平成 24 年度年次報告

課題番号：1222

（１）実施機関名：

東北大学

（２）研究課題（または観測項目）名：

海底地殻変動観測システムの高度化

（３）最も関連の深い建議の項目：

5. 超巨大地震に関する当面実施すべき観測研究の推進

（3） 超巨大地震とそれに起因する現象の解明と予測のための新技術の開発

ア． 超巨大地震のための海底地殻変動観測技術

（４）その他関連する建議の項目：

3. 新たな観測技術の開発

（1） 海底における観測技術の開発と高度化

ア． 海底地殻変動観測技術

（５）本課題の５か年の到達目標：

東北地方太平洋沖地震を経験し海溝軸近傍の挙動の把握の重要性が明らかになった．しかし，これまでは観測機器の耐圧性能や音響信号の到達距離の制限から，海底地殻変動観測の空白域となっていた．本課題では，水深 7000m 級の大深度で海底地殻変動観測ができる音響装置及び圧力計を開発し，実証実験を行いつつ，日本海溝の海溝軸近傍での観測を可能にする技術を確立する．

（６）本課題の５か年計画の概要：

これまで東京大学地震研究所において開発が進められてきた海底地震計の超深海化の技術を応用した超深海型水圧計を試作し．水深 7,000m の海底において試験観測を開始する．回収したデータを解析することによって，所定の性能が得られているか確認する．その結果をフィードバックして，日本海溝における水圧観測を継続する．水圧計では自由落下による設置と自己浮上による回収が１年以上の時間をおいて確実に動作できるようにできるか，がチャレンジである．

また，海底間音響測距および GPS/A 観測兼用の海底局も超深海底に対応させるため，使用する要素部品・資材の耐水圧性能の評価を行う．これと並行して，海水面と超深海底との間を結んだ長距離での音響測距の実現可能性に関する水槽試験及び理論的な評価を行う．実証試験として，試作機を大深度実海域に試験的に設置し音響測距を繰り返すことにより，測距に用いる音響信号の品質（信号強度・雑音比など）に関する基礎的データの収集を行うとともに，往復走時計測を行い計測精度の評価を行う．こうしたデータを実績のある通常型の観測システムによる中深度までのものと比較し，超深海海域における GPS/A 観測に固有な問題点の有無，あるとした場合にその対応策を検討することにより，GPS/A 観測網を全海域へ展開するための基礎開発を完了する．海底地殻変動観測装置を超深海化するにあたっては，１年間以上の長期間にわたって高い海水圧に要素部品のすべてが耐えなくてはならないが，実海域試験でなくてはこれを実証できない．

（７）平成 24 年度成果の概要：

東北地方太平洋沖地震の発生時に大きな滑りを伴った日本海溝軸近くの海域において，統合国際深海掘削計画によりプレート境界面に至るまでの掘削が実施されることから，この掘削地点近傍での海底圧力連続観測を開始した．観測地点の水深は，従来海底圧力観測を行ってきた海域に比べてはるかに深いため（約 7,000m），耐圧容器・水中ケーブルは耐圧 9,000m 相当のもの，圧力センサーはフルスケール 7,000m のもの（パロサイエンティフィック社製 8B7000-2-005）で観測システムを作成し，5 月に設置した（図１）．大深度用の耐圧容器は通常のものと比べ容積が小さいこともあり，この新システムによる試験観測の期間は約半年間として，10 月に回収と再設置を行った（次は 5 月に回収予定）．5～10 月の期間に得られた水圧変化の時系列を図２に示すが，短期間の間に 100hPa のという大きな圧力減少が観測された．この海底圧力変化を海底面の鉛直変動によるものと解釈すると，およそ 1m の隆起があったことになるが，観測開始直後から変化のレートが急速に減少していることを考えると，圧力センサーの過渡的な特性が観測された大きな圧力変動の原因である可能性が高い．圧力センサーの指示値には指数関数的な過渡変動と線形ドリフトが含まれ，こうしたセンサー特性に起因してセンサーのフルスケールに対して 0.1%程度の大きさの変動が 1 年間に生じる可能性がある，超深海型のセンサーでは，今回観測されたような 1m/年を上回るような変化がセンサーの特性で現れる可能性は否定できない．今後の複数のセンサーによる同時観測や，センサーの加圧テストなどから，超深海型のセンサー特性の把握を進める必要がある．

海底間音響測距装置に関しては，ガラス球を 9000m 耐圧に変更，受信感度と返信信号の感度向上，GPS 音響と同じ方法である一定期間のデータを収録する方法に変更等の改良を行った．斜面で直立させるための脚部自在継手，水中重量 30kg は従来通りである（図２左）．開発した装置は，2013 年 2 月の KR13-04 航海で水深 6000m の緩やかな斜面（図２右）に基線長 3km になるように 2 台を対で設置した．船上からは往路の測距は確認できたが，復路は明瞭には確認できなかった．航海終了時に２台とも回収し，今後測距結果を確認し，問題点があれば出力・感度調整などに反映させる．

（８）平成 24 年度の成果に関連の深いもので、平成 24 年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

Iinuma, T., R. Hino, M. Kido, D. Inazu, Y. Osada, Y. Ito, M. Ohzono, H. Tsushima, S. Suzuki, H. Fujimoto and S. Miura, 2012, Coseismic slip distribution of the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake (M9.0) refined by means of seafloor geodetic data, J. Geophys. Res., 117, B07409, doi: 10.1029/2012JB009186.

Ito, Y., R. Hino, M. Kido, H. Fujimoto, Y. Osada, D. Inazu, Y. Ohta, T. Iinuma, M. Ohzono, S. Miura, M. Mishina, K. Suzuki, T. Tsuji, J. Ashi, 2012, Episodic slow slip events in the Japan subduction zone before the 2011 Tohoku-Oki earthquake, Tectonophys., in press.

Ohta, Y., R. Hino, D. Inazu, M. Ohzono, Y. Ito, M. Mishina, T. Iinuma, J. Nakajima, Y. Osada and H. Fujimoto, K. Tachibana, T. Demachi, S. Miura, 2012, Geodetic constraints on afterslip characteristics following the March 9, 2011, Sanriku-oki earthquake, Japan, Geophys. Res. Lett., 39, L16304, doi: 10.1029/2012GL052430.

Tsushima, H., R. Hino, Y. Tanioka, F. Imamura, H. Fujimoto, 2012, Tsunami waveform inversion incorporating permanent seafloor deformation and its application to tsunami forecasting, J. Geophys. Res., 117, B03311, doi: 10.1029/2011JB008877.

（９）平成 25 年度実施計画の概要：

圧力計，海底間音響測距装置の耐圧性能に関しては問題は見られず，外回りのハード部分は H24 年度のままの設計とする．一方，圧力計は成果の部分で指摘した通り，センサーのフルスケールに応じた大きなドリフトと見られる挙動が発生したため，複数センサーによる比較観測も視野に入れつつ，５月に回収予定の再設置した装置のデータを検討し，更なる改良に資する．海底間音響測距装置は，実測データを慎重に吟味し，復路で測距に問題があれば出力・感度調整を行い，5km 程度の長基線に最適化した調整を行い，5 月に予定している航海で，日本海溝に再設置し，半年ほどの連続試験観測を

行う．また，GPS 音響装置との相互運用可能な変更を加える．

（10）実施機関の参加者氏名または部署等名：

木戸元之・藤本博己・日野亮太・伊藤喜宏・太田雄策・長田幸仁・他５名程度

他機関との共同研究の有無：有

名古屋大学・東京大学生産技術研究所・東京大学地震研究所・海上保安庁

（11）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名：東北大学大学院理学研究科　地震・噴火予知研究観測センター

電話：022-225-1950

e-mail：zisin-yoti@aob.gp.tohoku.ac.jp

URL：http://www.aob.gp.tohoku.ac.jp/

（12）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：木戸元之

所属：東北大学大学院理学研究科　地震・噴火予知研究観測センター

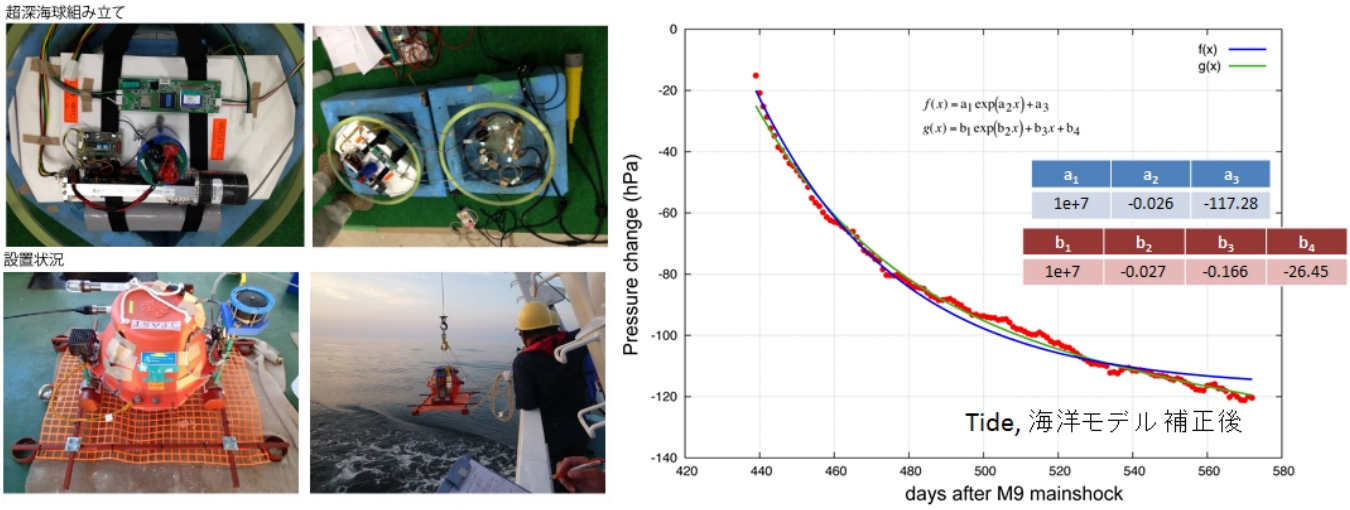

図１. 開発した超深海型圧力計と設置風景（左）、圧力の計測結果（右）

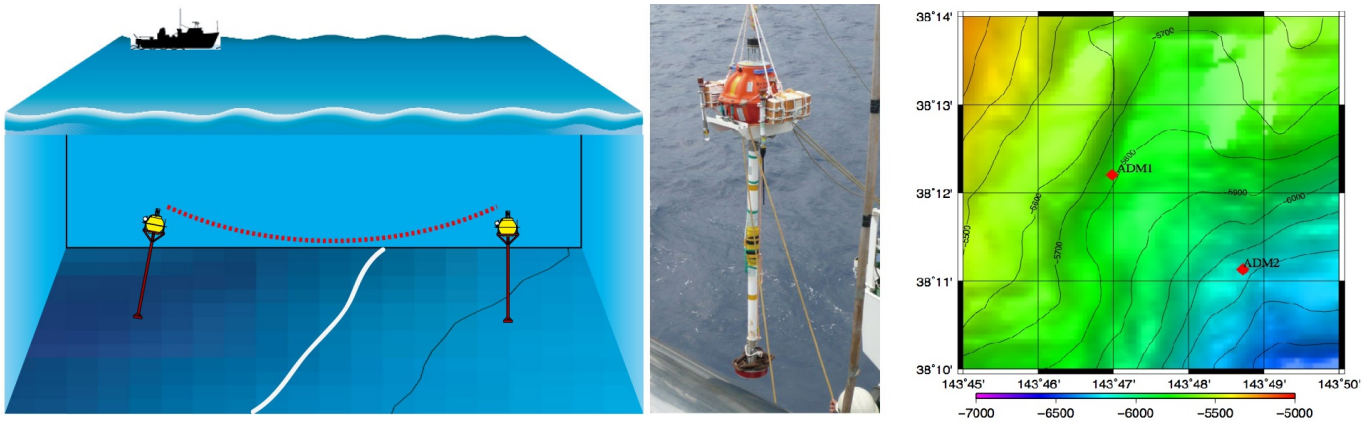

図２. 海底間音響測距装置と試験観測の設置点