一般社団法人レジリエンス協会　11月定例会

テーマ：水害とレジリエンス

水災害の軽減を目指した取り組み

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
中谷　剛
nakatani@bosai.go.jp

話題

- □防災科研の紹介
  - http://www.bosai.go.jp
- □水災害の軽減を目指した取り組み
  - 近年の豪雨事例
  - 豪雨警戒情報提供
  - リアルタイム浸水予測技術開発
  - 防災教育
- □まとめ（レジリエントな社会を目指す）
  - シームレスな防災を考える
  - 地域防災力（自助・共助）の向上が不可欠

©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

国立研究開発法人

防災科学技術研究所

http://www.bosai.go.jp

©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

基礎研究部門

基礎研究部門

地震津波防災研究部門	**地震津波予測技術の戦略的高度化** 基盤的地震津波観測網から得られたデータの解析や数値シミュレーション・実験等を通して、地震津波に関する新たな即時予測技術および長期評価の高度化技術の研究開発を進め、地震津波災害の軽減に貢献します。
火山防災研究部門	**火山活動の観測予測技術開発** 全国の16火山55観測点からなるV-netの観測データを元に、噴火・災害予測技術、リモートセンシング技術、さらには噴出物のリアルタイムモニタリング技術の開発を組み合わせ、火山災害の定量的評価の研究を進めます。
地震減災実験研究部門	**巨大地震に対する社会基盤の強靭性向上をめざして** E－ディフェンスを活用して地震被害の再現、耐震性や対策技術の検証を行い、地震減災技術の高度化と社会基盤の強靭化に役立つ研究開発に取り組みます。
水・土砂防災研究部門	**複合水災害の発生予測に関する研究** 気象災害、洪水災害、土砂災害の発生機構の解明を進め、より高精度な観測・予測手法を開発し、複合要因による水・土砂災害の軽減をめざします。
雪氷防災研究部門	**雪氷災害発生予測システムの研究開発** ステークホルダーとの協働により、雪氷災害のモニタリングと予測モデルから、ニーズにマッチする雪氷災害情報を創造・提供します。
社会防災システム研究部門	**各種災害の発生可能性と社会の脆弱性を総合評価** 地震や津波をはじめとする各種自然災害に対するハザード・リスク評価に基づく災害対策を可能とする社会の実現に貢献します。 **情報共有・利活用に基づく総合的防災力向上へ** 社会を構成する多様な組織・機関が、各種災害情報を共有し、それを利活用することで、社会全体で連携・協働し、予防力・対応力・回復力を向上する対策手法・技術の研究開発を進めます。
災害過程研究部門	**社会現象としての災害過程の究明と 効果的な災害対応の実現に向けて** 従来の予防中心の防災対策に加えて、災害に対峙する人間の行動と情報処理過程としての災害対応過程を明らかにし、災害からしなやかに立ち直る社会モデルを追求することにより、社会現象としての災害過程の究明と効果的な災害対応の実現をめざします。

©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

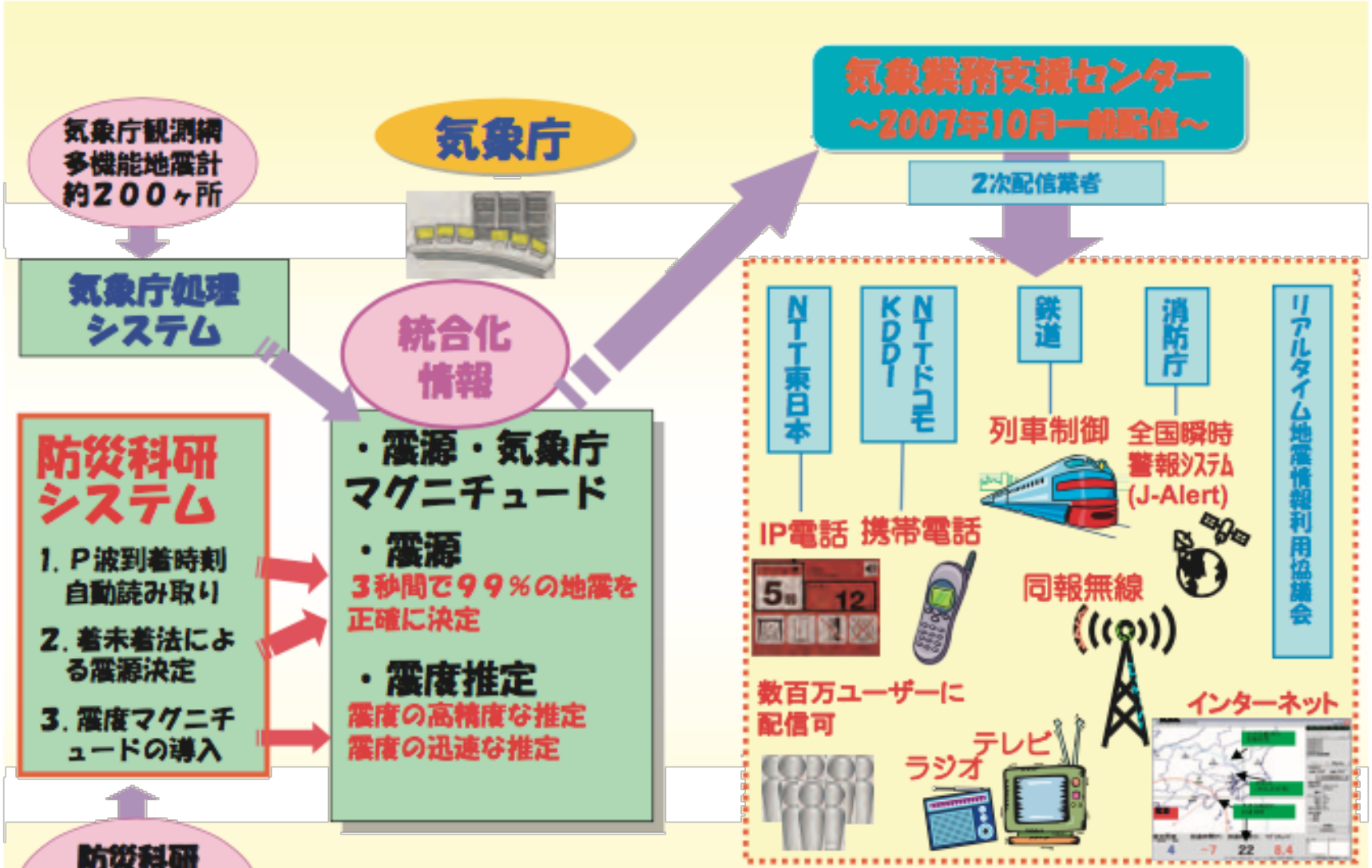
基盤的研究開発センター

基盤的研究開発センター

地震津波火山ネットワークセンター	**日本列島の揺れを捉えて被害の即時推定へ** 日本全域を均一かつ高密度に覆う高性能・高精度な地震計で、人体に感じない微弱な振動から大きな被害を及ぼす強震動に至るさまざまな「揺れ」を観測するとともに、火山観測を行っています。
総合防災情報センター	**防災科学技術に関する総合的な知（情報）の結集** 予防・対応・回復におけるさまざまな活動に役立てるため、過去の災害記録から、現在の災害状況、未来の災害予測まで、防災科学技術に関する知を「情報」として結集し、行政機関・研究機関・大学等との連携のもと、社会に展開するセンターをめざします。
先端的研究施設利活用センター	**先端的研究施設を活用した産学官連携による防災科学技術イノベーションの推進** 防災分野における科学技術イノベーションのために、さまざまな自然条件を再現できる大型実験施設のニーズに合わせた整備と活用、その成果の普及に向けたオープンサイエンスの推進をめざします。
レジリエント防災・減災研究推進センター	**SIP「レジリエントな防災・減災機能の強化」の推進** 関係機関、関係府省と連携し、防災科研の強み（津波予測、豪雨・竜巻予測、情報共有・利活用、リアルタイム被害推定システム）を発展させ、社会実装に向けた研究開発を加速します。
気象災害軽減イノベーションセンター	**産学官の人材・情報・技術を糾合し、「研究と人材の中核拠点」をめざします** 産学官の人材、情報、そして技術を糾合し、気象災害予測情報のシステム化や、防災に関わる計測技術の性能評価・標準化等を通じて、研究成果の社会実装をめざします。
火山研究推進センター	**火山活動の総合的評価および火山災害軽減** 火山の観測から活動推移や災害発生を予測するとともに、火山災害対策に役立つ技術の社会への提供をめざし、一元的な研究開発を行っています。

©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

緊急地震速報への貢献



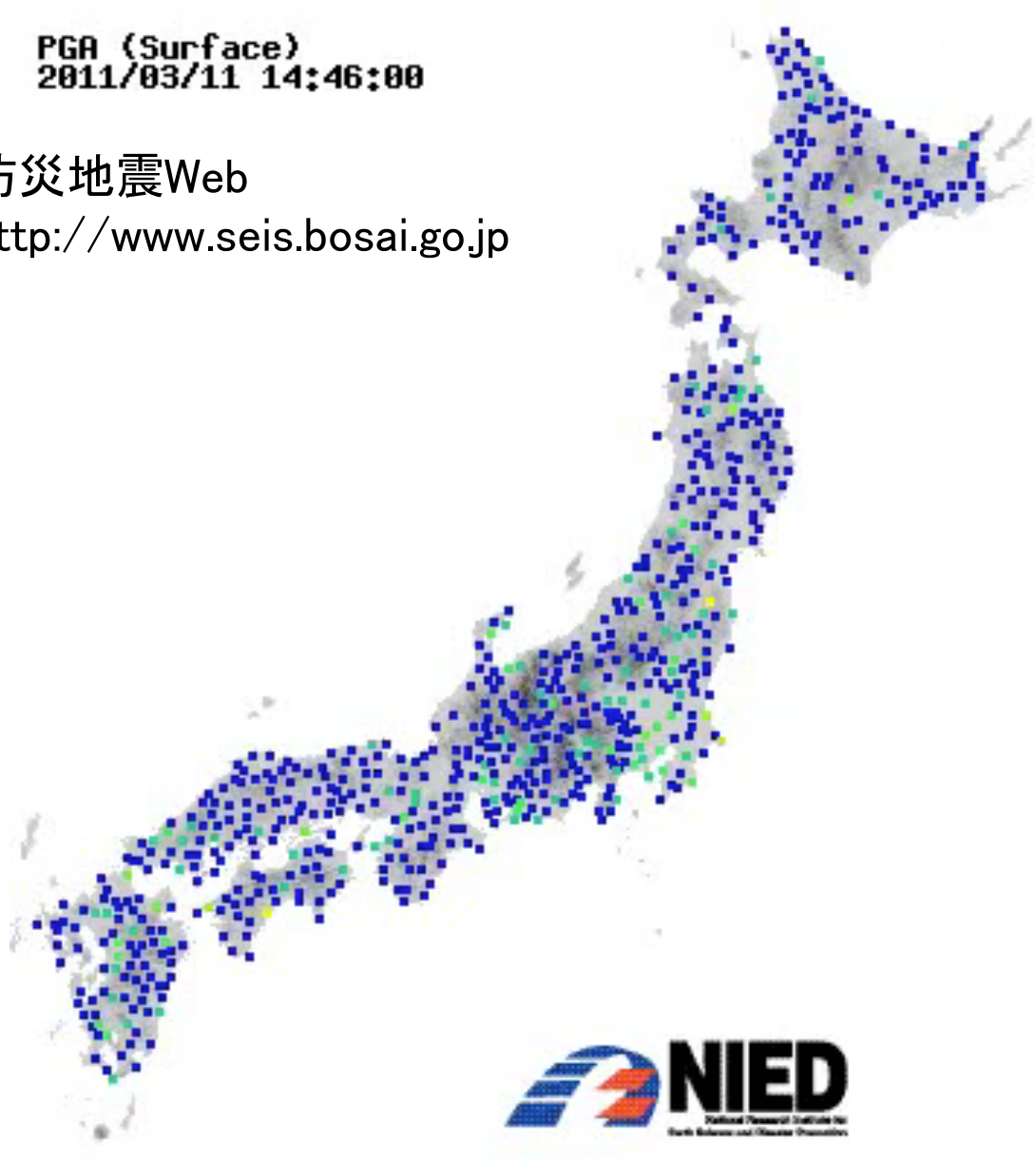
H21.10

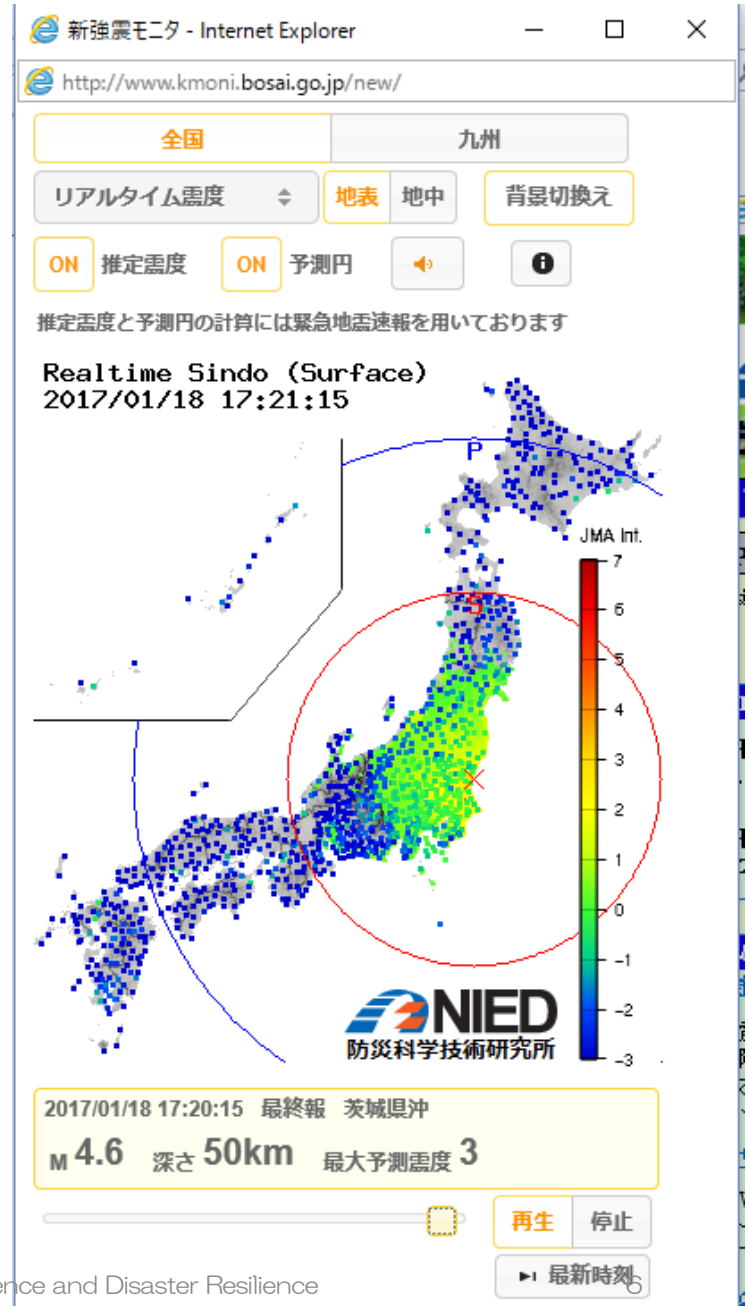
気象庁	地方公共団体	防災科学技術研究所	合計
672	2,931	785	4,388

©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

リアルタイム地震観測

防災地震Web
http://www.seis.bosai.go.jp





©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

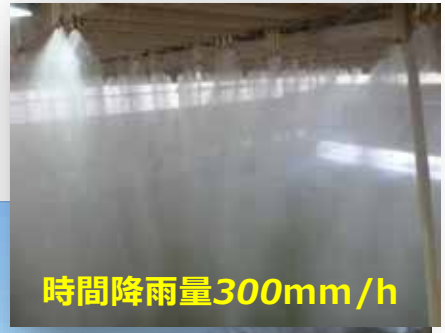
耐震への貢献

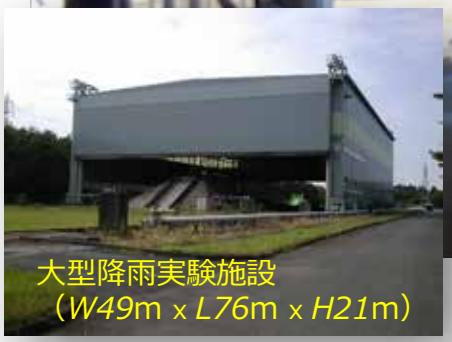
E-ディフェンス

©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

土砂災害防止への貢献
実物大の降雨実験棟

時間降雨量300mm/h　散水面積が約3000m^2

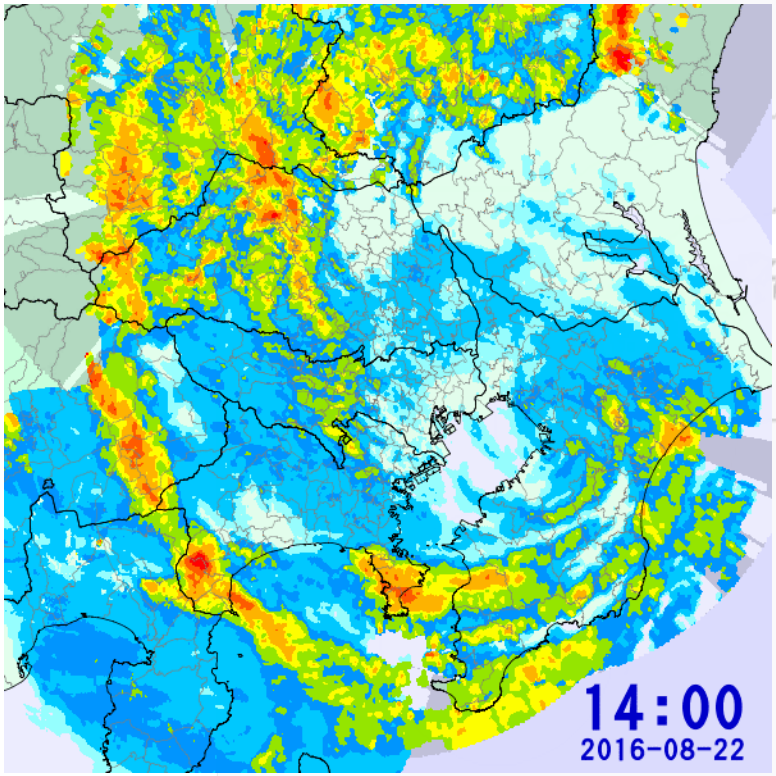


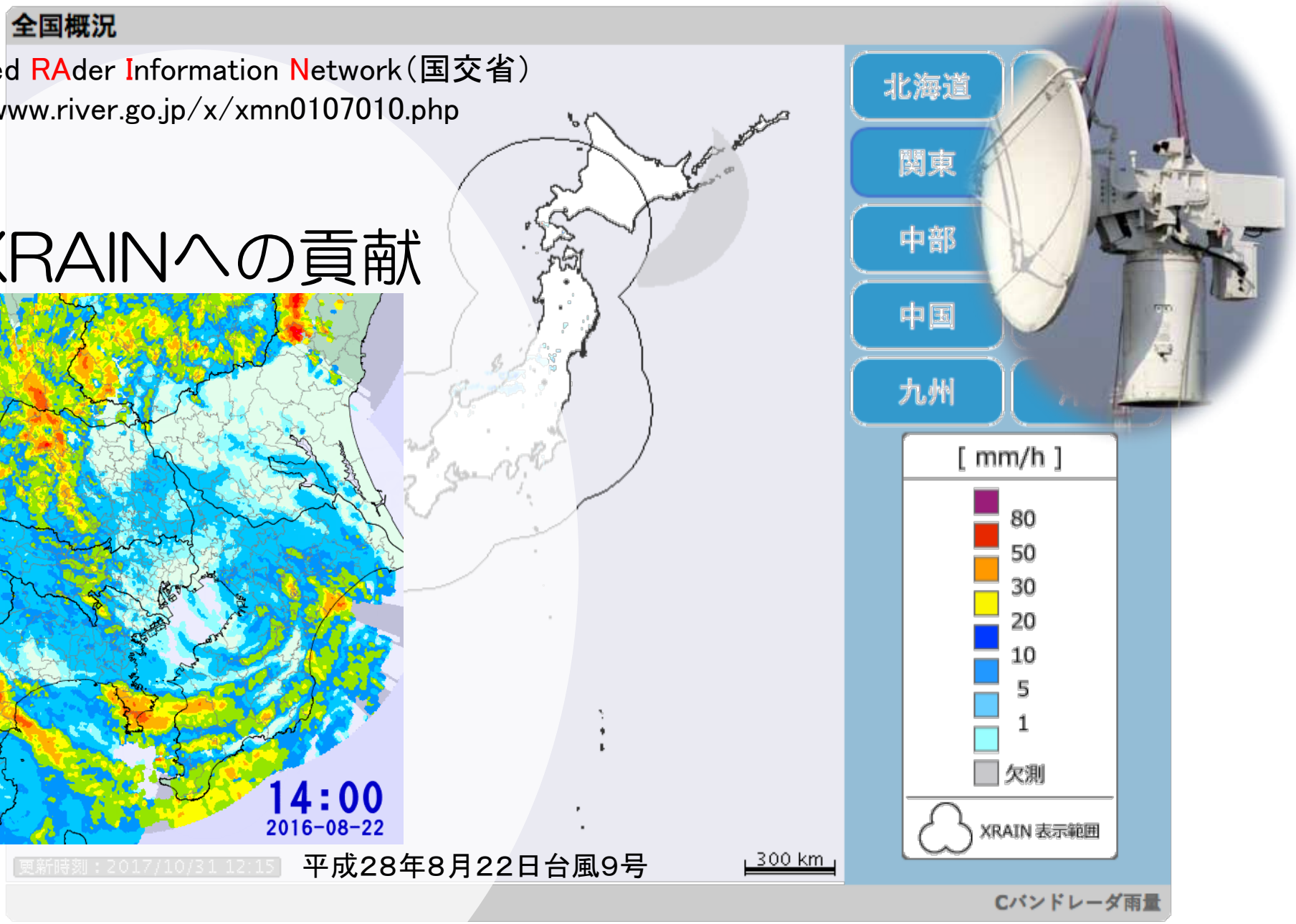


©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

XRAINへの貢献

eXtended RAder Information Network（国交省）
http://www.river.go.jp/x/xmn0107010.php





平成28年8月22日台風9号

©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

水・土砂防災研究部門

研究員
２４名
- 理学系１３名
- 工学系１１名

技術員
２名
- 工学系

研修生
２名

事務員
１０名
- 契約専門員１名
- 事務員９名

気象観測
- リアルタイム性を重視

気象予測
- 降雨予測
- 強風予測
- 竜巻予測

水災害
- 豪雨警戒情報提供
- リアルタイム浸水予測
- 浸水センサー開発

社会実装
- 自治体
- 民間企業
- 高校
- その他

©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

話題

□防災科研の紹介
- http://www.bosai.go.jp

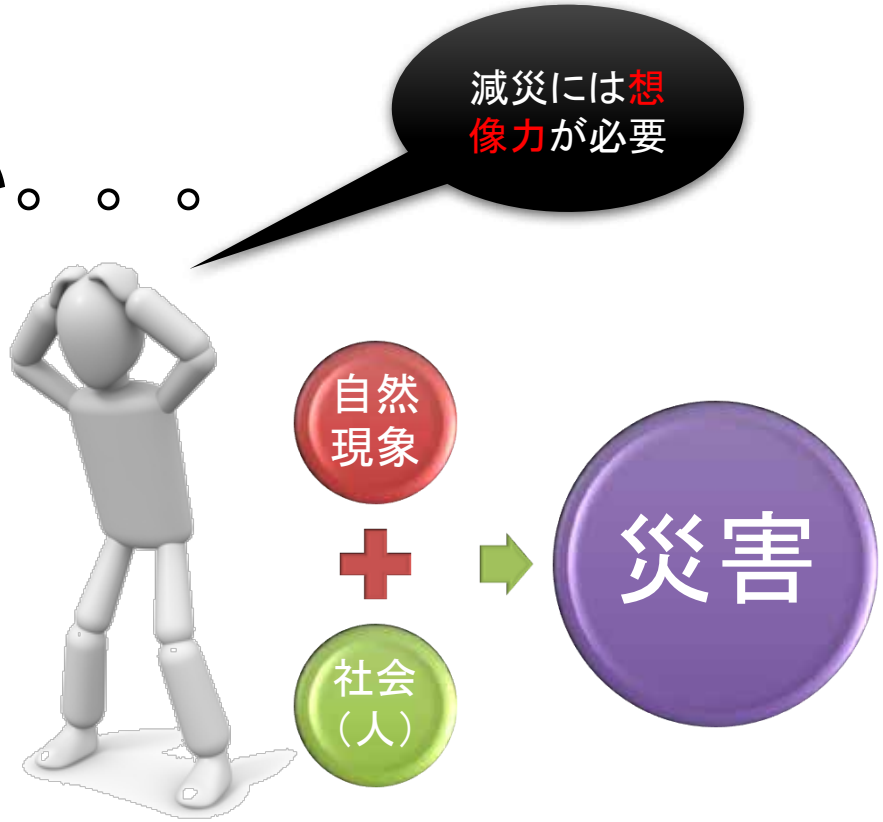
□水災害の軽減を目指した取り組み
- 近年の豪雨事例
- 豪雨警戒情報提供
- リアルタイム浸水予測技術開発
- 防災教育

□まとめ（レジリエントな社会を目指す）
- シームレスな防災を考える
- 地域防災力（自助・共助）の向上が不可欠

©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

近年の豪雨事例

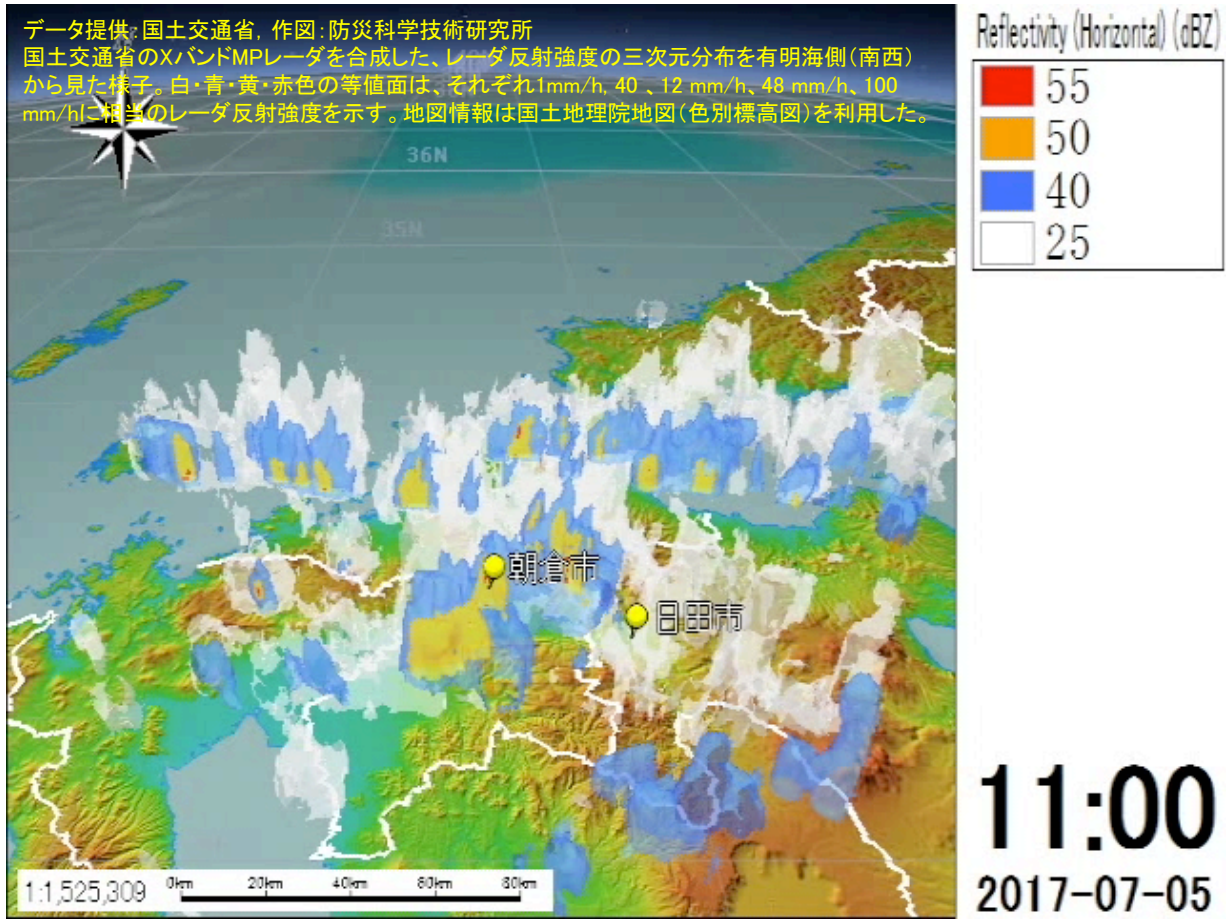
過去に経験したことのない。。。
観測史上１位を更新。。。
記録的な。。。
想定外の。。。

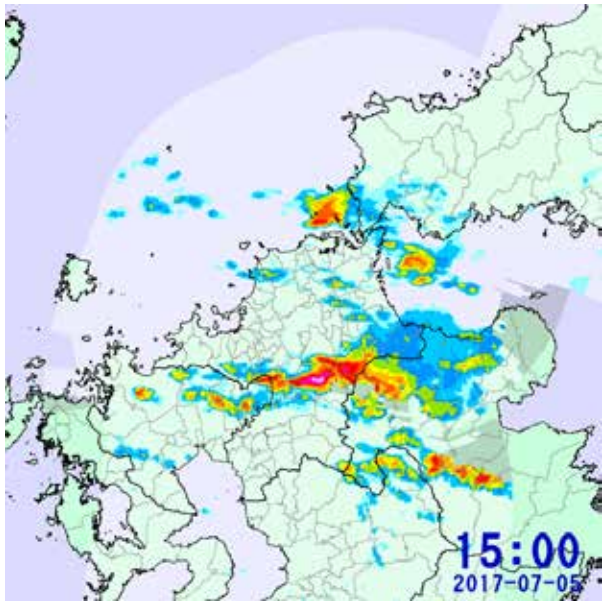


2017年　７月	九州北部豪雨
2016年１０月	台風１０号（迷走台風）
2015年　９月	関東・東北豪雨（鬼怒川氾濫）
2014年　８月	広島土砂災害

©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

平成29年7月九州北部豪雨





福岡県朝倉市朝倉

129.5mm(7月5日15時38分までの1時間雨量。 観測史上1位を更新)

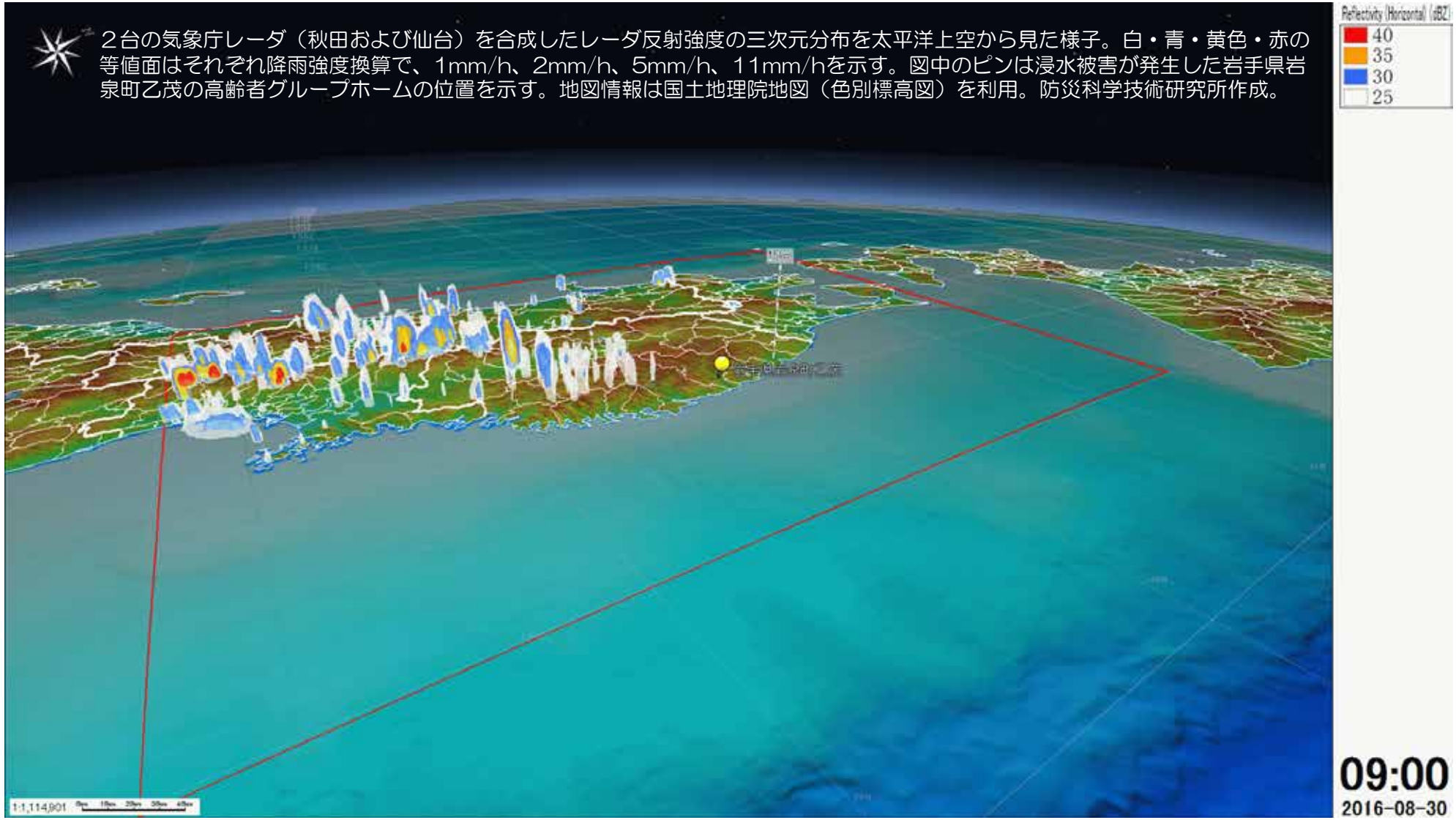
261.0mm(7月5日15時40分までの3時間雨量。 観測史上1位を更新)

545.5mm(7月6日11時40分までの24時間雨量。観測史上1位を更新)

616.0mm(7月7日　6時0分までの72時間雨量。観測史上1位を更新)

©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

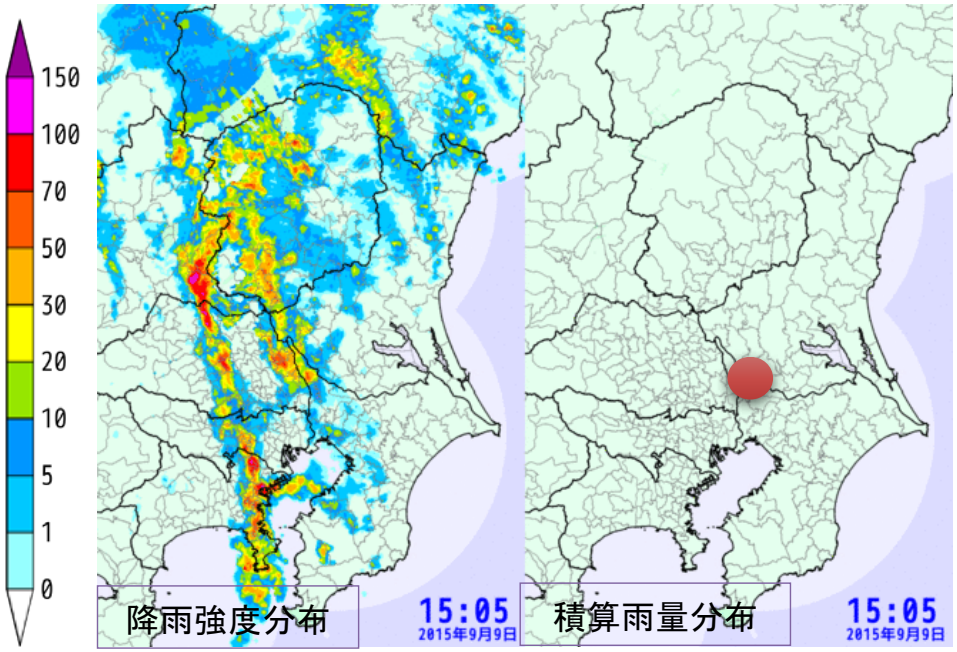
平成28年10月　台風10号（迷走台風）



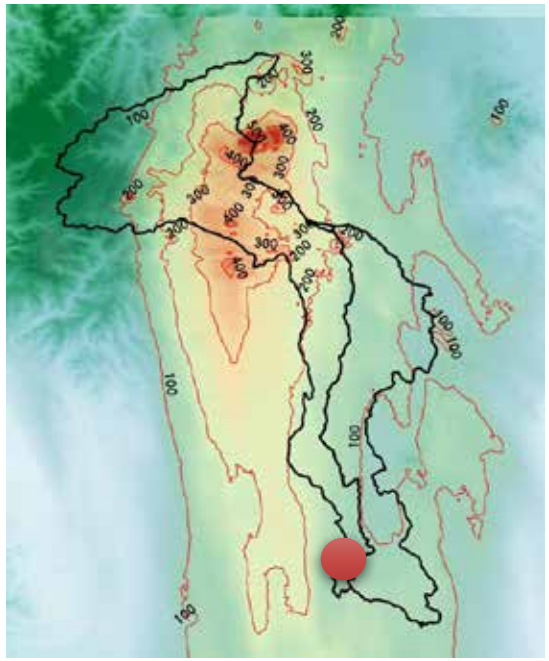
1951年（昭和26年）に気象庁が統計を取り始めて以来初めて東北地方の太平洋側に上陸した。

©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

H27年9月台風１８号による豪雨



国土交通省XRAINと防災科研海老名MPレーダによる降雨強度と積算雨量の時間変化
（2015/9/9, 15JST－ 9/10, 15JST）



流域平均雨量361.7mm/3日間（確率1/100、石井地点 ）

- 24時間雨量栃木県日光市（今市）：541.0ミリ（9/10日6時20分まで）統計開始以来の極値を更新した
- 72時間雨量栃木県日光市（今市）：639.0ミリ（9/10日11時50分まで）統計開始以来の極値を更新した
- 関東地方や東北地方では、統計期間が10年以上の観測地点のうち16地点で最大24時間降水量が観測史上１位を更新
- 9月10日から11日にかけて栃木県や茨城県、宮城県で記録的な大雨

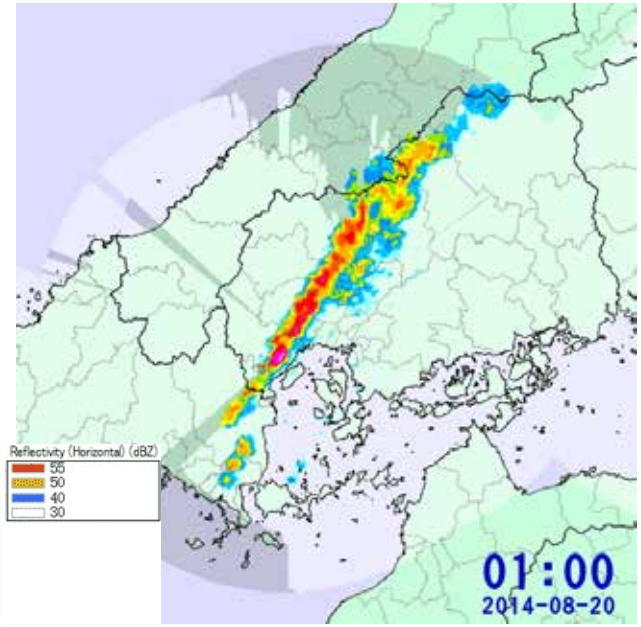
2015年9月10日台風18号（関東・東北豪雨）による常総市の洪水氾濫（10日17時撮影　常総市）

©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

H２６年８月　広島土砂災害

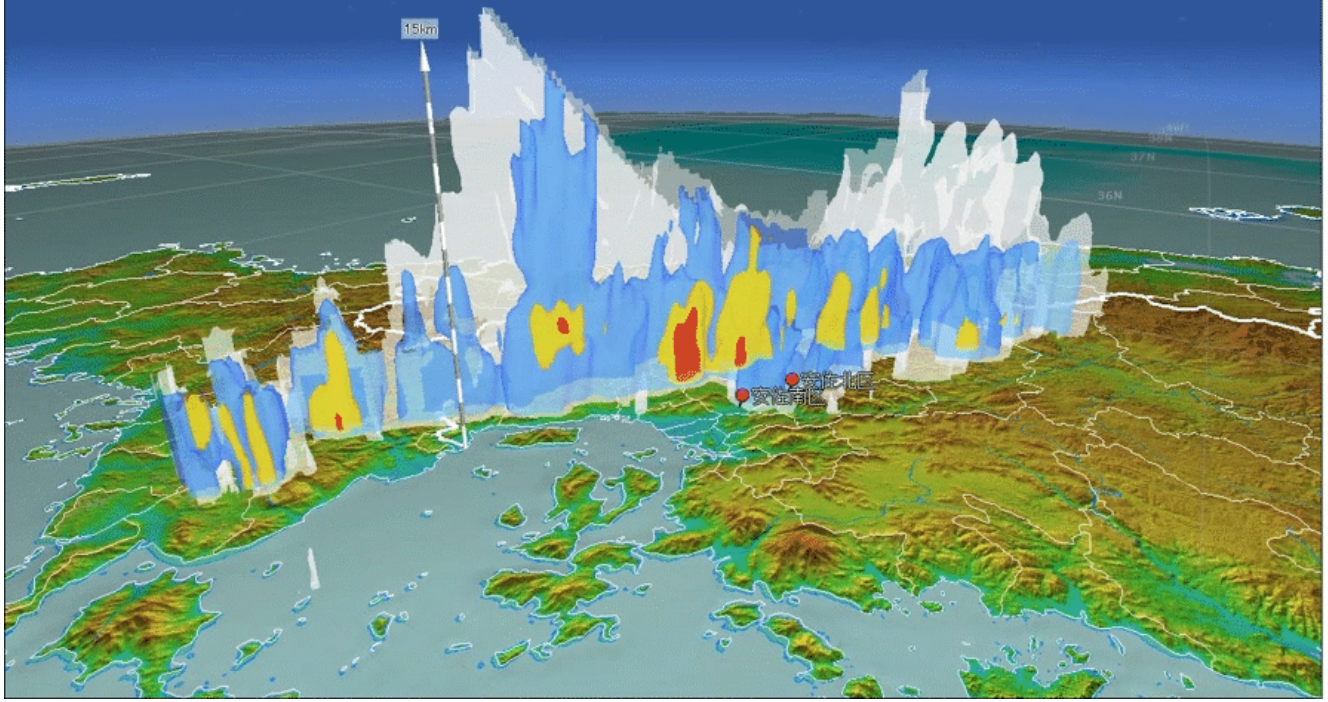
広島県広島市安佐北区三入で観測史上1位を更新する大雨

- 最大　1時間降水量：101．0mm
- 最大　3時間降水量：217．5mm
- 最大24時間降水量：257．0mm



「線状降水帯」という言葉がマスコミでも利用

国土交通省のXRAIN（XバンドMPレーダー）で観測されたレーダー反射因子の三次元分布を土砂災害発生地点の南東上空から見た様子。白・青・黄色・赤の等値面はそれぞれ降雨強度換算で、3mm/時、12mm/時、49mm/時、100mm/時）を示す。図中の赤球は、土砂災害が発生した安佐南区と安佐北区の位置を示す。1時の画像に表示されている矢印は高度15kmの高さを示すスケールである。地図情報は国土地理院地図（色別標高図）を利用。



01:00
2014-08-20

©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

豪雨警戒情報提供に関する試み

- VIL（鉛直積算雨水量） 利用検討
- 高詳細高頻度情報（XRAIN）の活用検討
- 豪雨警戒情報の利用検討

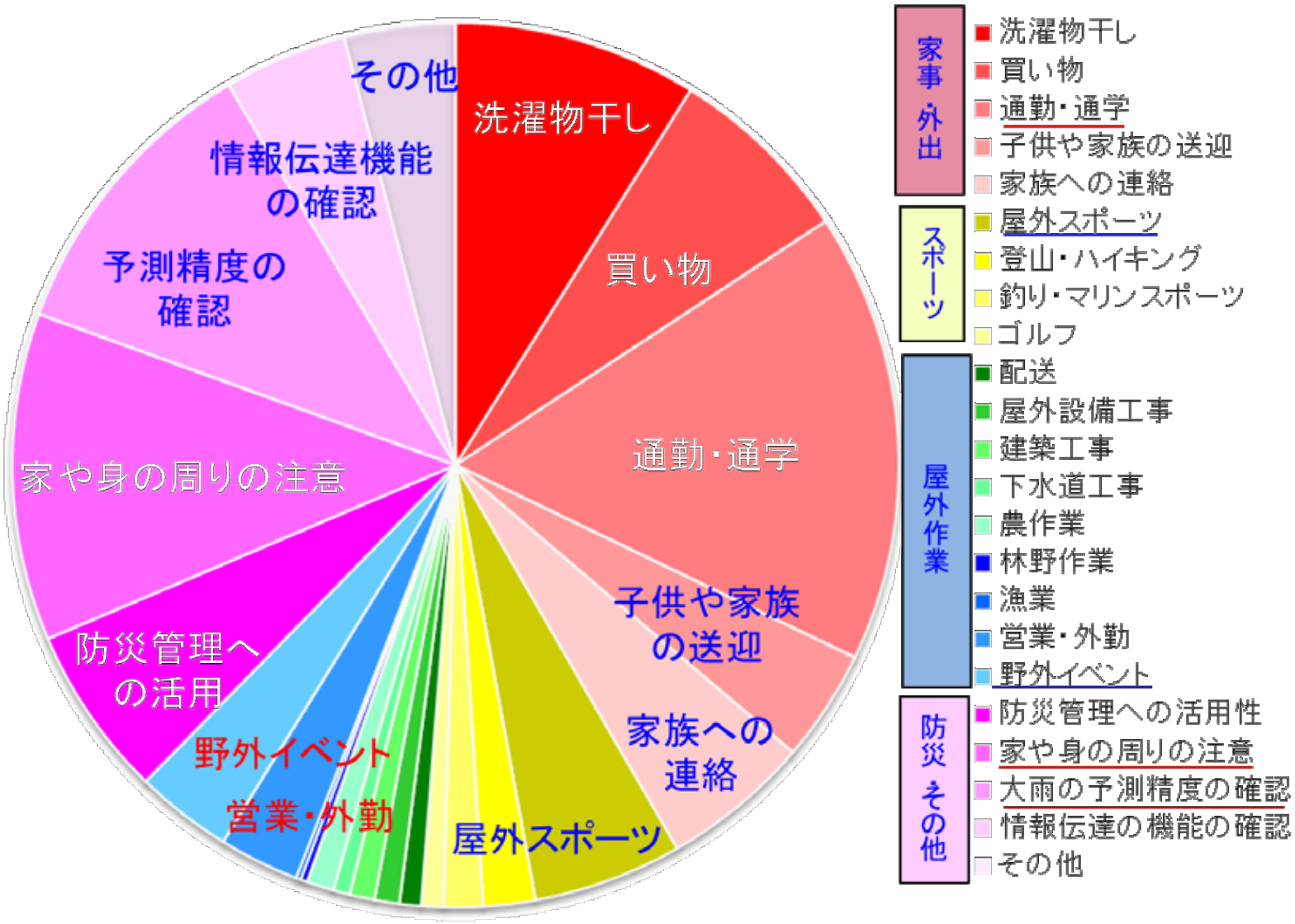
©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

「10分先の大雨情報」社会実験 2015.6-10/2000名

http://www.bosai.go.jp/activity_special/4th/dep_mizu.html（ → 水土砂防災研究部門のWebサイトへ）

実験終了時のアンケート（８９％が役に立ったと回答）

Q２．どのような目的で利用したか、利用できそうか



©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

高詳細高頻度気象情報の活用検討

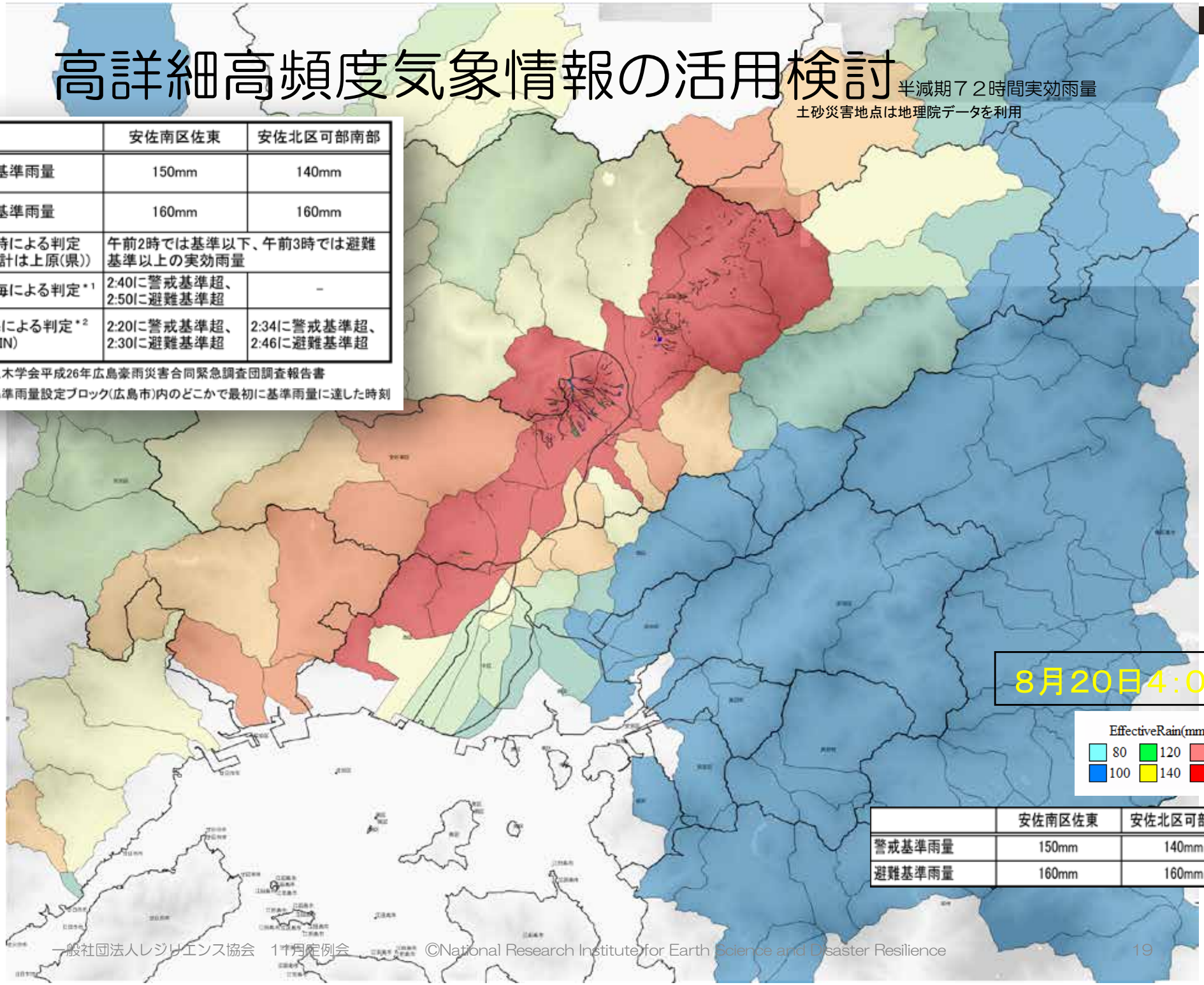
半減期７２時間実効雨量

土砂災害地点は地理院データを利用

	安佐南区佐東	安佐北区可部南部
警戒基準雨量	150mm	140mm
避難基準雨量	160mm	160mm
毎正時による判定（雨量計は上原(県)）	午前2時では基準以下、午前3時では避難基準以上の実効雨量	
10分毎による判定＊1	2:40に警戒基準超、2:50に避難基準超	－
1分毎による判定＊2（XRAIN）	2:20に警戒基準超、2:30に避難基準超	2:34に警戒基準超、2:46に避難基準超

＊1：土木学会平成26年広島豪雨災害合同緊急調査団調査報告書

＊2：基準雨量設定ブロック(広島市)内のどこかで最初に基準雨量に達した時刻



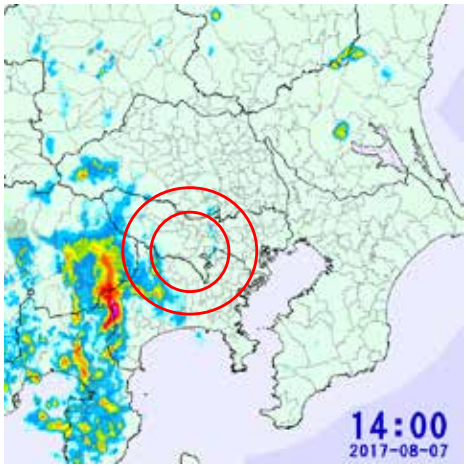
	安佐南区佐東	安佐北区可部南部
警戒基準雨量	150mm	140mm
避難基準雨量	160mm	160mm

豪雨警戒情報の利用検討

ライムラインによる有効性検証

時刻	緊急対応	スマホ豪雨情報（市役所）（XRAIN）	多目的警報システム情報（XRAIN）
2017/8/7 10:36		Lv1 発報	
2017/8/7 10:51		Lv2 発報	
2017/8/7/ 11:00:00	第１回応急対策委員会		
2017/8/7 11:12		Lv2解除　Lv１ 発報	
2017/8/7 11:16		Lv2 発報	
2017/8/7 11:32		Lv2解除　Lv1発報	
2017/08/07 11:42			Lv1　発報
2017/08/07 11:52			Lv1 解除
2017/8/7 12:02		Lv2発報	
2017/8/7 12:14		Lv4発報	
2017/8/7 12:24		Lv4解除　Lv3発報	
2017/8/7 12:39		Lv3解除　Lv2発報	
2017/8/7 13:00		Lv4発報	
2017/08/07 13:28			Lv1　発報
2017/08/07 13:38			Lv1 解除
2017/08/07 13:42			Lv1　発報
2017/08/07 13:48			Lv2　発報
2017/08/07 14:21			Lv1 継続 Lv2 解除
2017/08/07 14:30			
2017/08/07 14:31			Lv2　発報
2017/08/07 14:49			Lv1 継続 Lv2 解除
2017/08/07 14:50			Lv2　発報
2017/08/07/ 15:00	避難所配備職員説明会		
2017/08/07 15:01			Lv1 継続 Lv2 解除
2017/08/07 15:02			
2017/08/07 15:13			Lv2　発報
2017/08/07 15:23			Lv1 継続 Lv2 解除
2017/08/07 15:28			Lv2　発報
2017/8/7 15:38		Lv4解除　Lv3発報	
2017/8/6 15:46			
2017/8/7 15:46		Lv4発報	
2017/08/0 / 15:52	大雨警報（土砂災害）発令		
2017/08/07/ 16:00	行政無線放送「大雨警報（土砂災害）		
2017/08/07/ 16:02	まちコミ「大雨警報（土砂災害）」		
2017/08/07/ 16:05			
2017/08/07/ 16:07	Twitter「大雨警報（土砂災害）」		
2017/8/7 16:14		Lv4解除　Lv3発報	
2017/8/7 16:16		Lv4発報	
2017/08/07/ 16:20			
2017/08/07/ 16:30	避難所開設準備連絡（職員参集システ		
2017/08/07/ 16:30	第２回応急対策員会		
2017/08/07/ 16:30			
2017/08/07 16:31			Lv1 継続 Lv2 解除
2017/08/07/ 16:32			
2017/08/07/ 16:33			
2017/8/7 16:33		Lv4解除　Lv3発報	
2017/8/8 16:34			
2017/8/7 16:47		Lv4発報	
2017/8/7 16:49			Lv2　発報
2017/08/07/ 16:55	全職員自宅待機（庁内放送）		
2017/8/7 16:59			Lv1 継続 Lv2 解除
2017/8/7 17:00			Lv2　発報

スマホ豪雨警戒情報（自治体・建設現場）



① XRAINの10分間及び1分間雨量の組み合わせによる4つの警報ランク情報提供

② 検知は二重円（半径5~30kmの３段階）で、接近・離脱・停滞と接近方向を情報提供

多目的警報システム（自治体）

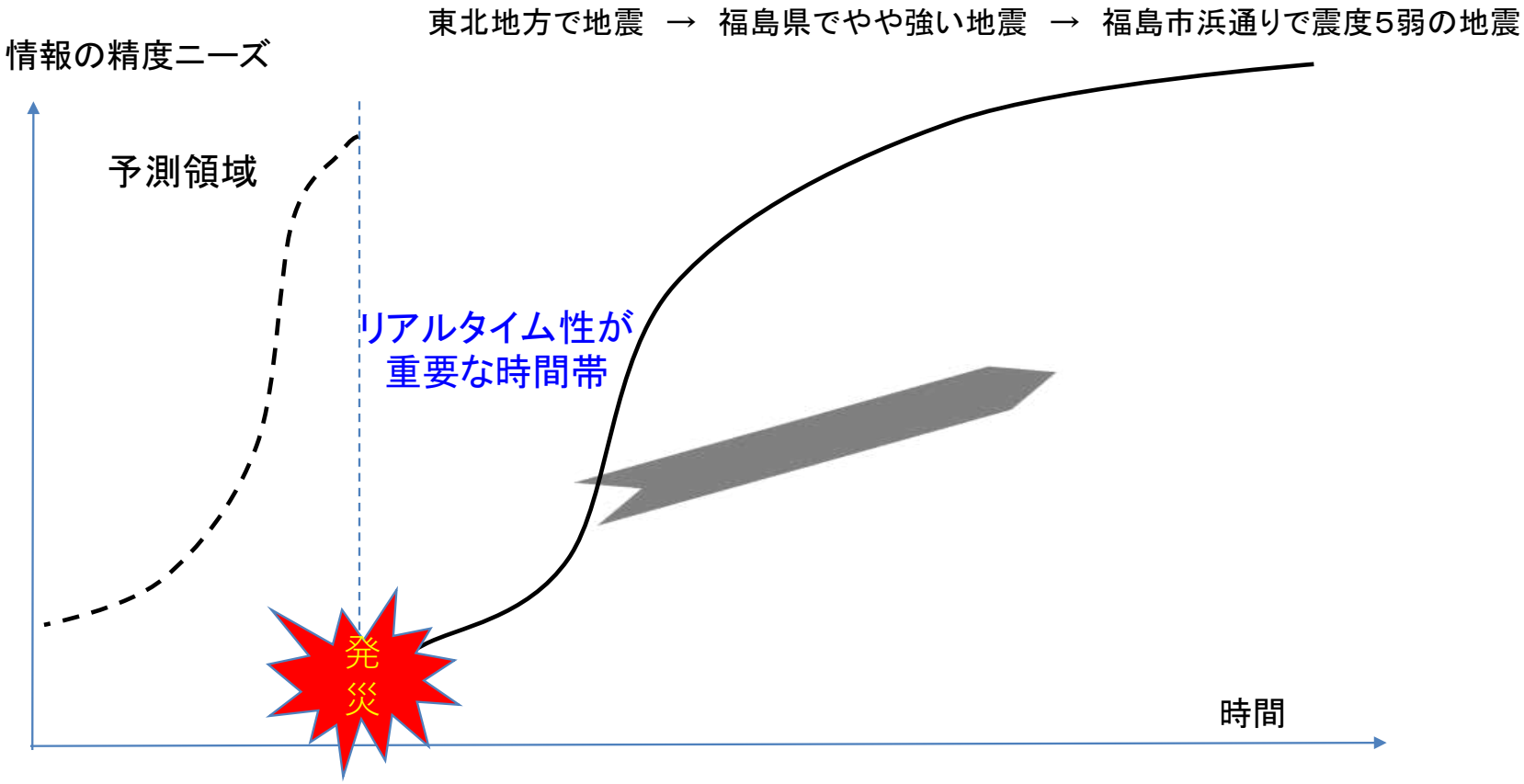
XRAINを利用した任意地点の雨量情報による早期警報システム装置

©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

リアルタイム浸水予測技術開発

□リアルタイム性を重視

- 早期警戒情報として利用

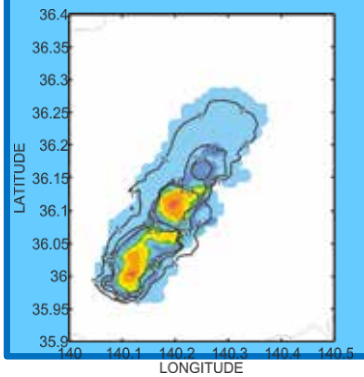


□社会実装を考慮

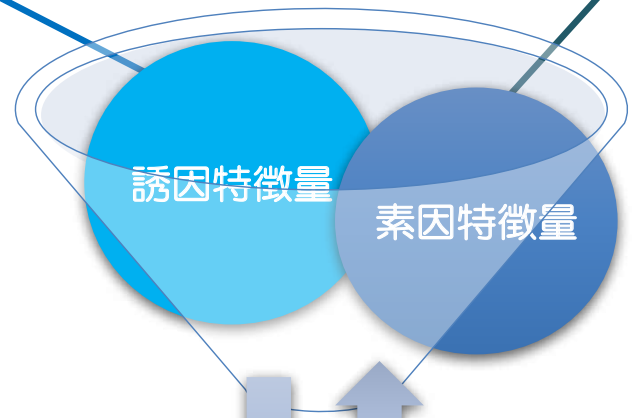
©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

統計学的手法（機械学習モデル）

レーダ雨量より作成



雨量強度
5分間雨量
10分間雨量
15分間雨量
30分間雨量
60分間雨量

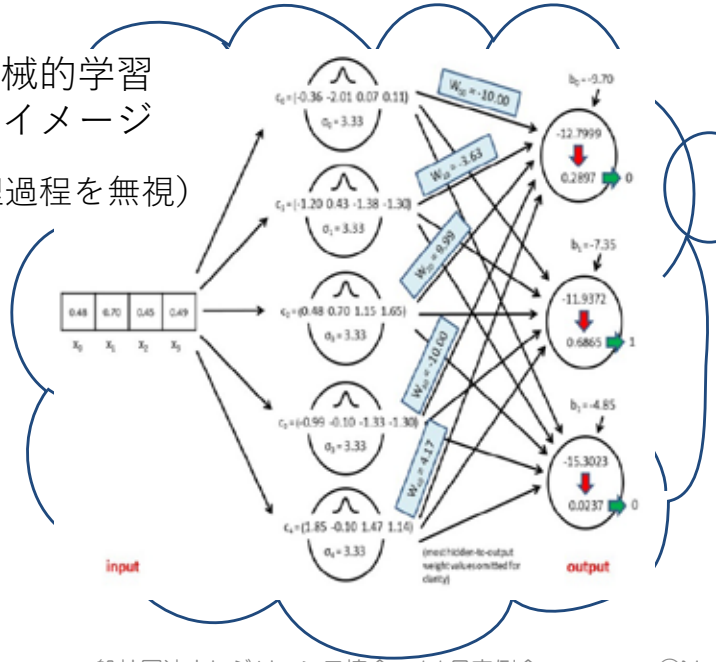


標高、GISより作成

地形的要因
土地の傾斜と凹凸 (標高，勾配)
水の集まりやすさ (集水面積)
形態的要因
浸透・貯留量 (建物率，緑地率，高層化率等)
人工的要因
下水道幹線・枝線 (平均道路幅)

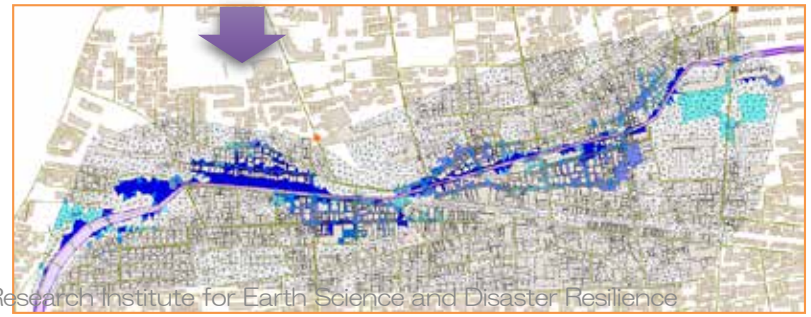
機械的学習
のイメージ

（物理過程を無視）



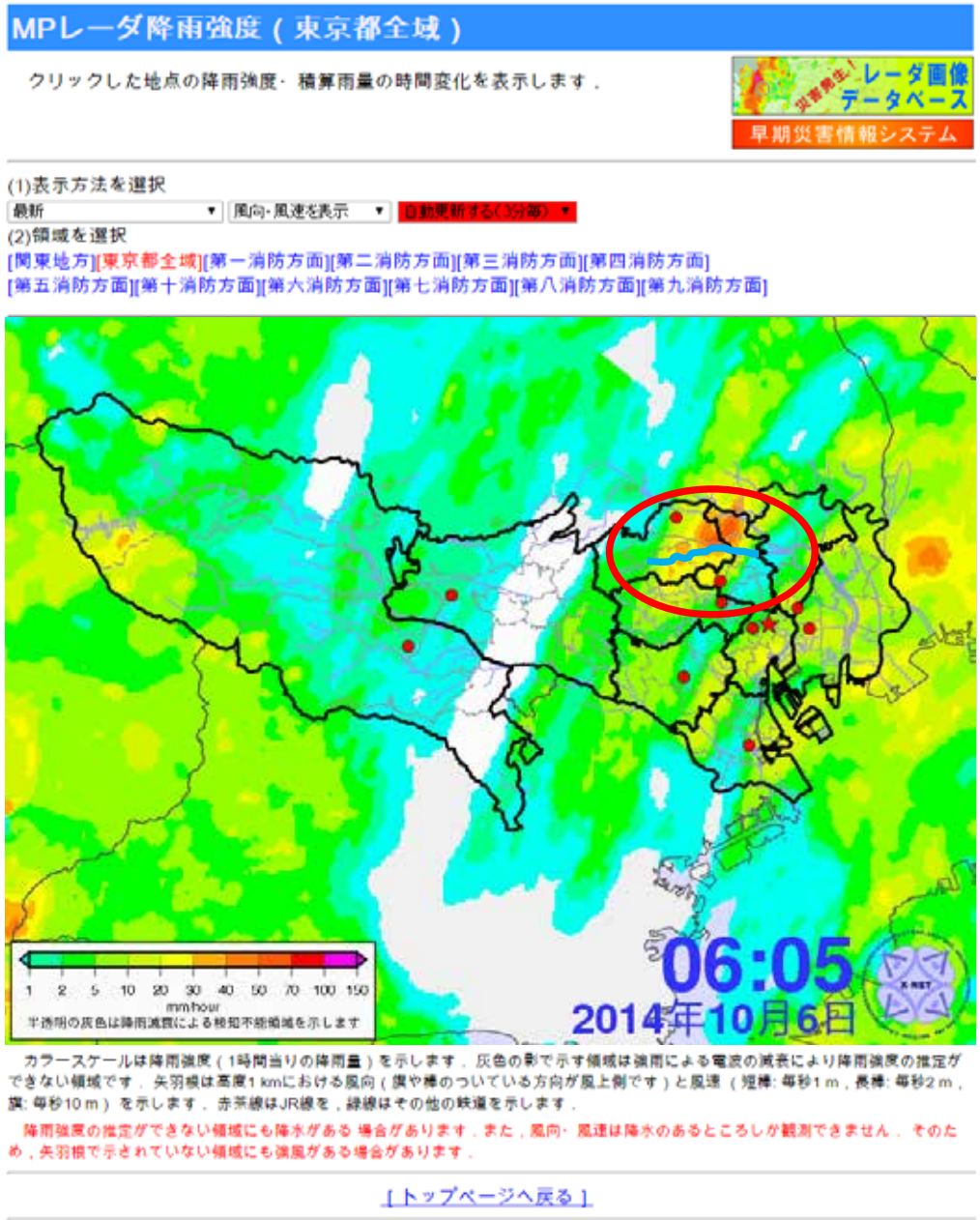
入力と結果が合うような最適な式・係数を決定する

教師データ

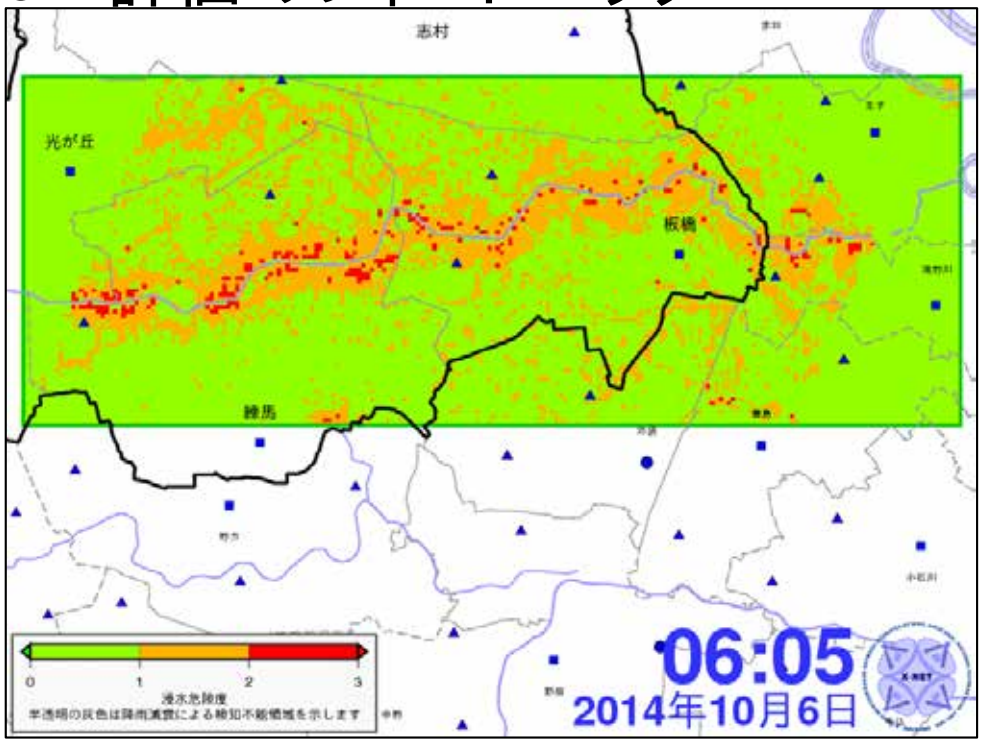


©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

機械学習モデルの実装（研究）

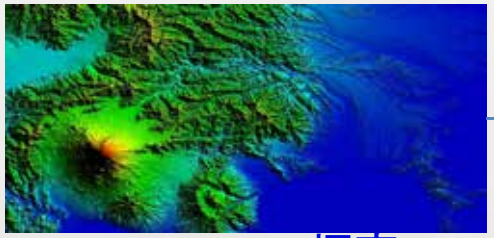


1. 浸水被害のリアルタイム予測手法の開発
2. 社会実験協力機関への情報提供
3. 評価のフィードバック

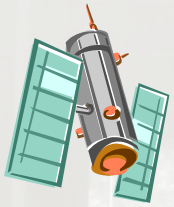


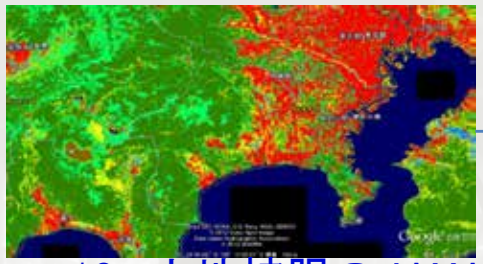
©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience
National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

落水線モデル(高速化)

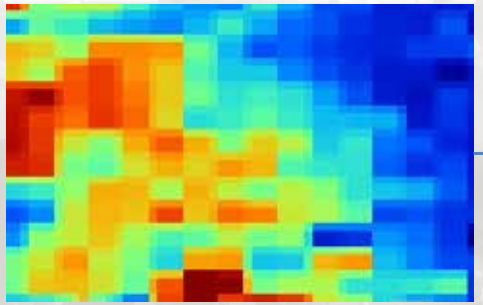


5m標高DEM





10m土地被服@JAXA



250mXRAIN

流出経路解析

↓ GISによる落水線解析

流出係数解析

↓

5mDEM毎の流量解析

↓ 合理式による流出解析

流量
Q

↓ 流速評価式(等流)

水位流量曲線式(H−Q)

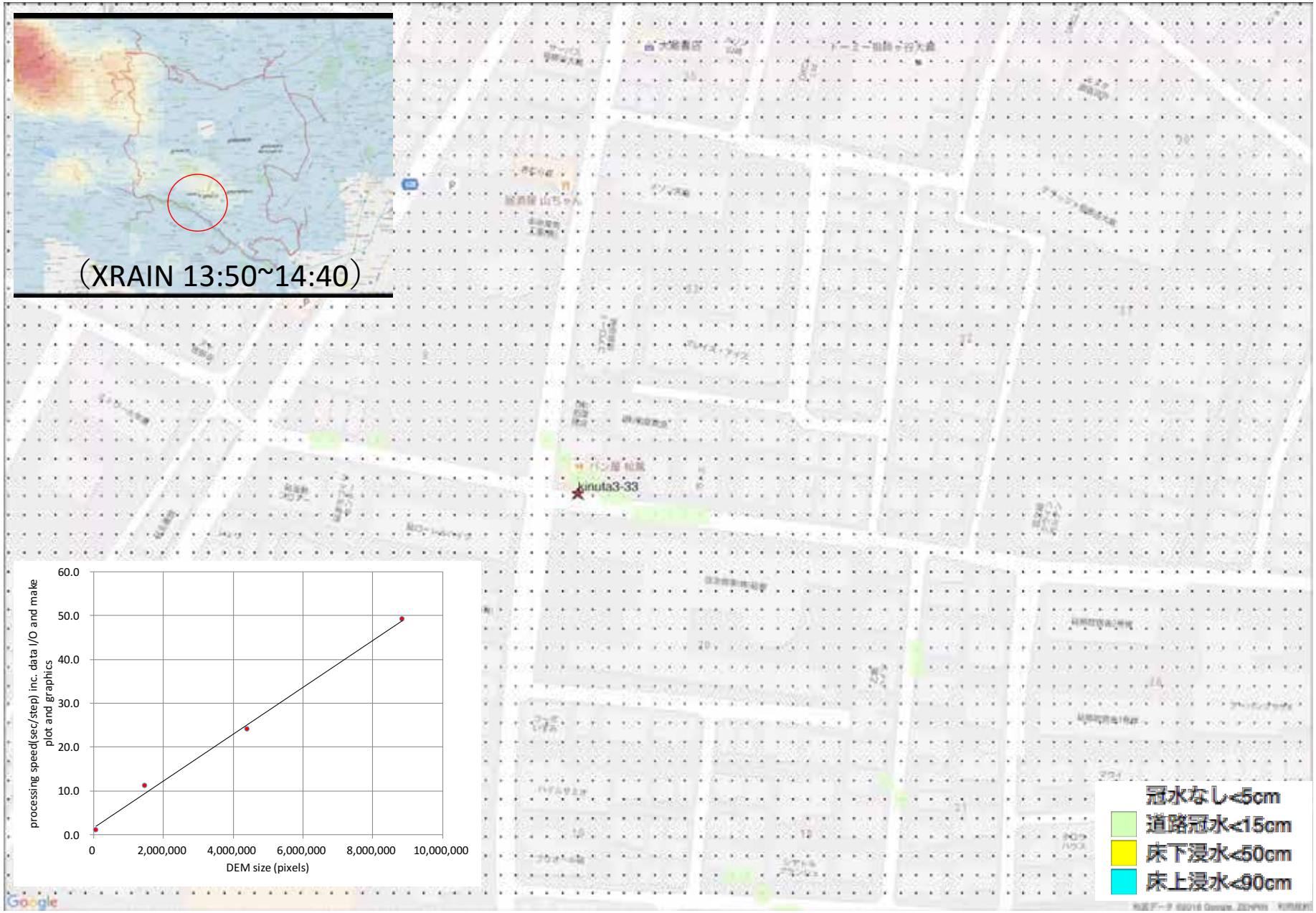
水位湛水量曲線式(H−V)

下水道効果流量評価

浸水深

©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

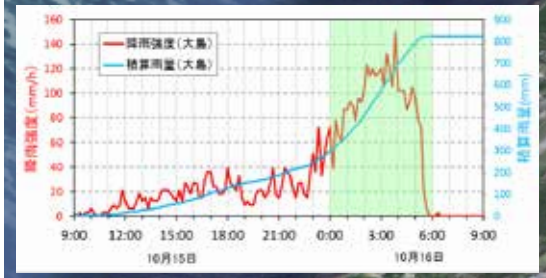
落水線モデル（高速化）の実装（研究）



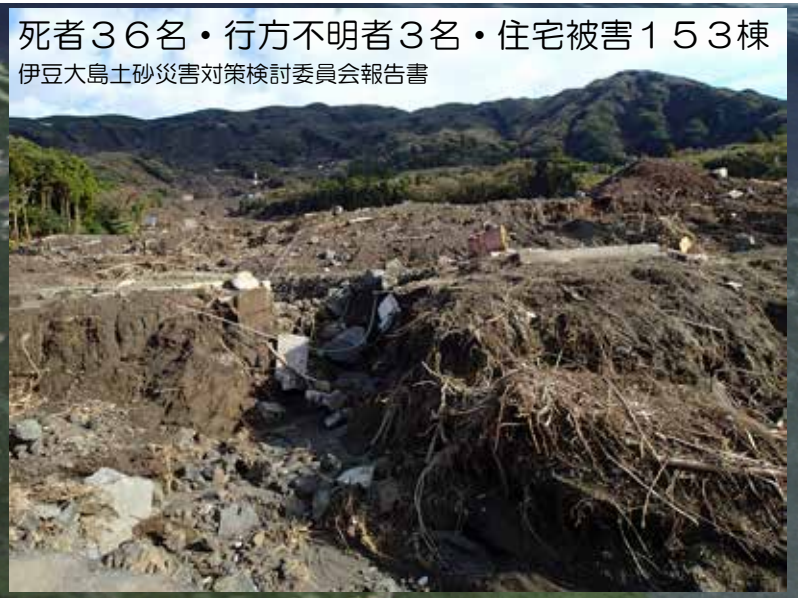
©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

防災教育　-情報提供の課題-

高校生の防災意識



10月16日0時からの6時間雨量が525mm(アメダス:大島)

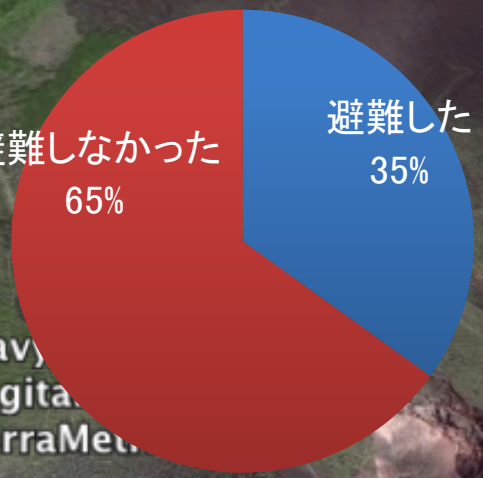


大島高校

大島町役場

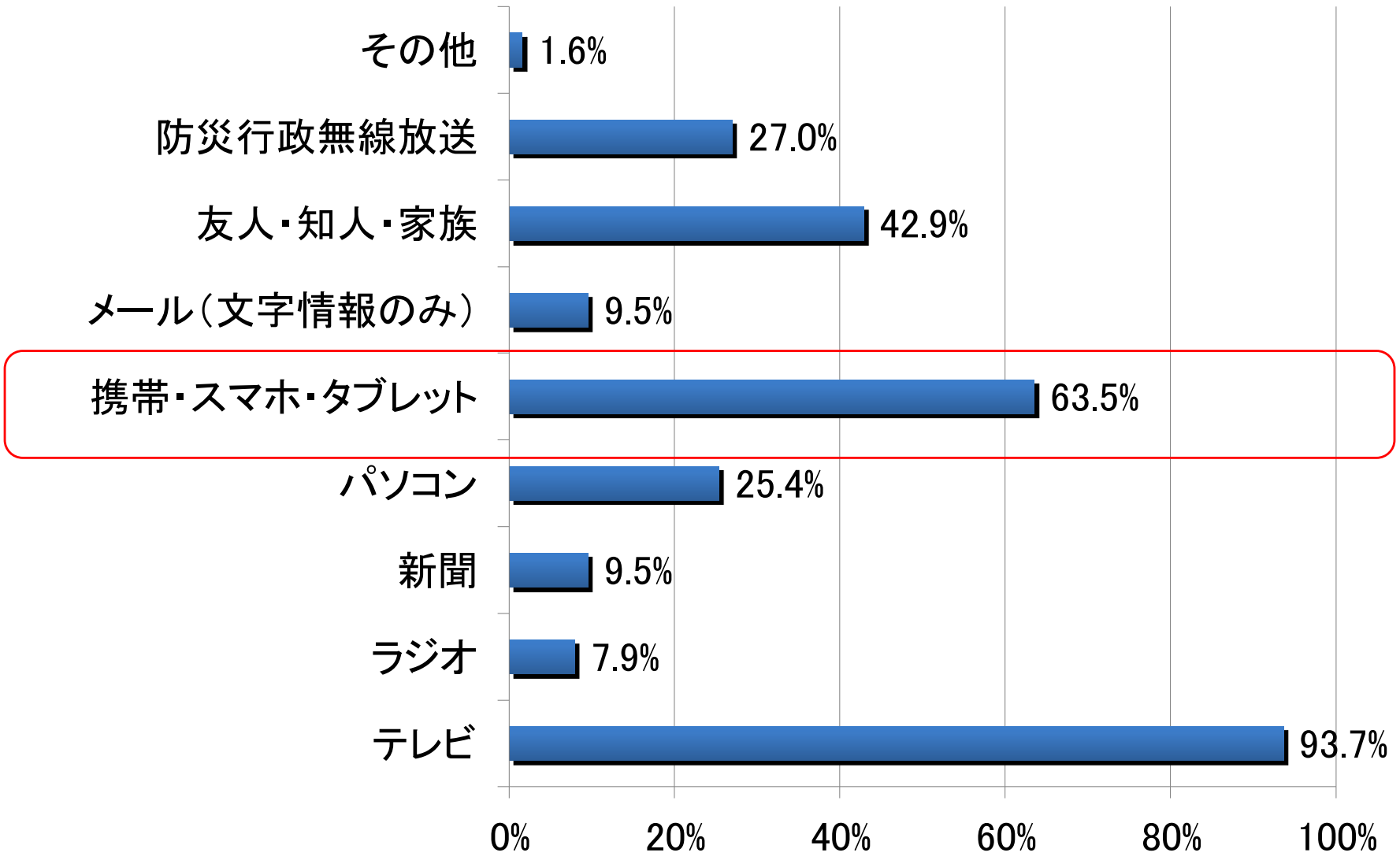
土砂流出箇所は国土地理院より
http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/h25-taihu26-index.html

自主的に避難をしましたか
（全体　63名）



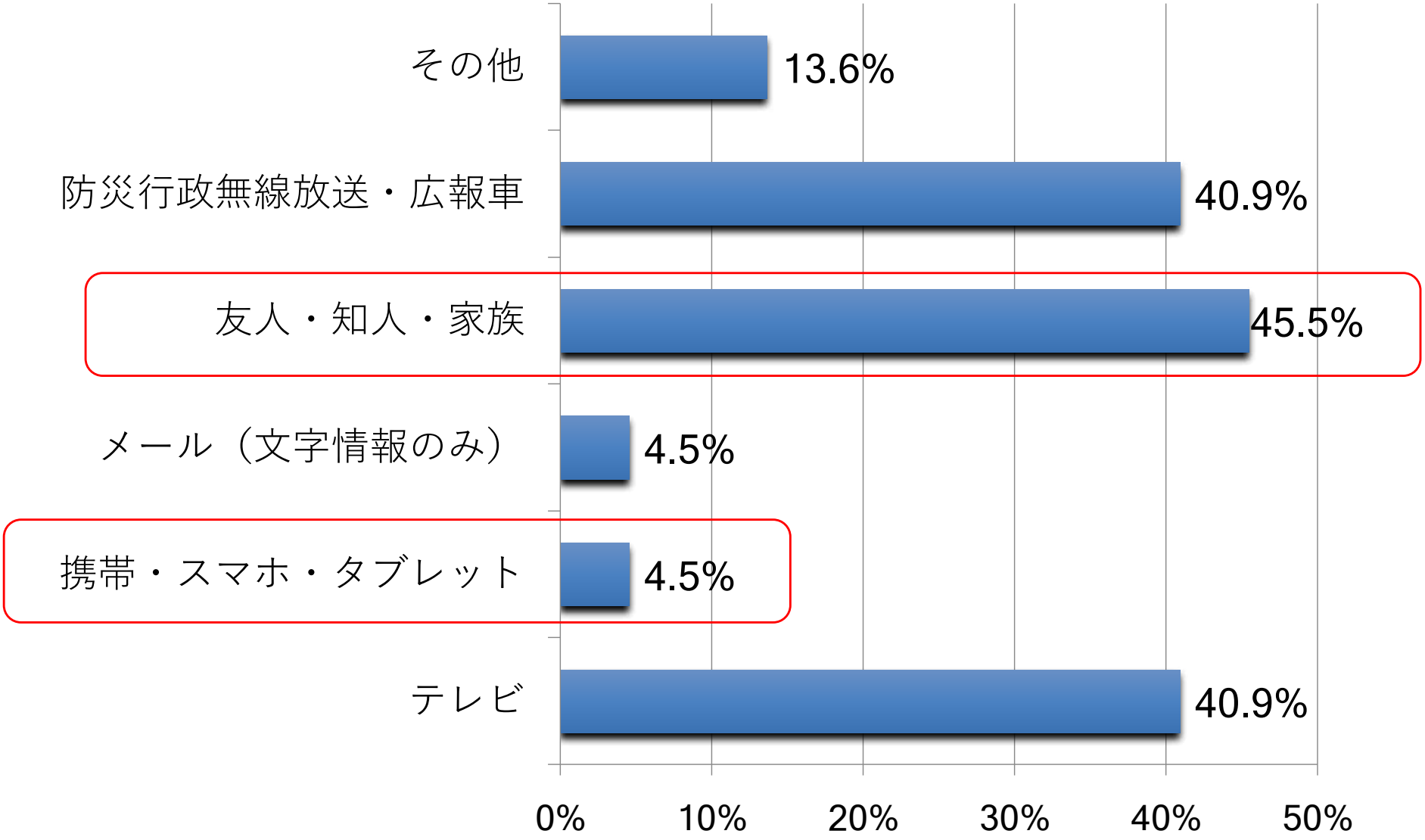
©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

どんな方法で気象情報を得ていましたか？（複数回答）



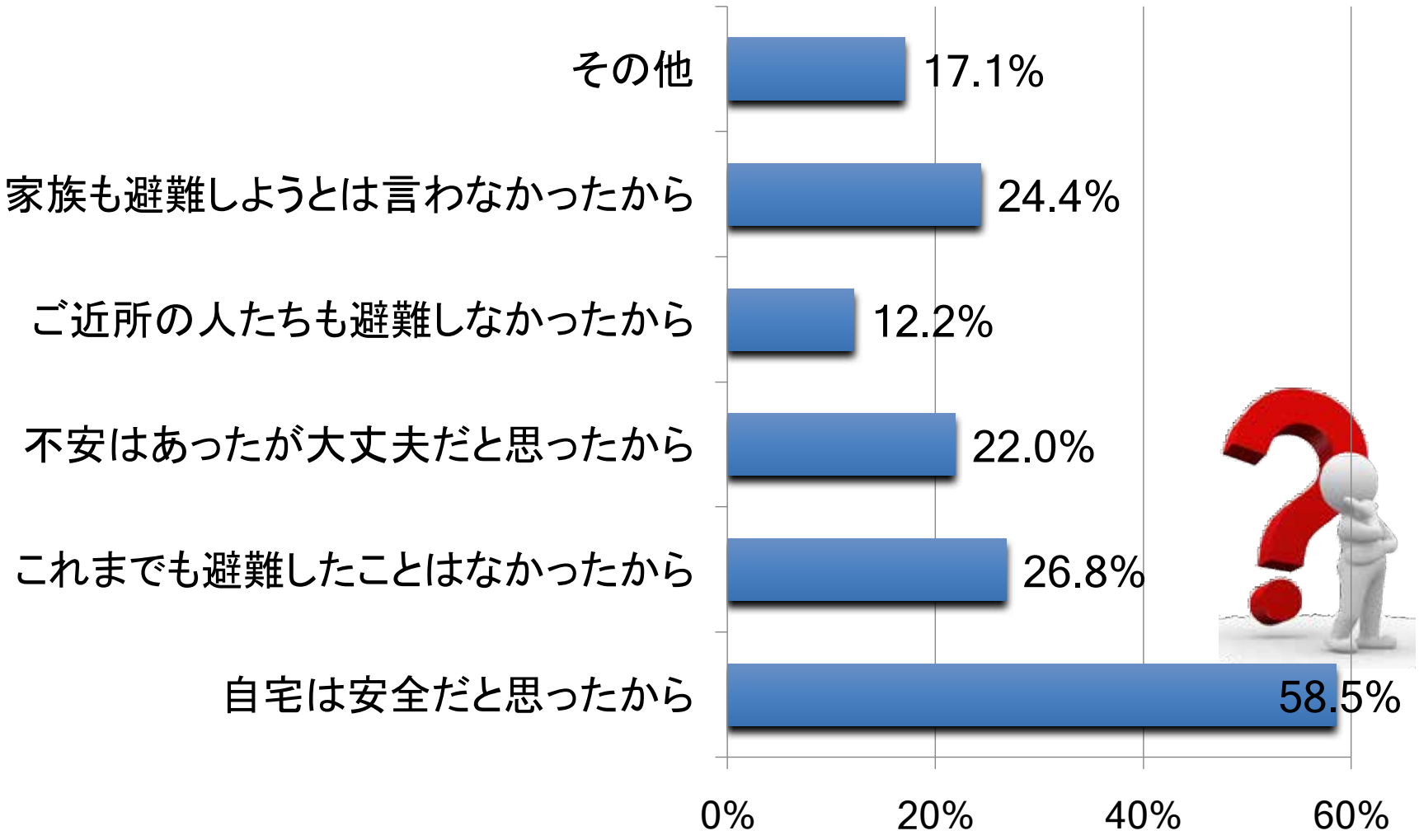
©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

自主避難のきっかけになった情報は？（複数回答）



©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

自主避難しなかった理由は？（複数回答）



©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

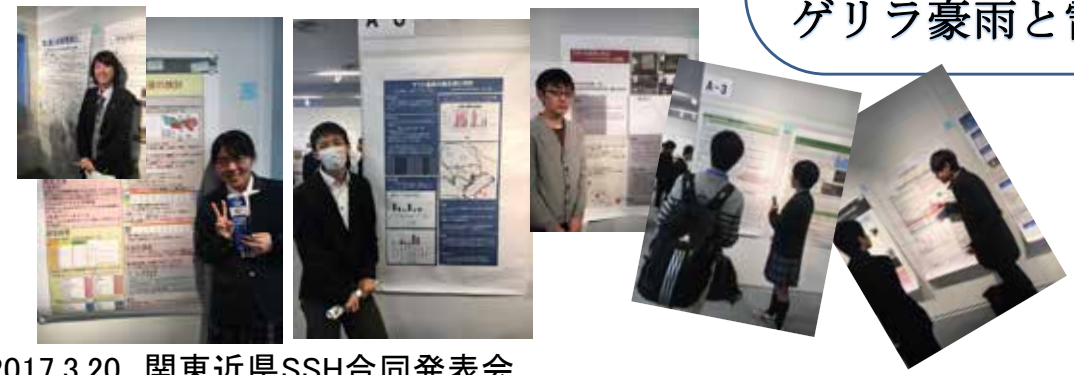
都立高校生との共同研究（環境・防災教育東大・都環研）

ガイダンス

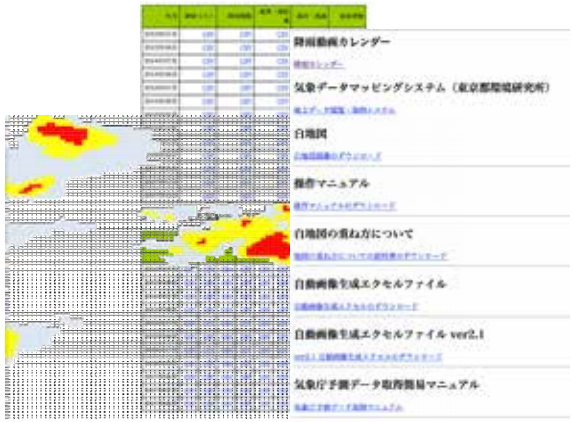
- 2016年　4月20日　初回打ち合わせ
- 2016年　6月　9日　第1回ガイダンス（デジ百説明会・X−MP）
- 2016年　7月　8日　第2回ガイダンス（1年・2年別）（6人の講師）
- 2016年　9月15日　第3回ガイダンス（1年生テーマ決定）
- 2016年　9月17日　サイエンスコンテスト
- 2016年10月22日　防災ゼミナール（見学会）
- 2016年10月31日　第4回ガイダンス
- 2016年11月22日　第5回ガイダンス
- 2016年12月15日　特別講演会
- 2016年12月21日　第6回ガイダンス
- 2017年 1月19日　第7回ガイダンス
- 2017年 2月 5日　第5回生徒研究成果合同発表会
- 2017年 2月22日　第8回ガイダンス

Ｈ２７共同研究テーマ

雨と風と収束発散
局地的大雨の定義
ゲリラ豪雨の発生条件
ゲリラ豪雨を検知する
ヒートアイランド現象
ゲリラ豪雨と雷



2017.3.20　関東近県SSH合同発表会



Excelツール開発

2017.2.5 第5回生徒研究成果合同発表会

2016.9.17サイエンスコンテスト

2016.10.22防災ゼミ（防災科研見学会）

2016.12.15特別講演会

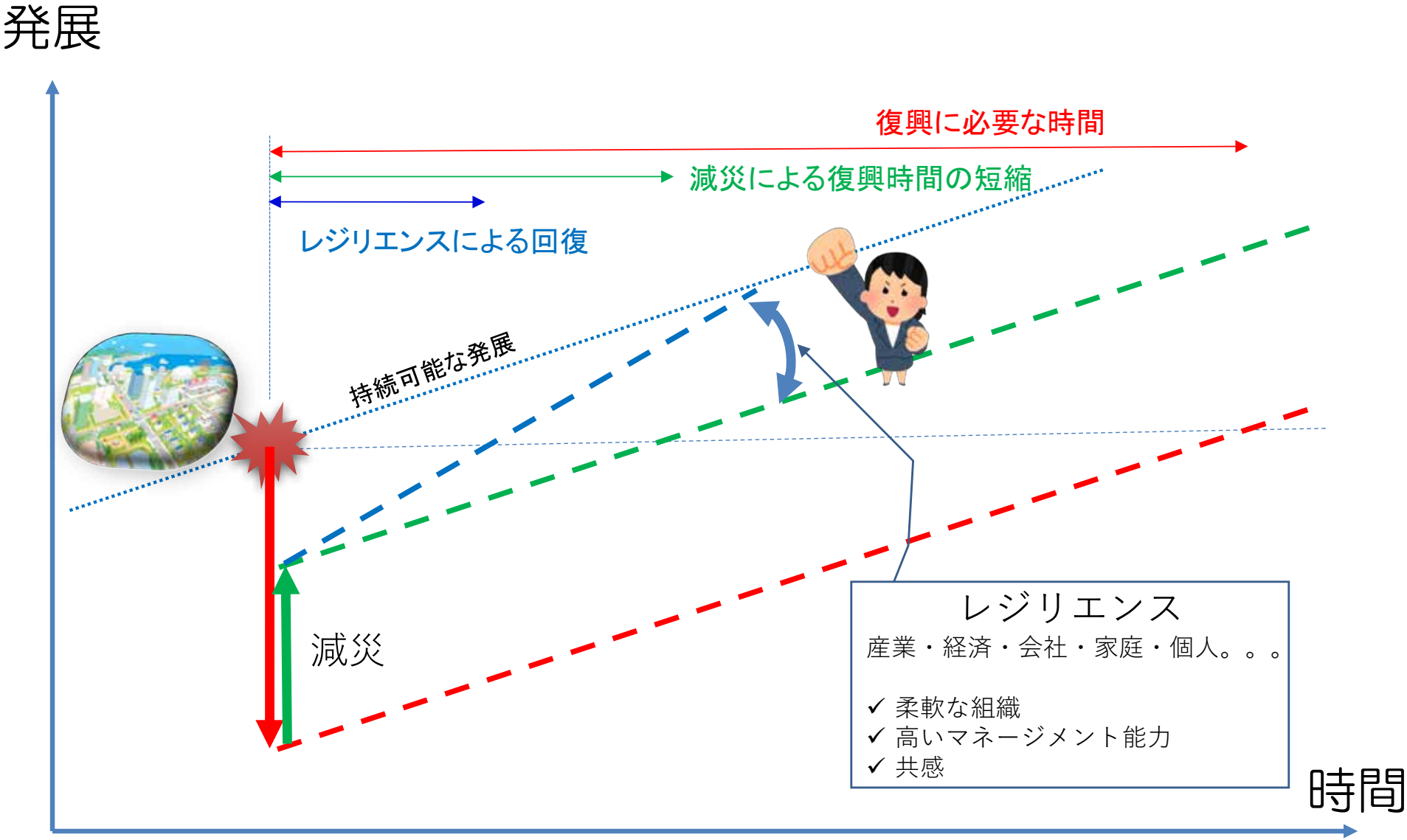
©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

話題

- 防災科研の紹介
  - http://www.bosai.go.jp
- 水災害の軽減を目指した取り組み
  - 近年の豪雨事例
  - 豪雨警戒情報提供
  - リアルタイム浸水予測技術開発
  - 防災教育
- まとめ（レジリエントな社会を目指す）
  - シームレスな防災を考える
  - 地域防災力（自助・共助）の向上が不可欠

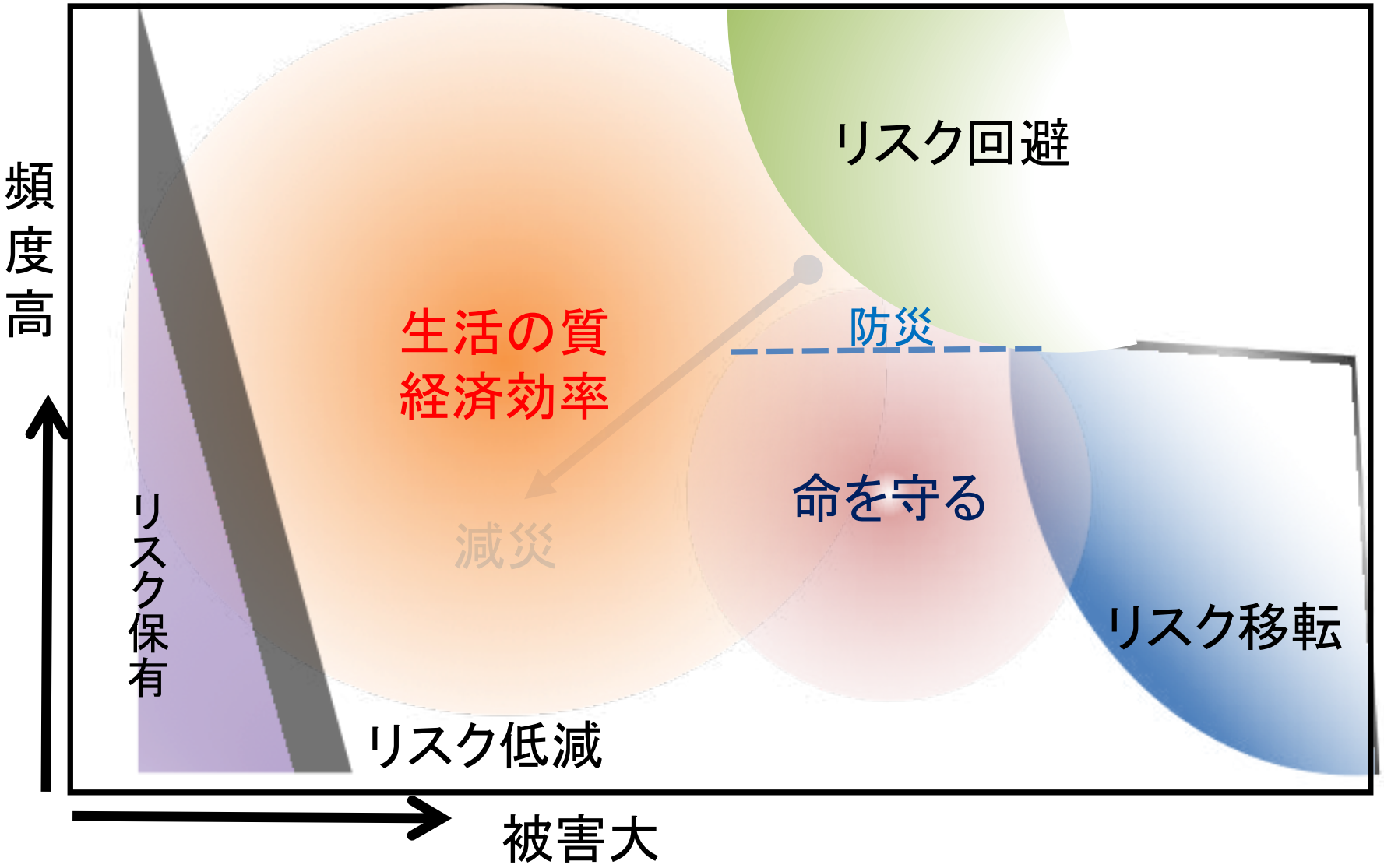
©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

レジリエントな社会



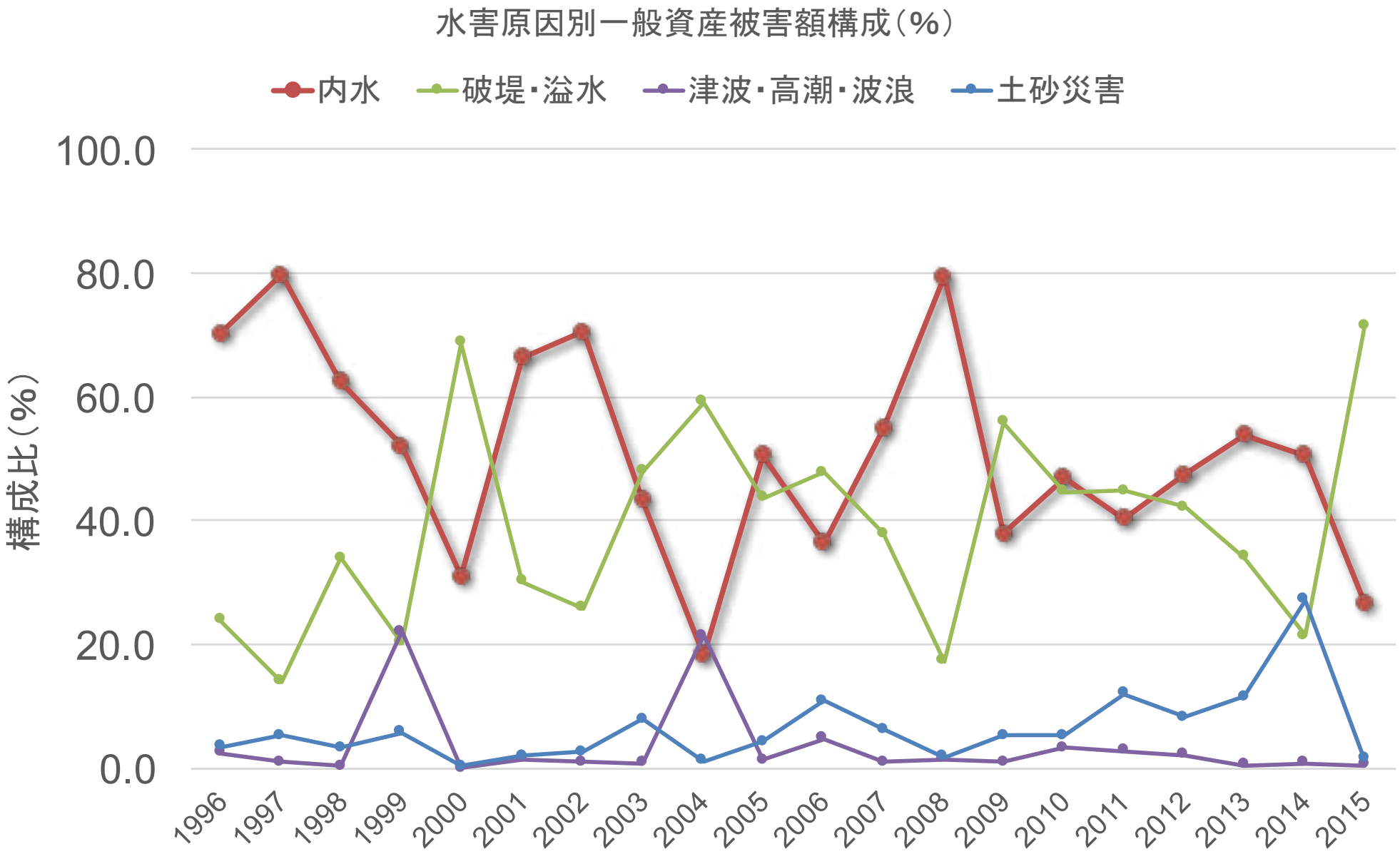
©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

シームレスな減災を考える



©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

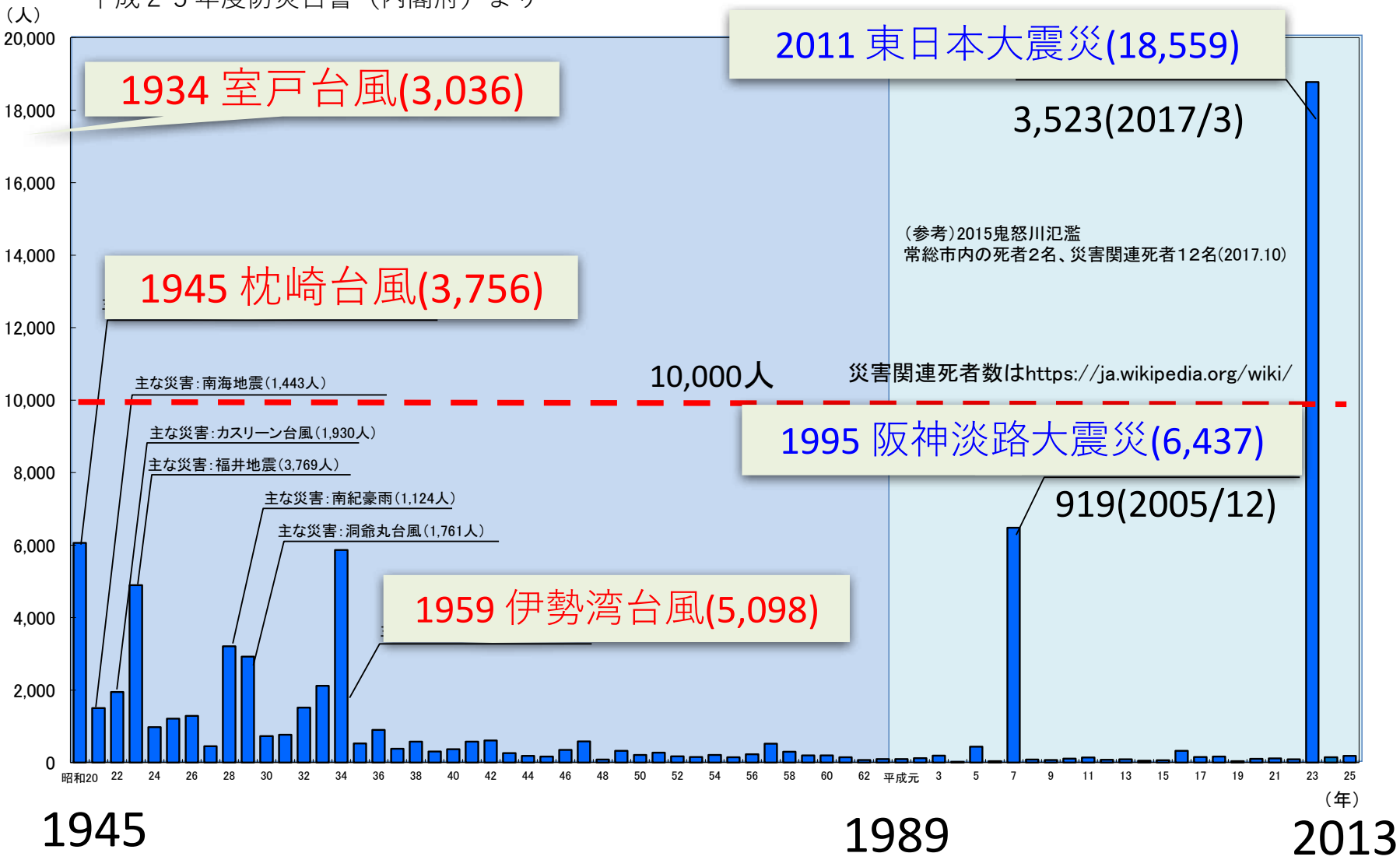
水害原因別一般資産被害額構成（%）



©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

自然災害による死者行方不明者数

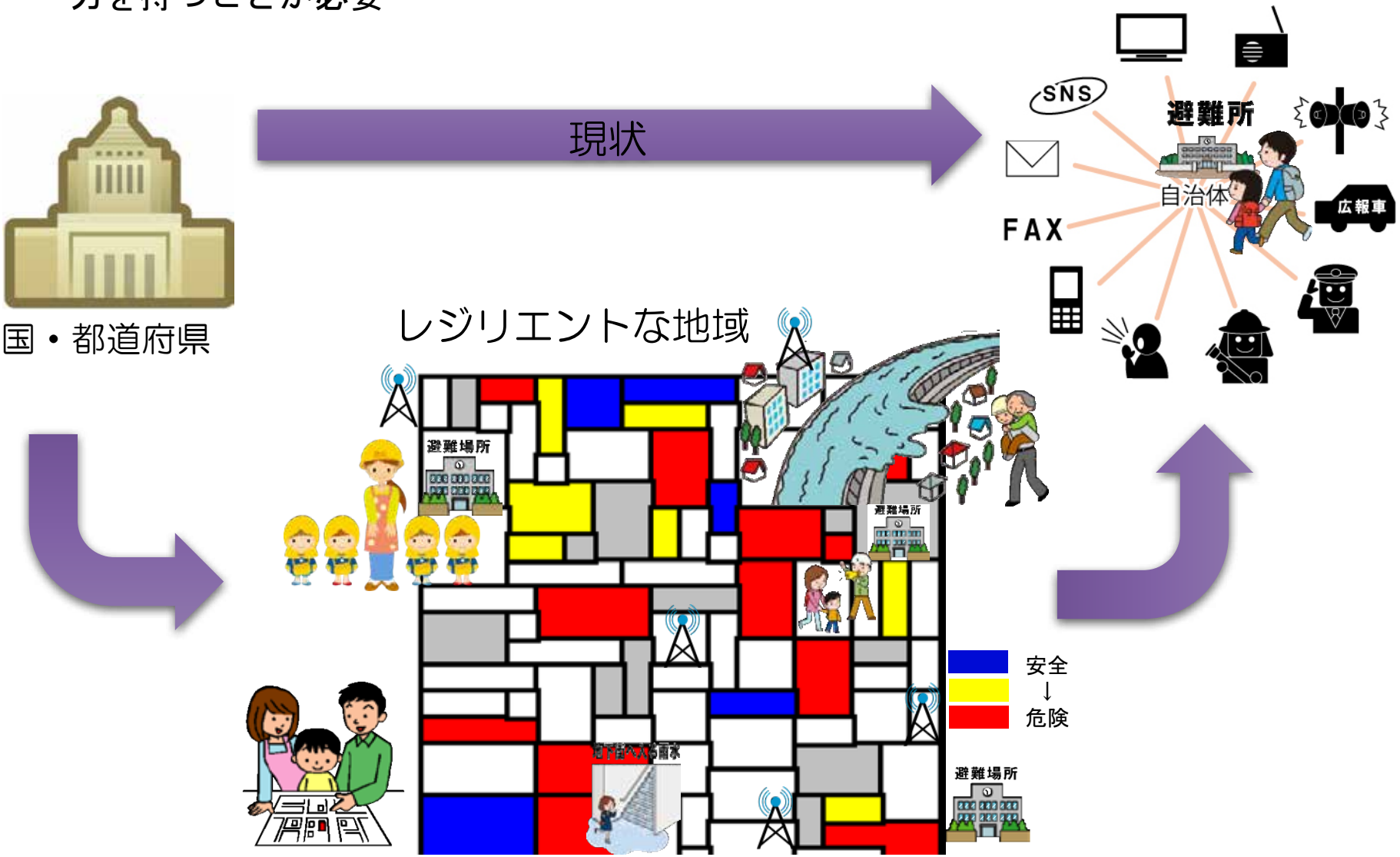
平成２５年度防災白書（内閣府）より



©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

地域防災力の強化

- シームレスな防災のためには、地域防災力を強化することが必要
- 地域防災力の強化のためには、市町村が自主的に地域の災害特性を把握できる能力を持つことが必要



©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

まとめ

レジリエントな社会を目指す

↓

シームレスな減災を考える

↓

地域防災力の強化が不可欠

©National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience