

## 海底 GPS 手法による海底地殻変動観測高度化に向けた新たな取り組み New approaches to advanced GPS/A geodetic observation on the seafloor

藤本 博己<sup>1\*</sup>, 木戸 元之<sup>1</sup>, 太田 雄策<sup>2</sup>, 山本 淳平<sup>1</sup>, 長田 幸仁<sup>1</sup>, 飯沼 卓史<sup>1</sup>, 日野 亮太<sup>2</sup>, 田所 敬一<sup>3</sup>, 金田 義行<sup>4</sup>  
Hiromi Fujimoto<sup>1\*</sup>, Motoyuki Kido<sup>1</sup>, Yusaku Ohta<sup>2</sup>, Jumpei Yamamoto<sup>1</sup>, Yukihiro Osada<sup>1</sup>, Takeshi Iinuma<sup>1</sup>, Ryota Hino<sup>2</sup>,  
Keiichi Tadokoro<sup>3</sup>, Yoshiyuki Kaneda<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 東北大学災害科学国際研究所, <sup>2</sup> 東北大学大学院理学研究科, <sup>3</sup> 名古屋大学大学院環境学研究科, <sup>4</sup> 海洋研究開発機構海洋工学センター

<sup>1</sup>IRIDeS, Tohoku University, <sup>2</sup>Grad. Schl. Science, Tohoku Univ., <sup>3</sup>Grad. Schl. Environ. Stud., Nagoya Univ., <sup>4</sup>Mar. Tech. Center, JAMSTEC

### (1) 短時間観測で測位精度を確保する取り組み

2011年東北地方太平洋沖地震は海溝軸付近で例外的に大きなすべりを示したが、陸上 GPS 観測ではそこにおけるプレート境界の固着状態を知ることは難しい。そこで我々は文部科学省の委託を受けて共用型の観測点を日本海溝沿いに20ヶ所設けた。海上保安庁海洋情報部も地震後南海トラフ沿いに9点増設している。陸上の高密度の観測網と比べればまだ大きな差はあるが、海底 GPS 観測点が広がったことは画期的なことである。しかし一方で観測点が増えれば観測に要する多くのシブタイムが必要となる。この問題を解決しなければ、南海トラフ軸近くなどにある観測の空白沖を埋めることも難しい。これまでの海底 GPS 観測では1観測点における観測に半日から1日要していたので、まずはこの観測時間の短縮に取り組む必要がある。

我々はこれまでの観測結果から、海中表層の音速構造の水平勾配の観測がこの問題を解決するブレークスルーであると推定しており、それに対処する観測手法を提案する。名大のグループはこの目的のために2~3台の係留ブイを用いた観測を提案している。我々はこのような観測における重要な点は、適切な距離を保持した2台の海上観測装置から4台の海底音響装置にほぼ同時に音響測距信号を送ることであることを見出した。そうすれば表層の2点を結ぶ方向の水平音速勾配の近似値を測定できる。海上観測装置の位置を変えることにより、任意の方向の音速勾配が求まる。試験観測を繰り返してこの観測に必要なノウハウを獲得できれば、半日以上の測位結果を平均する必要性はなくなるので観測時間を短縮できる。表層の3ヶ所で同時に観測すれば、理論的には、音響測位毎に精密な測位結果を得ることができる。東北沖は世界でも有数の漁場であり、10 km以上の長さの流し網等が多く用いられている。漁業者とも相談して場所と時間を選び、この手法の有効性を確認する観測を行ってみたい。

### (2) セミリアルタイム連続観測に向けた取り組み

実時間連続観測は海底測地観測の究極の目標であるが、当面の課題は日あるいは週座標値の観測であろう。海底 GPS 観測でこれを実現するには二つの壁を越えなければならない。その一つは海上の GPS 観測用の装置であり、係留ブイが自航式のブイが必要である。海の波の力を利用して最大1.5ノットで進むことができ、台風の荒海にも耐える Wave Glider という自航式ブイがある。我々は Wave Glider というブイ2台か、あるいは係留ブイとそれ1台でこの課題をこなすことができると考えている。

第二の壁は精密 GPS 測位である。我々が用いてきたキネマティック GPS 測位という手法は、海上の GPS 測位データを陸上に送る必要がある。これには最低でも4800 bpsの衛星通信が必要であり、その方法を JAXA のグループと検討している。我々は簡易的な代替案を最近見出した。山本ほか(当大会)は、昨年10月に StarFire システムによる補正を用いた陸上観測点のキネマティック測位を行い、その解の安定性を調べた。その結果、水平位置の標準偏差は約1.5 cmであり、我々がキネマティック GPS 解析で用いている手法で解析した日座標値との差も2 cm以内であった。

我々が2012年に新たに設置した海底音響装置の電池では、長期観測の場合、1日に約20回の観測ができる。この場合でも3台の海上装置による観測により数センチ程度の測位精度は確保できるであろう。StarFire と Iridium の1日当たりの経費は傭船費に比べればはるかに低額であるが、1年以上の観測であれば週1回の観測が限界であろう。長期にわたる日座標値の観測にはもっと低額の衛星通信が必要である。

キーワード: 海底地殻変動観測, 海底 GPS, 東北地方太平洋沖地震, 固着状態, 音速構造の水平勾配, 日座標値

Keywords: seafloor geodetic observation, GPS/A, Tohoku-oki earthquake, seismic coupling, horizontal gradient of sound speed, daily position