

レジリエントICT研究センター設立10周年記念  
耐災害ICT研究協議会発足10周年記念  
レジリエントICT研究シンポジウム 2022+



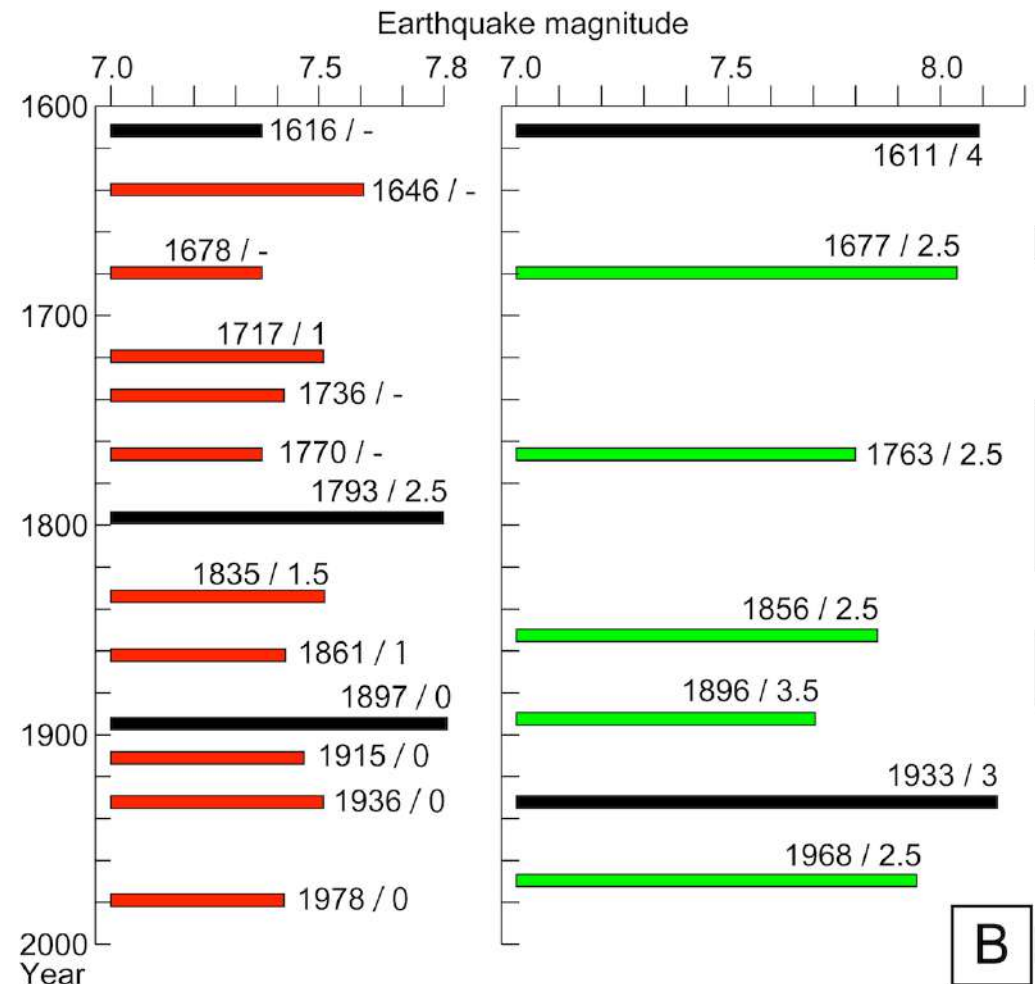
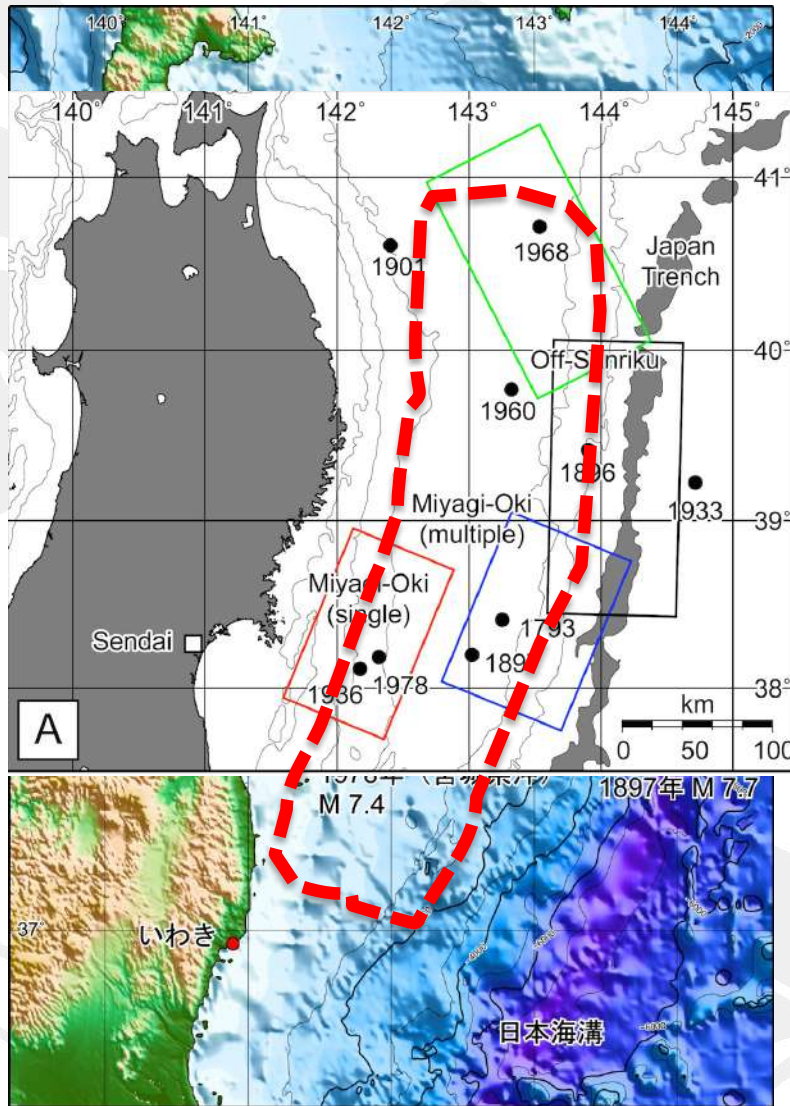
# 東日本大震災の教訓と 今後の防災のあり方

東北大学災害科学国際研究所  
所長, 津波工学教授  
今村文彦



# 東日本大震災の実態 当時何が起きていたのか？

# 東北地方での過去の地震と津波の発生



- T.Hatori, Distributions of Seismic Intensity and Tsunami of the 1793 Miyagi Oki Earthquake, Northeastern Japan, *Bulletin of Earthquake Research Institute, University of Tokyo*, **62**, 297-309 (1987).

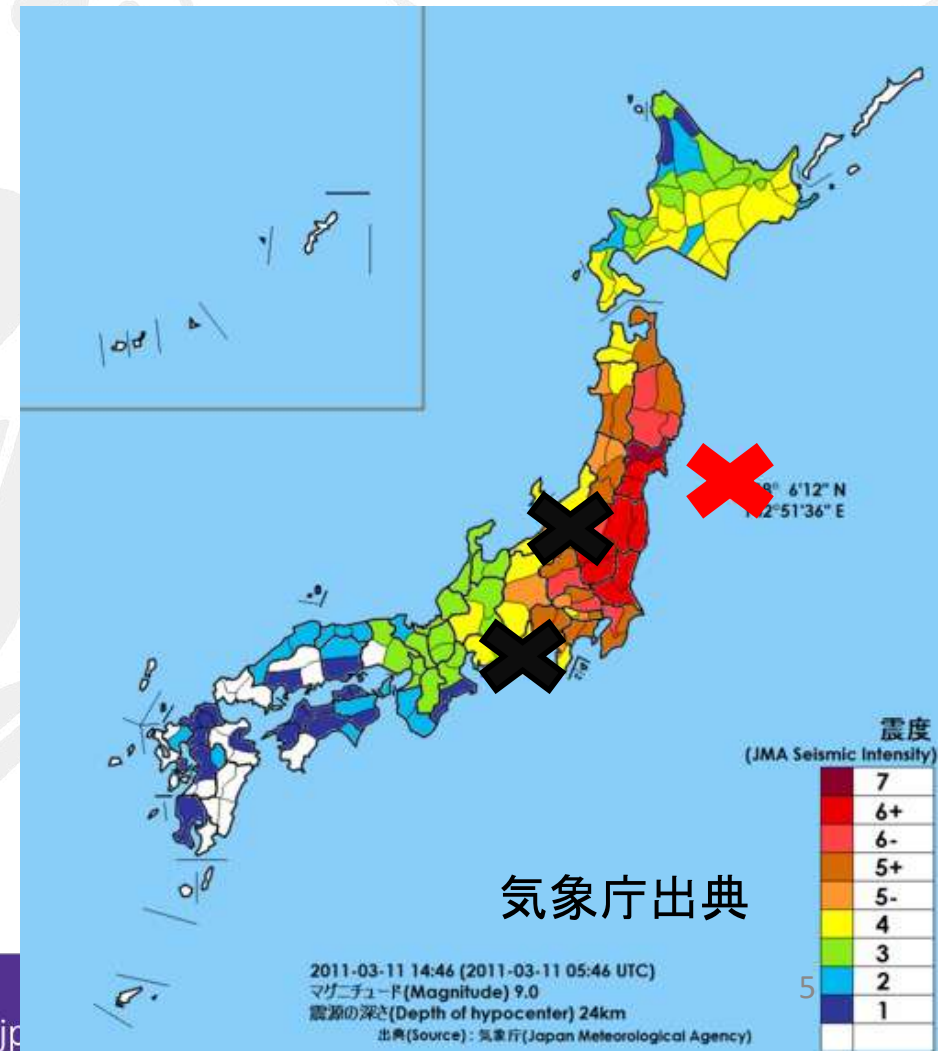
# 東日本大震災の教訓

- 我々は備え以上のことはできませんでした。
- 出来た備え；
  - 耐震化，関係機関協定（有効）＝> 啓開・復旧活動，防災訓練（一定の備蓄）
- 出来なかった備え；
  - 津波警報・避難，複合災害対応，帰宅困難者，大規模捜索・ご遺体対応，避難所（運営）
  - 安心・安全なまちづくり＝> 各地での合意形成，安心すぎると防災意識の低下（バイアス）

# 複合災害 Triple Tragedy and Damages

- Triple Disasters: ONE – 地震 The Earthquake

- 発生:2011年3月11日 March 11, 2011, 2:46pm
- 地震規模Scale: Mw 9.0  
(1900年以降世界で4番目)
- 関連・余震 2 Mw 5+ 地震  
(黒印 X)
- 1か月で400回以上
- 現在も続く;
- 2021年2月14日 M7.3
- 2021年3月20日 M6.9
- 2021年5月1日 M6.8
- 2022年3月16日 M7.4



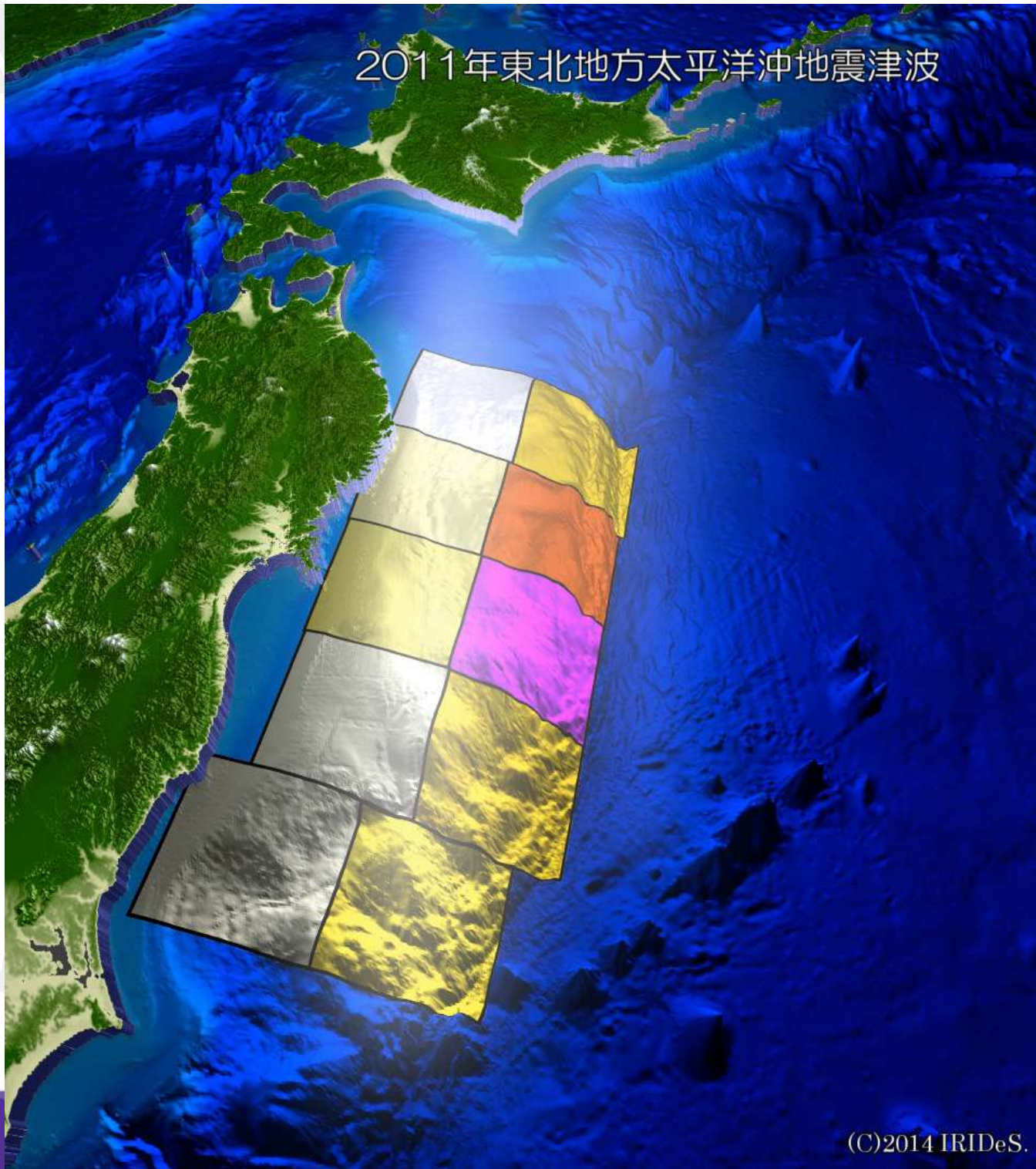
# • Triple Disasters: TWO – 津波 Tsunamis

- 地震発生3分後に津波警報, その後に避難指示等の発令
- 到達時間, 三陸沿岸に20-30分後
- 6時間で7回の津波来襲
- 2日間以上の継続時間
- その間, 警報・注意報解除されず



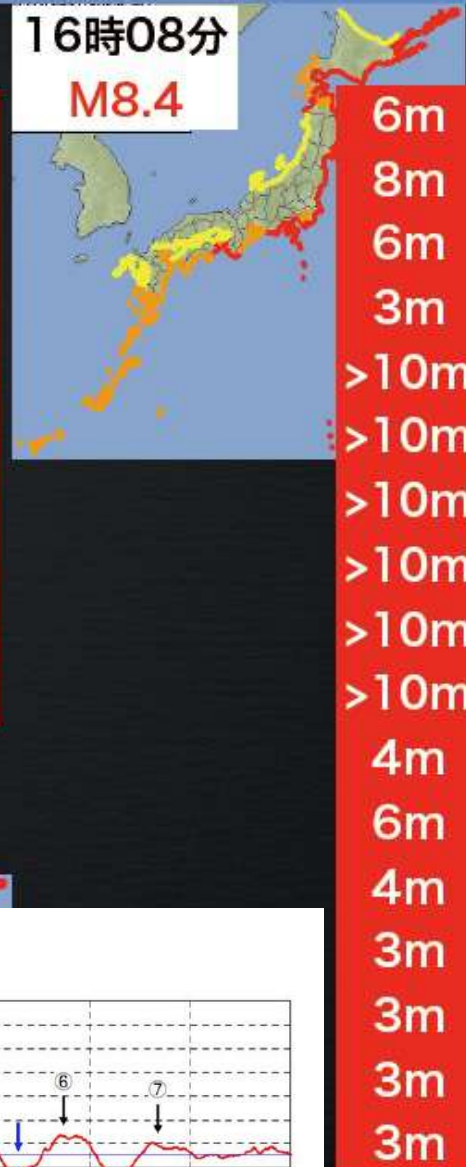
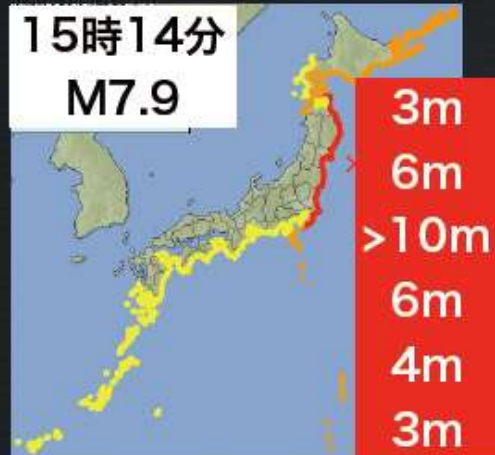
- 記録値
- Highest wave recorded: 9.3m
- 津内遡上高さ
- Highest run up-height : 35 m
- 内陸への遡上距離
- Farthest inland reached: 8km

# 2011年東北地方太平洋沖地震津波

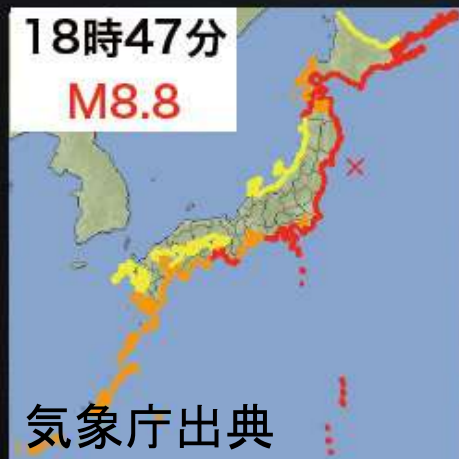


地震発生：3月11日14時46分頃, M9.0

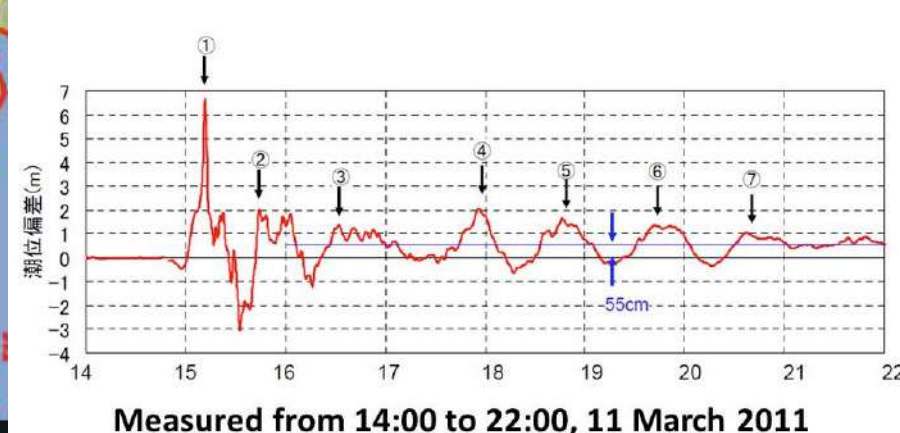
津波警報 大津波 高いところで3m程度以上 津波 高いところで2m程度  
津波注意報 高いところで0.5m程度 震央



## JMA Tsunami warning and revisions 3.11における気象庁からの津波警報の推移

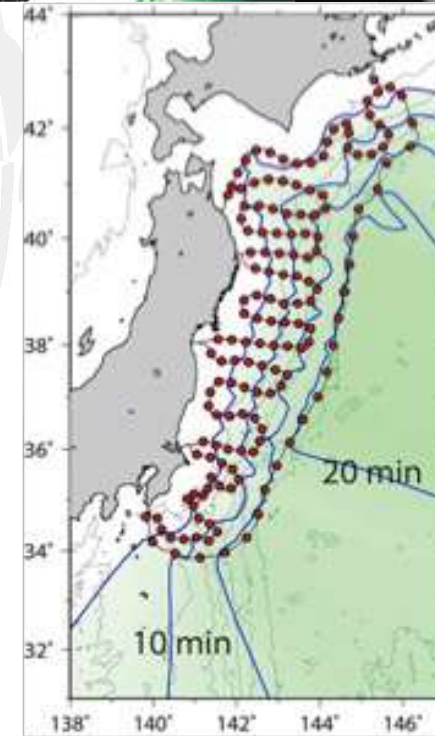
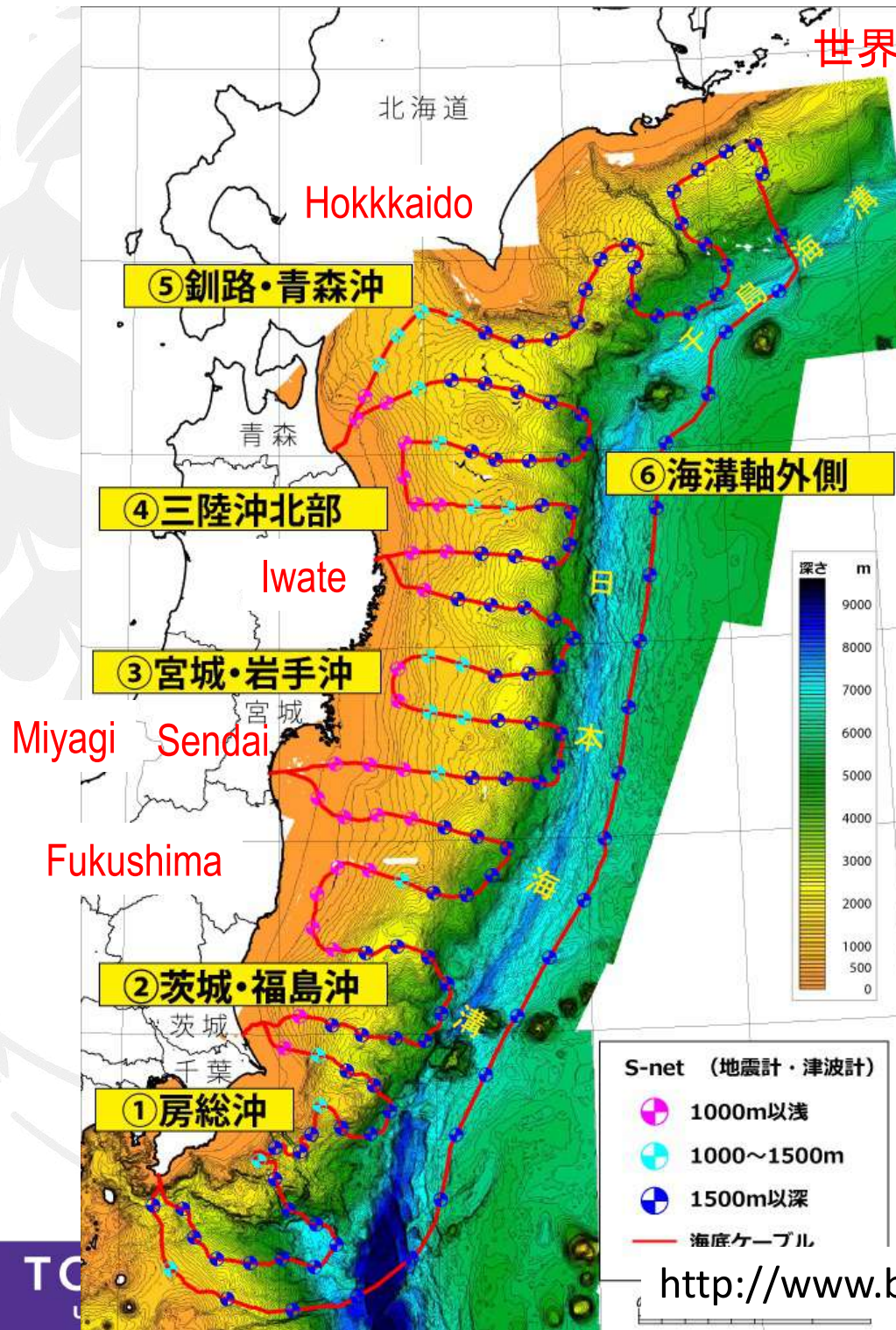


22時52分





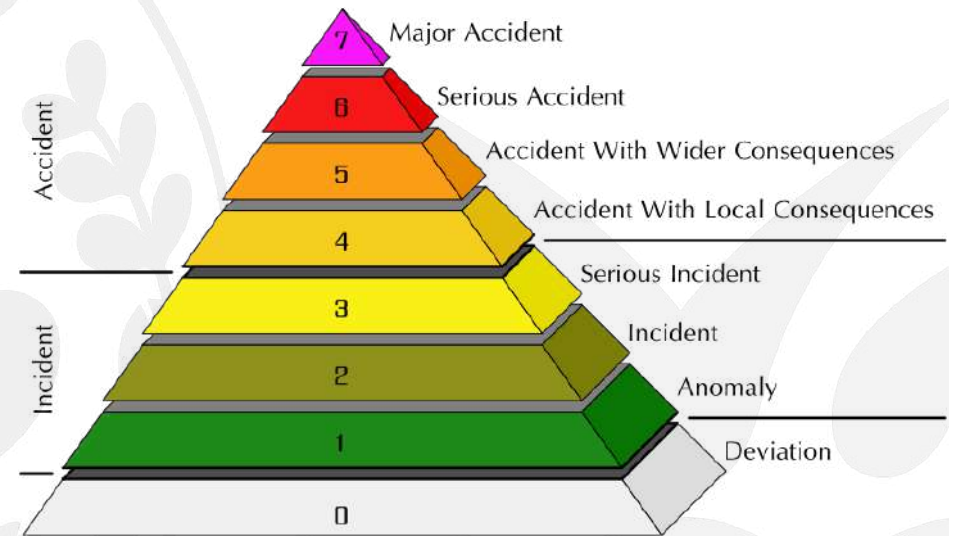
世界でも最高峰のリアル観測網S-NET(防災科研)



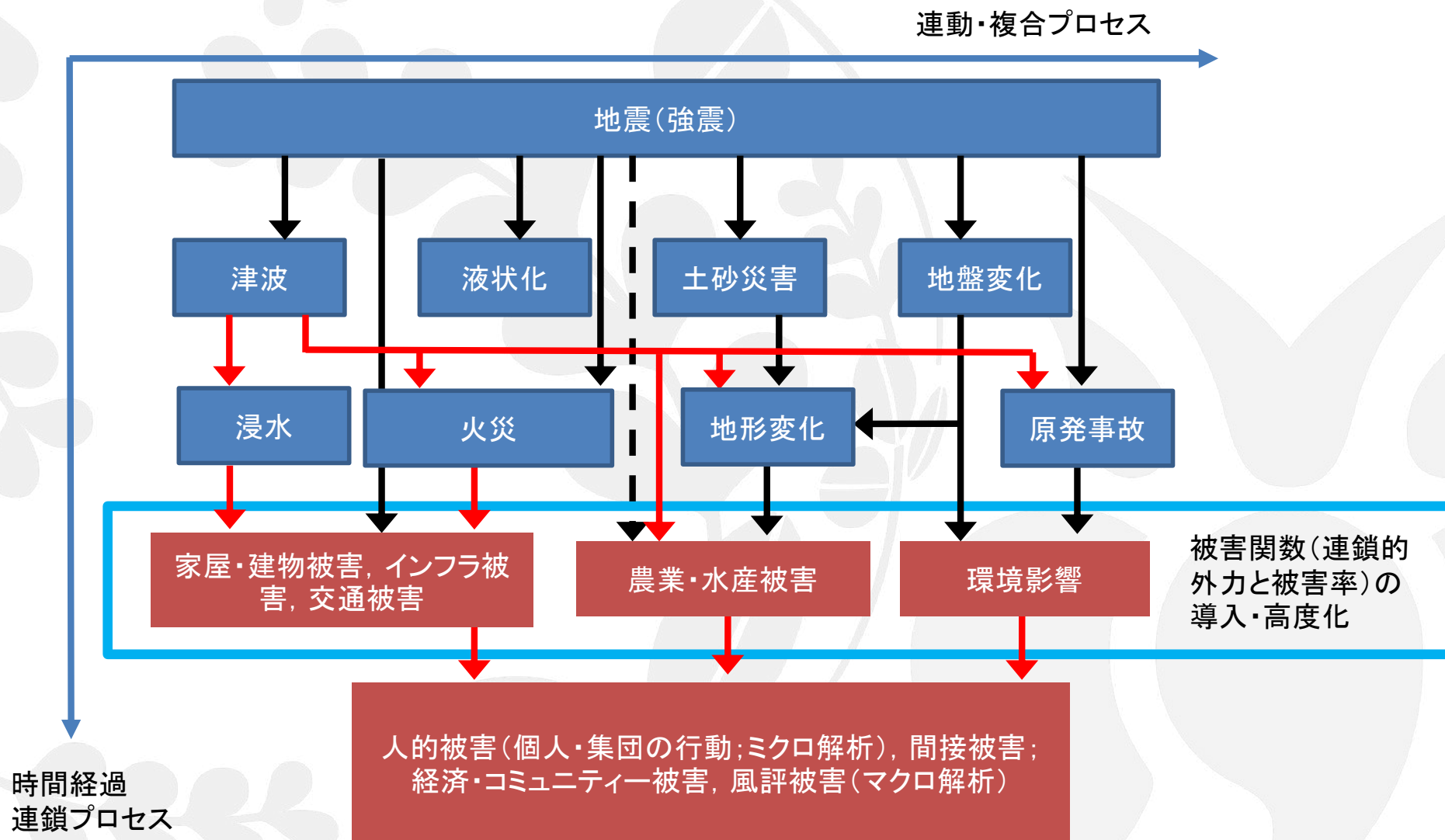
<http://www.bosai.go.jp/inline/tsunami/tsunami01.html>

- Triple Disasters: **THREE – 福島第一原発事故**  
**Nuclear Power Plant Failure**

- 地震・津波により引き起こされた最悪の原発事故の1つ
- 危険レベルは最高の7
- 危機対応・廃炉作業は現在も継続
- 過失等に関する裁判も継続



# 広域・複合・連鎖災害としての東日本大震災





# 各地での被害

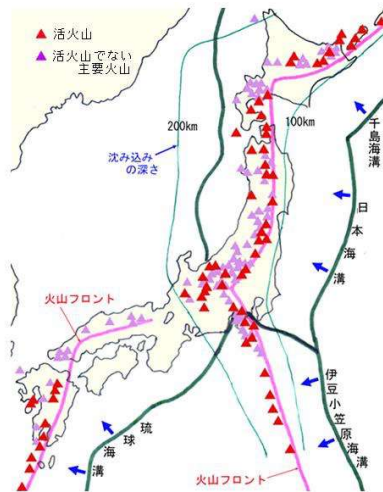
# 仙台空港での被害と復旧

- 津波警報発表を受け、周辺の住民や高齢者施設の入所者らが徐々に避難
- ビル1階部分に大量海水が流れ込み、周辺に高台がない空港は「孤島」に、ライフラインは寸断
- 一時1700人孤立
- 土産物店商品があり、食料心配なし
- 隣接する貨物ターミナルに引火して全焼。しかし、ターミナルビルは延焼を免れた。燃料タンク元栓を閉めていた。
- 翌日の午前10時過ぎに富山県高岡市の消防隊がボートで到着
- 米軍が大規模な支援活動「トモダチ作戦」の一環として東北の空の玄関の復旧活動に加わり、約1カ月で国内線が再開

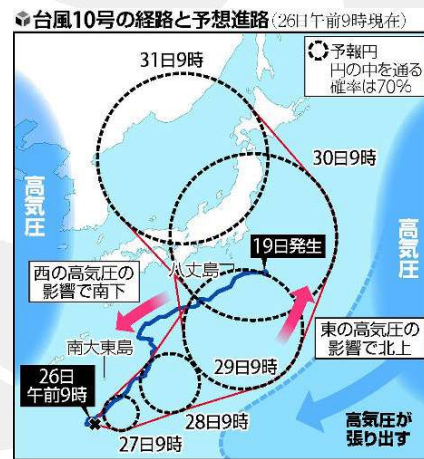
誘因	素因	影響(拡大要因)	被害
浸水 (泥水) Inundation	海水(塩分), 土砂移動,地 形・土地利 用	溺死(呼吸 困難,津波 肺),大規模 延焼,海水 植物枯	地域崩壊,消 失,農業被害
流れ Current	漂流物・船 舶,可燃物, 地形・土地 利用	破壊,浸食 堆積,火災 延焼,土砂 移動	家屋・施設 被害,インフ ラ被害,環境 破壊
波力 Wave force	浸水×流れ <sup>2</sup>	破壊力(破 壊増)	家屋・施設 被害,インフ ラ被害



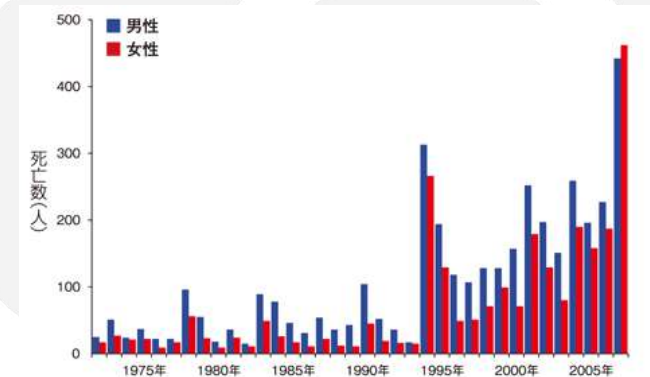
# 東日本大震災から11年目



日本列島周辺でのプレート構造



東北地方に初めて台風上陸



熱中症による犠牲者

# 近年の主な自然災害

- 2014年8月 広島豪雨・土砂災害
- 2014年9月 御嶽山噴火
- 2015年5月 口永良部島噴火
- 2015年9月 関東・東北豪雨
- 2016年4月 熊本地震(Mj7.3)
- 2016年8月 平成28年度台風10号
- 2016年10月 鳥取県中部地震(M6.6)
- 2016年11月 福島沖地震・津波(M7.4)
- 2017年7月 九州北部豪雨
- 2018年6月 大阪北部地震(Mj6.1)
- 2018年7-9月 西日本豪雨, 高潮・台風
- 2018年9月 北海道胆振東部地震(Mj6.7)
- 2019年6月 山形県沖・新潟県沖地震
- 2019年10月 台風15号, 19号による暴風雨
- 2020年7月 九州豪雨(令和2年7月豪雨)
- 2021年2, 3, 5月 東北地方での連続余震
- 2021年7月 熱海市土砂災害
- 2022年1月 トンガ火山噴火と津波
- 2022年3月 福島県沖地震(余震)
- 2022年7, 8, 9月 豪雨・台風災害一線状降水帯

これだけ発生しているのに災害への関心はあるが、低い意識と具体的な備えが不十分

東日本大震災等の教訓は活かされているのか？



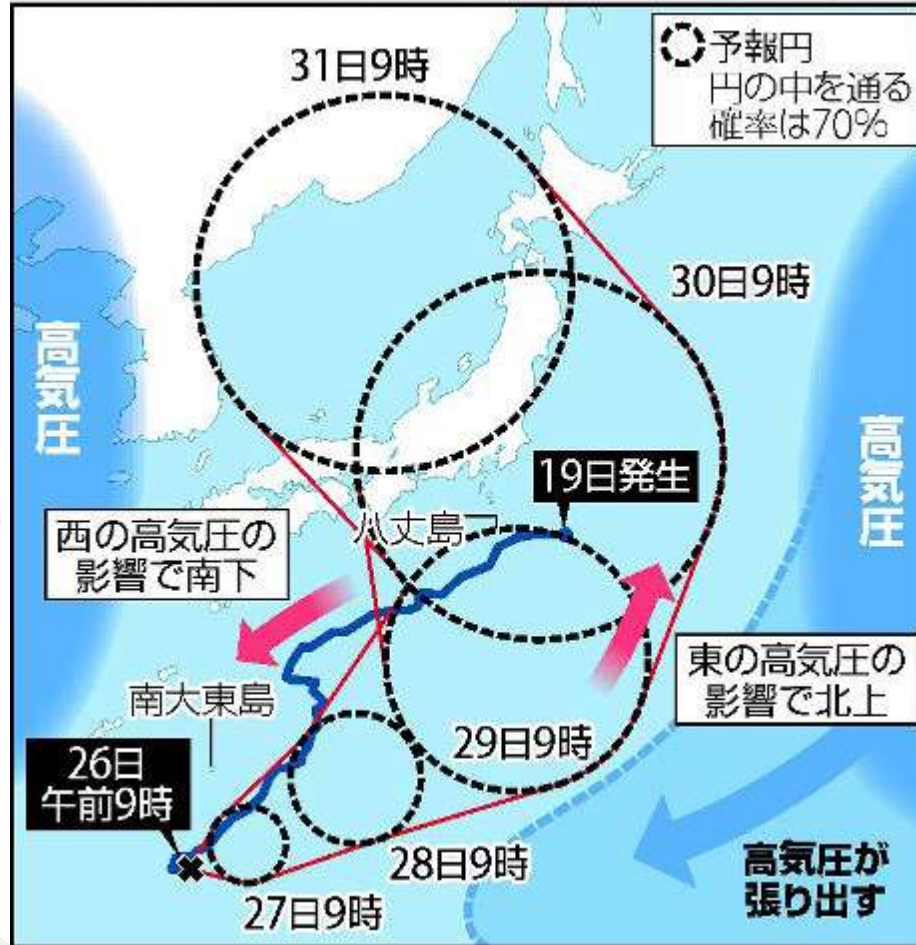
# 近年の主な自然災害の空間分布



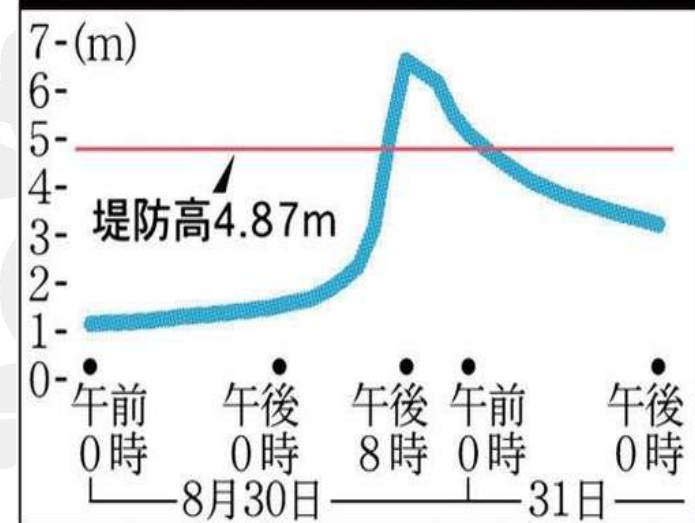
<https://4.bp.blogspot.com/-3ci05PUfGdQ/V7QBW6R7fZI/AAAAAAAAADy4/A6r6Amk2rHMg3W691n1chyO0922PuQ4wQCLcB/s1600/23907f1727637c2c23a87eb18f3fd4eb.jpg>

# 2016年台風10号の概要

◆台風10号の経路と予想進路(26日午前9時現在)

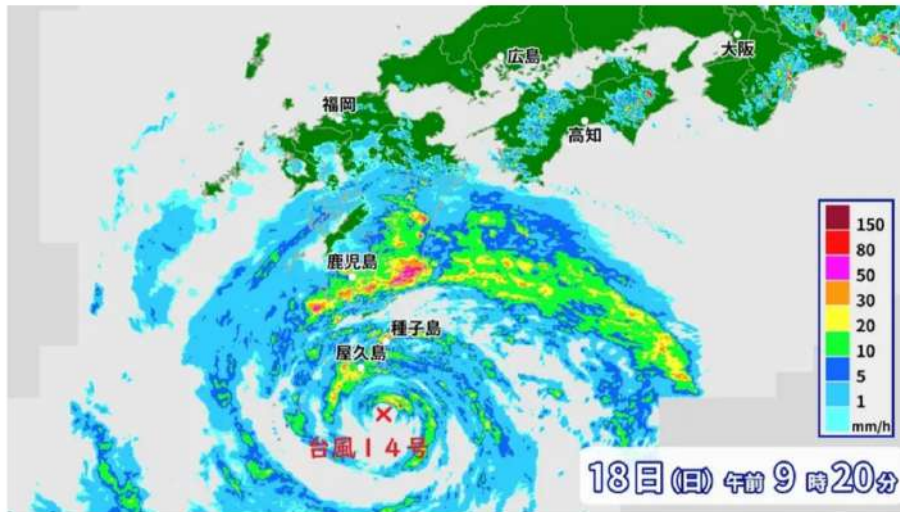


岩泉町の小本川・赤鹿橋の水位

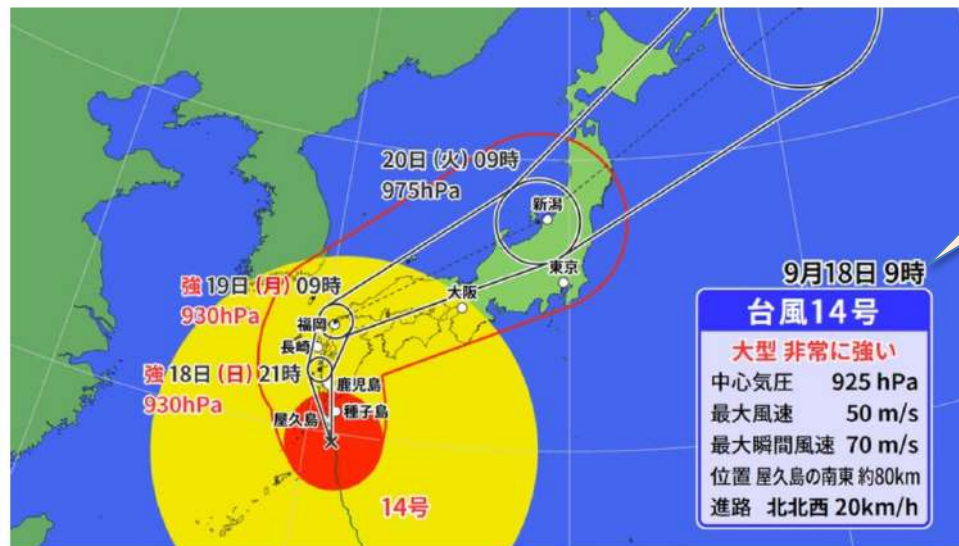


朝日新聞(2016)より

# 2022年台風14号の概要



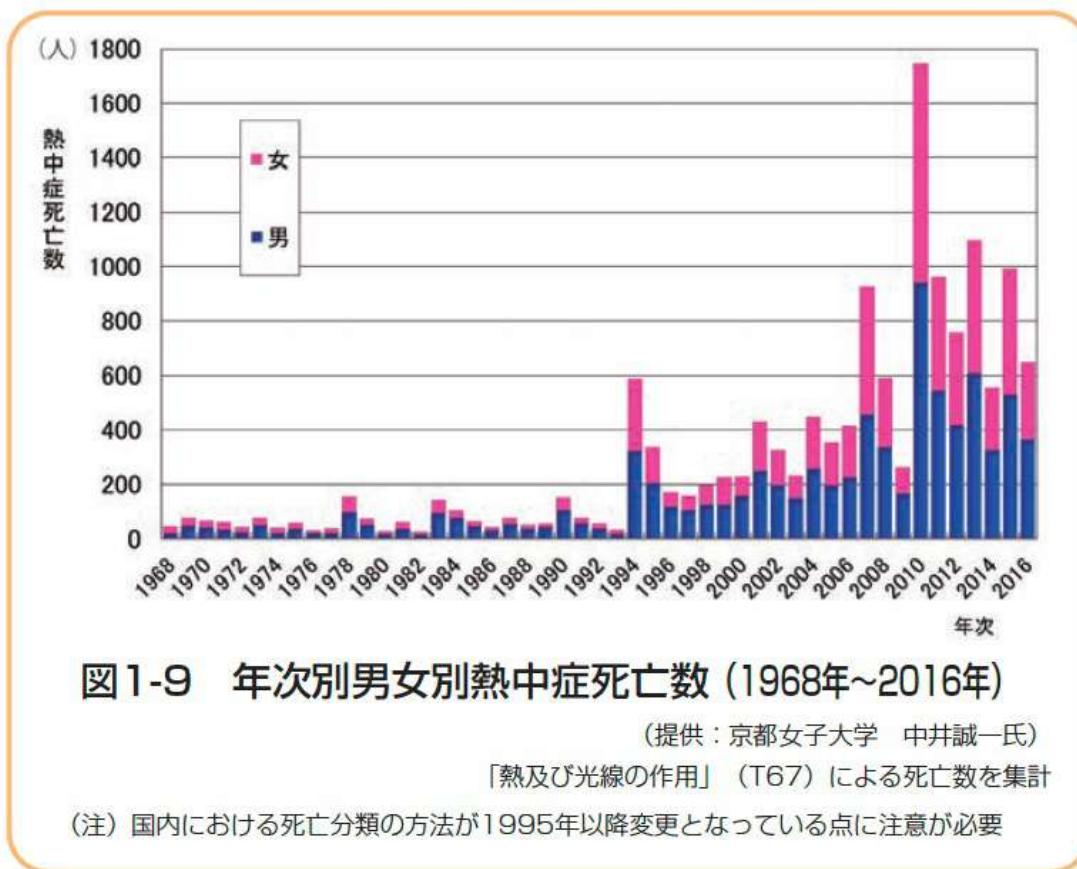
鹿児島県に接近中の台風14号 (ウェザーマップ)



台風14号の予報円 (ウェザーマップ)

最大級の警戒を「伊勢湾台風」に並ぶ恐れ  
今年最強クラスの台風  
気象庁は鹿児島県と宮崎県に「特別警報」を発表

# 一方で、熱中症による犠牲者増加 そして、現在、新型(COVID-19)感染症の拡大



異常気象  
=> 極端気象



[https://www.wbgt.env.go.jp/pdf/manual/heatillness\\_manual\\_1-3.pdf?fbclid=IwAR12Z7Lt0JlC3aSnYYT-V5kQ1HMBA72r\\_-ZvOwJUg4ZfNXnQfLhMe2xakQ](https://www.wbgt.env.go.jp/pdf/manual/heatillness_manual_1-3.pdf?fbclid=IwAR12Z7Lt0JlC3aSnYYT-V5kQ1HMBA72r_-ZvOwJUg4ZfNXnQfLhMe2xakQ)

# 様々なリスクがある中 どのように対応したら良いのか？



3つにリスクは分類；

1. 同じ地域での繰り返しリスク
2. 他の地域でのリスク
3. 未経験のリスク

- ✓ 経験・教訓を繋げていくこと！
- ✓ 連携し今の対応・対策を強化すること！
- ✓ 社会のシステム(考え方, 生活様式)を変えること！  
=> レジリエントICTの発展

# レジリエンスとは？ 世界標準の中で

- **組織**が生存し繁栄するために、徐々に起こる環境の変化や突然の危機等を予期し、**備え、対応し、適応する能力**。
  - BSI Group「BS 65000 Guidance for Organizational Resilience」英国規格協会
- 複雑かつ変化する環境下での**組織の適応**できる能力。中断・阻害を引き起こす**リスクを運用管理**する組織の力である。
  - ISO22300 社会セキュリティ

# レジリエンス



- なぜ必要なのか？
- 予測ができない中，柔軟性を求められる。
- 樫の木と葦　ーイソップ物語　樫の木ではなく葦
- <http://catdiary.webcrow.jp/aesop28/28.html>
- 頑丈さの過信，懸命に避けながら耐え抜く  
(粘り強く負けない)
- 立ち直り学

# 竹 — 節の役割

互いに隣り合う節と節の間隔が、ある一定のルールに従うよう絶妙に調節されており、結果として、野生の竹が「軽さ」と「強さ」を併せ持つ理想的な構造を「自律的に」形成していることを突き止めたとする。(山梨大; 島弘幸准教授, 2016年)

H. Shima et al., Phys. Rev. E 93, 022406 (2016).

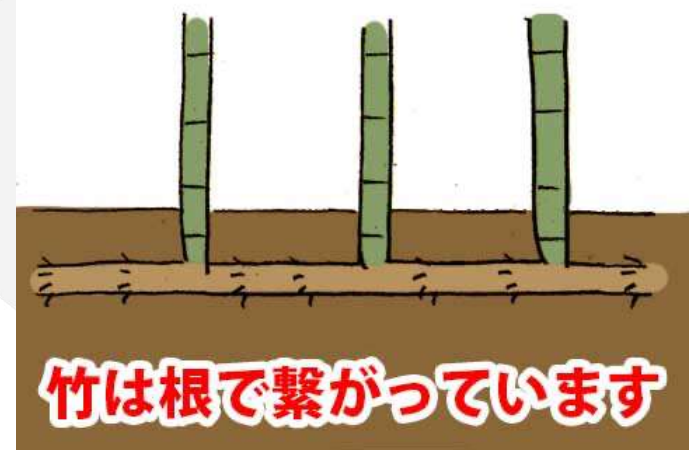
復元力; しなやかさ

空洞; 軽い, 幹, 節; 強度

数本切り倒しても根が残っていれば  
すぐに再生(性)



<http://kahachiya.com/>



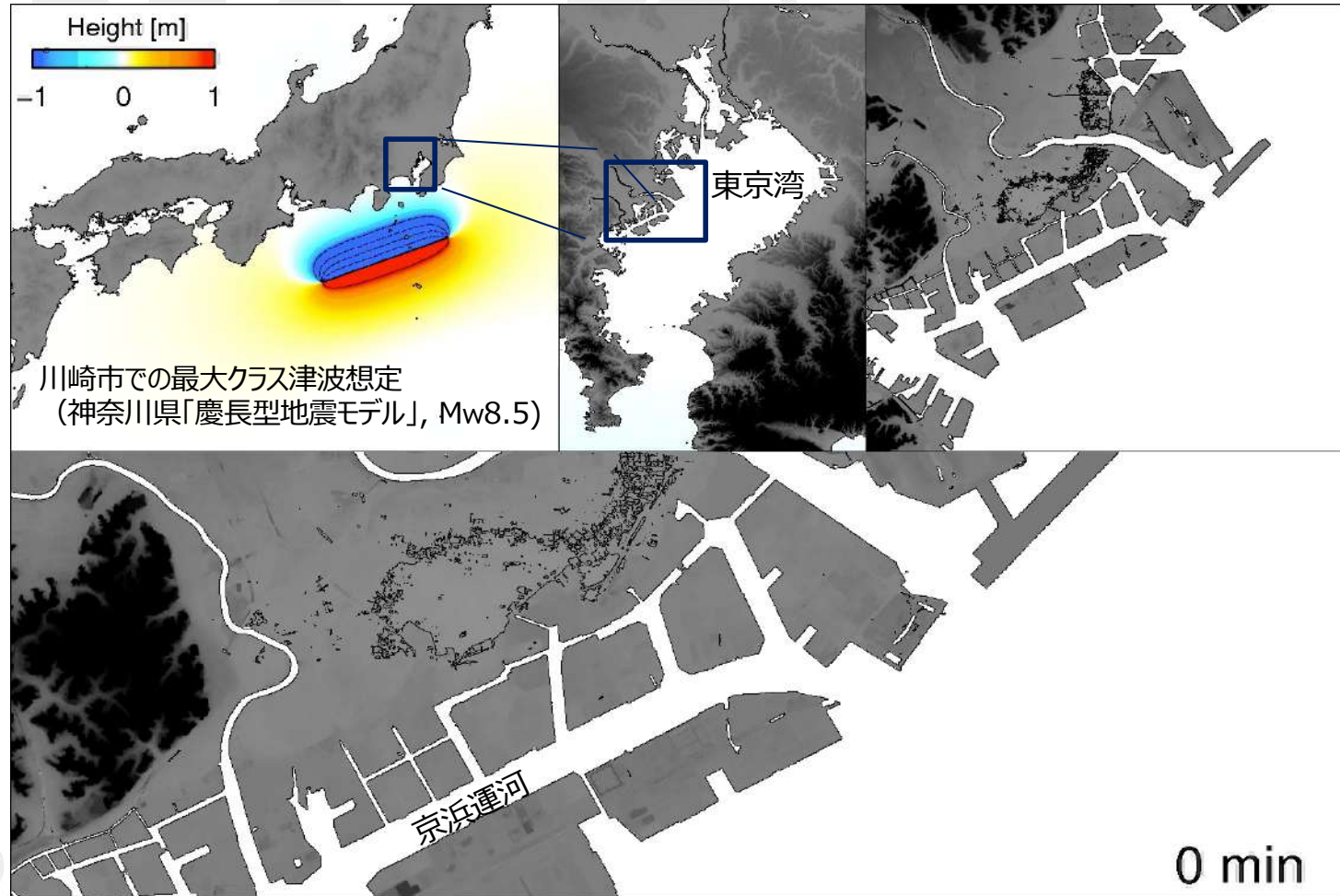




# レジリエントICTの導入と実装へ

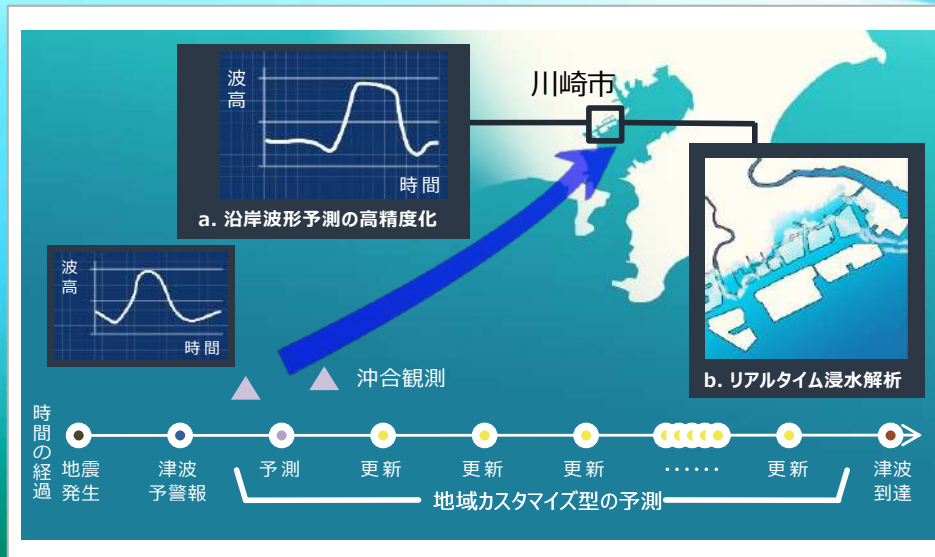
# 南海トラフへの備え (KAIZEN-Project)

[https://www.city.kawasaki.jp/170/cmsfiles/contents/0000105/105224/kawasaki37\\_all.pdf](https://www.city.kawasaki.jp/170/cmsfiles/contents/0000105/105224/kawasaki37_all.pdf)



産学官連携の一例; 東北大・東大, 川崎市, 富士通

# 共同プロジェクト(KAIZEN)の取り組み概要



a. 遠く離れた沖合の津波観測点において時々刻々と得られる観測データを用いて、**川崎市臨海部の津波波形**を高精度に予測。

b. 沖合観測データを基に川崎市臨海部における津波浸水を**高解像度にリアルタイム解析**するシミュレーションモデルを構築。

c. **人の行動をモデル化したシミュレーション**によって、予測情報の利用により得られる減災効果を評価し情報の有効活用方法を事前に検討。

d. 多様な想定地震に対するシミュレーションを通して、複数の人工運河がある川崎市臨海部において**複雑化する津波の挙動を事前把握**。



# 避難を後押しするスマホアプリ

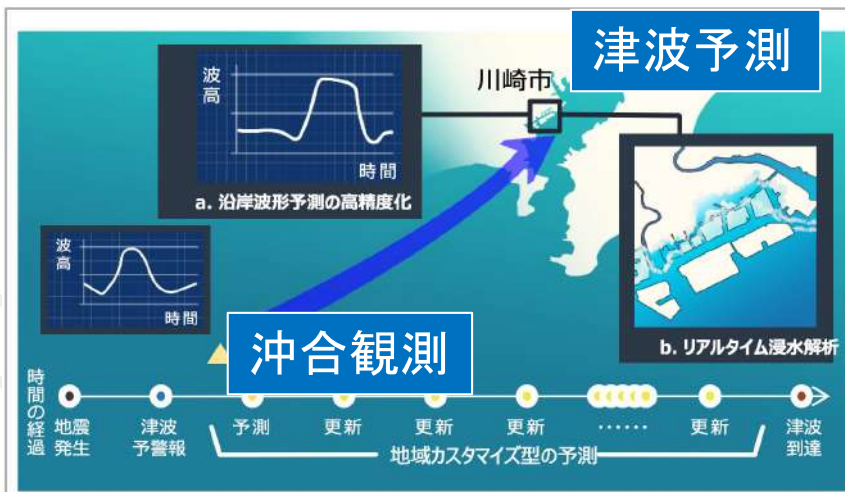
①川崎市役所からの情報

④避難完了人数の情報

スパコンによる津波計算

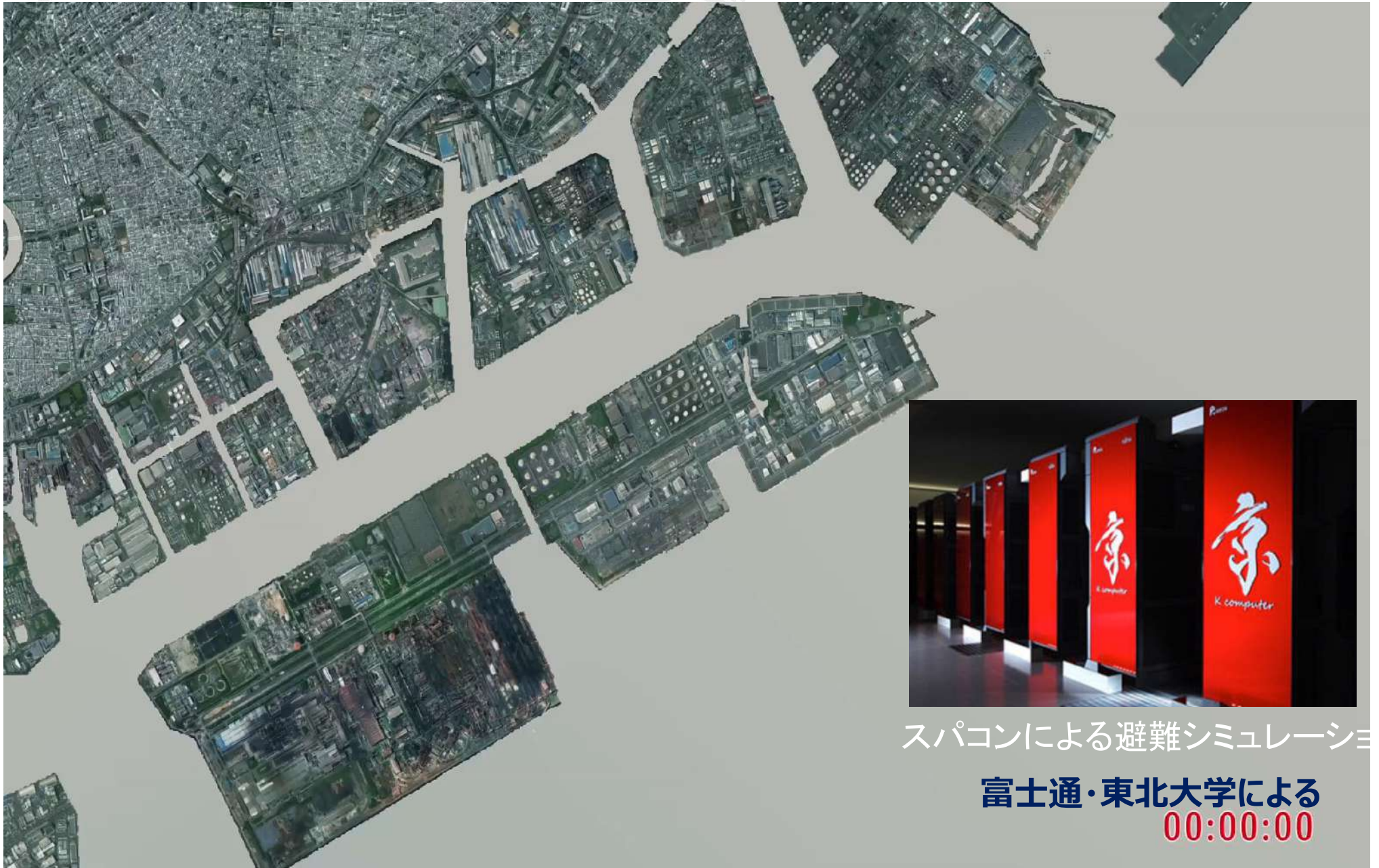


②現在の浸水可能性を判定するAI



③避難経路での避難者からの情報

# 川崎市での津波浸水と避難の課題

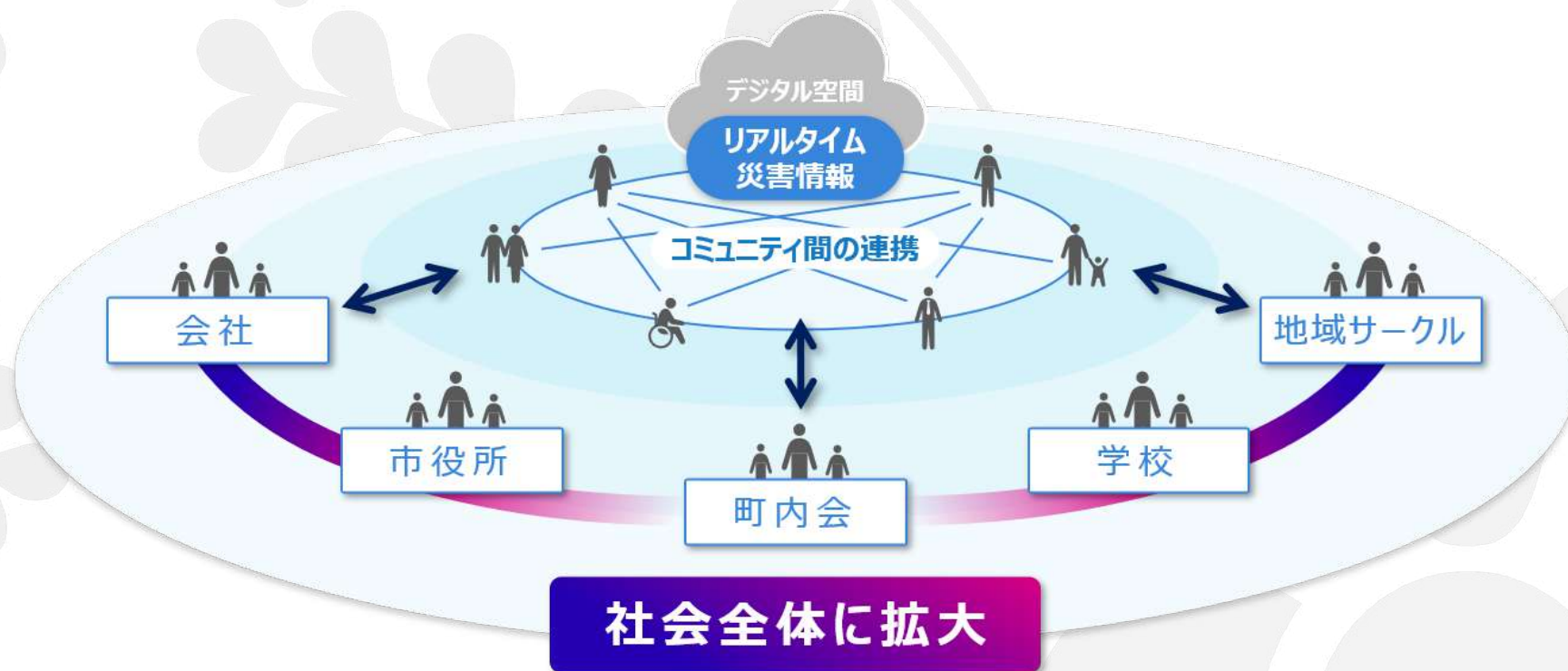


スパコンによる避難シミュレーション

富士通・東北大学による  
00:00:00

# デジタル防災コミュニティの市民参加型研究

<https://projectdb.jst.go.jp/grant/JST-PROJECT-21472965/>



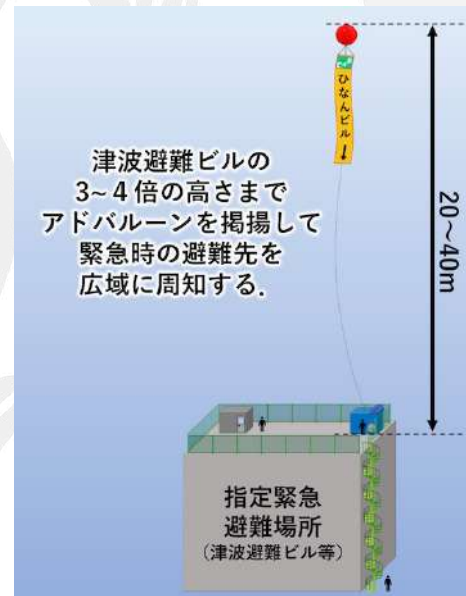
実現したい  
未来社会

デジタル技術と結びついた地域コミュニティ「デジタル防災コミュニティ」が、超高齢社会における地域の助け合いを下支えし、いざ災害時には、避難すれば救える命が全て救われる社会

JST未来社会創造事業 (JPMJMI21I2)

# 津波避難を促すバルーン ともプロ！2022

- 津波災害の指定緊急避難場所を掲示する専用アドバルーン（ひなんビル）の自動掲揚装置開発
- 「震災前」を生きる我々のアクションで「震災後」の未来を変える
- 東北大学大学院修士1年 成田 峻之輔さん
- [https://www.kikin.tohoku.ac.jp/project/tomopro/2022/pj\\_006\\_2022](https://www.kikin.tohoku.ac.jp/project/tomopro/2022/pj_006_2022)



# 東日本大震災の教訓

- 我々は備え以上のことはできません。
- 事前防災(取組)は確実に被害を軽減できますが、ゼロにはできません
- 危機管理と対応計画は、最悪のシナリオに基づいている必要があります。
- 不確実な状況下での判断と対応が必要
- 今後、レジリエント社会(回復力)構築が必要
- 皆さんと思いを伴に、そして思いを行動に