

ハワイ沖実験でのGPS音響結合方式における音速変化の影響の補正と見積

Estimation and correction for the effect of sound speed variation on GPS/Acoustic seafloor positioning

長田 幸仁[1]; 藤本 博巳[2]; 三浦 哲[3]; Sweeney Aaron[4]; 金沢 敏彦[5]; 中尾 茂[6]; 酒井 慎一[7]; Hildebrand John A.[8]; Chadwell C. David[9]

Yukihito Osada[1]; Hiromi Fujimoto[2]; Satoshi Miura[3]; Aaron Sweeney[4]; Toshihiko Kanazawa[5]; Shigeru Nakao[6]; Shin'ichi Sakai[7]; John A. Hildebrand[8]; C. David Chadwell[9]

[1] 東大・地震研; [2] 東北大・院理; [3] 東北大・理・地震噴火予知センター; [4] 東北大・理・地震噴火予知センター; [5] 地震研; [6] 東大・地震研; [7] 東大地震研; [8] スクリップス海洋研究所; [9] スクリップス海洋研・MPL

[1] ERI, Univ. Tokyo; [2] AOB, Tohoku Univ.; [3] RCPEV, Graduate School of Sci., Tohoku Univ.; [4] RCPEVE, Tohoku Univ.; [5] ERI, Tokyo Univ; [6] ERI, Univ of Tokyo; [7] Earthquake Research Institute, Univ. of Tokyo; [8] MPL, SIO, UCSD; [9] UCSD, SIO, MPL

東大地震研究所と東北大理学研究科は、三陸沖の太平洋プレート上において GPS 測位と音響測距を組み合わせた海底測地観測を実施するために、海半球計画の下で、米国スクリップス海洋研究所と共同で新たに深海用の音響測距システムを開発した。我々とスクリップス海洋研究所は、2000 年 11 月から 12 月の約 1 ヶ月間 R/V Roger Revelle を用いてハワイ島沖で GPS / 音響測位システムの観測を行なった。彼らは、この海域に我々と共同開発した装置をこの海域の地殻変動を観測するため水深約 1400m から 3000m の海底に音響トランスポンダ 7 台を設置し、また我々は、日本海溝用に開発した 1 台を投入した。彼らは、地殻変動観測として我々は、システムの精度評価観測して行った。今回の解析においては、我々の 1 台を含む 3 台の音響測距計による測位データを用いる。各音響測距計の水深は、浅い順から 2700m、3000m、4500m となっている。

GPS 音響結合方式は、陸上の基準局をもとに船に装備した 3 台の GPS アンテナの位置を求める GPS 測位、海底局と距離測定をする音響測位、そして GPS アンテナと音響素子の装備した船からなる。我々は、船に 3 台の GPS アンテナを設置し、船底に装備した音響素子の位置を精密に求めるようにした。この GPS 解析において GPS の陸上基準局は、約 50km 離れたハワイ島の HIVAULT (標高 1250m) とした。各アンテナと音響素子の位置関係は、測量機器を用いて測定することで、GPS 測位と同じ座標系で音響素子の位置を求めることができる。

GPS 音響結合方式には 2 段階の観測を行った。最初に音響測距計の精密な位置決めが必要であるため、海底局を中心とした円周 (半径約 1 マイル) 上で観測を行った。その後測距計がつくる三角形の中心の真上付近で観測を行った。同時に中心付近の観測のとき、連続的に海中の音速構造を得るため CTD 観測も行った。

最初の段階において海底局位置を以下の方法で解析した。このときの音速構造は、三角形の中心で得られたデータの平均のデータとして、海底局と船底に装備した音響素子の距離から ray parameter を求め、その値を用いて走時を求めた。この走時と観測された走時との残差が最小になる点を海底局であると推定し、グリッドサーチにより海底局の位置を求めた。なお 3 台の海底局のうち 2 台は、設置時に海底圧力計を用いて設置水深を求めた。その水深は、GPS 音響結合の測位観測から得られる水深と数 10cm で一致した。

上で求めた 3 台の海底局の位置を用いて次の段階である三角形の中心付近で 3 台の中心での水平方向の位置を解析した。船の位置は、異なる水深を設置しているため、各海底局と船のなす角度は、ほぼ同じ角度になる位置で観測を行った。これにより海面付近では、水平成層構造であれば、3 台から来る波線は、海面付近で同じ影響を受ける可能性がある。実際、3 台との音響測距の結果は、GPS 観測から得られる結果と比べて、片振幅で 70cm ほどのほぼ共通の日変化を示した。海洋の音速構造が水平成層構造をなしているという仮定が成立する限り、音速構造の時間変化の影響を打ち消すことができる。そこで 3 台共通の音速変化を見積もりその影響を取り除き水平方向の位置を解析した。