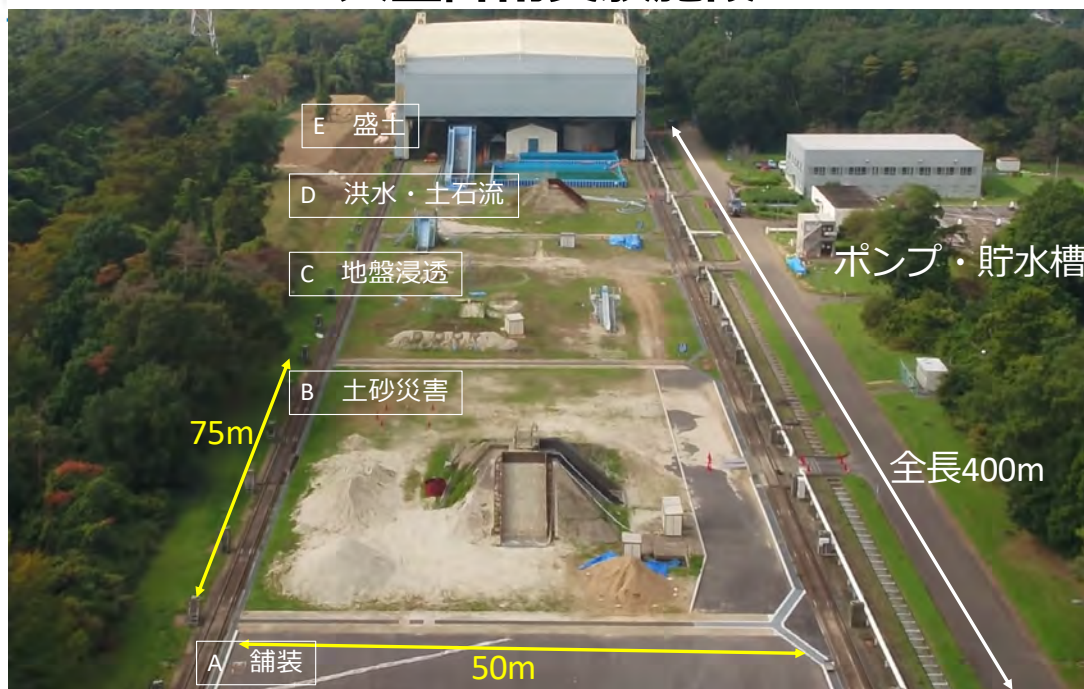
- ・ LiDAR（レーザー光）の散乱
 - ・ ミリ波帯レーダーの減衰
 - ・ 電波の減衰
 - ・ 視程の評価
 - ・ 地盤を揺らす振動の評価
 - ・ ドローンの機体に与える影響
- などなど

①雨の強さ、②雨粒の分布と大きさ（直径8mm程度）、③落下速度を再現できる

63

大型降雨実験施設

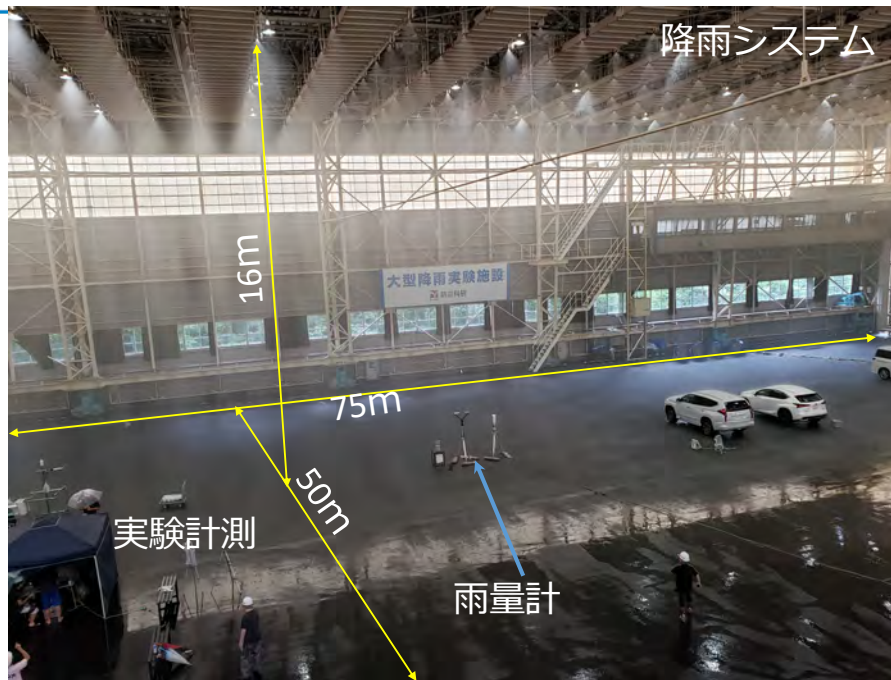
2025. 09. 05
©Naoki SAKAI



64

降雨実験風景

2025. 09. 05
©Naoki SAKAI



65

Home > Progress in Landslide Research and Technology, Volume 3 Issue 2, 2024 > Chapter

Experimental Research on Rain-Induced Landslide Mechanism Using Large-Scale Rainfall Experimental Facility: Findings and Challenges

Chapter | Open Access | First Online: 01 January 2025
pp 173–195 | [Cite this chapter](#)

● You have full access to this [open access](#) chapter



Progress in Landslide Research and
Technology, Volume 3 Issue 2, 2024



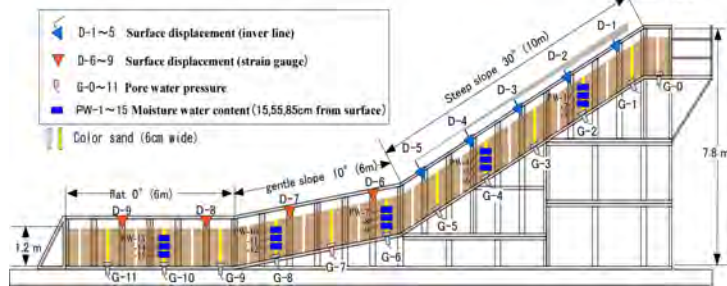
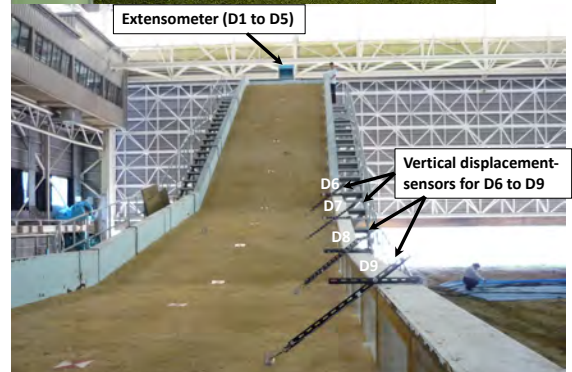
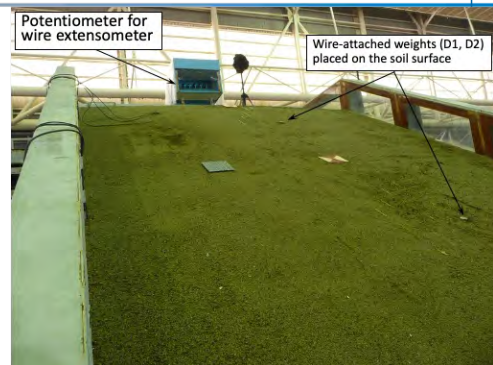
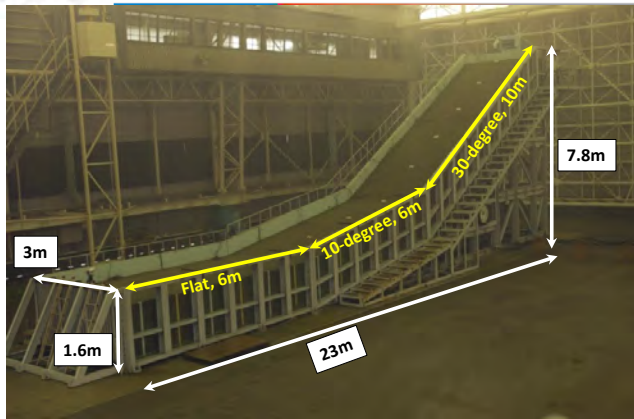


写真-2 砕石搬入



写真-33 土砂搬入



写真-41 撤去作業②



写真-18 足踏み転圧



写真-22 水位計5(WL05)の設置



写真-27 密度測定





防災科研

2025. 09. 05
©Naoki SAKAI

土砂流動実験による地盤振動計測（令和3年度） 東電設計との共同研究、NEDOプロジェクト(2019-2022)

加速度データ

多数の土砂を落下

実物の電柱を2本設置
→センサーで電柱の揺れを計測

加速度センサーによる分析

電柱にセンサーを設置、24時間モニタリング
→土石流や崖崩れの異変を検知

防災科研 インフラ企業との連携促進

大型盛土実験の継続的な計測

盛土計測実験

- ・自然環境下の盛土を計測出来る
- ・公共座標を付与
- ・レーザーキャナによる3次元観測
- ・IoTセンサーによるモニタリングも実施
- ・差分解析結果
- ・頂の沈下
- ・斜面下部はらみだし

今後センサー増やし、水分等の計測も行いながら、人工の降雨も降らせることも計画

点群データ

盛土の三次元モデルとコンター画

防災科研

レベル4実現へ 悪天候下のドローン飛行実験の標準化

悪天候下のセンシングに関する標準化
NEDO、ReAMOプロジェクト(2022～2027)

ソフト

映像・LiDAR

悪天候下の飛行に関する標準化
(国交省航空局)

「フォーブス」が選んだ「未来の社会」を実現する50-MaaS共創拠点
(代表機関：気象大学) 共創の場形成支援プログラム(CO-NEXT)共創分野育成型 2022～2024

デジタル飛行

浮く住宅の公開実験（令和2年度） （一栄工務店との共同研究）

加速度データ

耐水害住宅

対水害技術の性能検証実験を
国交省や建築研究所や民間と連携

防災科研

73

防災科研

2025. 09. 05
©Naoki SAKAI

今日のお話

- ・はじめに
- ・令和6年能登半島地震における連鎖型斜面災害の特徴
- ・地震後の「見えない危機」をDXを活用してモニタリング
- ・大型斜面崩壊実験による斜面の不安定性を見える化
- ・事前防災を踏まえたレジリエントな社会に向けて

74

広島県にてワークショップ主催

11:00-15:30(入退場自由)
ふれあいひろば 人がつながる — みんなで創るあしたのまち —

■会場: エントランスホール(広島コンベンションホール1階)
■対象: どなたでも参加できます
■プログラム 進行: 馬場のふえ(予定)広島テレビ放送アナウンサー 高井真樹(防災科学技術研究所)

①ミニワークショップ「みんなでコミュニティのミライを創造しよう」
※特別来賓(最新情報)SD-MaaS共同開発者(参加)

②ブース展示(11:00-15:30)

📍テーマ1: 急な雨でも安全な判断ができる自動走行運転を目指して
ティアフォー 自動運転センサーのデモ、自動運転の映像、ティアフォーと防災科研との共同研究成果展示

📍テーマ2: ミライのドローンで何ができるか考えよう
図アマミューズワンセルフ 4時間の長時間飛行が可能なハイブリッドドローン実機展示、映像

📍テーマ3: 自分の住んでるところは大丈夫かな? 坂町小屋浦地区の試み
小屋浦防災士会 ドローン、映像、活動報告

📍テーマ4: 広島県の土砂災害の特徴を知ろう
地盤工学会中国支部 展示(土砂災害のメカニズムをわかりやすく解説)

📍ドローンイメージ(図アマミューズワンセルフ)
📍ドローン撮影による坂町小屋浦地区(小屋浦防災士会)

地域での取組



西日本豪雨から5年
復興の取組を取材
(広島県坂町小屋浦地区)



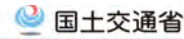
近いミライ

- ・ドローン: アミューズワンセルフ、徳島大・防災科研
- ・自動走行車: 株式会社Tier IV
- ・住民、教育: 高校、中学、小学、幼稚園、自主防災組織(安佐南区)
- ・関連組織: 県、地元自治体、まちづくりNPO法人、防災士会、ドローン企業・団体等
- ・学術・民間: 地盤工学会、土木学会、広島大学防災減災センター



SD-MaaSによる空から創る未来のまち in 広島
広島コンベンションホール 広島市東区

立地適正化計画による居住の安全確保（防災指針の概要）

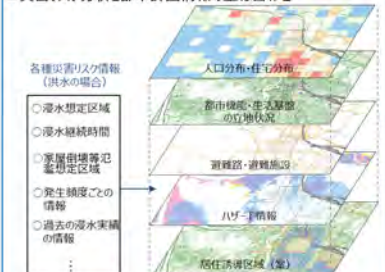


【都市再生特別措置法】

- 居住の安全確保等の防災・減災対策の取組を推進するため、都市再生特別措置法の一部を改正し、立地適正化計画に「防災指針」を記載することを位置づけ、令和2年9月7日より施行。
- 立地適正化計画においては災害リスクを踏まえて居住や都市機能を誘導する地域の設定を行い、区域内に浸水想定区域等の災害ハザードエリアが残存する場合には適切な防災・減災対策を「防災指針」として位置付けることが必要。

○防災指針の概要

■災害リスク分析と都市計画情報の重ね合わせ

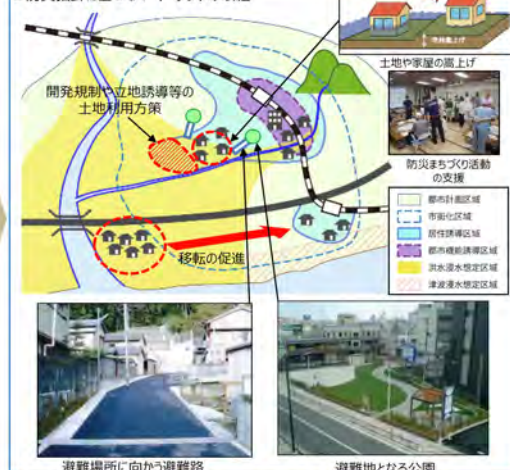


■都市の災害リスクの高い地域等の抽出



防災まちづくりの将来像・目標と取組方針の設定

■防災指針に基づくハード・ソフトの取組

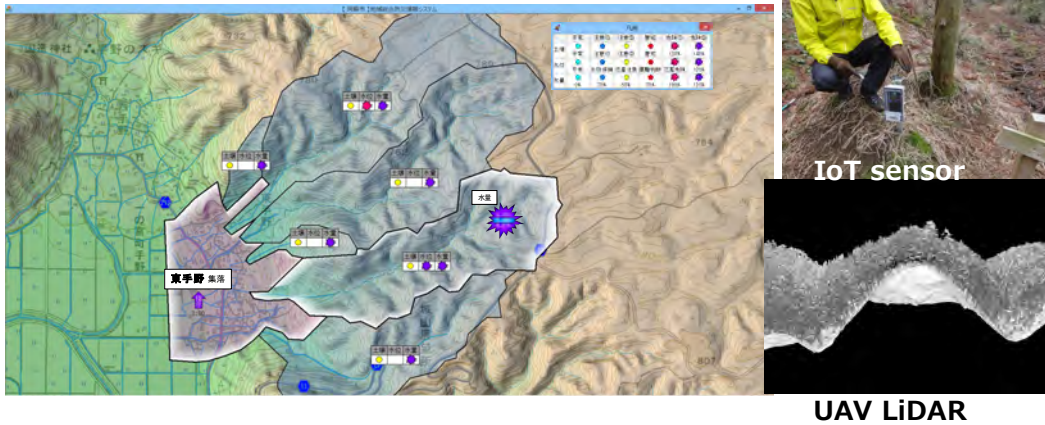


防災指針の手引き: https://www.mlit.go.jp/tosho/city_plan/tosho_city_plan_0k_000035.html

Community-based Early Warning System

Challenge

1. Slope conditions are monitored with IoT sensors and AI in local communities.
2. Hydrological simulations using detailed topography help detect early warning signs.
3. Scenario-based simulations support effective decision-making.



SCIENCE FOR RESILIENCE

Earthquakes, tsunamis, volcanoes, violent winds, heavy rains, snowstorms, floods, and landslides are natural threats that will always exist. However, at NIED, we believe that disasters can be reduced. Therefore, we are constantly developing technologies and strategies to prepare for and respond to disasters. With better prediction, smarter prevention, and faster restoration, we aim to protect lives and livelihoods for a sustainable future.