

海域火山の常時観測体制の 検討について

尾鼻浩一郎 (JAMSTEC)

総合基本施策中間取りまとめにおける 「海域火山」の基盤的な観測体制の位置づけ

- 現状：海域観測体制は現状定期的な調査観測の実施を主としている
- 基本目標：「海域観測体制の整備・運用・高度化」
- 当面10年で実施すべき項目：
 - 陸上観測体制のみでは実施できない海域の火山の調査研究を推進するため、海洋研究開発機構、海上保安庁等により、**定期的な海域火山の調査観測を実施**する。
 - さらに、海域の火山観測にとって有効な観測項目からなる、**海域火山の常時観測体制の整備を検討**する。

海域火山の常時観測体制の整備検討

■ 常時観測

■ リアルタイム

- ハイドロフォンアレイ
- 光ファイバ海底ケーブル (DAS)

■ 準リアルタイム

- 海中浮遊型
 - MERMAID
- 洋上プラットフォームの活用
 - OBS + 水中通信

■ 定期的な観測

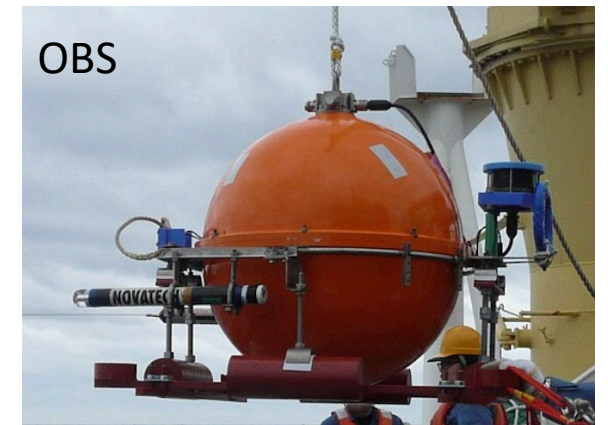
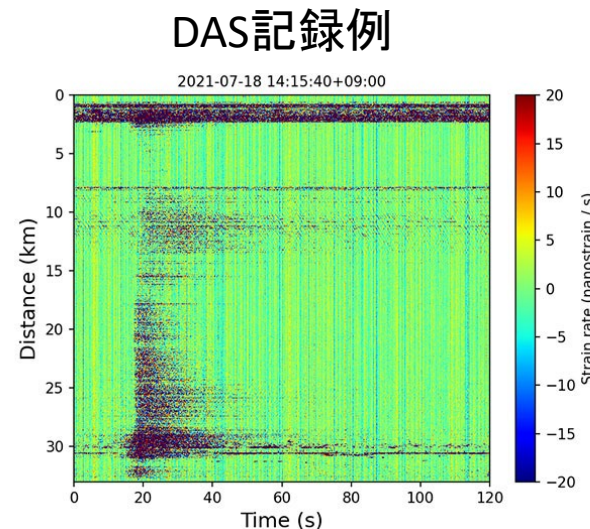
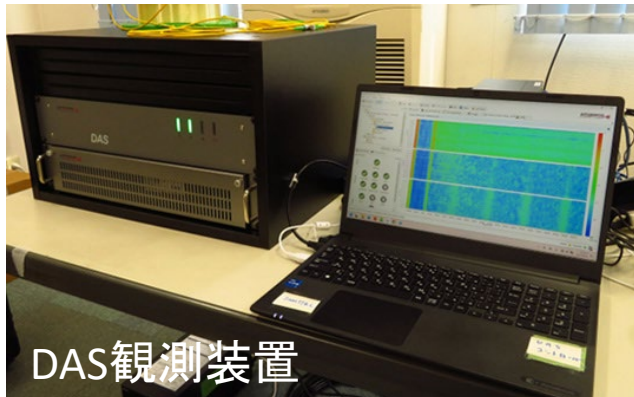
■ オフライン

- 自己浮上型OBS繰り返し観測

■ AUV/ASVの活用

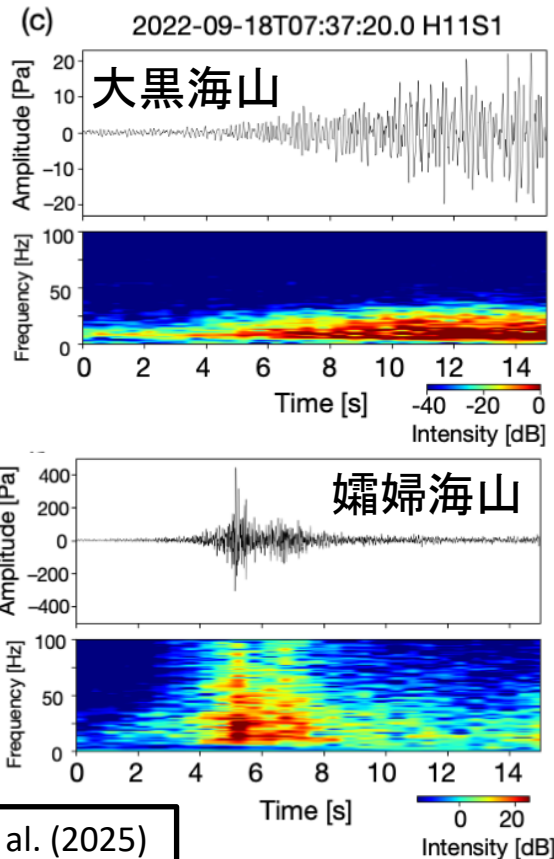
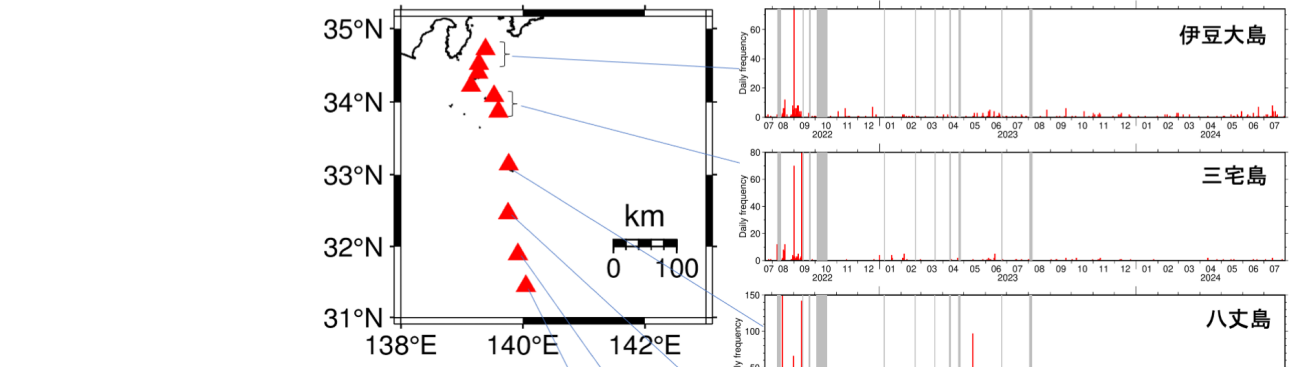
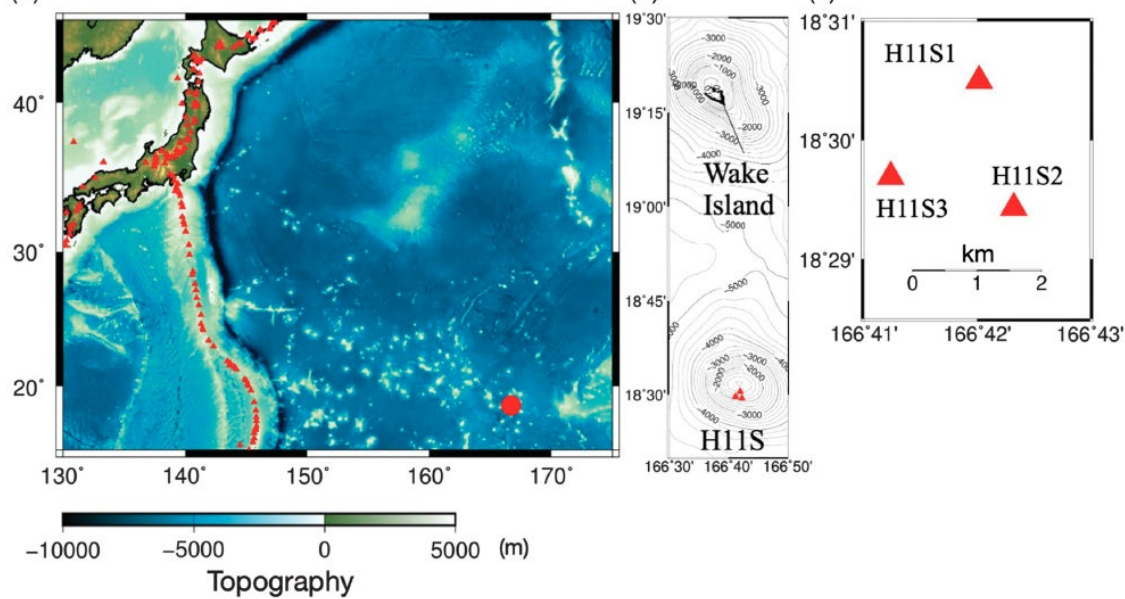
- 海底地殻変動 (GNSS/A)

■ 衛星通信 + UAVによる調査

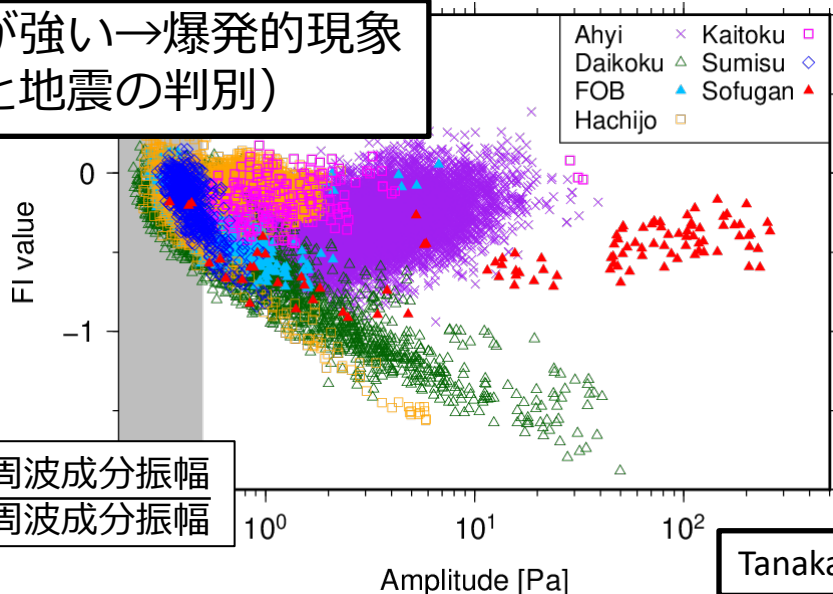


ハイドロフォンアレイによる長距離水中音響観測

CTBTO IMS ハイドロフォンアレイ HA11



高周波成分が強い→爆発的現象
(火山噴火と地震の判別)



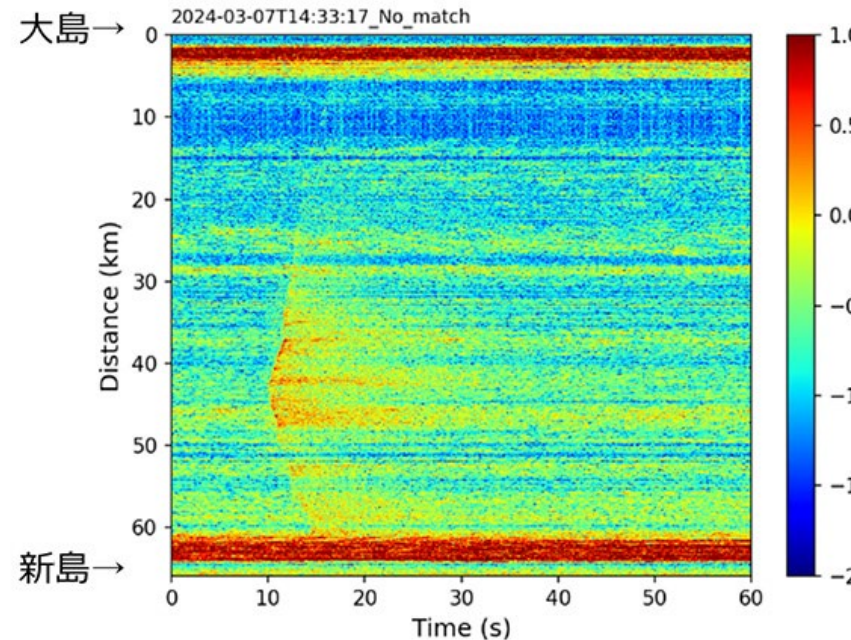
FI値: $\log_{10}$ 高周波成分振幅 / 低周波成分振幅

- 水中音波の到来方向から、リアルタイムに活動状況を把握
- 火山噴火と地震活動を客観的に判別

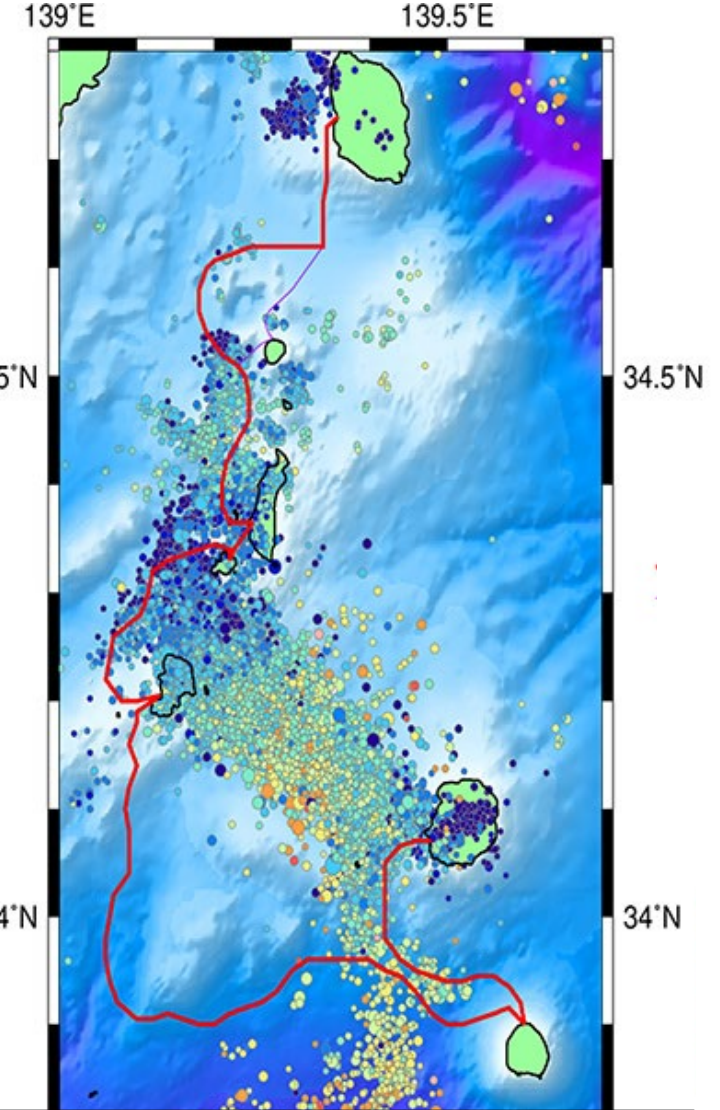
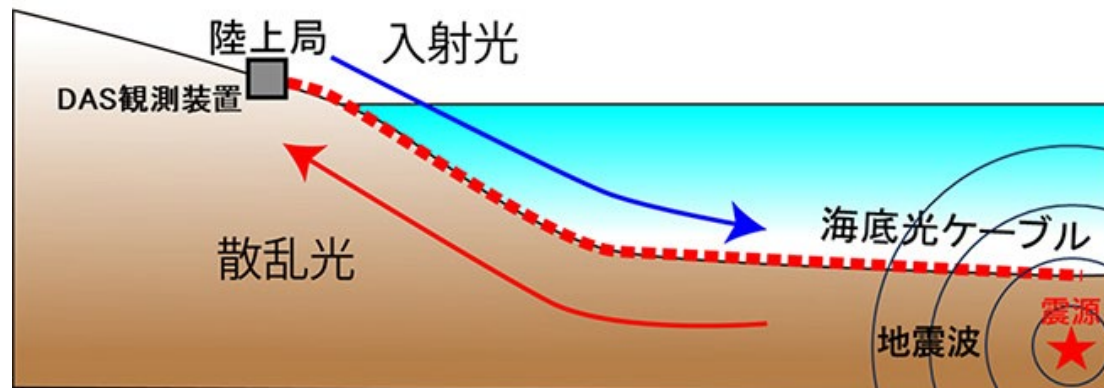
人工震源による信号

光ファイバ分散型音響計測（DAS）による地震観測

- 既存の通信用海底ケーブルを活用
- 鬼界カルデラ、伊豆諸島で観測を実施
- 観測用ケーブルの新設に比べると、安価にリアルタイム観測網が構築可能



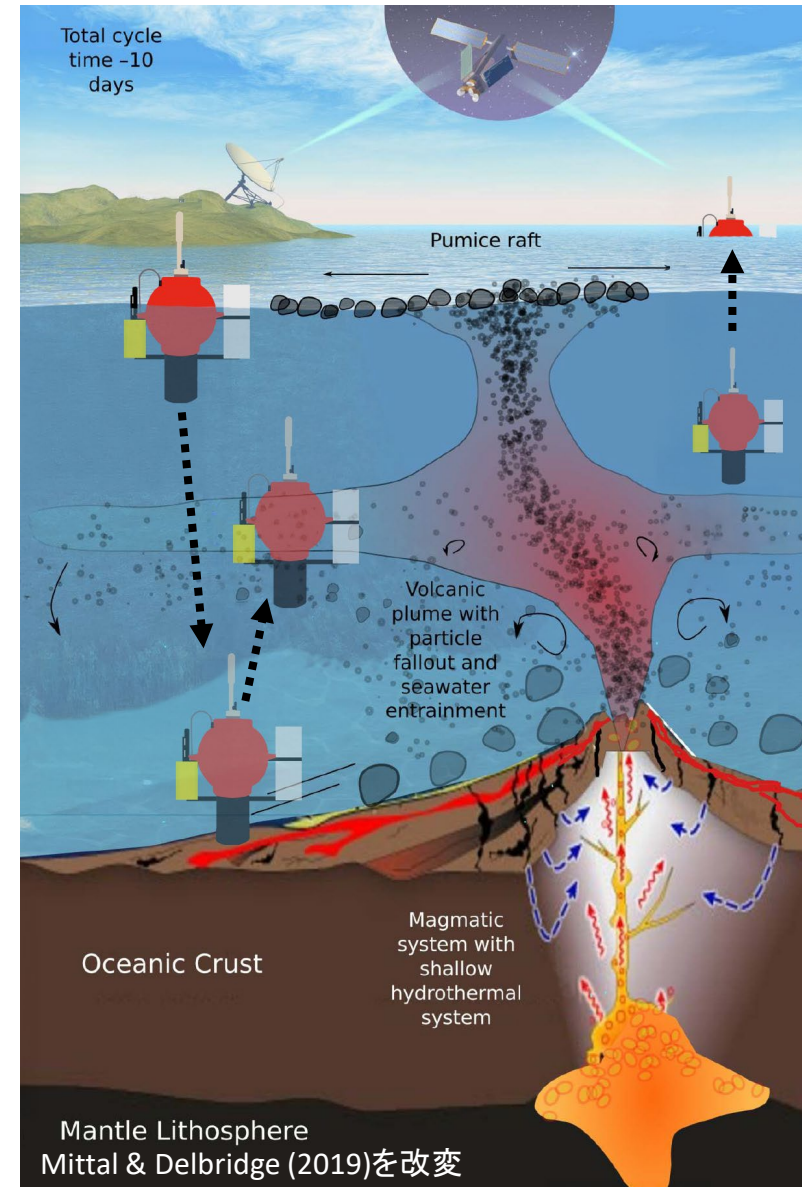
気象庁カタログに該当のない地震の記録



光海底ケーブルの位置と、
気象庁による震源分布(2000-2022)

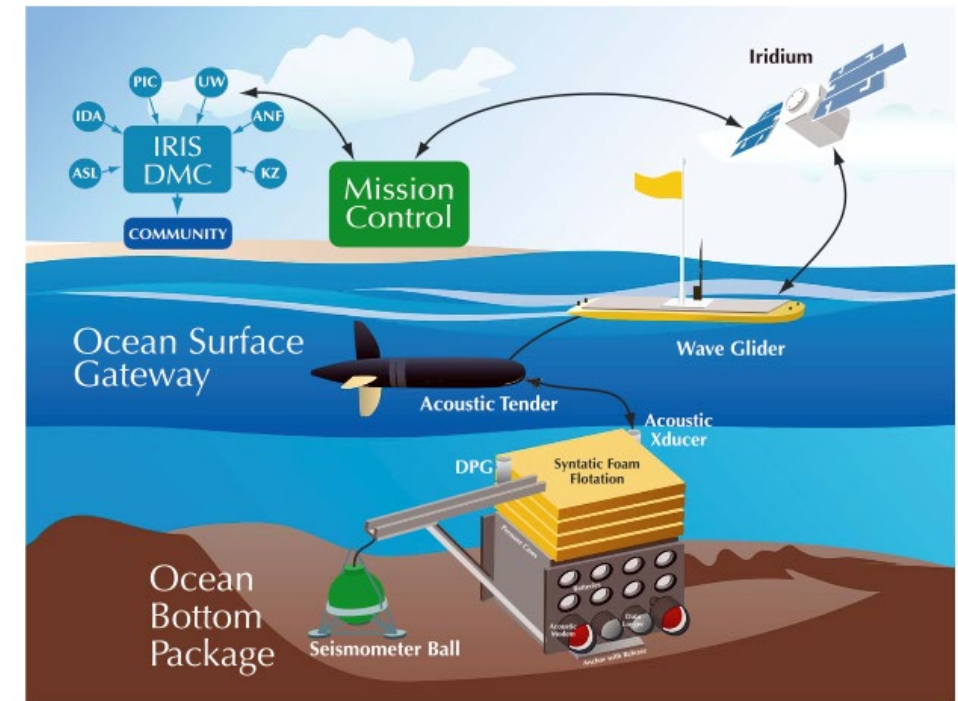
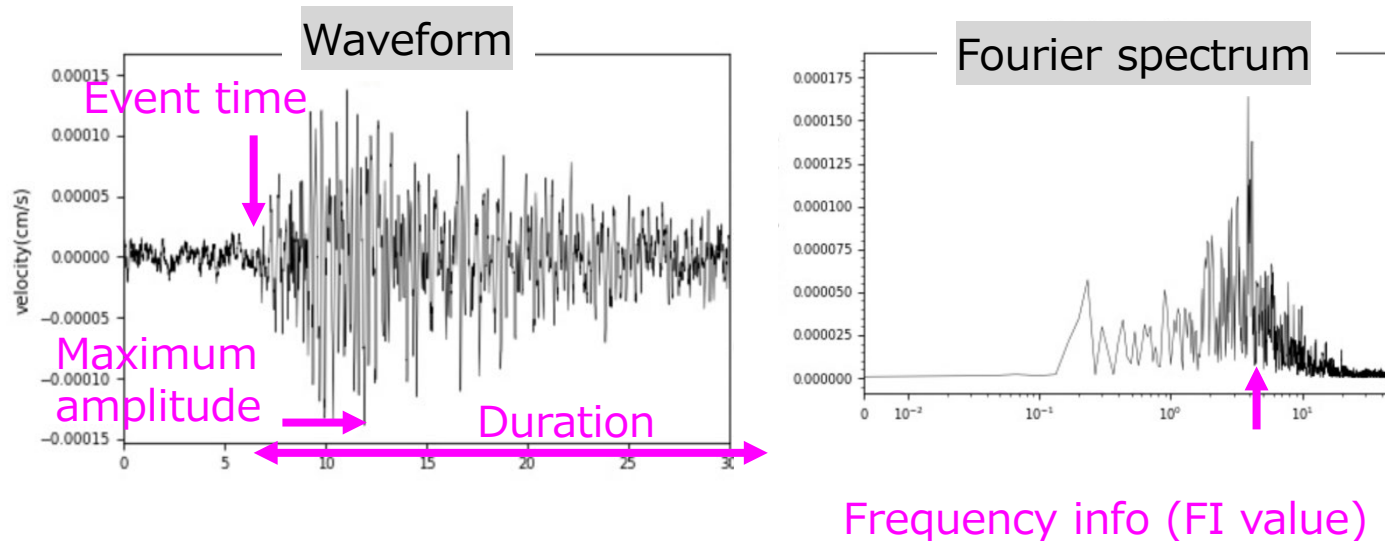
海中浮遊型地震計（MERMAID）による 多項目観測

- 準リアルタイム観測
 - 水深1500mを漂流
 - 水中音波を検知すると海面へ上昇
 - GPSによる位置情報と共に波形データを衛星通信で送信
- 海底火山噴火に伴うT波源の高精度な位置決定に貢献
 - 孀婦海山（Fujiwara et al. 2024）
- 海域火山を対象としたMulti-MERMAIDの開発
 - ハイドロフォン：地震波や噴火に伴う振動
 - CTD、BGCセンサ：噴火前後の海洋の温度変化、化学変化
 - ラマン分光・ホログラフィー体型分析器：海中粒子の種類・量を測定



洋上プラットフォーム（ASV）による 準基盤的調査観測の検討

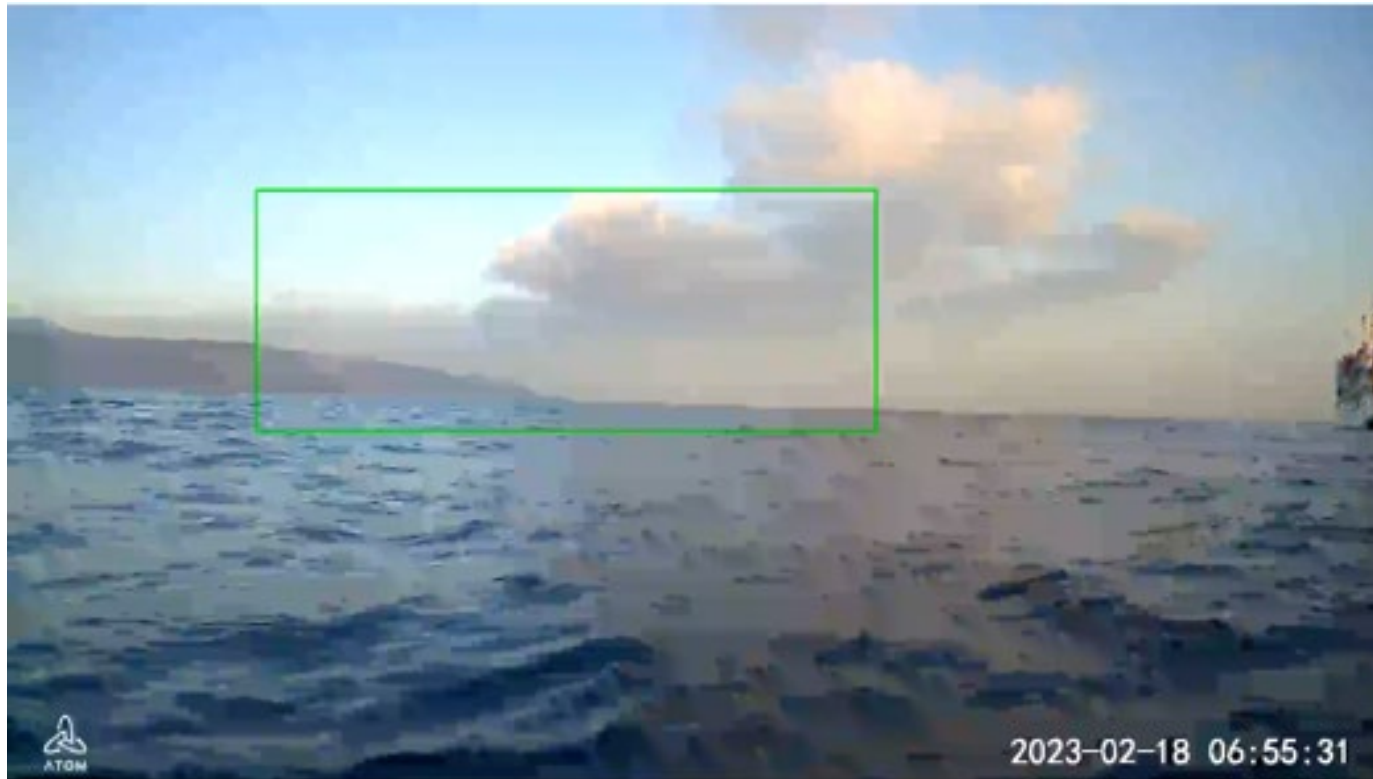
- Wave gliderなどを利用
- 海底観測＋水中通信によるデータ転送
- 海底観測装置で火山活動モニタに必要なイベント情報を作成することで、データ転送量を削減可能



Berger et al. (2016)

無人海上観測機（ウェーブグライダー）による洋上観測

- 洋上からの無人観測も実施可能

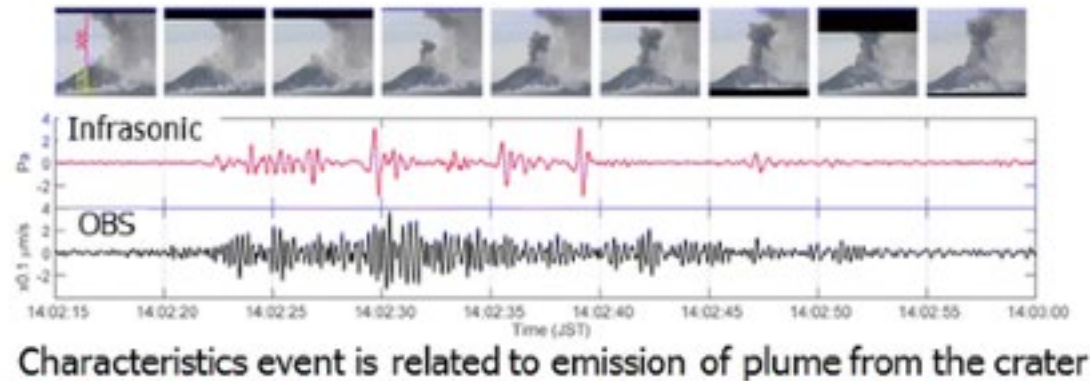
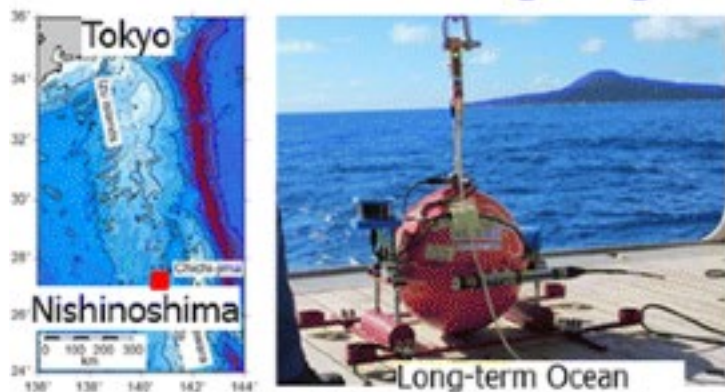


ウェーブグライダーから転送された画像

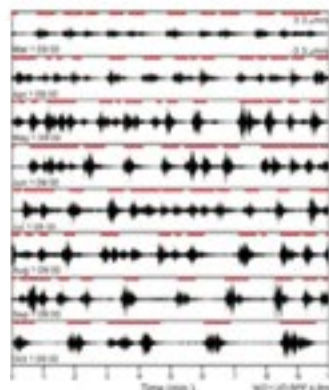
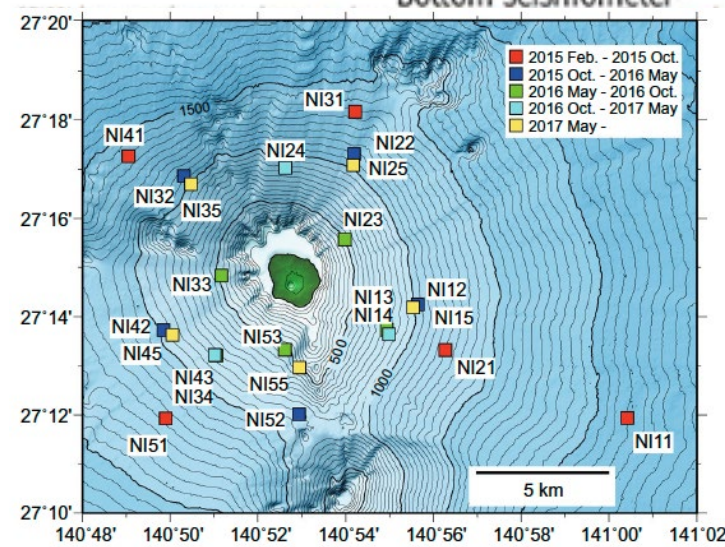


ウェーブグライダーに装備されたWeb Camera、アンテナ、SPATIAL等。

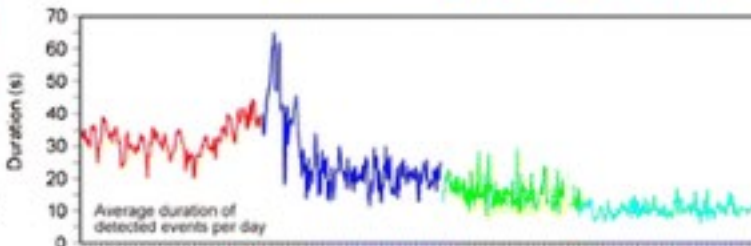
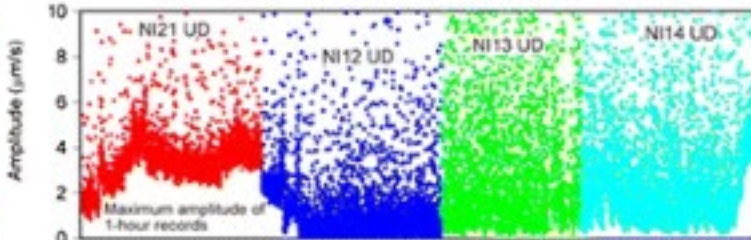
自己浮上型海底地震計（OBS）による地震観測



西之島では、OBSの設置回収を繰り返し、2年以上の連続観測を実施
Shinohara et al. (2017, EPS, doi:10.1186/s40623-017-0747-7)

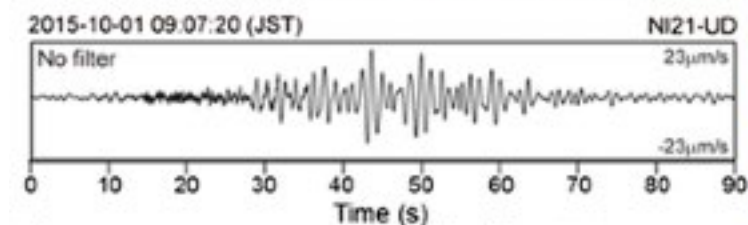


The events are detected by STA/LTA method



陸上観測や洋上観測と連携した観測も実施可能

#圧力計、重力計、海底間音響測距など他の海底設置型観測装置も同様の観測は可能

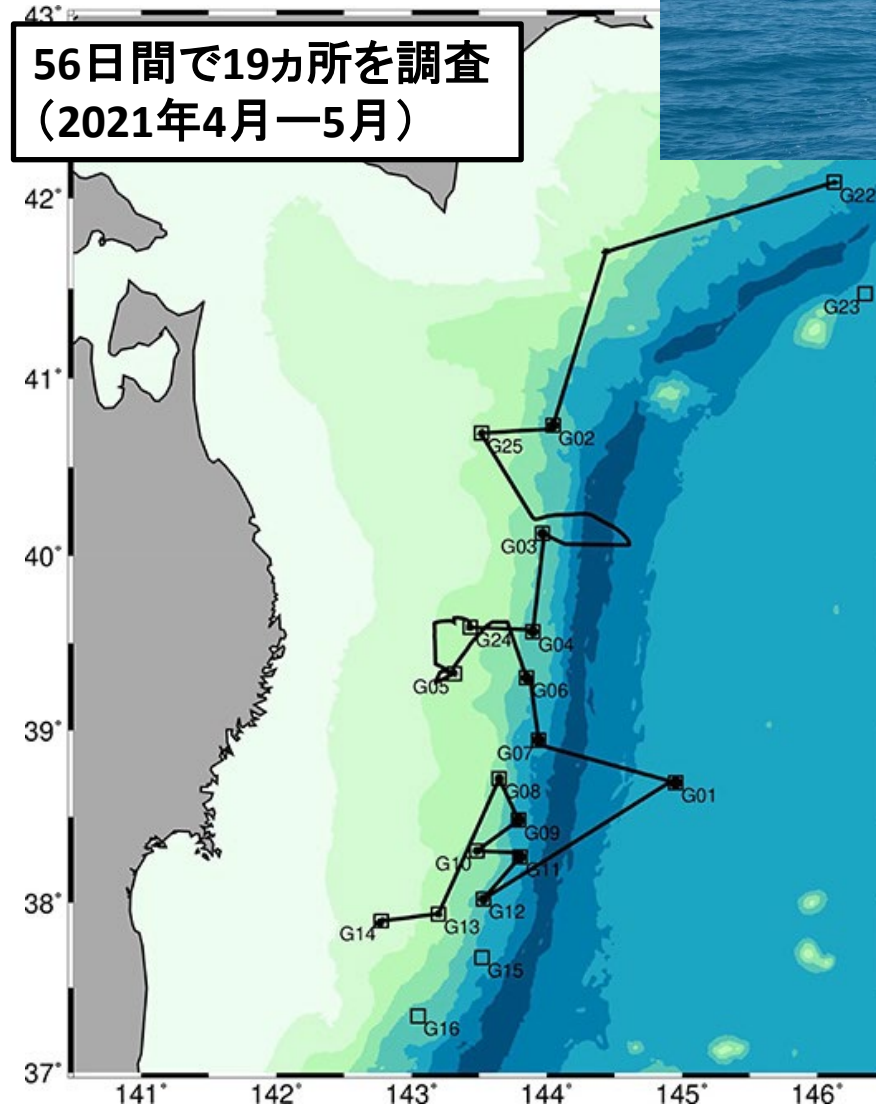
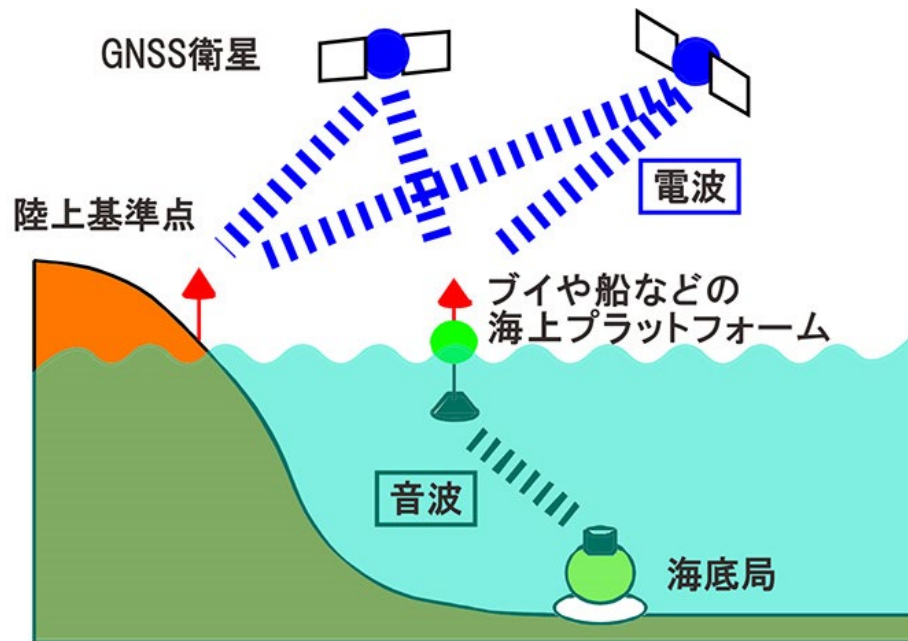


Characteristics event recorded by OBS



自律型海上観測装置 (ASV) + GNSS-Aによる地殻変動観測

- Wave gliderを用いた海底地殻変動観測を繰り返し実施
- 将来的には、衛星通信を利用して解析をリアルタイム化



<https://www.jamstec.go.jp/jpr/topics/exploration-20230612/>

無人プラットフォームによる観測・データ回収

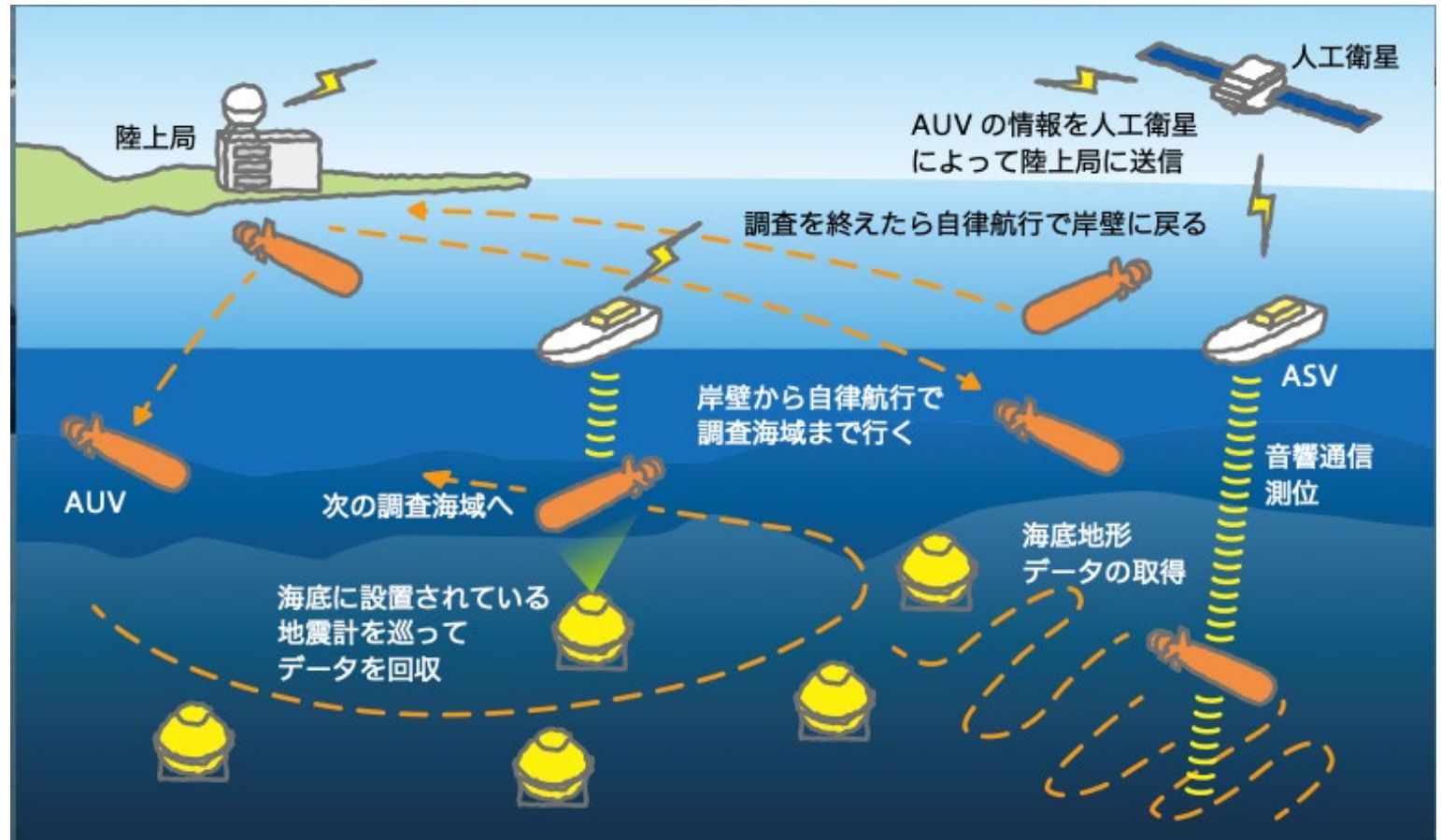
■ AUV/ASVを活用した観測の自動化

■ 洋上・海中観測の自動化

- カメラ
- 海底地形

■ 海底からのデータ転送、回収

- 地震計
- 圧力計
- 重力計
- 海底間音響測距など



海洋観測の自動化のイメージ図 (Blue Earth 171, 2023より)

無人航空機（UAV）＋衛星通信による遠隔観測

- 船上から離陸、陸上から衛星通信経由で操縦
- 接近が困難な火山島でも広範囲の観測が可能
- 多様なUAV（ドローン、無人ヘリ）を用いて、効率的な調査が可能

海底広域研究船「かいめい」



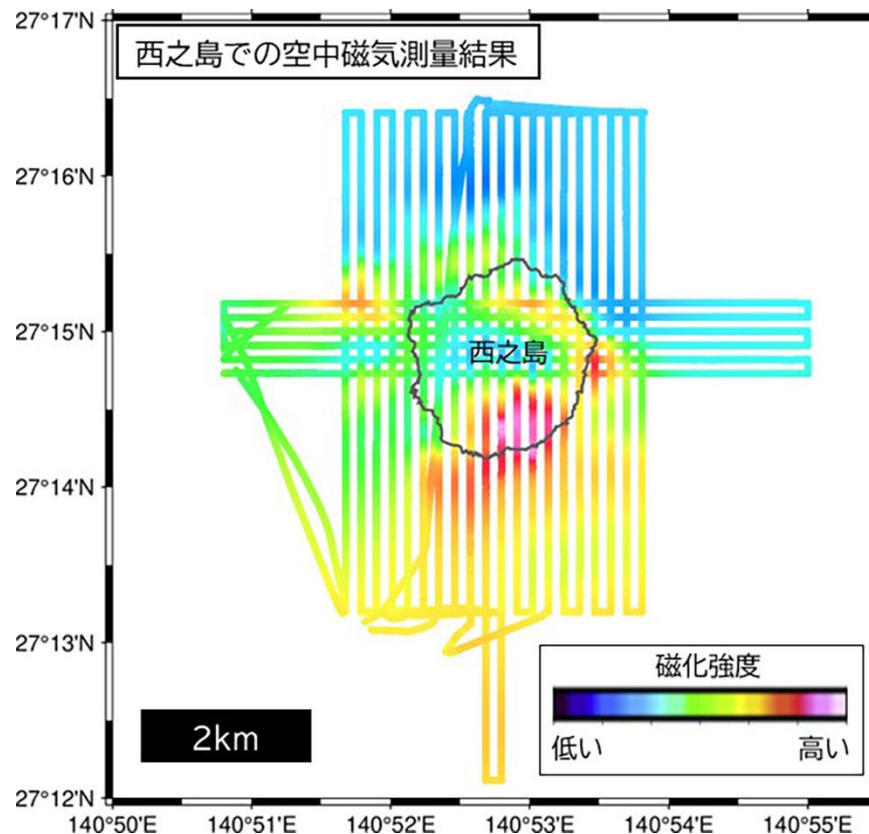
調査に用いたFAZER R G2



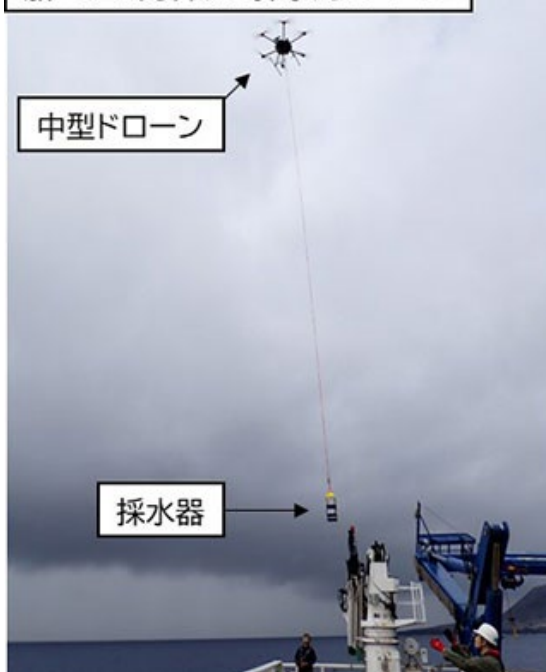
船上からの操縦で離陸する様子



磁気センサー



船上から発着する採水用ドローン



https://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20250425/

まとめ

- 定期的な海域火山の調査観測を実施
 - 自己浮上型OBSなどによる観測
 - ASVによる繰り返し観測
 - GNSS-Aなど
- 海域火山の常時観測体制の整備の検討
 - 既存インフラを活用したリアルタイム観測
 - IMS ハイドロフォンアレイ
 - 通信用光ファイバ海底ケーブル (DAS)
 - 無人プラットフォームを用いた観測の準リアルタイム化、自動化、効率化
 - MERMAID
 - AUV, ASV, UAV