

### 3. 2. 2. 2 海域プレート構造調査

#### 目 次

##### (1) 業務の内容

- (a) 業務題目
- (b) 担当者
- (c) 業務の目的
- (d) 8か年の年次実施計画（過去年度は、実施業務の要約）
  - 1) 平成25年度
  - 2) 平成26年度
  - 3) 平成27年度
  - 4) 平成28年度
  - 5) 平成29年度
  - 6) 平成30年度
  - 7) 平成31年度
  - 8) 平成32年度
- (e) 平成26年度業務目的

##### (2) 平成26年度の成果

- (a) 業務の要約
- (b) 業務の成果
  - 1) 長期観測型海底地震計の整備および設置
- (c) 結論ならびに今後の課題
- (d) 引用文献
- (e) 成果の論文発表・口頭発表等
- (f) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

##### (3) 平成27年度業務計画案

## (1) 業務の内容

### (a) 業務題目

#### 2.2.2 海域プレート構造調査

### (b) 担当者

所属機関	役職	氏名
東京大学地震研究所	教授	篠原 雅尚
	教授	塩原 肇
	准教授	望月 公廣
	助教	山田 知朗
	助教	一瀬 建日
	技術専門職員	八木 健夫
	技術専門職員	藤田 親亮
	技術職員	阿部 英二
	技術専門職員	増田 正孝

### (c) 業務の目的

日本海域において海底地震観測を行い、プレート構造を明らかにし、津波波源モデル・震源断層モデルや数値構造モデルに必要な基礎資料を得る。

### (d) 8か年の年次実施計画（過去年度は、実施業務の要約）

#### 1) 平成25年度：

日本海大和海盆において長期広帯域海底地震観測を開始することを目的とし、広帯域海底地震計を含む長期観測型海底地震計6台の組み立て・調整など総合的な整備を実施した。その後、平成25年10月に船舶を利用して、日本海能登半島はるか沖から若狭湾はるか沖にて海底地震計6台の設置を行い、日本海大和海盆下の詳細な深部構造を把握するための長期海底地震観測を開始した。

#### 2) 平成26年度：

日本海大和海盆の領域において、広帯域海底地震計を含む長期観測型海底地震計計6台程度を回収・再設置し、長期海底地震観測を継続する。プレート構造を明らかにする解析を実施すると共に、国内外の学会において、情報収集を行う。

#### 3) 平成27年度：

日本海大和海盆の領域において、前年度設置し、1年程度の観測を行った広帯域海底地震計を含む長期観測型海底地震計を回収する。また、観測を継続するために、ほぼ同一地点に計6台程度を再設置する。また、回収したデータの解析を継続する。

4) 平成28年度：

日本海大和海盆の領域において、前年度設置し、1年程度の観測を行った広帯域海底地震計を含む長期観測型海底地震計を回収し、大和海盆における長期海底地震観測を終了する。これまでに蓄積した約3年間のデータを用いて、大和海盆域の地殻・上部マントルを含む海域プレートの構造を明らかにする。

5) 平成29年度：

日本海盆の領域において、広帯域海底地震計を含む長期観測型海底地震計計6台程度の設置を行い、長期海底地震観測を開始する。

6) 平成30年度：

日本海盆の領域において、前年度設置し、1年程度の観測を行った広帯域海底地震計を含む長期観測型海底地震計を回収する。また、観測を継続するために、ほぼ同一地点に計6台程度を再設置する。また、回収したデータの解析を開始する。

7) 平成31年度：

日本海盆の領域において、前年度設置し、1年程度の観測を行った広帯域海底地震計を含む長期観測型海底地震計を回収する。また、観測を継続するために、ほぼ同一地点に計6台程度を再設置する。また、回収したデータの解析を継続する。

8) 平成32年度：

日本海盆の領域において、前年度設置し、1年程度の観測を行った広帯域海底地震計を含む長期観測型海底地震計を回収し、日本海盆における長期海底地震観測を終了する。これまでに蓄積した約3年間のデータを用いて、日本海盆域の地殻・上部マントルを含む海域プレートの構造を明らかにする。最終年度であるので、成果をとりまとめる。

(e) 平成26年度業務目的

日本海大和海盆の領域において、広帯域海底地震計を含む長期観測型海底地震計計6台程度を回収・再設置し、長期海底地震観測を継続する。プレート構造を明らかにする解析を実施すると共に、国内外の学会において、情報収集を行う。

## (2) 平成26年度の成果

(a) 業務の要約

日本海における地震および津波発生を考える上において、地殻・上部マントルを含むプレートの構造を明らかにすることは重要なデータとなる。特に脆性破壊を起こすリソスフェアの厚さおよびその構造は、津波波源モデル及び震源断層モデルの構築に必要である。深部構造を求めるためには、遠地地震を含む多数の地震を観測する必要があるが、海底では地震学的な雑微動が大きく、質のよい地震記録を多数得るためには、同一地点において数年にわたる長期の観測を行い、規模の大きな地震を多数観測することが重要である。ま

た、規模の大きな地震からの地震波は周波数が低く、広帯域地震観測を行わなければならない。以上のような背景と目的を踏まえて、日本海大和海盆および日本海盆における領域で広帯域海底地震観測を実施し、その観測データから地殻・上部マントルを含む海域プレート構造を明らかにする。これらの結果は、日本海側の海域から沿岸にかけての津波波源モデル及び震源断層モデルの構築に寄与する。また、得られた成果は、(1)地域の防災リテラシー向上に向けた取組に提供する。

平成 26 年度は、日本海大和海盆において平成 25 年 10 月に開始した長期広帯域海底地震観測地震計と長期観測型海底地震計を用いた観測を継続し、平成 26 年 8 月に海底地震計全台を回収した。また、広帯域海底地震計を含む長期観測型海底地震計 6 台を、大和海盆に再設置し、平成 26 年度の観測を開始した。海底地震計は、1 点を除く 5 点については平成 25 年度観測と同一地点に設置した。観測で使用した海底地震計は東京大学地震研究所にて組み立て・調整などの整備を実施した。さらに、音響通信制御装置、GPS 時計制御システムなどの設置作業支援装置についても動作試験等を行い、総合的な整備を実施した。観測は平成 27 年度まで継続する予定である。平成 26 年 8 月に回収した海底地震計は、地震研究所に輸送した後に、耐圧容器から記録媒体を取り出し、データ再生処理を実施した。1 台はレコーダートラブルによりデータ回収が困難であったが、残り 5 台の海底地震計では良好なデータが得られた。現在は得られた海底地震計データを用いた解析を実施中である。

## (b) 業務の成果

### 1) 長期観測型海底地震計の整備および観測

本業務は広帯域海底地震計 3 台、短周期観測型海底地震計 3 台、合わせて 6 台の長期観測型海底地震計<sup>1)</sup>を用いて行った。広帯域海底地震計は直径 650mm のチタン合金製の耐圧容器、固有周期 360 秒の広帯域地震センサー、レコーダー、音響通信制御装置などから構成されている。短周期観測型海底地震計は直径 500mm のチタン合金製の耐圧容器、マイクロコンピューター制御のジンバルシステムを持つ固有周期 1 秒の速度型地震計、レコーダー、音響通信制御装置などから構成されている。この他にラジオビーコン、フラッシュライトなどを外装した。地震データは SD カード、またはハードディスクに収録され、電源には 1 年間の連続観測が可能な大容量のリチウム電池を使用している。これらの動作試験などは東京大学地震研究所で行った。

日本海大和海盆下の深部速度構造を求めるにあたり、過去に行われた研究で得られた成果等<sup>2,3,4,5,6)</sup>を考慮し、海底地震計の観測点配置を決定した。この時、日本列島に展開されている陸上観測網との併合処理も考慮した。海底地震計の設置作業にあたっては、現地関係機関(者)等と作業概要などの連絡調整を行った。

日本海大和海盆において平成 25 年 10 月に開始した長期広帯域海底地震観測地震計と長期観測型海底地震計を用いた観測を継続し、平成 26 年 8 月に地震研究所備船「第七海工丸」を用いて回収作業を行った(写真 1、図 1)。観測船「第七海工丸」は、海底地震計及び各装置機器の搬入および艀装が終了した平成 26 年 8 月 1 日に伏木富山港を出港した。回収した位置などの情報を表 1 に示す。回収時刻と位置は、浮上した海底地震計を観測船上に引き上げた時刻とそのときの観測船位置である。海底地震計が記録終了時刻は、海底地

震計の錘切り離し指令を送信する前に、海底の地震計に記録収録停止指令を、船上から送信した時刻である。

同航海において東京大学地震研究所で整備・調整作業を行った広帯域海底地震計を含む 6 台の海底地震計の設置作業を行った(写真 2、図 2)。6 観測点のうち 5 観測点は平成 25 年度に海底地震計を設置した点と同じ場所に海底地震計を再設置した。1 観測点は海底地形・観測点の配置バランス、この領域で行われる構造探査実験測線位置などを考慮して別地点へ変更した。この繰り返し観測により、平成 25 年 10 月に開始した海底地震観測が継続されることになる。投入した位置などの情報を表 2 にまとめる。設置時刻と位置は、海底地震計を観測船から投入した時刻と位置を示している。全ての海底地震計の設置作業完了後の平成 26 年 8 月 3 日 12 時から、海底において、全自動で収録を開始し、平成 27 年 3 月末時点でもデータを収集している(表 2)。

観測船は、すべての回収再設置作業が終了した後、平成 26 年 8 月 3 日に金沢港に入港し、装置機器の改装作業を行った。今年度回収した 6 台の海底地震計は、地震研究所に輸送された後に、耐圧球から記録媒体を取り出し、データ再生処理を行った。1 台はレコーダートラブルによりデータの回収が困難であったが、残りの 5 台の海底地震計では良好なデータを得ることができた(図 3)。日本海大和海盆中央部では先行研究として 2001 年 10 月～2003 年 4 月にかけて繰り返し海底地震観測を実施しており<sup>7)</sup>、本委託研究の観測で得られた地震データと統合解析を行うことにより、大和海盆下のより詳細な深部速度構造を明らかにすることができる(図 4)。本委託研究による観測点は、先行研究では、観測点が全くない領域であり、少ないデータ量でも、大幅な結果の改善が期待される。そこで、現在は、先行研究で使用した走時データと本委託研究で得られた 426 個の近地震と 4 個の遠地震(図 5、6)による走時データの統合を行い、実体波トモグラフィ解析を実施している。また、今後の解析及び結果の解釈に向けて、平成 26 年 11 月に開催された日本地震学会秋季大会および同年 12 月に開催された米国地球物理連合秋季大会に参加し、日本海を含む背弧海盆のプレート構造に関する研究についての情報収集を行った。

#### (c) 結論ならびに今後の課題

平成 26 年度は前年度に設置した海底地震計の回収作業を行うと共に、6 台の海底地震計の再設置を行い、観測を継続した。観測点は 1 点を除き前年度と同一とした。今回再設置した海底地震計による観測は平成 27 年度まで継続する予定である。設置した長期観測型海底地震計 6 台は東京大学地震研究所において整備を行った。平成 26 年 8 月に回収した海底地震計のうち 1 台はレコーダートラブルによりデータ回収が困難であったが、5 台の海底地震計では良好なデータが得られた。現在、海底地震計データと陸上観測点データを用いて実体波トモグラフィ解析などを行っており、今後、大和海盆下の上部マントルなどの深部構造を明らかにしていく予定である。

#### (d) 引用文献

- 1) 金沢敏彦・篠原雅尚・塩原肇: 海底地震観測の最近の進展 — 海底地震観測システムと海底における自然地震観測の進展について —, 地震 2, 61, S55-S68, 2009.

- 2) Hirata, N., Tokuyama, H., Chung, T.W.: An anomalously thick layering of the crust of the Yamato Basin, southeastern Sea of Japan: the final stage of back-arc spreading, *Tectonophysics* 165, 303-314, 1989.
- 3) Kurashimo, E., Shinohara, M., Suyehiro, K., Kasahara, J., Hirata, N.: Seismic evidence for stretched continental crust fragment in the Japan Sea, *Geophysical Research Letters* 23, 3067-3070, 1996.
- 4) Nakahigashi, K., Shinohara, M., Yamada, T., Uehira, K., Mochizuki, K., Kanazawa, T.: Seismic structure of the extended continental crust in the Yamato Basin, Japan Sea, from ocean bottom seismometer survey, *Journal of Asian Earth Sciences*, 67-68, 199-206, 2013.
- 5) Sato, T., Takahashi, N., Miura, S., Fujie, G., Kang, D.-H., Kodaira, S., Kaneda, Y.: Last stage of the Japan Sea backarc opening deduced from the seismic velocity structure using wide-angle data, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 7, Q06004. <http://dx.doi.org/10.1029/2005GC001135>, 2006.
- 6) Shinohara, M., Hirata, N., Nambu, H., Suyehiro, K., Kanazawa, T., Kinoshita, H.: Detailed crustal structure of northern Yamato Basin, *Proceedings of the Ocean Drilling Program Scientific Results* 127/128 Pt.2, 1075-1106, 1992.
- 7) Nakahigashi, K., Yamada, T., Uehira, K., Sakai, S., Mochizuki, K., Shiobara, H., Kanazawa, T.: Deep slab dehydration and large-scale upwelling flow in the upper mantle beneath the Japan Sea, *Journal of Geophysical Research, Solid Earth*, 120, doi:10.1002/2014JB011781, 2015.

(e) 成果の論文発表・口頭発表等

なし

(f) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

### (3) 平成27年度業務計画案

日本海大和海盆の領域において、広帯域海底地震計を含む長期観測型海底地震計計6台程度を回収・再設置し、長期海底地震観測を継続する。プレート構造を明らかにする解析を実施する。

表 1 本研究業務による、平成 25 年度に設置し、平成 26 年度に回収した海底地震計の位置

観測点名	センサー	回収日時	回収位置			記録収録情報		
		年月日-時分秒(JST)	緯度	経度	水深(m)	切り離しコード	記録開始(JST)	記録終了(JST)
JS1301	1Hz	2014/08/02-02:44:47	38-17.54	135-35.57	2,982	674	2013/10/19-13:00:00	2014/08/02-01:29:58
JS1302	広帯域	2014/08/02-06:45:28	37-57.83	135-53.26	2,678	618	2013/10/19-15:00:00	2014/08/02-05:41
JS1303	広帯域	2014/08/02-14:57:40	37-54.94	134-37.80	2,988	616	2013/10/19-08:00:00	2014/08/02-13:53:30
JS1304	広帯域	2014/08/02-19:29:14	37-19.70	134-45.65	2,639	621	2013/10/18-19:00:00	2014/08/02-18:35:20
JS1305	1Hz	2014/08/03-00:08:28	36-59.91	134-06.05	1,962	684	2013/10/19-02:00:00	2014/08/02-23:18:55
JS1306	1Hz	2014/08/03-05:54:48	36-41.27	134-54.88	1,751	653	2013/10/18-22:00:00	2014/08/03-04:20:40

表 2 本研究業務による、平成 26 年度に設置した海底地震計の投入位置

観測点名	センサー	設置日時	投入位置			記録収録設定情報		
		年月日-時分秒(JST)	緯度	経度	水深(m)	切り離しコード	記録開始(JST)	記録停止(JST)
JS1401	1Hz	2014/08/02-03:18:30	38-17.40	135-34.99	2,980	780	2014/08/02-12:00:00	2015/10/01-00:00:00
JS1407	広帯域	2014/08/02-08:33:02	37-41.74	135-48.41	2,814	557	2014/08/02-18:00:00	2015/10/01-00:00:00
JS1403	広帯域	2014/08/02-14:23:25	37-54.88	134-37.49	2,968	558	2014/08/02-18:00:00	2015/10/01-00:00:00
JS1404	広帯域	2014/08/02-19:55:45	37-19.98	134-45.61	2,686	556	2014/08/03-00:00:00	2015/10/01-00:00:00
JS1405	1Hz	2014/08/03-00:28:40	36-59.92	134-05.97	1,962	676	2014/08/03-06:00:00	2015/10/01-00:00:00
JS1406	1Hz	2014/08/03-06:17:52	36-41.27	134-55.09	1,751	653	2014/08/03-12:00:00	2015/10/01-00:00:00

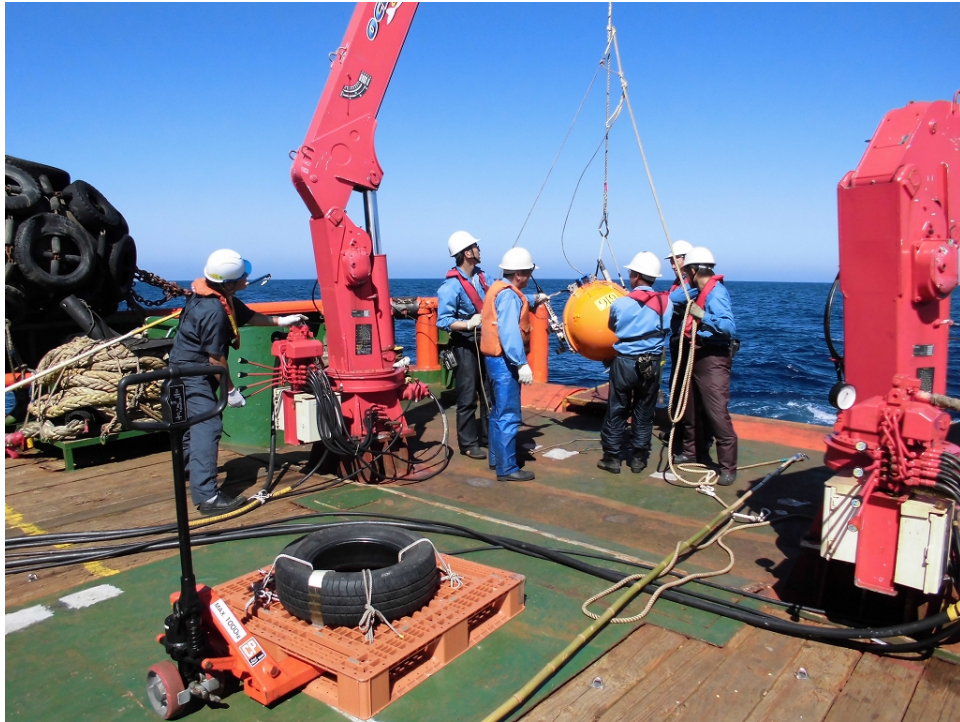


写真1 広帯域海底地震計の回収風景（JS1303、平成26年8月2日）



写真2 広帯域海底地震計の設置風景（JS1407、平成26年8月2日）。



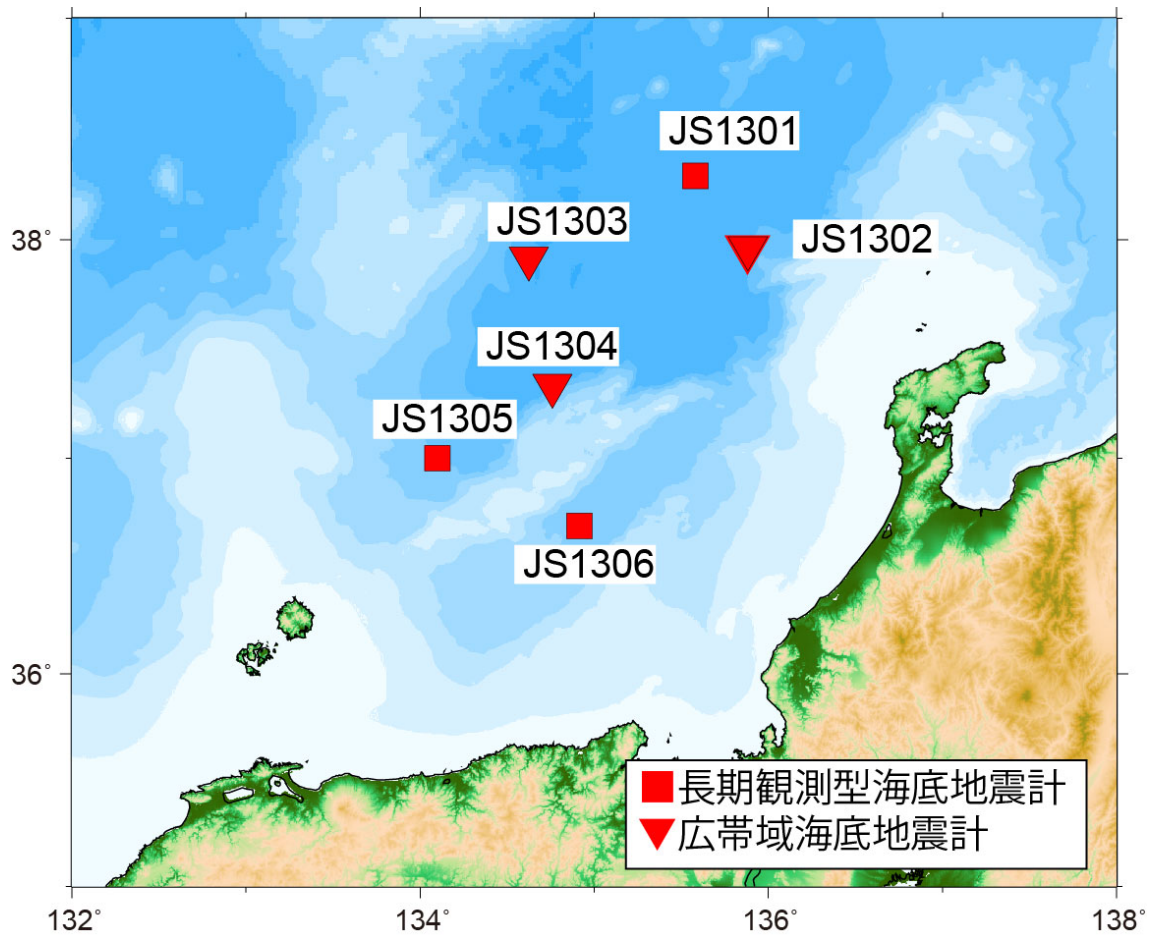


図1 平成25年度に設置した広帯域海底地震計と短周期型海底地震計の設置位置。逆三角形は広帯域海底地震計、四角は短周期型海底地震計を表す。観測点JS1302については、レコーダートラブルによりデータ回収が困難であった。

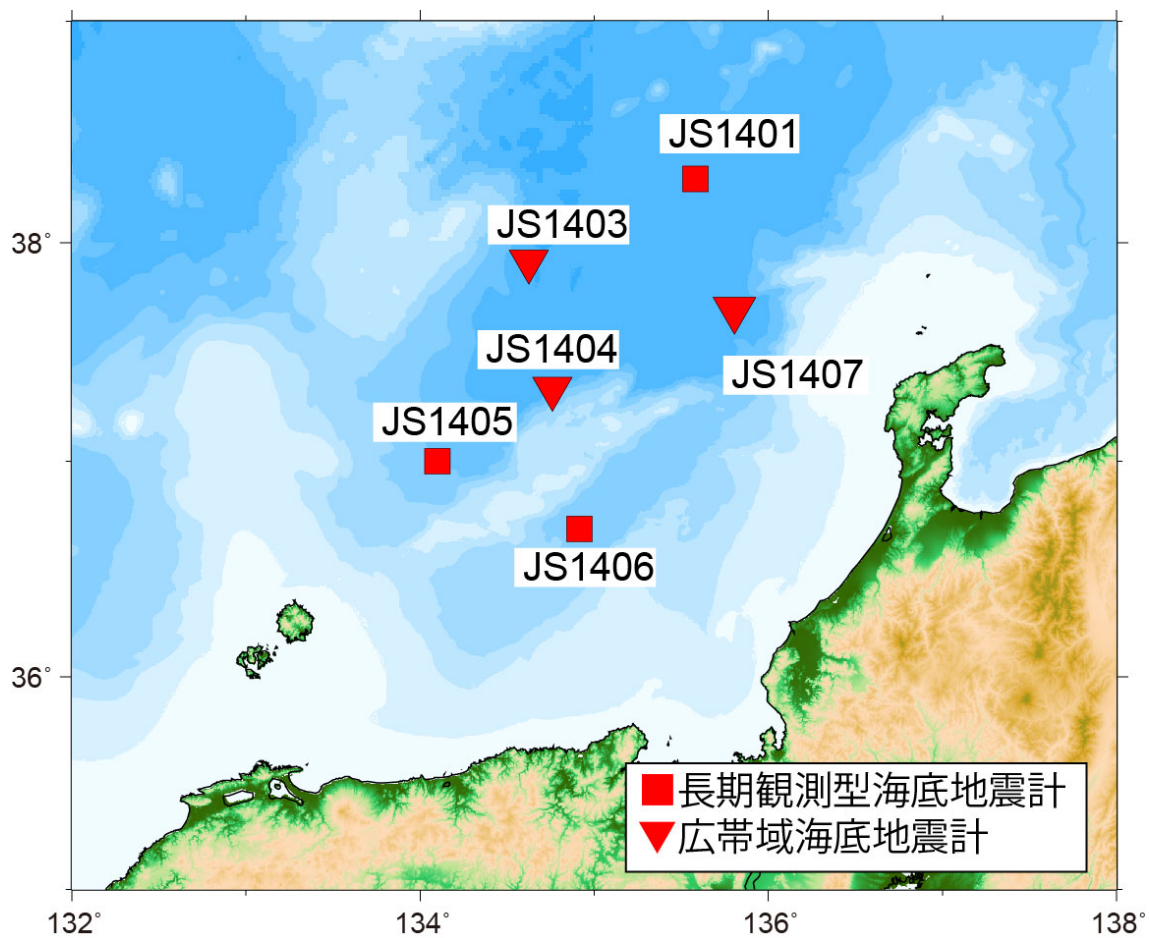


図2 平成26年度に設置した広帯域海底地震計と短周期型海底地震計の設置位置。逆三角形は広帯域海底地震計、四角は短周期型海底地震計を表す。なお、JS1407については、この地域で実施される構造探査実験などを考慮し、平成25年度の観測点位置から位置を変更した。他の観測点は、平成25年度観測点と同一位置である。

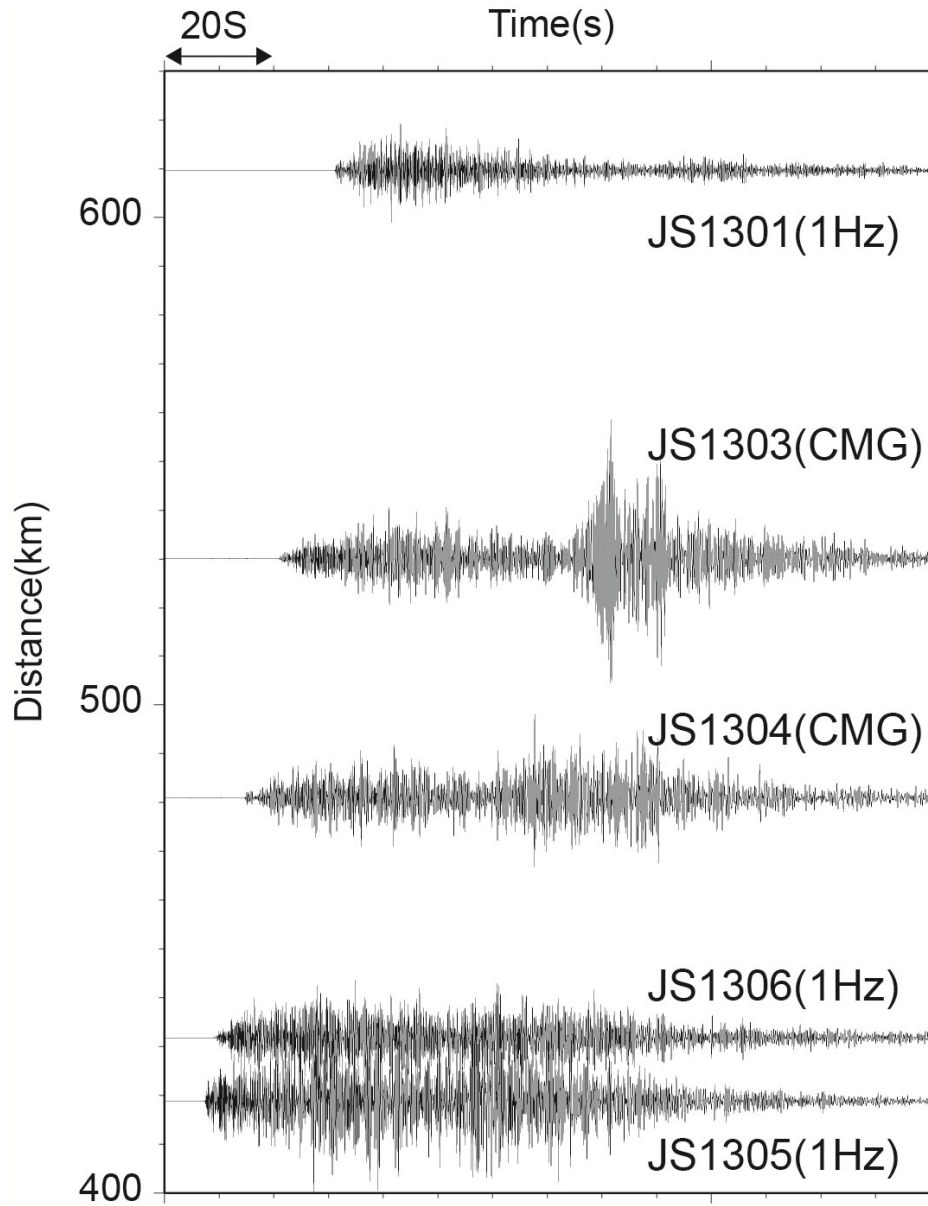


図 3 平成 25 年度観測で得られた深発地震の海底地震計データ。震源位置は北緯 36 度 15.58 分、東経 137 度 15.30 分、深さ 261km。

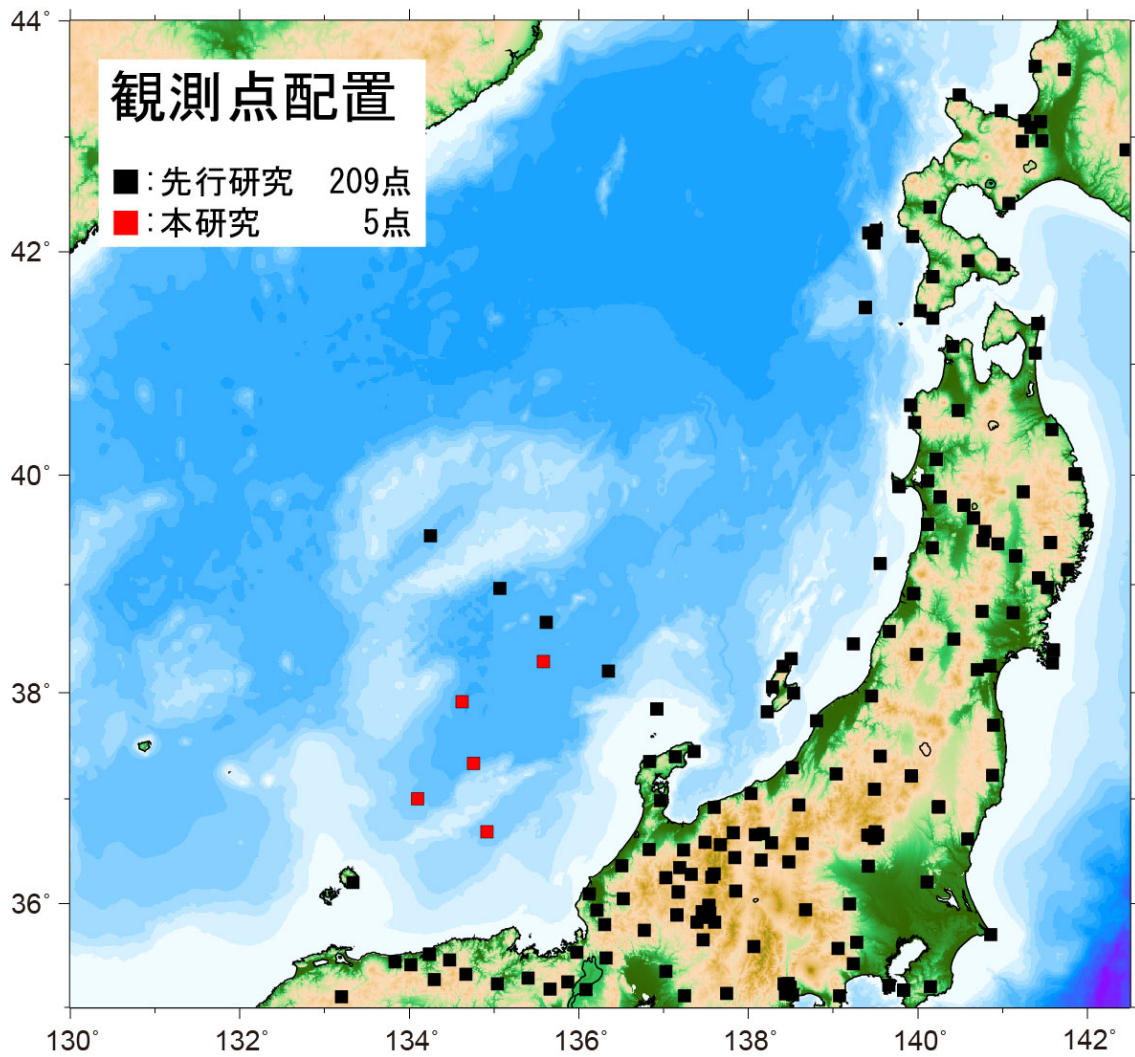


図4 実体波トモグラフィ解析に使用する観測点配置。■は先行研究で使用した209観測点、■は本委託研究で地震データが得られた5点の海底地震観測点。本委託研究による観測点は先行研究では、観測点がない領域であり、本委託研究のデータを用いることにより、大和海盆下のより詳細な構造が得られることが期待される。

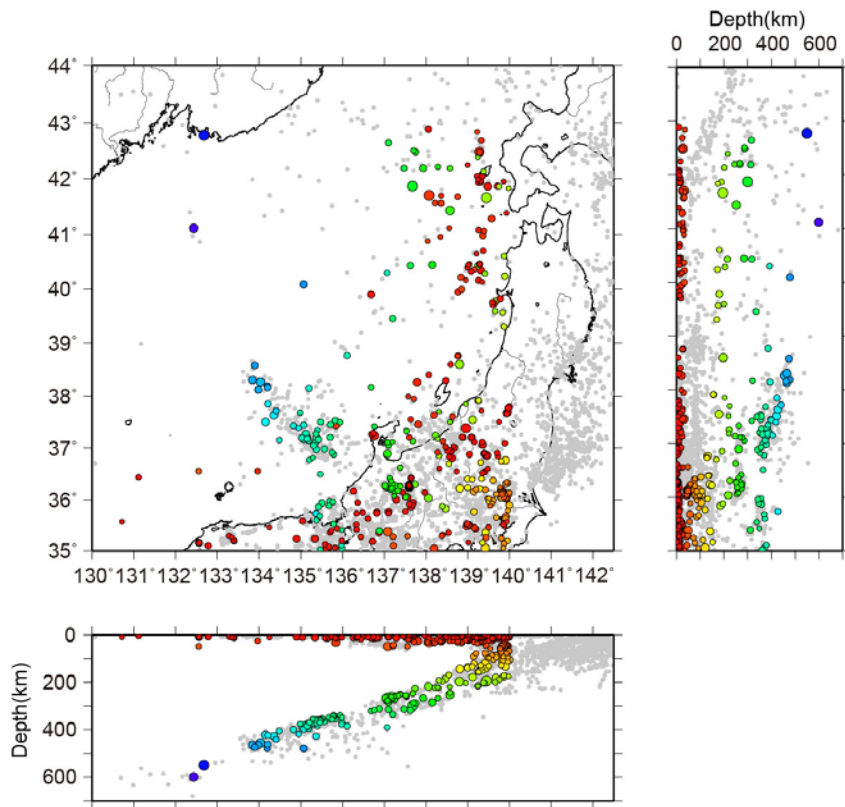


図5 実体波トモグラフィー解析に使用する近地地震の震源分布。色つき丸は観測期間中に発生した426個の地震(M>2.5)。灰色丸は先行研究で使用した5180個の地震。



図6 観測期間中に発生した震央距離30~90度の4つの遠地地震(M>6)。

