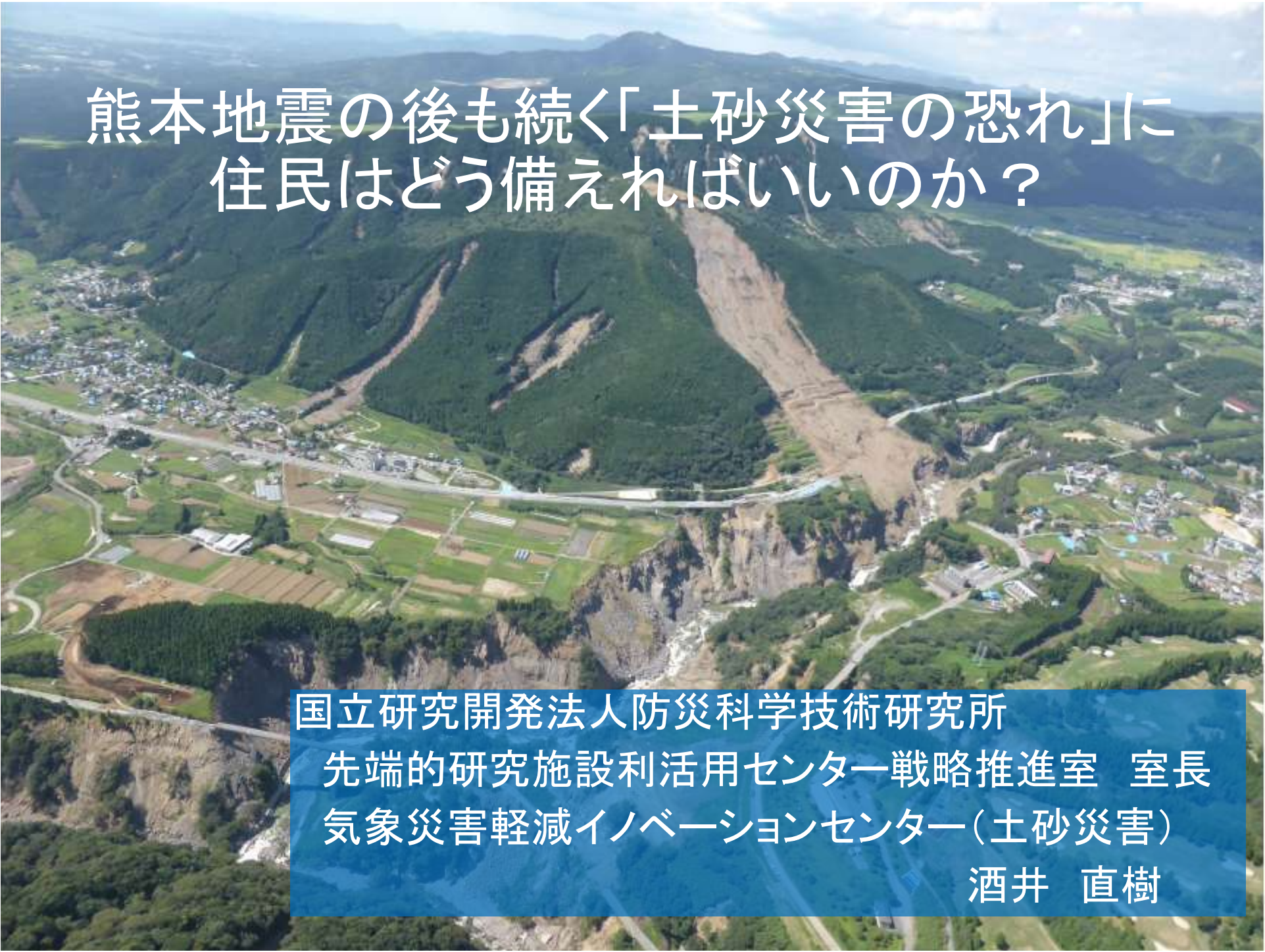




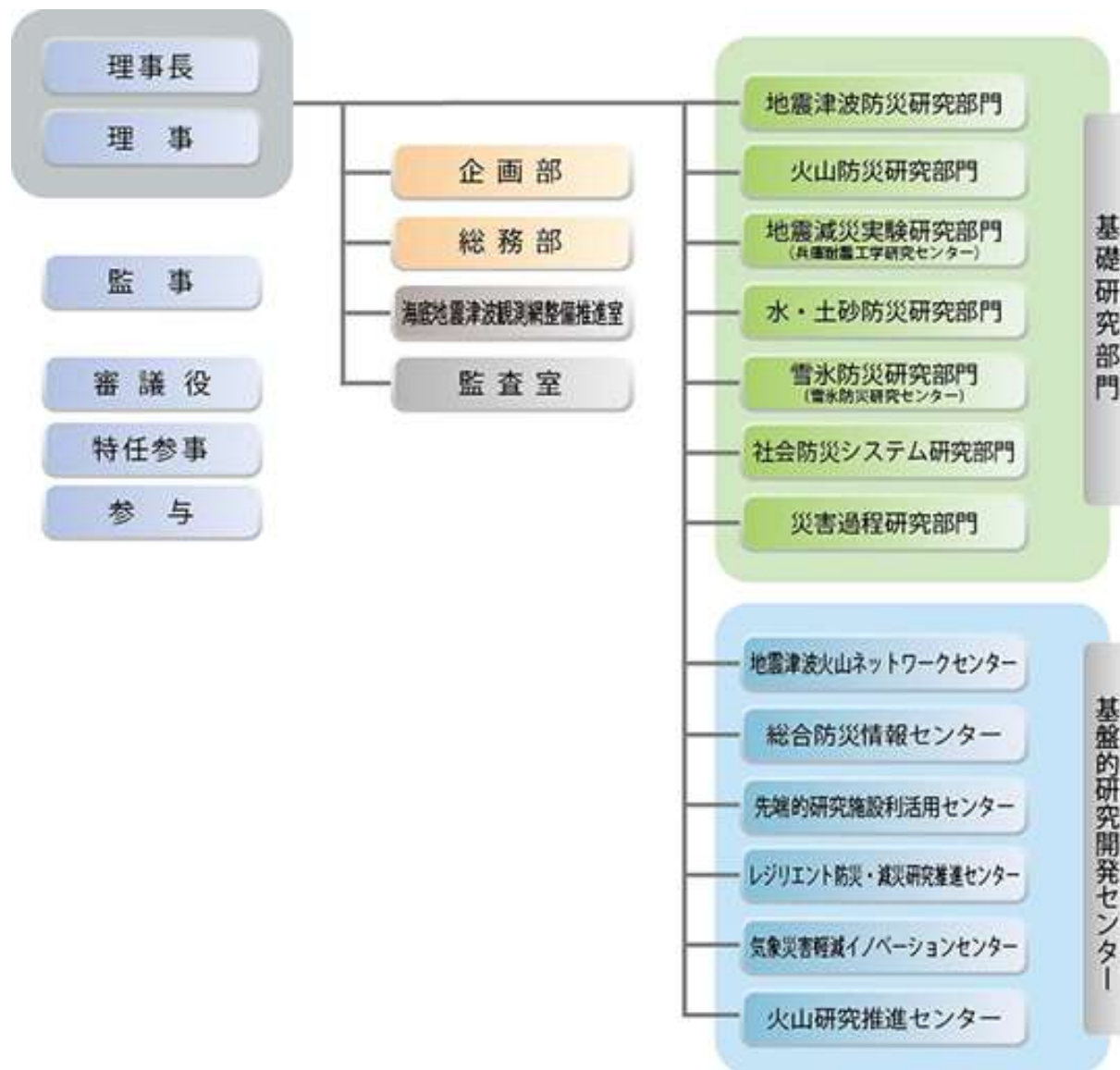
熊本地震の後も続く「土砂災害の恐れ」に 住民はどう備えればいいのか？

国立研究開発法人防災科学技術研究所

先端的研究施設利活用センター戦略推進室 室長
気象災害軽減イノベーションセンター(土砂災害)

酒井 直樹

防災科学技術研究所の組織



先端的研究施設利活用センターについて

先端的研究施設利活用センター準備室

基盤的研究開発センターの一類型である性能検証センターとして、防災科学技術研究所が有する知財としての「先端的研究施設」である大型降雨実験施設、大型耐震実験施設、雪氷防災実験施設及び実大三次元震動破壊実験施設を利活用した性能認証を行い、産業界のニーズに応えた社会実装を目指す。



実大三次元振動破壊実験施設



大型耐震実験施設



大型降雨実験施設



雪氷防災実験施設

- ①リアルスケールの大型実験
- ②リアルな極端な条件の再現
- ③新技術の性能検証，標準化
- ④産官学の連携拠点→社会実装へ

気象災害軽減イノベーションセンター



国立研究開発法人
防災科学技術研究所

「守り」の防災から「攻め」の防災への転換



気象災害軽減イノベーションセンター

「攻め」の防災に向けた気象災害の能動的軽減を実現する * イノベーションハブ

* 科学技術振興機構 (JST) 「イノベーションハブ構築支援事業」
平成 27 年度 F5 採択・平成 28 年度本採択課題

目的

近年、激化している異常気象災害の早期予測技術開発は急務です。防災科学技術研究所(以下、防災科研)が研究開発を進めている気象災害の早期予測技術のコアとして、次世代センシング技術、IoT情報技術、そしてリスクコミュニケーションを取り入れ、各ステークホルダーとの密接な連携により地域特性・利用者ニーズに応じた気象災害予測情報システムの社会実装を実現します。

何を するのか

このため、戦略的で実践的な人材と技術の糾合を行い、命を救うラストワンマイルを埋める成果と産業界への経済的波及効果を伴う「「攻め」の防災に向けた気象災害の能動的軽減を実現するイノベーションハブ」を形成します。

雪崩

豪雨

土砂災害

IoT を活用した 地域防災システム開発

住民が共同でセンサーを設置することにより、結果的にリスクコミュニケーションの場となって、自己決定力の向上や地産地消による地域創生につながります。

ニーズ：「個人の防災行動に役立つ情報が欲しい！」
「雪下ろしのタイミングを教えてください！」

積雪積雪
重量センサー

シーズ：降雪・積雪重量予測技術

大雪対応サプライチェーン マネジメントシステム開発

企業と協働で安価な積雪重量を測定するセンサーとシステムを開発し、サプライチェーン店舗に設置し、通信網を利用してデータを収集・分析し予測します。

ニーズ：物流には、影響が長続きし
復旧まで時間がかかる雪の被害大！



シーズ：降雪予測技術、雪氷災害観測・予測技術

首都圏の稠密気象情報 提供システム開発

ゲリラ豪雨、竜巻、雷、降雹といった極端気象、さらには熱中症をまねく暑熱環境や局地風を予測します。

ニーズ：ゲリラ豪雨も予測精度が重要。
どのような災害に繋がるかの予測も必要



シーズ：積乱雲の一生のマルチセンシングとデータ同化

防災新技術の性能評価・標準化

防災科研の大型実験施設を利用し、性能評価手法を標準化します。測定結果の証明・各種センサーなどの性能試験方法の標準化・マニュアル化により、防災対策の新技術の普及を目指します。



大型降雨実験施設
(茨城県つくば市)

雪氷防災実験棟
(山形県新庄市)



証明書イメージ

国立研究開発法人 防災科学技術研究所 について

災害から人命を守り、災害に強い社会を実現することを目的として、防災に関する総合的な研究開発を行っています。



国立研究開発法人 防災科学技術研究所

気象災害軽減イノベーションセンター



国立研究開発法人
防災科学技術研究所

気象災害軽減イノベーションセンター



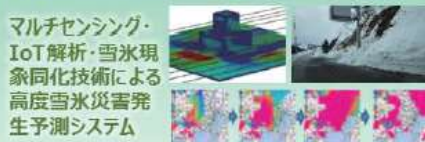
予兆を早期に捉え予測につなげる防災科研の知
知識基盤・基礎的研究

気象災害軽減のための
観測予測技術



積乱雲の一生
のマルチセン
シングの高度化、
データ同化手
法の高度化

雪氷災害軽減のための
観測予測技術



土砂災害軽減のための
観測予測技術



高精度降雨情
報・リアルタイム
斜面危険度評
価、マルチセン
シング・IoTによる
避難行動支援

風災害軽減のための
観測予測技術



局地風を高精度
に再現可能な
LES乱流シミュ
レーション技術

新技術を用いた的確な予測情報を創出する
実現化技術・要素技術開発

次世代センシング技術
センサー高機能・低価格化



IoT情報技術

IoT・データ連携等の新技術の適用

IoT・ビッグデータ 分析・予測シミュレーション



リスクコミュニケーション技術

人が動く情報提供

リスクコミュニケーションモデル 情報プロダクツ化



ステークホルダーとの協働によるニーズにマッチした
システム化・技術統合

市民



個々人の災害時の避難等の行動判断、平時の安心・
快適な生活にも役立つ気象防災システムの実装

交通インフラ・物流



気象災害予測システムの交通インフラへの実装とサプ
ライチェーンマネジメントへの波及による経済損失の軽減

産業界



産業界との協働により特定された、ニーズに応じた
観測・予測技術成果をスピード感を持って多様に展開

地域



地域特性に適応した避難誘導、災害時の行動判断に
真に役立つ地域防災システムの実装と他地域への展開

システム要件

基礎的な知見

システム要件

要素技術



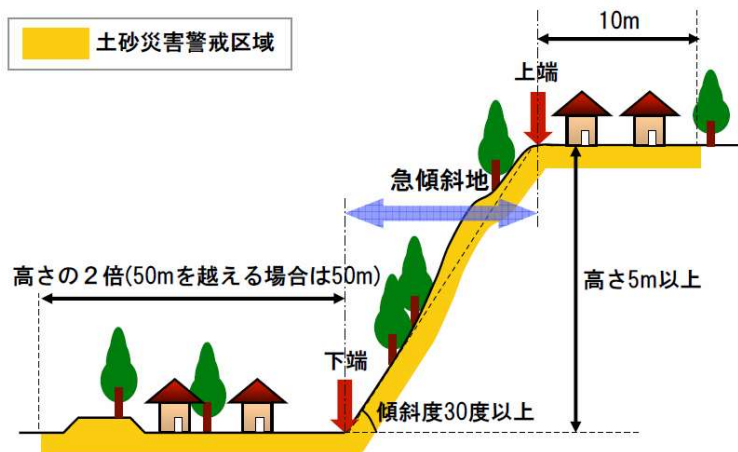
国立研究開発法人 防災科学技術研究所

1. 土砂災害について
2. 熊本地震後も続く土砂災害
3. 「土砂災害の恐れ」を見える化しよう
4. まとめ

土砂災害警戒区域

土砂災害警戒区域について

→ 急傾斜地の崩壊に対する土砂災害警戒区域の設定基準



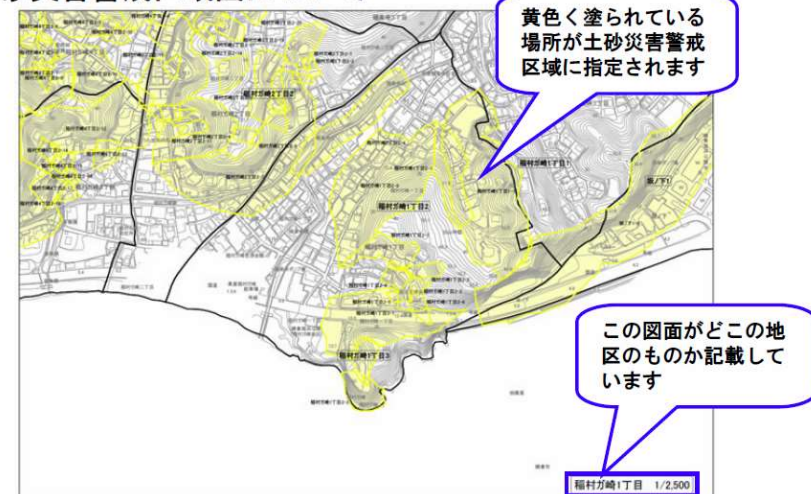
2008/6/6

神奈川県藤沢土木事務所

No.19

基礎調査と指定区域について

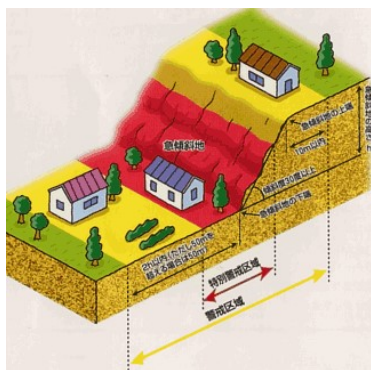
→ 土砂災害警戒区域図について



2008/6/6

神奈川県藤沢土木事務所

No.29



土砂災害警戒区域に指定されると

1. 土砂災害防止のための情報伝達、警戒避難体制の整備
住民に対して土砂災害に関する情報提供

地域防災計画に土砂災害警戒区域についての情報を掲載

疑問！

- ・全て同じように危険か？
- ・ほかの場所は安全なのか？

全ての斜面の危険度が同じか？

土砂災害警戒情報

土砂災害警戒情報について

→ 土砂災害警戒情報とは

- 大雨により土砂災害の危険性が高まっていると判断された場合に横浜気象台と神奈川県が共同で作成し、横浜気象台から発表される情報です
- 住民の皆様にはテレビ、ラジオを通じてこの情報をお知らせします

〇〇時××分
横浜気象台から土砂
災害警戒情報が発表
されました



この情報が発表されたときは土砂災害の危険性が高まっているので、十分注意してください(災害が起きる前に早めの避難を心がけて下さい)

危険と思ったらすぐに避難することが大切です

2008/6/6

神奈川県横浜土木事務所

No.34

土砂災害に対する備え

→ 土砂災害から身を守るために

! 大雨のときは要注意

- 土砂災害の多くは雨が原因です
- 長雨や大雨で危険と思ったら早めに避難しましょう



! 避難する前の注意

- 気象情報を聞く
- 避難場所や避難経路を再確認する
- 非常持ち出し品を再確認する
- 火気の始末をする



土砂災害に対する備え

→ 神奈川県からの情報提供

神奈川県砂防・水防情報

- 雨量概況図
- 水位概況図
- 土砂災害危険箇所マップ
- 土砂災害記録マップ
- 土砂災害警戒区域等マップ
- 携帯電話でもアクセスできます

【パソコン用アドレス】

<http://www.pref.kanagawa.jp/osirase/sabo/>

【携帯電話用アドレス】

<http://www.pref.kanagawa.jp/osirase/sabo/bousai/suibojoho/>



2008/6/6

神奈川県横浜土木事務所

No.33

土砂災害に対する備え

→ がけ崩れの前兆現象

がけ崩れの前兆現象には次のようなものがあります

- がけから小石が落ちてくる
- がけに割れ目ができる
- がけから濁った水が出ている
- がけから音がしている



自分の判断で避難する！

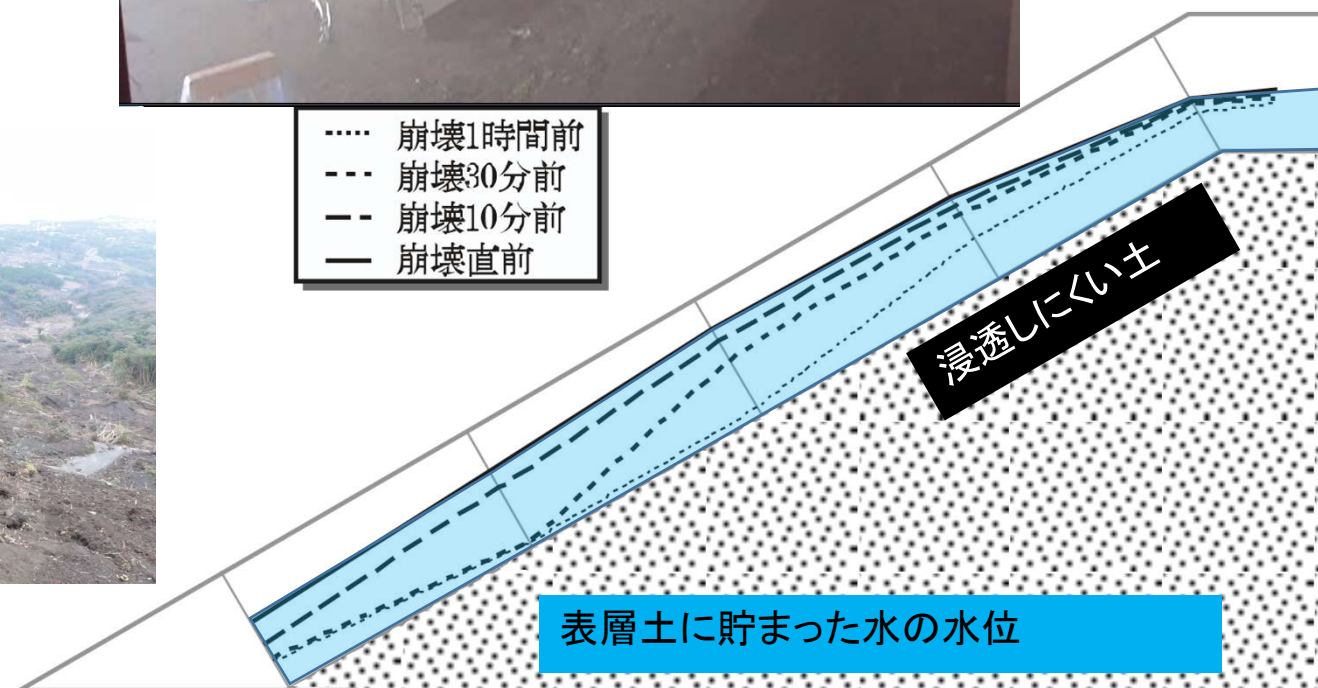
がけ崩れの前兆現象を見つけよう

時間雨量100mmの雨が2時間以上降り続いています。

斜面傾斜: 30度
高さ: 5m
幅: 4m
厚さ: 1m
砂質土

土砂災害をどうやって予測するか

斜面の中を見てみると



表層のふかふか土に水がたまりやすい

土砂災害の前兆現象

段差

がけ崩れの前兆現象

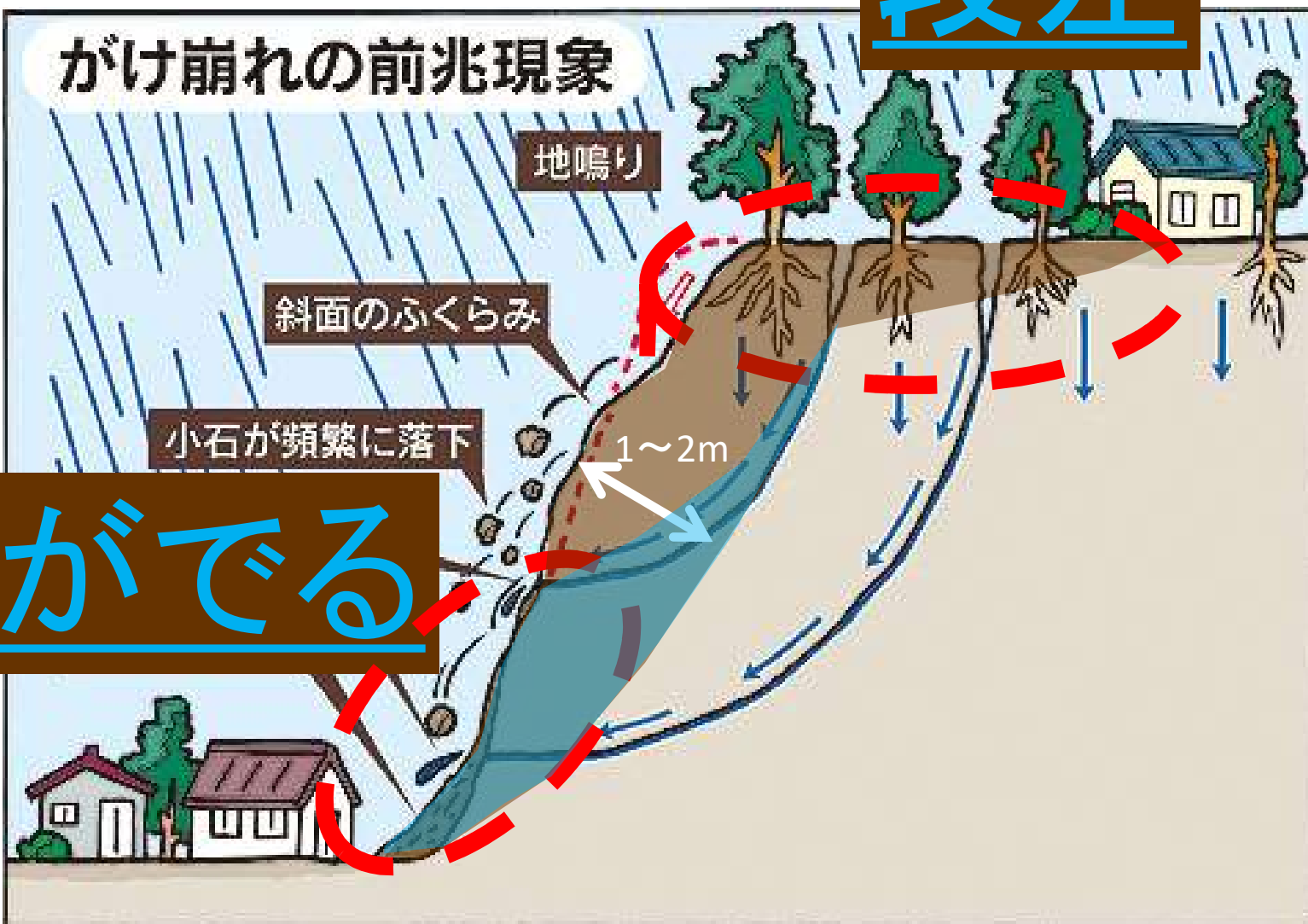
地鳴り

斜面のふくらみ

小石が頻繁に落下

1~2m

水がでる



前兆をどうやって知ればいいのか？

土砂災害に関する警戒情報

- 位置(場所)・・「どこで？」 規模(どのくらい?)

- 土砂災害警戒区域

- 地形と住居の存在により指定



- 時間・・・・・・「いつ？」

- 土砂災害警戒情報, 特別警戒情報等
降雨量により決定



ある特定の斜面の危険を示すものではない！

1. 土砂災害について
- 2. 熊本地震後も続く土砂災害**
3. 「土砂災害の恐れ」を見える化しよう
4. まとめ

発生直後：情報の集約、一元化

<http://map03.ecom-plat.jp/map/map/?cid=11&gid=590&mid=2890>



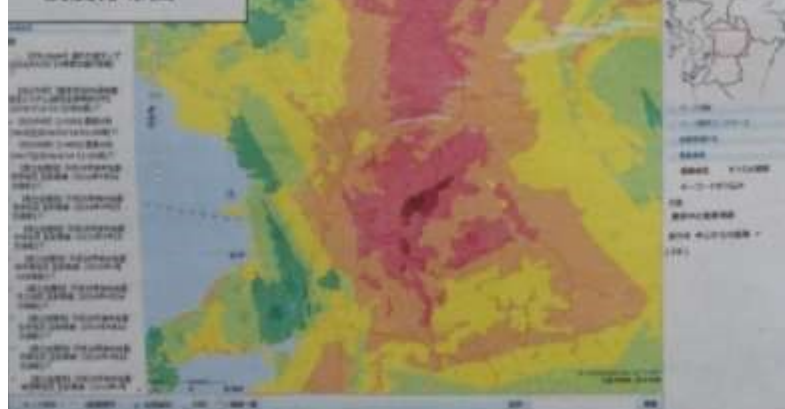
開設中の避難所情報



道路交通規制情報



震度分布図



通水状況図



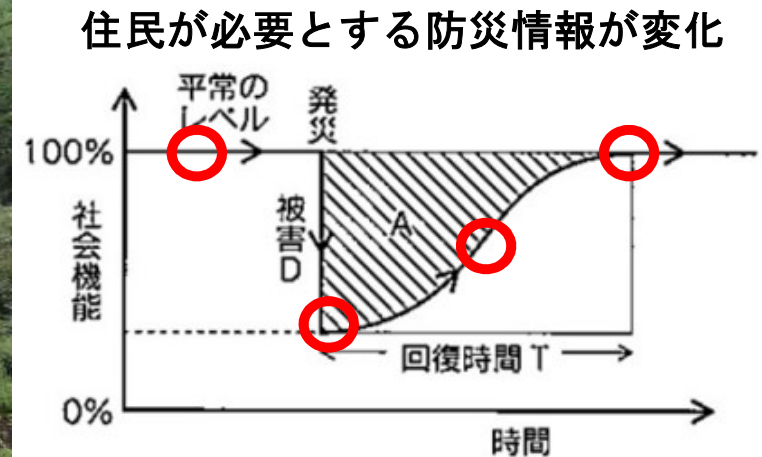
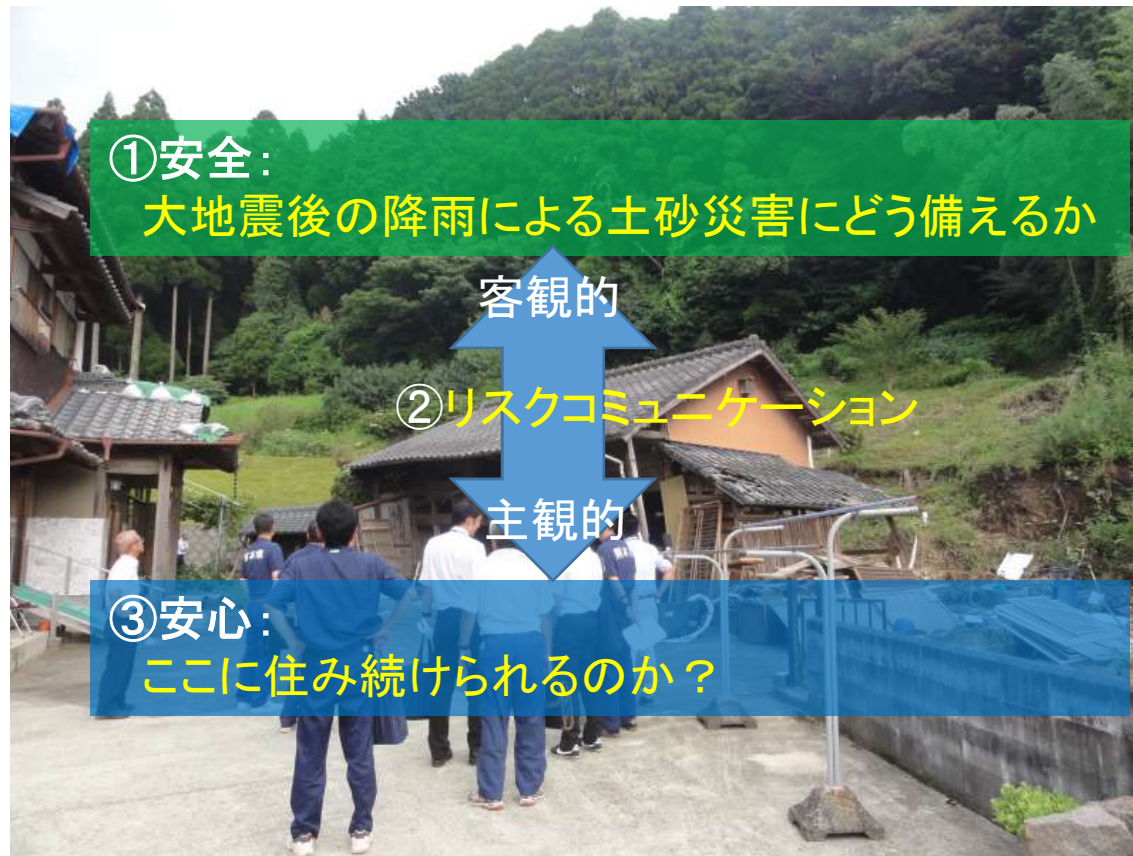
- 避難所情報（熊本県、
- 道路交通規制情報（熊本県、
- 道路交通規制情報（大
- 土砂移動分布図（防災
- 土砂崩壊地（国土地理
- 通れた道マップ（ITS-
- 震度分布図（防災科研
- 推定全壊棟数分布（防
- 各種正射画像（国土地理
- 通水状況（熊本県）
- 活断層図（地震調査研究

一部の情報は準備
随時公開します

現地連絡先：防災科学技術研究所 新館8階 080-9458-3787 も情報収集先：つくば熊本地震対策本部 防災科学技術研究所総合防災情報センター 029-853-7533（白田、田口、佐野、佐藤）

情報は、時間を追って変化する

復興に向けて:きめ細やかな防災情報とその活用



社会機能の回復程度
＋
リアルタイム防災情報

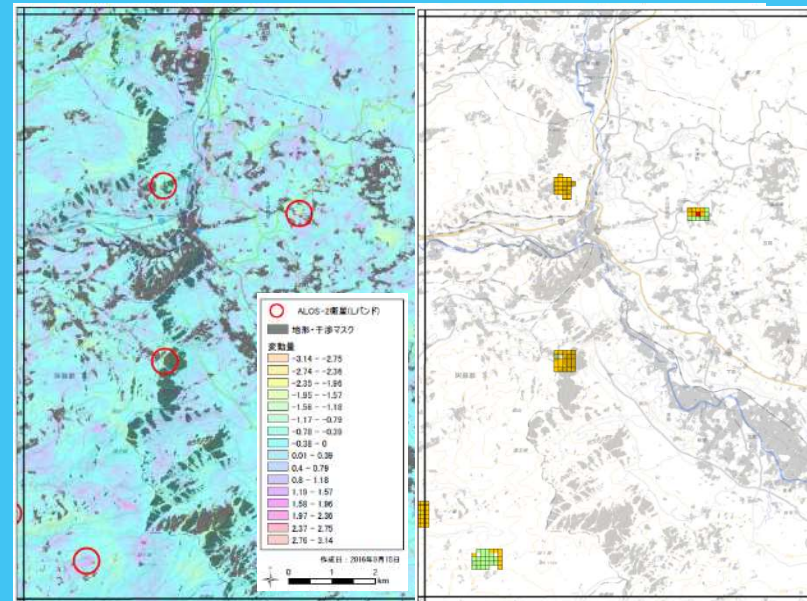
空間: 広 → 狭
時: 長 → 短
人: 多 → 個

- ①起こりうる現象の災害リスクの客観的な評価
- ②地域に合ったリアルタイム防災情報の提供と理解
- ③住民にリスクを納得して行動してもらう

熊本地震における被災地域の地形・地盤情報の調査



地震動や地殻変動に伴う地盤や斜面の変形
→ 地震後も潜在的に危険な箇所が多数見つかる



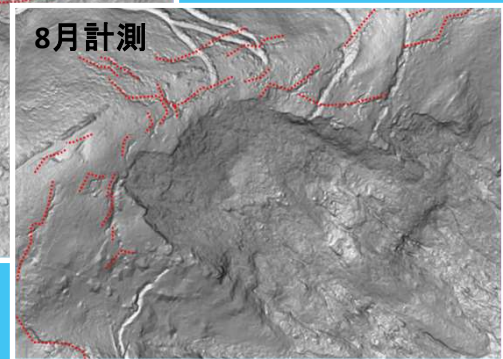
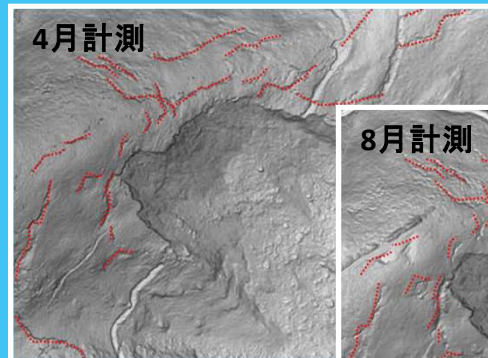
①SAR解析による広域的な地盤変動の把握



熊本地震被災地域におけるLP計測および地上観測調査による地形・地盤情報の整備システム



③亀裂の入った斜面の地盤調査及びモニタリング

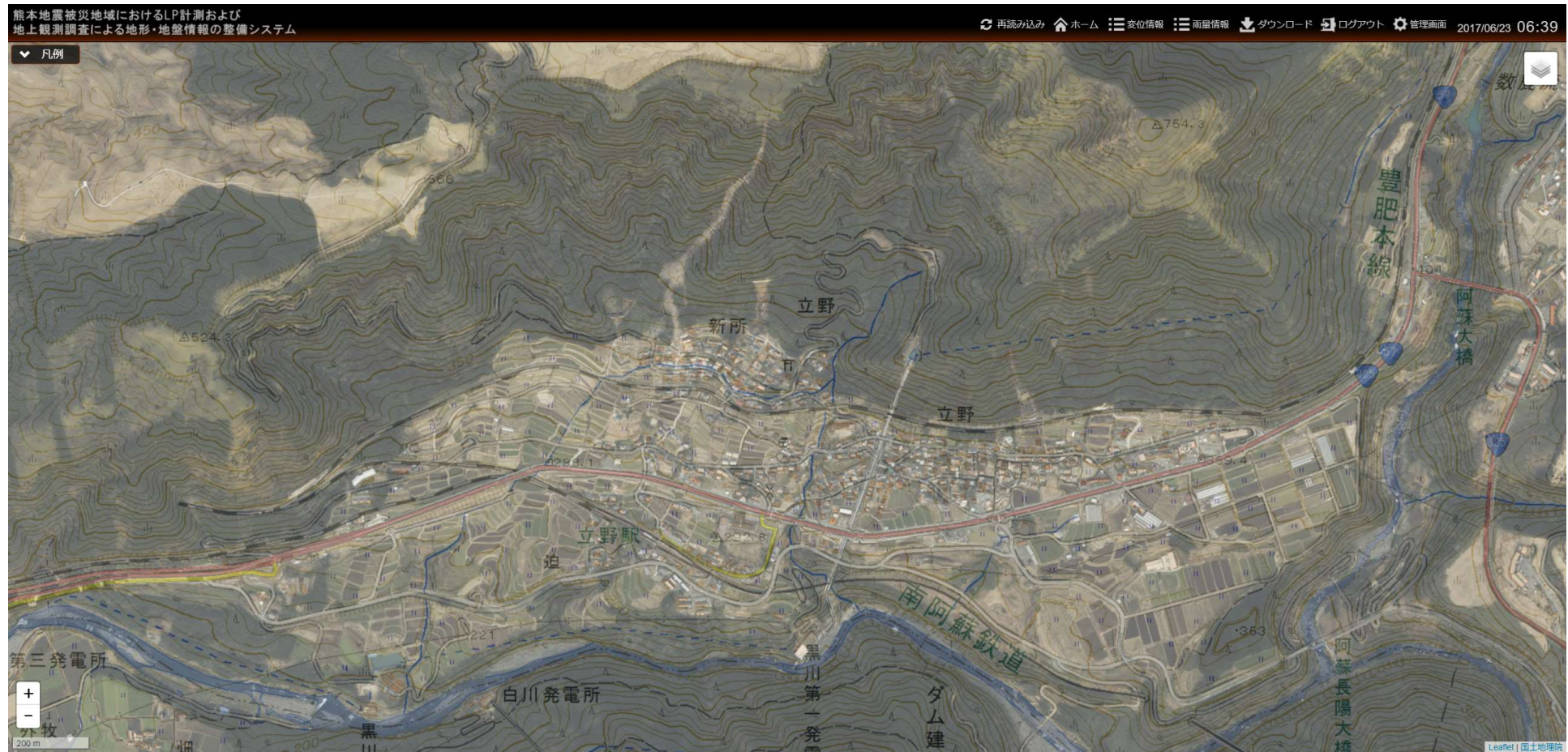


②レーザープロファイラーによる亀裂のサイズ及び分布域の定量的評価

土砂災害分布図



地震前オルソ(立野地区)



地震後オルソ(立野地区、平成28年4月)

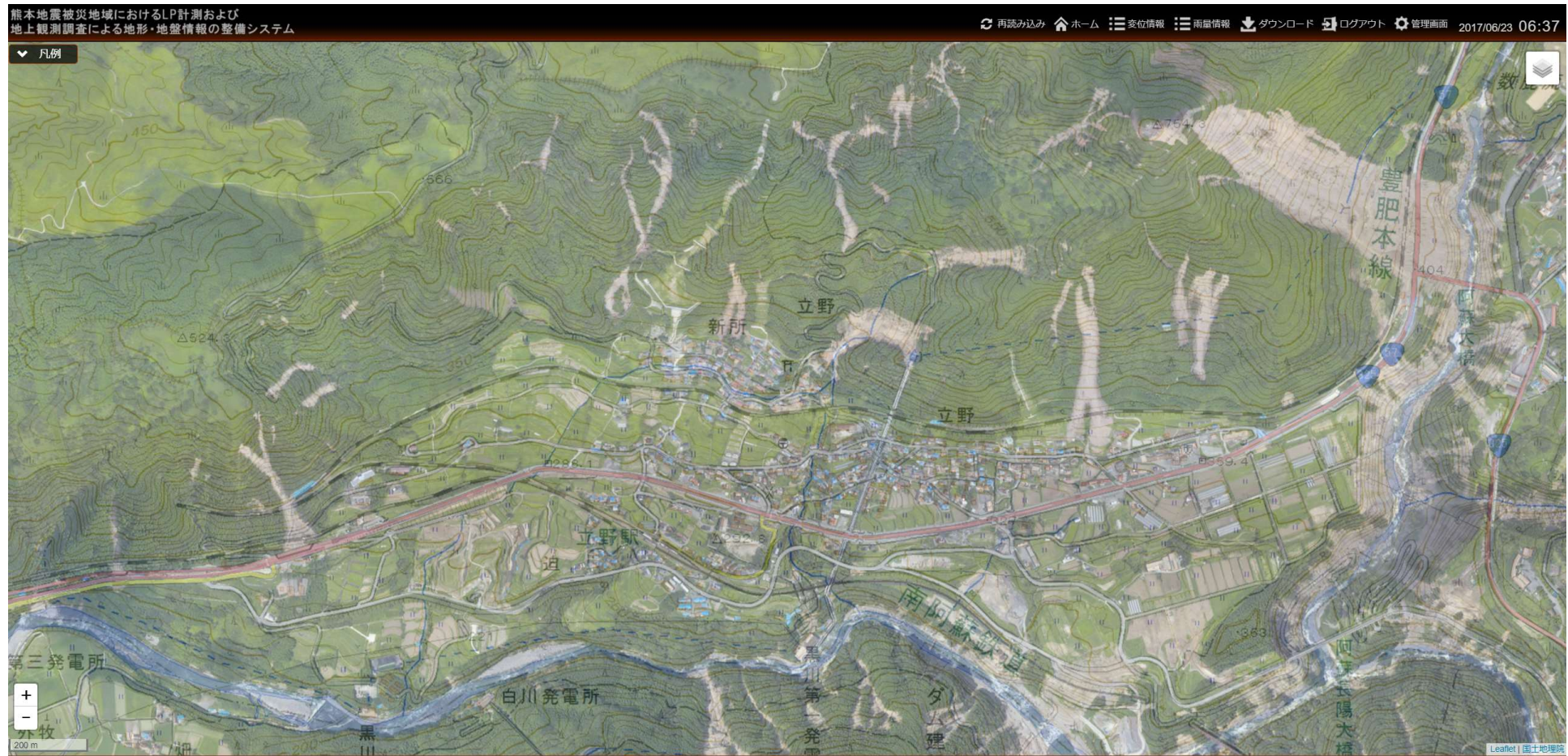
熊本地震被災地域におけるLP計測および
地上観測調査による地形・地盤情報の整備システム

再読み込み ホーム 変位情報 雨量情報 ダウンロード ログアウト 管理画面 2017/06/23 06:41

▼ 凡例



地震後豪雨オルス(立野地区、平成28年8月)



1. 土砂災害について
2. 熊本地震後も続く土砂災害
3. 「土砂災害の恐れ」を見える化しよう
4. まとめ

平成26年熊本地震における土砂災害

国土省の土砂災害緊急点検結果

- 点検対象箇所
震度6強以上を記録した市町村を中心に、緊急度の高い危険箇所 1,155箇所
- 調査内容
 - ・河道閉塞や崩壊、地すべりの発生状況
 - ・溪流内における不安定な土砂、流木の堆積状況
 - ・人家周辺の斜面の変状(崩壊の発生等)
- 4月28日に知事、市町村長等へ結果を報告



斜面モニタリングシステム（雨量と地盤変動，9箇所）

斜面変動検知用センサー

9危険箇所—90点の傾斜計を設置



土石流危険溪流の例



阿蘇市四ツ江

崩壊後に残った土砂（土石流危険渓流）



山中に連続的な亀裂が発生



震度7の地域(西原村大峯山), 山中に亀裂が確認される。

山中に現れた地表地震断層





住民の声： ここに住み続けられるのか

大地震後の降雨による土砂災害にどう備えるか
・ 必要な**防災情報**を必要な**人**へ必要な**時**に提供するには？

モニタリングシステム概要

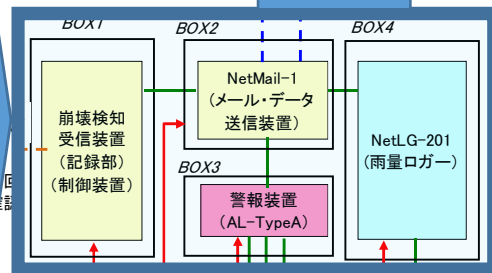
傾斜センサー

- Sensor #01
- Sensor #02
- Sensor #03
- Sensor #04
- Sensor #05
- Sensor #06
- Sensor #07
- Sensor #08
- Sensor #09
- Sensor #10

無線通信
1分ごと

Cloud

県, 市町村, 住民



基地局

降雨

センサー

亀裂

表層土

基岩



基地局

雨量計

雨量計

基地局

道路

住民

斜面モニタリングシステム（雨量と地盤変動，9箇所）

斜面変動検知用センサー
9危険箇所—90点の傾斜計を設置



①南阿蘇村東下田川

熊本地震被災地域におけるLP計測および
地上観測調査による地形・地盤情報の整備システム

ホーム ダウンロード ログアウト 2016/09/01 20:07



東下田川での観測事例

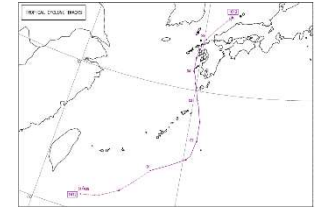
台風16号時の状況



熊本県における台風に対する防災科研の対応

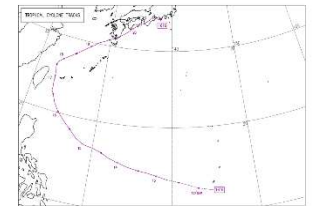
○台風12号(9/5 午前1時 長崎県長崎市付近上陸)の実施内容

- ・台風12号の接近に伴い、雨量計・センサーが計測する変化を地図に重ね合わせた情報を県に提供
防災科研職員も現地入りし、モニターの見方等についてフォロー。
- ・県の砂防課を通じて、避難勧告等を発令していた南阿蘇村・阿蘇市・西原村にも情報提供。
- ・南阿蘇村から「リアルタイムデータが避難情報発令時に必要」との意見があり。
- ・熊本県に大きな被害はなく、センサー等が異常値を検出することはなかった。



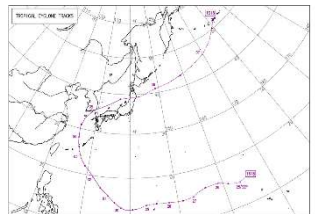
○台風16号(9/20 0時過ぎ 鹿児島県大隅半島に上陸)の実施内容

- ・防災科研職員も現地入りし、モニターの見方等についてフォロー。
- ・県の砂防課を通じて、避難勧告等を発令していた南阿蘇村・西原村、その他、阿蘇市にも情報提供。
- ・西原村から、「リアルタイムデータを活用すると住民に安心いただけると思う」とのご意見があった。
- ・熊本県に大きな被害はなく、センサー等が異常値を検出することはなかった。



○台風18号(10/5 福岡の北を通過)の実施内容

- ・防災科研職員も現地入りし、モニターの見方等についてフォロー。
- ・県の砂防課を通じて、南阿蘇村・阿蘇市・西原村にも情報提供。
- ・熊本県に大きな被害はなく、センサー等が異常値を検出することはなかった。



防災科研職員による台風時現地調査



白水の増水状況



センサー設置斜面(東下田川)



センサー設置河川(南郷川)



避難所になっている白水体育館
9/4 17時 24名の避難者あり
(南阿蘇村)

斜面モニタリング状況



→ 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。

斜面モニタリングシステム（雨量と地盤変動，9箇所）

斜面変動検知用センサー
9危険箇所—90点の傾斜計を設置

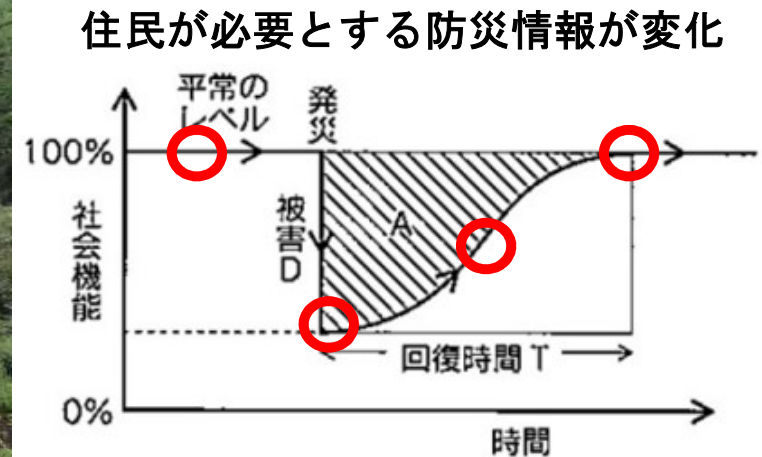
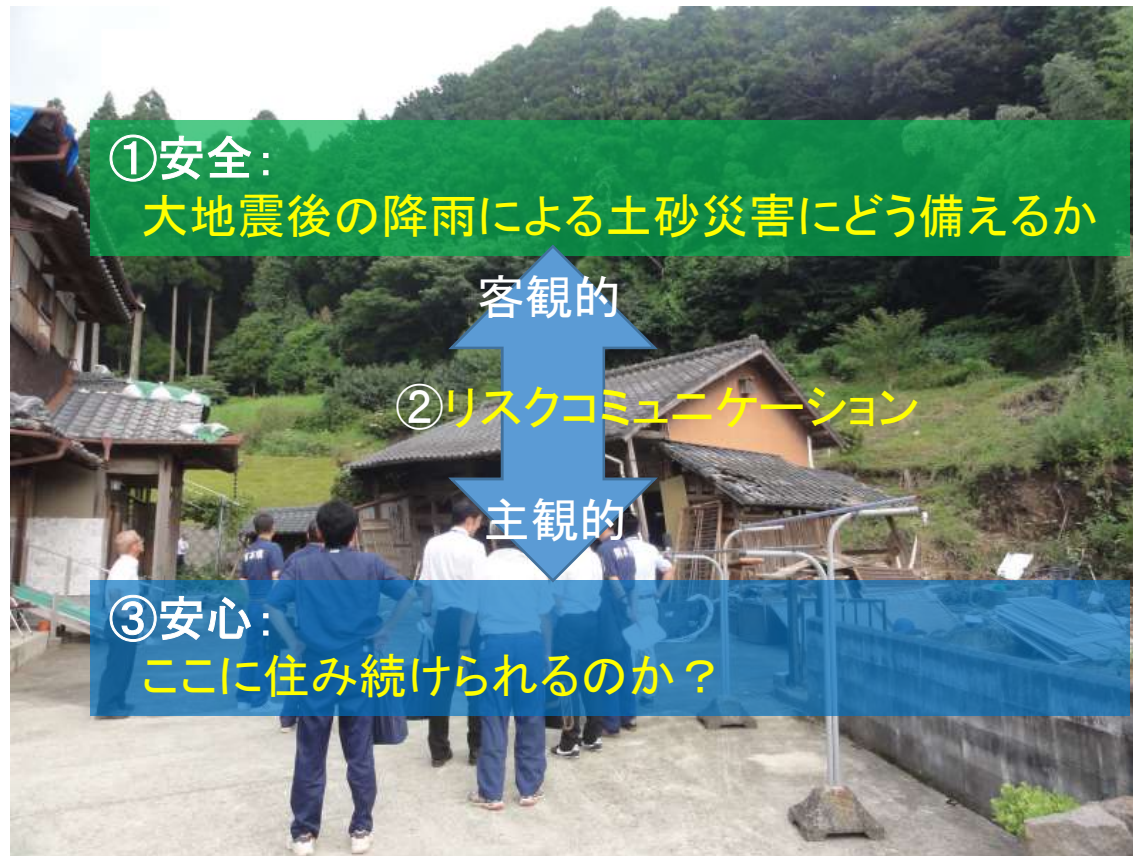
課題

- ・費用
- ・設置し易さ
- ・多数点計測
- ・ビッグデータ処理
- ・危険度の見える化



1. 土砂災害について
2. 熊本地震後も続く土砂災害
3. 「土砂災害の恐れ」を見える化しよう
4. まとめ

復興に向けて:きめ細やかな防災情報とその活用



社会機能の回復程度
＋
リアルタイム防災情報

空間: 広 → 狭
時: 長 → 短
人: 多 → 個

- ①起こりうる現象の災害リスクの客観的な評価
- ②地域に合ったリアルタイム防災情報の提供と理解
- ③住民にリスクを納得して行動してもらう

実践研究



不安定化メカニズムを知ることが重要

センサーで判定したい状態

- ・浸透過程
- ・地下水上昇過程
- ・変形加速過程
- ・崩壊へ

センサーで計ってる変化は、何かを知ることが重要。

降雨時に何が起こっているか？



大型降雨実験施設を用いた産学官連携研究

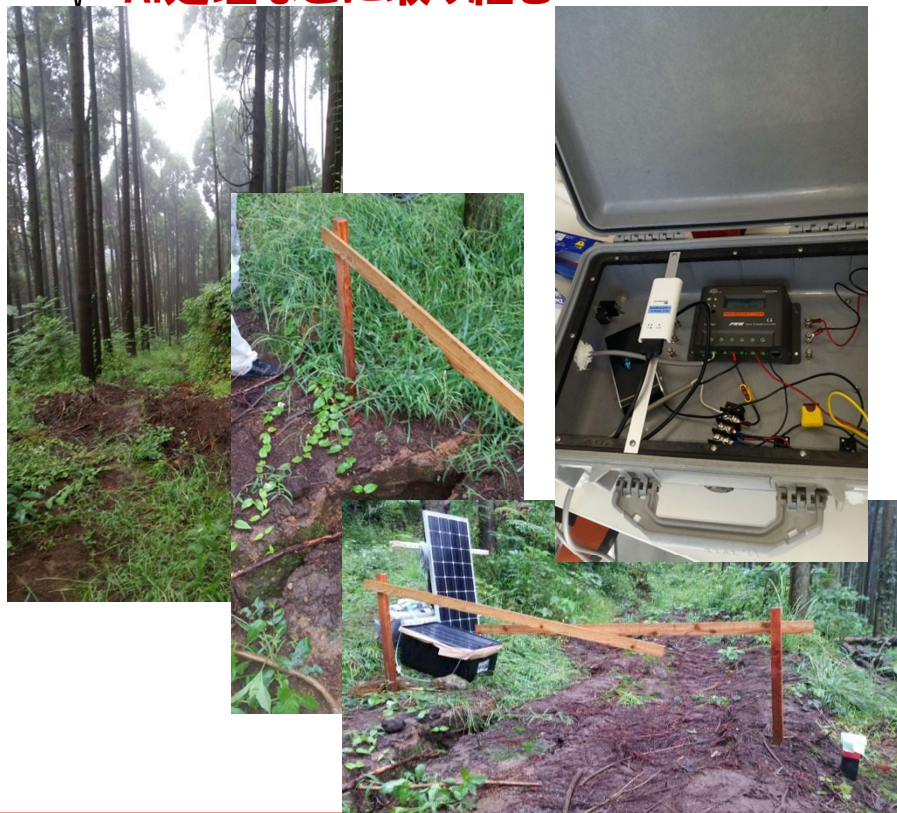
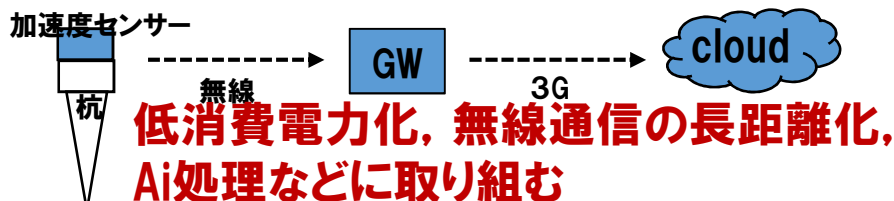


センシングシステム開発における性能検証と社会実装の推進

熊本でのセンシングシステム実証実験

加速度センサー等、Bluetooth・3G、クラウド

産官学連携で実施



「大型降雨実験施設」での性能検証実験

IoTの社会実装に向けた豪雨環境下での通信減衰テスト

産官学連携



豪雨時のセンシングシステムの性能検証に取り組む





ご静聴頂きありがとうございました。

