

宇宙地球フロンティア実地研修 報告書

Report for Onsite Training in Earth-Space Frontier Science

氏名/Name	中尾俊介 Shunsuke Nakao
所属部局/ Affiliation	理学系研究科 地球惑星科学専攻 Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science
研究機関・企業名 /Hosting Institution	トンガ地質サービス Tonga Geological Services
期間/Period	2025 年 7 月 30 日 ~ 2025 年 9 月 6 日 07/30/2025 09/06/2025 * 西暦で記入 mm/dd/yyyy

1. 観測の目的

海域火山のモニタリング手法として、既存の海底光ファイバー通信ケーブルをセンサーとして利用する分散型音響センシング (DAS) 技術が注目されています。この技術は、高価な海底地震計を多数展開することなく、ケーブル沿いの数十 km にわたる区間の振動を、数 m おきという極めて高い空間分解能でリアルタイムに捉えることを可能にします。

本実験の目的は、通信が常時行われているトンガ国内の海底ケーブルにおいて、通信用と観測用の光信号を一本のファイバーで共存させる波長多重技術を利用し、通信を妨げることなく DAS 観測を実施することです。また、臨時地震観測網を同時に展開し、HTHH (フンガ・トンガ=フンガ・ハアパイ火山) 付近で発振されたエアガン信号を DAS とこの観測網で受信することで、地下構造を調査することも目指しました。

2. 内容

トンガの海底ケーブル陸上局に DAS 観測装置を設置し、2025 年 8 月 21 日より観測を開始しました。この装置は、通信を遮断することなく陸上局から 75km 以上にわたる DAS 観測を可能にするものです。トンガの火山列に沿って敷設されている海底ケーブルを利用し、火山性を含む地震や、エアガン信号のデータ取得を行いました。

また、DAS 観測による震源決定精度を向上させるため、トンガ国内に 3 点の臨時地震観測点を設置しました。本観測はトンガ地質サービスとの共同研究として実施しました。

3. 成果

観測開始後、計画通り HTHH 火山に最も近接する海底ケーブル区間において、エアガン探査による人工的な振動波形と、自然地震の双方を明瞭に捉えることに成功しました。

本研修を通じて、地球物理学的観測を海外で実施する実践的な経験を積むことができました。また、海外の研究者との議論を通じて、国際共同研究を遂行する上で不可欠な能力と多角的な視点を養う貴重な機会となりました。

1. Purpose of the Observation

Distributed Acoustic Sensing (DAS) technology, which utilizes existing submarine fiber-optic communication cables as sensors, is a promising method for volcano monitoring. This technology makes it possible to capture vibrations in real-time along tens of kilometers of the cable at an extremely high spatial resolution of a few meters, without deploying a large number of expensive ocean bottom seismometers.

The objective of this experiment is to conduct DAS observations on an active submarine communication cable in Tonga, without interrupting data traffic. This is achieved by using wavelength-division multiplexing (WDM) technology, which allows both communication and observation optical signals to coexist on a single fiber. A further aim was to deploy a temporary seismic network simultaneously to investigate the subsurface structure by receiving airgun signals, fired near the HTHH (Hunga Tonga-Hunga Ha'apai) volcano, with both the DAS system and this network. This observation was conducted as a joint research project with the Tonga Geological Services.

2. Methods

A DAS interrogator unit was installed at the submarine cable landing station in Tonga, and observation started on August 21, 2025. This instrument enables DAS observation over 60 km from the landing station without interrupting communications. Data from earthquakes, including volcanic events, and the airgun signals were acquired using the submarine cable laid along the Tongan volcanic arc.

Additionally, three temporary seismic stations were installed in Tonga to improve the accuracy of hypocenter determination from the DAS observations.

3. Results

After the observation started, we successfully captured both the artificial seismic waveforms from the airgun survey and natural earthquakes clearly on the section of the submarine cable closest to the HTHH volcano, as planned.

Through this practical training, I gained hands-on experience in conducting geophysical observations in a foreign country. Furthermore, discussions with international researchers provided a valuable opportunity to cultivate the essential skills and diverse perspectives required to conduct international collaborative research.



ノムカ島での臨時地震観測点の設置作業（左）と、本研究のカウンターパートであるトンガ地質サービスの職員との写真（右）。

Installation of the temporary seismic station on Nomuka Island (left), and a group photo with staff from the Tonga Geological Services, our counterpart for this research (right).