

高速通信を支える基盤となっている光ファイバーケーブルを使って、地震を観測する研究が進んでいる。陸地や海底に張り巡らされた既存の光ファイバー網を活用できるため、容易に観測網を広げて防災に役立てることが可能だ。研究の現状や課題を追った。

(沼田良宗)

■「DAS」を応用

日本有数の活火山である鹿児島県の桜島で、東北大学教授(地理学)らのチームは昨年11〜12月、噴火の前兆となる「火山性地震」の観測実験をした。通常の地震計に加え、島の外周の地中に埋められている全長約40キロの通信用光ファイバーケーブルを観測に使った。

ケーブルのうち、通信に使っていない空きファイバーの端に専用の計測器を取り付け、レーザー光を照射する。光の一部は、ファイバー内にあるわずかな不純物に当たって、散乱光として計測器に戻ってくる。



地震の揺れなどの震動が光ファイバーの一部がゆがんで伸び縮みすると、散乱光の位置が変化する。普段から散乱光を観測しておき、その変化を検出すれば、地震の発生や震源の位置などを推定できる。

この仕組みは「分散型音響センシング(Distributed Acoustic Sensing)」の頭文字を取って「DAS(タス)」と呼ばれる。2000年代に理論が確立され、5年

光ファイバー網で地震観測

陸海既存ケーブル活用

レーザー当て 波形変化検知

メリットで、火山噴火の際に火山灰や軽石などの噴出物の影響を受けにくい。

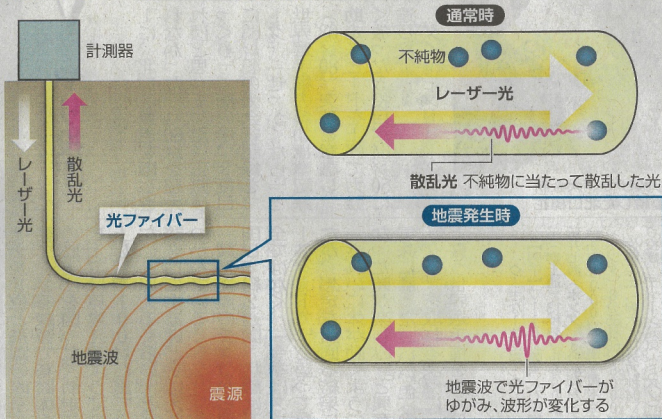
教授は19年、福島・山形県境の吾妻山周辺でDAS観測を実施し、火山性地震の震源を特定することに成功した。桜島でも10回ほど地震性の揺れを捉えたという、詳しい分析を進めている。

■課題はA-で克服
課題や欠点もある。地震計は東西、南北、上下の3方向の震動をそれぞれ観測できるが、DASは光ファイバーの伸び縮みしかわからない。東北大学の教授は「現状では地震計による観測が基本で、DASはあくまで下支え」と強調する。

また、高密度に大量のデータが得られるのはいいが、それだけのデータを蓄積するだけの設備が必要になる。大量のデータを素早く解析するには、コンピューターの高い処理能力も求められる。

東京大の名誉教授(地理学)は「AI(人工知能)でDASの観測データを分析して、地震による揺れかどうかなどを判別してもらうのも有効だろう」と語る。

光ファイバーによる地震観測のイメージ

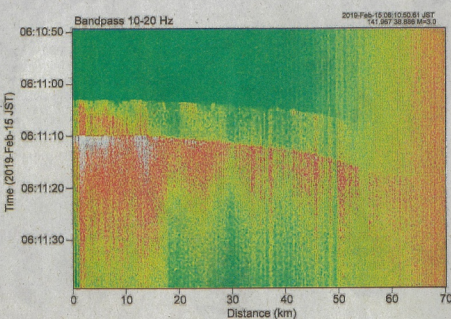


ほど前から地震や火山の観測に応用され始めた。

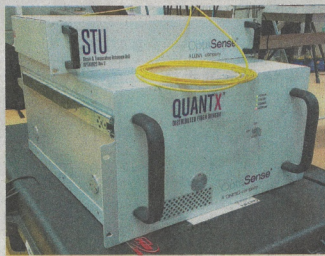
理論上は、計測器から数十キロ先まで、約5〜10秒間隔で震動を検出できる。ケーブルに沿って地震計を数千台

並べた場合の観測に匹敵する。教授は「地震計が点での観測なのに対し、光ファイバーは線。高密度に地震波を捉えられる」と語る。

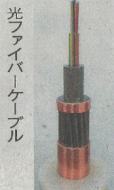
ケーブルが地中にあるのも



光ファイバーで得られた地震観測記録の例。横軸は計測器からの距離、縦軸は時間。ファイバーのゆがみ具合を色の違いに置き換えている。時間は上から下に進み、0時・桜付近では6時11分03秒頃に最初のP波を検知、同10秒にS波を検知した。約50キロ先でも揺れを検知できている



光ファイバーによる地震観測に使う計測器 (いずれも 教授提供)



実用化進むDAS 交通・防犯など広く

DASは地震観測以外にも活用に向けた研究が進んでおり、既に実用化されているものもある。将来は、宇宙での地下構造探査に使用される可能性もあるという。

インフラ分野ではNEC

◆地震観測以外でも活用が進む

インフラ	電柱や橋などのひび割れ劣化の把握
交通	渋滞など道路の利用状況の監視
防犯	外部からの侵入者の検知
探査	地下構造の把握 将来的には宇宙探査も?

が2021年、道路の地下や電線の光ファイバー網で振動を計測し、電柱・橋のひび割れなどを検知するシステムを開発した。道路の交通状況の監視もでき、高速道路会社や通信キャリアなどが導入している。

防犯分野では、扉やフェンスなどに設置した光ファイバーで侵入行為による振動を検知するシステムが実用化され、空港や原子力発電所など国内外の重要施設

で活用されている。地下構造の把握に向けた探査に使う研究も進む。東京大の教授(探査工学)は、小型の装置で微弱な振動を発生させ、その揺れを海底の光ファイバーで観測することで、天然ガスや石油が貯留している場所を探すことを目指す。

教授は「DASは発展がめざましい技術で、幅広い分野に応用が広がっている。月や火星の地下構造を光ファイバーで探査する日が来るかもしれない」と話す。