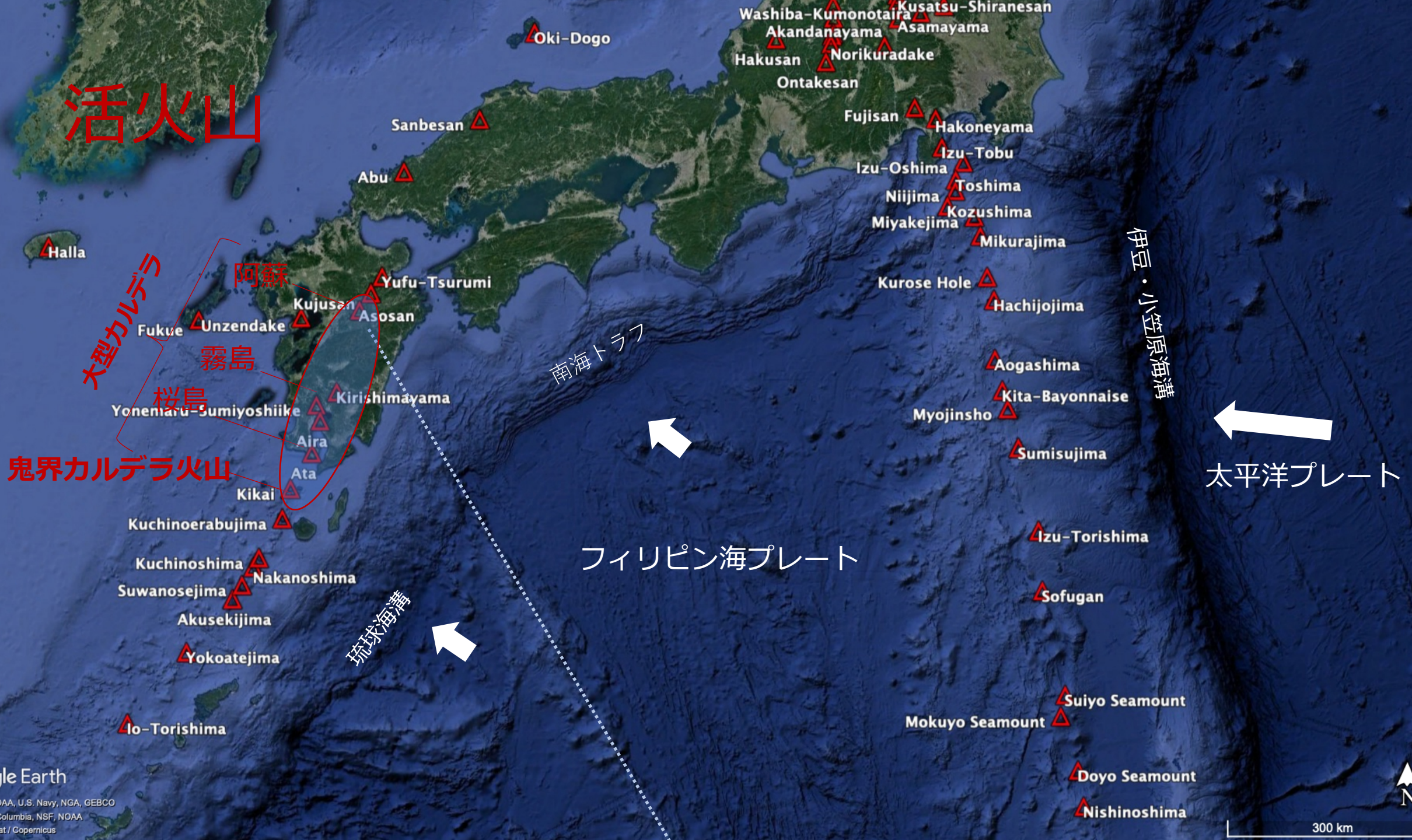


海底光ファイバーケーブルを利用した 鬼界カルデラ火山性微動の即時モニタリング構想

杉岡裕子（神戸大学）・荒木英一郎（JAMSTEC）

活火山

大型カルデラ
阿蘇
霧島
桜島
鬼界カルデラ火山



南海トラフ

伊豆・小笠原海溝



太平洋プレート

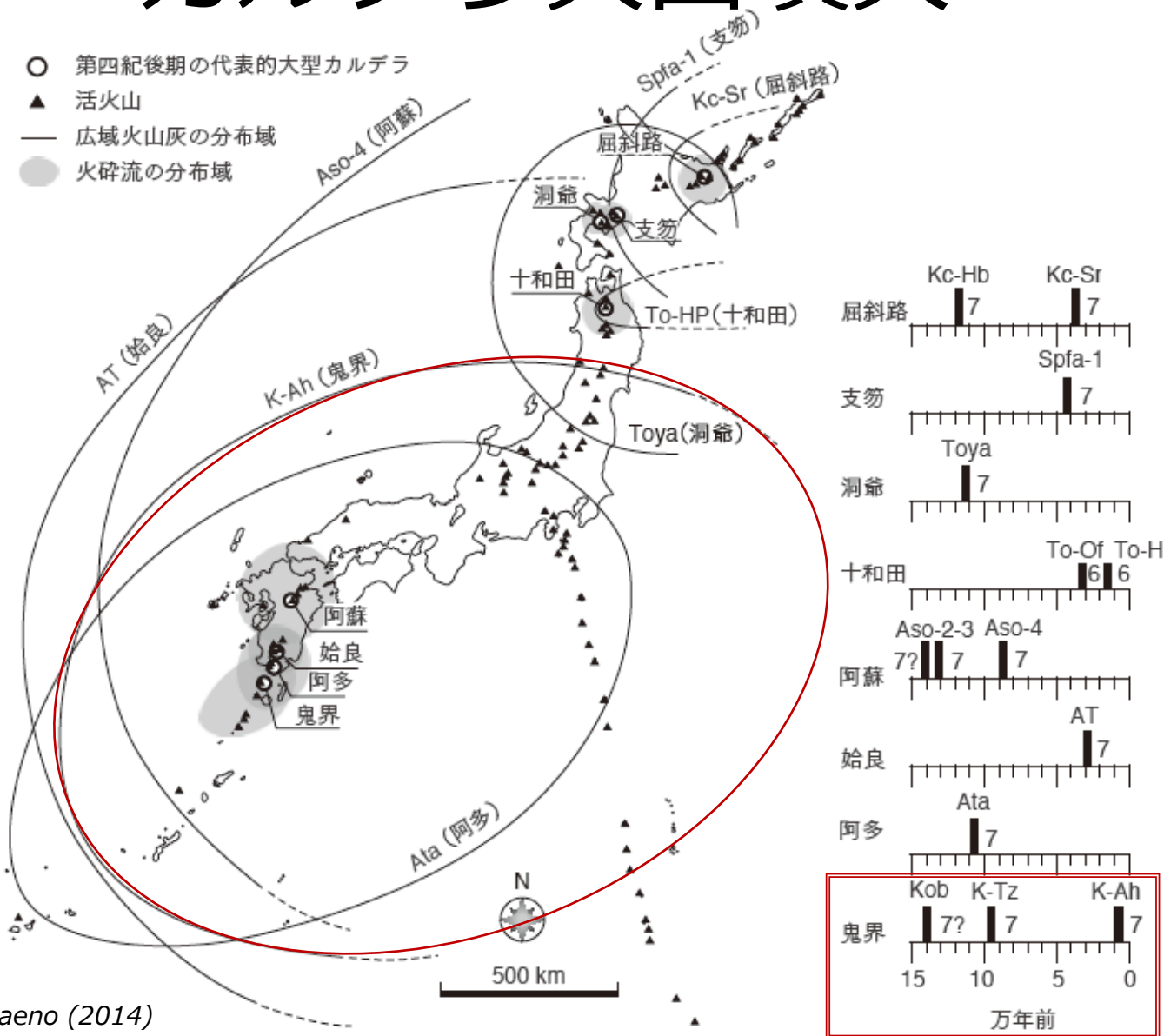
フィリピン海プレート

琉球海溝

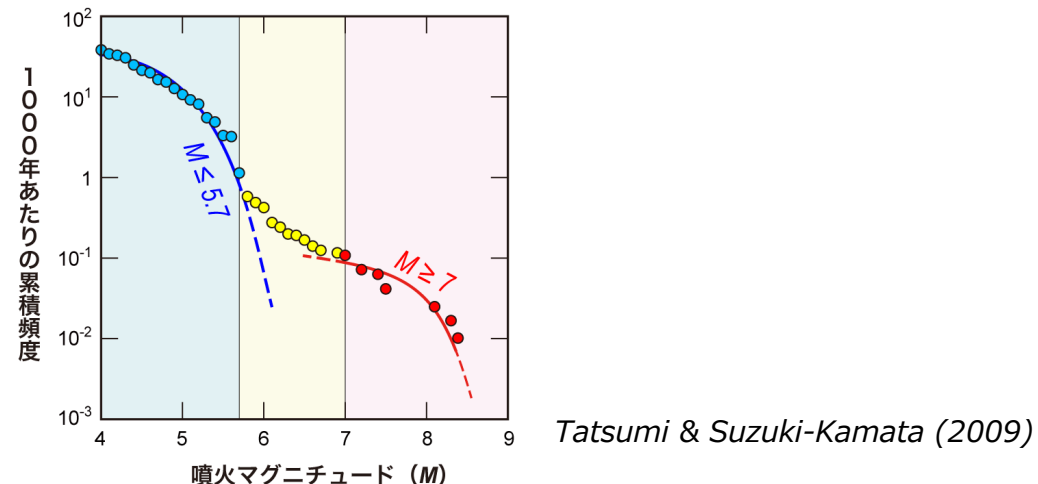


カルデラ火山噴火

- 第四紀後期の代表的大型カルデラ
- ▲ 活火山
- 広域火山灰の分布域
- 火砕流の分布域



- 大型カルデラ火山 (直径>10 km) : 局在性
→ 日本列島では南九州と北東北～北海道のみ
- 噴火規模 : 山頂噴火<<カルデラ噴火



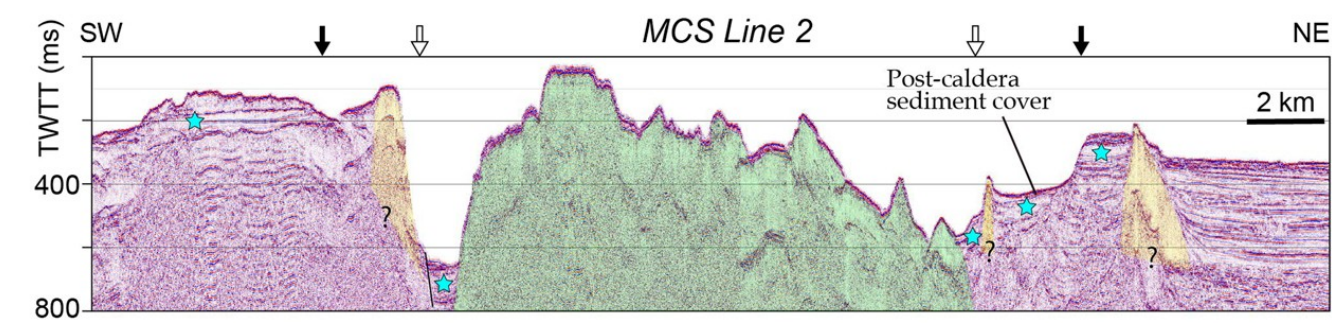
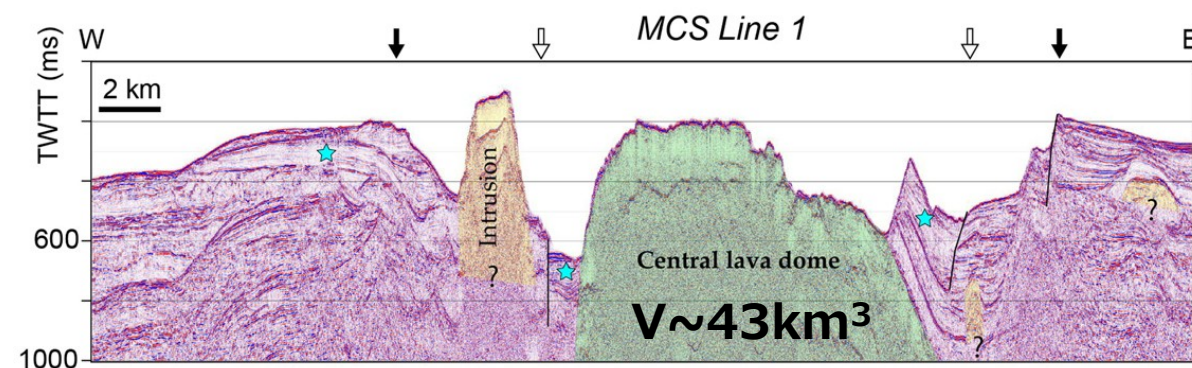
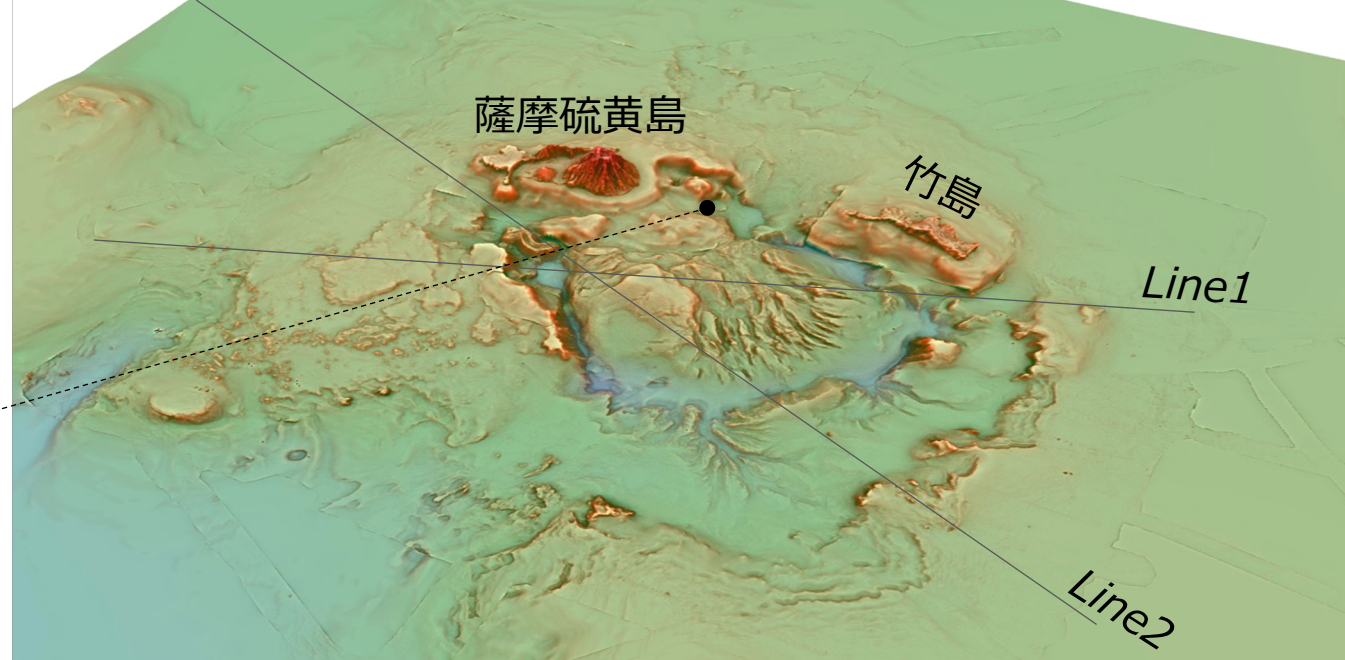
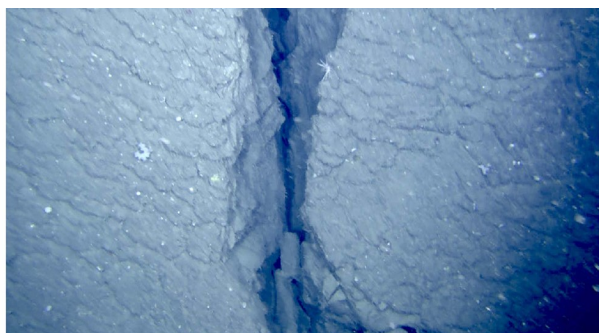
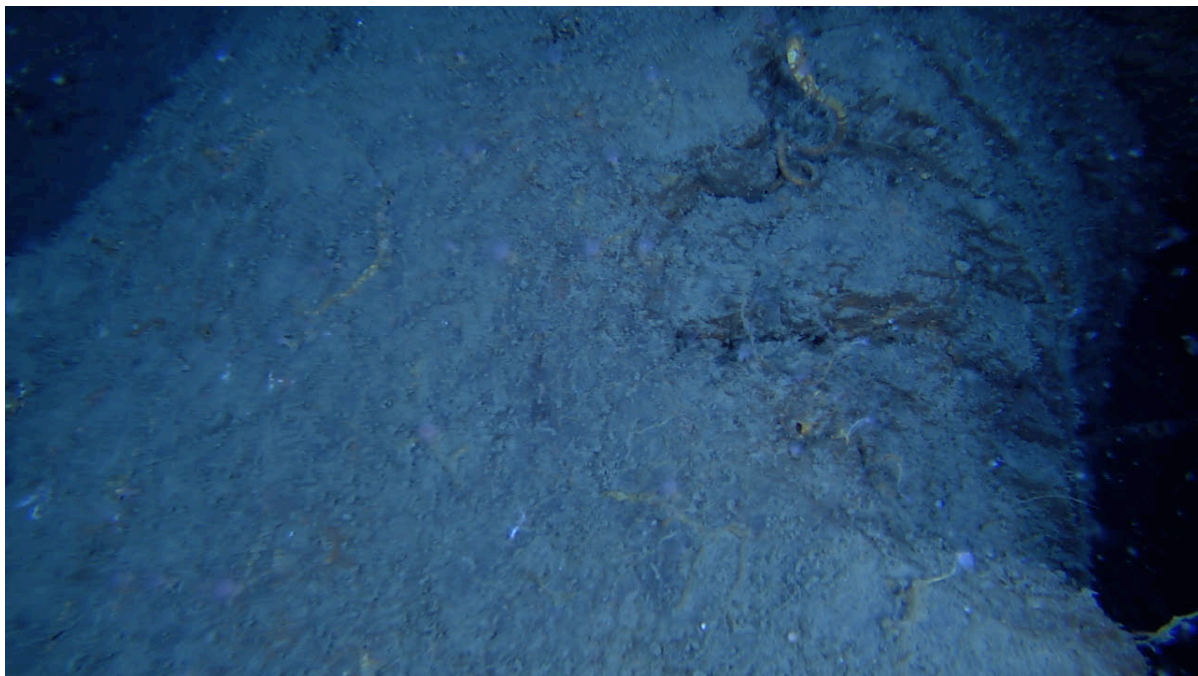
- 噴出量 > 10km³ (火山爆発指数VEI > 6)
- 火山灰・火砕流の広域的分布
- 海底火山噴火に伴う巨大津波の波及域

- 日本列島における平均噴火活動周期 : ~1万年
→ 最近の鬼界カルデラ火山噴火~7300年前
(最近1万年間で地球上で最大規模)

鬼界海底カルデラを対象とした
大規模マグマ供給システムに関する海域調査研究

2016年~深江丸・かいいい・新青丸・ちきゅう
cf. Tatsumi et al., (2018) Scientific Reports

噴火後のマグマ過程 溶岩ドーム・ 貫入岩・熱水活動



Tatsumi et al. (2018)

噴火後のマグマ過程 海底地震観測による火山性地震の検出

海底設置型短周期地震計 5 点アレイ観測

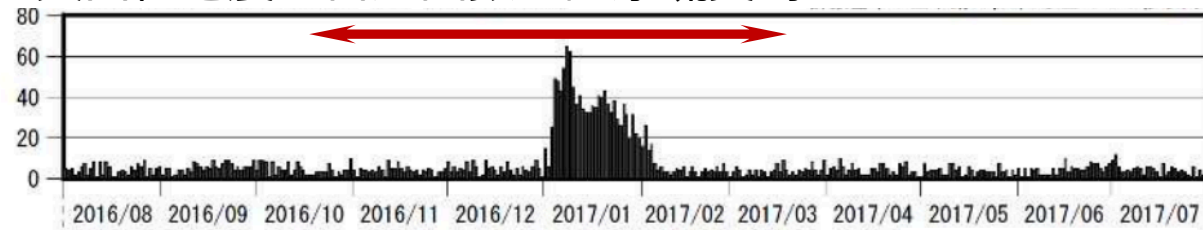
位置：カルデラ底最深部

期間：2016/10/19～2017/3/14

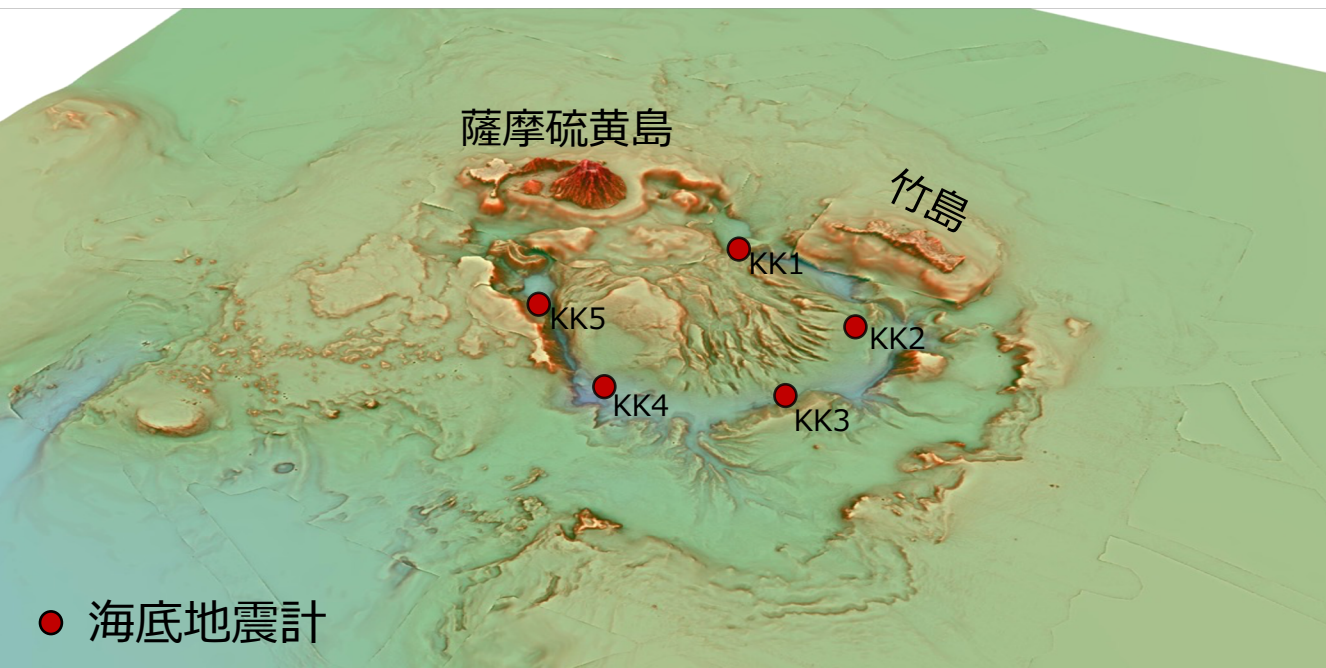
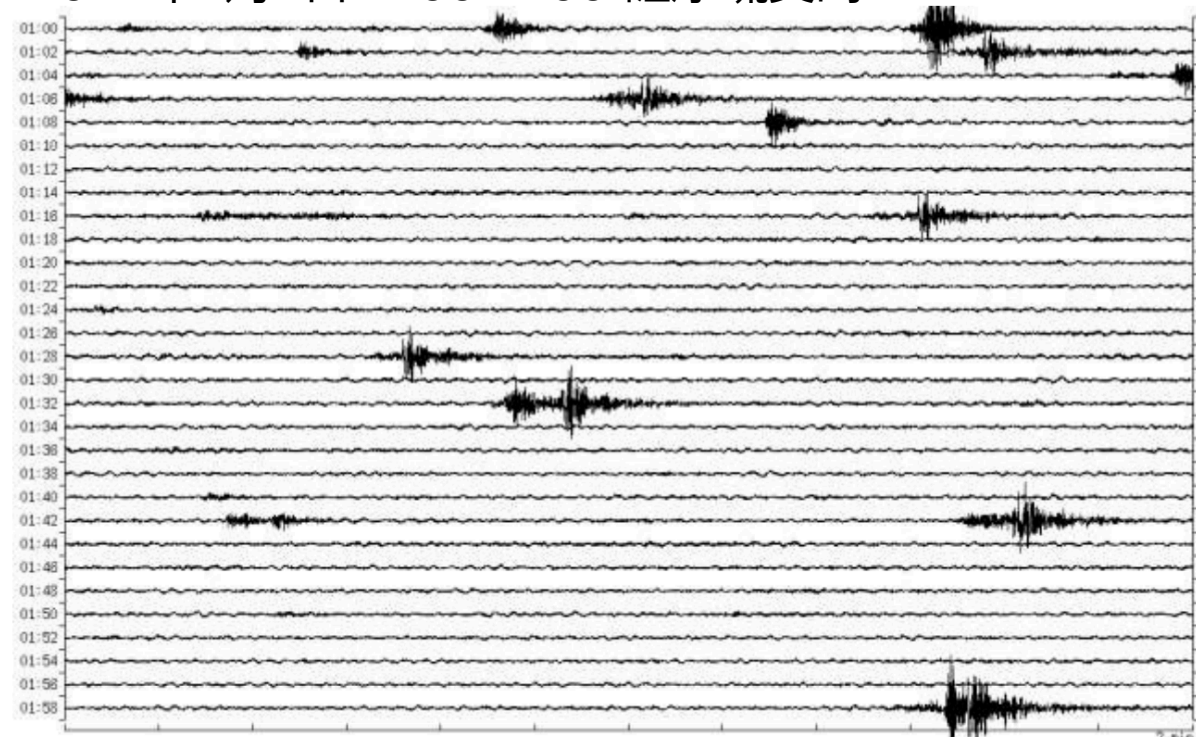
検出信号：

- ・ 2017年1月 薩摩硫黄島下火山性地震（～6 Hz）
- ・ 定常的火山性微動（高周波～15Hz + 低周波～2Hz）

火山性地震の日別回数 薩摩硫黄島



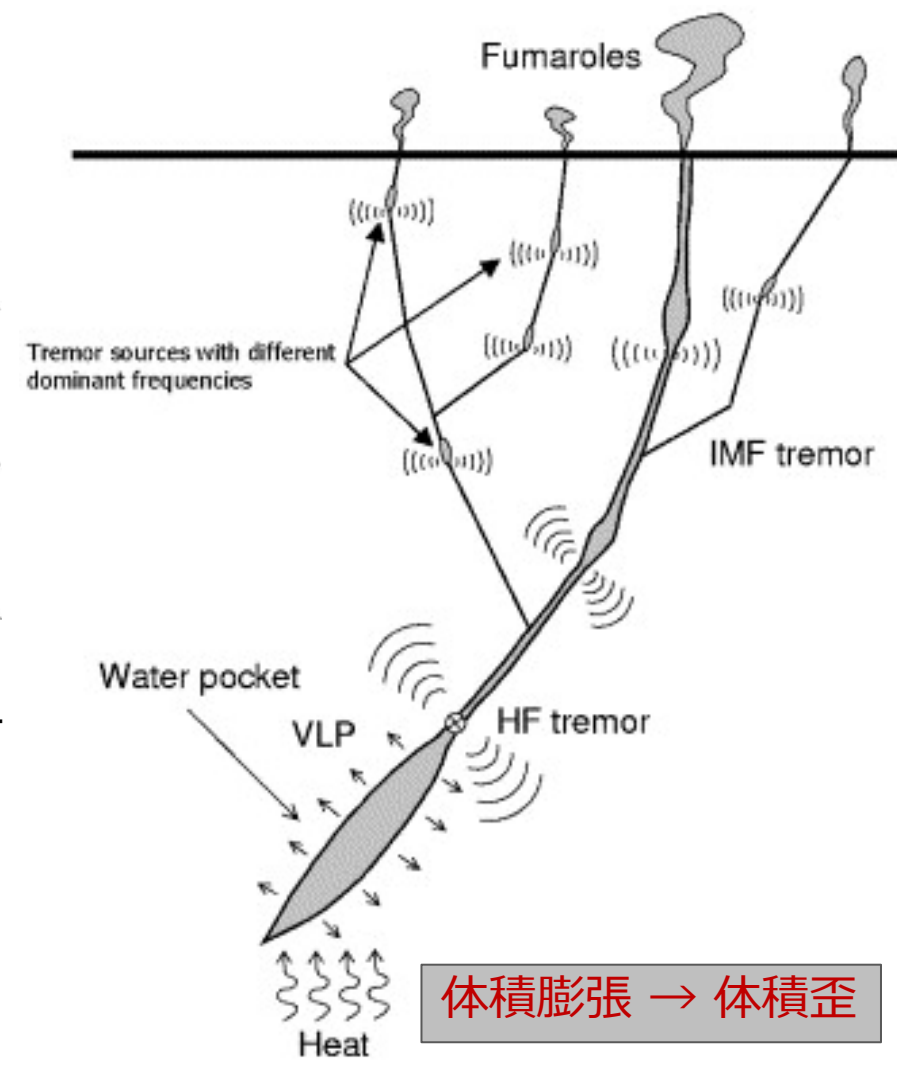
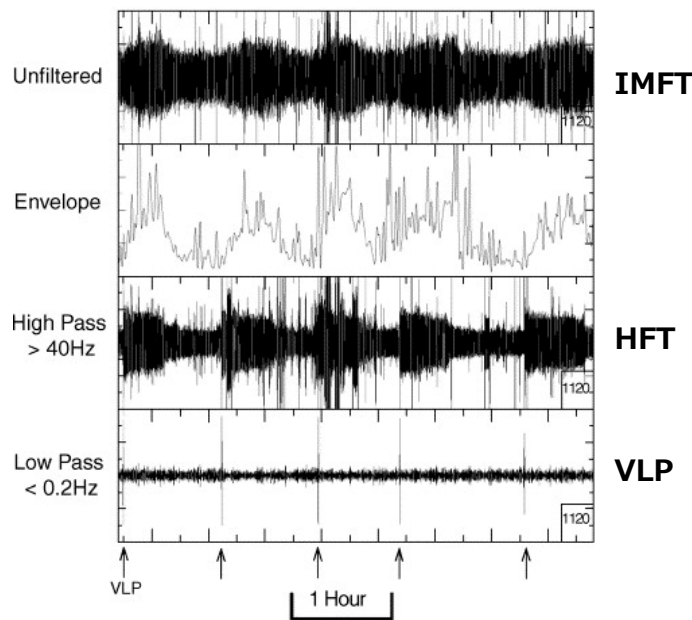
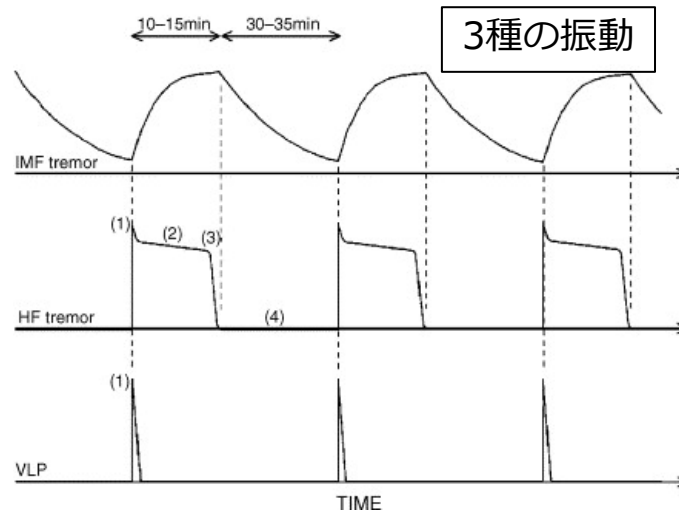
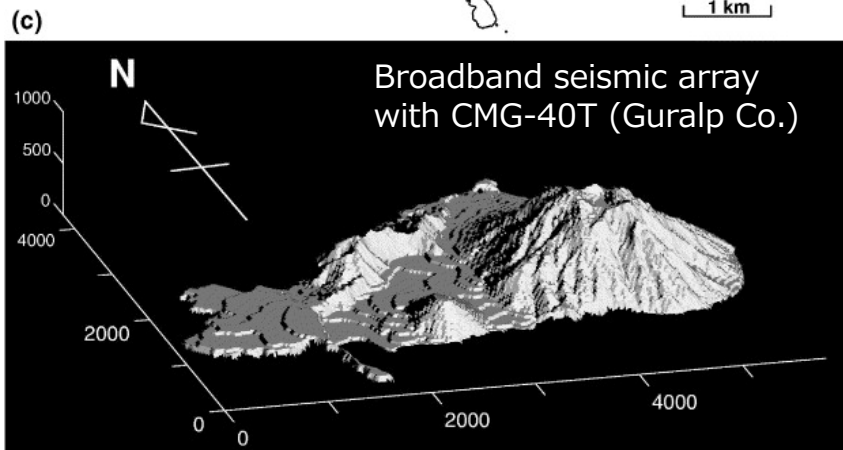
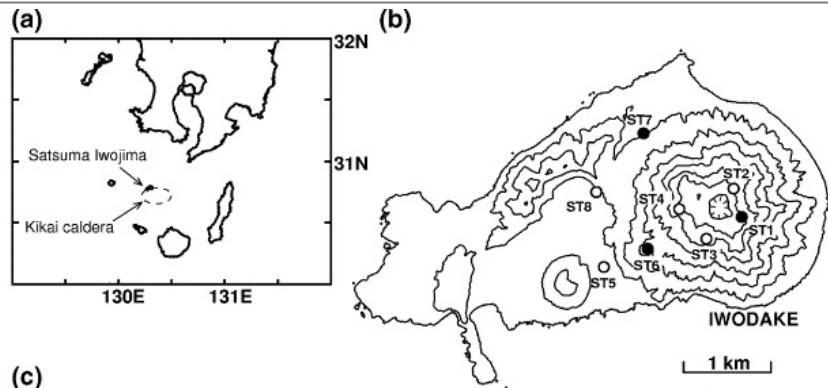
2017年1月7日 1:00-2:00 薩摩硫黄島



薩摩硫黄島の地震学的先行研究 火山性微動と熱水系モデル

Characteristics and source modeling of **broadband seismic signals associated with the hydrothermal system** at Satsuma-Iwojima volcano, Japan,

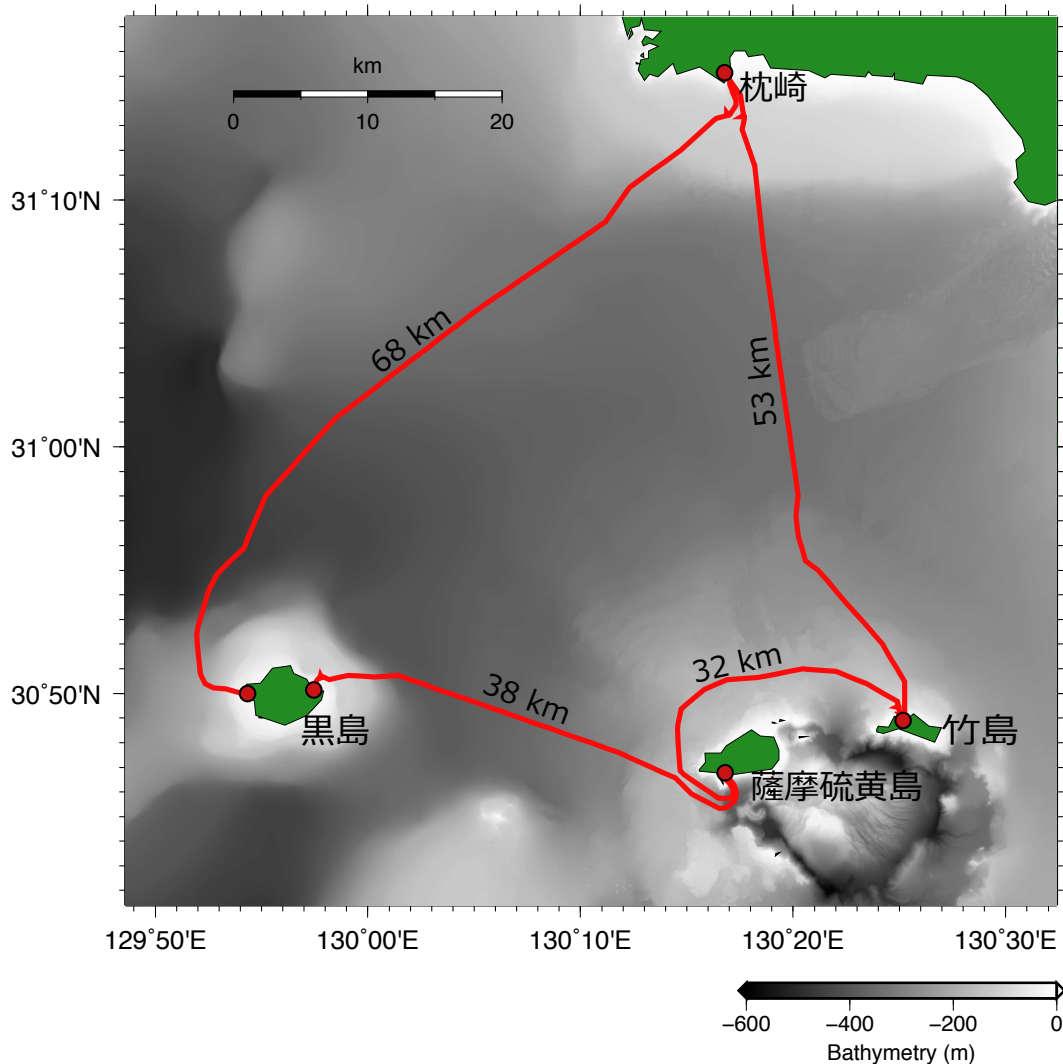
Ohminato T. (2006)



体積膨張 → 体積歪

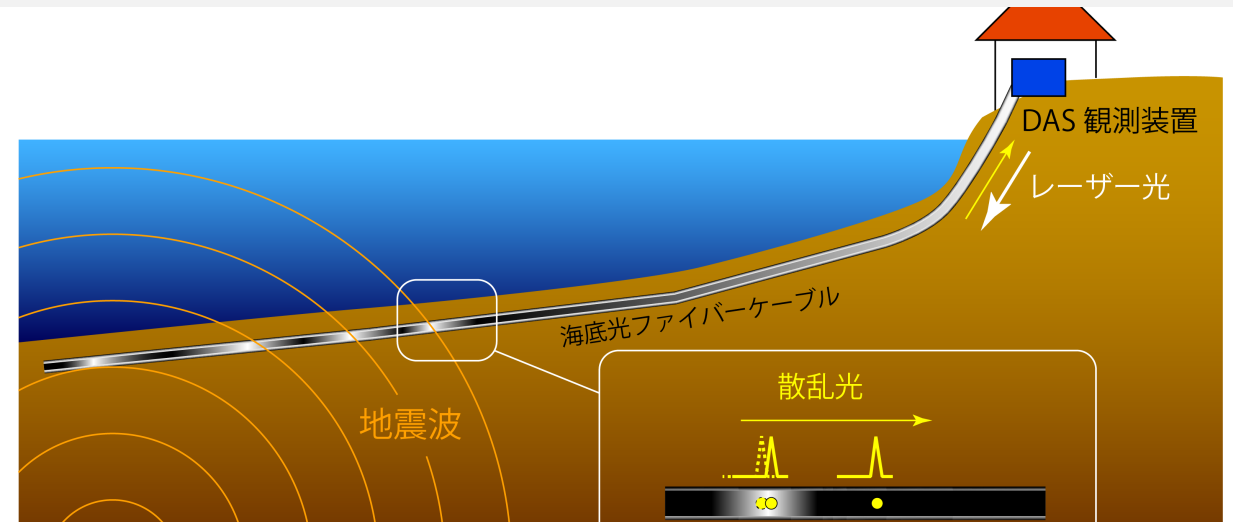
$$\epsilon_{ij} = \begin{pmatrix} \epsilon_{xx} & \epsilon_{xy} & \epsilon_{xz} \\ \epsilon_{yx} & \epsilon_{yy} & \epsilon_{yz} \\ \epsilon_{zx} & \epsilon_{zy} & \epsilon_{zz} \end{pmatrix} \sum_i^3 \epsilon_{ii} \approx \frac{\Delta V}{V}$$

鬼界カルデラ高密度アレイ地震観測計画： 海底光ファイバーを利用したDAS計測



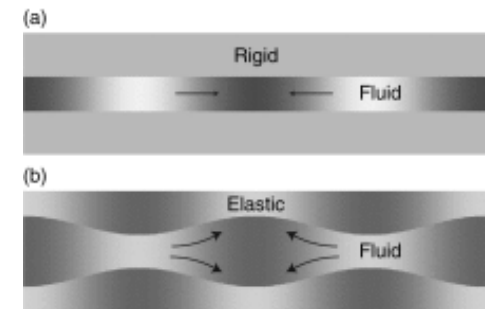
2 陸揚局にDAS計測器設置：ループ・アレイ網構築

- ① 枕崎—竹島 (53km) ② 薩摩硫黄島—竹島 (32km)
- 黒島 (68km) —黒島 (38km)

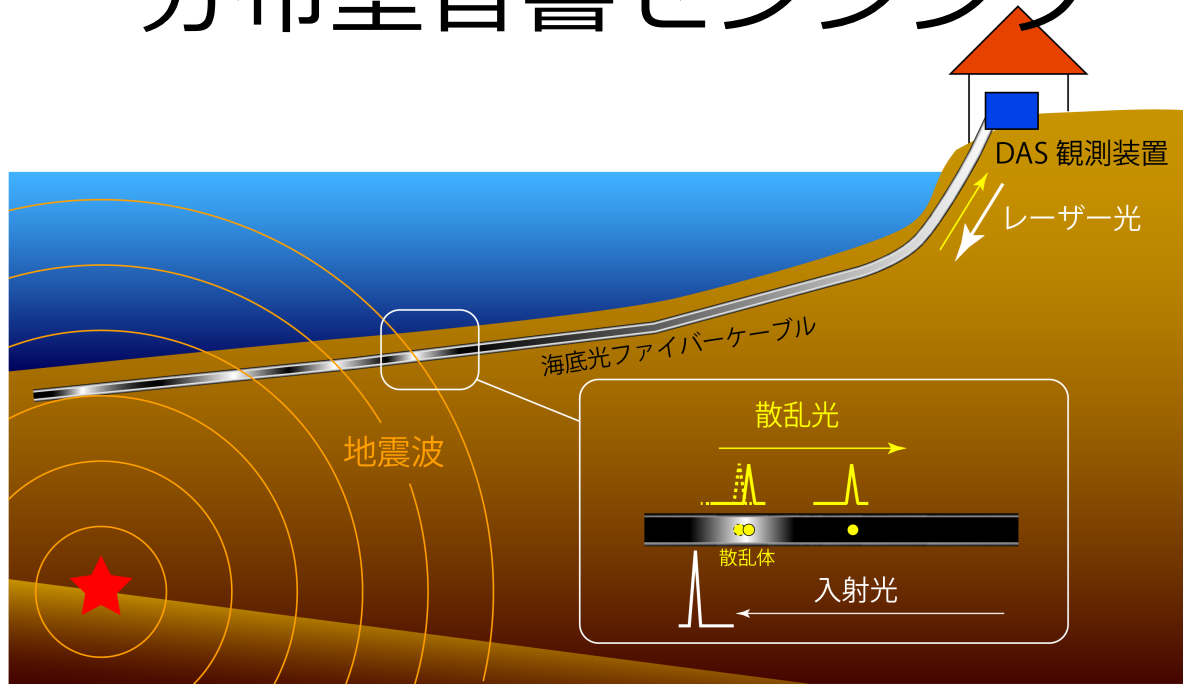


地震活動～剪断歪
火山活動～体積歪 (固液共存系)

光ファイバー沿いの連続歪変化検出
→高密度アレイ観測の実現



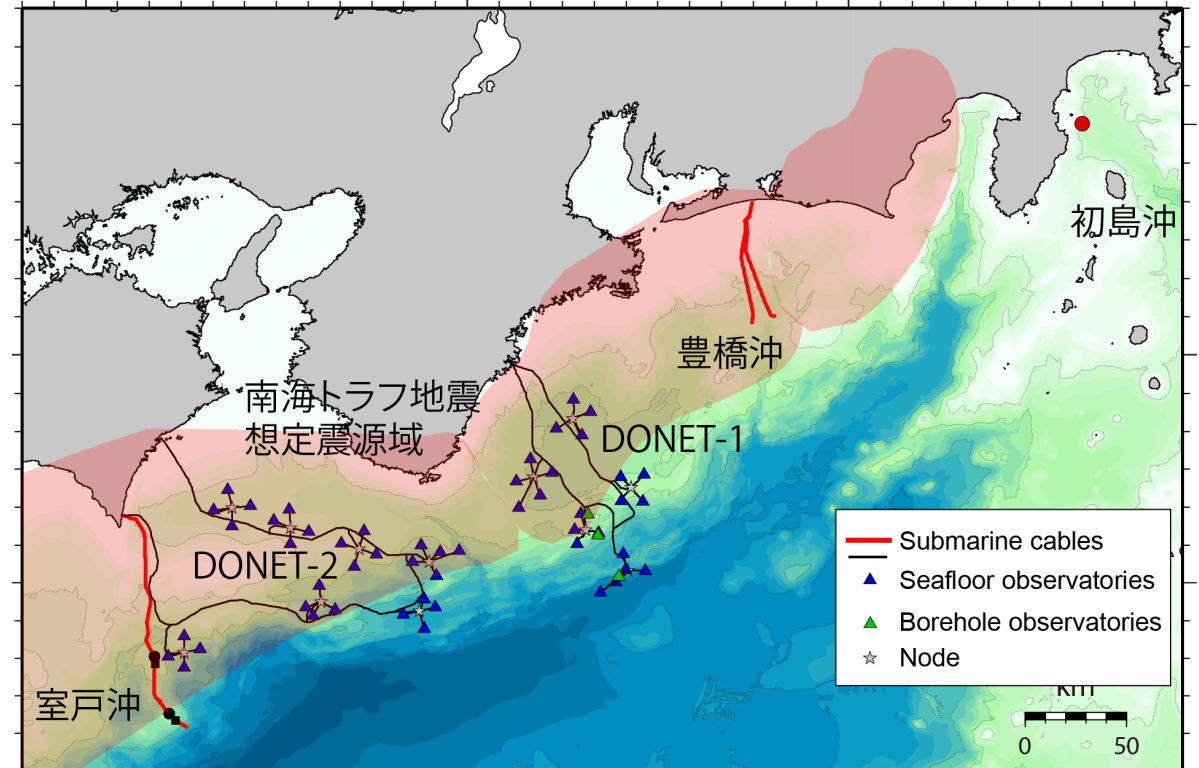
DAS Distributed Acoustic Sensing: 分布型音響センシング



- ・ DAS : 光ファイバ歪計と同様、長い光ファイバへの入射光に対するレイリー散乱光を使った光干渉計測により、光ファイバの歪分布の動的な変化を計測
- ・ 光ファイバに沿った方向の連続的な歪変化が検出できれば、観測点密度の飛躍的増加が期待
- ・ DONETなど海底ケーブル観測システムは光ファイバが入っている。光ファイバの歪変化計測による地震計測に応用可能

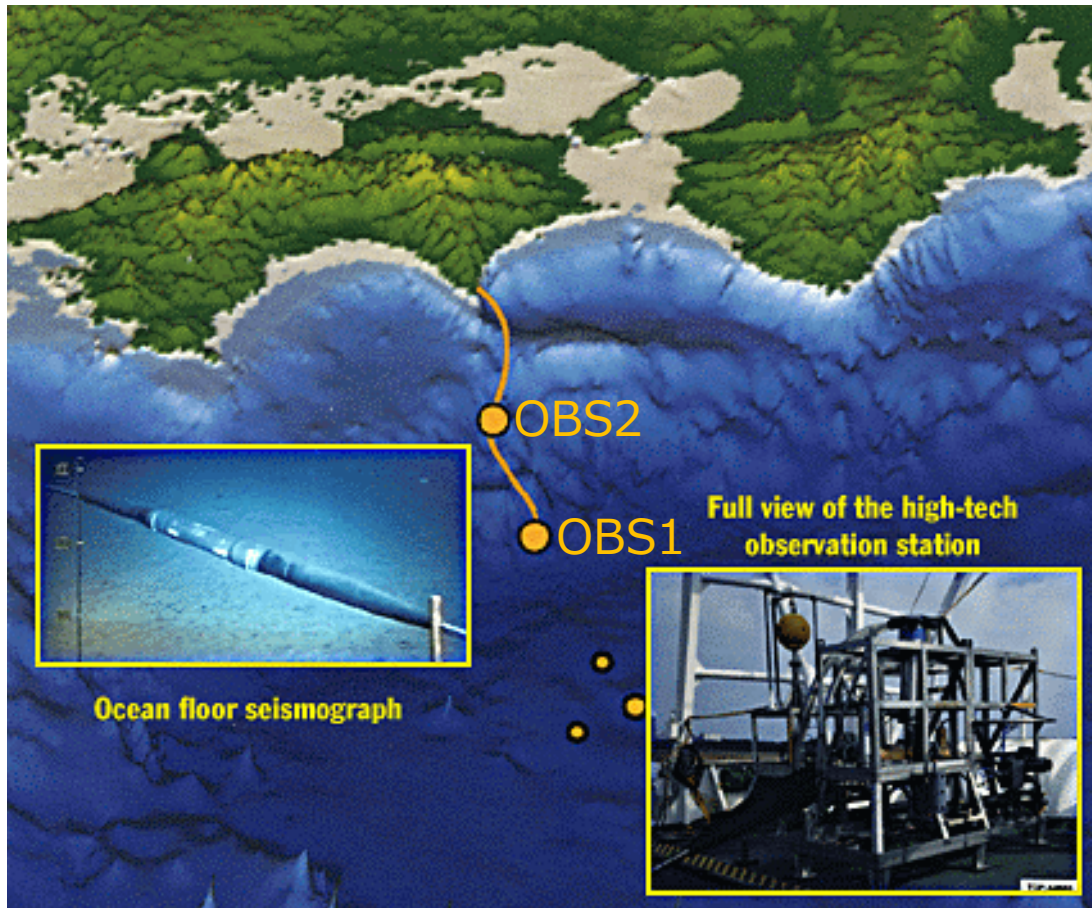
JAMSTECは初島沖・豊橋沖・室戸沖に光ファイバセンシング応用可能なケーブルを保有。各ケーブルシステムの特徴に応じた応用研究を実施。

室戸沖：南海トラフ 長距離(120km) 地震・地殻変動観測
豊橋沖：東海沖 光アンプ系への適用 地震・地殻変動観測
初島沖：先端観測装置への接続可能 光ファイバセンサ研究



DAS Observation with Muroto cable

Jan. 27-31, 2020 (5 days)



JAMSTEC Muroto submarine cable

Fiber cable (6 fibers)

Total length 120 km

At 70 km OBS2, PG2 (water depth 1400 m)

At 100 km OBS1, PG1 (water depth 2200 m)

Observation ceased since Feb. 2019

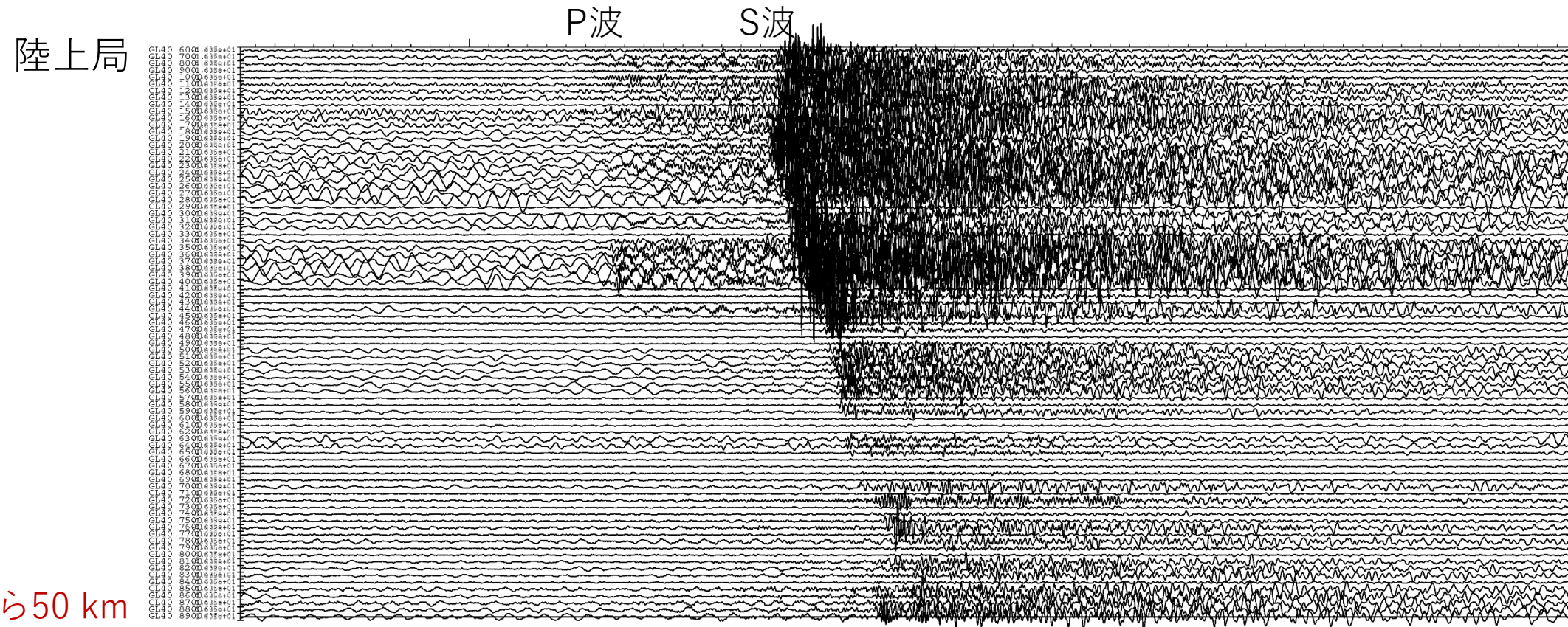
DAS Observation up to 50 km
(limited from the interrogator)

DAS :
AP Sensing N5200A



室戸沖ケーブルでのDASによる地震記録

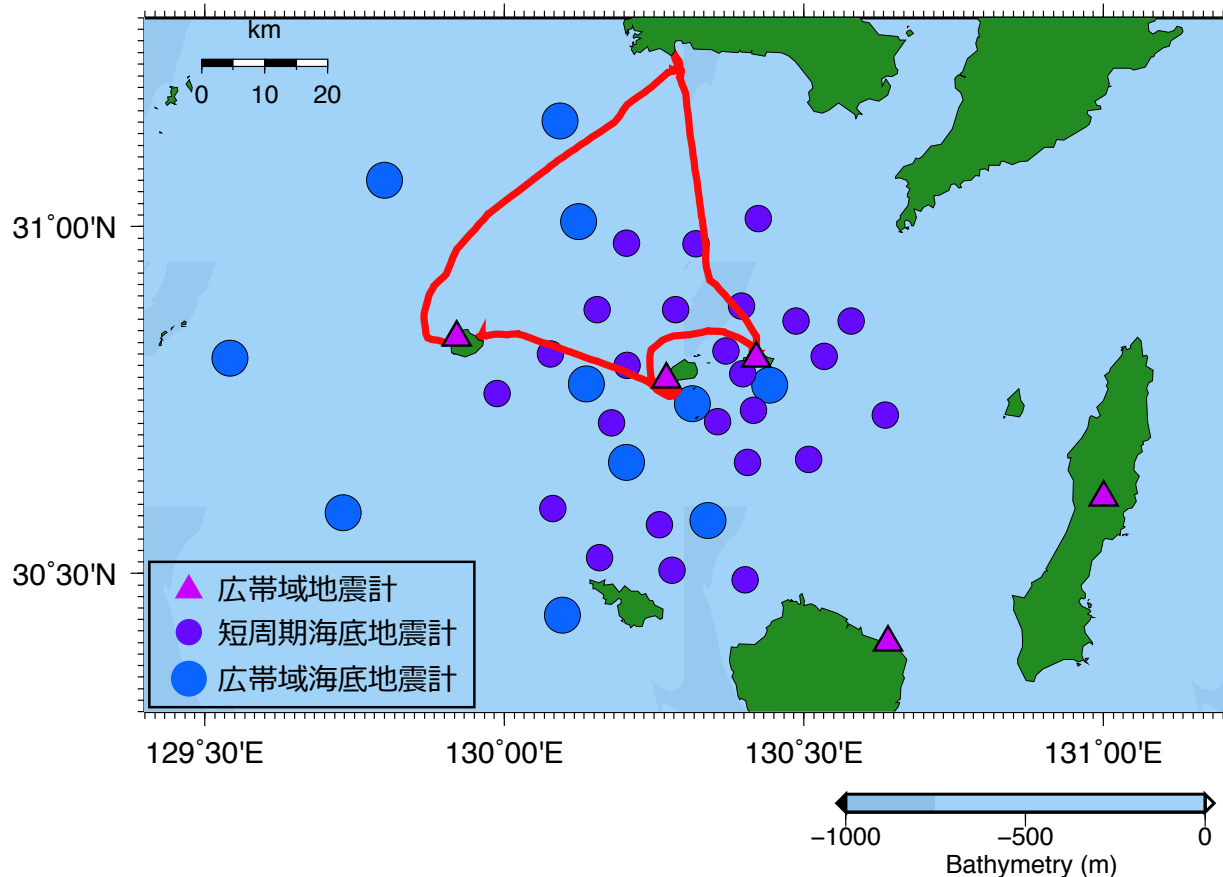
2020-01-28 01:23:32.1JST 33.78N 134.907E d=36.8km M2.9



従来の地震観測網（観測点間隔～10–30 km）と比べて稠密なデータが得られ、地震活動の監視に非常に有効である。

一方、現状のDASは長周期では安定度が低く海底地殻変動には適用が困難である。

鬼界カルデラ高密度アレイ地震観測計画： 海底光ファイバーを利用したDAS計測



実施計画 DAS計器：AP sensing ~70 km

- ① 2021年3月
- ② 2021年8月

実施背景

・比較観測網の展開

2020年10月～2022年9月 海底・陸上地震観測網展開

海底：広帯域12点・短周期25点（計37点）

陸上：屋久島・種子島・竹島・黒島・薩摩硫黄島

2021年8月 地震波反射法探査

・火山活動の活発化

2020年10月6日 硫黄岳噴火（入山規制）