

(1) 実施機関名：

東京大学地震研究所

(2) 研究課題（または観測項目）名：

（和文）光ケーブル式海底観測システムと分散型音響センシング技術による海域地震観測・解析技術の開発

（英文）Development of observations and data analyses using distributed acoustic sensing and seafloor optical cables

(3) 関連の深い建議の項目：

6 観測基盤と研究推進体制の整備

(1) 観測研究基盤の開発・整備

イ. 観測・解析技術の開発

(4) その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究

(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明

地震

(3) 地震発生過程の解明とモデル化

(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化

ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震

2 地震・火山噴火の予測のための研究

(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）

ア. プレート境界巨大地震の長期予測

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究

(1) 南海トラフ沿いの巨大地震

(2) 首都直下地震

(5) 令和5年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

分散型音響センシング(DAS)計測は、光ファイバセンシング技術の一つで、光ファイバに沿って、振動を数mの間隔で、総計数十kmに渡って計測可能なことが特徴である。地震研究所が1996年に設置した三陸沖光ケーブル式海底地震・津波観測システムは、伝送路である海底ケーブルに予備の光ファイバを持っている。この予備光ファイバに、DAS計測を適用することによって、空間的に高密度の海底地震観測を実施している。2019年2月の観測を開始後、2022年10月までに、計9回計測を実施した。DAS計測は単位時間に生成されるデータが莫大であるために、1回の観測は数日から長くて2ヶ月ほどとなっている。2019年2月の計測では、測定全長100 km、チャンネル間隔5 mとして、合計2日間実施した。その結果、計測装置を設置した陸上局から70 km程度まで、連続して地震波が記録されることを確認した。また、2019年6月の計測では、空間的高密度計測として、測定全長5 km、チャンネル間隔1 mとした。観測期間は約3日である。観測記録には多数の地震が記録されていた。2019年11月の計測では、長期観測を念頭において、2週間弱の連続観測を行った。測定全長は70 km、チャンネル間隔は5 mである。2020年11月にはエアガンとDAS計測による構造調査を実施した。エアガンの発震は、海洋研究開発機構学術調査船白鳳丸KH20-11研究航海にて実施した。白鳳丸はエアガンを曳航しながら、海底ケーブル敷設ルート上を航行し、この間陸上局においてDAS計測を行った。発震は、大型エアガン（Bolt社1500LLエアガン容量1500cubic inches）4基、またはGIガン（容量355cubic inches）2基により行った。DAS計測は、測定全長100 kmまたは80km、チャンネル間

隔5 mとして、エアガン発震時間帯を含む5日間の連続観測を行った。2020年3月には、新しいDAS計測器の試験観測を実施した。この計測では、測定全長100 km、チャンネル間隔は5 mであり、以前の観測と同じであるが、振動を計測するゲージ長を100mと長くして、S/N比を向上させる工夫がされていることが特徴である。観測は2日間実施した。その結果、計測装置を設置した陸上局からほぼ100 kmまで、S/N比のよい地震観測が可能であることを確認した。

(6) 本課題の5か年の到達目標：

光ファイバセンシング技術の一つであり、振動を計測する分散型音響センシング（Distributed Acoustic Sensing、以下DAS）は、近年様々な分野で応用され始めている。地震関係分野では、資源探査のための構造調査に多く利用されており、地震観測にも適用され始めている。この計測は、光ファイバー末端からレーザー光のパルスを送出し、光ファイバー内の不均質から散乱光を計測し、その変化から、振動を検出する方法である。光ファイバーに沿って、時空間的に密な観測を実施できることが特長である。国内では、地震津波観測システムとして過去に設置された海底光ケーブル観測システムのうち、使用可能な光ファイバがあるシステムでこれまでに観測が行われている。例えば、地震研究所が1996年に設置した三陸沖光ケーブル式海底地震・津波観測システムは、伝送路である海底ケーブルに予備の光ファイバがあり、この予備光ファイバに、DAS計測を適用することによって、空間的に高密度の海底地震観測が実施できることがわかっている。海洋研究開発機構でも室戸岬沖に「海底地震総合観測システム」として敷設された光ケーブルを用いた試験観測を進めるとともに、地方自治体や民間が所有する通信用海底ケーブルを用いた観測にも取り組んでいる。DAS観測が生成するデータは莫大なものであり、定常観測を行うためには、引き続き、解析技術も含めた技術開発が必要である。本研究課題では、現在利用可能な海底ケーブルシステムにDAS技術を適用して、稠密な海底地震観測を定常的に行うシステムを開発すると共に、このシステムを用いて観測域の地殻活動を把握することを目的とする。

(7) 本課題の5か年計画の概要：

海底ケーブルシステムの設置に大きな費用がかかるために、海底ケーブルを用いる観測技術開発を行う本研究課題では、対象を現在設置済みの海底光ファイバを用いた地震津波観測システムを対象とする。現在設置されているケーブル観測システムにおいても、分散型音響センシング(DAS)技術による計測は専用の光ファイバを必要とするために、使用していないまたは予備の光ファイバを含むシステムを用いて、技術開発を進める。DAS技術による地震観測は、数mの間隔で、数十kmにわたり、データを取得することができることが特長である。しかしながら、DAS技術による地震観測は単位時間あたりに生成されるデータ量が莫大なものであり、定常的に観測を実施するためには、莫大なデータを適切取り扱う技術開発やデータから情報を抽出する解析技術開発が必要である。現在、国内において定常的なDAS観測を行っている例もあり、その技術を発展させることで、国内でDAS計測可能な既存システムを用いて定常観測を実施する。一方、現在S-netやDONETなどのケーブル観測システムが稼働しており、これら従来の海底地震津波観測システムからのデータと併合処理することにより、地殻活動を高精度に把握する解析手法も開発する。DASはファイバ軸方向の成分のみを観測していることから、従来の地震計との併合処理が有益である。以上を達成するために、本研究課題では主たる開発項目を、

- ・ 既設の光ケーブル式海底観測システムを用いたDAS技術による地震観測データの評価
- ・ 定常的観測を実施するためのデータ量低減技術の開発
- ・ 稠密データから必要な情報抽出するデータ処理技術の開発
- ・ DASデータと従来の観測網データの併合処理による高精度解析技術の開発

とする。さらに、システムが構築できた場合には、DAS観測システムによる地殻活動の高精度モニタリングを実施する。また、大学・研究機関が所有する地震津波観測システム以外の海底ケーブルのファイバの利用や、広帯域地震・地殻変動の観測が期待できる光ファイバ計測技術についても広く検討を実施する。

(8) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

篠原雅尚（東京大学地震研究所）,塩原肇（東京大学地震研究所）,望月公廣（東京大学地震研究所）,山田知朗（東京大学地震研究所）,悪原岳（東京大学地震研究所）
他機関との共同研究の有無：有

荒木英一郎（海洋研究開発機構）,尾鼻浩一郎（海洋研究開発機構）,青井真（防災科学技術研究所）,功刀卓（防災科学技術研究所）,武田哲也（防災科学技術研究所）,藤原広行（防災科学技術研究所）,中村洋光（防災科学技術研究所）

(9) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：

電話：

e-mail：

URL：

(10) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：篠原雅尚

所属：東京大学地震研究所