

# 2024年9月24日 鳥島近海で発生した地震と津波

Version 1.1 – 2024/09/27

東京大学地震研究所 助教 三反畑 修 ([osm3@eri.u-tokyo.ac.jp](mailto:osm3@eri.u-tokyo.ac.jp))

資料作成協力：東京大学地震研究所 助教 武村 俊介 氏



※ 本稿の作成・見解は三反畑に帰属します。いずれも初期的な見解・解析結果であり、今後得られる情報や解析結果によって変更される可能性があります。ご了承ください。

コメント・ご意見等ございましたら、三反畑までご連絡ください。

- 日本時間 2024年9月24日8時14分ごろ、鳥島近海において地震マグニチュード 5.8の地震が発生し、その後、伊豆諸島を中心に津波が観測された。
- 地震の震源として推定されているスミスカルデラでは、地震マグニチュード 5 程度の地震で最大で数十cmの津波を八丈島などに引き起こす、特異な地震・津波が約10年間隔で発生してきた。
- 今回2024年9月24日の地震は、下記の4点においてこれまでの活動とよく似ている。
  - ① 地震の発生場所・深さ
  - ② 震源メカニズム解（地震波の放射パターン）
  - ③ 津波の波形・規模
  - ④ 高周波地震波の規模・波形
- 過去の現象との類似性から、今回発生した地震および津波は、過去の地震に対して提案されてきた「トラップドア断層破壊に伴うカルデラ火山の隆起現象」が発生したことによるものであると考えられる。
- 過去のスミスカルデラの事例を踏まえると、活動は静穏化する可能性が高い。一方、別の火山ではトラップドア断層破壊が噴火開始の引き金になった事例もあり、今回の地震発生によりスミスカルデラの火山活動が噴火などの別のフェーズへ移行する可能性もあるため、今後も活動には注視が必要である。

# 2024年9月24日 鳥島近海地震および津波の概要

2024/9/27

3

■ 発生場所：鳥島近海（海底火山・スミスカルデラ近傍）

■ 地震発生日時：

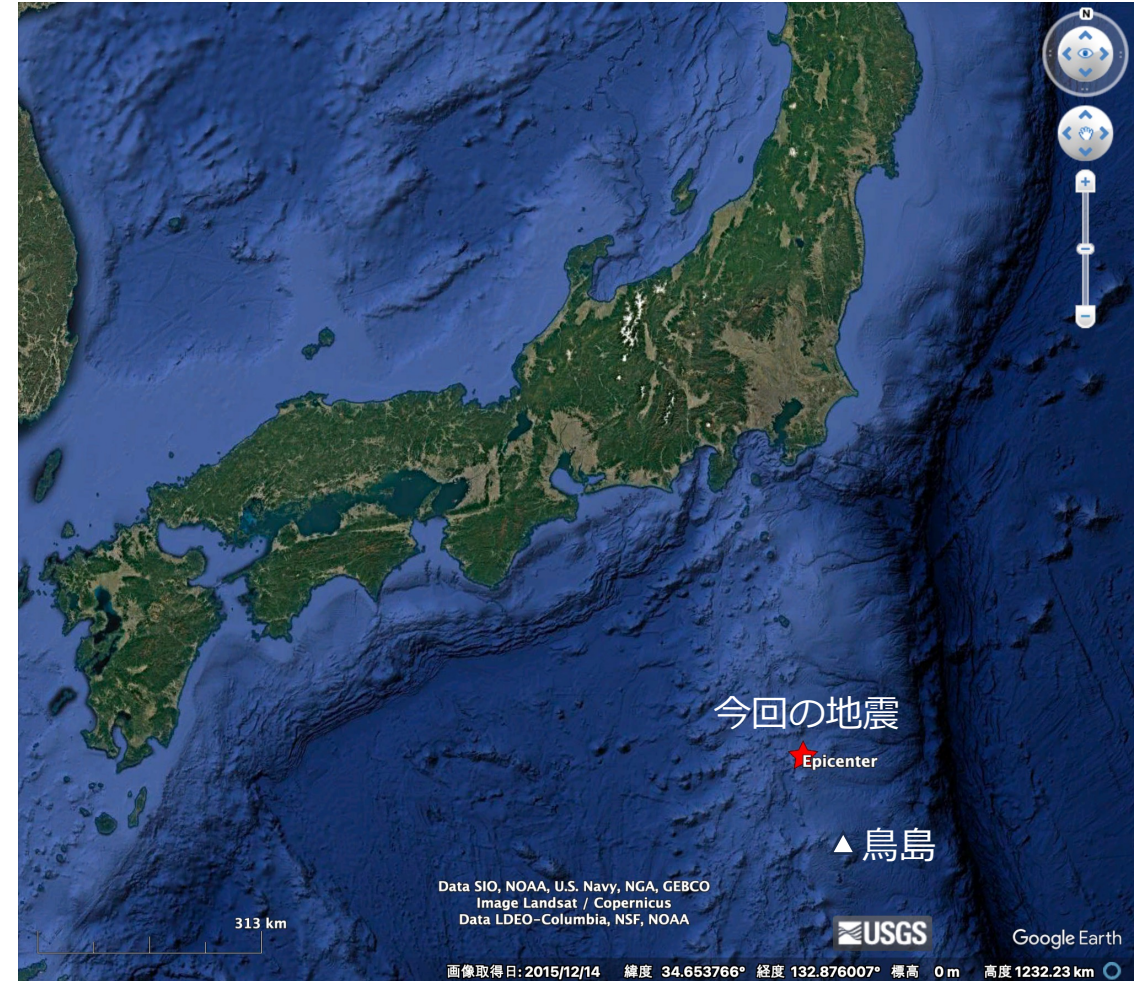
- 気象庁: 2024-09-24 08:14頃 (JST: +09UTC)
- USGS: 2024-09-23 23:14:19 (UTC)

■ 地震規模：

- 気象庁  $M_J$  5.8
- USGS  $M_w$  5.6

■ 特徴

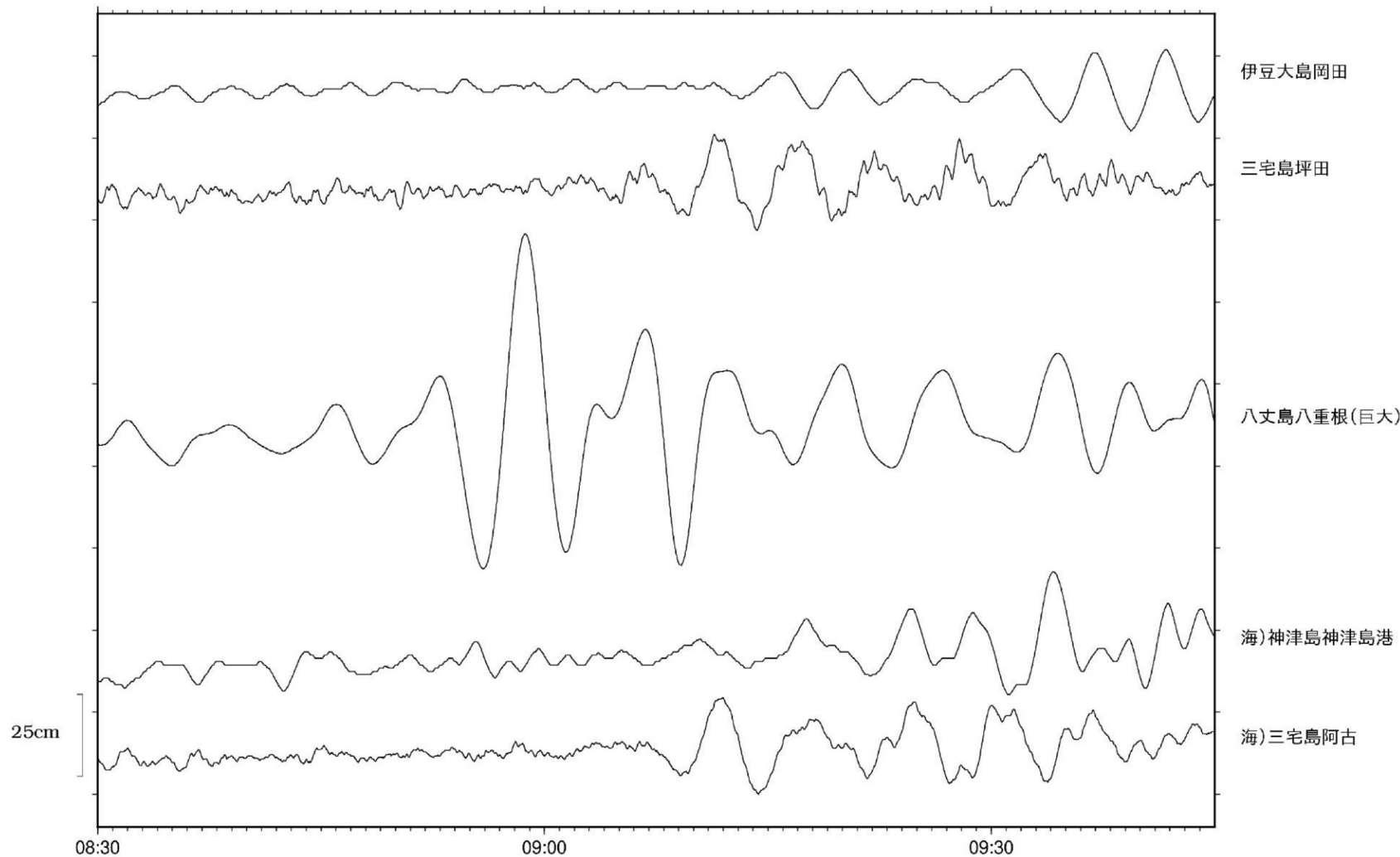
- 今回の地震で震度1以上を観測した地点はなかった
- 8時20分 津波注意報発令、
- 11時00分 津波注意報解除



Google Earthより

## ■ 主な津波観測状況 (気象庁報道資料より)

- 八丈島八重根 0.5m
- 神津島神津島港 0.2m
- 伊豆大島岡田 0.1m
- 三宅島坪田 0.1m
- 三宅島阿古 0.1m



図：2024年9月24日地震後に観測された津波（気象庁報道資料P.6より）



# 地震発生場所と震源メカニズム解、および過去の地震との比較

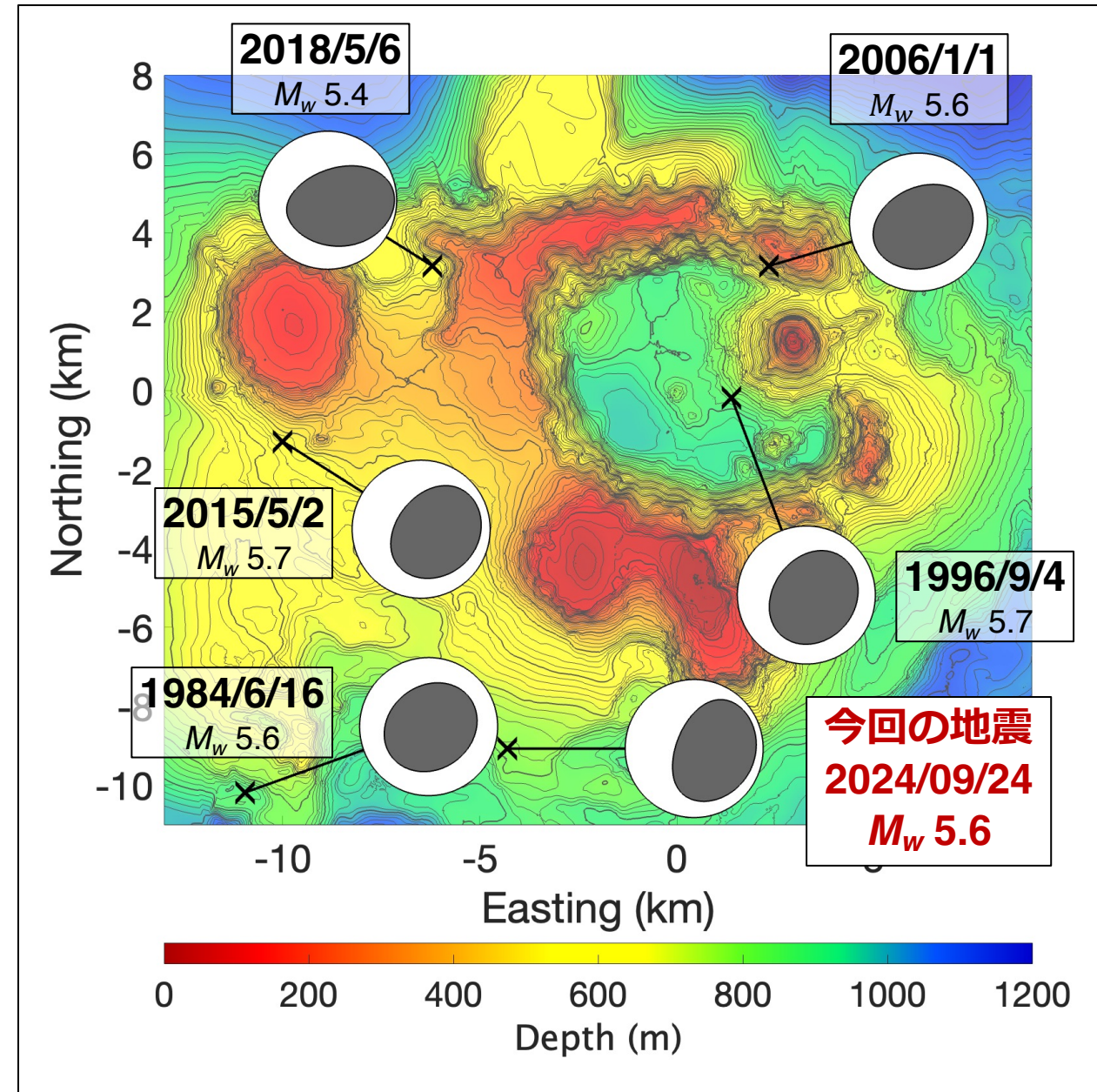
2024/9/27

5

スミスカルデラにおいて過去に発生した地震とよく似た特徴を持つ

- 今回の地震は、海底火山・スミスカルデラのごく近傍の地下浅くで発生した。
- 地震の放射パターンを示す震源メカニズム解は、鉛直方向に圧縮軸を持つCLVD成分に卓越。
- 同火山で過去におおよそ10年おきに繰り返してきた地震と、震源位置・深さ、震源メカニズム解の特徴および地震規模がよく似ている。

図 スミスカルデラ周辺で繰り返す地震活動。1984年・1996年・2006年・2015年・2018年についてはGlobal CMT catalogの情報に基づく。2024年の地震については、CMT解については防災科学技術研究所の解析結果、モーメントマグニチュードについてはUSGSのW-phaseの解析解に基づく。なお震源位置には数km~10km程度の誤差が含まれることに留意が必要。



# 過去のスミスカルデラ地震による津波

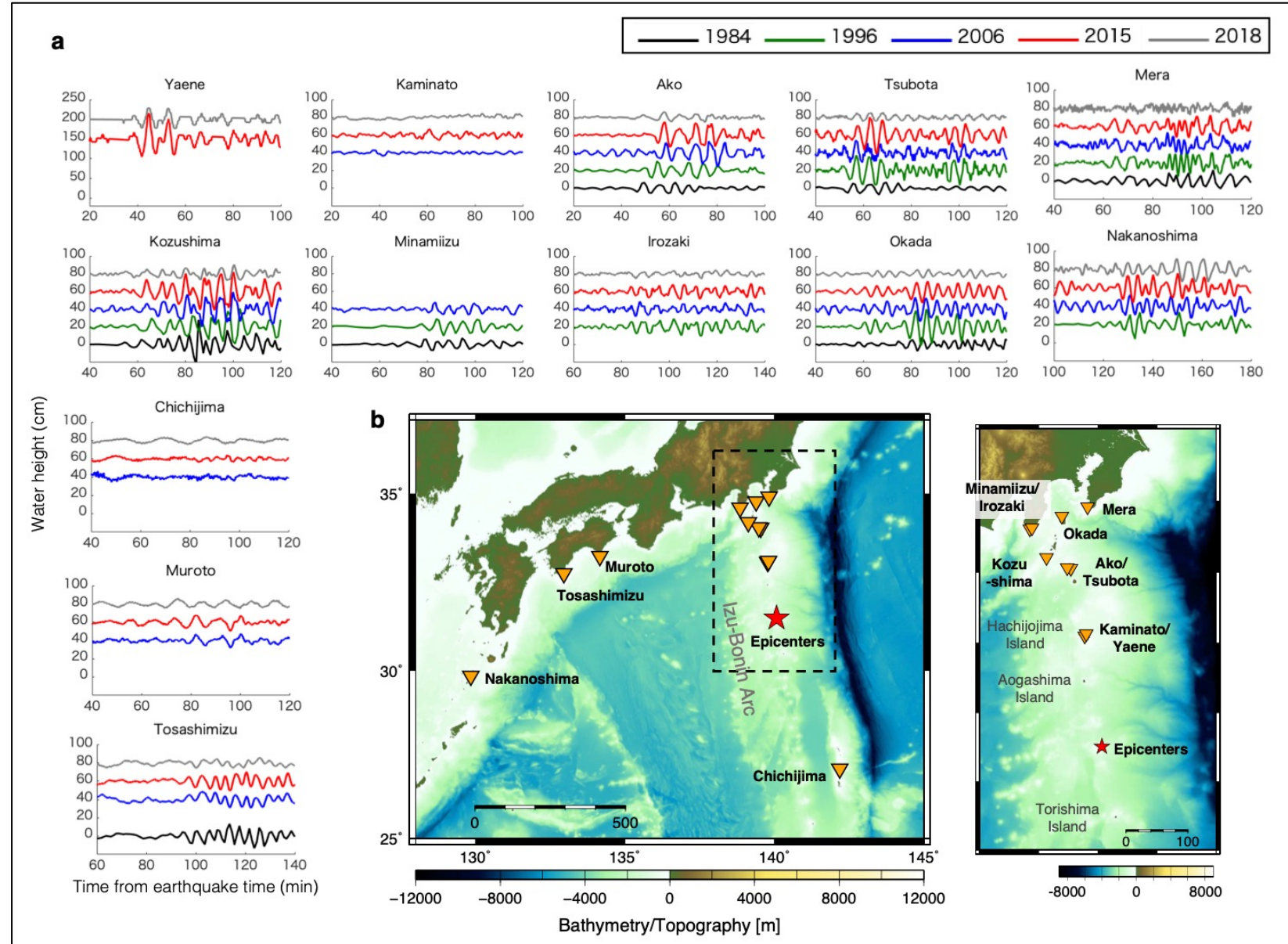
過去の同火山での地震は地震規模に見合わない津波を引き起こしてきた

■ 過去のいずれの地震でも津波が発生。伊豆・小笠原諸島と本州南西の海岸に設置された潮位計によって、最大数十cmの津波が観測された。

■ いずれの潮位計でも、異なる地震の直後に観測された津波の波形が互いによく似ている。

■ このことは、おおよそ10年間で繰り返す地震・津波現象が、同様のメカニズムで発生したことを示している。

図：Sandarbata et al. (2022) から。 a) 潮位計で記録された津波波形。 b) ▼潮位計の設置位置。★スミスカルデラの位置。





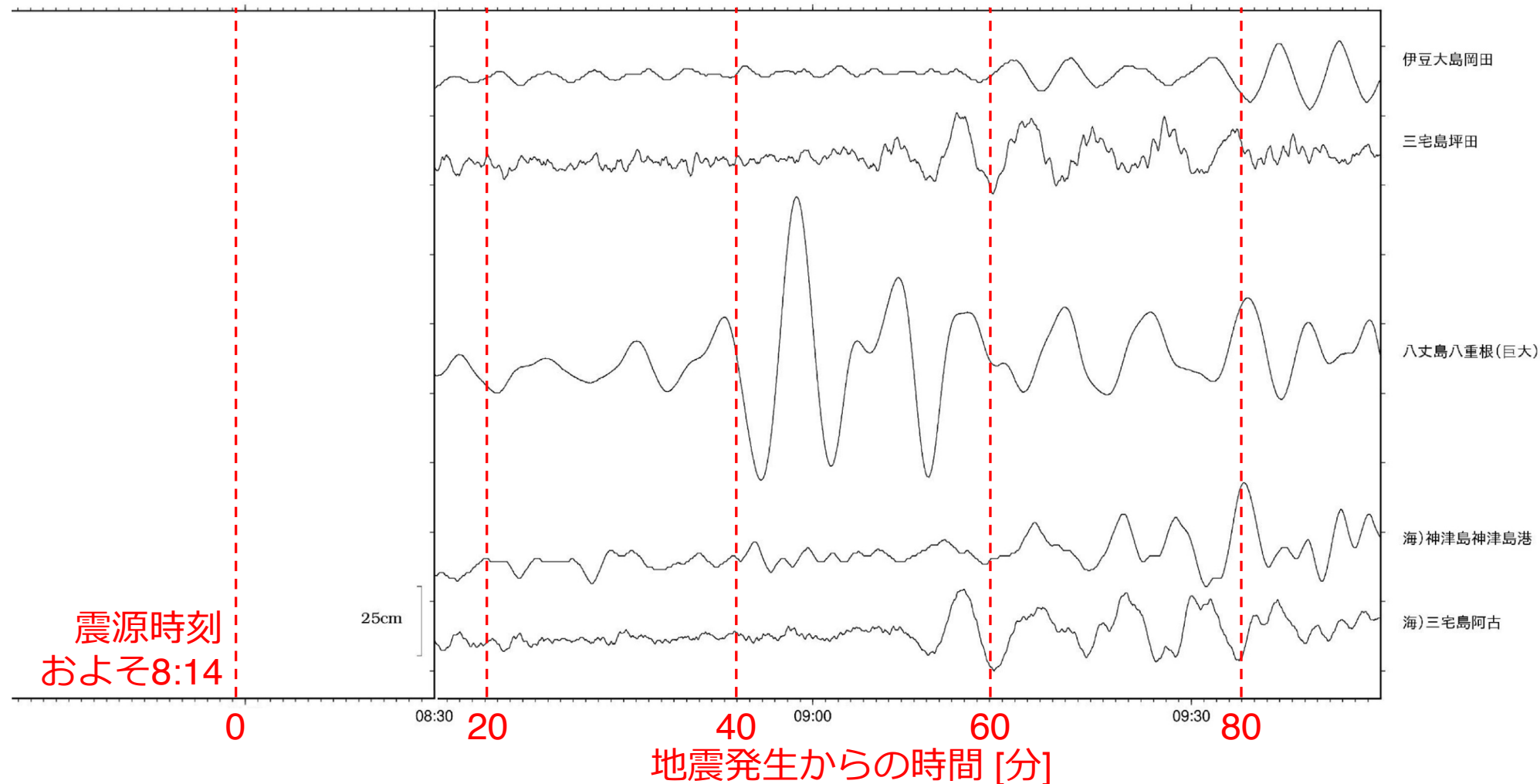
# 潮位計で記録された津波波形の比較：2024年地震の津波

2024/9/27

7

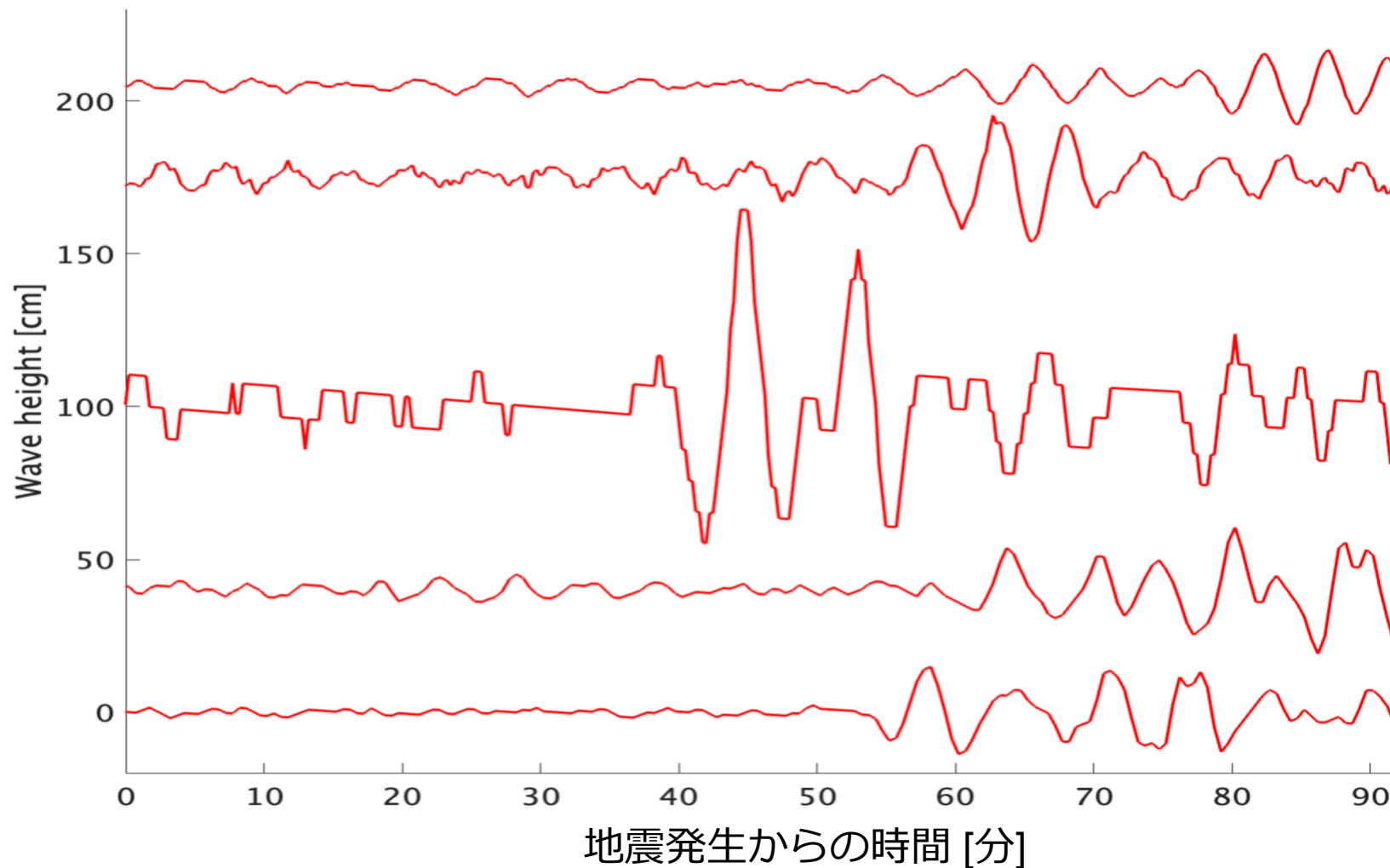
今回の地震も津波を引き起こしてきたが、過去の津波と似ているだろうか？

## ■ 2024年9月24日の津波波形（気象庁報道資料 P.6に加筆修正）



今回の地震も津波を引き起こしてきたが、過去の津波と似ているだろうか？

## ■ 2015年5月2日の津波波形（気象庁・海上保安庁の記録を図示）





# 潮位計で記録された津波波形の比較：2024年 vs 2015年

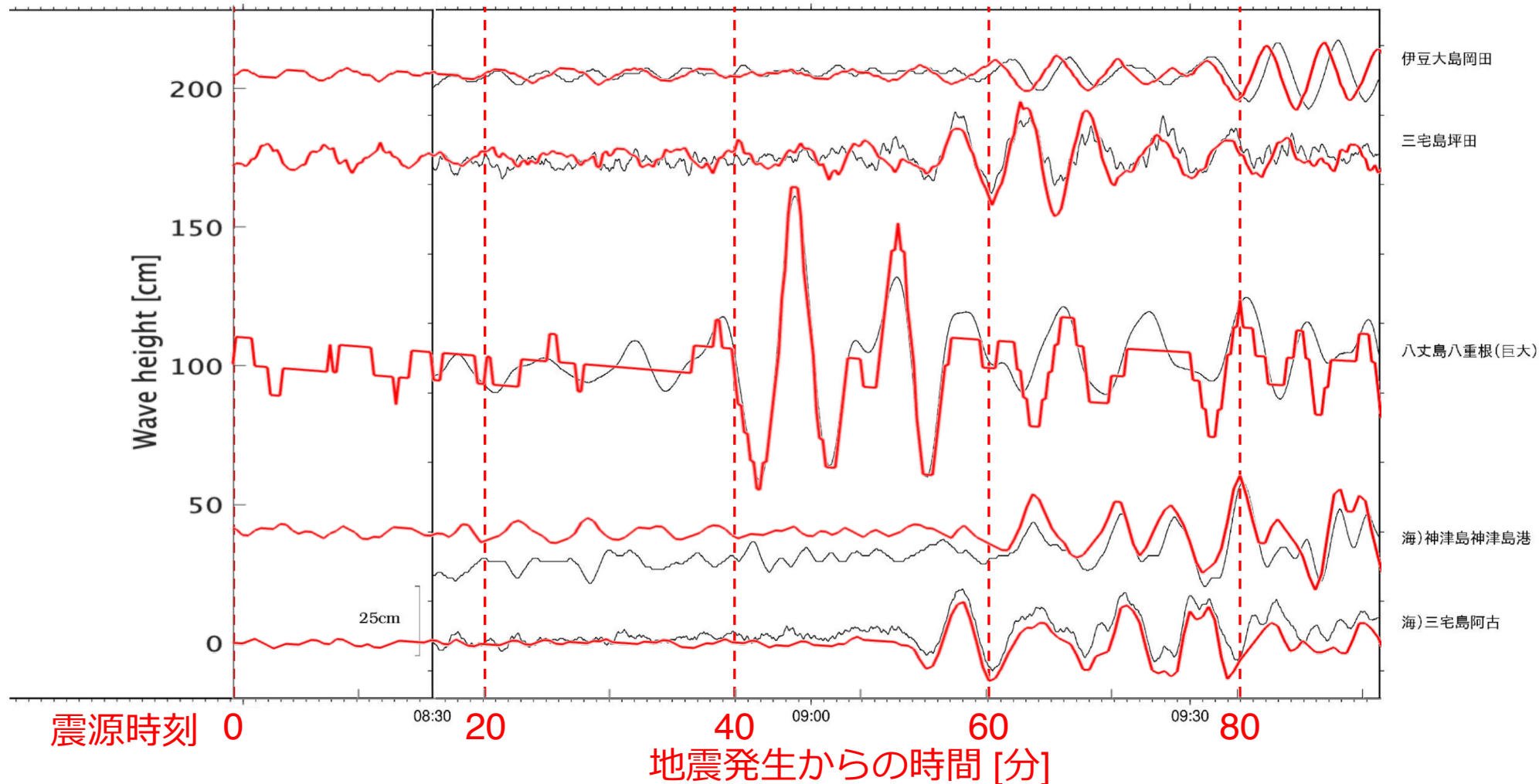
2024/9/27

9

地震の規模・特徴と同様，津波の規模・波形も過去の地震によるものとよく似ている

- 震源時刻を合わせて，2024年地震と2015年地震の津波波形を比較するとほとんど波形が一致する。
- 振幅については厳密に合わせていないが，ほぼ同規模といえる。

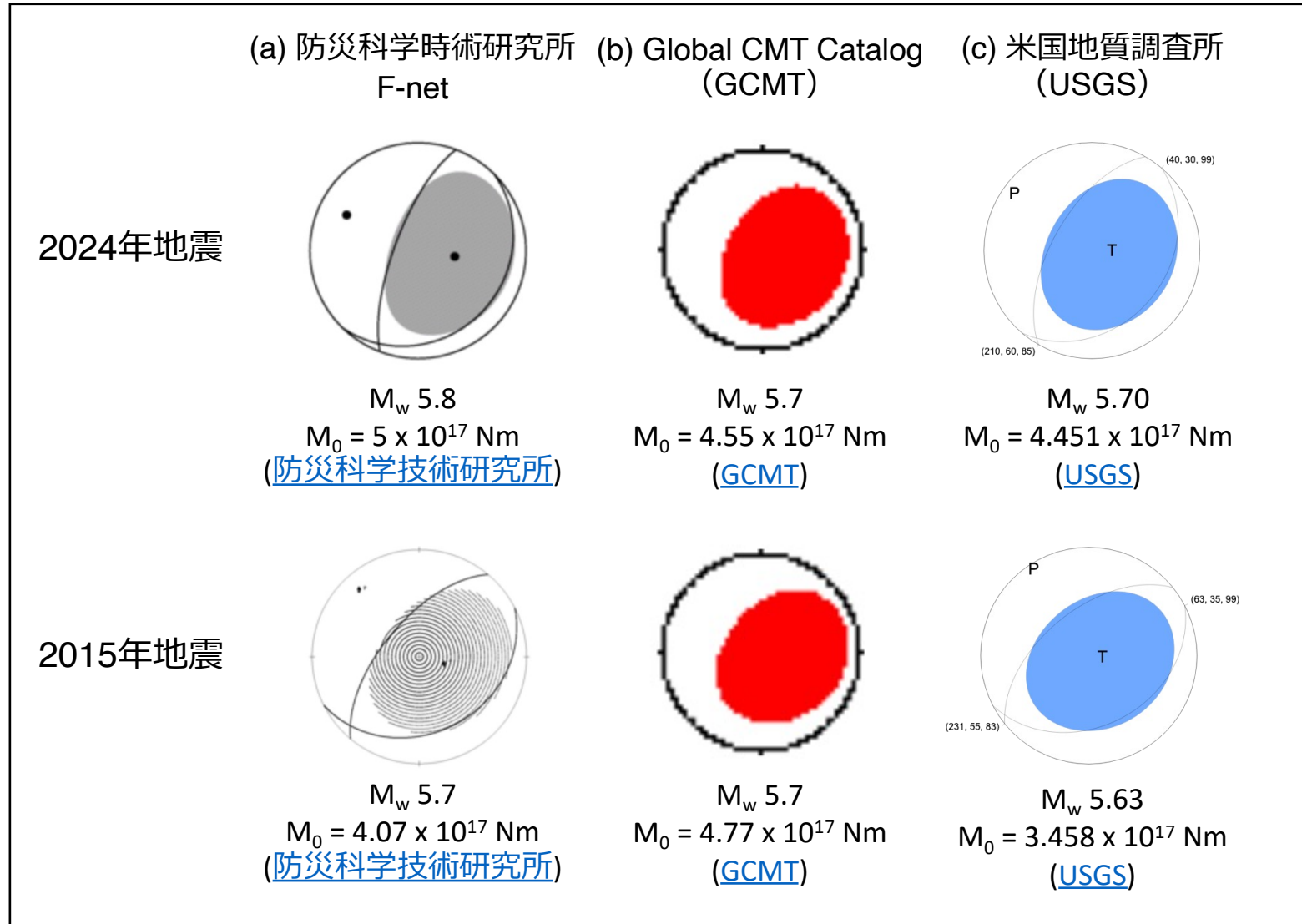
— 2024年9月24日地震の津波波形 — 2015年5月2日地震の津波波形



図：今回2024年9月24日の津波波形（黒線：気象庁資料より）と2015年5月2日の津波波形（赤）を重ねた比較図。震源時刻に1分以下の誤差が含まれること，振幅は厳密な比較ではないことに留意。

# 震源メカニズム解の比較: 2024年地震vs 2015年地震

複数の地震カタログで震源メカニズム解は圧縮軸を鉛直方向に持つCLVD型で、今回の地震と2015年地震は規模・メカニズムともに類似。



図：地震波放射パターンを示す震源メカニズム解について、2024年地震と2015年地震の比較。(a) 防災科学技術研究所, (b) Global CMT Catalog, (c) 米国地質調査所 より画像を引用。

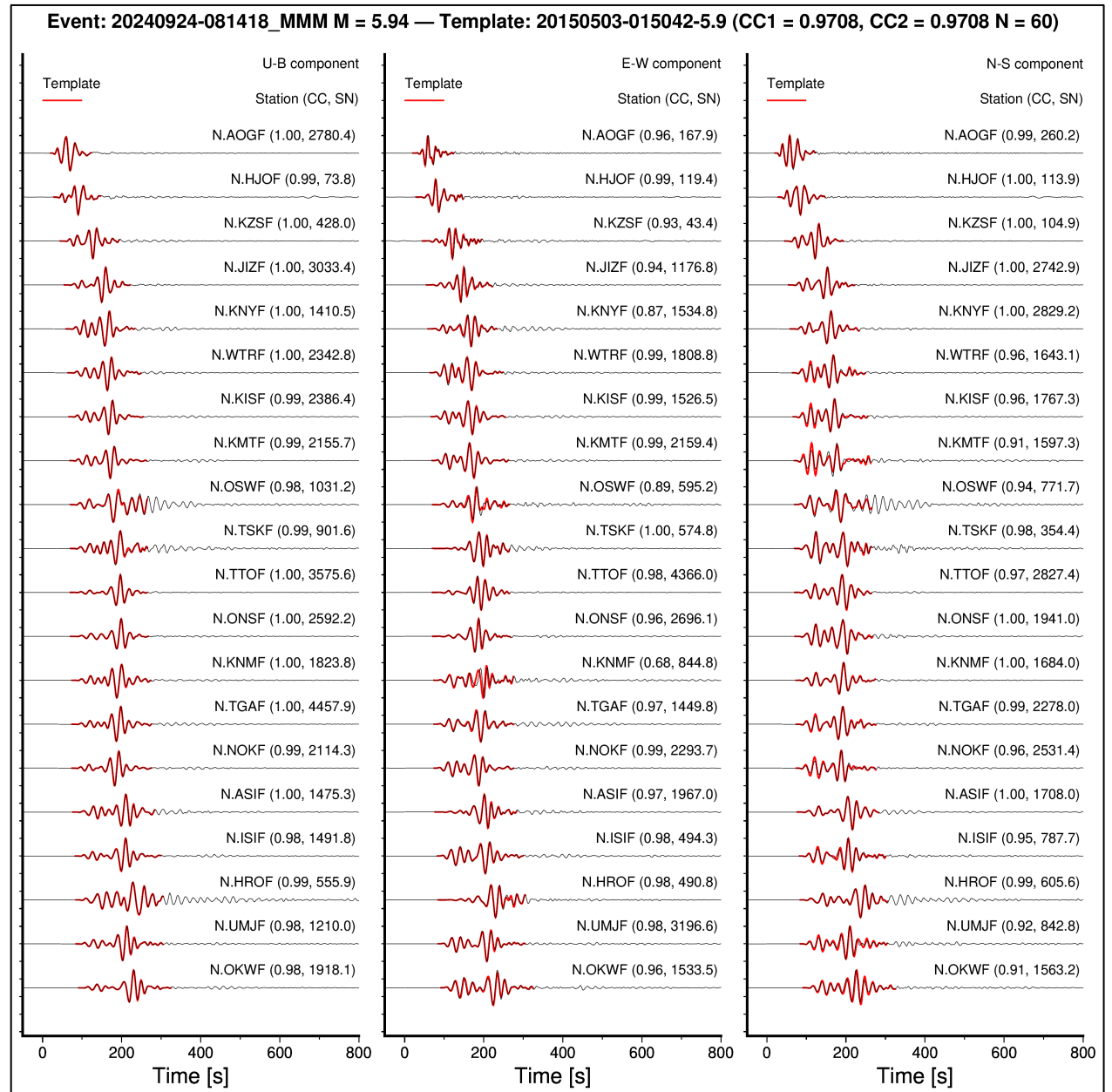
## 両者の長周期地震波の 波形・規模は酷似していた

### ■ 下記のデータ・手法で二つの地震による 長周期地震波波形の類似性を解析.

- 広帯域地震観測網 (F-net) の速度波形に  
0.02-0.05 Hzのバンドパスフィルター
- 2015年地震の波形を切り出し、2024年9月  
24日の連続波形記録に対してテンプレート  
マッチング手法を適用

### ■ 平均の相互相関係数は 0.97 と非常に高 い値をとり、平均の最大振幅比から算出 したマグニチュード差も0.04であった (2024年が0.04大きい).

図：防災科学技術研究所の広帯域地震観測網F-netの記録で、  
2015年地震（赤線）と2024年地震（黒線）の地震波波形を比較し  
た図。左から上下成分、東西成分、南北成分における波形を示す。  
CC: 各観測点・成分における相互相関係数, SN: シグナル/ノイズ  
比。波形の振幅はそれぞれの波形の最大振幅で規格化してある。



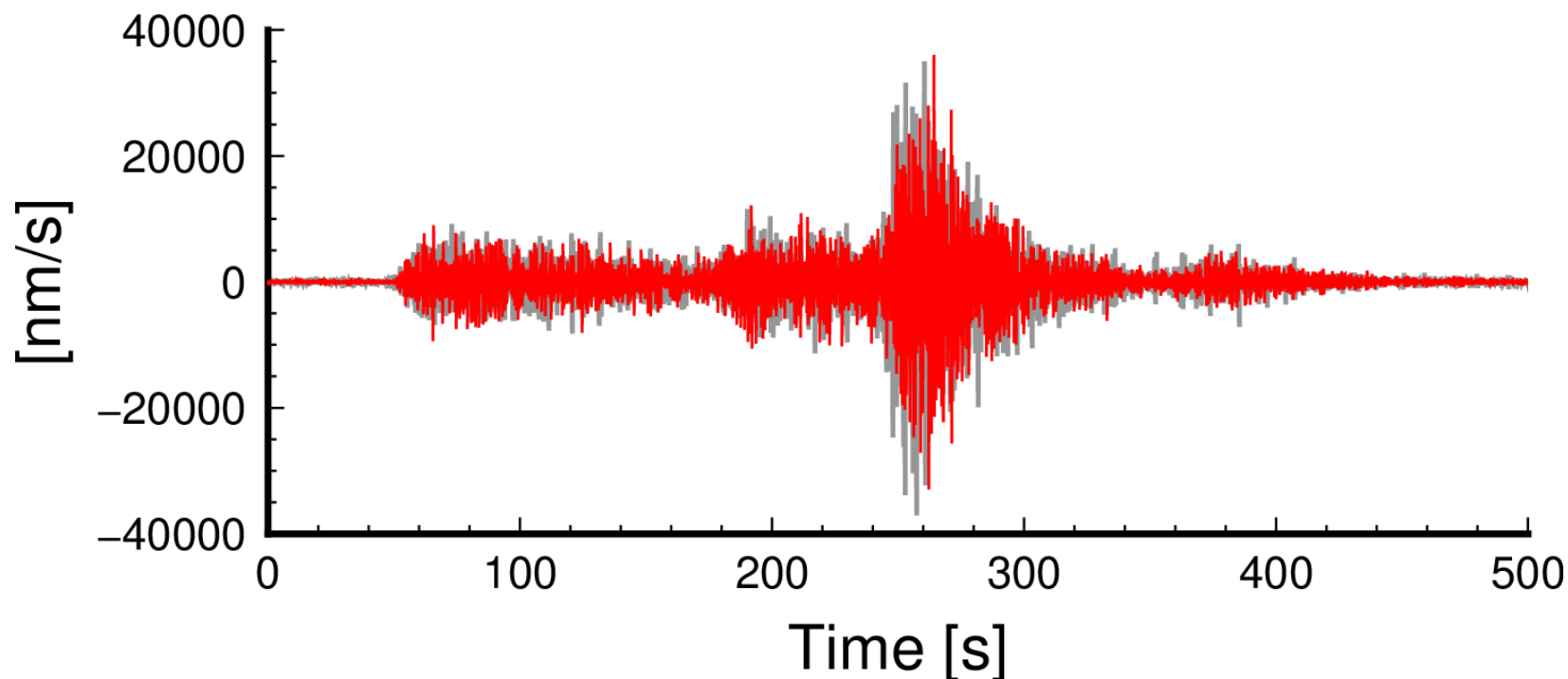


地震波の高周波成分はどうか？— やはり似ている

- 地震波の高周波成分を見ても、今回の地震と2015年の地震の波形はよく似ている。

— 2024年9月24地震の高周波地震波波形

— 2015年5月2日地震の高周波地震波波形



図：東京大学地震研究所  
助教 武村俊介氏による資料提供。DONETのKMB06  
点の海底地震計記録に、  
1-5Hzのバンドパスフィル  
ターをかけた速度波形。

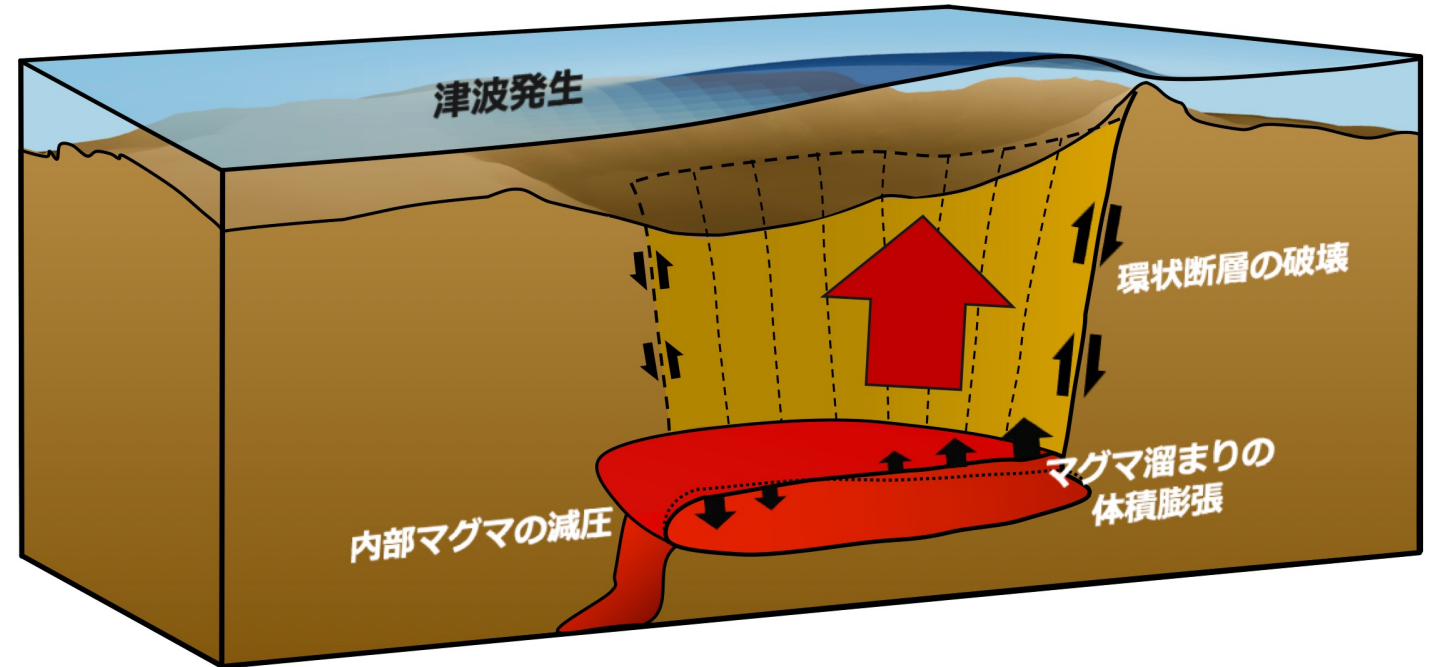
今回、過去にスミスカルデラで発生してきた地震・津波と同じ現象が発生した。  
= 「トラップドア断層破壊による海底カルデラの隆起現象」

## 火山活動に起因するトラップドア断層破壊による火山隆起現象

- 「トラップドア断層破壊」によるカルデラ火山の急激な隆起が津波の原因であると考えられる。

### 「トラップドア断層破壊」とは？

- カルデラ火山の地下にあるマグマ溜まり内に、長時間かけて蓄積したマグマの圧力を駆動力とする
- 地震発生時、マグマの圧力を駆動力として、円形に伸びる断層構造が一気に破壊しながら、岩盤が大きく持ち上がり、海底の地盤が隆起する。それによって海水が持ち上がり、津波が発生する。
- 地下浅くで起こる現象であるため、地震規模の割に大きな津波が引き起こす。



同現象についてのより詳しい解説は 地震研「[最近の研究](#)」を参照のこと。

図：トラップドア断層破壊の模式図 (Sandarbata et al. (2022) の図を修正)



# 過去の事例を踏まえた今後の見通し

過去のスミスカルデラの事例では静穏化する可能性が高い。  
一方、別の火山ではトラップドア断層破壊が噴火開始の引き金になった。  
今後も火山活動に注視する必要がある

■過去のトラップドア断層破壊の観測事例から、今後の見通しとして2つのシナリオが考えられる

## ① シナリオ1：活動の静穏化

- 過去にスミスカルデラで発生したトラップドア断層破壊の後には、特に目立った地震・火山活動および津波は観測されておらず、活動が静穏化したと見られる。
- この事例に基けば、今回の地震・津波の後にも静穏化する可能性がある。

## ② シナリオ2：別の火山活動フェーズへの移行

- 一方、トラップドア断層破壊が発生する陸上火山であるガラパゴス諸島・シエラネグラ火山では、2005年と2018年にトラップドア断層破壊発生後、いずれも数～十時間以内に噴火活動が開始した。
- この事例に基づくと、今回のスミスカルデラでのトラップドア断層破壊が、海底噴火などの別の火山活動フェーズに移行する可能性もある。

## 参考にした情報

- 気象庁
  - [令和6年9月24日08時14分頃の鳥島近海の地震について](#)
  - [令和6年9月24日08時14分頃の鳥島近海の地震の震源要素更新について](#)
- 防災科学技術研究所 F-net 震源メカニズム解カタログ  
<https://www.fnet.bosai.go.jp/event/tdmt.php?id=20240923231300&LANG=ja>
- Sandanbata, O., Watada, S., Satake, K., Kanamori, H., Rivera, L., & Zhan, Z. (2022). Sub-decadal volcanic tsunamis due to submarine trapdoor faulting at Sumisu Caldera in the Izu-Bonin arc. *Journal of Geophysical Research, [Solid Earth]*, 127(9), e2022JB024213.  
<https://doi.org/10.1029/2022jb024213>
- 東京大学地震研究所 最近の研究 <https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/research/17626/>

## 使用したデータ

- 米国地質調査所 (USGS)  
<https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us6000ntz9/execute>
- Global CMT catalog <https://www.globalcmt.org/>
  - 防災科学技術研究所 地震・津波観測監視システム：DONET  
<https://www.seafloor.bosai.go.jp/DONET/>
  - 防災科学技術研究所 広帯域地震観測網 F-net  
<https://www.fnet.bosai.go.jp/top.php?LANG=ja>

- 気象庁 潮位計データ  
<https://www.jma.go.jp/bosai/map.html#contents=tidelevel>
- 海上保安庁 験潮データ  
<https://www1.kaiho.mlit.go.jp/TIDE/gauge/index.php>
- 日本水路協会 海底地形デジタルデータ
  - JTOPO30 <http://www.mirc.jha.jp/products/finished/JTOPO30/>
  - M7000シリーズ <https://www.jha.or.jp/jp/shop/products/btdd/>

## 使用したソフトウェア

- Google Earth <https://www.google.co.jp/earth/>
- ObsPy <https://docs.obspy.org/>
- HinetPy <https://seisman.github.io/HinetPy/>
- PyGMT <https://www.pygmt.org/latest/#>
- Seismic Analysis Code <https://ds.iris.edu/ds/nodes/dmc/forms/sac/>
- The Generic Mapping Tools <https://www.generic-mapping-tools.org/>

記して感謝申し上げます。

## ■ Version 1.0: 初版作成 (2024/09/25)

- Version 1.1: 「震源メカニズム解の比較：2024年地震 vs 2015地震」, 「長周期地震波形の比較：2024年地震 vs 2015地震」の追加. 「参考情報」の追加・修正.