

(1) 実施機関名：

東京大学地震研究所

(2) 研究課題(または観測項目)名：

海底での地震・地殻変動観測に向けた機動的観測技術の高度化

(3) 関連の深い建議の項目：

5 研究を推進するための体制の整備

(3) 研究基盤の開発・整備

イ. 観測・解析技術の開発

(4) その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究

(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化

ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震

2 地震・火山噴火の予測のための研究

(2) 地殻活動モニタリングに基づく地震発生予測

ア. プレート境界滑りの時空間変化の把握に基づく予測

5 研究を推進するための体制の整備

(2) 総合的研究

ア. 南海トラフ沿いの巨大地震

(5) 総合的研究との関連：

南海トラフ沿いの巨大地震

(6) 平成 30 年度までの関連する研究成果(または観測実績)の概要：

機動的観測での開発の一つとして、2015 年度に科研費基盤研究(A)の採択により本格的に開始した、次世代型広帯域海底地震計(BBOBS-NX)の自律展開設置・自己浮上回収方式への機能高度化を更に進めた。2016 年度の実海域試験結果とその実用的試験機としての改修成果を基に、自律展開設置・自己浮上方式の新型機(NX-2G)の長期試験観測(福島県沖日本海溝陸側斜面に設置)を2017 年4月の研究船航海時に開始し、自由落下設置後の自律動作による観測開始までを船上からの音響通信により確認した。この際の動作は、着底の様子も含め、NX-2Gに取り付けた小型深海用ビデオカメラにより自撮りさせていた。2018 年10月の研究船航海で、無人潜水艇(かいこう Mk-IV)を用いて観測状態および回収状態への遷移の様子を観察し、錘を含めた機器全体の回収を実施した。海底面が柔らかいこともあり、錘を切り離してセンサー部を堆積層から引き抜き始めると直ちにセンサー部全体が海水中に引き上げられた。ビデオカメラも含めて機器とデータは無事に回収された。同地点では通常型の

BBOBS も設置され記録が取られており、NX-2G とのノイズレベル比較を実施した結果、これまでの BBOBS-NX と BBOBS での差は水平動ノイズレベルの改善が見られなかった。これは、センサー部と記録部を唯一つなぐ水中ケーブルの引き回しが悪く、ケーブルが十分に海底に落ちていなかったため、海中に浮遊状態にある記録部の振動がセンサー部へ伝わってしまったことによると考えられる。これは容易に解決可能であり、2002 年に発案し開発を進めてきた、自己埋設方式センサーによる自己浮上型 BBOBS が基本的には実現できたものと考えている。

房総沖で長期海底傾斜観測(2年間)を2015年7月に開始したままであった BBOBST-NX の回収を実現するため、研究船公募による無人潜水艇利用を今年度申請し、2019年6月に実施する予定となった。また、海底面に自由落下で設置される通常型の BBOBS においても、底層流が弱い環境下では $1 \mu \text{ rad}$ オーダーでの傾斜観測の可能性が充分にあることも分かってきた。これを踏まえ、2019年1月に開始したチリ沖での BBOBS 観測(2年間)では6台で地震・傾斜同時観測を20km程度の観測点間隔で実行中である。水晶発振方式加速度センサーの評価試験は、鋸山観測坑でのサーボ型加速度計との比較試験を進行中で、東北大で開発された GPS アンテナ試験用可動台を用いて実施するための準備を進めている。

海底において空間的に高密度なやや広帯域地震観測の実施をめざして、小型広帯域地震計を搭載した長期観測型海底地震計の開発を行った。現在多数運用されている1年以上観測可能な長期観測型海底地震計は短周期地震計(固有周期1秒)搭載しており、小型広帯域地震計に換装することにより広帯域化できる。2017年までは、小型広帯域地震計には、固有周期20秒の Nanometrics 社 Trillium Compact Broadband Seismometer を用いて開発を行った。この小型広帯域地震計は、直径90mm、高さ100mmの円筒容器に収納されており、収納容器のまま搭載できるレベリング装置を新規に開発した。開発した長期観測型小型広帯域海底地震計は、主にプレート境界浅部で発生するスロー地震の観測をめざしているが、深部構造研究のための深発地震や遠地地震の観測や、海底火山の観測への利用も可能である。新規開発した海底地震計を、2017年2月に日向灘に設置し、同年7月に回収した。回収した記録には、超低周波地震が S/N 比よく記録されていた。2018年には、同じく Nanometrics 社の Trillium Compact Broadband Seismometer 固有周期120秒を用いた小型広帯域地震計を製作した。これは、サイズ、重量ともに固有周期20秒のものと同じであるが、観測時に許される傾斜角が小さい。そのため、20秒計用に開発したレベリング装置を、制御ソフトウェアの改良により、より精度の高いレベリングを必要とする120秒計に適用可能とした。この120秒計を搭載した小型広帯域海底地震計は、日本海溝陸側斜面における観測に使用した。

(7) 本課題の5か年の到達目標:

地震予知の基礎的観測研究を行う上で、海洋プレートの沈み込み帯でのプレート境界地震及びスロースリップイベントが繰り返し発生している場の直上である海底での、地震・地殻変動観測は重要である。陸域と同等な観測をこの海底で実現させるという基本的観点から、これまで長期高密度な機動的な地震観測、機動的強震観測、機動的かつ長期の広帯域地震観測、などをこの十数年の間に実現させてきた。海域での地震・地殻変動観測をより高度化させるため、陸上と同等な広帯域地震観測を海域で機動的に行う技術開発、超深海域での機動的な地震観測の実用化、海底面での機動的な水圧(上下変動)観測と傾斜観測の面的展開技術の実用化、などを今後の技術開発の課題として引き続き取り組む。

(8) 本課題の5か年計画の概要:

本研究課題では、明確な年度計画は設定せず、後述の開発項目のうち予算的裏付けと試験観測が可能となったものを順次進めて行く。その理由として、これらの機器開発の予算はその大部分を科学研究費や運営費交付金(地震研内のセンター経費・所長裁量経費など)で賄っていること、及び試験観測には研究船利用(潜水艇も含む)が必要であり、その実施には近年は特に不確定要素が多いためである。

主たる開発項目は引き続き、

1. 次世代型広帯域海底地震・傾斜計の自律展開設置・自己浮上回収方式への機能高度化、

2. 超深海域で長期(広帯域)地震観測の実用化、
3. 面的展開が可能な海底面での傾斜観測の実用化、
4. 長期安定した精密水圧観測への観測手法と次世代圧力センサーの開発、とする。

(9) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

塩原肇・篠原雅尚・望月公廣・山田知朗・一瀬建日・悪原岳
他機関との共同研究の有無：無

(10) 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：東京大学地震研究所 地震・火山噴火予知研究協議会 企画部
電話：03-5841-5787

e-mail：yotikikaku@eri.u-tokyo.ac.jp

URL：https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/YOTIKYO/

(11) この研究課題(または観測項目)の連絡担当者

氏名：塩原 肇

所属：東京大学地震研究所 海半球観測研究センター