

## 海上2点のGPS/音響測距による海底測位観測

### Seafloor geodetic observation using two GPS/Acoustic ranging systems on sea surface

杉本 慎吾<sup>1\*</sup>, 田所 敬一<sup>1</sup>, 生田 領野<sup>2</sup>, 奥田 隆<sup>1</sup>, 渡部 豪<sup>1</sup>, 佐柳 敬造<sup>3</sup>, 宮田 皓司<sup>1</sup>,  
長尾 年恭<sup>3</sup>

Shingo Sugimoto<sup>1\*</sup>, Keiichi Tadokoro<sup>1</sup>, Ryoya Ikuta<sup>2</sup>, Takashi OKUDA<sup>1</sup>, Tsuyoshi Watanabe<sup>1</sup>,  
Keizo Sayanagi<sup>3</sup>, Koji Miyata<sup>1</sup>, Toshiyasu Nagao<sup>3</sup>

<sup>1</sup>名大・地震火山セ, <sup>2</sup>静大・理, <sup>3</sup>東海大・海洋研

<sup>1</sup>RCSVDM, Nagoya Univ., <sup>2</sup>Faculty Sci., Shizuoka Univ., <sup>3</sup>IOD, Tokai Univ.

#### ○はじめに

海底での地殻変動観測は、プレート境界型巨大地震の発生機構、歪の蓄積過程などを解明する上で非常に重要である。名古屋大学では、東海大学、静岡大学との共同研究の下に、海底での海底地殻変動を観測する装置・システムの開発を行なっている。当観測システムは、観測船と海底に設置した音響トランスポンダ（海底局）の距離を超音波走時で測定する技術（音響測距）と、移動する観測船の位置を決めるキネマティックGPS測位技術を組み合わせたものである。現在の観測システムによって、2004年紀伊半島南東沖地震の震源近傍で地震時の地殻変動を検出した[Tadokoro et al., 2006]。さらに、駿河トラフ、熊野海盆においてそれぞれ約5年間の繰り返し観測の結果、フィリピン海プレートの沈み込みに伴ったプレート境界近傍での定常的な地殻変動を実測することができた[田所ほか, 2008]。

繰り返し観測から推定される現在の海底測位精度は、±5 cm程度であった。この測位精度でプレート境界近傍での地殻変動を短期間で観測するためには、未だ不十分である。現在の観測・解析方法で安定した測位解を得るためには1回の観測で2日以上時間を必要とする。音響観測を海上1点で行う場合、3台の海底局に対して順番に測距するために時間がかかり、そのうえ、海中音速の空間変化（水平勾配）の揺らぎを平均化するために、音響観測を長時間行う必要がある。解析の高精度化と観測の短時間化が現在の課題である。それらを解決する方法の一つは、海中音速の空間変化推定を現在の解析アルゴリズムに組み込むことである。それと同時に、複数の海上・海底音響観測点を用いた海底測位システムの開発も必要不可欠である。将来的には、1日の観測で±1 cm程度の測位精度を目指す。

本講演では、現在開発中の海中音速の時空間変化と海底局位置を同時推定する解析手法を用いて、海上2点、海底3点による海底測位観測結果を報告する。また、同時推定で得られた海中音速の時空間変化と、海中の温度・圧力連続観測から推定される音速の空間変化とを比較検討結果を報告する。

#### ○観測と解析

海上2点からの海底測位観測は、駿河湾北西部、水深800mに設置した海底局アレイに対して2008年10月から3回行った。1点目の海上音響観測点（以後、海上局1）は、通常の測位観測と同様に東海大学所有の調査船『北斗』を利用し、2点目（以後、海上局2）には、音響測距システム、GPS、サテライトコンパス（1周波GPSを基にした方位センサー）を搭載した1.5m四方のブイを用いた。海上局2は、海底局アレイの重心位置に係留し、海上局1は、航走観測を行った。音響測距を行う時間を海上局1、2で分けて、0秒から30秒まで海上局1から3台の海底局を順番に測距し、30秒から60秒まで海上局2から海上局1と同様に音響測距を行った。さらに、海上局2で

は、最大8台の温度・圧力センサーを用いて連続係留計測を行った。

現在の海底測位解析では、海中音速構造は一定の水平成層であると仮定し、海中音速の時間変化と3台の海底局位置とを同時に推定する。長時間の観測を行なうことで、水平成層を仮定したことによるモデル誤差の均質化を図ることが可能であるが、海流などが存在する海況下では、この仮定が成り立たなくなると考えられる。その結果、海底測位には系統誤差が生じてしまう。そこで開発中の新手法では、空間変化を一観測期間で一定の2次元傾斜と仮定して、現行の海底測位解析アルゴリズムに組み込んだ。新手法の測位評価を数値実験とおして行った結果、1500mの範囲で傾斜推定誤差 (RMS) 3~5cm/sで、測位誤差は、水平で3cmであった。

**【謝辞】** 本研究は、主として文部科学省の受託事業「地震・津波観測監視システムの構築」により実施しました。また、観測にご協力いただいた東海大学海洋学部の調査船「北斗」の関係者の皆様に深く感謝致します。

キーワード: GPS, 音響測距, 海底地殻変動

Keywords: GPS, Acoustic Ranging, Seafloor Crustal Deformation