

# 北海道胆振東部地震の総括

－北海道地震被害想定との比較－

北海道大学大学院理学研究院  
地震火山研究観測センター  
高橋浩晃

令和2年1月16日  
北海道防災会議地震専門委員会

# 胆振東部地震の主な災害

## 同時多発斜面崩壊



## 発送電施設破損



## 盛土地盤液状化



## 建物破壊



# 胆振東部地震災害の分析

## 災害誘因

- 地震動生成特性
- 地震動伝播特性
- 地震動増幅特性
  
- 長期評価

## 災害素因

- 急傾斜地
- 降下火砕堆積物
- 谷埋盛土地盤
  
- 重要施設立地  
(発電設備)

災害発生

被害想定手法の改善  
減災目標の再設定

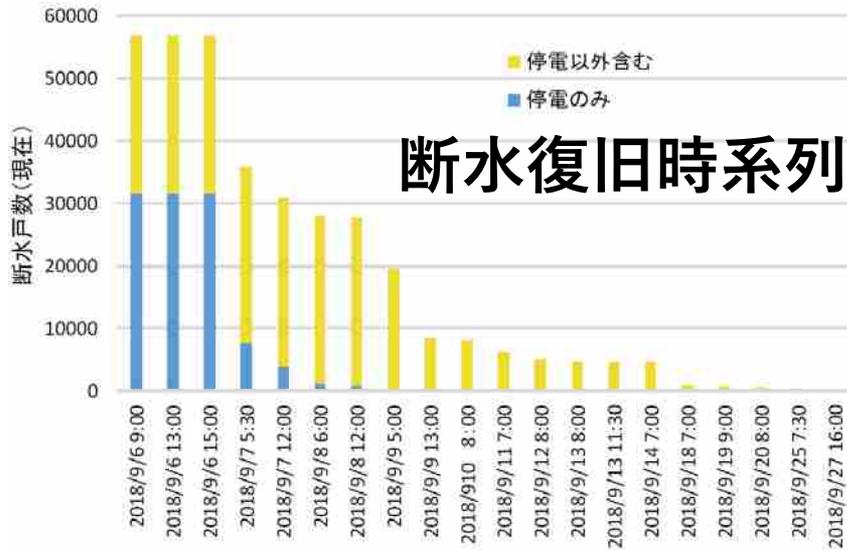
# ブラックアウト災害

## 社会システムの脆弱性が露呈

<停電と復旧の状況>



北海道胆振東部地震対応検証委員会最終報告書、北海道電力、2018



**停電：295万戸**  
**断水：69千戸(停電44千戸)**  
**医療機関：**

- 災害拠点病院37は非常用電源で稼働
- 900医療機関で停電の影響

図6 断水戸数の解消過程 (文献5) より作成)

能島、2019 (データ：厚生労働省：平成30年北海道胆振東部地震による被害状況等について)

北海道、2019、平成30年北海道胆振東部地震災害からの復旧・復興方針

# 中規模地震対策の重要性

高度に集約化された現在社会システム  
電力・ICT・流通に大きく依存した社会



ブラックアウト等社会インフラの寸断

**被害拡大**



高頻度な中規模地震

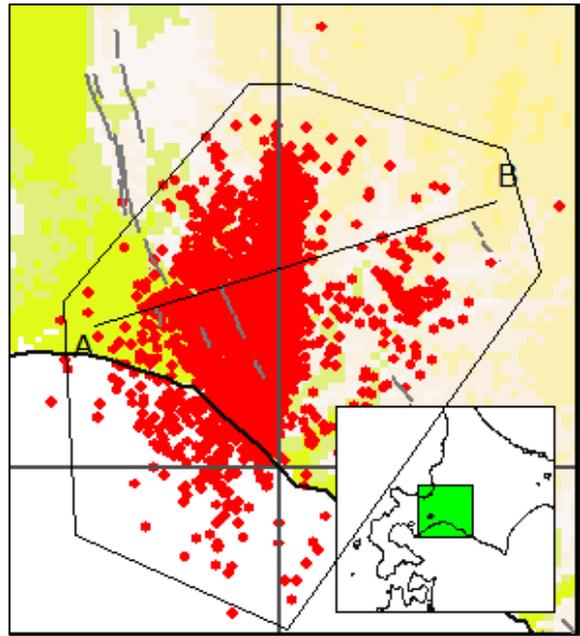
例：M6.7はM7.7の  
10倍の頻度で発生

道全体でのリスク管理BCPの強化が必要

- ・ 被害想定に基づく、発災時対応を含めた社会インフラの強靱化・多重化
- ・ 経済被害を抑えるための先行的社会資本整備

# 石狩低地東縁断層帯との関係

国想定：M7.7程度以上  
胆振東部地震：M6.7



武富(2002)による  
高角断層

中田・今泉(2002)  
による軽舞断層

地震本部による  
活断層

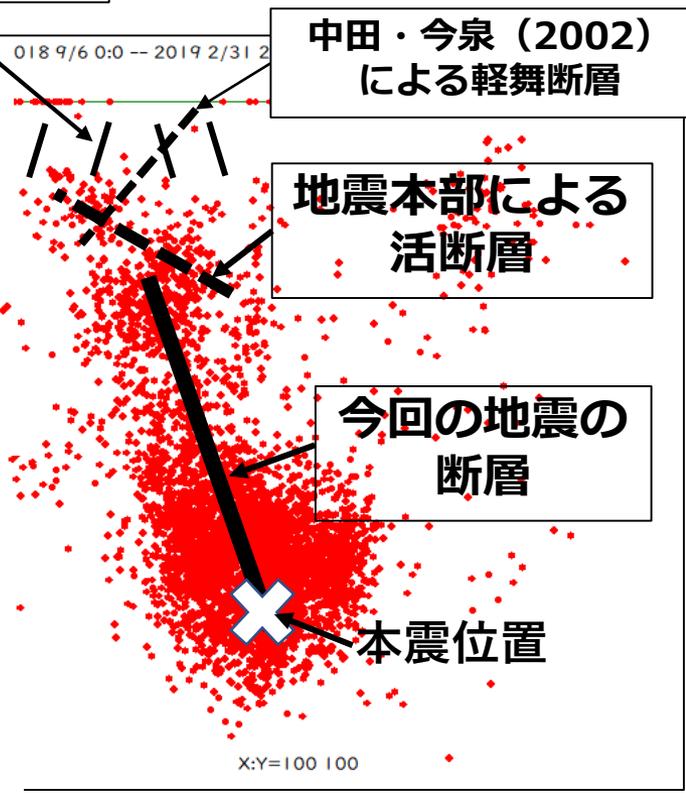
今回の地震の  
断層

本震位置

0km

25km

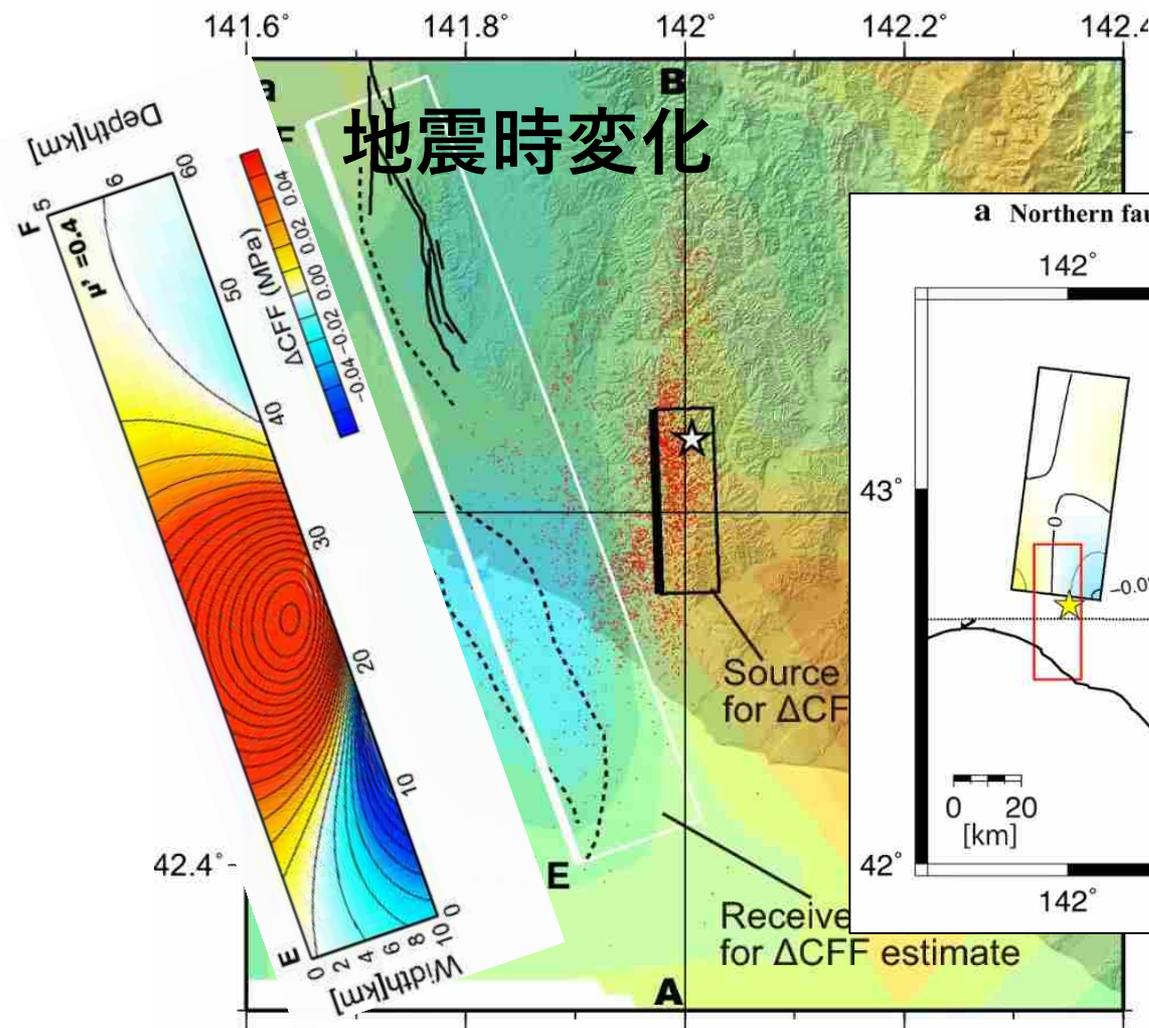
50km



震源域は、国の石狩低地  
東縁断層の形状と異なる

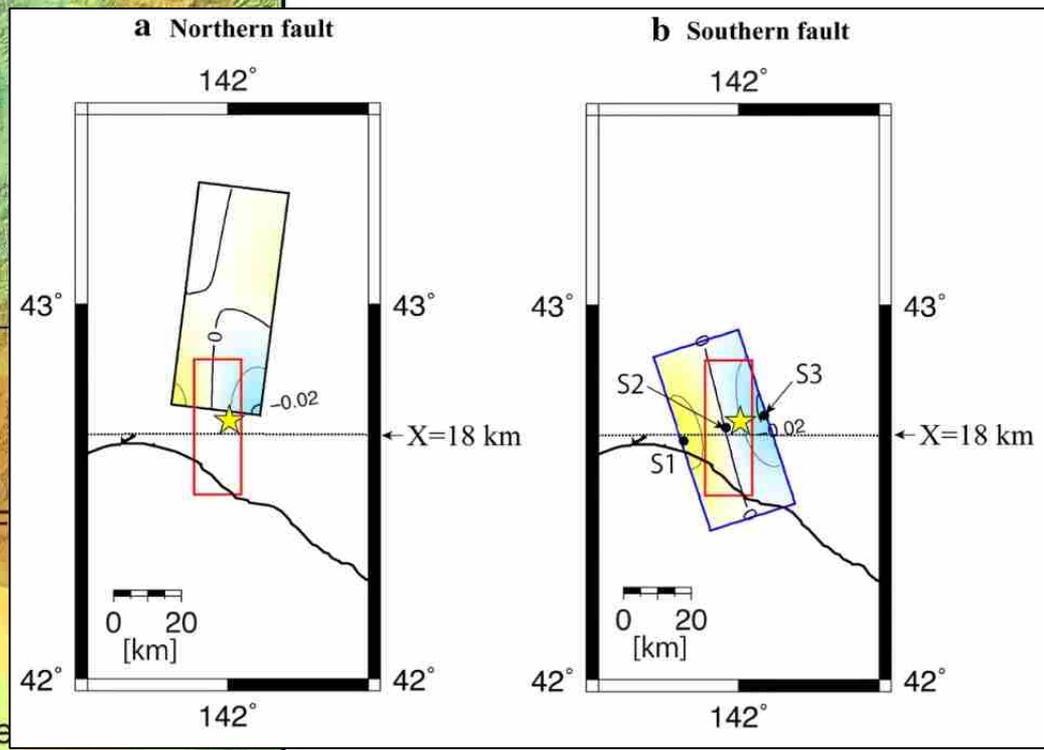
気象庁震源

# 石狩低地東縁断層に正の応力付加



Kobayashi et al., 2019, EPS

## 地震後10年間



Ohtani and Imanishi, 2019, EPS

## クーロン応力変化

平成30年9月6日05時10分  
地 震 火 山 部

## 平成30年9月6日03時08分頃の胆振地方中東部の地震について

### 周辺の活断層

○今回の地震の震源周辺には、石狩低地東縁断層帯が存在します。

### 過去の例

○過去には、2005年の福岡県北西沖の地震(M7.0)のように、大きな地震の後、近くの活断層(警固断層帯南東部)は活動せず当初の地震活動域が広がらなかった例もあれば、1930年の北伊豆地震(M7.3)のように、近くの活断層(北伊豆断層帯)が活動し、当初の活動域が広がった例もあります。

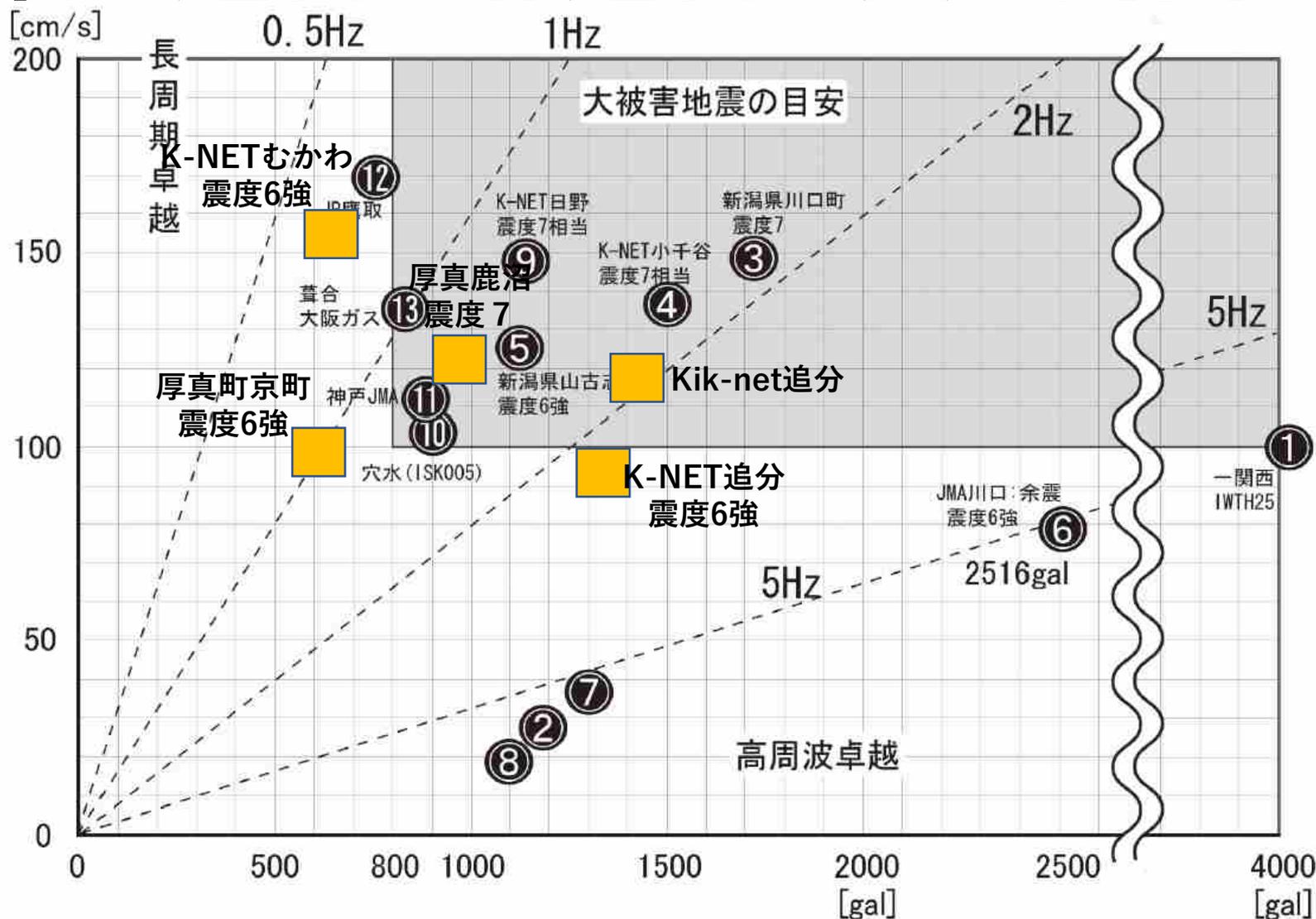
○「平成28年(2016年)熊本地震」では、M6.5の地震が発生した2日後に、隣接する別の活断層でより規模の大きな地震が発生しました。

### 注意点

○過去の例のように、今回の地震の周辺に存在する活断層等で大きな地震が発生する可能性は否定できないため、注意が必要です。

○今回の地震の周辺に存在する活断層で大きな地震が発生した場合には、周辺で震度6強以上の強い揺れになると予想されています。

# 最大速度・加速度：災害誘因

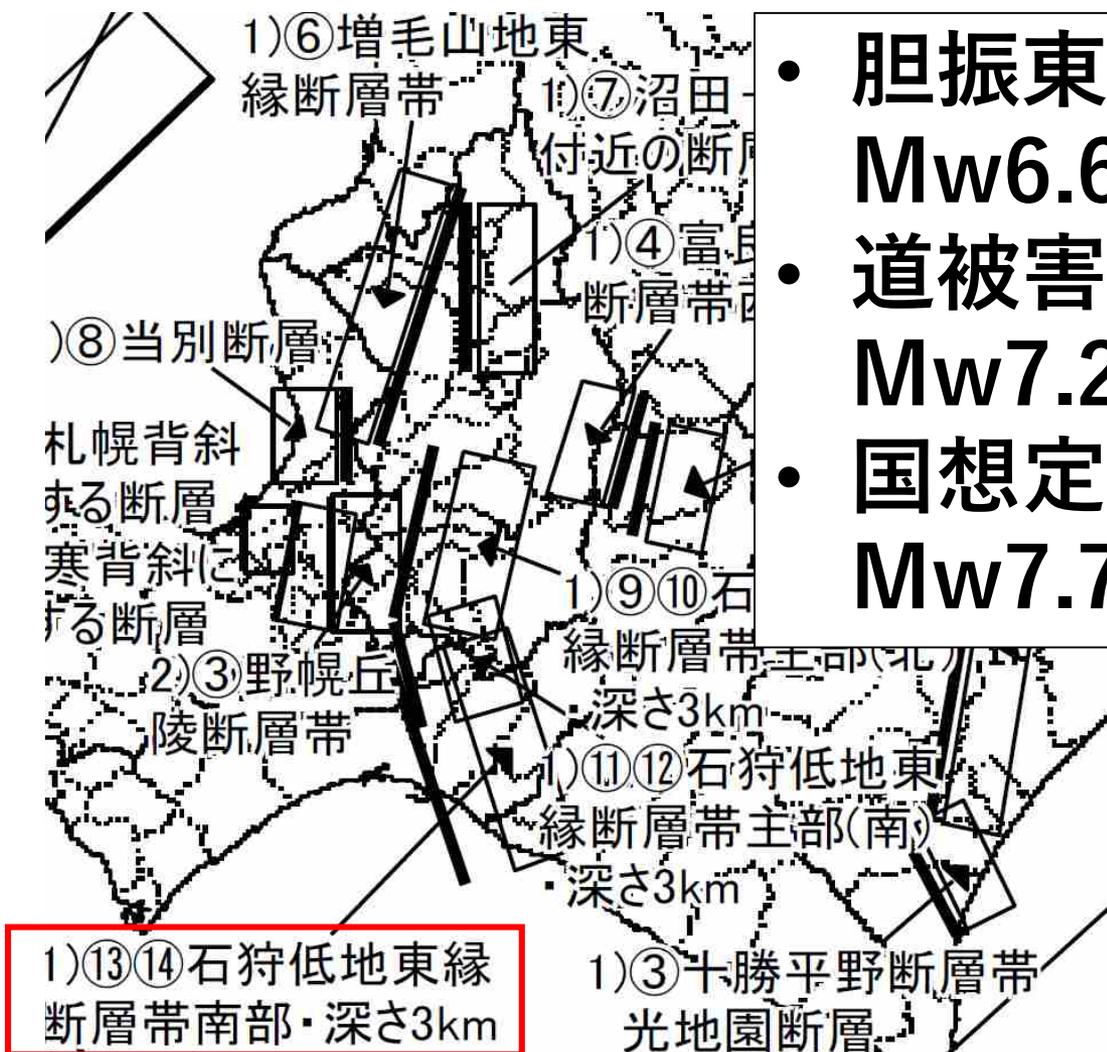


青井・森川, 地震工学会誌, 2009に追記

Yadab et al., 2019, EPS、気象庁強震データを利用

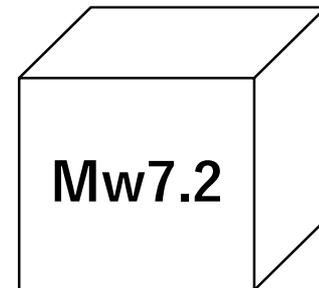
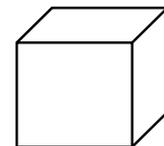
# 道地震被害想定との比較

～平成30年（2018年）3月公表～

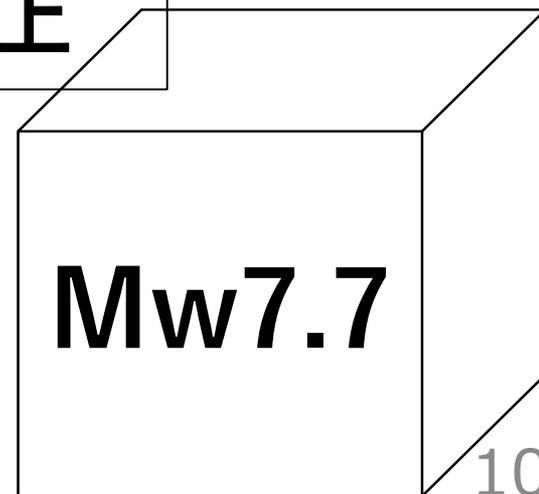


- 胆振東部地震  
Mw6.6
- 道被害想定  
Mw7.2
- 国想定地震  
Mw7.7以上

Mw6.6



Mw7.2



Mw7.7

# 北海道地震被害想定の流れ

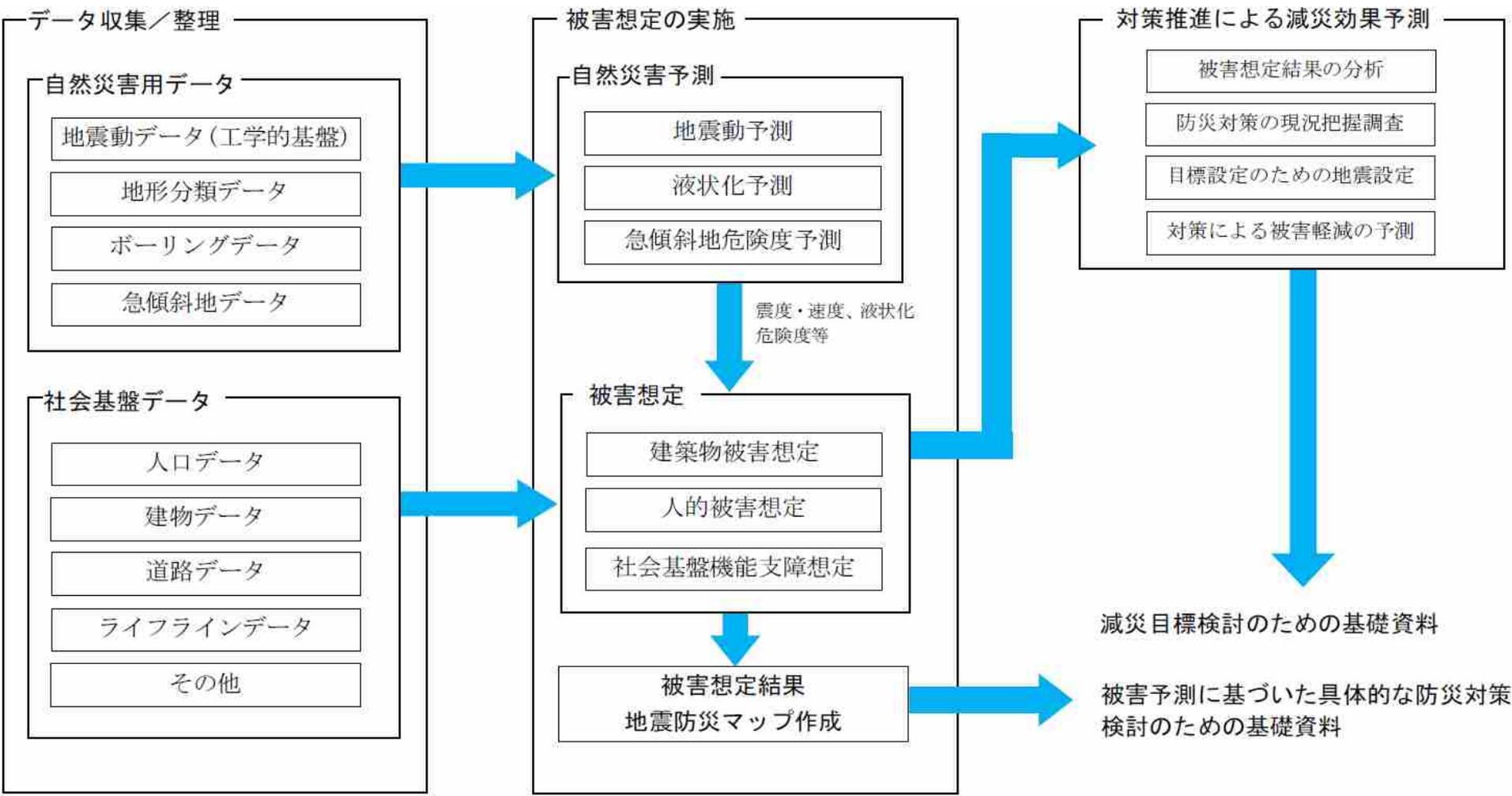


図 3-1-1 北海道地震被害想定調査の流れ

# 道想定断層モデルの設定

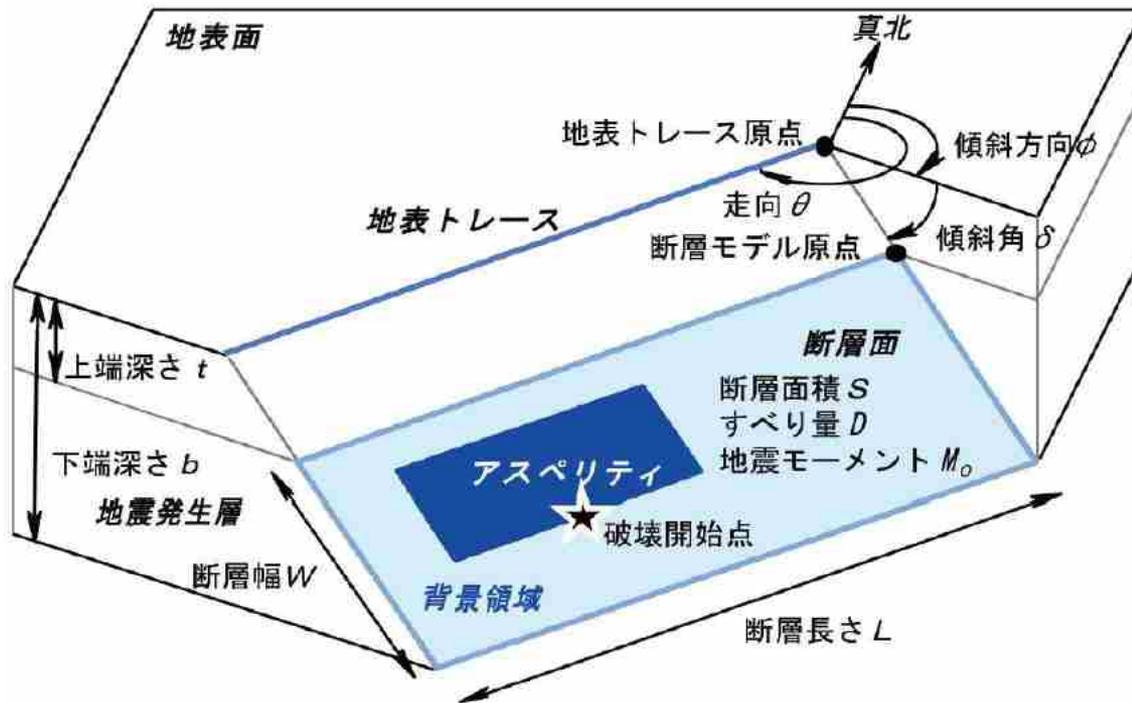
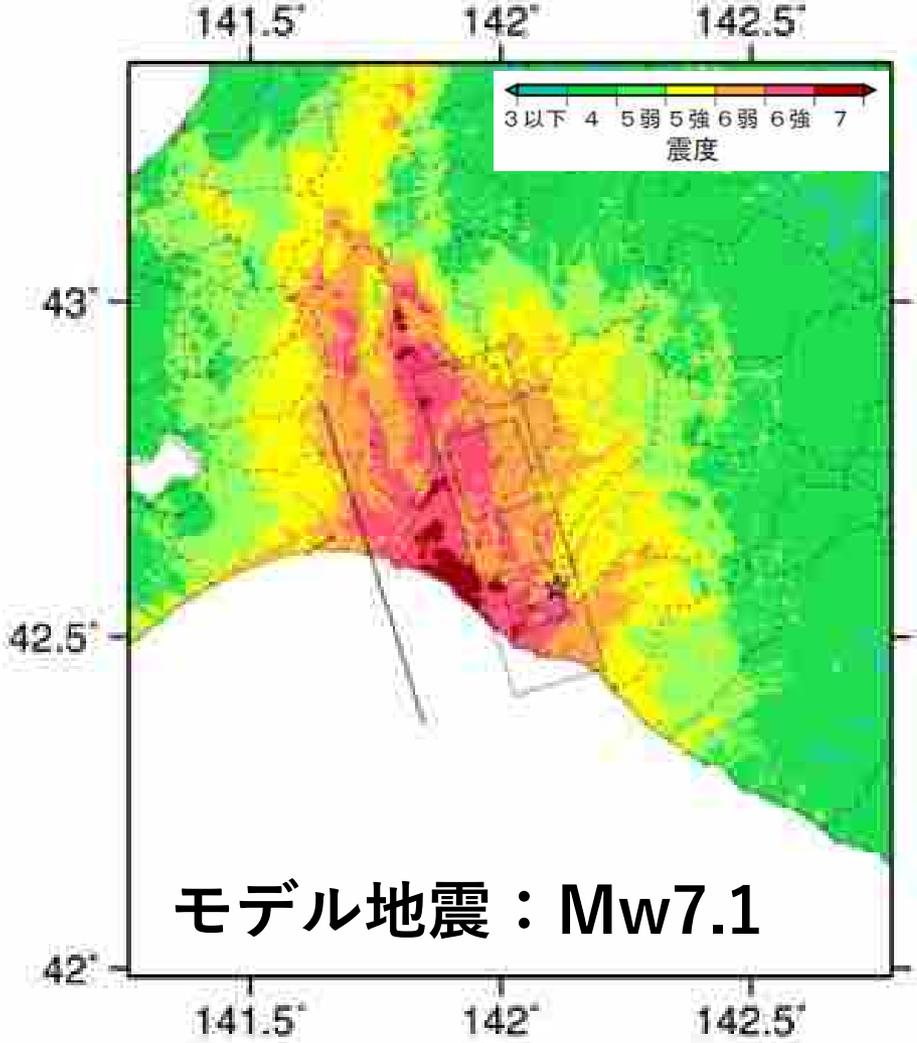


図 1-1-2 主な断層パラメータ\*

アスペリティを1～2個設置

# 国の震度想定との比較

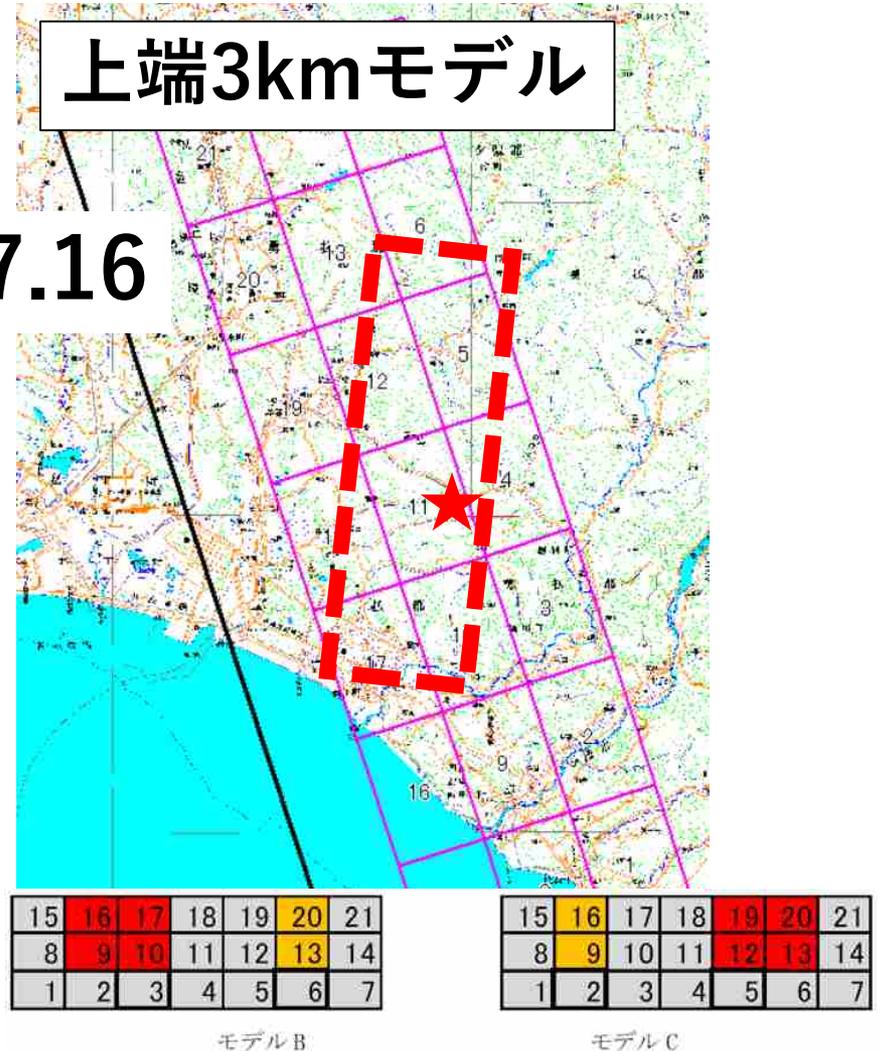
国震度想定：Mw7.1 胆振東部地震：Mw6.6



国地震本部



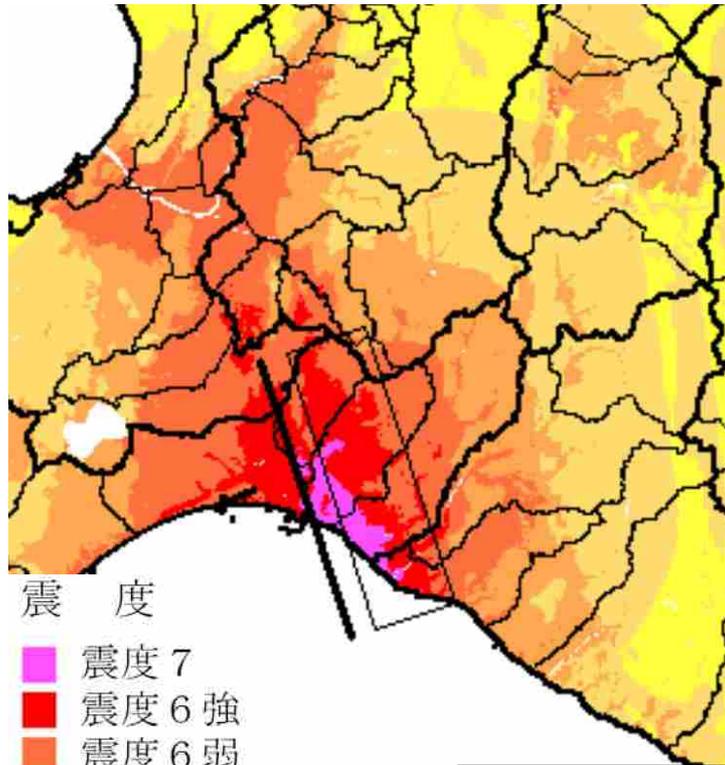
# 道想定：石狩低地東縁断層帯南部



# 観測震度と道想定震度との比較

道想定：Mw7.16

胆振東部地震：Mw6.6



震 度

- 震度 7
- 震度 6 強
- 震度 6 弱
- 震度 5 強
- 震度 5 弱
- 震度 4 以下

上端3km



地震モーメント比  
 $54:9 \times 10^{25} \text{Nm}$

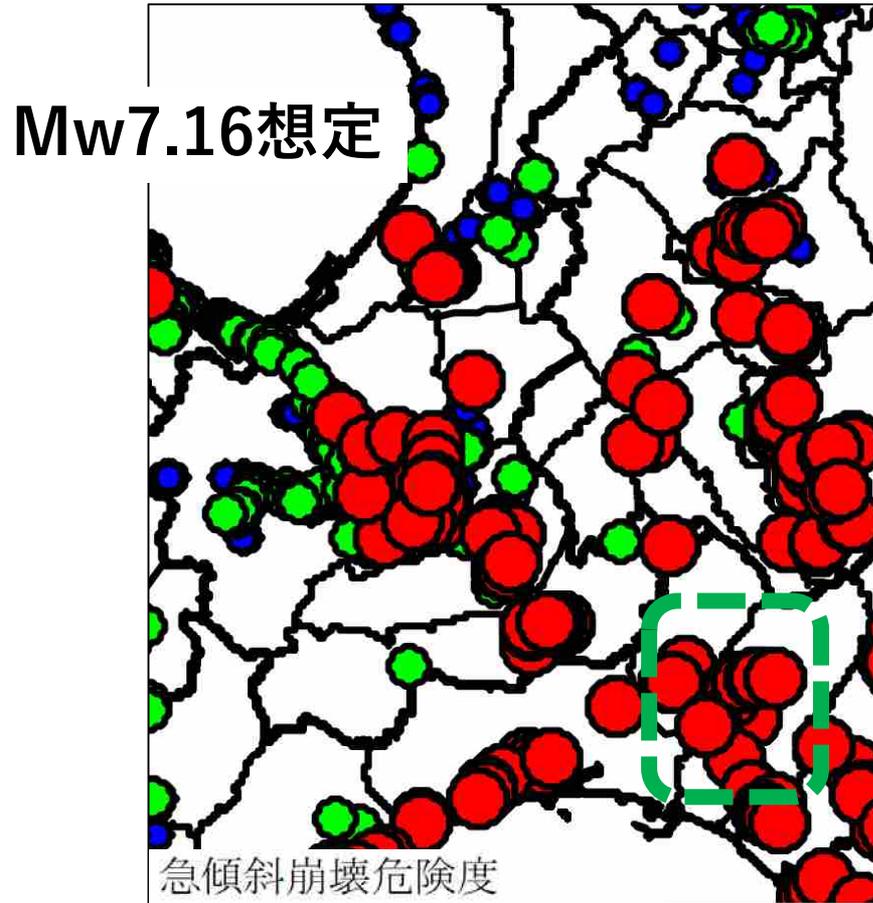
気象庁

# 道想定：急傾斜地崩壊

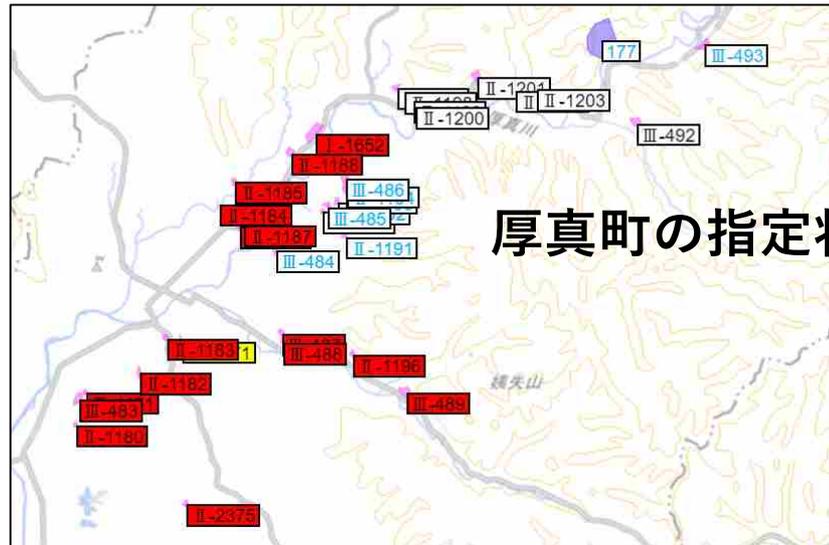
石狩低地南部深さ3km30\_3(PT3)

## 急傾斜地崩壊危険度

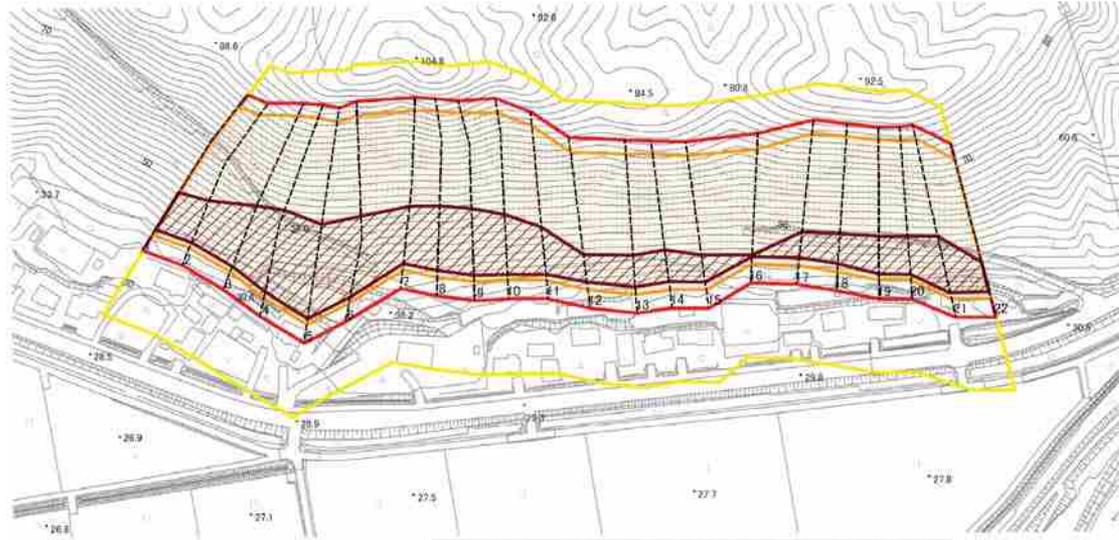
## 厚真町：急傾斜地崩壊



|        | 想定   | 実数  |
|--------|------|-----|
| 死者     | 0.2人 | 36人 |
| 全壊棟数   | 2棟   | --- |
| 崩壊危険度A | 22箇所 | --- |
| 崩壊危険度B | 6箇所  | --- |



# 厚真町吉野地区の 土砂災害警戒区域指定状況



特別警戒区域  
指定地

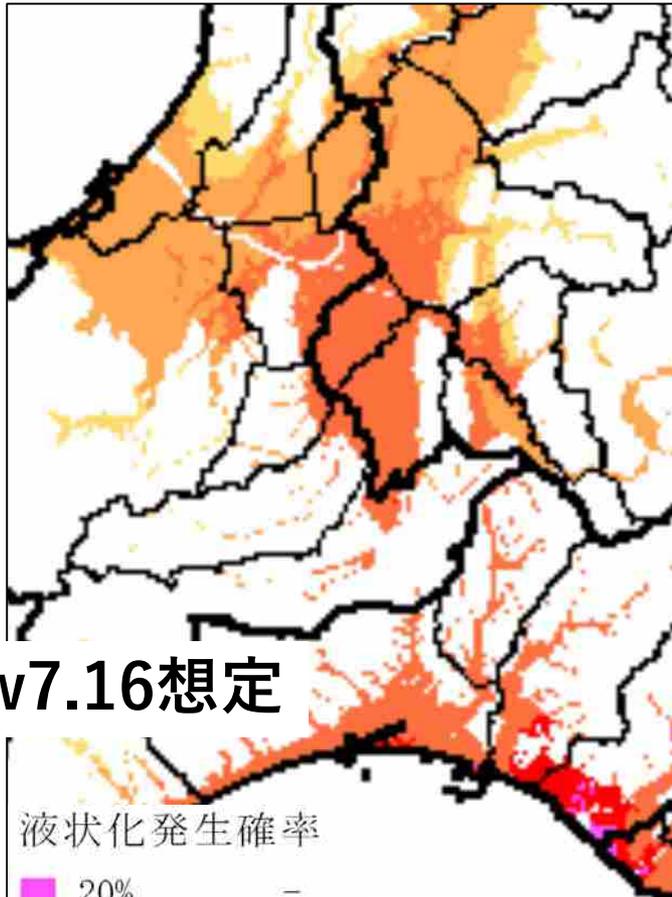
北海道「土砂災害警戒  
情報システム」



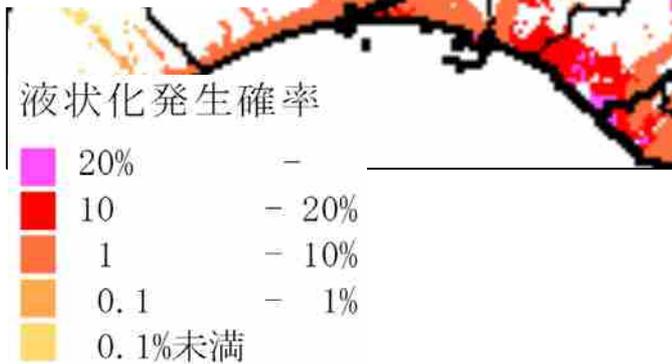
地理院地図  
9/6垂直写真

# 道想定：液状化

## 液状化発生確率



Mw7.16想定



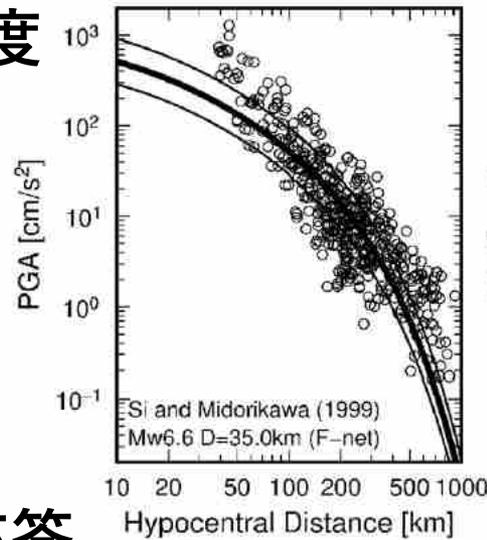
### 札幌市

|          | 想定 | 実数           |
|----------|----|--------------|
| 全壊       | 7  | >40<br>(99)  |
| 大規模・一部半壊 | 12 | >43<br>(785) |

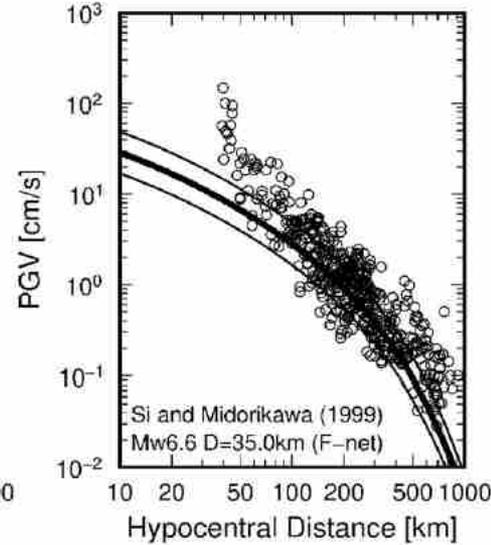
- 全壊実数は毎日新聞2019/9/19による里塚地区のみの数字
- 実数括弧は液状化以外の要因も含めたもの

# 地震動の特徴：近距離で揺れ大

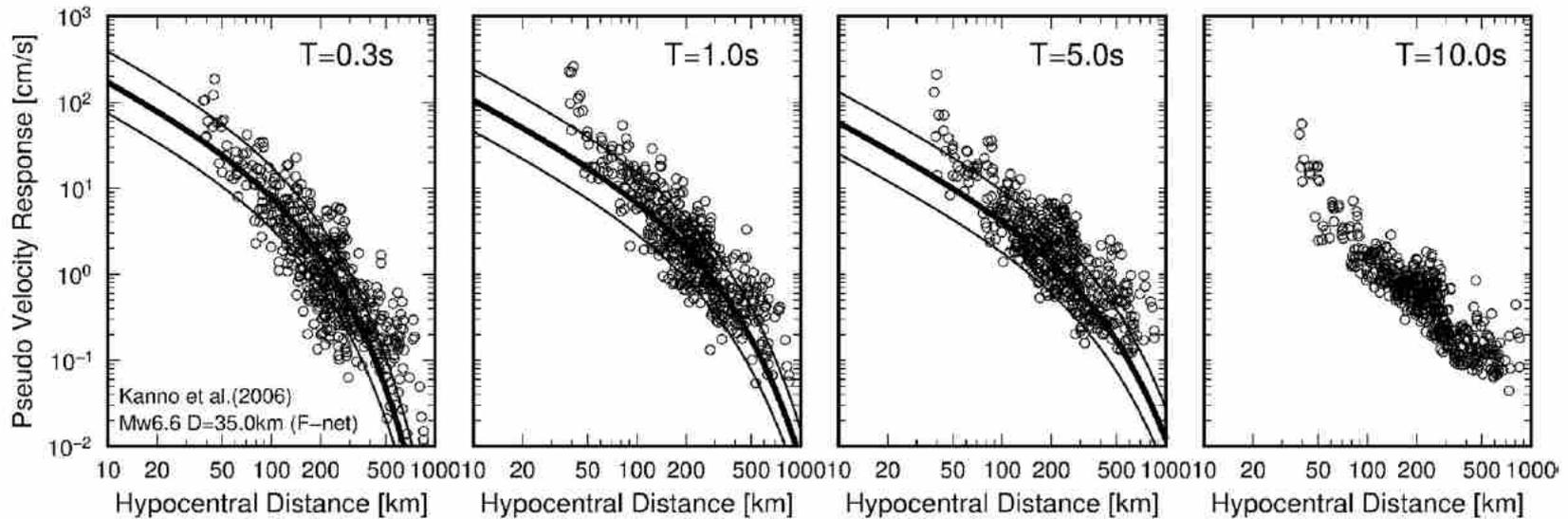
最大加速度



最大速度



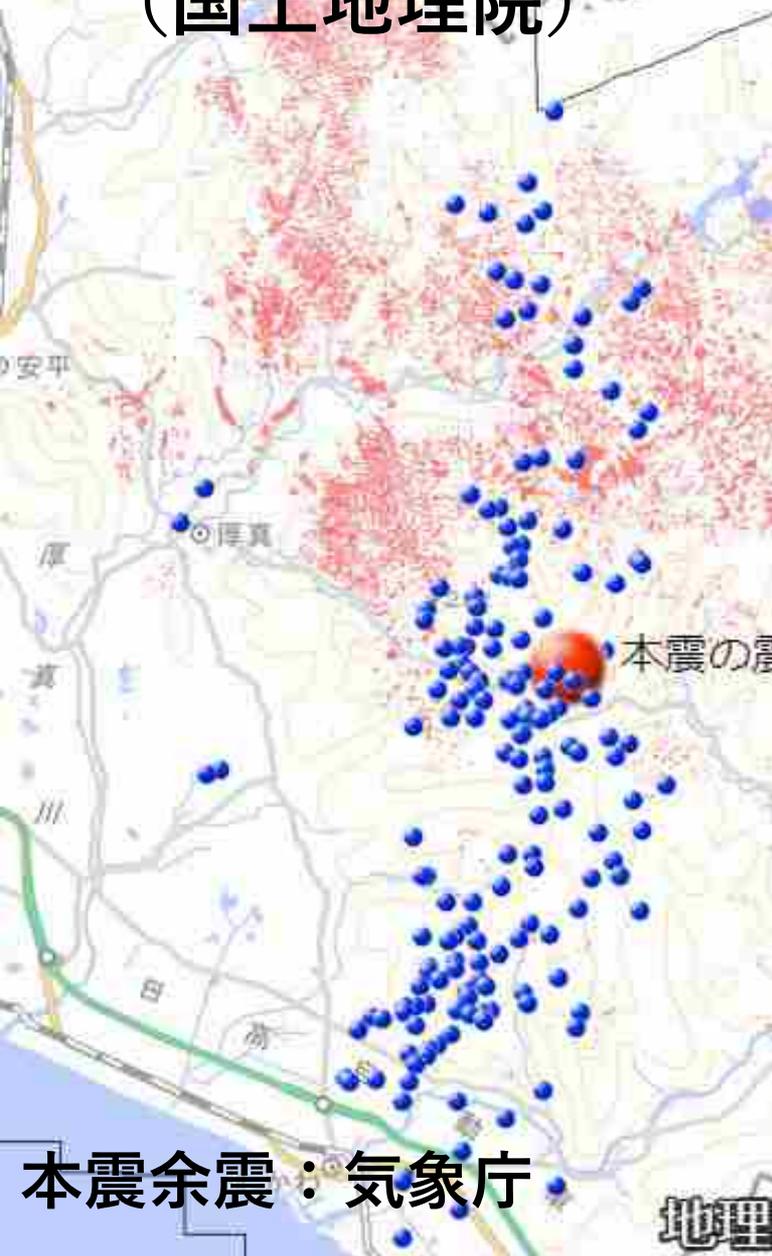
疑似速度応答



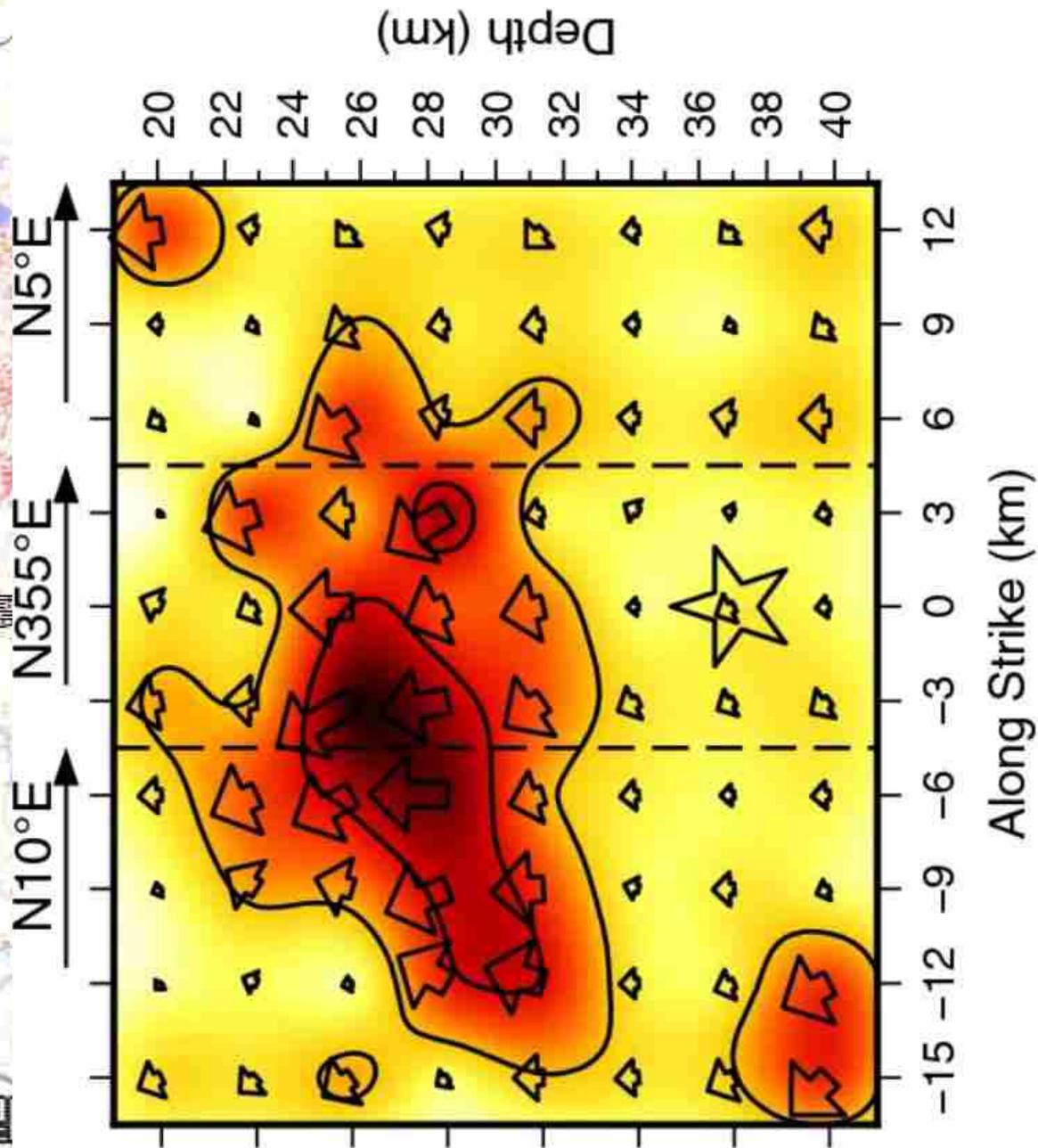
# 地震の揺れと被害のまとめ

- 地震規模：道の被害想定地震より大幅に小さい  
(Mw6.6とMw7.2 地震モーメントで1/6)
  - 震度・被害：道想定Mw7.2同等か大きい
  - 急傾斜地崩壊予測数を大幅に上回る (厚真町)
  - 液状化予測数を大幅に上回る (札幌市)
- ⇒ 道想定地震 (Mw7.2) では、より  
大きな被害となる可能性
- ⇒ 想定との差異の検証が必要  
必要な場合には想定手法の見直しも

# 崩壊堆積分布 (国土地理院)



# 断層面すべり分布 (Asano and Iwata, 2019)

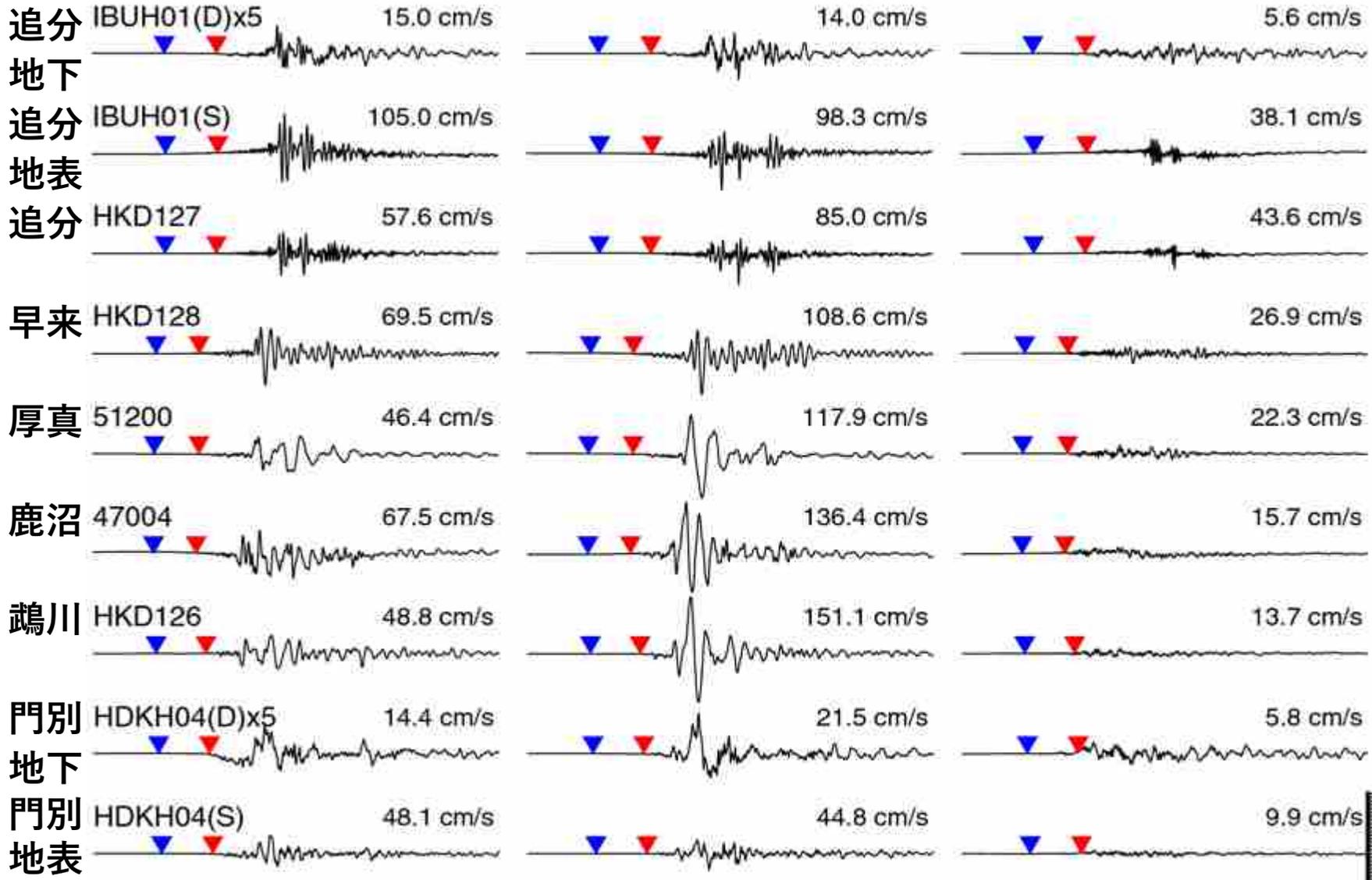


本震余震：気象庁

地理

北

▼ P-wave ▼ S-wave  
Velocity (NS)      Velocity (EW)      Velocity (UD)



Asano and Iwata, 2019, EPS

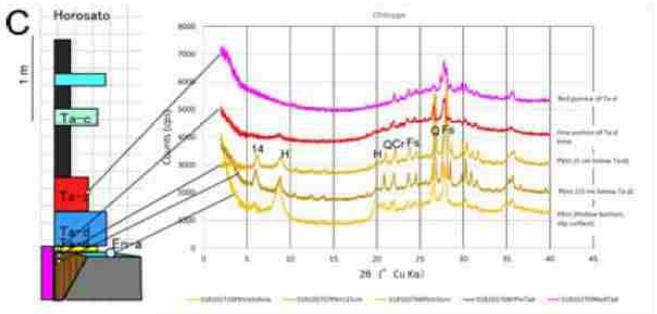
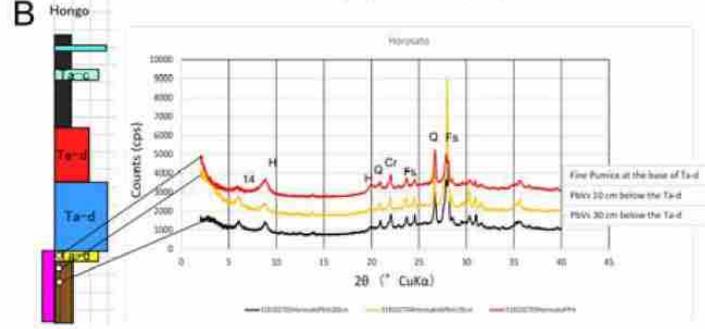
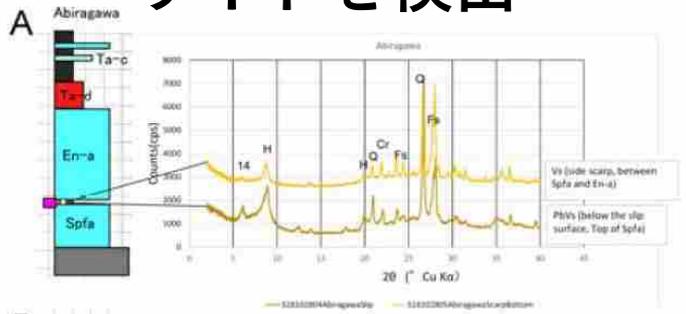
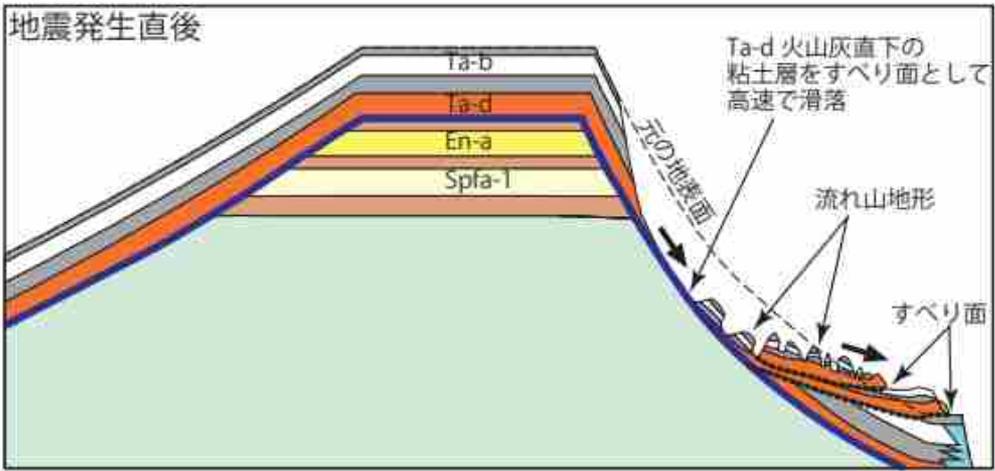
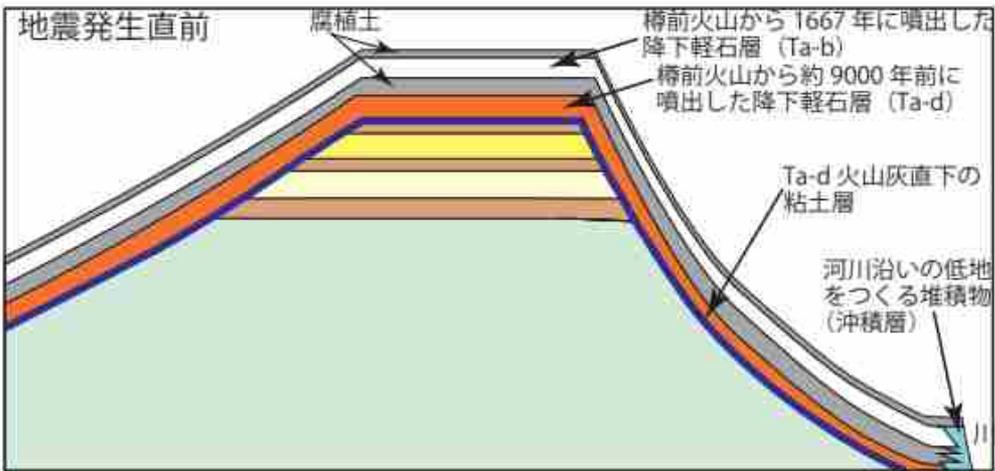
南

160  
80  
0  
-80  
-160  
cm/s

# 同時多発斜面崩壊の素因

Ta-d (9Ka BP)およびEn-a(17Ka BP)底面がすべる

すべり面でハロイサイトを検出

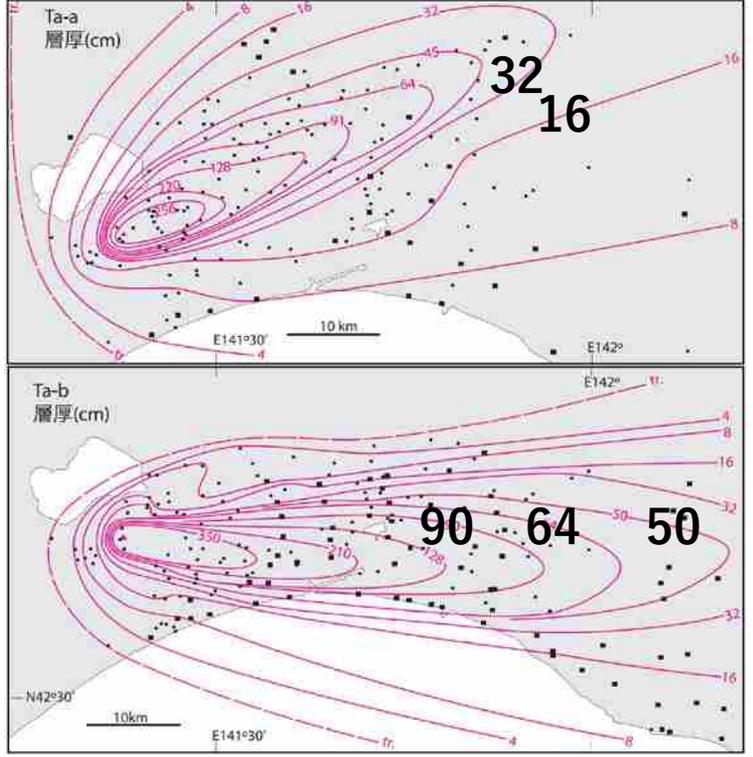
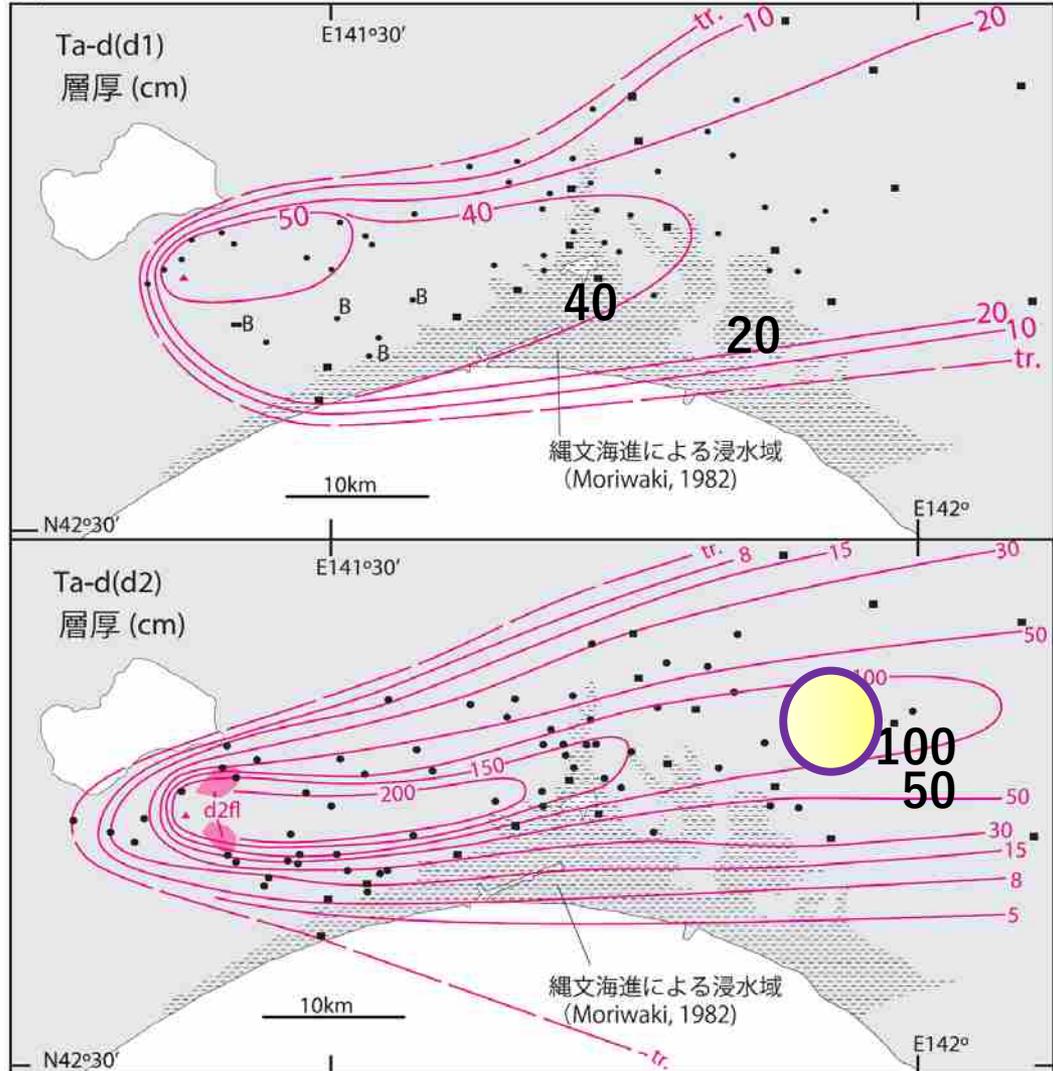


廣瀬ほか, 2018, 地質研報告

千木良・石丸・田近、2019、京大防災研年報

# 降下火砕堆積物分布：災害素因

## Ta-d(9Ka BP)



古川・中川、2010  
樽前山火山地質図

# 同時多発斜面崩壊の原因

誘因：強震動

(周波数応答特性は未解明)

素因：降下火砕堆積物

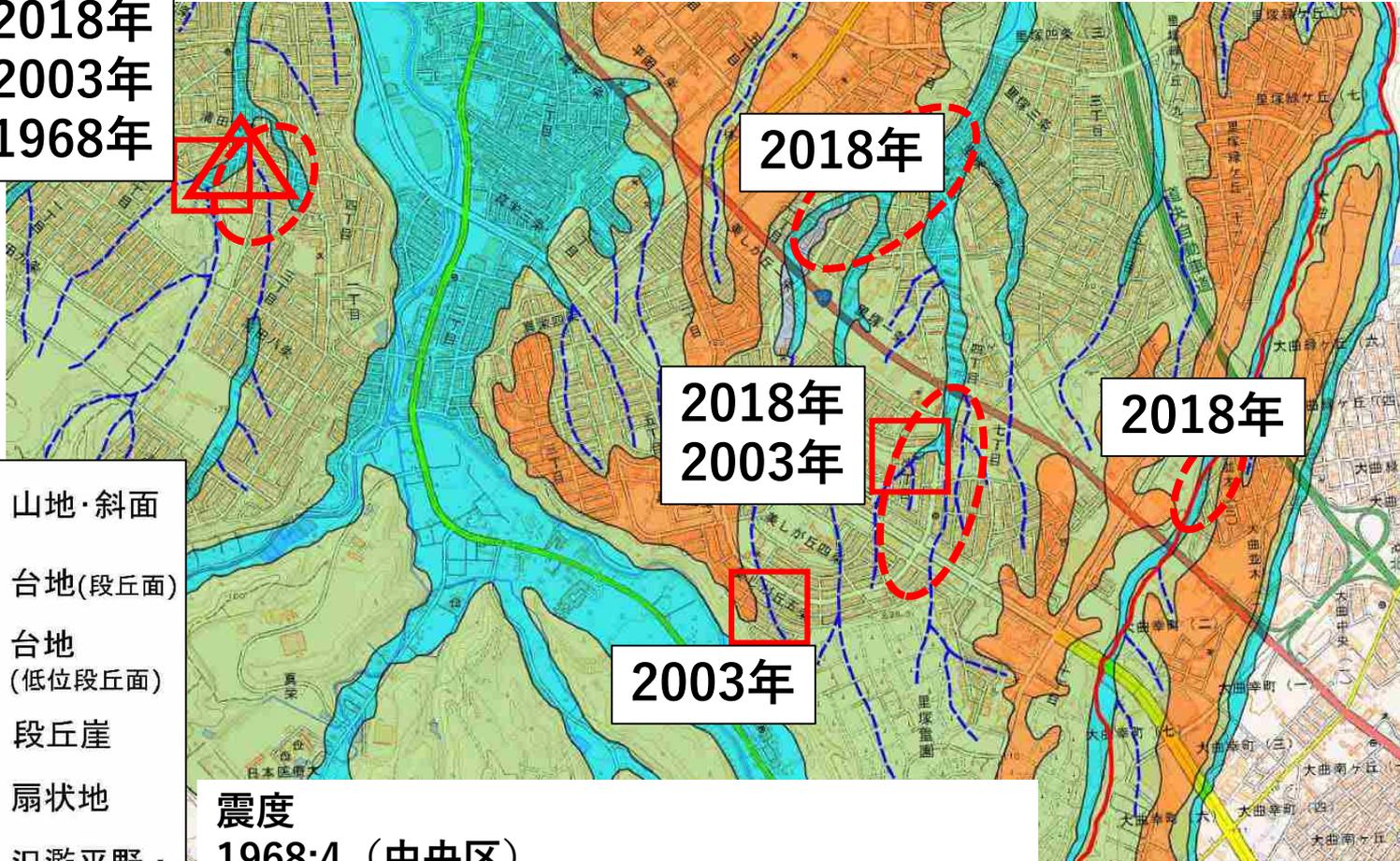
層厚 + 風化度 + 含水率

災害素因は事前評価可能性あり

- 空間分布：急傾斜地調査の範囲内  
地質調査・マッピング
- 崩壊可能性：すべり面物性調査  
風化度・堆積年代・含水率

# 繰り返す宅地の液状化

2018年  
2003年  
1968年



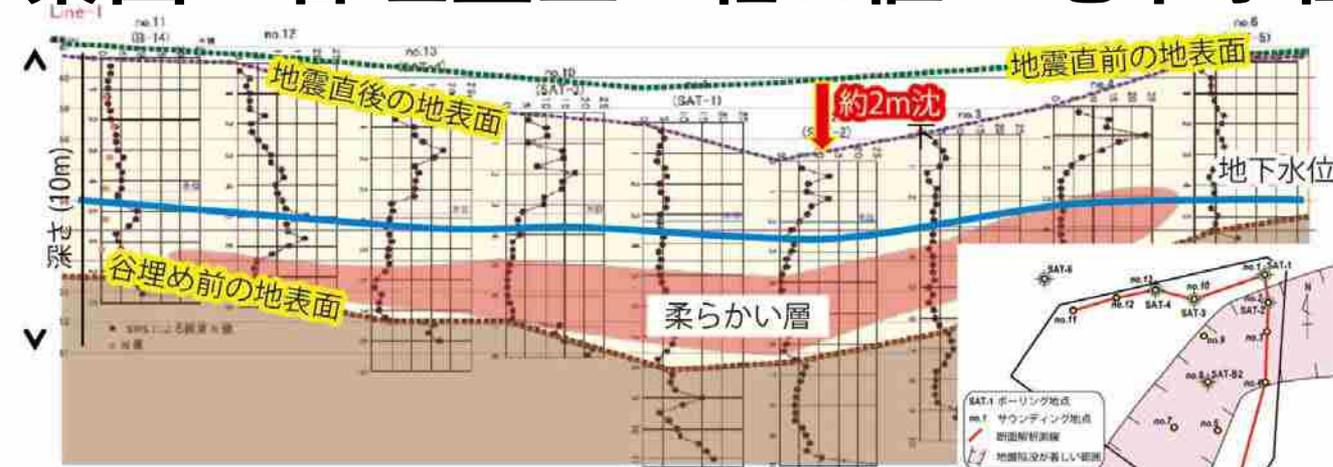
- 山地・斜面
- 台地(段丘面)
- 台地  
(低位段丘面)
- 段丘崖
- 扇状地
- 氾濫平野・  
谷底平野
- 谷線

**震度**  
 1968:4 (中央区)  
 2003:4 (中央区) 4 (白石区)  
 2018:4 (中央区) 5+ (白石区) 5+ (清田区)

基図：国土地理院(2018)  
 液状化実績：  
 三浦他(2003)、北郷・土岐(1969)

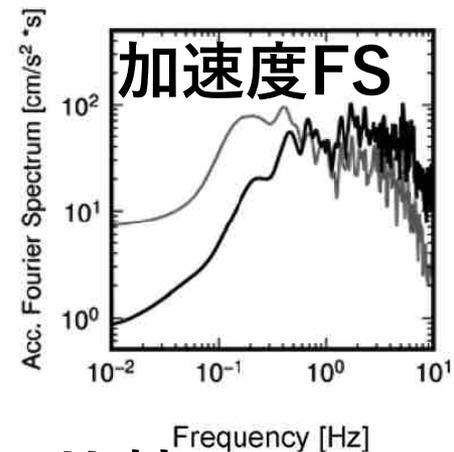
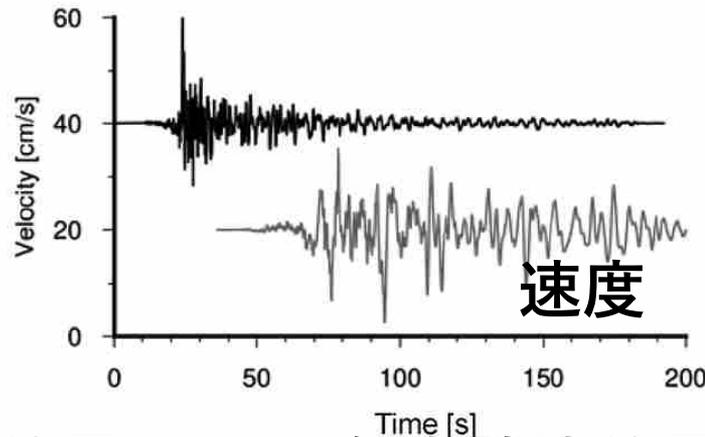
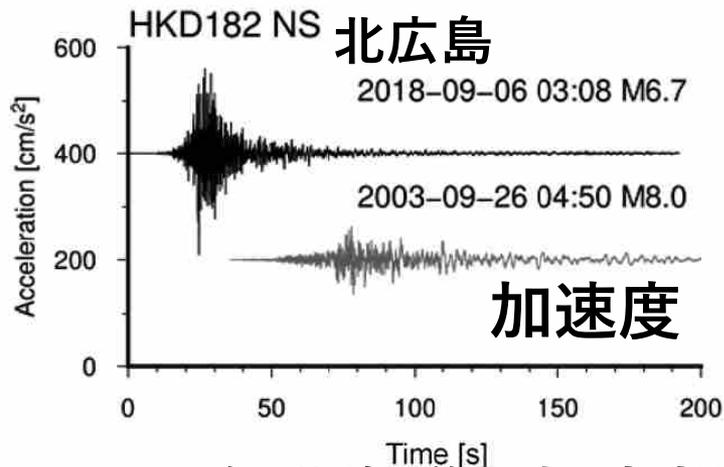
# 液状化の素因・誘因と予測

素因：谷埋盛土 + 低N値 + 地下水位



誘因：地震動  
2018は短周期  
が卓越

文科省測地学分科会地震火山部会資料 (原図：上部厚志・廣瀬亘)



2018年北海道胆振東部地震と2003年十勝沖地震の比較  
(高井・重藤、2019)

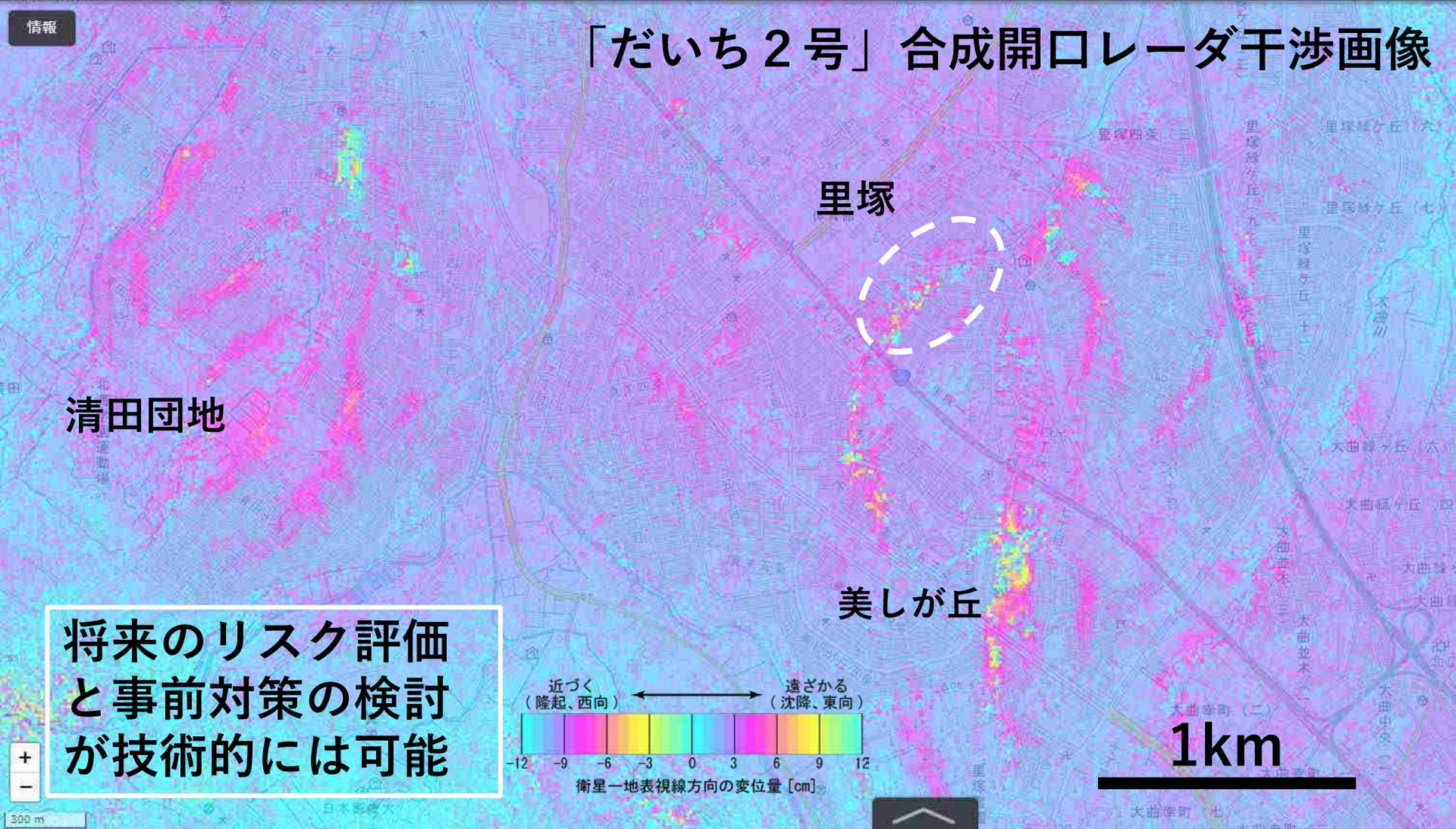
# 地盤沈下（液状化）実績図

地理院地図  
(電子国土Web)

Q 例: 鶴丘 / 金沢市木ノ新保町 / 35度0分0秒 135度0分0秒 / 35.00 135.00 / 54SUE83694920

情報

## 「だいち2号」合成開口レーダ干渉画像



将来のリスク評価  
と事前対策の検討  
が技術的には可能

9月10日地理院地図で公表

# 胆振東部地震で得られた教訓

- **地震動**：想定よりも大きく揺れた
  - －特に札幌圏は短・長周期とも大きい
- **斜面**：降下火砕物堆積地は想定を上回る数
  - －事前指定可能性はあるが対策は困難
- **液状化**：想定より弱い地震動で発生
  - －指定基準再検討が必要 実績地対策も課題
- **個人復興**：住宅再建問題
  - －内陸部でも地震保険加入率向上は必須

# 今回のデータを生かして、 被害想定的高度化と対策の検討を

## 災害素因リスク把握

- ・急傾斜地・液状化

## 災害素因リスク対策

- ・地域計画（含耐震化）・液状化対策
- ・事前復興計画・ライフライン強靱化

## 災害誘因予測の高度化

- ・広帯域地震動予測、特に札幌市圏は要精査

道総研（北総研・地質研）での研究開発が  
望ましいと考える