

# トンガ海底火山噴火とそれに伴う津波の予測と災害に関する総合調査（19百万円）

## 研究計画（概要）

- 令和4年1月15日に、トンガ諸島付近のフンガ・トンガ-フンガ・ハアパイ火山で発生した噴火とそれに伴う津波について、総合的な調査を実施。
- 令和3～4年度にかけて、観測データ等の解析や自治体等への聞き取り調査などにより、今回の火山噴火とそれに伴う津波のメカニズム解明や、トンガ諸島および日本沿岸における被害・影響や自治体・住民の対応に関する分析などを行う。
- 本研究の取組や成果は、気象庁等にも共有するなどの連携を図り、津波警報等の発表を始めとした防災対策の改善にも役立てる予定。

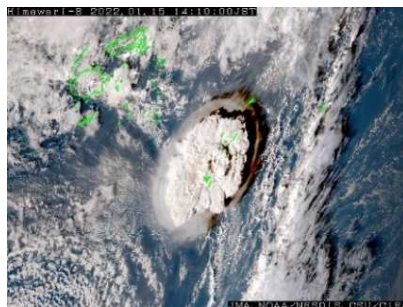
## 研究組織

研究代表者：佐竹健治 東京大学地震研究所 教授

東京大学地震研究所、東北大学災害科学国際研究所、京都大学防災研究所、北海道大学、山梨大学、東京大学、中央大学、広島工業大学、山口大学、高知工科大学、鹿児島大学、防衛大学校、気象庁気象研究所、防災科学技術研究所、海洋研究開発機構、海上・港湾・航空技術研究所、建築研究所、山梨県富士山科学研究所（全18機関、計24名）

## テーマ1：火山噴火現象の解明

- 多項目観測による浅海火山爆発過程の解明
- 火山噴火による大気波動の励起メカニズムの解明
- 噴火シミュレーション・規模推定



▼気象衛星ひまわり画像（1/15 14時10分）  
（気象庁）

## テーマ3：トンガ噴火性津波による我が国沿岸域への影響調査

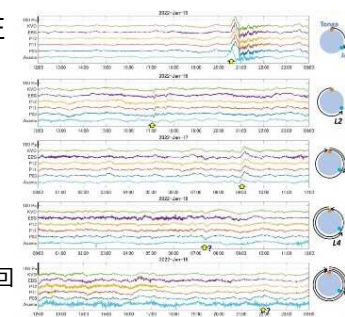
- 沿岸域での被害実態及び生態系への影響の把握
- 観測された津波の外力と被害との関係の解明
- 今後の課題や対応策の整理
- 得られた情報・知見の海外（特に小島嶼開発途上国など）への提供と支援



▼転覆した漁船（高知県）（共同通信提供）

## テーマ2：火山性大気波動などによる全球規模での津波発生・伝播メカニズムの解明

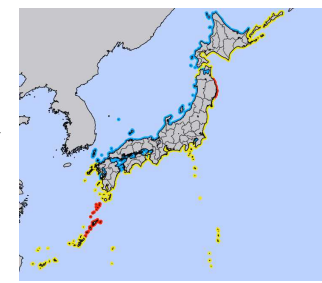
- 国内外の微気圧観測データの解析による伝播特性の解明
- 大気波動の海面の進行に伴って先行する津波の発達・増幅に関する解析
- 噴火に伴う津波発生メカニズムの解明と火山性津波の予測手法の開発



▼日本の火山空振観測点で捉えた地球を周回する大気Lamb波（東京大学地震研究所）

## テーマ4：社会的影響・社会的側面の調査

- 国内における津波警報の発表と住民の対応に関する調査
- 現地・周辺国における噴火被害の状況に関する情報収集



▼津波警報等の発表状況（1/16 04時07分）  
（気象庁）

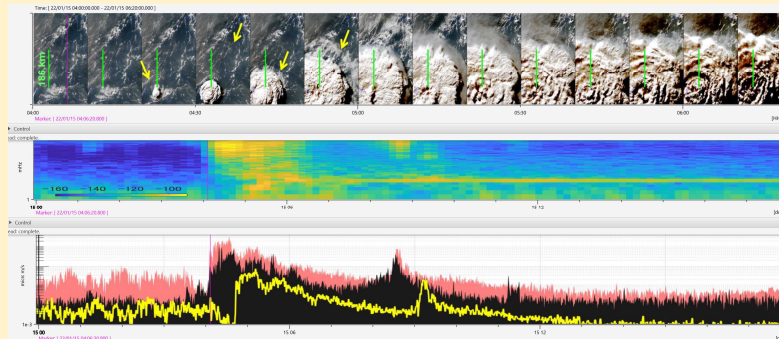
# テーマ1. 火山噴火現象の解明

## (1) 多項目観測による浅海火山爆発過程の解明

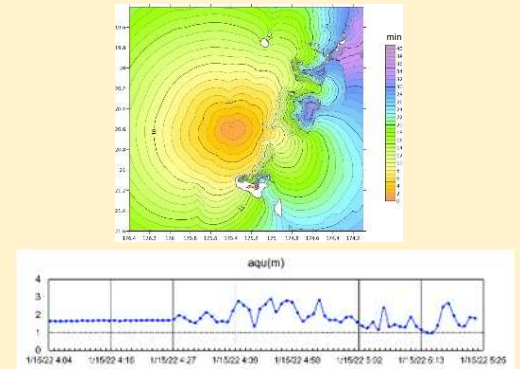
衛星データ、気象データ、地震・空振等地球物理観測に基づき、浅海での火山爆発過程を解明

同じ浅海爆発である福徳岡ノ場や、過去の類似噴火(クラカタウ噴火など)との比較研究を実施

岩石サンプル分析によるマグマ物性の推定



地震・空振データ解析+衛星画像により噴火推移の詳細を把握



津波観測波形とシミュレーション波形の比較により、噴火現象の物理や時系列を制約

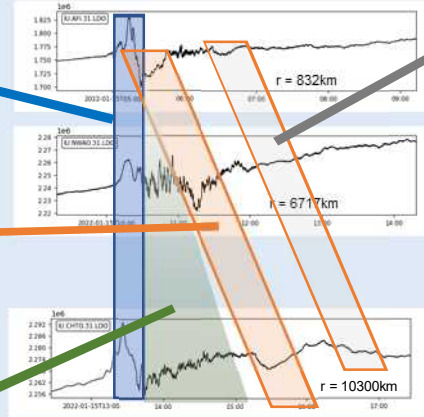
## (2) 火山噴火による大気波動の励起メカニズムの解明

グローバル微気圧観測データにより、噴火による大気波動の励起メカニズムを解明。大気波動による津波励起メカニズムの推定

ラム波  
分散性弱い  
位相速度 ~ 310 m/s

中間圏界面以下に  
捕捉された  
内部重力波?  
位相速度 ~ 250 m/s  
津波と共鳴  
@ 水深6000m

音波  
反射、屈折しつつ  
さまざまな経路で伝播



内部重力波

励起プロセスは?

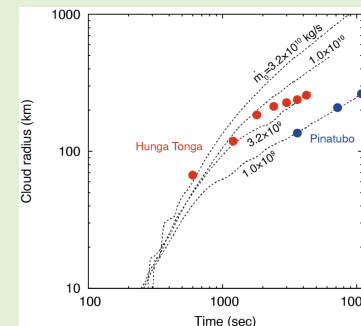
ガス質量源  
海水を蒸発させる  
火山ガスの放出

熱源  
直接大気を加熱  
水蒸気が上空で凝結

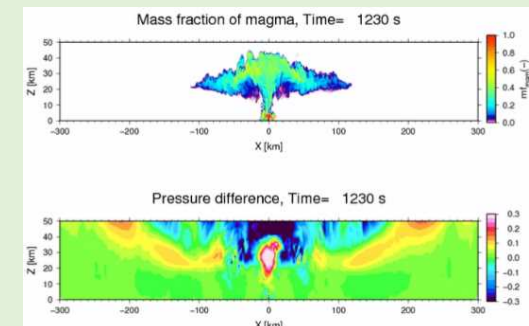
運動量源  
噴煙ジェット  
噴煙柱の重量

## (3) 噴火シミュレーション・規模推定

3D噴火シミュレーションによる、噴火規模と噴火強度の推定。火山灰輸送および圧力伝播の再現。



噴煙傘の広がりが速度から  
噴出率を推定

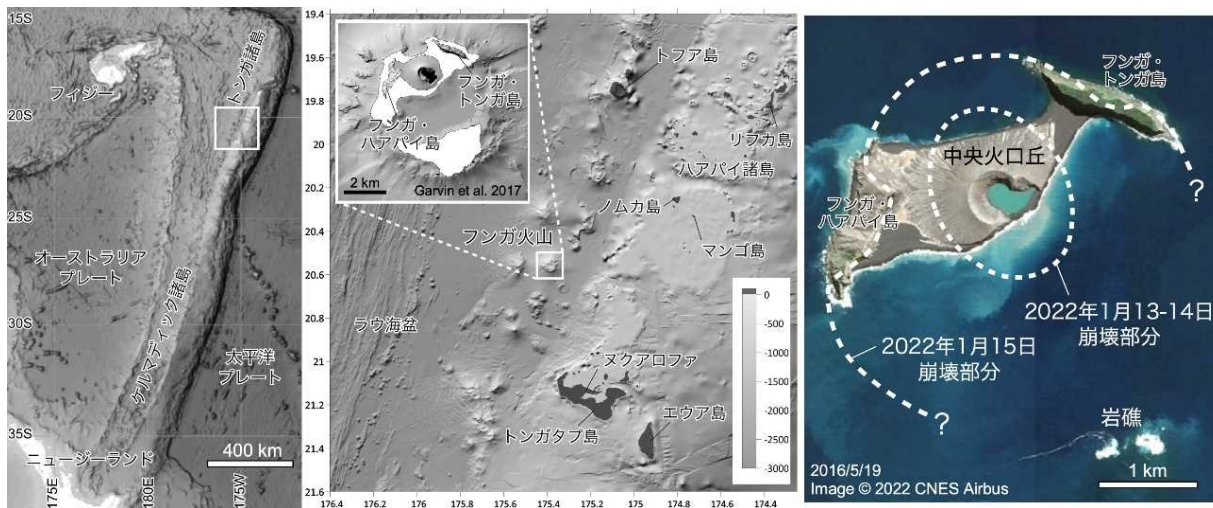


3D噴煙シミュレーションによる火  
山灰輸送と圧力変動

# テーマ1. 火山噴火現象の解明

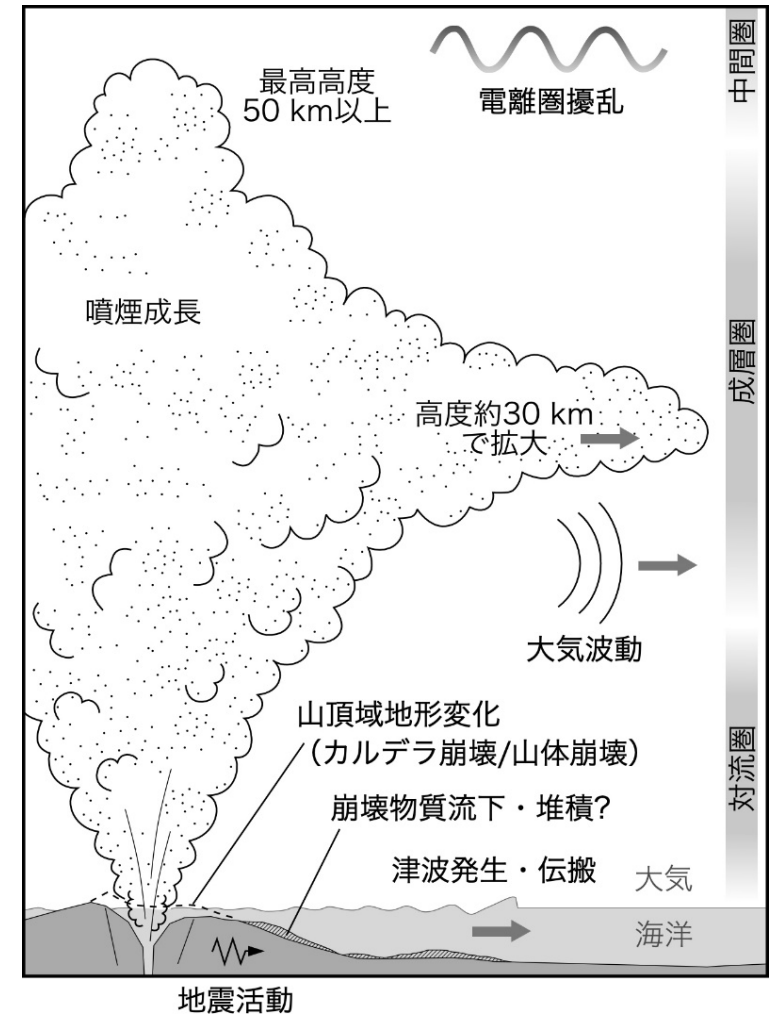
2022年フンガ火山噴火で発生した主な現象を整理(模式図)

- 衛星画像に基づく噴火による地形変化を解析。
- 発生した表面現象やその推移を整理。
- 海底重力流や津波のシミュレーションを実施し噴火過程を検討。
- 1883年クラカタウ噴火と特徴を比較



フンガ火山の位置および周辺の下地地形図。広域(左)には GEBCO\_2021, 近傍域(中央)にはGMRT ver.4.0を使用。フンガ火山(中央図の左上)はGarvin et al. (2017)を引用。白色はデータ欠損部。右の写真は噴火前のフンガ火山(2016年)と2022年噴火による地形変化の概要(Planet Labs PBC, CNESによる噴火前後の衛星画像から解釈)。

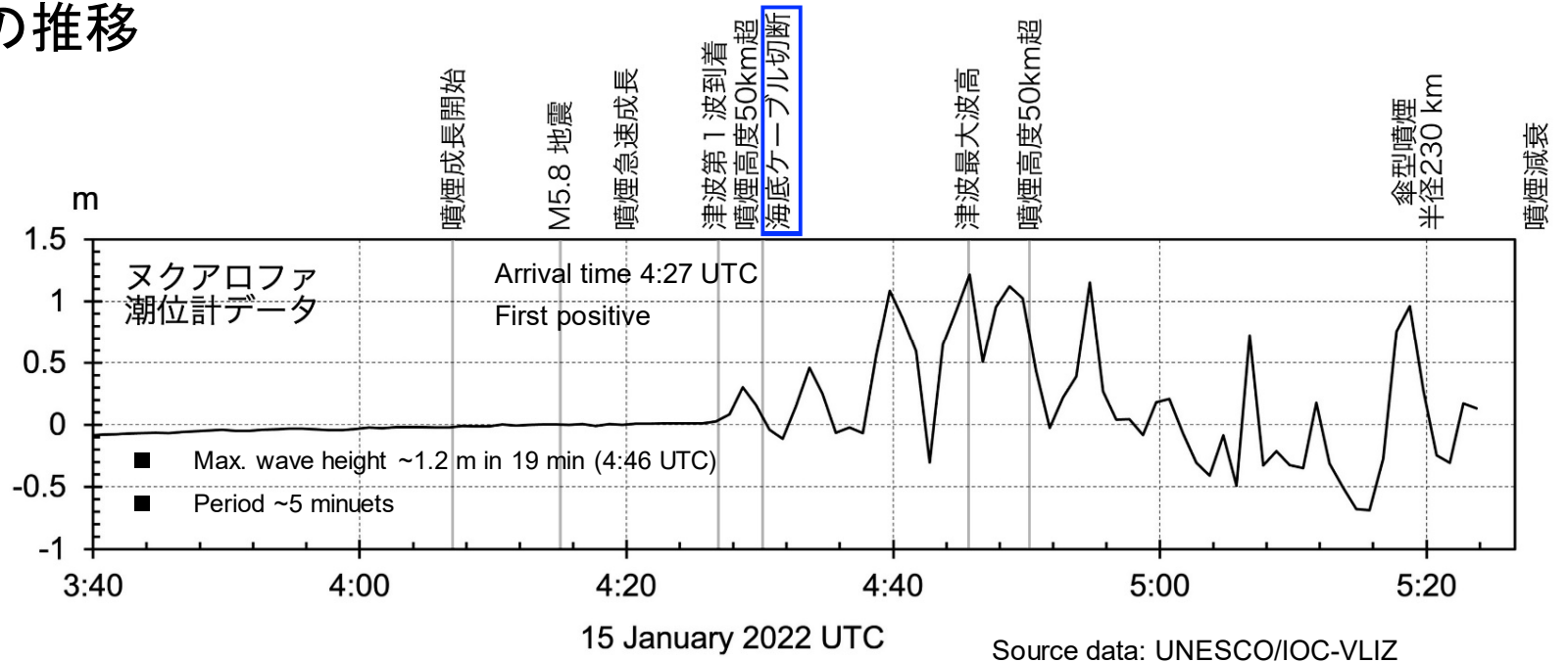
→ 火口は13日噴火から段階的に拡大



# テーマ1. 火山噴火現象の解明

## 2022年フンガ噴火の推移

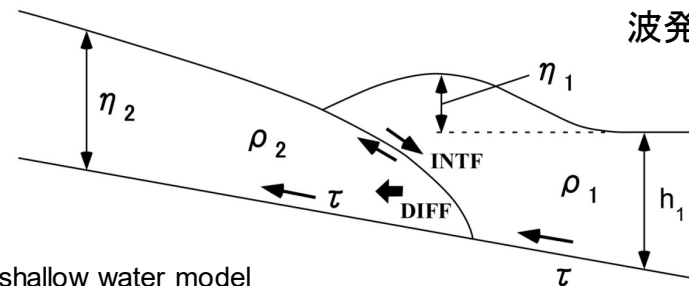
- 衛星写真の解析や潮位記録等をもとに噴火推移や津波のトンガタプ島への到着タイミングを整理。
- 海底ケーブル切断に伴う通信遮断の状況を調査。



噴火に伴う海底での**大量の物質移動**があったと考えられる。

- 山体崩壊や爆発に伴い海底重力流(岩屑なだれ?)が発生した可能性。
- 大量の物質移動により津波が発生した可能性。について数値計算により検討。

高密度重力流モデル(SLIDE model)により津波発生過程を検討



Two-layer shallow water model  
(Kawamata et al., 2005; Maeno and Imamura, 2011)

# テーマ1. 火山噴火現象の解明

## 海底重力流と津波のシミュレーション

高密度重力流の発生と海への流入を仮定

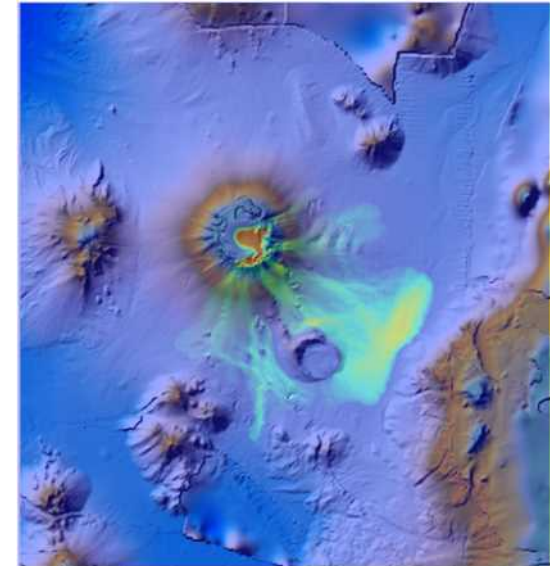
- 0.3 – 4.8 km<sup>3</sup>程度の崩壊量
- 密度は海水の2倍
- 崩壊位置は山体東側から南側
- 各種パラメータは先行研究をもとに設定

調査項目

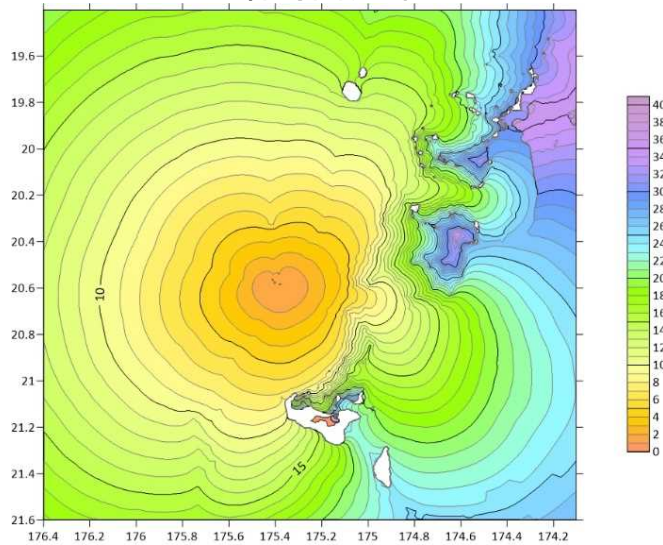
- 津波波高分布、波形、到達時間
- 海底重力流の分布、海底ケーブルとの位置関係

SLIDE 11  
1.4 km<sup>3</sup>  
SE collapse

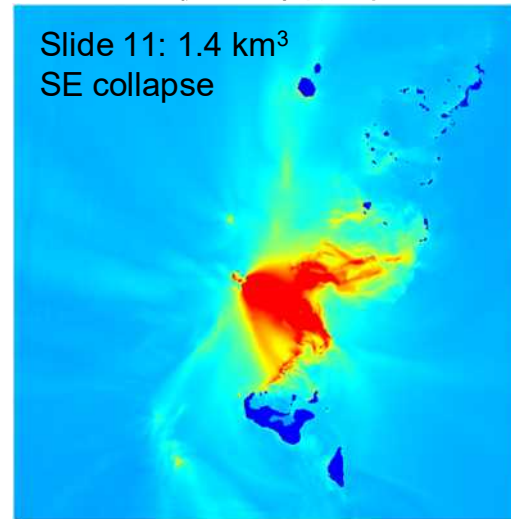
Submarine  
gravity  
flows



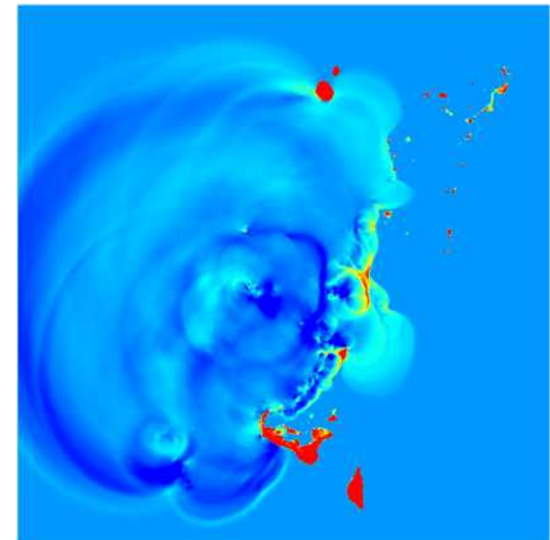
到着時間分布



最大波高分布



Tsunamis



# テーマ1. 火山噴火現象の解明

## 2022年フンガ噴火と1883年クラカタウ噴火との比較

類似の特徴をもつ1883年クラカタウ噴火（インドネシア）の時系列を整理し、2022年フンガ噴火との比較を行った。

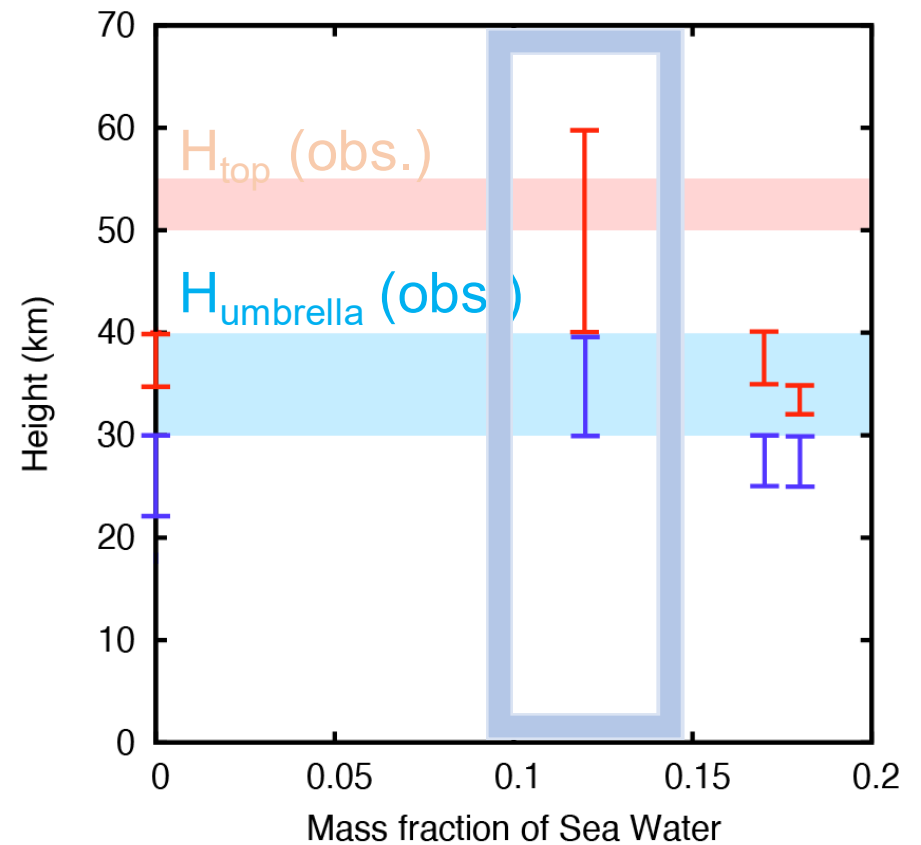
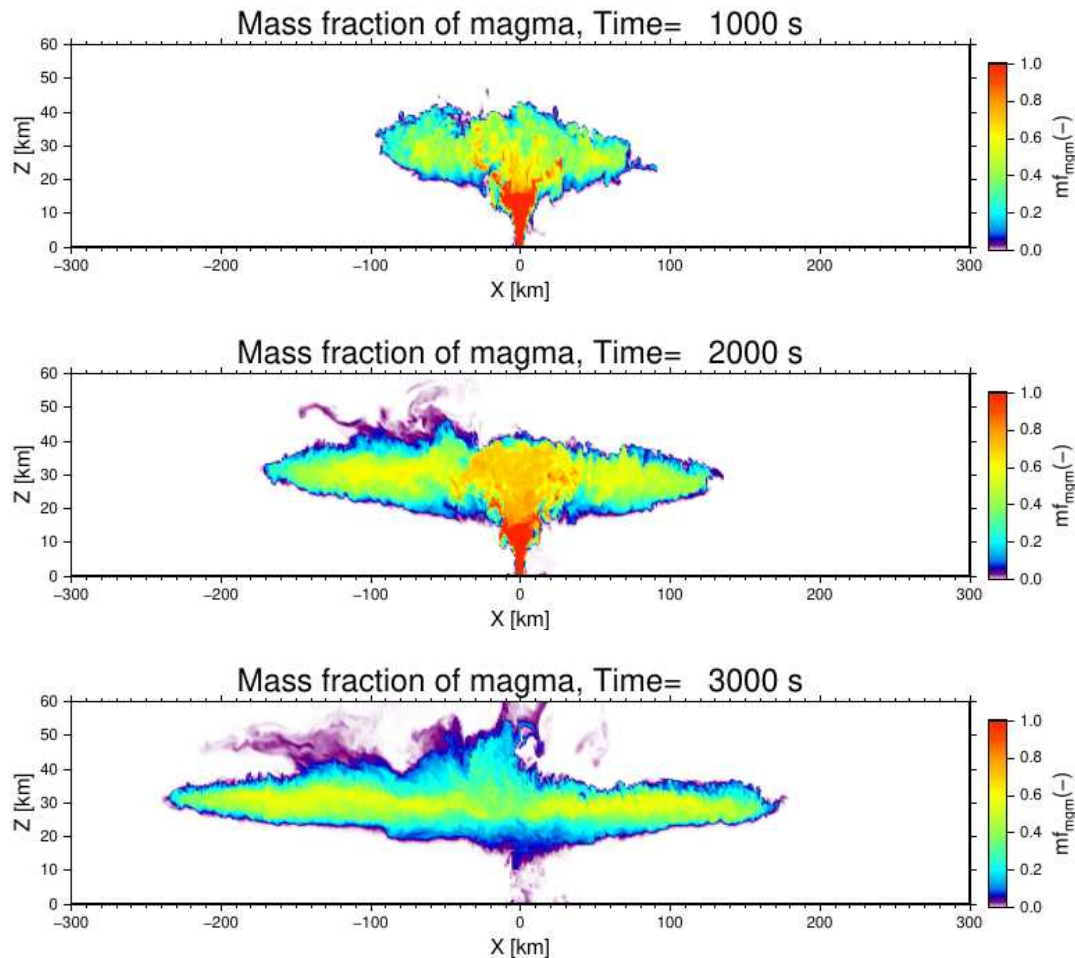
- 噴火規模は1883クラカタウ噴火の方が大きく、推移も異なる。
- 津波の特徴（最大波高タイミング、周期）も異なるため、発生メカニズムも異なる可能性がある。
- 2022フンガ津波の観測記録は、1883クラカタウ津波（火砕流による）のような単一のメカニズムによっては合理的に説明できない。複合的な給源モデル、海底情報にもとづくより確からしい初期条件と境界条件、また大気圧変動などの他の要因を考慮することにより、より良い制約を与えられる可能性がある。

	2022 Hunga	1883 Krakatau
Eruption type	Phreatomagmatic	Magmatic/Phreatomagmatic
Precursors	Increasing activity in a month A pause just before the largest explosion	Increasing activity in three months Continuous explosions toward the largest one
Deposits	Pyroclastic fallout, no ignimbrites?	Pyroclastic fallout, extensive ignimbrites
Volume	~1 km <sup>3</sup> or more	Submarine tephra 21.6 km <sup>3</sup> (9.7 km <sup>3</sup> DRE) plus subaerial tephra 0.8 km <sup>3</sup> (0.4 km <sup>3</sup> DRE)
Max. column height	50-55 km (satellite)	40-45 km (geological, witness)
SO <sub>2</sub> mass	40 × 10 <sup>7</sup> kg	4400 × 10 <sup>7</sup> kg
Trigger of tsunamis	Near-field: coupled? Far-field: pressure wave	Near-field: pyroclastic flows Far-field: pressure wave
Tsunami waveform	Short period, amplified with time	Long period, decayed with time
Max. runup height	~15 m?	36 m

# テーマ1. 火山噴火現象の解明

噴煙シミュレーション：噴煙高度を再現

東西鉛直断面での噴出物分布

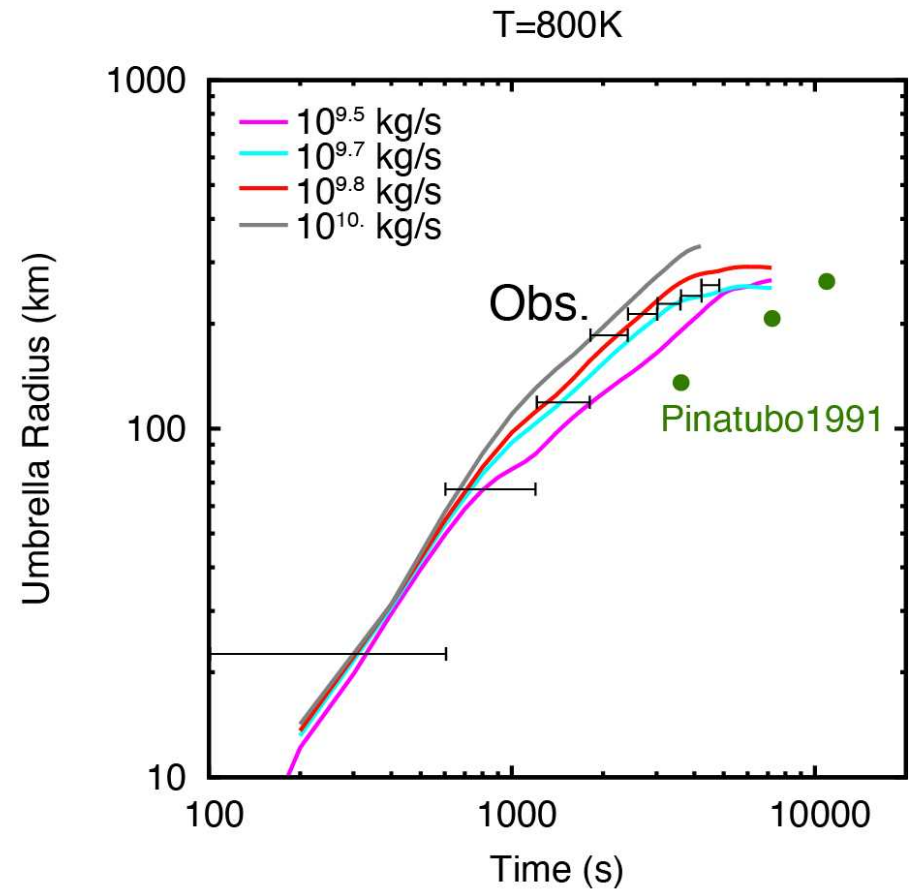
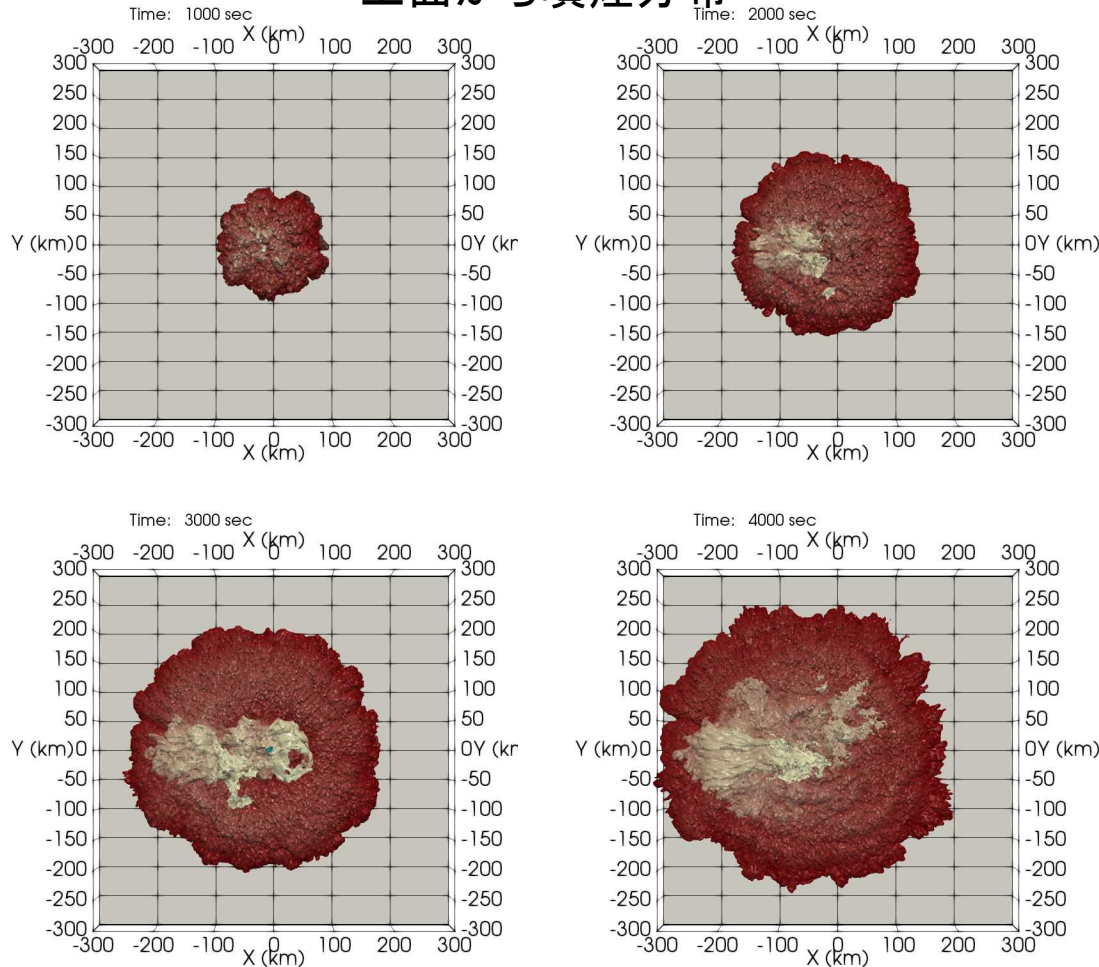


混合した海水量を推定

# テーマ1. 火山噴火現象の解明

## 噴煙シミュレーション：噴煙半径を再現

上面から噴煙分布



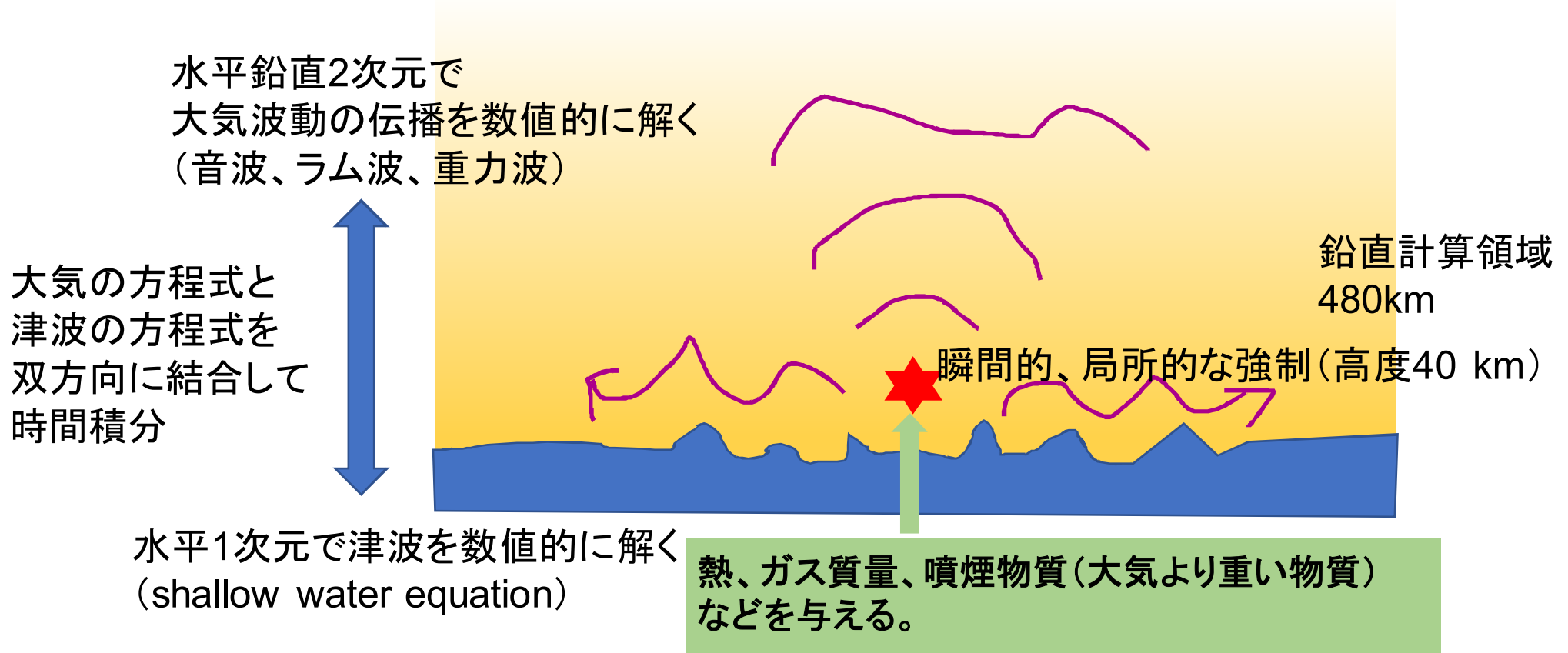
観測された噴煙半径をおおよそ説明



# テーマ1. 火山噴火現象の解明

## 熱・質量・浮力・鉛直運動量による波動励起

水平計算領域 3200km (または 12800km) 側面は周期境界条件  
解像度 水平 800m、鉛直 500m



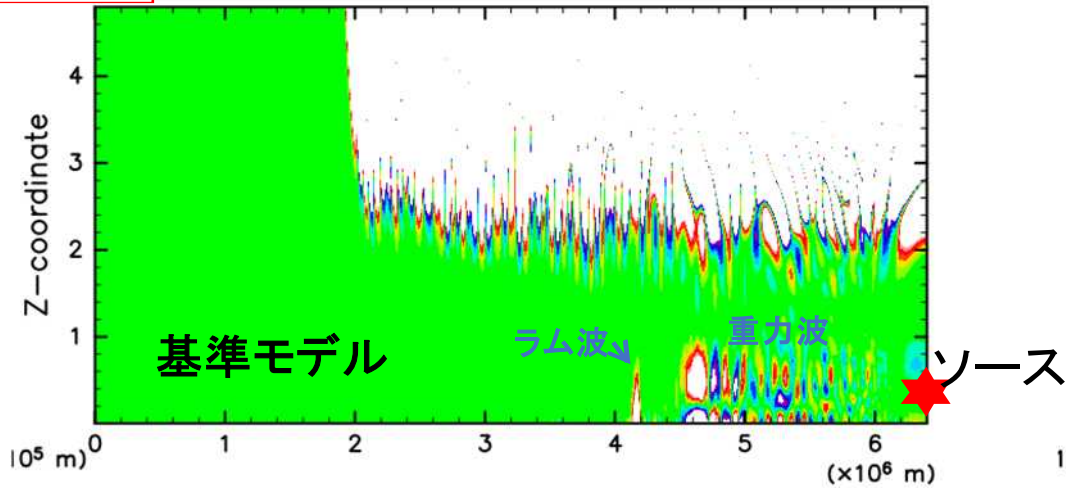
中島健介(2022, JpGU2022 U09-P12)

「トンガ火山噴火により励起された大気波動と津波の結合数値計算」

# テーマ1. 火山噴火現象の解明

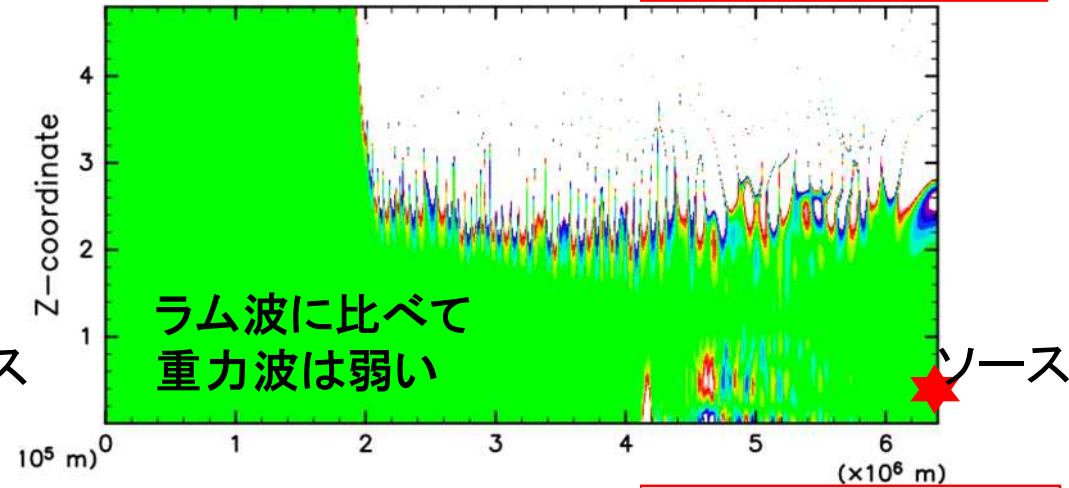
熱源

Pscale (Heat Source)



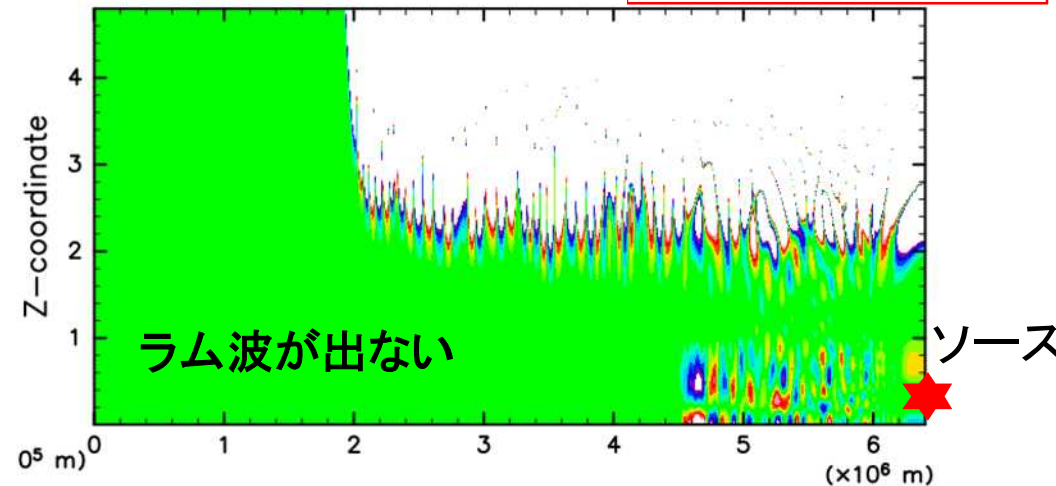
Pscale (Gas Volume

ガス質量源



Pscale (Solid Mass

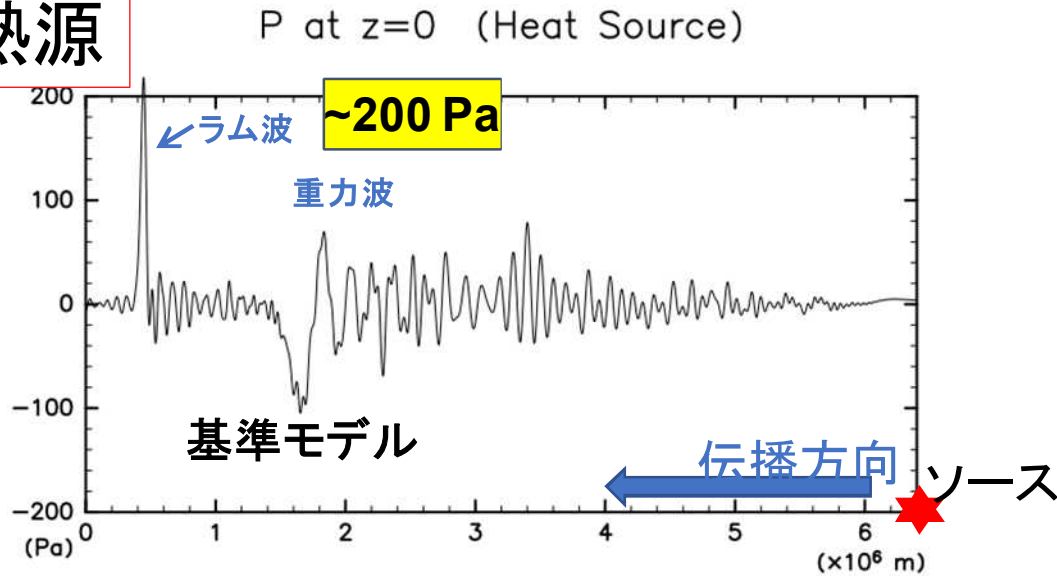
噴煙物質源



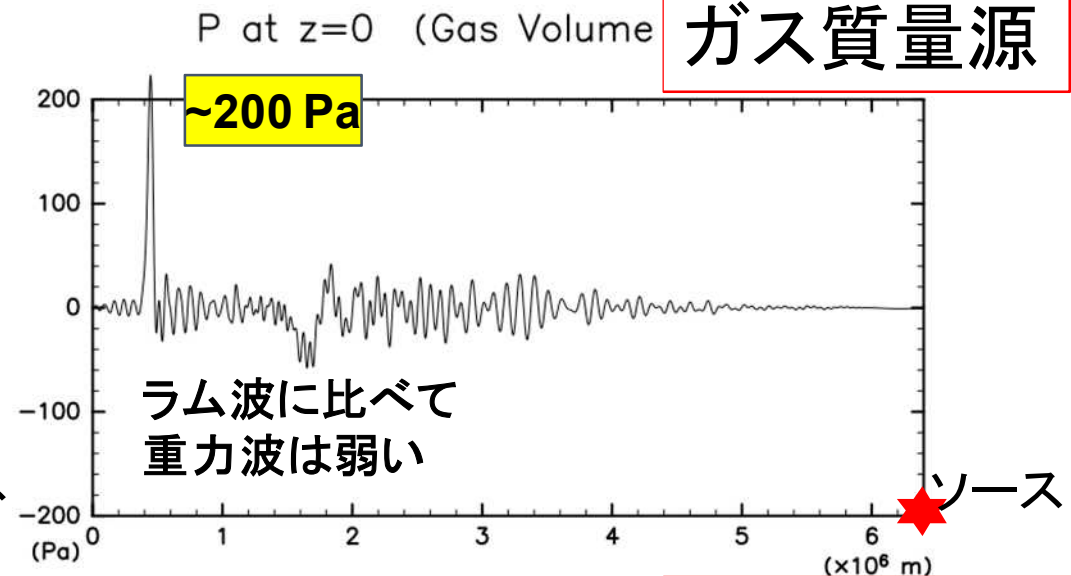
大気中の気圧偏差  
t=7200s  
ラム波・重力波の相対強度は励起源(噴火様式?)に依存

# テーマ1. 火山噴火現象の解明

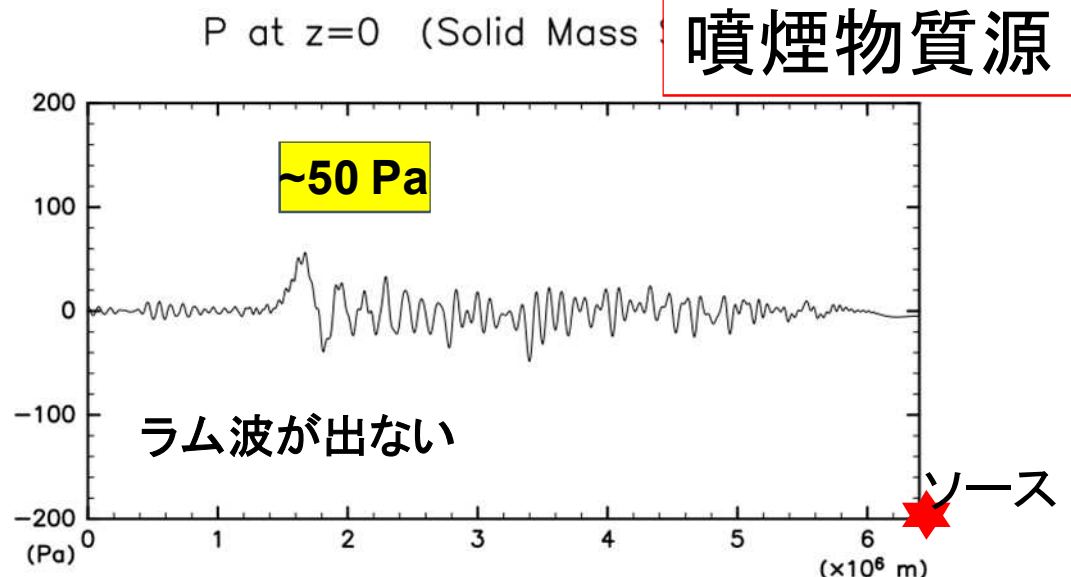
熱源



ガス質量源



噴煙物質源



海面気圧偏差

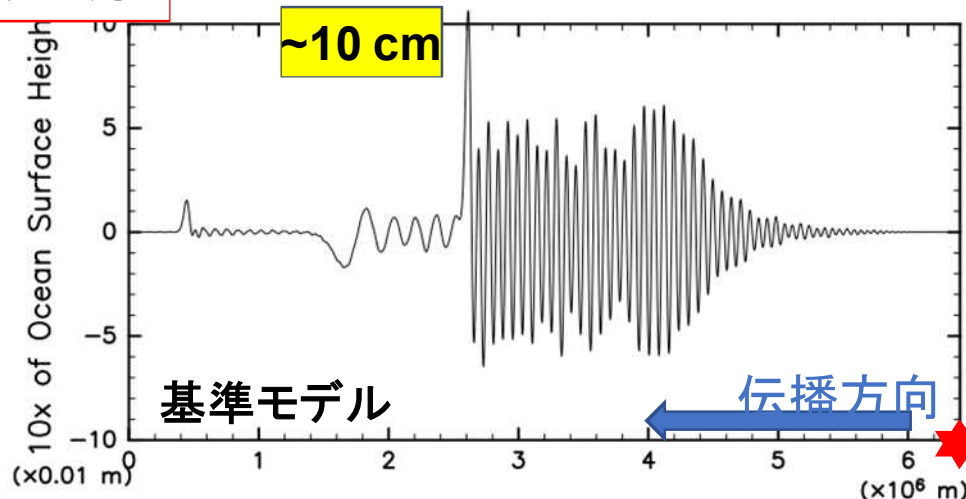
t=19200s

ラム波・重力波の相対強度は励起源(噴火様式?)に依存

# テーマ1. 火山噴火現象の解明

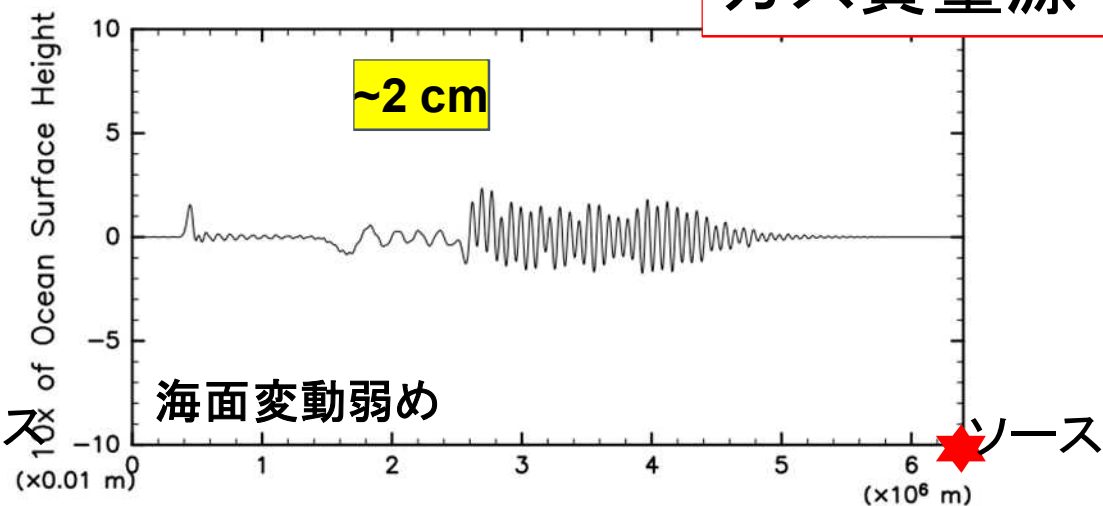
熱源

Sea level (Heat Source)



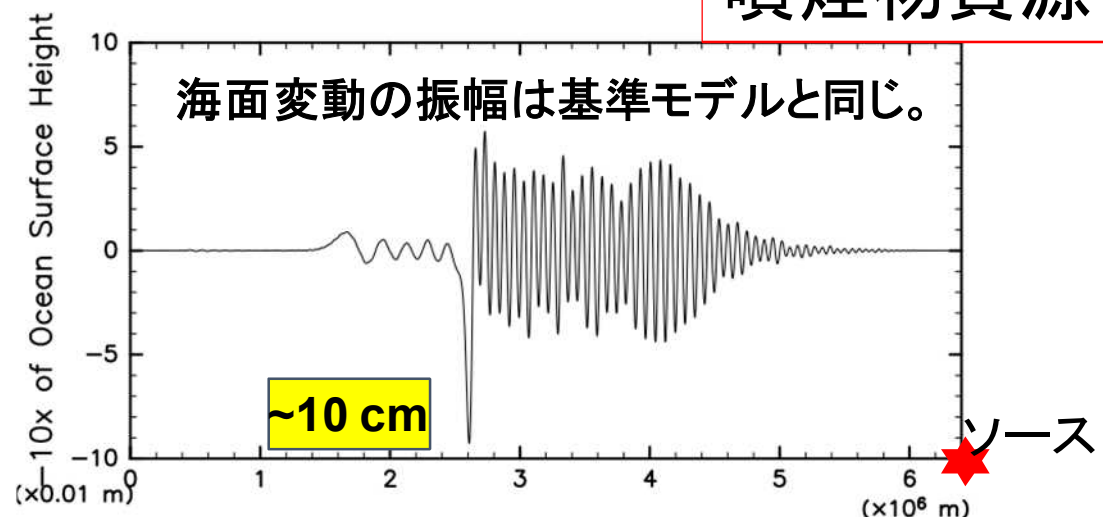
Sea level (Gas Volume

ガス質量源



Sea level (Solid Mass S

噴煙物質源



海面偏差 t=19200s  
津波最大振幅はラム波の有無より  
重力波振幅(波長が短い成分)が決める

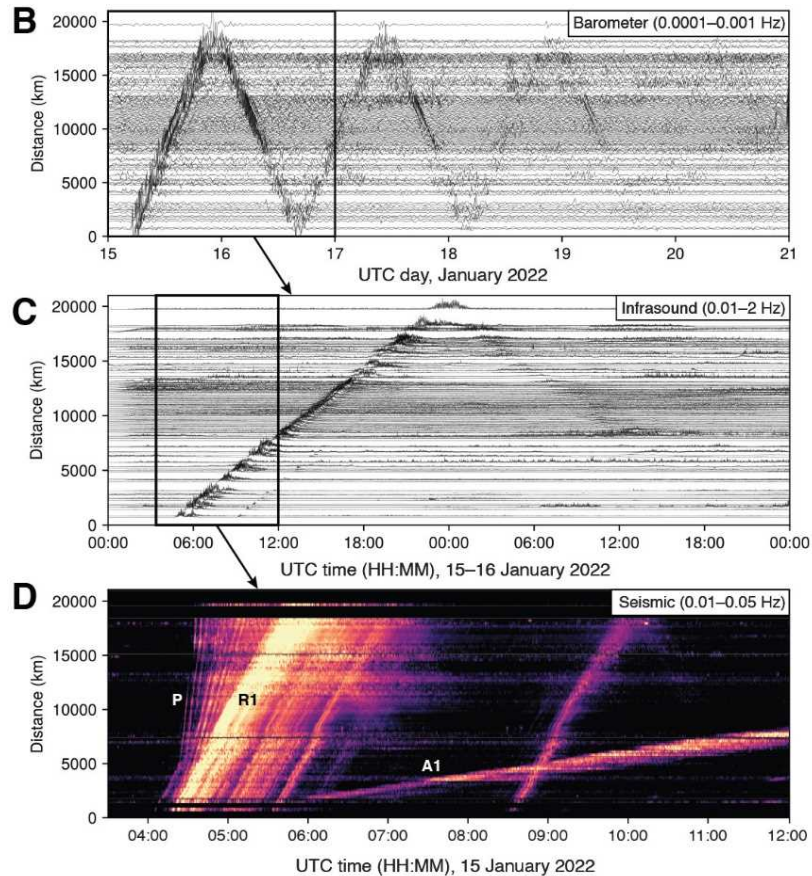
## テーマ2: 火山性大気波動などによる全球規模での津波発生・伝播メカニズムの解明

世界中で記録された大気変動と津波との関係を調べる

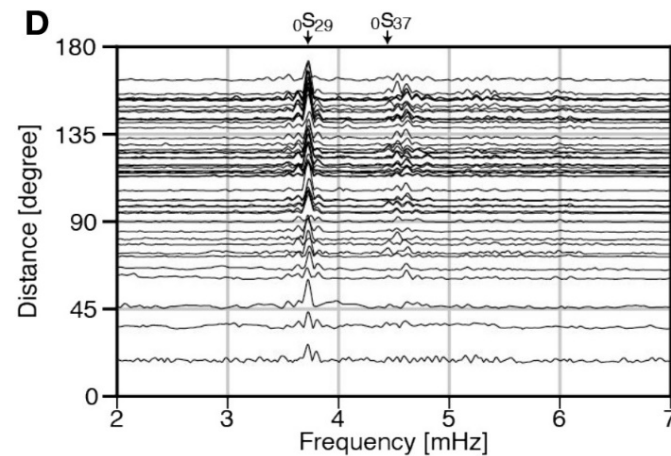
- 大気波動
  - 噴火後の近地・遠地大気波動の解明
  - ラム波・大気重力波による津波の励起機構の解明
  - 音波・地震波でみた火山噴火推移
  - GNSS観測による電離層擾乱
- 津波
  - 津波シミュレーションによる遅れた日本沿岸最大振幅の再現
  - あびきとの類似性と応用
  - 津波痕跡の現地調査: 過去の津波との比較
- 地震波・音波のイベント励起源の解明

進捗状況 Yamada and Ho (2022) <http://www.eqh.dpri.kyoto-u.ac.jp/~masumi/eq/tonga/index.htm>  
Fujii et al. (2022) <https://iisee.kenken.go.jp/staff/fujii/Tonga2022/tsunami.html>  
西田 (2022) JGL No.2 <https://www.jpgu.org/wp-content/uploads/2022/05/vol18no2.pdf>  
綿田 (2022) 岩波 科学 6月号

## テーマ2: 火山性大気波動などによる全球規模での津波発生・伝播メカニズムの解明



- 全球的に伝播するLamb波の観測
- Infrasonic の全球的な伝播も観測
- 地震波の全球的な伝播を見て取れる。固体地球と大気音波の共鳴モードも観測された

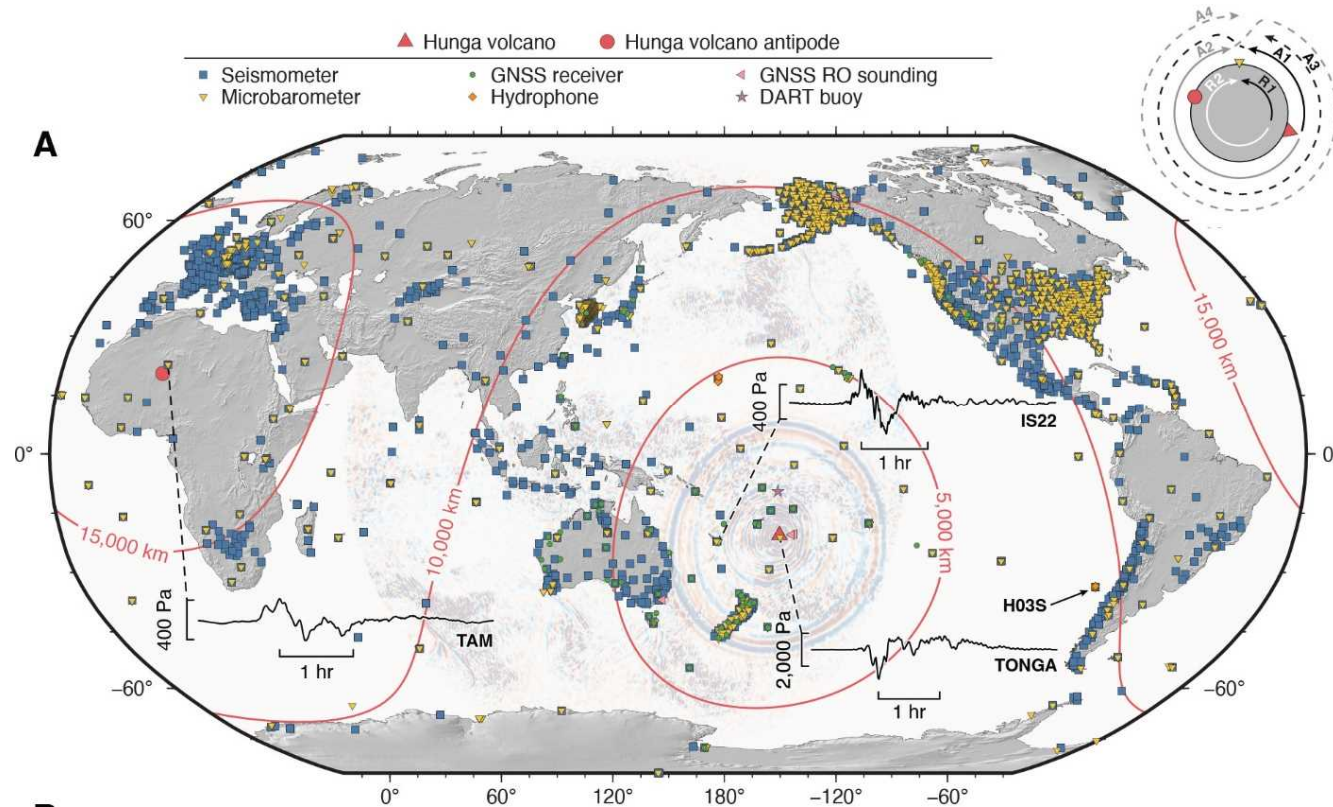


Matoza, R.; Fee, D., Assink, J.; Iezzi, A.; Green, D.; Kim, K.; Toney, L.; Nishida, K.; ... Watada, S.; ...; Ichihara, M *et al.*, Atmospheric Waves and Global Seismoacoustic Observations of the January 2022 Hunga Eruption, Tonga, *Science*, <https://doi.org/10.1126/science.abo7063>.

# テーマ2: 火山性大気波動などによる全球規模での津波発生・伝播メカニズムの解明

## 国際共同研究

- 著者: 76人、17カ国
- 多くの専門分野: 地震学・音響学・津波・電離圏・火山等
- Slack, google docs, zoom等のオンラインツールを利用した共同研究
- 多くの高品質のオープンデータを利用した。観測点数は1000点以上、100以上の異なるネットワークを、オープンソフトウェアを用いて解析
- 多項目観測に関する解析のコンパイル

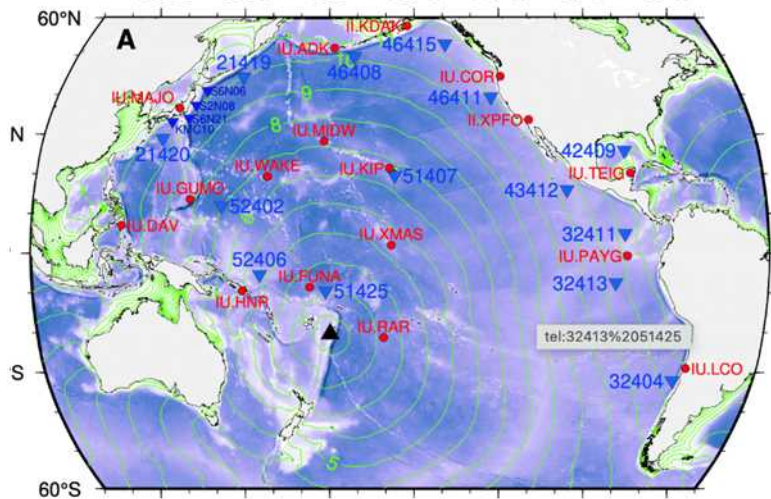


Matoza, R.; Fee, D., Assink, J.; Iezzi, A.; Green, D.; Kim, K.; Toney, L.; Nishida, K.; ... Watada, S.; ...; Ichihara, M *et al.*, Atmospheric Waves and Global Seismoacoustic Observations of the January 2022 Hunga Eruption, Tonga, *Science*, <https://doi.org/10.1126/science.abo7063>.

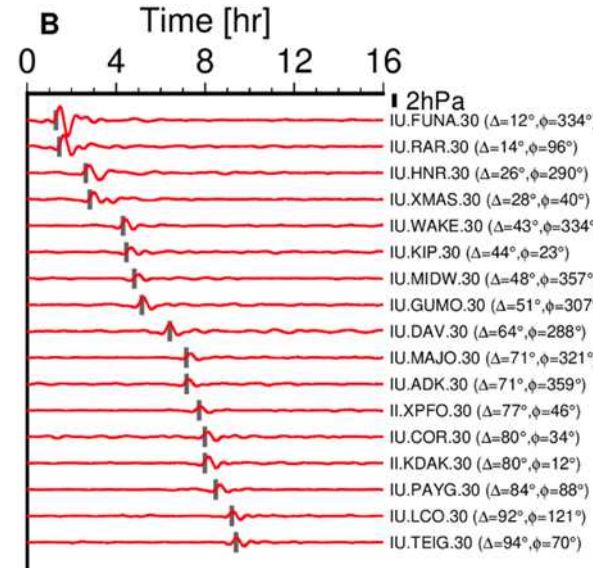
## テーマ2: 火山性大気波動などによる全球規模での津波発生・伝播メカニズムの解明

### 特徴 1) 通常の津波より早い到来

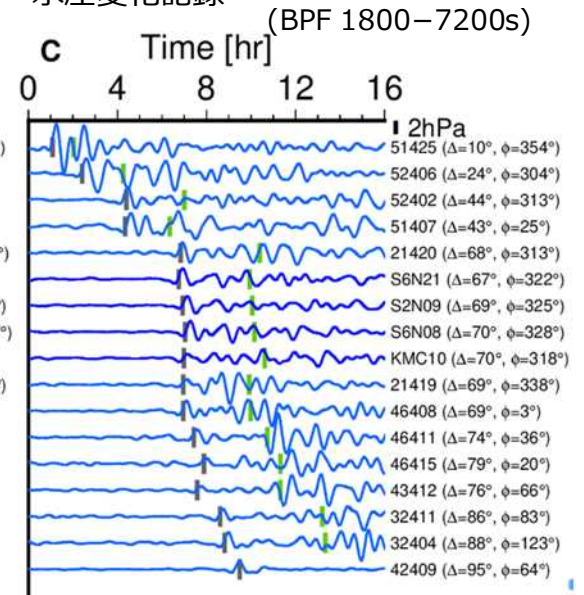
- 全球規模 (海洋, 湾の外)
- 気圧変化と水圧変化の統合解析
- 噴火にともなう津波発生メカニズムの考察



気圧変化記録



水圧変化記録



Kubota, Saito, Nishida (2022), Global fast-traveling tsunamis driven by atmospheric Lamb waves on the 2022 Tonga eruption, *Science*, <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abo4364>

緑: 津波伝播速度からの予測

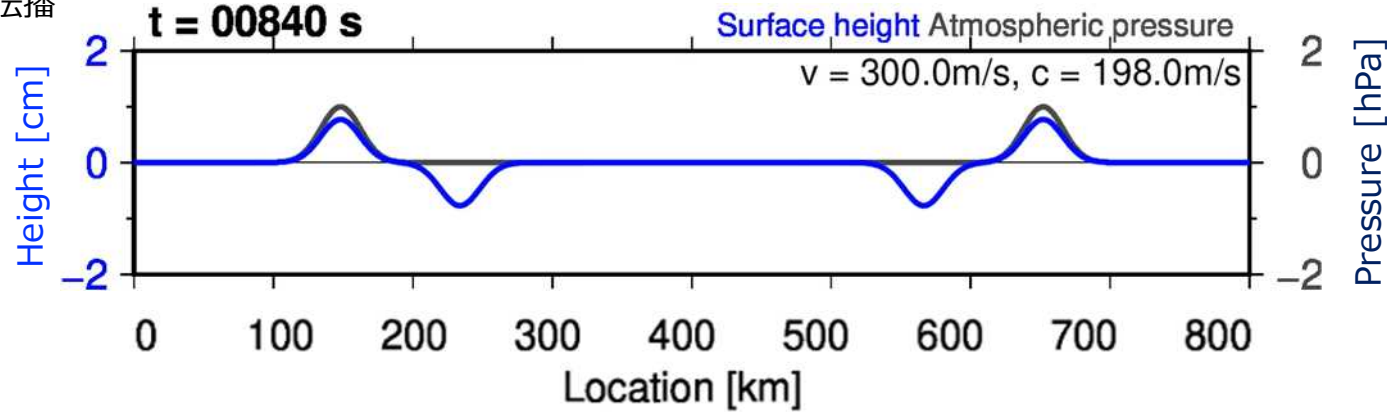


# テーマ2: 火山性大気波動などによる全球規模での津波発生・伝播メカニズムの解明

特徴 2) 大気圧の増圧時に水位が上昇

発生メカニズム その1 : 津波の伝播速度より速く伝わる海面変位 (~300m/s)

円筒波伝播



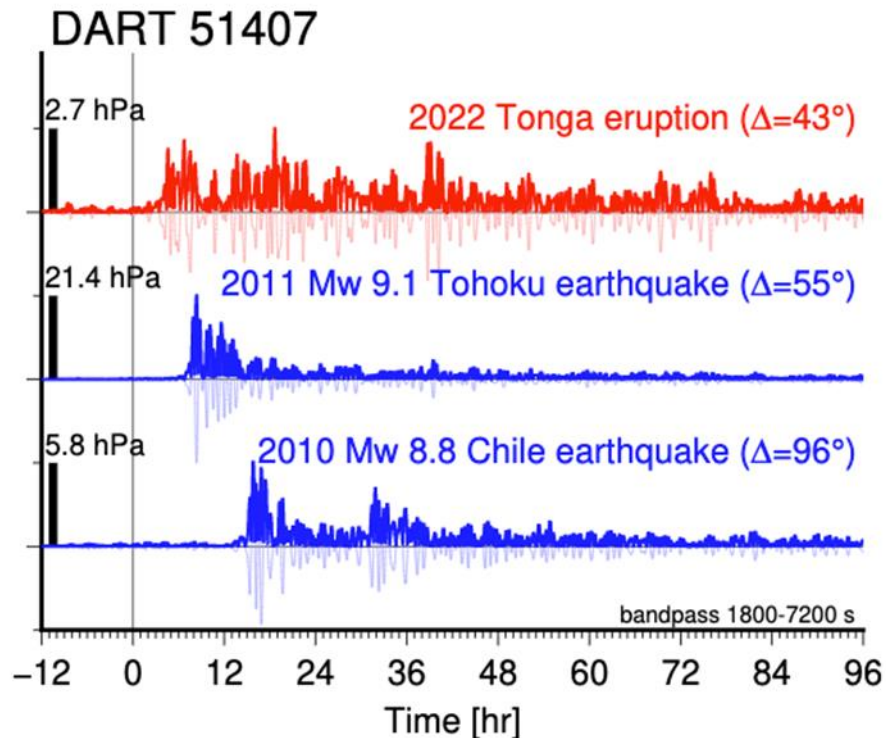
- 大気圧力波(Lamb波  $V_0=300\text{m/s}$ )によって強制的に海面変位が伝播 ( $\propto r^{-1/2}$ )
- 海面変位は時間とともに増加しない (共鳴しない)
- (補足) 海水体積保存により, 津波の伝播速度( $c_0 \sim 200\text{m/s}$ )で伝わる波の発生

(参考)

$$\eta(x, t) = \frac{1}{\frac{V_0^2}{c_0^2} - 1} \frac{p(x - V_0 t)}{\rho_0 g_0} - \frac{1}{2} \frac{1}{\frac{V_0}{c_0} - 1} \frac{p(x - c_0 t)}{\rho_0 g_0} - \frac{1}{2} \frac{1}{\frac{V_0}{c_0} + 1} \frac{p(x + c_0 t)}{\rho_0 g_0} \quad \text{Proudman (1929)}$$

## テーマ2: 火山性大気波動などによる全球規模での津波発生・伝播メカニズムの解明

特徴 3) 津波の継続時間が長い



1. 水の体積保存に従いLamb波強制振動津波を補うために生まれる津波 ( $\propto r^{-1/2}$ )
2. 火山での海底地殻変動・土砂流入等で発生する津波 ( $\propto r^{-1/2}$ )
3. 微弱な大気重力波 ( $V_0 \sim 200\text{m/s}$ ) によって増幅する津波 (共鳴,  $\propto t^{+1/2}$  or  $r^{+1/2}$ )

## テーマ2: 火山性大気波動などによる全球規模での津波発生・伝播メカニズムの解明

- 津波の伝播速度より速く伝わる海面変位
  1. Lamb波 (300m/s) による海面の強制振動 + 海底地形による津波の散乱
- 津波の伝播速度 (200m/s) で伝わる海面変位
  2. Lamb波による海水の強制振動を補うため生まれる津波 (海水の体積保存)
  3. 海底地殻変動・土砂流入等で発生する津波
  4. 微弱な大気重力波 (200m/s) によって励起される津波 (伝播距離とともに振幅増大)

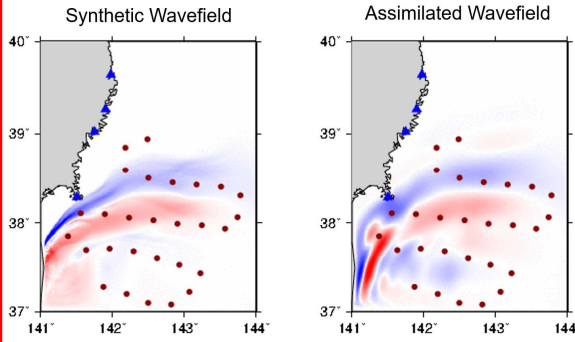
### 議論

- 大気圧力波 (Lamb波, 大気重力波) による海面変位・津波は原理的にはシミュレートできる.
- 津波再現のためには, 大気圧力波のモデリングが必要. 特に, 大気重力波(200m/s)の励起量と方位依存性 (火山噴火メカニズム) と伝播過程の理解が課題
- 海面変位と大気圧力波の荷重を合わせたものを海底水圧計は観測
- (現在) 沿岸・湾での増幅前の津波を予測することさえ簡単では無い.

# テーマ3: トンガ噴火性津波による我が国沿岸域への影響調査

## 津波の再現

### データ同化(王)



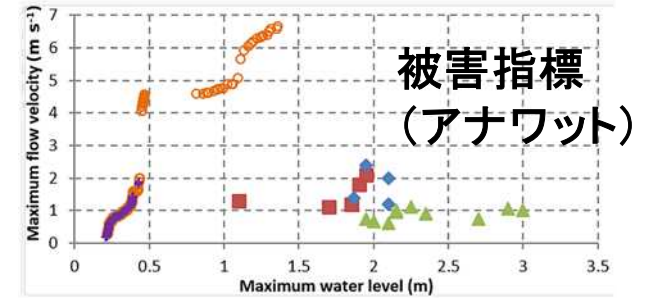
### 衛星画像解析(朝位)



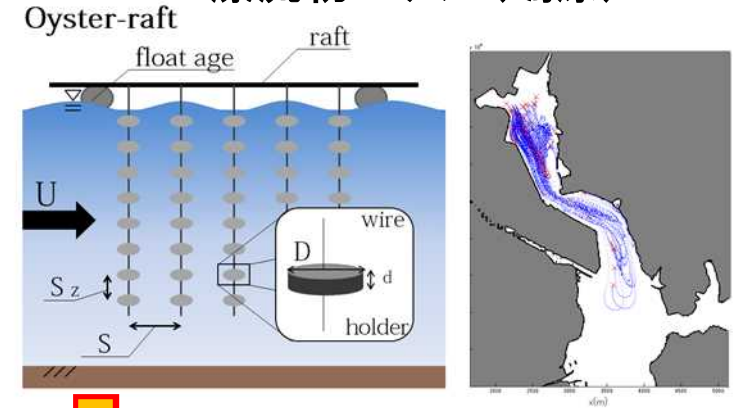
## 公式資料収集・ヒアリング (高・千・嶋・佐・ア)



## 被害解析



### 漂流物モデル(嶋原)



## 対策 & 提言



© Rakuten Insight



## ヒアリング・社会影響 (朝位)

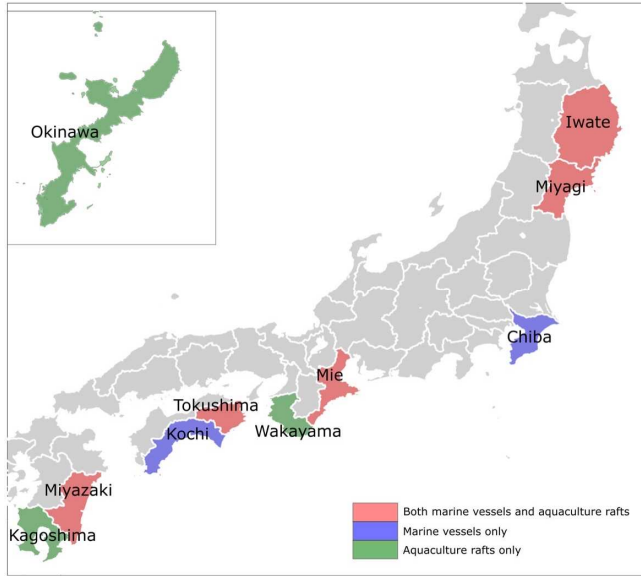
## ネット調査・水産被害 (佐々木・アナワット)



## 国内十小島嶼開発途上国 (SIDS)への提言(佐々木)

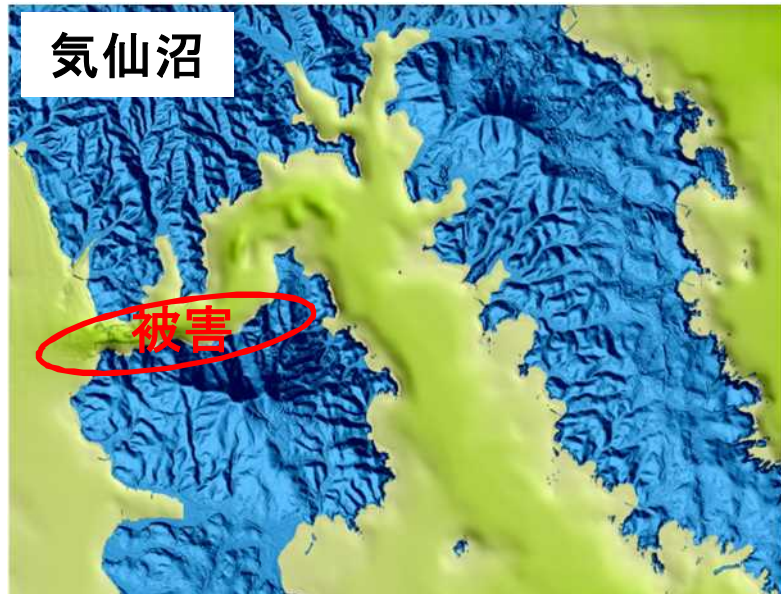
# テーマ3： トンガ噴火性津波による我が国沿岸域への影響調査

## 被害の報告があった都道府県



## 被害状況・地形データ作成

- 水産被害が発生した岩手県、宮城県、宮崎県の漁協から被害状況を把握し、衛星画像情報を用いて被害率を計算し、GIS上でのポリゴンを作成している。
- 津波数値解析用の地形データ(個々の防波堤のデータ含む)を作成した。



## テーマ3： トンガ噴火性津波による我が国沿岸域への影響調査

### (プレ)ヒアリング調査： 3月にオンラインで実施

#### <水産関係被害>

- ・痕跡から80cm程度の水位の上下動があったと思われる
- ・アンカーの長さを超える津波が来ると漁船の転覆被害が生じる
- ・岸壁を超えるような水位変動が生じると漁船に被害が生じる
- ・今回は上下動が小さかったために転覆被害がなかったのではないか
- ・震災のときはアンカーロープが切れた船は無事だったものが多く、切れていないものが転覆していた。
- ・湾口の狭いところと、奥の浅瀬(大沢地区水深5m程度)だけで養殖筏、定置網の被害あり、それ以外では被害なし、流れの強さが関係しているのでは

#### <事前準備>

- ・湾口付近はリスクが有ることは認識しているが、場所がないのでやむおえない
- ・組合の会費から復旧費を工面(今回たまたま予算があった)
- ・津波対策として特別な対応はしていない、低気圧や高波では問題ない、追加対策をすると普段の入出港が不便になるなど、リスクとコストを天秤にかけての判断
- ・震災のとき、陸に上がった船は修繕すれば使えるものが多かったが要らないと判断すれば全損扱いで保険が下りた。

#### <緊急対応>

- ・トンガ津波の際、出港する船があった。通常はその時刻に出港する船はない(避難のため?)

#### <復旧・復興に向けた方向性>

- ・地球温暖化で水揚げが減っている。災害をきっかけに離職する人も多くなっている。

7月下旬に岩手県・宮城県の漁協・漁師と対面ヒアリング調査を行う予定

## テーマ3： トンガ噴火性津波による我が国沿岸域への影響調査

### 日本における観測と対応の速報

Imamura, F., Suppasri, A., Arikawa, T., Koshimura, S., Satake, K. and Tanioka, Y., Preliminary Observations and Impact in Japan of the Tsunami Caused by the Tonga Volcanic Eruption on January 15, 2022, Pure and Applied Geophysics., <https://doi.org/10.1007/s00024-022-03058-0>

### 津波データ同化: 四国・紀伊半島への適用

Wang, Y., Imai, K., Kusumoto, S., and Takahashi, N. (2022). Tsunami Early Warning of the Hunga Volcanic Eruption Using an Ocean Floor Observation Network off the Japanese Islands. Accepted by Seismological Research Letters.

## テーマ4. 社会的影響・社会的側面の調査（津波警報，住民の対応など）

### 【トンガ・フンガ噴火・潮位変動の社会的影響】 （富士山研・山梨大学）

#### 主な問題点

- ①通信ケーブルの切断による情報途絶
- ②ロックダウンによる国際支援の停滞
- ③水や農作物に対する火山灰影響と住民周知不足

#### 研究計画

- ① Plan A（現地調査が実施できる場合）
  - 現地での聞き取り
  - 現地の被害状況調査
  - 行政、防災担当組織、支援団体等への取材
- ② Plan B（COVID19の影響で現地調査できない場合）
  - インターネットを利用した現地住民聞き取り調査
  - 写真や動画を利用した被害状況調査



#### これまでの活動

- WHO等作成の資料翻訳・関連機関向け情報提供
- 既存の火山灰・火山ガスの健康影響資料の提供

### 【津波警報・注意報の社会的影響】 （東北大・東大）

#### 主な問題点

- ①火山性津波：地震以外（現象不明）の海面変動への対応
  - 1792年雲仙火山の噴火、1640年北海道駒ヶ岳の噴火
  - 1780年桜島火山噴火、1741年渡島大島津波災害
- ②遠地津波
  - 揺れがないので避難しない
  - 深夜の津波情報で避難しなければならない。
  - 揺れが小さいアウトサイズに伴う津波と共通する課題
- ③津波注意報の課題
  - 「沿岸部」漁業関係者や海水浴客の避難という困難
  - 注意報なので、各市町村ごとで判断が分かれる
  - 低い避難率

#### 研究計画

- ①自治体対応【郵送調査にて実施】
  - 災害対策本部の設置
  - 一般市民、漁業関係者への呼びかけの有無
  - 避難指示の迷いの要因（注意報、揺れの有無、夜間）
  - 防災行政無線、広報車、防災メールなどの活用状況
- ②住民調査【調査法未定】
  - 避難判断の有無と理由、情報収集の状況
  - 避難の実際など



## テーマ4. 社会的影響・社会的側面の調査(津波警報, 住民の対応など)

### 奄美大島でのヒアリング

#### ■ヒアリング概要

【日時】 2022年3月23-25日

【対象者】 鹿児島県大島支庁／奄美市  
／大和村住民（奄美市在住の自治会長）

#### 【ヒアリング】

石峯康浩（山梨県富士山科学研究所）  
秦 康範（山梨大学大学院総合研究部）  
安本真也（東京大学大学院情報学環）



国直サンセットパーク（大和村「一時避難所場所」で  
海拔 30m） 当日夜は、最大で110名が避難

#### ■潮位上昇に伴う津波警報

- Jアラートの自動放送で発出を覚知
- 噴火はニュースで知ったが、その後、行政で情報収集は行われず
- 気象台→行政の情報提供なし（テレビニュースが主たる情報手段）

#### ■住民への避難情報

- 防災行政無線、エリアメールによる情報提供・避難情報
- 避難指示ならびに避難継続の放送を複数回
- テレビやコミュニティFMなどのメディア
- （大和村）防災行政無線以前に、地元消防団がスピーカーから（移動系ではない）避難の呼びかけ

#### ■住民の避難行動のきっかけ

- 呼びかけ（近所の人／自治会／消防・警察）
- 防災行政無線が繰り返し流れ、うるさかったこと
- 東日本大震災の映像を思い出したこと
- 奄美がテレビに映り続け、ニュースで「高台へ逃げろ」と放送
- 1.2mの津波が既に奄美市名瀬小湊に到達していたこと
- 普段から避難している（台風とか水害など）
- 夜中でみんな（親とか子供など）が一緒にいたから避難できた

#### ■課題

- 高齢者の避難
- 行政職員による避難誘導（職員も間に合わなかった）
- 住民の防災意識の向上/住んでいるところが危ないと分かってない
- 呼びかけの仕方（津波浸水想定区域だけでよかったのでは？）  
※なお、大和村は「全域」にだすと決めていた
- 観光客向けの情報提供
- 元々、名瀬では異常潮位で1 m位の上昇は観測される（副振動）、1m以上で津波警報→避難指示、という運用方法に疑問

## テーマ4. 社会的影響・社会的側面の調査(津波警報, 住民の対応など)

### ■自治体対応【郵送調査にて実施予定】

- 災害対策本部の設置
- 一般市民、漁業関係者への呼びかけの有無
- 避難指示の迷い(注意報、揺れがない、夜間、地理的状况、念のため)
- 防災行政無線、広報車、防災メール等の活用状況

### ■住民調査【調査法未定】

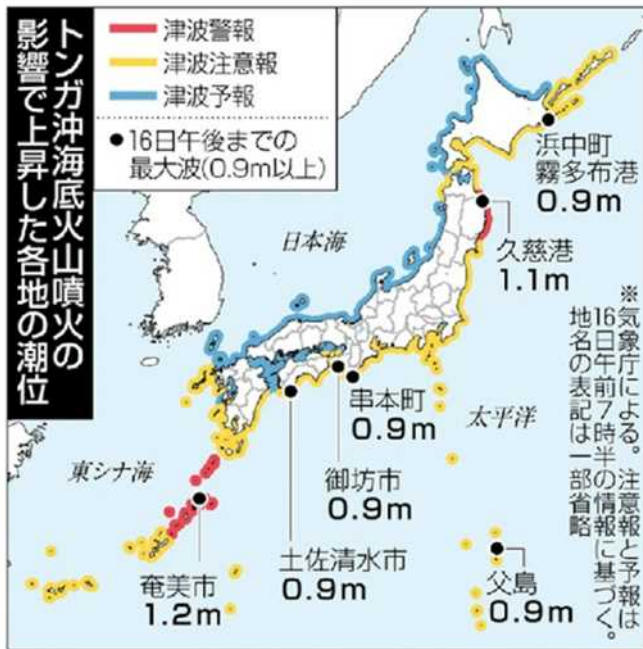
- 避難の実際
- 避難判断の有無と理由、情報収集の状況
- 情報収集の状況(注意報としての意味)

### 参考：津波注意報の実態把握

(避難指示は7県38市町村/注意報は17都道県)

- 青森県(7市町村)  
八戸市、階上町、六ヶ所村、おいらせ町、東通村、中泊町、外ヶ浜町4040世帯8335人、最大91人が避難  
八戸市6カ所に開設、5カ所に16人が避難した。  
東通村9カ所に開設し、ピーク時29人が避難。  
—3人、鳥羽市7人、大紀町3人、
- 宮城県(14市町/15)  
仙台市、石巻市、塩釜市、気仙沼市、名取市、多賀城市、岩沼市、東松島市、亘理町、山本町、松島町、七ヶ浜町、利府町、女川町  
111カ所に設けた避難所に避難したのは、ピーク時で177人
- 福島県(1市)いわき市(広野町に自主避難12世帯20人)
- 千葉県(13市町村/18) 旭市、匝瑳市、大網白里市、一宮町、長生村、白子町、館山市、勝浦市、鴨川市、南房総市、いすみ市、御宿町、鋸南町。4市町が避難所計13カ所を開設。避難指示の対象人数は明確ではないが、避難所に避難したのは計60人だった。

- 高知県(1市)南国市
- 徳島県(1市)阿南市
- 宮崎県(1市)日向市 4万9千世帯、8万9千人
- 沖縄県 自主避難 222人
- その他
- 北海道 自主避難 178人
- 愛知県 自主避難 東海市2
- 三重県 自主避難 志摩市6



朝日新聞1月22日