

3. 2. 2 海域構造調査

3. 2. 2. 1 沖合構造調査

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
 - 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25年度業務目的

(2) 平成25年度の成果

- (a) 業務の要約
- (b) 業務の実施方法
- (c) 業務の成果
 - 1) 過去に実施された日本海におけるマルチチャンネル反射法地震探査
 - 2) 日本海における海底地震計による屈折法・広角反射法地震探査の先行研究
- (d) 結論ならびに今後の課題
- (e) 引用文献
- (f) 成果の論文発表・口頭発表等
- (g) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

(3) 平成26年度業務計画案

(1) 業務の内容

(a) 業務題目

2.2.1 沖合構造調査

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
独立行政法人海洋研究開発機構 地球内部ダイナミクス領域	プログラムディレクター 技術研究副主任 技術研究副主任	小平 秀一 佐藤 壮 野 徹雄
同 地震津波・防災研究プロジェクト 研究企画グループ	サブリーダー	柏瀬 憲彦

(c) 業務の目的

北海道北西沖～鳥取沖にかけての日本海の沿岸部から大和海盆・日本海盆に至る海域において、ストリーマーカーケーブルを用いたマルチチャンネル反射法地震(MCS)探査と海底地震計(OBS)を用いた地震探査を実施し、日本海の地殻構造・断層の位置と形状を明らかにする。

(d) 8か年の年次実施計画

1) 平成25年度：

北海道西方沖や北陸～山陰沖における既存地震探査データを収集し、必要に応じて再処理を実施する。その結果を用いて、地殻変形構造の特徴の概略を把握する。

2) 平成26年度：

石川沖から福井沖にかけての海域において、マルチチャンネル反射法地震(MCS)探査および海底地震計(OBS)による地震探査を実施し、地殻構造を明らかにする。特に、断層に関連した変形構造、およびそれらと地殻構造の関係を明らかにし、日本海の地殻形成過程も考慮した震源断層モデルを構築し、津波波源モデル作成のための基礎資料とする。

3) 平成27年度：

福井沖から京都沖にかけての沿岸部から大和海盆・大和堆に至る海域において、MCS探査とOBSを用いた地震探査を実施する。調査から得られたデータから詳細な地殻構造イメージングを行い、断層・褶曲等の地殻変形構造を抽出する。なお、一部の測線は海陸統合探査を予定しており、陸域部から沖合の海域部にかけての地殻全体の構造を構築する。

4) 平成28年度：

京都沖から鳥取沖にかけての沿岸部から隠岐堆・大和海盆に至る海域において、MCS

探査と OBS を用いた地震探査を実施する。調査から得られたデータから詳細な地殻構造イメージングを行い、断層・褶曲等の地殻変形構造を抽出する。なお、一部の測線は海陸統合探査を予定しており、陸域部から沖合の海域部にかけての地殻全体の構造を構築する。

5) 平成 29 年度 :

1940 年積丹半島地震 (M7.5) 震源域を含む北海道北西沖の沿岸部から武蔵堆・石狩海盆・武蔵海盆・日本海盆に至る海域において、MCS 探査と OBS を用いた地震探査を実施する。調査から得られたデータから詳細な地殻構造イメージングを行い、断層・褶曲等の地殻変形構造を抽出する。なお、一部の測線は海陸統合探査を予定しており、陸域部から沖合の海域部にかけての地殻全体の構造を構築する。

6) 平成 30 年度 :

1993 年北海道南西沖地震 (M7.8) 震源域を含む北海道南西沖の沿岸部から日本海盆にかけての海域において、MCS 探査と OBS を用いた地震探査を実施する。調査から得られたデータから詳細な地殻構造イメージングを行い、断層・褶曲等の地殻変形構造を抽出する。なお、一部の測線は海陸統合探査を予定しており、陸域部から沖合の海域部にかけての地殻全体の構造を構築する。

7) 平成 31 年度 :

西津軽沖から新潟沖にかけて「ひずみ集中帯重点的調査観測・研究」で調査未完了となった海域及び平成 26 年度～30 年度の調査において調査未完了となつて海域について、MCS 探査と OBS を用いた地震探査を実施する。調査から得られたデータから詳細な地殻構造イメージングを行い、断層・褶曲等の地殻変形構造を抽出する。なお、一部の測線は海陸統合探査を予定しており、陸域部から沖合の海域部にかけての地殻全体の構造を構築する。

8) 平成 32 年度 :

北海道北西沖から鳥取沖にかけての日本海の地殻構造、断層・褶曲等の地殻変形構造の形態、及びその分布をまとめ、その結果を津波波源モデル、震源断層モデル構築のための基礎資料の一部として提供する。

(e) 平成 25 年度業務目的

北海道西方沖や北陸～山陰沖における既存地震探査データを収集し、必要に応じて再処理を実施する。その結果を用いて、地殻変形構造の特徴の概略を把握する。

(2) 平成 25 年度の成果

(a) 業務の要約

北海道西方沖や北陸～山陰沖における既存地震探査データの収集、一部データの再処理、

及び紙媒体のデジタル化（SEG-Y 化）を実施した。その結果を用いて、地殻構造の特徴を把握し、今後の調査測線の検討や立案に資した。さらに、「ひずみ集中帯重点的調査観測・研究」などこれまで得られた日本海東縁の地震探査データについて研究を進展させ、発表した。

(b) 業務の実施方法

本プロジェクトにおいて調査を予定している北海道西方沖や北陸～山陰沖における既存地震探査データを収集した。収集したデータは、主に独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）〔旧石油公団〕が実施した基礎物理探査の MCS 探査データである。現時点では、平成 13 年度「佐渡沖南西」以降の調査に関しては SEG-Y フォーマットの Poststack データがすべてそろっているが、平成元年度「山陰～北九州沖」以前の調査に関しては、Poststack データが SEG-Y フォーマットで存在していないケースが多い。そこで、それらのデータの一部に関して、紙媒体の波形データのデジタル化（SEG-Y 化）の処理を実施した。また、予算的な事情により、すべてのデータに関して、SEG-Y 化できなかったため、SEG-Y 化できなかった測線に関しては、紙媒体の断面図を当機構横浜研究所内にある大判スキャナーでスキャンして、暫定的に tiff 形式の画像ファイルとして保存した。また、当機構の MCS データに関しては、1995 年に取得した奥尻沖のデータ¹⁾と 2001 年に取得した鳥取沖のデータ²⁾に関して、再処理を実施した。

一方、海底地震計（OBS）を用いた地殻構造探査についても、過去に日本海で実施されている研究の結果やデータの把握を行った。ただし、1999 年以前の探査については位置情報の把握はできても、P 波速度構造のデジタルデータを利用できるものは少なかった。

(c) 業務の成果

1) 過去に実施された日本海でのマルチチャンネル反射法地震探査

日本海における反射法地震探査は、当機構以外に旧地質調査所(現独立行政法人産業技術総合研究所)が実施した海洋地質図作成などのための地震探査³⁾、2007 年能登半島沖地震やひずみ集中帯重点的調査観測・研究に伴う二船式地震探査や海陸統合地震探査^{4) 5)}、海上保安庁が実施した地震探査⁶⁾、活断層調査に伴う地震探査⁷⁾、JOGMEC が実施している基礎物理探査に伴う MCS 探査^{8) 9)}などが実施されてきた。本プロジェクトにおいて、当機構は沖合での地震探査を実施し、地殻構造と地震断層の関係の研究を進める予定であるため、当機構の地震探査の調査仕様に近く、閲覧が可能な基礎物理探査に伴う調査の資料やデータの収集を主に行った。今回は、日本海で実施された昭和 45 年度「石狩～礼文島」以降の 20 調査について、資料とデータを収集した（表 1）。これらのデータのうち、平成元年度「山陰～北九州沖」以前の調査については、多くの地震断面図が波形データ（SEG-Y データ）となっておらず、紙媒体のことが多い。そこで、本プロジェクトで調査海域が重なり、広範囲でイメージを把握できる昭和 60 年度「大和堆」の測線の一部について、紙媒体からの波形データのデジタル化（SEG-Y 化）を行った。作業手順は以下の通りである。

①地震探査断面のスキャン・・・大判スキャナーを使用して、各断面図をスキャンし、画

像データとして保存。

②ベクトル化処理・・・スキャンした画像データから専用のソフトウェアを用い、地震探査トレースをベクトル化する。

③F-X 予測フィルターの適用・・・ベクトル化されたトレースデータに対して、F-X 予測フィルターを適用し、ランダムノイズを抑制する。

④トレースヘッダーのセット・・・各トレースのヘッダーに SP 番号、CMP 番号、XY 座標をセットする。

⑤SEG-Yデータの出力・・・④で得られたデータをSEG-Yフォーマットのデータへ出力。

波形データ化（SEG-Y 化）を行ったデータの品質は十分ではないが、当機構横浜研究所内の地震探査ソフトウェアでの作業が可能になった。その他の調査の測線については、当機構横浜研究所内の大判スキャナーで tiff 化して保存し、当面データ解釈や調査計画の立案の材料とすることにした。平成 13 年度「佐渡沖南西」以降のデータについては、波形データ（SEG-Y データ）もすべて整えられており、それらを利用して、当機構横浜研究所内の地震探査データ処理ソフトウェア ProMAX で処理し、データ解釈ソフトウェア GeoFrame に登録した。

基礎物理探査のデータは基盤までの堆積層を主にターゲットとしてイメージングされる。特に、平成 20 年度以降のデータは「資源」による探査であるため、堆積層や基盤形状のイメージが非常によい¹⁰⁾。しかし、多くのデータの記録長が 5～9 秒であるため、日本海盆のような地殻の薄い領域以外は地殻全体をイメージできていない。したがって、本プロジェクトでの本担当の目的である地殻構造と地震断層の関係について研究するためには、モホ面まで十分にカバーできる地震探査のデータ取得仕様が不可欠である。

また、当機構では本プロジェクトの調査対象領域である奥尻沖¹⁾や鳥取沖²⁾で反射法地震探査データが取得されている。これらのデータに関して、signature deconvolution、tau-p deconvolution や F-X deconvolution などのノイズ抑制処理を中心に再処理を実施した。これらの結果については、図 1 に示す。再処理の結果、バブルの影響や多重反射などのノイズが抑制され、イメージが改善された。しかし、これらのデータは、短いストリーマーケーブルでのデータ取得であったため、基盤より下位のイメージには限界があり、基盤下の地殻の新たな情報は得られなかった。

以上、既存の反射法地震探査データを把握した結果、北海道西方沖や北陸～山陰沖にかけては、Poststack のデジタルデータが残っていない古い探査が多く、日本海東縁と比べて測線数が非常に少ない。さらに、データ取得仕様も、地殻構造と地震断層の関係を検討する上では厳しい。したがって、本プロジェクトを進展させるためには、「ひずみ集中帯重点的調査観測・研究」で実施した地殻構造研究と同等以上の調査計画を平成 26 年度以降立案し、調査を実施する必要がある。しかし、予算や日程の都合で、すべての海域を高密度の測線でデータ取得することは難しい。そのため、今回収集したデータは、今後本プロジェクトで取得する地震探査データを補完するために利用していく。

2) 日本海における海底地震計による屈折法・広角反射法地震探査の先行研究

日本海では、形成過程や日本海東縁で発生している被害地震の発生メカニズムを明らか

にするために、制御震源と OBS を用いた地殻構造探査が実施されてきている（図 2・表 2）。

2000 年以前の地殻構造探査は、日本海内の各海盆地（日本海盆、大和海盆、対馬海盆）の中心部、および日本海東縁の一部でのみ実施されているが、これらの探査では OBS の使用台数は多くなく、OBS の設置間隔が広いために、大局的な地殻構造の特徴のみ得られている。

一方、2000 年以降に実施された地殻構造探査では、OBS の使用台数の増加により、得られる地殻構造の空間分解能が上がり、構造の不均質についての議論が少しずつ可能になってきている。さらに、今まで日本海で実施されていなかった海盆地から大陸棚域にかけての海陸遷移域でも探査が行われ、これらの地域の地殻構造も明らかになってきている。加えて、2009 年から「ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究」で実施した探査では、OBS の使用台数がさらに増加したことにより、探査域の地殻構造だけでなく、構造のタイプと活構造の分布との対応関係が明らかになってきている。

しかしながら、多数の OBS を使用した探査は、まだ非常に限られており、日本海の全体を網羅しきれていない。したがって、MCS 探査と同様に、探査データが不十分な北海道西方沖や北陸～山陰沖においては、「ひずみ集中帯重点的調査観測・研究」で実施した地殻構造研究と同等以上の調査計画を立案して、地震探査を実施し、日本海の地殻構造と地震断層の位置や形状の関係について研究する必要がある。

(d) 結論ならびに今後の課題

- ・北海道西方沖や北陸～山陰沖における既存地震探査データの収集し、一部再処理や紙媒体のデジタル化（SEG-Y 化）を実施した。その結果を用いて、地殻構造の特徴の把握や調査計画の検討を実施した。
- ・日本海東縁において取得した既存地震探査データに関しては解析及び研究を進めて、その成果は学会発表や論文として報告した。
- ・北海道西方沖や北陸～山陰沖において、既存地震探査データのみでは測線数やデータ取得仕様等の問題により、地震断層と地殻構造の関係の研究をより進展させることが難しい。
- ・本プロジェクトでは、予算と時間の可能な範囲で、「ひずみ集中帯重点的調査観測・研究」で実施した地殻構造研究と同等以上の調査計画を立案して、地震探査を実施し、日本海の地殻構造と地震断層の位置や形状との関係についての研究を進展させたい。

(e) 引用文献

- 1) 松本 剛，笠原敬司，平田賢治，一北岳夫，フィリップ=ジャービス，西澤あずさ，倉本真一，仲村明子，伊藤弘志，二宮悟，伊藤敦夫，青木美澄，片山 健，内田真人，仁平孝夫，池田十四生，石川浩司，浦木重伸，木村大輔，澤田次郎，寺山文男，村田義彦，小林和男，堀田宏，木下 肇：プレート収束域における海底下深部構造-MCS95 調査航海成果速報，JAMSTEC 深海研究，12，45-64，1995.

- 2) Sato T, N. Takahashi, S. Miura, G. Fujie, D-H. Kang, S. Kodaira, and Y. Kaneda: Last stage of the Japan Sea back-arc opening deduced from the seismic velocity structure using wide-angle data, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 7, 6, doi:10.1029/2005GC001135-, 2006.
- 3) 地質調査所(編): 日本周辺海域音波探査データベース (CD-ROM 版), 数値地質図 M-1, 地質調査所, 2001.
- 4) 佐藤比呂志, 阿部 進, 斉藤秀雄, 加藤直子, 伊藤谷生, 川中卓: 二船式による 2007 年能登半島地震震源域の反射法調査, 地震研究所彙報, 82, 275-299, 2007.
- 5) 東京大学地震研究所: 反射法・屈折法による地殻構造調査, ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究総括成果報告書, 文部科学省研究開発局・独立行政法人防災科学技術研究所, 57-64, 2013.
- 6) 加藤 茂, 浅田 昭, 春日茂: 富山トラフの変動地形と地質構造, 地学雑誌, 99, 3-12, 1990.
- 7) 産業技術総合研究所: 海域活構造の地形地質調査, ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究総括成果報告書, 文部科学省研究開発局・独立行政法人防災科学技術研究所, 81-84, 2013.
- 8) 石油技術協会: 最近の我が国の石油開発, 石油技術協会, 441p, 1993
- 9) 平井裕秀: 今後の石油・天然ガス政策について, 石油技術協会誌, 76, 4, 277-283, 2011.
- 10) 毛利拓治, 島野恭史, 佐藤大地: 平成 23 年度基礎物理探査「日本海北部 2 D」のデータ解釈結果, 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構石油開発技術本部 (編), 平成 24 年度石油開発技術本部年報, 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構, 41-42.
- 11) Sato, T., T. No, S. Kodaira, N. Takahashi, and Y. Kaneda: Seismic constraints of the formation process on the back-arc basin in the southeastern Japan Sea, Japan Sea. *J. Geophys. Res.* in press, 2014.
- 12) 産業技術総合研究所地質調査総合センター(編): 日本重力 CD-ROM 第 2 版, 数値地質図 P-2, 地質調査総合センター, 2004.
- 13) 気象庁地震予知情報課: 石川県西方沖の地震 (2000 年 6 月 7 日 M6.1), 地震予知連会報, 65, 432-433, 2001.
- 14) Sakai, S., A. Kato, T. Iidaka, T. Iwasaki, E. Kurashimo, T. Igarashi, N. Hirata, T. Kanazawa, and the group for the joint aftershock observation of the 2007 Noto Hanto Earthquake: Highly-resolved distribution of aftershocks of the 2007 Noto Hanto Earthquake by a dense seismic observation, *Earth Planets Space*, 60, 83-88, 2008.
- 15) Shipboard Scientific Party: Background, objectives, and principal results. ODP Leg 127, Japan Sea. In: Tamaki, K., Pisciotto, K., Allan, J., et al. (Eds.), *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Initial Report: 127 Ocean Drilling Program*, 5-33, 1990.
- 16) 石油公団: 昭和 60 年度国内石油・天然ガス基礎調査 基礎試錐「金沢沖」調査報告書, 1986.
- 17) Kodaira, S., T. Iidaka, A. Kato, J.-O. Park, T. Iwasaki, and Y. Kaneda: High pore

fluid pressure may cause silent slip in the Nankai Trough, Science, Vol. 304, 1295-1298, 2004.

- 18) 気象庁:地震年報 (The Annual Seismological Bulletin of Japan for 2011), 23, 2013.
- 19) 岡村行信: 日本海の地形・地質調査から分かる活断層, 地震予知連会報, 90, 530-536, 2013.
- 20) 中田高, 今泉俊文 (編): 活断層詳細デジタルマップ, 東京大学出版会, 68pp, 2002.
- 21) 石油開発公団: 昭和 45 年度大陸棚石油・天然ガス資源基礎調査 基礎物理探査「石狩～礼文島」調査報告書, 1970.
- 22) 石油開発公団: 昭和 47 年度大陸棚石油・天然ガス資源基礎調査 基礎物理探査「日高～渡島」調査報告書, 1973.
- 23) 石油開発公団: 昭和 48 年度大陸棚石油・天然ガス資源基礎調査 基礎物理探査「北陸」調査報告書, 1973.
- 24) 石油開発公団: 昭和 49 年度大陸棚石油・天然ガス資源基礎調査 基礎物理探査「北陸～山陰」調査報告書, 1975.
- 25) 石油開発公団: 昭和 51 年度大陸棚石油・天然ガス資源基礎調査 基礎物理探査「北海道西部・新潟海域」調査報告書, 1977.
- 26) 石油公団: 昭和 56 年度国内石油・天然ガス基礎調査基礎物理探査「富山沖・北陸～隠岐沖・山陰沖」調査報告書, 1981.
- 27) 石油公団: 昭和 57 年度国内石油・天然ガス基礎調査 基礎物理探査「後志沖」「十勝～釧路海域」「オホーツク海」調査報告書, 1982.
- 28) 石油公団: 昭和 60 年度国内石油・天然ガス基礎調査 基礎物理探査「大和堆」調査報告書, 1985.
- 29) 石油公団: 昭和 62 年度国内石油・天然ガス基礎調査 海上基礎物理探査「西津軽～新潟沖」調査報告書, 1987.
- 30) 石油公団: 昭和 63 年度国内石油・天然ガス基礎調査 海上基礎物理探査「北海道西部～北東部海域」調査報告書, 1988.
- 31) 石油公団: 平成元年度国内石油・天然ガス基礎調査海上基礎物理探査「山陰～北九州沖」調査報告書, 1990.
- 32) 石油公団: 平成 3 年度国内石油・天然ガス基礎調査海上基礎物理探査「本荘沖 3D」調査報告書, 1992.
- 33) 石油公団: 平成 13 年度国内石油・天然ガス基礎調査基礎物理探査「佐渡沖南西」調査報告書, 2003.
- 34) 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構: 平成 20 年度国内石油・天然ガス基礎調査基礎物理探査「佐渡西方」データ取得報告書, 2010.
- 35) 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構: 平成 20 年度国内石油・天然ガス基礎調査 基礎物理探査「大和海盆 2D・3D」データ取得報告書, 2010.
- 36) 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構: 平成 22 年度国内石油・天然ガス基礎調査 基礎物理探査「天北西方 3D」データ取得報告書, 2012.
- 37) 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構: 平成 23 年度国内石油・天然ガス基礎

- 調査 基礎物理探査「日本海北部 2D」データ取得報告書, 2013.
- 38) 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構: 平成 23 年度国内石油・天然ガス基礎調査 基礎物理探査「佐渡沖北西 2D」データ取得報告書, 2013.
- 39) 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構: 平成 23 年度国内石油・天然ガス基礎調査 基礎物理探査「山口沖 3D」データ取得報告書, 2013.
- 40) 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構: 平成 23 年度国内石油・天然ガス基礎調査 基礎物理探査「能登東方 3D」データ取得報告書: 2013.
- 41) No, T., K. N. Takahashi, S. Kodaira, K. Obana, and Y. Kaneda: Tectonic processes off Niigata Prefecture deduced by seismic reflection imaging, *Earth Planets Space*, 61, 1111-1115, 2009.
- 42) 海洋研究開発機構: マルチチャネル等による海域地殻構造調査, ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究 (平成 21 年度) 成果報告書, 文部科学省研究開発局・独立行政法人防災科学技術研究所, 236-250, 2010.
- 43) 海洋研究開発機構: マルチチャネル等による海域地殻構造調査, ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究 (平成 22 年度) 成果報告書, 文部科学省研究開発局・独立行政法人防災科学技術研究所, 234-253, 2011.
- 44) 海洋研究開発機構: マルチチャネル等による海域地殻構造調査, ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究 (平成 23 年度) 成果報告書, 文部科学省研究開発局・独立行政法人防災科学技術研究所, 267-288, 2012.
- 45) 海洋研究開発機構: マルチチャネル等による海域地殻構造調査, ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究 (平成 24 年度) 成果報告書, 文部科学省研究開発局・独立行政法人防災科学技術研究所, 279-301, 2013.
- 46) Sato, T., M. Shinohara, B. Y. Karp, R. G. Kulinich and N. Isezaki: P-wave velocity structure in the northern part of the central Japan Basin, Japan Sea with ocean bottom seismometers and airguns, *Earth Planets Space*, 56, 501-510, 2004.
- 47) Hirata, N., B. Karp, T. Yamaguchi, T. Kanazawa, K. Suyehiro, J. Kasahara, H. Shiobara, M. Shinohara, and H. Kinoshita: Oceanic crust in the Japan Basin of the Japan Sea by the 1990 JAPAN-USSR Expedition, *Geophys. Res. Lett.*, 19, 2027-2030, 1992.
- 48) 山品匡史, 村井芳夫, 渡邊智毅, 桑野亜佐子, 秋山諭, 石川春義, 島村英紀, 日野亮太: エアガンー海底地震計による奥尻海嶺北部の地震波速度構造, 日本地震学会 1999 年度秋季大会講演予稿集, P090, 1999.
- 49) 日野亮太, 塩原肇, 小平秀一, 金沢敏彦, 望月将志, 舟阪淳一, 伊藤忍, 島村英紀: 1993 年北海道南西沖地震震源域のエアガンー海底地震計による地殻構造探査, 地球惑星科学関連学会合同大会予稿集, 640, 1995.
- 50) 呂瑞峰, 平田直, 山口孝, 金沢敏彦, 徳山英一, 木下肇: 1991 年日ソ共同実験による日本海盆ー大和海盆の境界域での地殻構造, 日本地震学会 1992 年度秋季大会講演予稿集, A22, 1992.
- 51) Shinohara, M., N. Hirata, H. Nambu, K. Suyehiro, T. Kanazawa, and H. Kinoshita:

- Detailed crustal structure of northern Yamato Basin, In Tamaki, K., K. Suyehiro, J. Allan, M. McWilliams, et al., Proc. ODP, Sci. Results, 127/128, Pt.2 College Station, TX Ocean Drilling Program, 1075-1106, 1992.
- 52) Nishizawa, A. and A. Asada: Deep crustal structure off Akita, eastern margin of the Japan Sea, deduced from ocean bottom seismographic measurements, *Tectonophysics*, 306, 199-216, 1999.
- 53) 西坂弘正, 篠原雅尚, 佐藤利典, 日野亮太, 望月公廣, 笠原順三: 海底地震計と制御震源を用いた北部大和海盆, 秋田沖日本海東縁部海陸境界域の地震波速度構造, *地震* 2, 54, 365-379, 2001.
- 54) 浅田昭, 加藤茂, 春日茂: 富山トラフの変動地形・地殻構造調査, *水路部研究報告*, 25, 93-122, 1989.
- 55) Nakahigashi, K., M. Shinohara, E. Kurashimo, T. Yamada, A. Kato, T. Takanami, K. Uehira, Y. Ito, T. Iidaka, T. Igarashi, H. Sato, R. Hino, K. Obana, Y. Kaneda, N. Hirata, T. Iwasaki, and T. Kanazawa: Seismic structure of the source region of the 2007 Chuetsu-oki earthquake revealed by offshore-onshore seismic survey: Asperity zone of intraplate earthquake delimited by crustal inhomogeneity, *Tectonophysics*, 562-563, 34-47, 2012.
- 56) Nakahigashi, K., M. Shinohara, T. Yamada, K. Uehira, K. Mochizuki, and T. Kanazawa: Seismic structure of the extended continental crust in the Yamato Basin, Japan Sea, from ocean bottom seismometer survey, *J. Asian Earth Sciences*, 67-68, 199-206, 2013.
- 57) Hirata, N., H. Tokuyama, and T. W. Chung: 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.
- 58) Katao, H.: Seismic Structure and formation of the Yamato Basin, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, 63, 51-86, 1988.
- 59) Chung, T. W., N. Hirata, and R. Sato: Two-dimensional P- and S-wave velocity structure of the Yamato Basin, the southeastern Japan Sea, from refraction data collected by an ocean bottom seismographic array, *J. Phys. Earth*, 38, 99-147, 1990.
- 60) Sato, T., N. Takahashi, S. Miura, G. Fujie, D.-H. Kang, S. Kodaira, and Y. Kaneda: Last stage of the Japan Sea back-arc opening deduced from the seismic velocity structure using wide-angle data, *Geochem. Geophys. Geosys.*, 7, doi:10.1029/2005GC001135, 2006a.
- 61) Sato, T., T. Sato, M. Shinohara, R. Hino, M. Nishino, and T. Kanazawa: P-wave velocity structure of the margin of the southeastern Tsushima Basin in the Japan Sea using ocean bottom seismometers and airguns, *Tectonophysics*, 412, 159-171, 2006b.
- 62) Kim, H.-J., H.-T. Jou, H.-M. Cho, H. Bijwaard, T. Sato, J.-K. Hong, H.-S. Yoo and C.-E. Baag: Crustal structure of the continental margin of Korea in the East Sea

- (Japan Sea) from deep seismic sounding data: evidence for rifting affected by the hotter than normal mantle, *Tectonophysics*, 364, 25-42, 2003.
- 63) Cho, H.-M., H.-J. Kim, H.-T. Jou, J.-K. Hong, and C.-E. Baag: Transition from rifted continental to oceanic crust at the southeastern Korean margin in the East Sea (Japan Sea), *Geophys. Res. Lett.*, 31, doi:10.1029/2003GL019107, 2004.
- 64) Kim, H. J., C. H. Park, J. K. Hong, H. T. Jou, T. W. Chung, V. Zhigulef, and G. I. Anosov: A seismic experiment in the Ulleung basin (Tsushima basin), Southwestern Japan Sea (East sea of Korea), *Geophys. Res. Lett.*, 21, 1975-1978, 1994.
- 65) Kim, H.-J., S. J. Han, G. H. Lee and S. Huh: Seismic study of the Ulleung Basin crust and its implications for the opening of the East Sea (Japan Sea), *Marine Geophys. Res.*, 20, 219-237, 1998.
- 66) Kurashimo, E., M. Shinohara, K. Suyehiro, J. Kasahara, and N. Hirata: Seismic evidence for stretched continental crust in the Japan Sea, *Geophys. Res. Lett.*, 23, 3067-3070, 1996.
- 67) 佐藤壮, 篠原雅尚, 末広潔, B. Y. Karp, R. G. Kulinich, 伊勢崎修弘: エアガン海底地震計探査による日本海北大和トラフのP波速度構造, *地震* 2, 53, 337-355, 2001.

(f) 成果の論文発表・口頭発表等

著者	題名	発表先	発表年月日
野徹雄, 小平秀一	日本海東縁地震発生帯と地下構造の関係	地震予知連絡会会報第90巻	平成25年9月
佐藤 壮, 野 徹雄, 高橋成実, 小平秀一, 金田義行	地震探査による日本海・日本海盆南縁部のS波速度構造	2013年日本地震学会秋季大会	平成25年10月7日
Takeshi Sato, Tetsuo No, Narumi Takahashi, Shuichi Kodaira, Yoshiyuki Kaneda	Seismic characters of the crust for a back-arc opening of the northern Japan Sea deduced from the seismic survey	AGU Fall Meeting 2013	平成25年12月10日
佐藤 壮, 野徹雄, 高橋成実, 小平秀一, 金田義行	地震探査による日本海東部の地殻構造と背弧拡大過程	Blue Earth '14	平成26年2月19日
野徹雄, 佐藤壮, 高橋成実, 石山達也, 佐藤比呂志, 小平秀一, 金田義行	日本海における地殻構造探査研究の最近の成果と今後の展開	Blue Earth '14	平成26年2月20日
Takeshi Sato, Tetsuo No, Narumi Takahashi, Shuichi Kodaira,	Seismic constraints of the formation process on the back-arc basin in the	J. Geophys. Res.	in press

Yoshiyuki Kaneda	southeastern Japan Sea		
------------------	------------------------	--	--

g) 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 26 年度業務計画案

石川沖から福井沖にかけての海域において、マルチチャンネル反射法地震（MCS）探査および海底地震計（OBS）による地震探査を実施し、地殻構造を明らかにする。特に、断層に関連した変形構造、およびそれらと地殻構造の関係を明らかにし、日本海の地殻形成過程も考慮した震源断層モデルを構築し、津波波源モデル作成のための基礎資料とする。

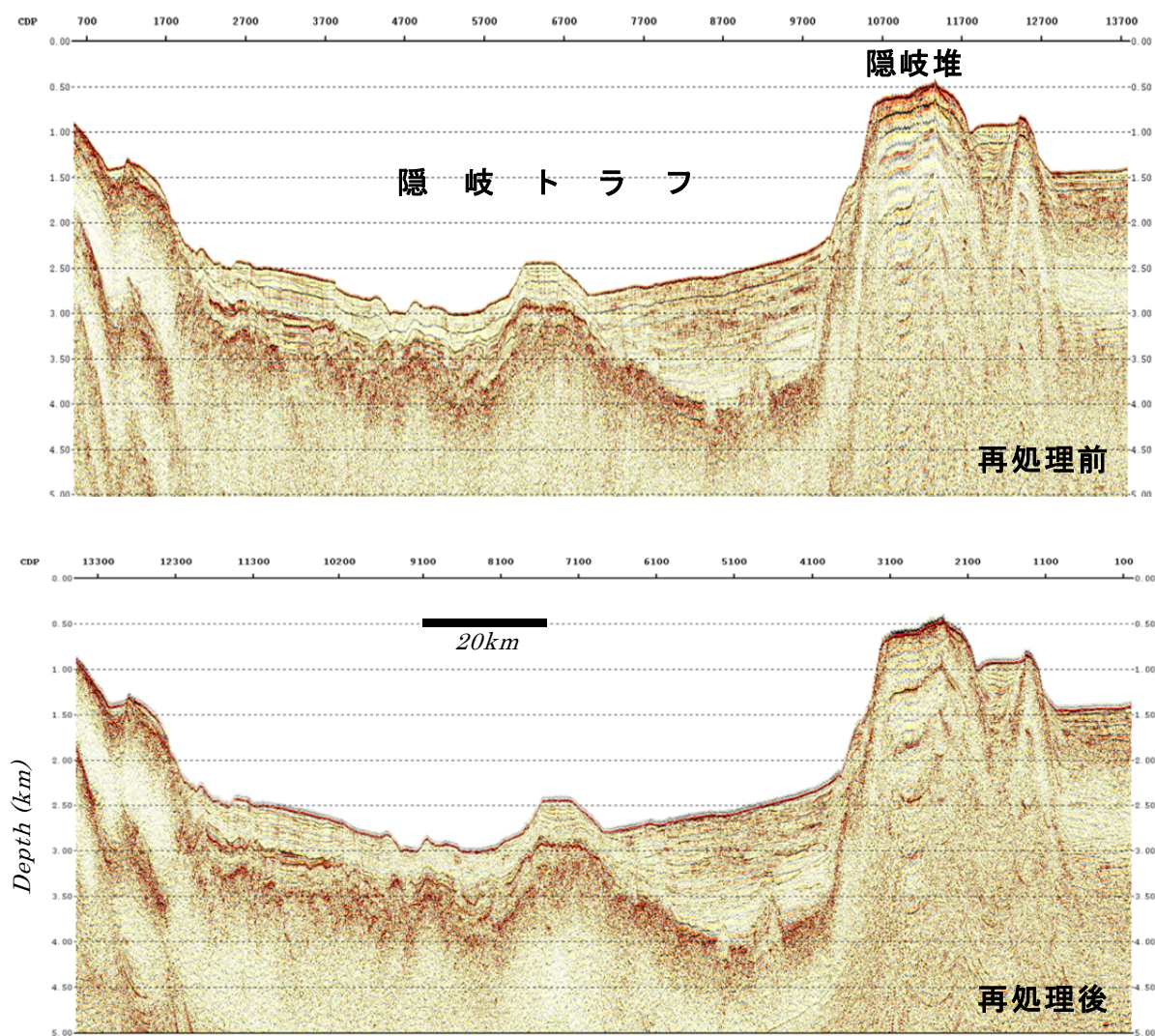
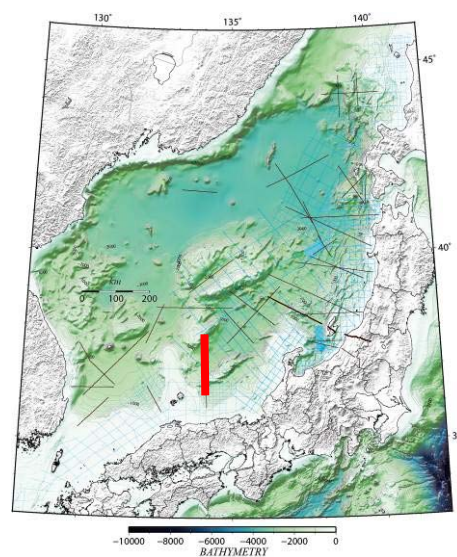


図1 2001年に実施した鳥取沖でのMCS探査データ（右図の赤線の領域）²⁾のノイズ抑制処理等の再処理を適用した結果。上図が再処理前。下図が再処理後。下図の方が、多重反射やバブルなどによるノイズを抑制したイメージになっている。



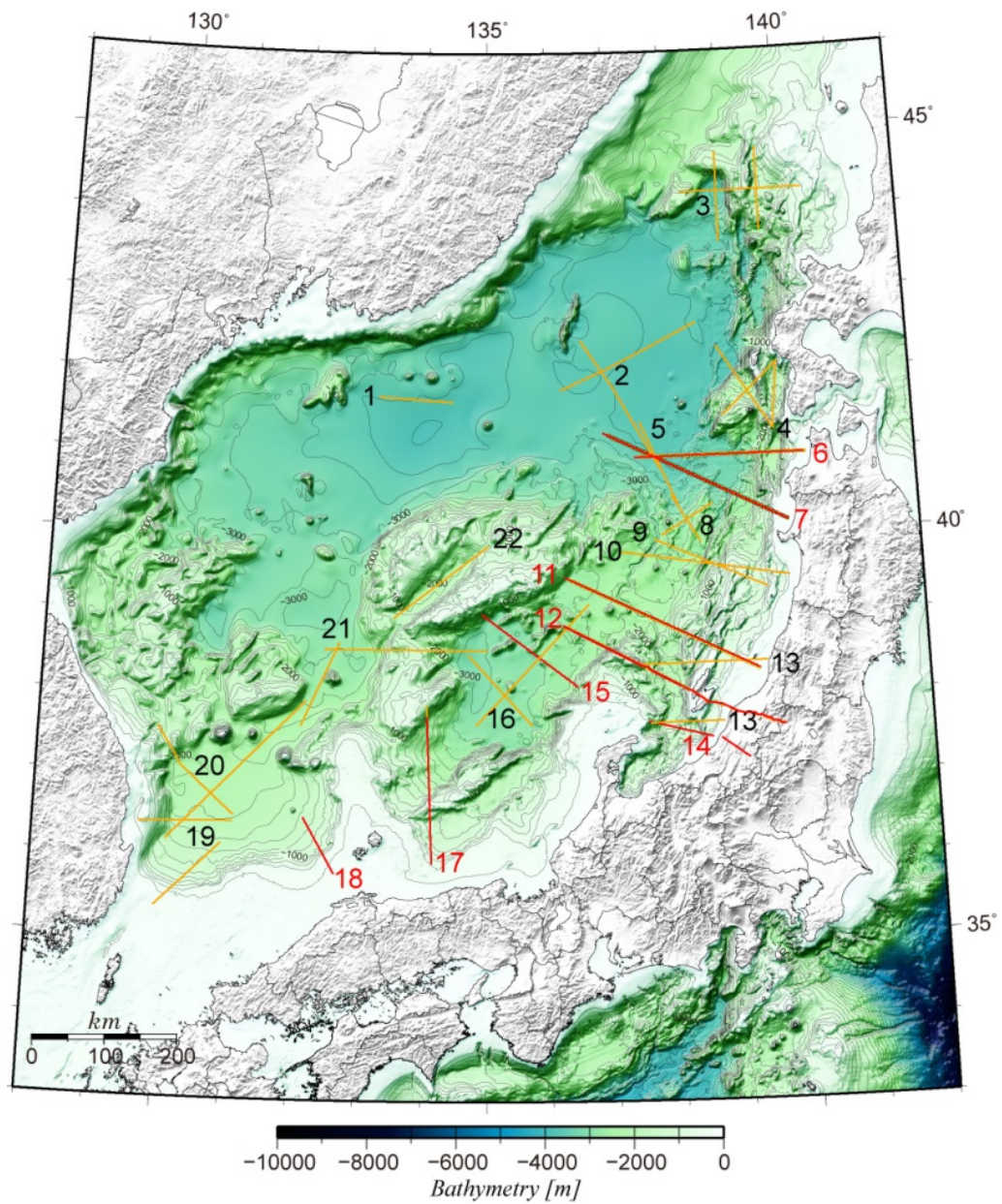


図2 日本海で過去に OBS を用いて実施された地殻構造探査測線図。地図中の番号に関する詳細は表 2 に記す。

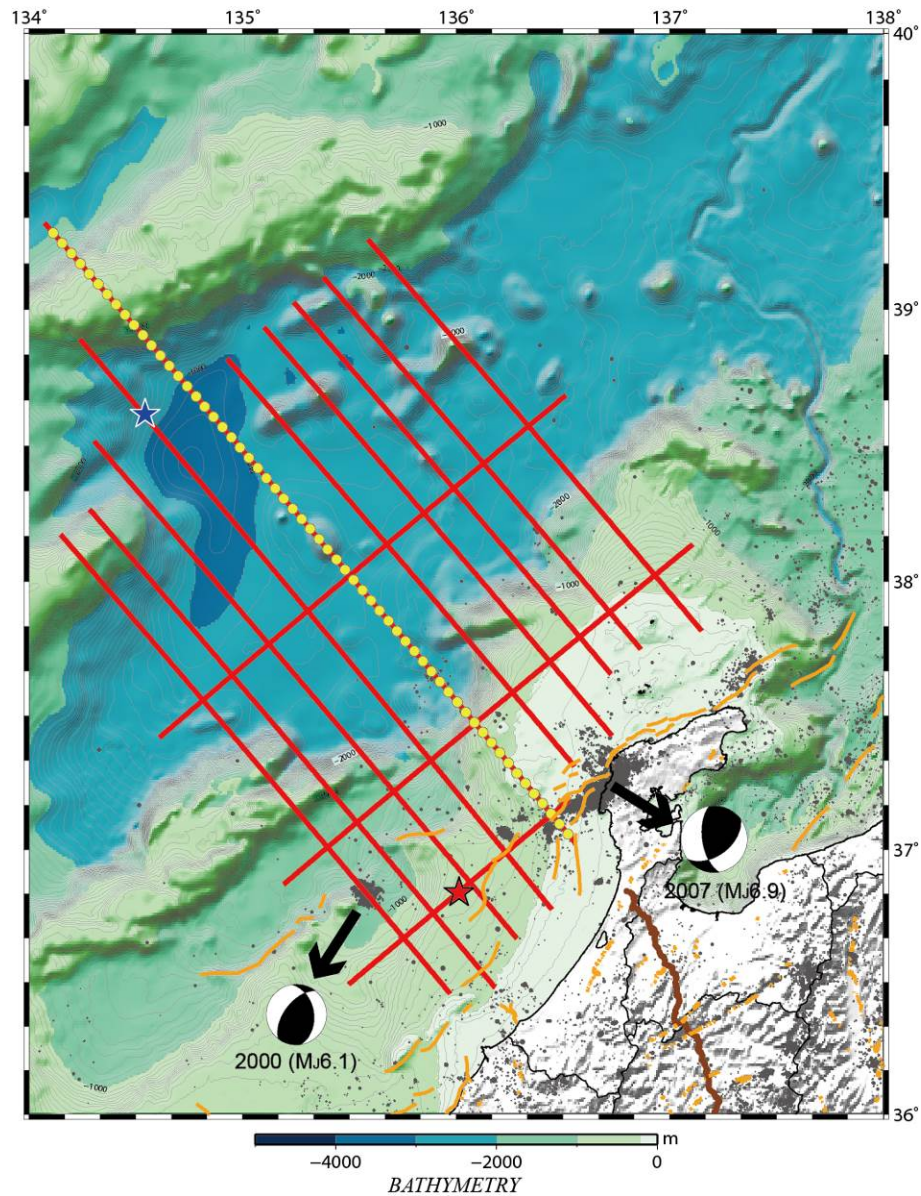


図3 平成26年度に実施予定の地震探査測線図（今後の調整により変更される可能性がある）。赤線がMCS探査予定測線、●がOBS設置予定点。●が気象庁一元化震源及び地震年報¹⁸⁾に収録されているデータによる震源分布図（深さ：0～50km、期間：1923～2013年、マグニチュード： $M_J > 2$ ）。地震メカニズム解は左側が2000年石川県西方沖の地震¹³⁾、右側は2007年能登半島沖地震¹⁴⁾。★がODP Leg127 Site797¹⁵⁾、★が基礎試錐「金沢沖」¹⁶⁾。橙線は活断層¹⁹⁾ ²⁰⁾。茶線は銭州海嶺から中部日本を横切った海陸統合地震探査測線¹⁷⁾。

表1 MCS 探査における既存データリスト。JPDC（石油開発公団）と JNOC（石油公団）と JOGMEC（石油天然ガス・金属鉱物資源機構）のデータに関しては基礎物理探査の事業によるもの。

実施機関	実施年度	調査名	探査船	参考文献
JPDC	1970(S45)	「石狩～礼文島」	拓洋丸	21)
JPDC	1972(S47)	「日高～渡島」	拓洋丸	22)
JPDC	1973(S48)	「北陸」	拓洋丸	23)
JPDC	1974(S49)	「北陸～山陰」	拓洋丸	24)
JPDC	1976(S51)	「北海道西部～新潟海域」	拓洋丸	25)
JNOC	1981(S56)	「富山沖、北陸～隠岐沖、山陰沖」	開洋丸	26)
JNOC	1982(S57)	「後志沖」「十勝～釧路海域」「オホーツク沖」	開洋丸	27)
JNOC	1985(S60)	「大和堆」	開洋丸	28)
JNOC	1987(S62)	「西津軽～新潟沖」	開洋丸	29)
JNOC	1988(S63)	「北海道西部～北東部地域」	GECO DELTA	30)
JNOC	1989(H1)	「山陰～北九州沖」	GECO MY	31)
JNOC	1991(H3)	「本荘沖3D」	RESOLUTION	32)
JNOC	2001(H13)	「佐渡沖南西」	GECO Angler	33)
JOGMEC	2008(H20)	「佐渡西方3D」	資源	34)
JOGMEC	2008(H20)	「大和海盆2D・3D」	資源	35)
JOGMEC	2010(H22)	「天北西方3D」	資源	36)
JOGMEC	2011(H23)	「日本海北部2D」	資源	37)
JOGMEC	2011(H23)	「佐渡沖北西2D」	資源	38)
JOGMEC	2011(H23)	「山口沖3D」	資源	39)
JOGMEC	2011(H23)	「能登東方3D」	資源	40)
JAMSTEC	1995(H7)	MCS95(調査海域:北海道南西沖・秋田沖)	かいよう	1)
JAMSTEC	2001(H13)	KY02-09(調査海域:鳥取沖)	かいよう	2)
JAMSTEC	2007(H19)	KR07-E01(調査海域:新潟県中越沖)	かいいい	41)
JAMSTEC	2009(H21)	KR09-09, KY09-06(調査海域:佐渡沖・能登半島沖)	かいいい/かいよう	42)
JAMSTEC	2010(H22)	KR10-10(調査海域:新潟沖～山形沖)	かいいい	11); 43)
JAMSTEC	2011(H23)	KR11-08(調査海域:秋田沖)	かいいい	44)
JAMSTEC	2012(H24)	KR12-10(調査海域:西津軽沖)	かいいい	45)

表2 日本海で過去に OBS を用いて実施された地殻構造探査。赤字は 2000 年以降の探査。

測線 番号	実施 年度	探査地域	測線長 (km)	OBS使用 台数	参考文献
1	1996	日本海盆中央部	103	3	46)
2	1990	日本海盆北東部	200, 200	26	45)
3	1998	積丹半島沖～日本海盆北端部	166, 125, 114	27	46)
4	1993	奥尻島沖～日本海盆東部 (1993年北海道南西沖地震余震域)	145, 94, 97	30	47)
5	1991	日本海盆・大和海盆境界域	130	6	48)
6	2012	青森県西方沖～日本海盆南縁部 (1983年日本海中部地震余震域北部)	237	46	49)
7	2011	男鹿半島沖～日本海盆南縁部 (1983年日本海中部地震余震域南部)	283	55	50)
8	1989	大和海盆北部		9	51)
9	1995	秋田沖～大和海盆北部	60, 170	9	52)
10	1999	秋田沖～大和海盆北部	230	26	53)
11	2010	粟島沖～大和海盆北部 (1964年新潟地震震源域)	299	58	11)
12	2009	佐渡沖～富山トラフ ～白山瀬～大和海盆 (陸域を含む)	345	30	42)
13	1986	佐渡島付近	170, 100	4	54)
14	2007	富山トラフ (2007年中越沖地震余震域) (陸域を含む)	150	17	55)
15	2003	大和海盆中央部	170	8	56)
16	1985	大和海盆南部	230, 130	20	57); 58); 59)
17	2002	大和海盆南西部	218	35	60)
18	2000	対馬海盆南東部	89	6	61)
19	1998	対馬海盆南部	130, 130	9	62); 63)
20	1991	対馬海盆中央部	320, 220	26	64); 65)
21	1992	対馬海盆北部・北隠岐堆	126, 220	17	66)
22	1997	北大和トラフ	160	7	67)

