

12 - 11 海底間音響測距観測の現状について

Introduction of the current seafloor acoustic ranging system

東北大学災害科学国際研究所 木戸元之
Motoyuki Kido, IRIDeS, Tohoku University

海溝型巨大地震の発生様式の理解のため、海域に存在する想定震源域で直接地殻の変位や歪み速度を計測できる海底測地観測の重要性は共通の認識となりつつある。しかし、各観測対象に適した複数の計測手段があり、それぞれ計測頻度、計測精度、データへのアクセシビリティが大きく異なる。近年技術開発および観測網の拡張が目覚ましい、いわゆる GPS-A 観測は、広域の変動場を計測するものであり、地震間の固着域推定、地震時変位によるすべり量推定、地震後の余効変動による粘弾性構造の推定や余効すべりの把握が可能である。しかし、船舶によるキャンペーン観測によるため、計測頻度が年間 1～数回に限られ、最近注目されつつある繰り返し発生するスロースリップ等の現象を正確に捉えることは難しい。係留ブイや無人ボートによる連続観測も試みられているが、計測データの精度や長期運用のオペレーション上の問題を完全に克服するには、まだしばらくの時間がかかると思われる。

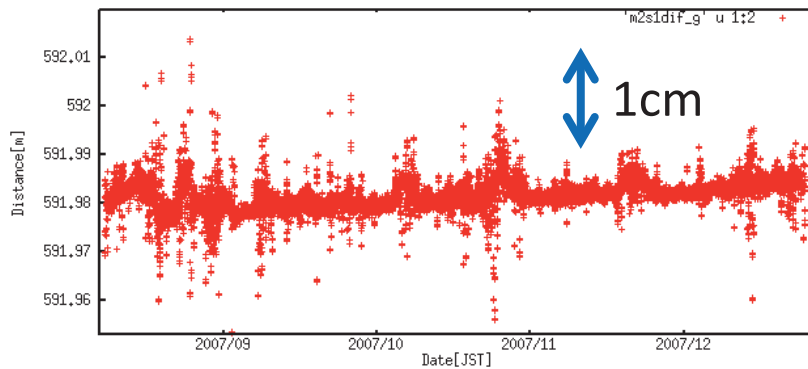
一方、短い基線の伸び縮みを計測する海底間音響測距観測は、歴史的には 1980 年代に遡るが、最近再び脚光を浴びつつある。計測自体は海底に設置した機器同士によるオフライン観測ではあるが、連続データを記録していることに加え、海中音速構造が比較的安定している海底に閉じているため計測精度が高く、定常的な変位レートの検出の他、スロースリップなどのイベント検出能力も高い。これまでに、地震に関係するイベントを明瞭に捉えた例は無いが、設置箇所を工夫し、稼働する観測装置が増えてくれば、イベントの検出に成功するのに、それほど時間はかからないと思われる。現在の計測精度は、海水の状態にもよるが 1 年間の観測で 2-3 ppm/yr に達しており(第 1 図)、計測能力としては基線長 10 km に達する測距に成功している。これは 10 km の基線の 2-3 cm/yr の変位を捉えられることに相当し、現在日本海溝を跨ぐ収束帯での計測が精力的に行われている。また、変位帯の局在化が期待される海底断層などでは、基線を 1 km 以下など、最小限の長さに設定することが可能で、それに比例して、mm レベルでの計測が成立している。

今後急速に発展が見込まれる海底間音響測距観測ではあるが、防災的な視点からは、現状のオフライン観測ではなく、リアルタイムで連続データをモニタリングできる技術の導入が望まれる。GPS-A 観測と違い海底で閉じているため、原理的には海底ケーブルとの相性は良く、ケーブル接続のための技術開発が始まっている。しかし実際の導入にあたっては、ケーブルのノード間隔による制約やコストの問題があり、全ての機器を接続することは現実的でない。音速補正に必要なオフライン側の温度データ情報などを測距信号に乗せて取得しつつ、最小限の接続数で必要十分な計測データをリアルタイムで得られるような、レイアウトの工夫が必要である(第 2 図)。

また現在では計測対象の予想される局在化した動きの方向に合わせて、最小限の機器の数で効率的に観測を行っているが、将来的に多くの機器を使用可能な時代が来れば、第 3 図のように面的に配置することによって、陸上の三角測量と同じことが可能になり、予想し得ない変位の検出も可能になってくる。三角網を延長していくことにより、基線長で規制されていた計測対象が、海溝から海岸までの広域地殻変動場になっていくことが、究極の発展形であると言える。これらは、技術的には不可能ではなく、海底での音響パスを通すための正確な設置方法の確保と、量を確保するため

のコストの問題に帰する.

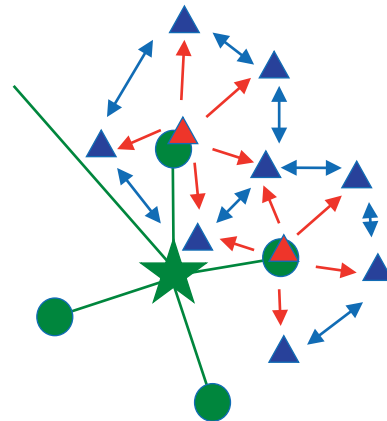
熊野灘(4ヶ月) 基線=600m, 水深=2000m



第1図 見かけ基線長の観測例。音速空間場の線形近似が成立しない短期擾乱が時折見られるが、殆どの時間帯でmmレベルでの基線長がモニタリングできている。

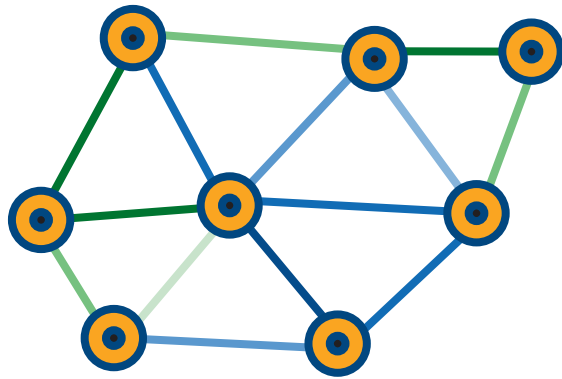
Fig.1 Example of observed apparent ranges. It is clear that mm-level range monitoring is achieved in the most period except for short disturbance, which may be caused by violation of linear approximation in sound speed distribution.

- ▲ ケーブル接続測器
- ▲ オフライン測器
- ← リアルタイムモニタリング
- ↔ オフラインモニタリング



第2図 ケーブルノード(緑)に海底間音響測距装置を接続する場合の例。赤で示した2台を接続するだけで、多くの基線の情報が得られる。

Fig.2 A minimum example of connecting the extensometers to seafloor cable node (green). Connecting only two extensometers (indicated by red) provides multiple baseline information.



第3図 海底間音響測距装置を多数配置し，三辺測量網を構築した場合のイメージ図.
Fig.3 Schematic illustration of triangulation network using numbers of extensometers.