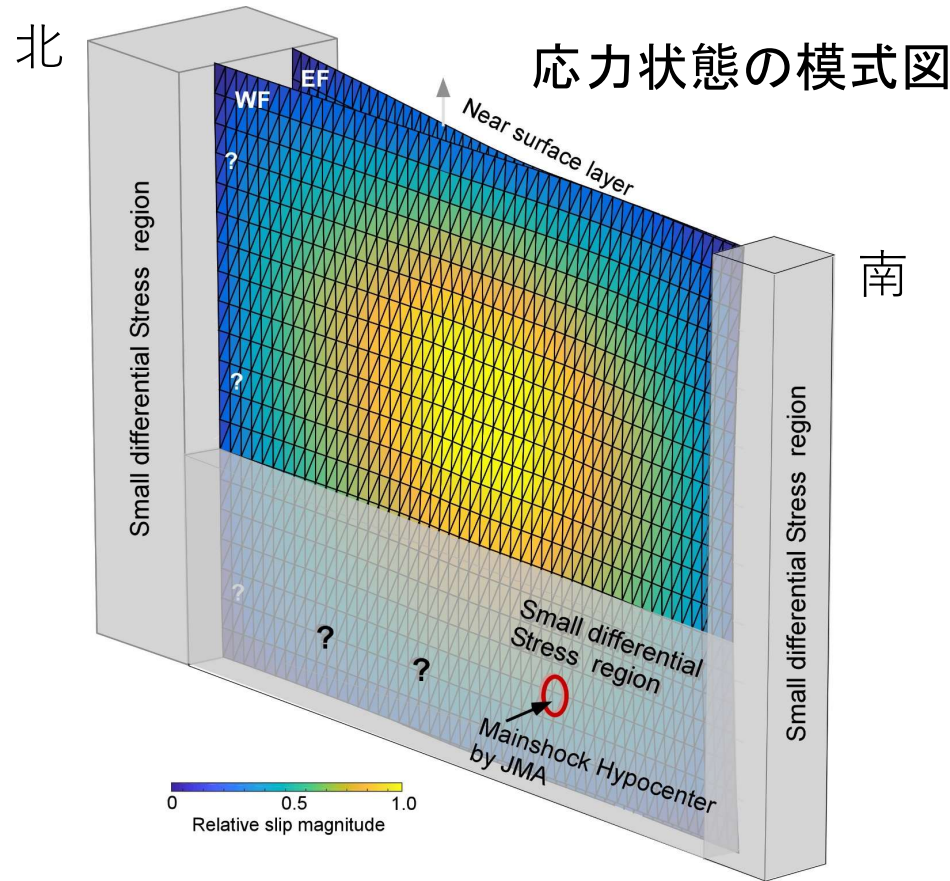


# 災害の軽減に貢献するための 地震火山観測研究計画(第2次)

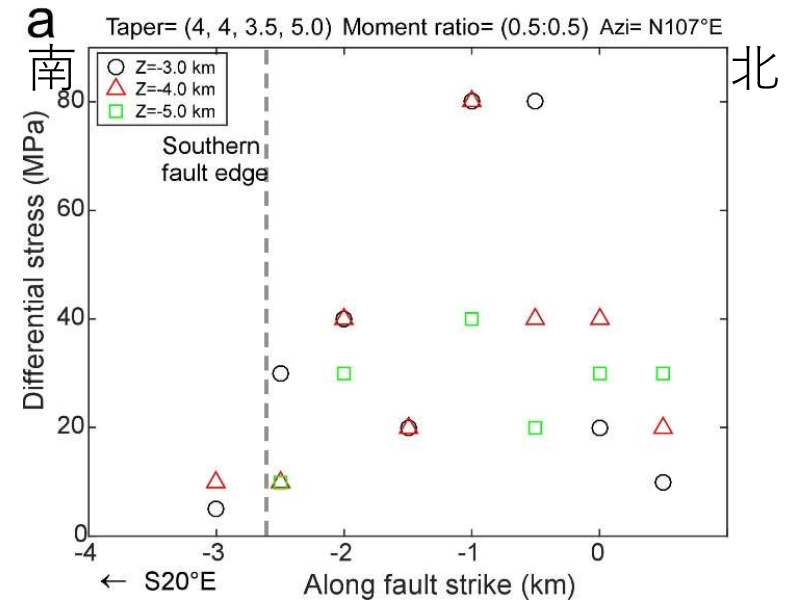
令和3年度年次報告

大学

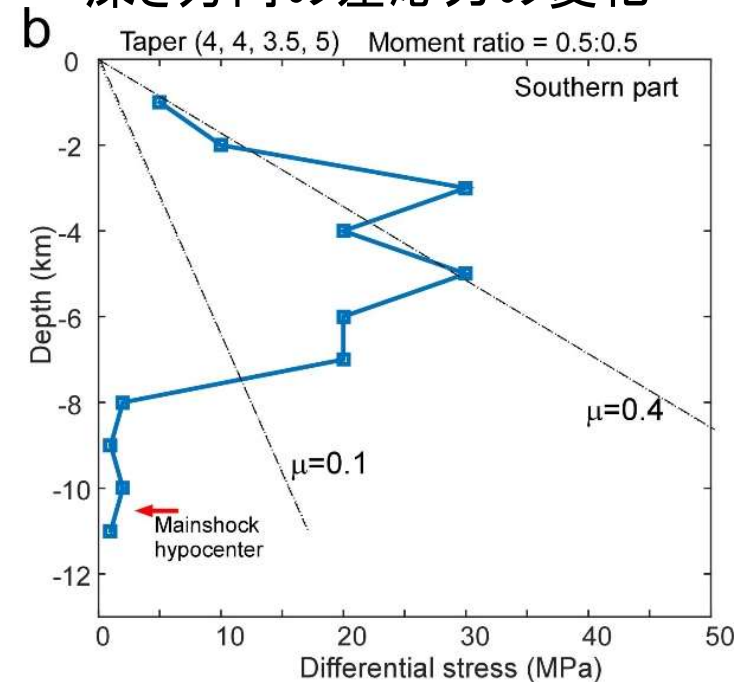
地震データから鳥取県中部地震断層周辺の  
の応力状態を推定



断層走行方向の差応力の変化



深さ方向の差応力の変化

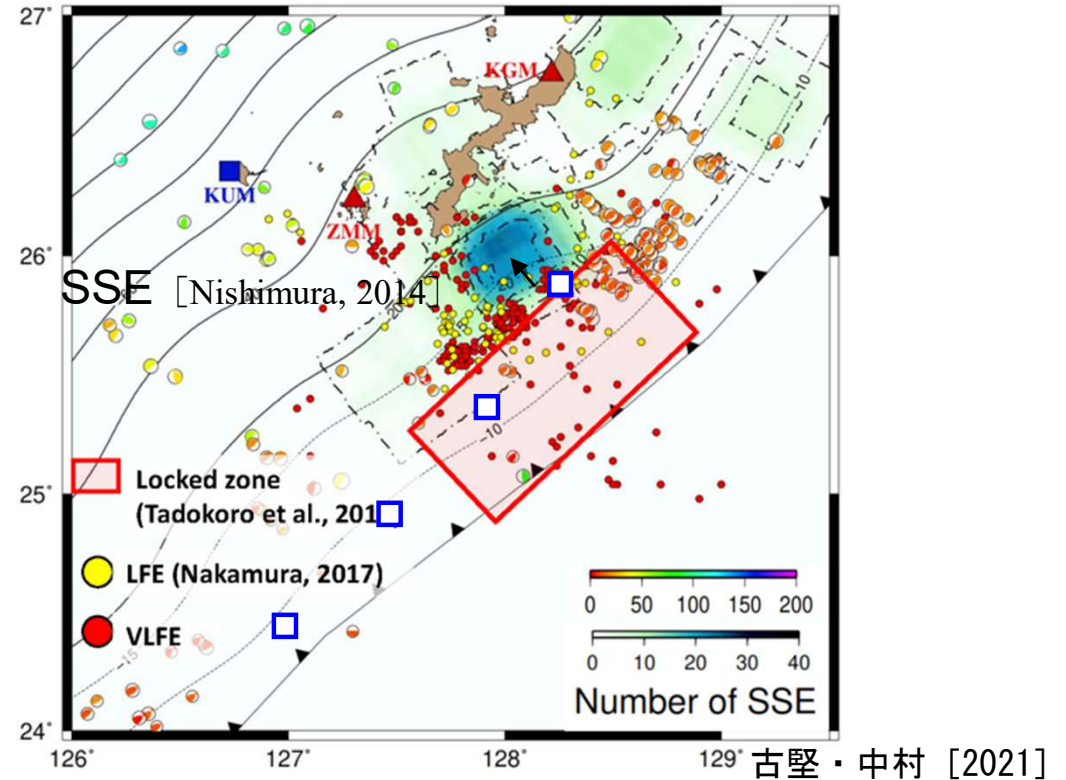
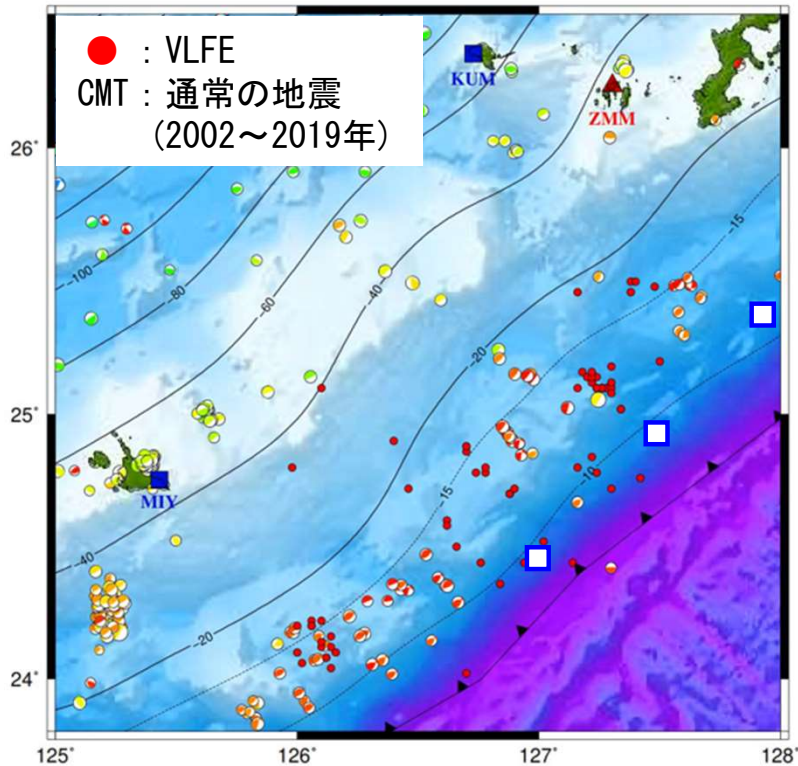


- 地震前に断層端において応力緩和が起こっていたことを示唆
- 本震後、その断層の延長部において同程度以上の地震が発生する可能性は極めて低いと考えられる。

## 超低周波地震の震央決定

- ・ スポット的に分布
- ・ 逆断層型地震と相補的（宮古近海除く）

スロースリップの発生域とプレート間固着域の隙間に沿って帯状に分布

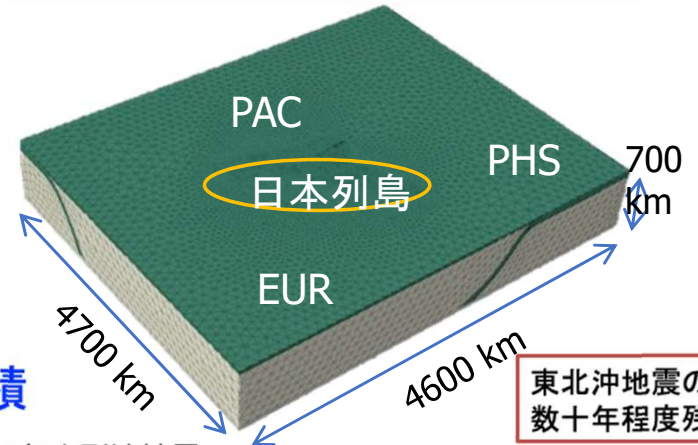


- ・ 固着/ひずみ解放現象の空間分布が明らかに

プレート間固着・スロースリップと超低周波地震の空間的相補性が明らかになった

	沖縄本島南東沖 RKB、RKA	沖縄本島一宮古島間 RKC、RKD
浅部 ↑ ↓ 深部	固着域	VLFE (逆断層型地震と相補的に分布)
	VLFE、LFE	
	SSE	

3次元有限要素モデルを用いた  
震源断層の応力蓄積



・千島～日本海溝のすべり・固着分布

東北地方の震源断層における応力蓄積

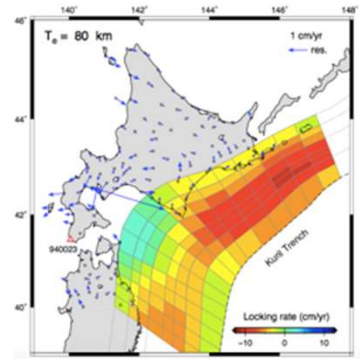
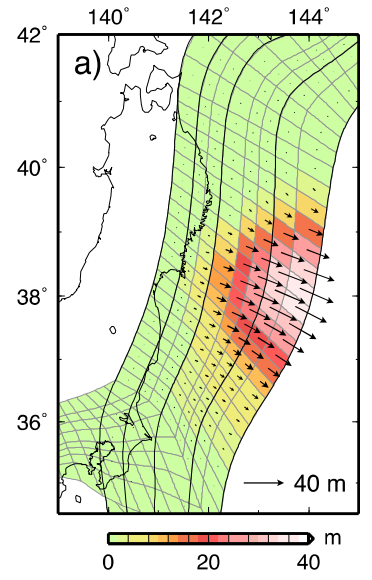
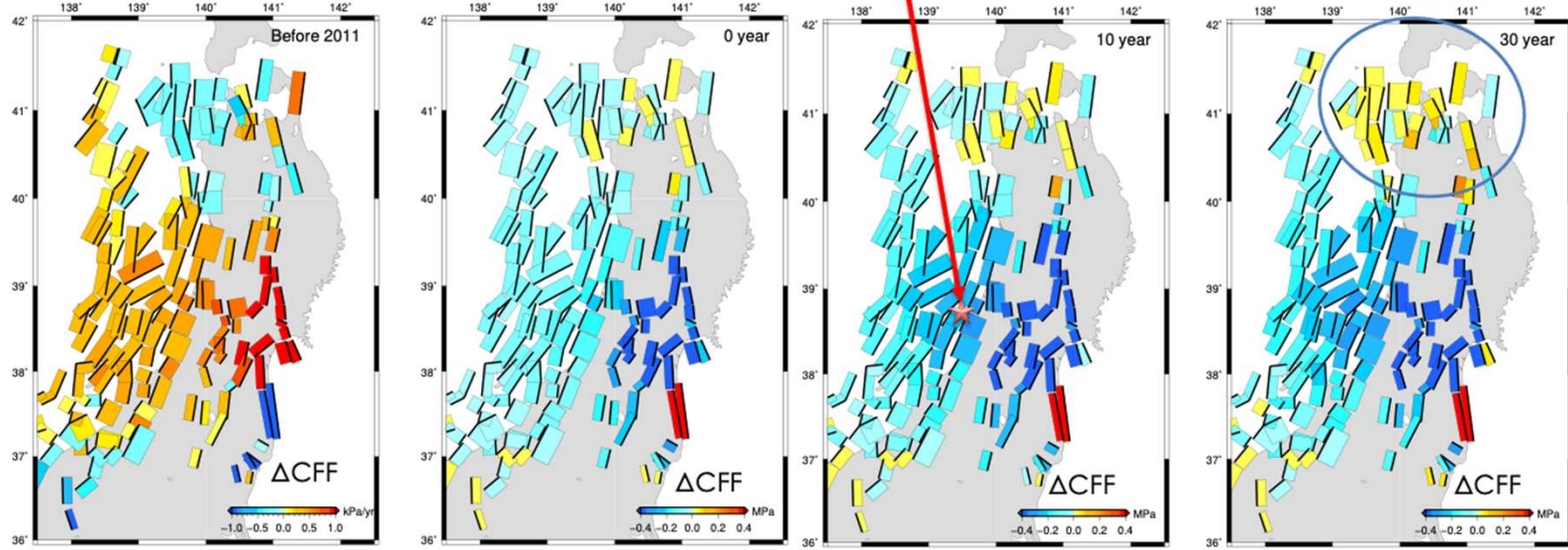
2003年宮城地震、  
2008年岩手宮城地  
震の発生を説明

2019年山形沖地震  
応力変化では説明で  
きない例外的な地震

東北地方の震源断層は  
基本的に抑制される

千島海溝の  
影響の増加

東北沖地震前



抑制 ← → 促進

東北沖地震直後      10年後      30年後

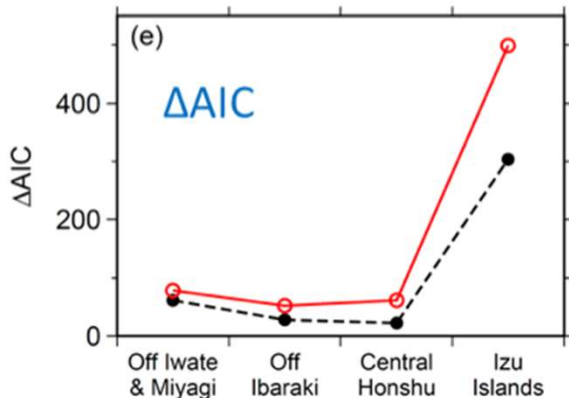
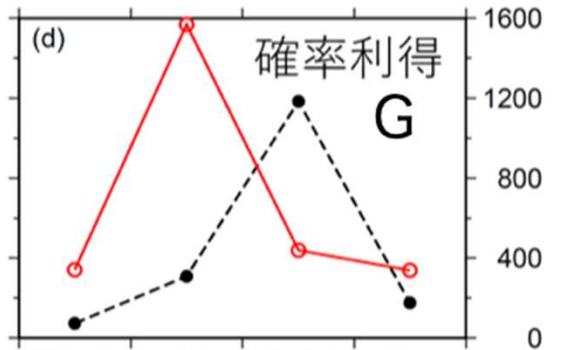
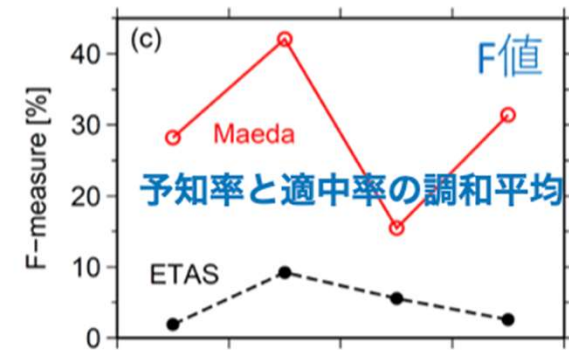
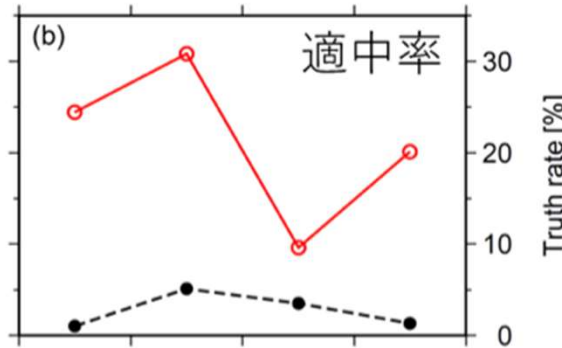
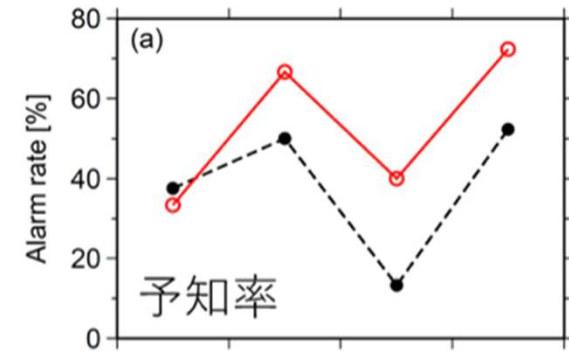
重点的な研究「地震発生 of 新たな長期予測」を着実に進展

3次元有限要素モデルによる内陸地震の新たな長期予測手法

M法と全ての地震が余震をもつとする定常時空間ETASモデルの地震発生予測の成績を比較

**M法: 前震識別法, Maeda (1996)**

数十キロ四方内に一定規模 ( $M_f0$ ) 以上の地震数個 ( $N_f$ ) が数日 ( $T_f$ ) 以内に起きた場合に, そのあと数日 ( $T_a$ ) 以内に, 予測のターゲットとする大きな ( $\geq M_m0$ ) 地震がおきるというアラームを立てる方法



• 総合的なF値と $\Delta AIC$ 値は前田法の方が高い

- 前田法
  - 予知率: 30–70%
  - 適中率: 10–30%
  - F値: 15–40%
  - 確率利得: 300–1600
  - $\Delta AIC$ : 50–500

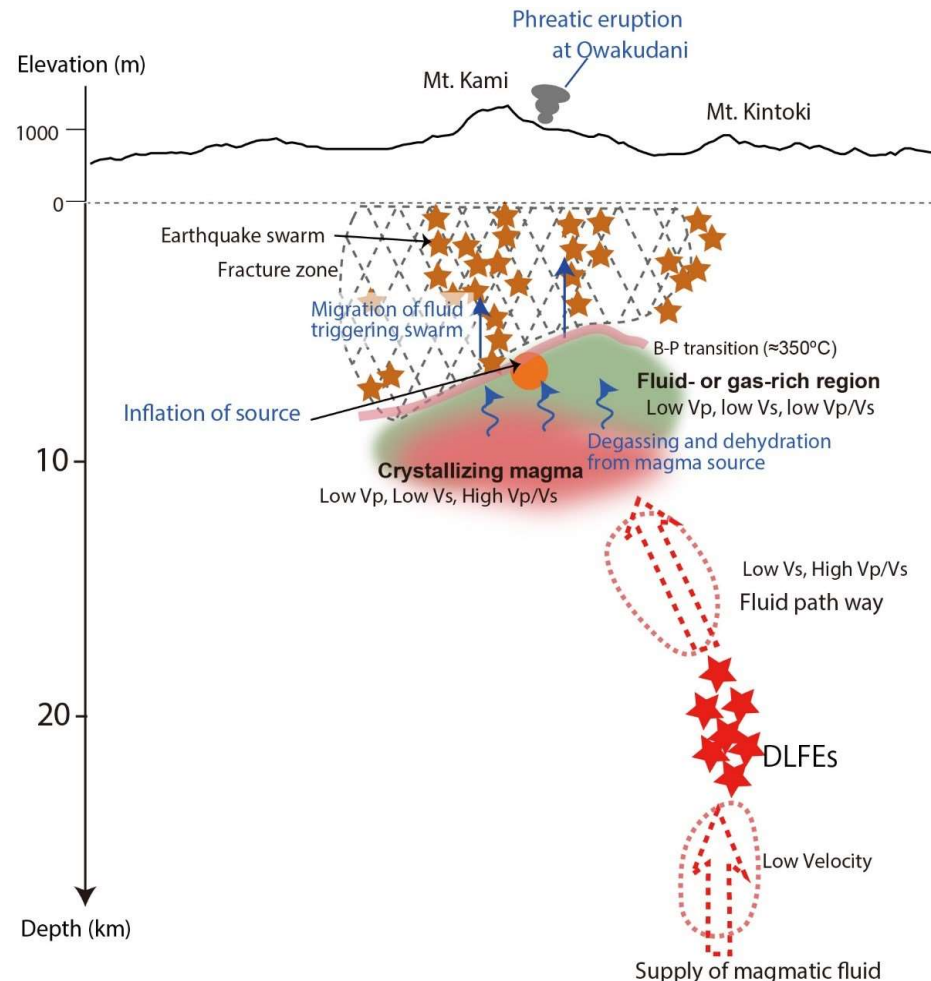
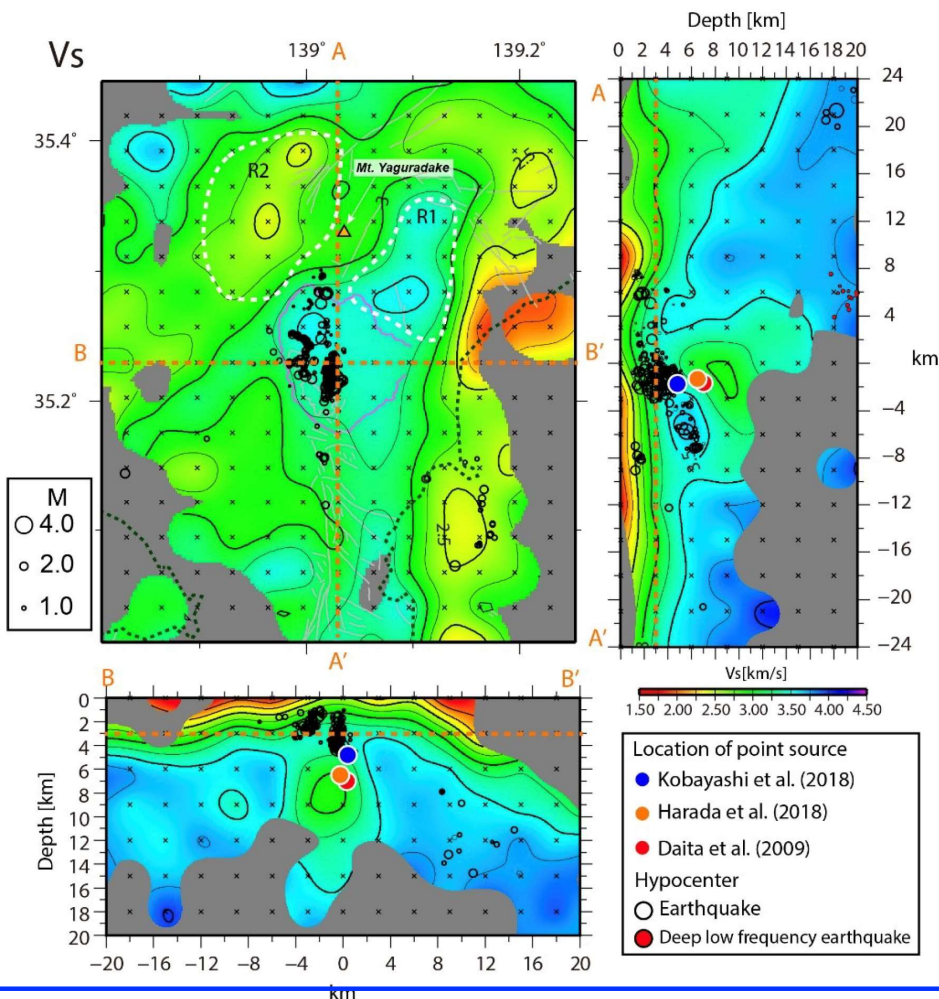
• 前田法は, アラーム時空間が小さいため予測効率が高くなる傾向

※ETAS予測モデルの成績は, 各領域で $\Delta AIC$ が最大となったケースの成績をプロット

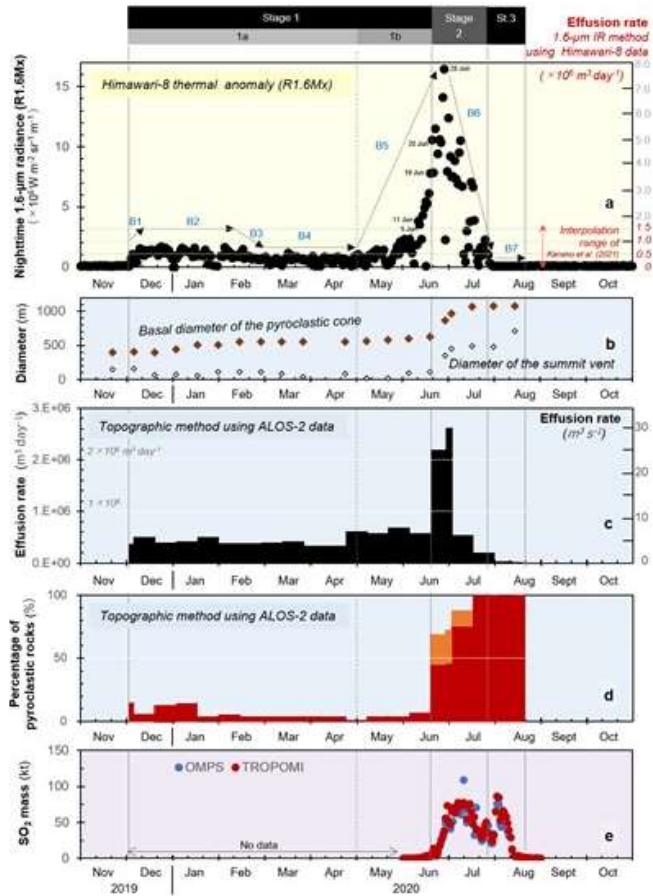
総合的な予測効率は, 定常時空間ETASモデルに基づく複雑な予測モデルよりも個数ベースの単純な予測モデルである前田法の方が高い

地震波トモグラフィによるS波速度分布

箱根火山下のマグマ供給過程の模式図



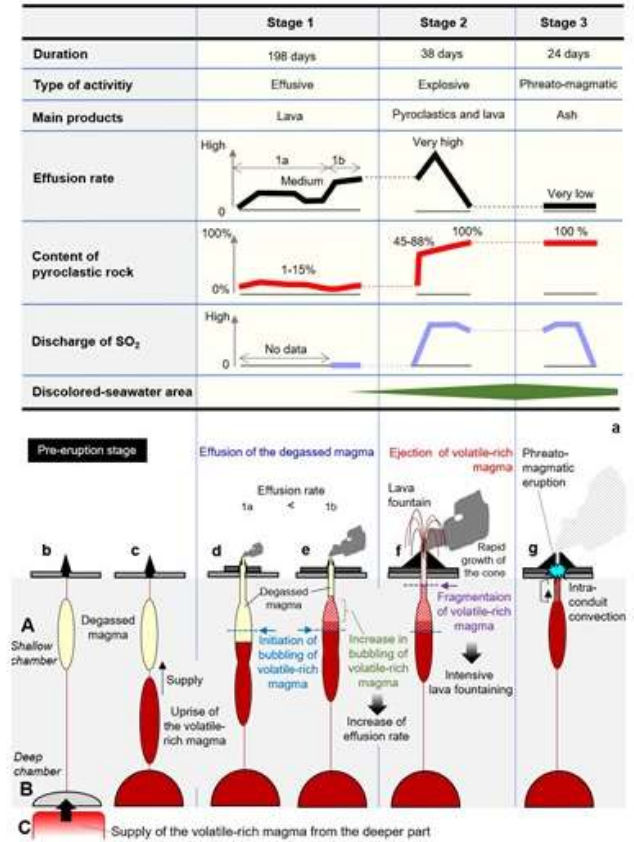
- 火山下のマグマ溜まりや、深部低周波地震発生域からマグマ溜まりへの供給経路を示唆する低速度域の存在を明らかにした。
- 深部からのマグマ供給に伴い深部低周波地震が活発化し、その影響がより浅部の深さ9km付近のマグマ溜まりに伝播し、マグマ溜まりからの脱水脱ガスの促進にともない群発地震や地殻変動などを引き起こしている可能性が示唆される。



各種観測の時間変化



噴火状況の推移



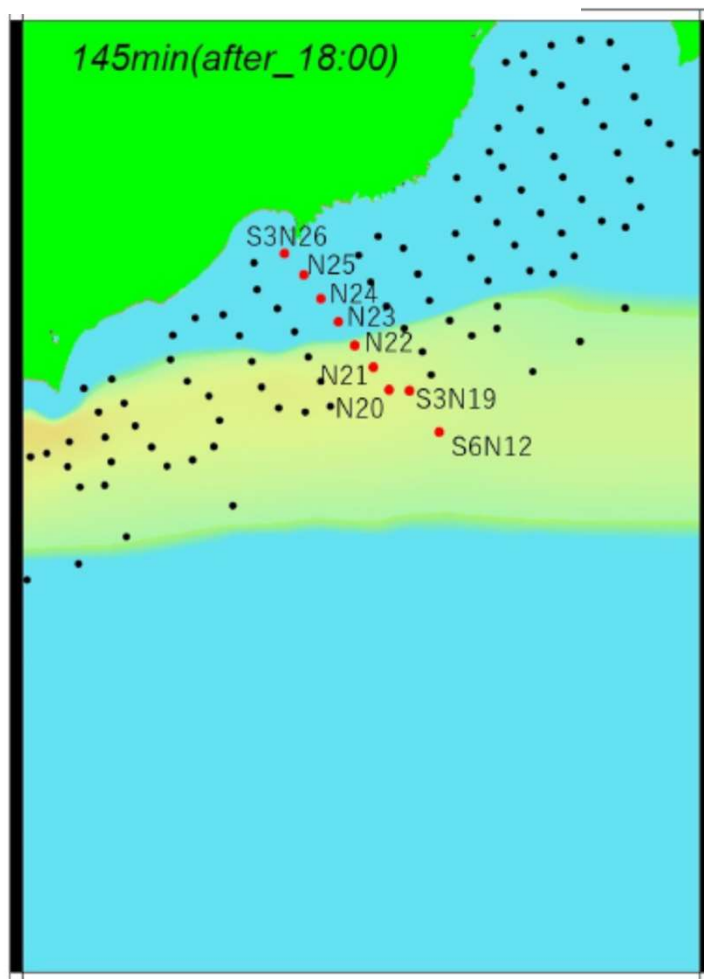
噴火様式変化を説明するモデル

- ひまわり8号の赤外画像による熱異常観測と、全天候観測が可能で高い空間分解能をもつALOS-2のSAR画像による地形観測を相補的に用いることにより噴火推移を解析
- 4期に分けられる活動はステージ2において、ガス成分に富むマグマが火道浅部に達するようになったため、活発な噴泉活動が起き、同時に蓄えられていたマグマが連鎖的に発泡して噴泉として短期間で大量に放出されたとするモデルで説明することができる。

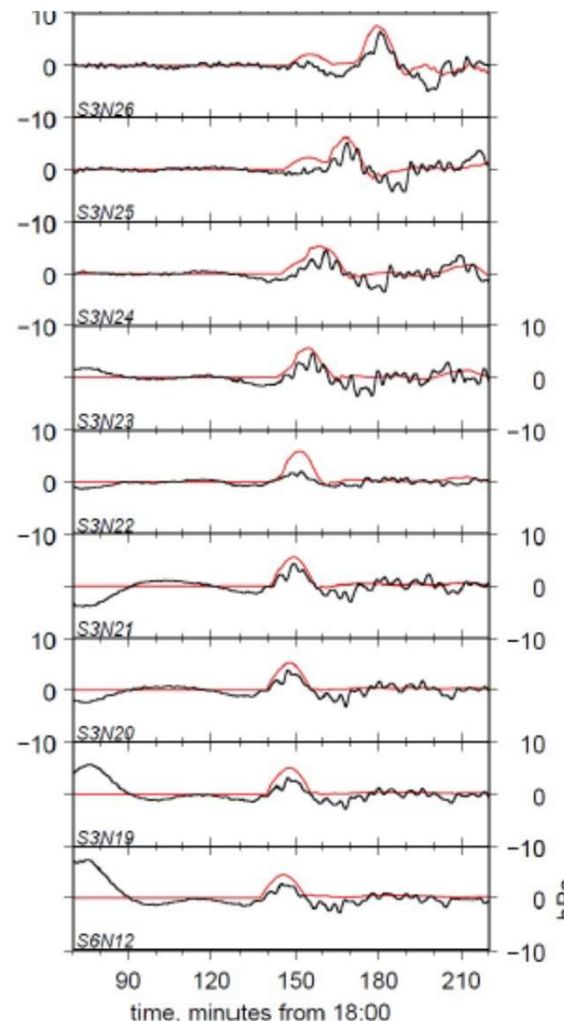
## S-net 観測波形との比較

- ・ 大気圧力波は南東方向から北西方向へ（走向44°）  
最大 2 hPa, 半周期15 – 20分, 速度315m/sで伝搬

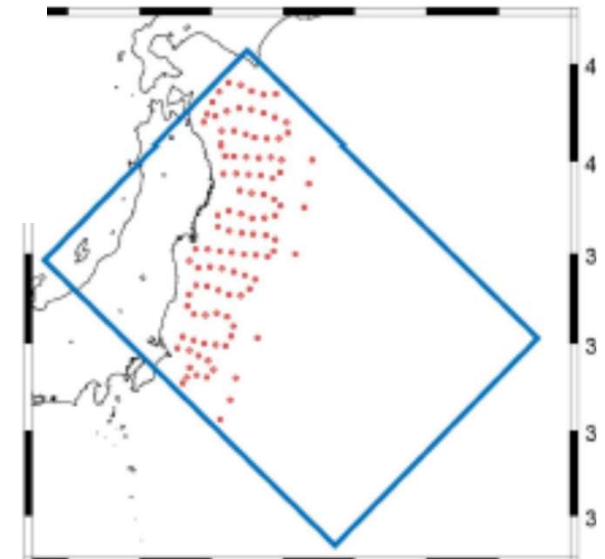
## 津波伝播の様子



## モデル計算(赤)と観測(黒)



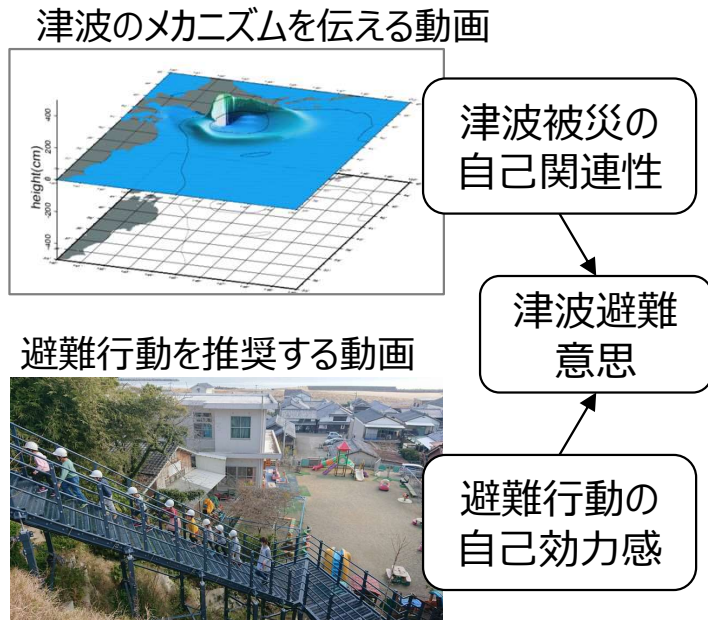
## 観測点位置



- ・ 線上気圧パルスが伝播する大気・海洋結合数値計算実施したところ、S-netで観測された波形を比較的良く説明できる事が分かった



## A 防災教育が避難行動に結びつく認知過程



## B 脳計測実験デザインと津波避難意思決定課題

**定量シナリオ**

あなたは、1人で旅行中です。  
現在地は、浸水エリアである(ハザードマップ)、付近に避難場所がない地域です。  
旅行中、突然地震が発生しました。  
**確認したところ、マグニチュード7.3、最大震度5弱、現在地の震度5弱、震源は現在地の県沖でした。**

**定性シナリオ**

あなたは、1人で旅行中です。  
現在地は、浸水エリアである(ハザードマップ)、付近に避難場所がない地域です。  
旅行中、突然地震が発生しました。  
停電によって、テレビ・ラジオが使えず、ケータイの電波も悪く情報が手に入られません。  
**揺れている際、物につまらないと歩けない、自販機で倒れているものがある等が見られました。**

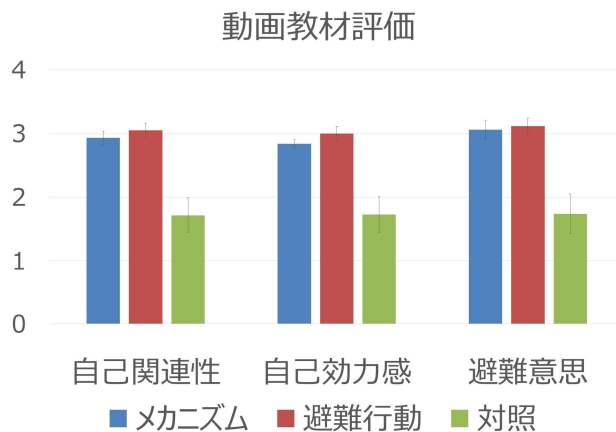
**避難する 避難しない**

避難意思決定課題(Pre)  
(避難率評価)

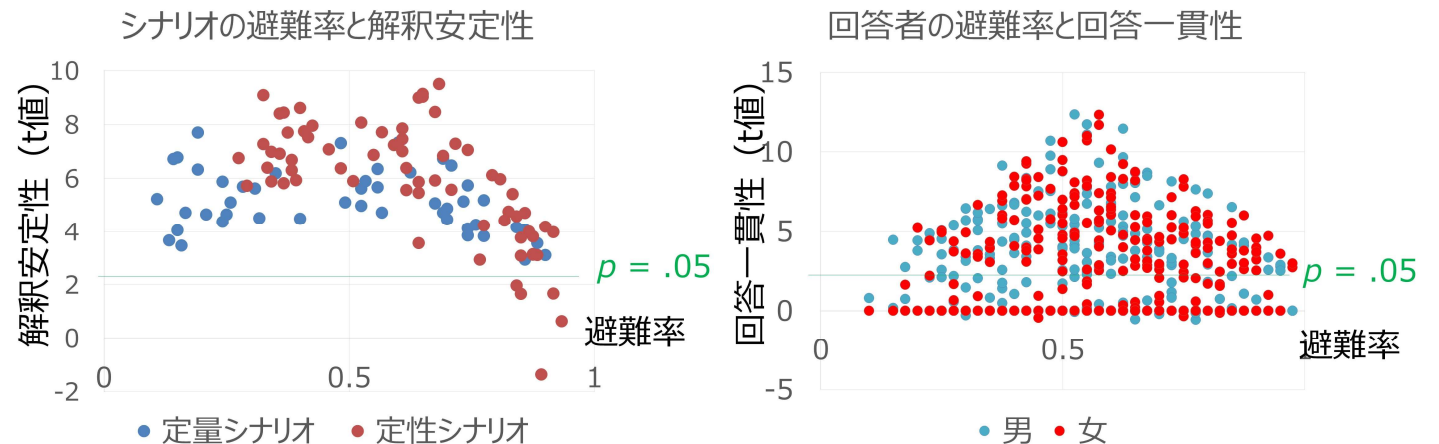
津波防災動画教材視聴  
(評価課題・脳活動計)

避難意思決定課題(Post)  
(避難率評価)

## C 動画選定と経路モデルの可能性



## D 津波避難シナリオの検証



(A 認知モデルの構築、B 機能的MRI実験課題作成) と、web実験による防災教育動画と津波避難課題意思決定課題の評価 (C動画教材の3要因による評価、D津波避難シナリオの検証)

歴史史料の解読による地震・津波被害の復元



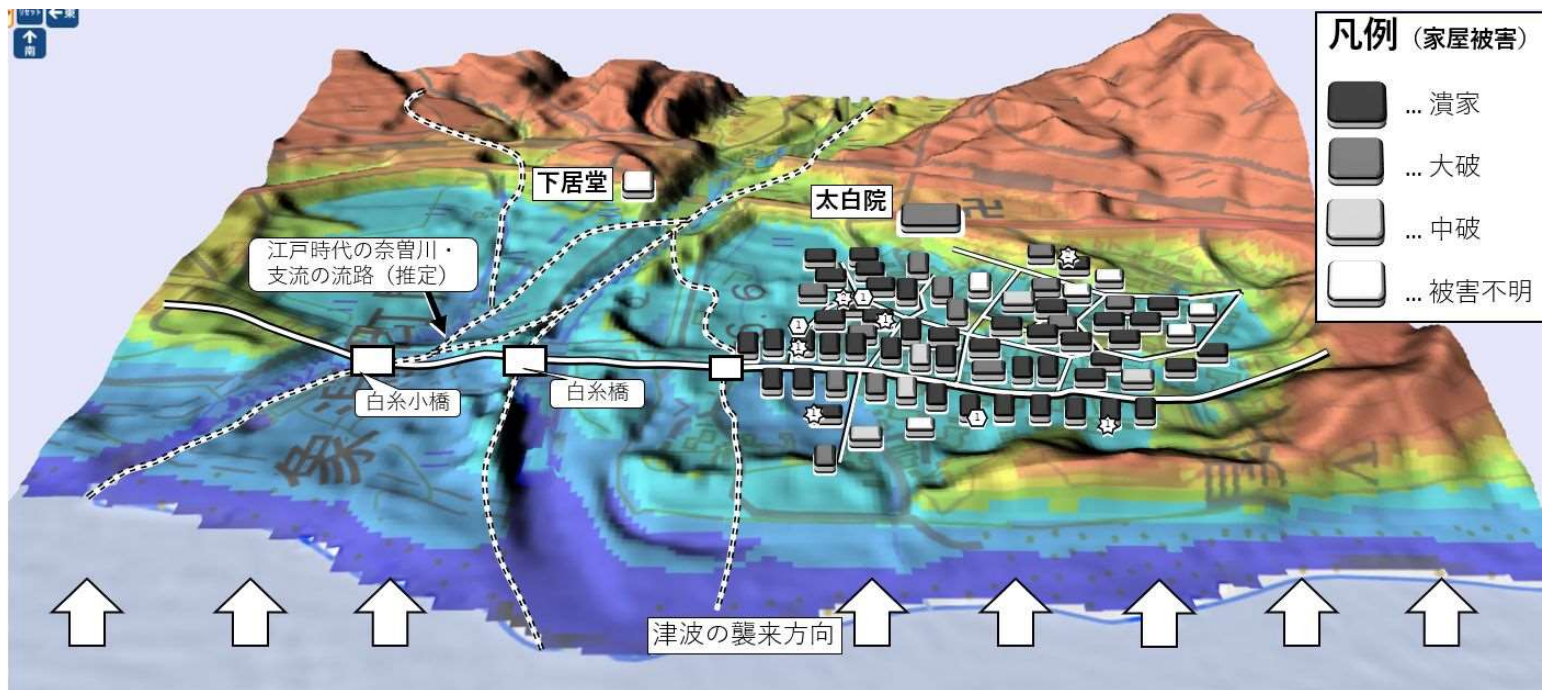
「大痛」を「中」に修正

「大痛」を「潰家」に修正

「文化元年 当六月四日之夜大地震ニ付潰家死人馬書上帳面控」

人名	死者	馬	人名	死者	馬	人名	死者	馬
1 源左衛門	潰れ		26 弥平	潰れ		51 太郎左衛門		
2 勘兵衛	潰れ		27 三郎左衛門	大痛		52 寿正院		
3 権右衛門	大痛		28 与治右衛門			53 権右衛門	潰れ	
4 兵左衛門	潰れ	女	29 善左衛門	潰れ		54 太平	潰れ	
5 三助	中痛		30 長助	潰れ		55 孫左衛門	潰れ	
6			31 八兵衛	潰れ		56 間右衛門	潰れ	
7 太郎兵衛	大痛		32 三之丞	中痛		57 兵四郎	中痛	
8			33 五郎七			58 徳右衛門	大痛	
9 徳兵衛	大痛		34 鍛冶屋敷			59 与助	潰れ	
10 四郎左衛門			35 三右衛門	潰れ		60 惣左衛門	潰れ	
11 弥助	潰れ		36 勘三郎	潰れ		61 孫右衛門	潰れ	
12 与三郎			37 源右衛門	潰れ		62 弥左衛門	大痛	
13 弥市右衛門	潰れ		38			63 善右衛門		
14 小右衛門	潰れ		39 重左衛門	大痛		64 長五郎	潰れ	女2
15 与平	潰れ		40 六右衛門	大痛		65 三吉	大痛	
16 与惣左衛門			41 源兵衛	潰れ		66		
17 三郎兵衛	潰れ	男	42 弥治右衛門	潰れ		67 与五郎	大痛	
18 藤右衛門	潰れ		43 弥五右衛門	潰れ	2人	68 佐藤左衛門	潰れ	
19 藤右衛門	潰れ		44 作右衛門	潰れ		69 茂平	潰れ	
20 久治郎	潰れ		45 与惣兵衛	潰れ		70 藤治郎	潰れ	
21 辰右衛門	潰れ	女	46 佐左衛門	潰れ		71 権右衛門	潰れ	
22 三郎	潰れ		47 五右衛門	潰れ		72 与治右衛門	潰れ	
23 三左衛門	潰れ		48 仁右衛門	潰れ		73 半右衛門	潰れ	
24 弥十郎	潰れ		49 佐治右衛門	潰れ	1	74 太右衛門	大痛	
25 勘右衛門	中痛		50 源五郎	大痛				

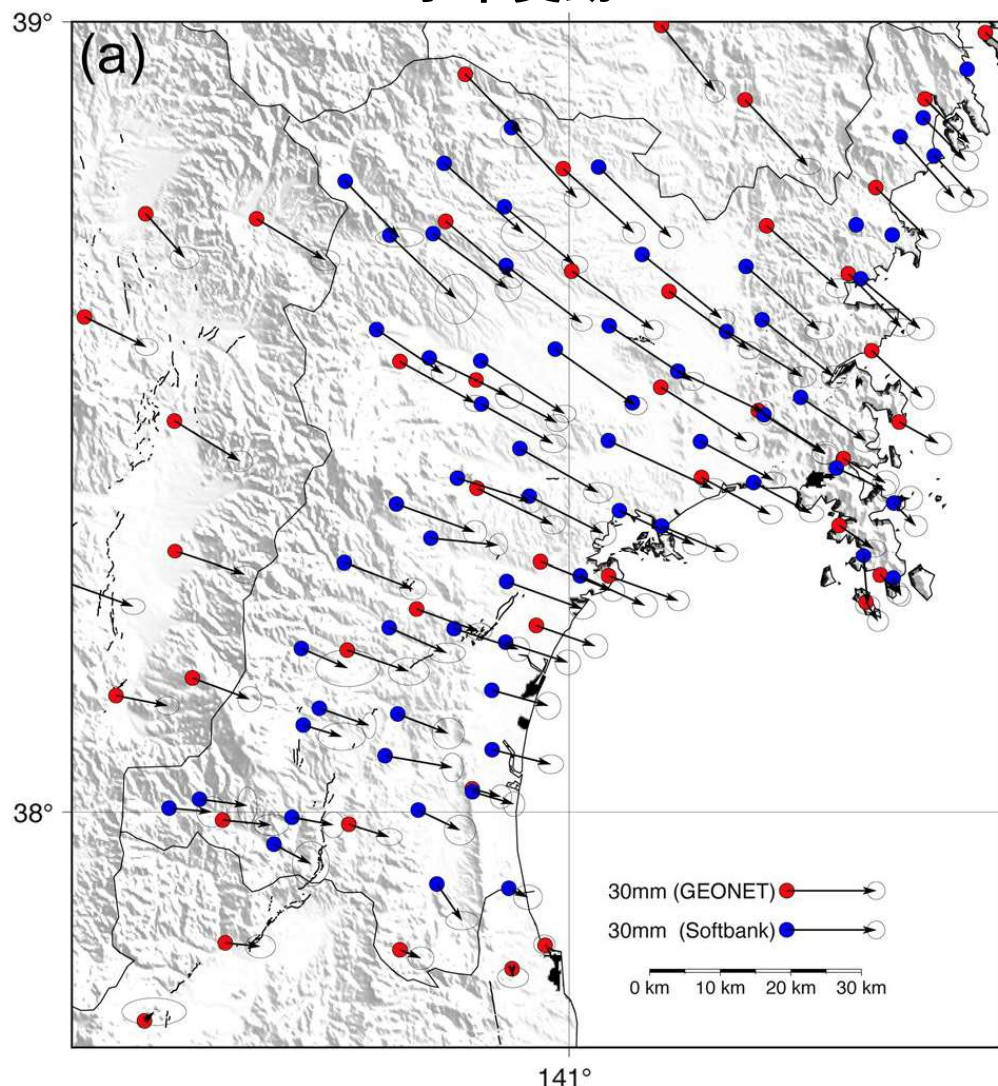
死者・死馬があった家の被害は全て「潰れ」  
= 屋根や梁などの落下が原因か。



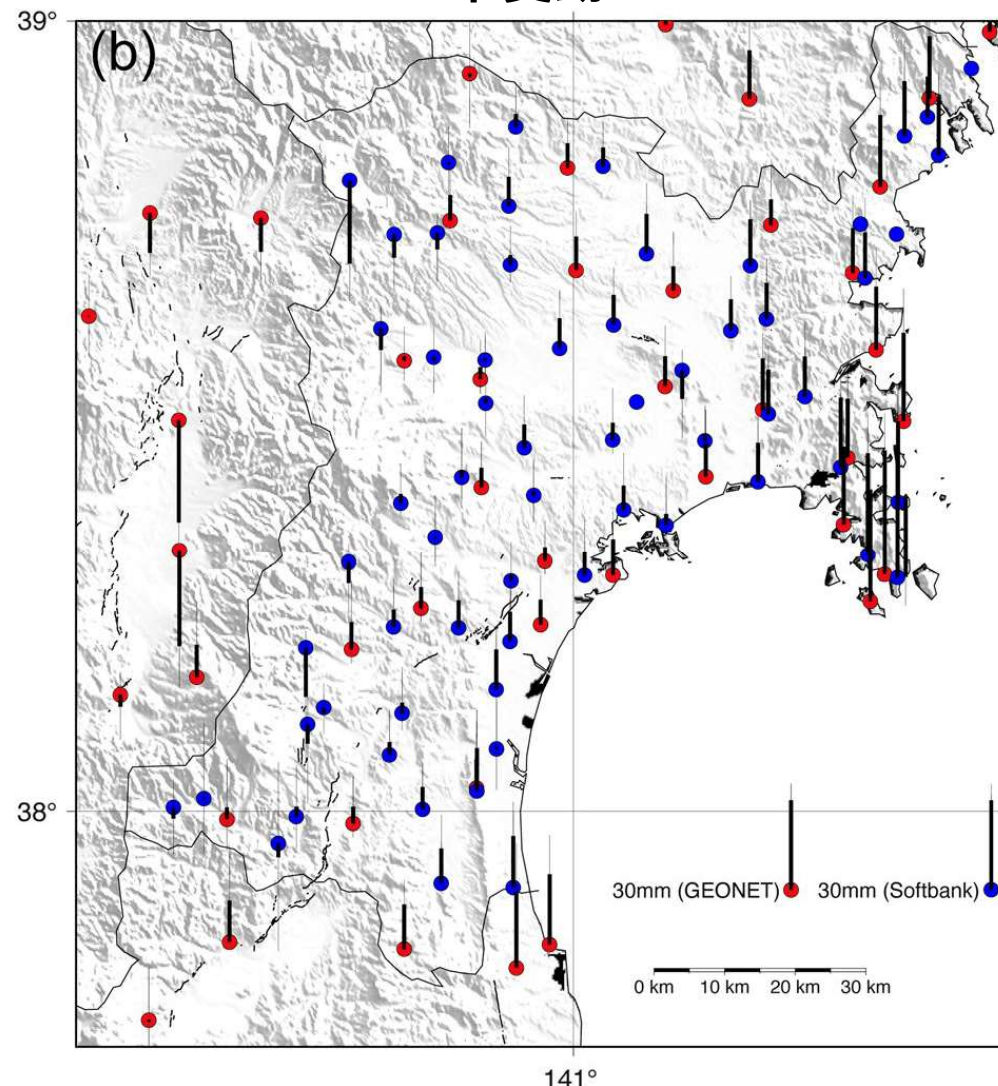
研究概要

- ① 文化元年(1804)象潟地震について、由利郡関村(現在のにかほ市象潟町関地区)に伝来する古文書・古地図を解読し、詳細な被害状況を推定
- ② 関村の家屋被害率は80%を超えることが確認
- ③ 古絵図から当時の家屋配置・歴史地形を復元し、地震動による家屋倒壊や耕作地の被害が大きいことを確認

## 水平変動



## 上下変動



- 2020年9月-2021年3月の地殻変動場を計算
- GEONETおよびソフトバンクによるGNSS観測網の変位場は基本的に整合的であり、民間GNSS観測点によって地殻変動場の議論が可能であることを示唆