

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（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28年度業務目的

(2) 平成28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) マルチチャンネル反射法地震探査
 - 2) 海底地震計を用いた地震探査
- (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29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
国立研究開発法人海洋研究開発機構 地震津波海域観測研究開発センター 同 プレート構造研究グループ	研究開発センター 長	小平 秀一
	グループリーダー	三浦 誠一
	特任技術研究員	佐藤 壮
	技術研究員	野 徹雄
研究推進部 地震津波海域観測研究 開発推進課	調査役・課長代理	下里 謙二

(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（過去年度は、実施業務の要約）

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した。その結果を用いて、地殻変形構造の特徴の概略を把握した。

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）探査及び海底地震計（OBS）による地震探査を実施し、地殻構造を明らかにした。特に、断層に関連した変形構造、及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の構築や津波波源モデル作成のための基礎資料とした。

3) 平成27年度：

福井沖・京都沖～大和海盆の海域において、マルチチャンネル反射法地震（MCS）探査及び海底地震計（OBS）による地震探査を実施し、地殻構造を明らかにした。特に、断層に関連した変形構造、及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の構築や津波波源モデル作成のための基礎資料とした。

4) 平成28年度：

兵庫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、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た。調査により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した。

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、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する。調査により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、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する。調査により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って海域について、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する。調査により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 28 年度業務目的

兵庫沖・鳥取沖～大和海盆の海域において、マルチチャンネル反射法地震（MCS）探査及び海底地震計（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、及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。

(2) 平成 28 年度の成果

(a) 業務の要約

平成 28 年度は、兵庫・鳥取沖～大和海盆の海域で、国立研究開発法人海洋研究開発機構（JAMSTEC）の深海調査研究船「かいれい」を用いて、MCS 探査と OBS を用いた地震探査を実施した（図 1）。調査海域の地震活動は、一昨年度・昨年度まで調査を実施した石川沖～京都沖の海域での地震活動と比較すると、相対的に低調であり¹⁾、これまで推定されている活断層もごく沿岸域に限定されている²⁾³⁾。したがって、2014～2016 年度の 3 か年で実施した地震探査結果と比較検討することにより、石川沖～鳥取沖にかけての地震活動や活構造の変遷と地殻構造の関係性が明らかにする上で重要なデータとなる。また、調査海域では、2002 年に海洋調査船「かいよう」による OBS35 台と 12 チャンネルのストリーマーケーブルを用いた地震探査が実施されており⁴⁾、さらにその南延長上の陸域では、西南日本弧を横断し、南海トラフまで達する地震探査測線⁵⁾⁶⁾があり、南海トラフで生じることが予想される巨大地震と背弧側で生じる地震活動や活構造との関係を研究する上でも重要である。

(b) 業務の実施方法

調査は、2016 年 7 月 26 日～8 月 13 日までの期間、2 測線（SJ16HY・SJ16TR）で MCS 探査を実施し、その内の 1 測線（SJ16HY）で OBS50 台による地震探査を行った（図 1）。

データ取得では「かいれい」に搭載されている地震探査システムを用いた⁷⁾。震源は Bolt Annular Port Airgun 32 基から構成された tuned airgun array（総容量 7800 cu.in.）を用いた（図 2）。震源に関する主な仕様は、Gun controller に ION DigiSHOT Ver.3.1 を使い、エアガンアレイの曳航深度が 10 m、エアガン動作圧力が 2000 psi（約 13.8 MPa）である。発震間隔は MCS 探査では 50 m、OBS を用いた地震探査では 200 m である。MCS 探査用の受振ケーブルは、Sentinel Digital Streamer System（Sercel Inc.）を用いた（図 2）。ストリーマーケーブルに関する主な仕様は、チャンネル間隔が 12.5 m、チャンネル数が 444 である。本調査におけるストリーマーケーブルの曳航深度は、深度調整装置（ION DigiCOURSE streamer depth controllers）を用いて海面下 12 m で制御した。探鉱機は Sercel Seal System Ver.5.2（Sercel Inc.）を用い、本調査のデータはサンプリング間隔 2 ms、記録長 16 秒で収録した。測位制御システムは Concept 社の SPECTRA を用いて、探査時の位置情報は UKOOA P1/90・UKOOA P2/91 フォーマットでアスキーデータとして出力し、探査終了後 FGPS 社の SeisPos を用いてデータ処理を実施した。

一方、OBS による地震探査は、林田・他（2005）⁸⁾で使用された固有周波数 4.5 Hz、鉛直動 1 成分、水平動 2 成分、ハイドロフォン 1 成分を装備したジンバル機構付き速度型のタイプの OBS を用いた。測線 SJ16HY 上に OBS1～40 の 40 台を約 4.1 km 間隔、OBS41～50 の 10 台を約 6.25 km 間隔で設置した。OBS1～42 については「かいれい」で音響切り離しによって回収したが、浅海域に設置された OBS43～50 に関しては、事前の漁業調整の取り決めにしたがって、アンカーを含めたすべて機材を回収するために、海洋エンジニアリング株式会社の「第一開洋丸」に搭載されている ROV「KAIYO3000」を用いて、2016 年 8 月 16 日～8 月 21 日の期間に作業を実施した（図 3）。ROV を用いて回収した OBS は、通常取り付けているフラッシュャーとビーコンを取り外し、その代わりに ROV での OBS 探索支援として、ROV ホーマーを取り付け、反射シートを OBS 本体に多く貼り付けた（図 3）。一方、OBS1～42 については、浮上速度を向上させる目的として、海中で

の OBS の浮上姿勢を制御するため、OBS のトランスポンダーの下側に円筒状の金属棒をカウンターウェイトとして取り付けた（図 4）。その結果、OBS 浮上時の姿勢が改善され、浮上速度は 10 %以上向上し、OBS 回収作業の効率化につながった（図 4）。回収したすべての OBS データは、SEG-Y フォーマットに変換し、測位データの追加等の編集を行った。

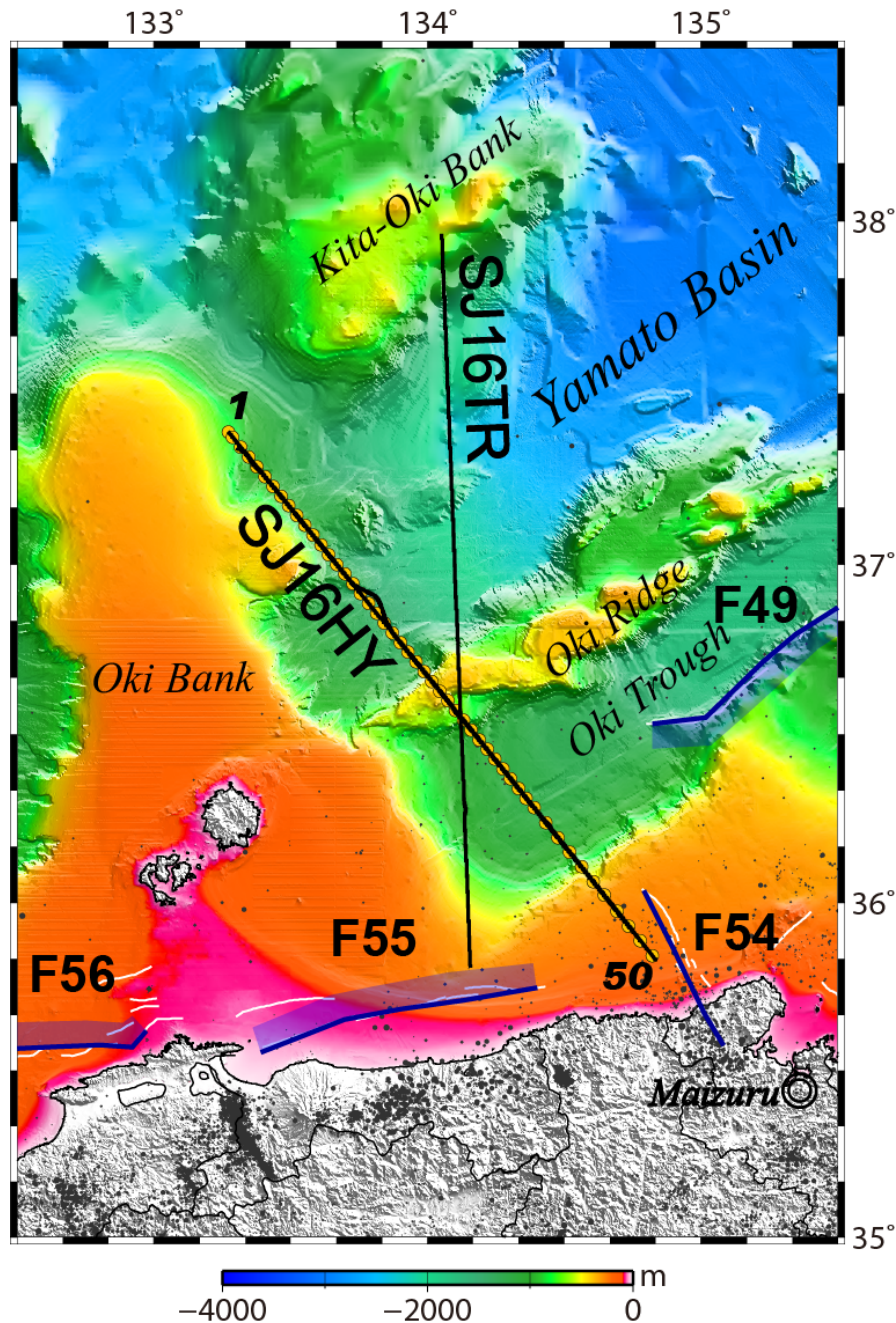
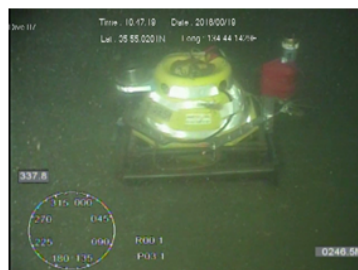


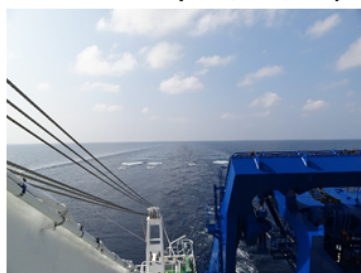
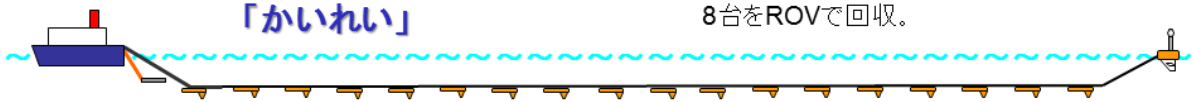
図 1 平成 28 年度に実施した地震探査測線。黒線が MCS 測線、黄丸印が OBS 設置点（1～50）。●が 1923 年～2016 年 4 月の震源分布（ $M \geq 1.0$ ，深さ ≤ 50 km）¹⁾。白線が活断層²⁾。青線及び青枠が日本海における大規模地震に関する調査検討会（2014）³⁾による断層モデル（F 番号は断層番号）。色スケールは水深を示す。海底地形データは野・他（2016）⁹⁾。



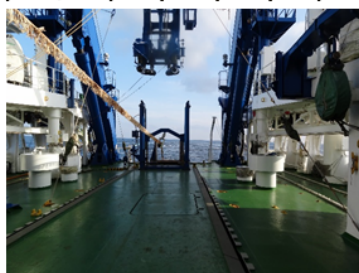
深海調査研究船
「かいれい」



OBS・・・50台使用。その内
8台をROVで回収。



震源系仕様(エアガン)・・・
総容量7800cu.in
発震点間隔50 m or 200m
曳航深度10m



MCS受振系仕様・・・
ケーブル長約6000 m(444ch)
受振点間隔12.5 m
曳航深度12 m



MCS記録系仕様・・・
記録長16 s
サンプリング間隔: 2 ms

図2 本報告における深海調査研究船「かいれい」の地震探査システムと主なデータ取得仕様。

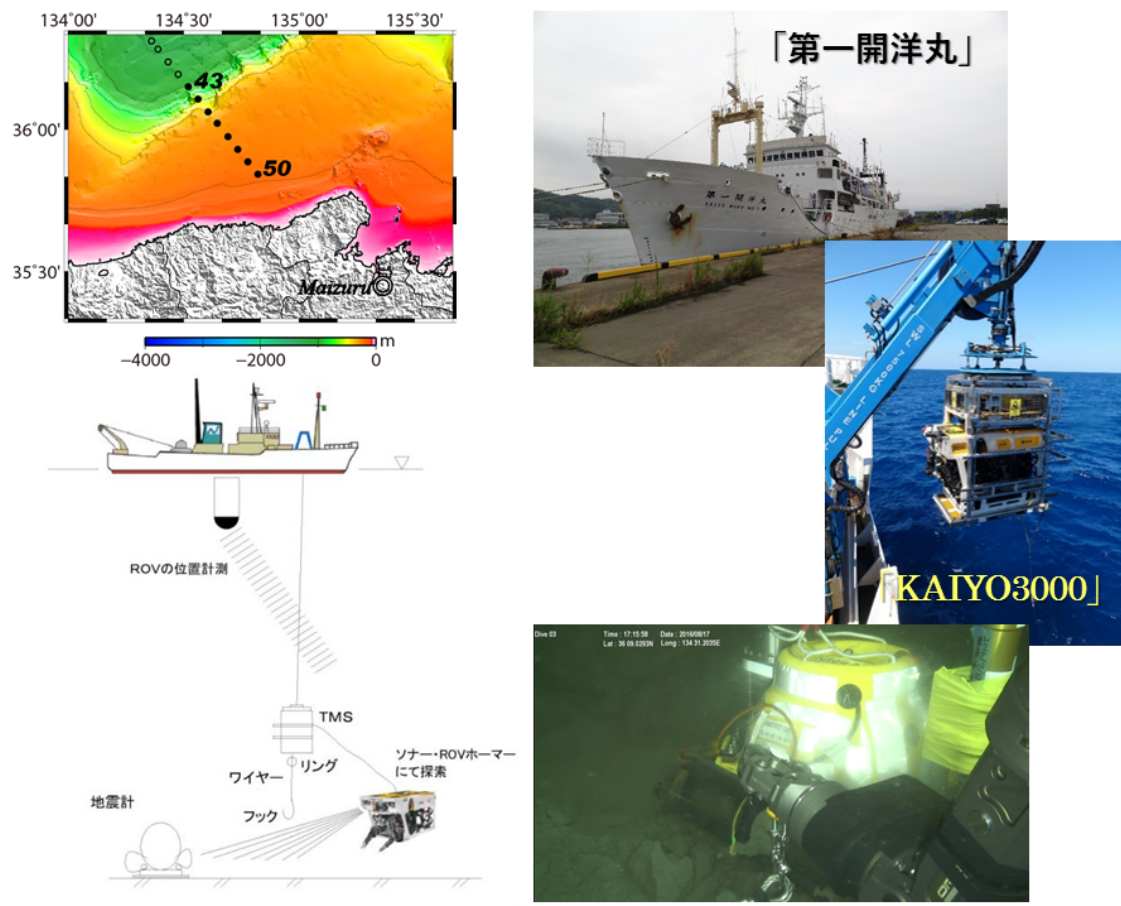


図3 浅海域のOBS(OBS43～50)に関しては、事前の漁業調整の取り決めにしたがって、海洋エンジニアリング株式会社の第一開洋丸に搭載されているROV「KAIYO3000」を用いて、アンカーを含めたすべて機材を回収した。

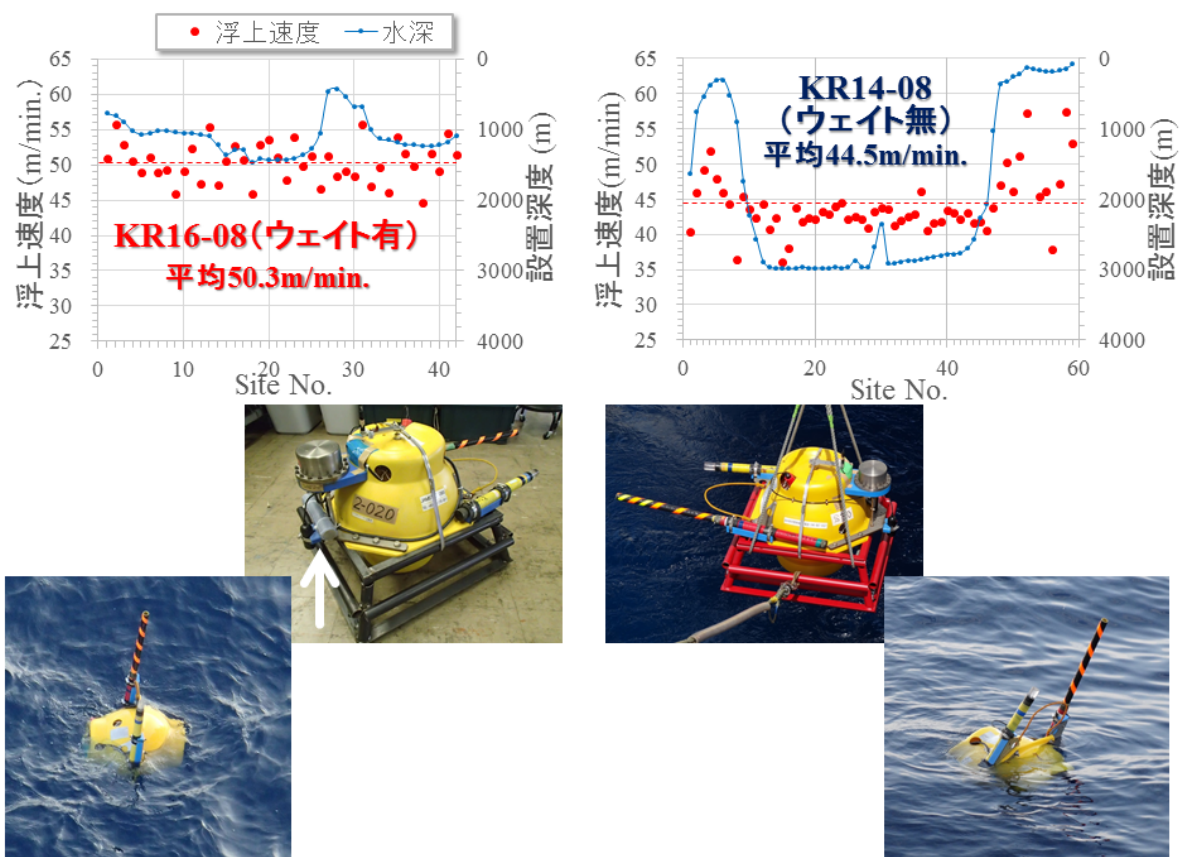


図4 [右図] カウンターウェイトを取り付けていない OBS の浮上姿勢（右下写真 [2014 年の調査航海時に撮影]）と浮上速度（計算値は 2014 年度の結果）（右上図）。[左図] 浮上速度を向上させる目的で海中での OBS の浮上姿勢を制御するため、OBS のトランスポンダーの下側に円筒状の金属棒をカウンターウェイトとして取り付けた（左中央写真中の白矢印）。浮上時の姿勢が改善され（左下写真）、結果して浮上速度は 10%以上向上する結果となり（左上図）、観測作業の効率化へつながった。

(c) 業務の成果

1) マルチチャンネル反射法地震探査

本探査では、堆積層や基盤形状だけではなく、モホ面までの地殻構造全体を可能な限りイメージングでき、各年度の結果を可能な限り同等に比較できるようにするために、昨年度と同様のデータ取得仕様で実施した。調査測線の探査終了後、多重反射抑制処理等のノイズ抑制処理を重点的に検討して、データ解析¹⁰⁾を行った。

測線 SJ16HY と SJ16TR の現段階の暫定的な解析結果（時間マイグレーション断面）の一例を図 5 に示す。これらの結果をもとに、本調査海域における特徴について、「縁辺台地」「隠岐トラフ～隠岐海嶺」「大和海盆～隠岐堆・北隠岐堆」に分けてまとめる。

まず、「縁辺台地」については、調査時の漁業活動との関係で、活断層が推定されている領域まで達しなかったが、近傍まで探査することができた。海底地形及び堆積層の特徴は、先行研究^{11) 12) 13) 14)}での指摘と同様である。兵庫沖に達している SJ16HY では、海底地形が測線の南東端から北西へ向かって緩やかに傾斜し、隠岐トラフと接している部分では多

少勾配が大きくなる。基盤形状は起伏に富んでおり、測線の南東端と CMP3000 付近で基盤が浅くなり、逆に CMP1500 付近で往復走時 (TWT) 3.5 秒程度まで急激に深くなる。これらの基盤の高まりは、先行研究と合わせて検討すると断層・褶曲による変形によると推定される。堆積層は反射面の連続性も良く、褶曲の影響を受けた下位のユニットと変形をあまり受けずに不整合で堆積している上位のユニットに大きく分けることができる。先行研究^{12) 13) 14)}と比較すると、下位のユニットが香住沖層群、上位のユニットが浜坂沖層群と鳥取沖層群に対応するとみられる。一方、鳥取沖に達している SJ16TR は、隠岐トラフまで海底地形が緩やかに傾斜して接続し、堆積層の層厚も隠岐トラフへ向かって TWT0.5 秒から 2.5 秒以上へと徐々に厚くなっていく。基盤形状は、SJ16HY と比較すると起伏が小さいが、褶曲した構造も見られ、それに対応するように堆積層の下位のユニットも褶曲している。堆積層の上位は SJ16HY と同様に下位のユニットと比較すると変形はあまり受けずに堆積している。先行研究^{11) 14)}と比較すると、SJ16HY と同様に、下位のユニットが香住沖層群、上位のユニットが浜坂沖層群（前期～中期鮮新世）と鳥取沖層群（後期鮮新世～第四紀）に対応するとみられる。また、基盤下の地殻内のイメージについては、現時点での解析結果から明瞭な空間的につながる反射面は認められない。

次に、「隠岐トラフ～隠岐海嶺」についてであるが、隠岐トラフは南側で接している「縁辺台地」との接続は先述の通り SJ16HY と SJ16TR で差異があるが、トラフ内の堆積層や基盤形状のイメージは共通している。基盤形状は南から北へ向かって深くなる傾向にあり、トラフの中央部で基盤が凸状のイメージ (CMP9500 付近 [SJ16HY]、CMP8500 付近 [SJ16TR]) が認められる。基盤形状の変化に沿って、堆積層の層厚も変化し、南から北へ向かって層厚が大きくなり、最大 TWT 約 3.5 秒となる。ただし、堆積層内の反射面の連続性は「縁辺台地」と比較すると悪く、振幅の弱い部分も顕著である。ただし、堆積層内には、最近まで活動したことを示唆するような短縮構造は認められない。また、基盤下の地殻内のイメージは、現時点での解析結果から明確に反射面の有無を判断することは難しい。「隠岐海嶺」についても、SJ16HY と SJ16TR で堆積層や基盤形状のイメージは共通している。基盤形状は 2 つの高まり (CMP14000 付近・16000～17000 付近 [SJ16HY]、CMP13000 付近・15000～17000 付近 [SJ16TR]) があり、その間で堆積層が最大 TWT 1 秒程度溜まっている。2 つの高まりの上位には堆積層は確認できない。

最後に、「大和海盆～隠岐堆・北隠岐堆」についてである。今回設定された測線が隠岐堆及び北隠岐堆に対して地形に斜行する形になっており、海底地形図の WSW-ENE リッジ (SJ16HY の CMP23500 付近と SJ16TR の CMP25000 付近) を境南側と北側で特徴が異なっているので、各々の特徴を記す。南側では、基盤形状や堆積層の特徴が 2 測線で似通っており、地形上は隠岐海嶺へ向かって浅くなる一方で、基盤は SJ16HY の CMP20500 付近と SJ16TR の CMP20500 付近で最も深くなる。堆積層のイメージは変形することではなく、層厚は SJ16HY の方が若干厚くて、最大 TWT 2 秒程度である。一方、北側では、2 測線で特徴が異なっている。SJ16HY は隠岐堆の東縁と低角度で斜交する測線の設定となっているが、基盤形状の起伏が短周期で変化し、その変化に沿って、堆積層中のイメージや海底地形も変形しているように見える。一方、SJ16TR は徐々に北隠岐堆へ接続する測線となっている。また、基盤下の地殻内のイメージは 2 測線で共通しており、モホ面等に相当する明瞭で連続した反射面は現時点での解析結果では確認できない。

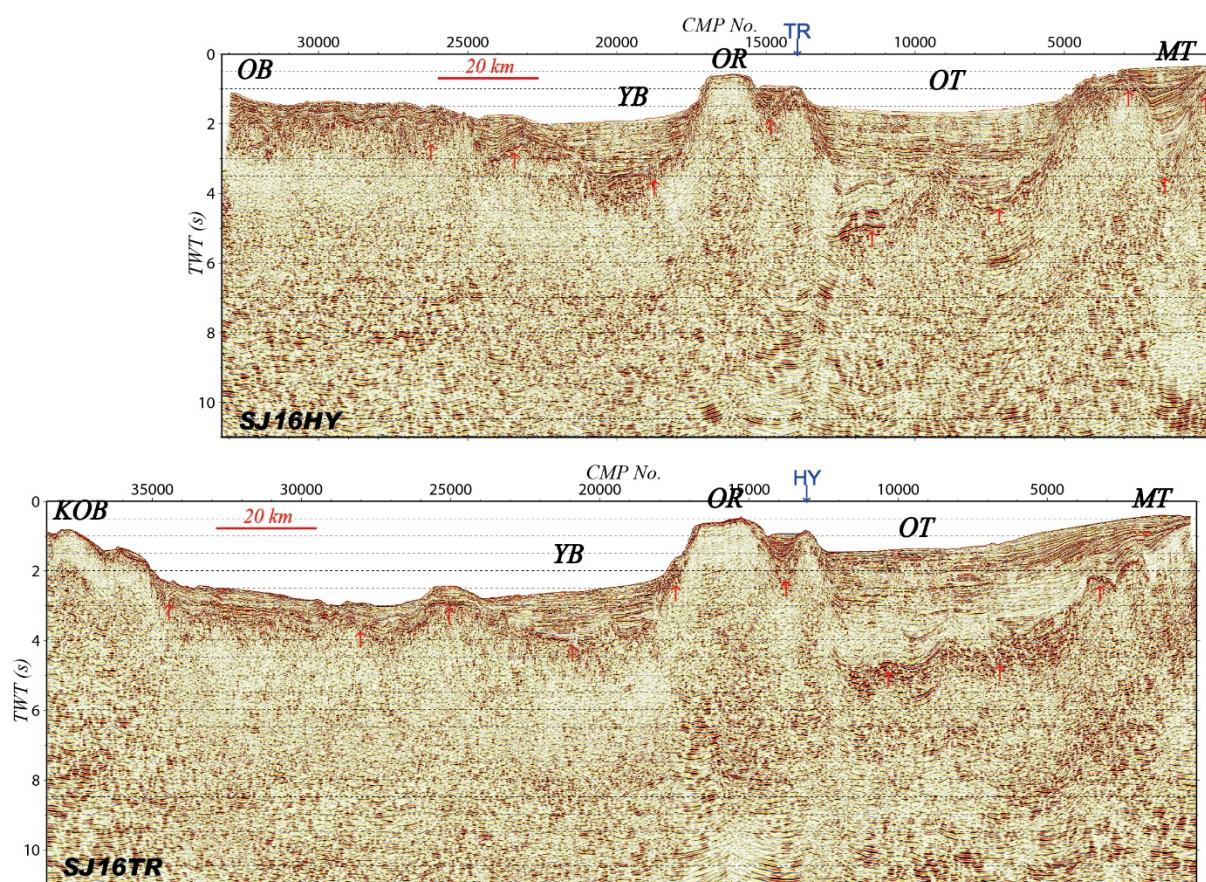


図 5 MCS 探査の暫定的な解析結果による時間マイグレーション断面。上図が SJ16HY、下図が SJ16TR の結果である。OB：隠岐堆、KOB：北隠岐堆、YB：大和海盆、OR：隠岐海嶺、OT：隠岐トラフ、MT：縁辺台地。青矢印が測線との交点、赤矢印が基盤の上面を示す。

2) 海底地震計を用いた地震探査

測線 SJ16HY 上の地震波速度構造イメージを求めるために、以下の解析を行った。OBS は船上から自由落下にて海底に設置するため、OBS の着底位置が不明である。そこで、OBS01～42 については、OBS 近傍（震央距離 3 km 以内）のエアガン発振の水中直達波の走時データと「かいいい」搭載の Super Short Baseline (SSBL) 音響測位システムのデータ、OBS43～50 については、上記のデータに加え、OBS 投入点の周辺における 3 点以上の SSBL のデータと最小二乗法を用いて、OBS の着底設置を求めた。着底位置を求めた後の OBS データの例として、大和海盆南縁に設置した OBS23、及び兵庫沖縁辺台地部に設置した OBS48 のデータを図 6 に示す。

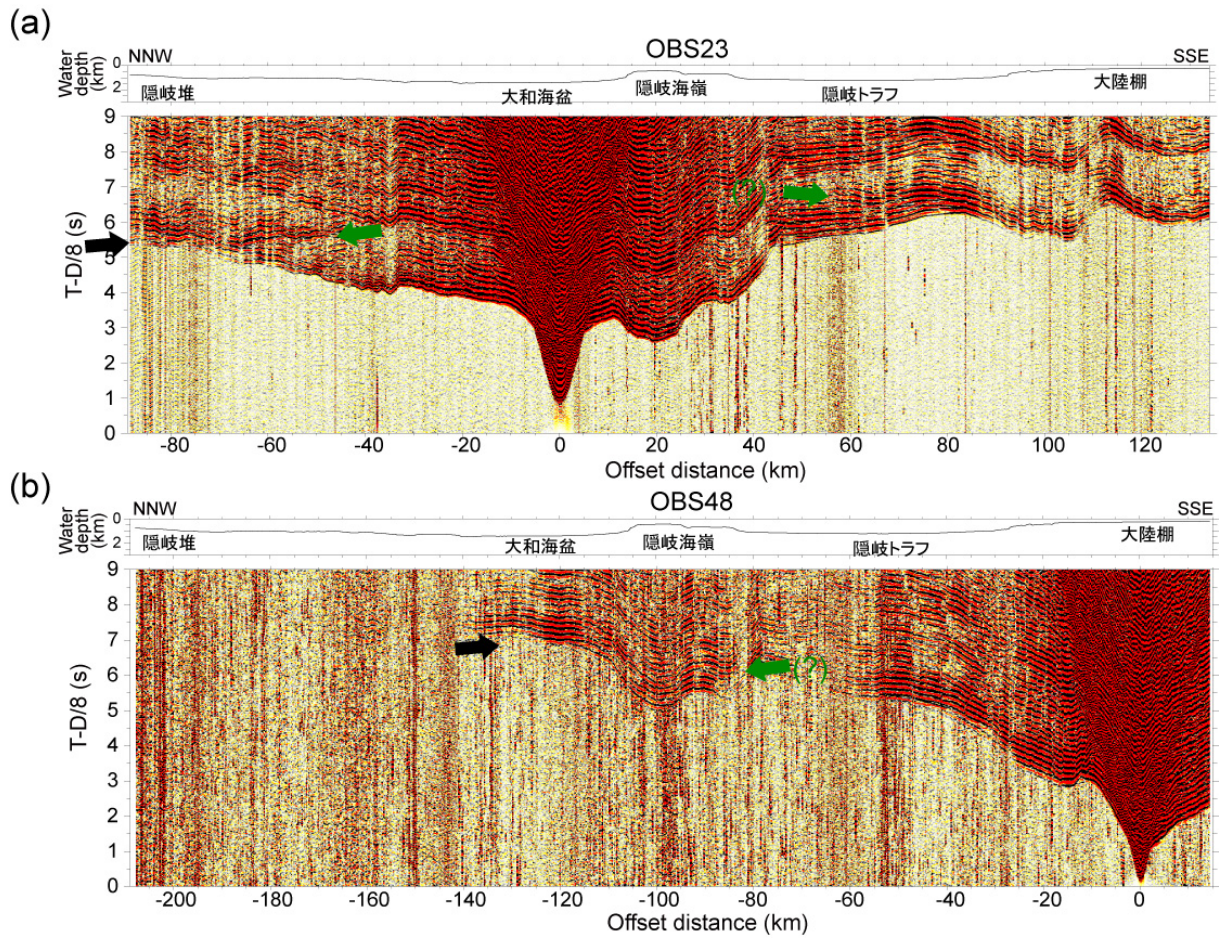


図 6 (a)大和海盆南縁部に設置した OBS23 の OBS データ。(b) 兵庫沖縁辺台地部に設置した OBS48 の OBS データ。横軸は OBS からの震央距離、縦軸は 8 km/s で補正した走時を示す。黒、緑矢印は、最上部マントルを通過した屈折波 (Pn)、モホ面からの反射波 (PmP) をそれぞれ示している。

図 6 に示した大和海盆南縁部、兵庫沖縁辺台地部に設置した OBS のデータでは、堆積層や地殻内、最上部マントルを通過した屈折波だけでなく、地殻とマントルの境界面であるモホ面からの反射波 (PmP) も確認できる (図 6)。大和海盆南縁部に設置した OBS23 の北北西側の初動は測線の端、南南東側の初動は起伏に富みながら震央距離約 120 km まで確認できる (図 6(a))。この OBS の北北西側では、震央距離約 45 km からモホ面からの反射波である PmP、震央距離約 80 km からは最上部マントルを通過した屈折波 (Pn) が確認できる。南南東側では、震央距離約 60 km から PmP と思われるやや振幅の強い相が確認できる。しかしながら、Pn は確認できていない。沿岸部の縁辺台地上に設置した OBS48 では、北北西側の初動は、海底地形に対応するように変化に富み、震央距離約 140 km まで追跡することができる (図 6(b))。震央距離約 90 km からはモホ面からの反射波 (PmP) と思われるやや振幅の強い相が確認でき、震央距離約 130 km から振幅が弱い Pn と考えられる相が確認できる。(図 6(b))。隠岐堆、隠岐海嶺、隠岐トラフに設置した OBS においても、堆積層、地殻内を通過した屈折波、最上部マントルを通過した Pn、及びモホ

面から反射した PmP が確認できる。

次に、すべての OBS データより初動走時を読み取り、読み取った走時を用いて、トモグラフィックインバージョン¹⁵⁾を行った。トモグラフィックインバージョン実施時の初期モデルは以前に大和海盆で行われた地震探査で得られている地震波速度構造^{16) 17) 18)}を参考にし、堆積層構造のみ前述の MCS 探査の結果を組み込んで作成した。

暫定的に得られた P 波速度構造イメージを図 7 に示す。得られた速度構造は測線に沿って大きく変化し、特に海面下深さ約 15 km 程度までの速度分布は不均質に富んでいる。隠岐海嶺下では、朝鮮半島の大陸性上部地殻に対応する P 波速度 5.4~6.2 km/s の部分¹⁹⁾が厚く分布している。この隠岐海嶺下の地殻の厚さは約 20 km 以上と推測されることから、大陸地殻の特徴を持っていることが示唆される。隠岐トラフから縁辺台地にかけての領域では、大陸性上部地殻に対応する P 波速度 5.4~6.2 km/s の部分¹⁹⁾は隠岐海嶺に比べて薄くなっているが、深さ約 10 km まで分布している。これらのことより、この領域は大陸地殻の特徴を持っていることが推測される。さらに隠岐トラフ内においては、この大陸性上部地殻に対応する部分の厚さの変化が大きい。隠岐トラフから縁辺台地にかけての領域において MCS 探査で褶曲が確認されている部分では、深さ約 10 km の速度分布が周りに比べて速度が速い。一方、大和海盆南縁部の P 波速度分布では、大陸性上部地殻に対応する P 波速度 5.4~6.2 km/s の部分¹⁹⁾は隠岐海嶺等に比べて薄くなっている。また地殻の厚さは約 20 km 程度と推測される。この大和海盆南縁部の地殻は、粟島沖、能登半島沖や福井沖の大和海盆^{16) 17) 18)}よりも厚くなっている（図 8）。大和海盆内では、活構造を示していると考えられる速度分布の不均質は確認できない。

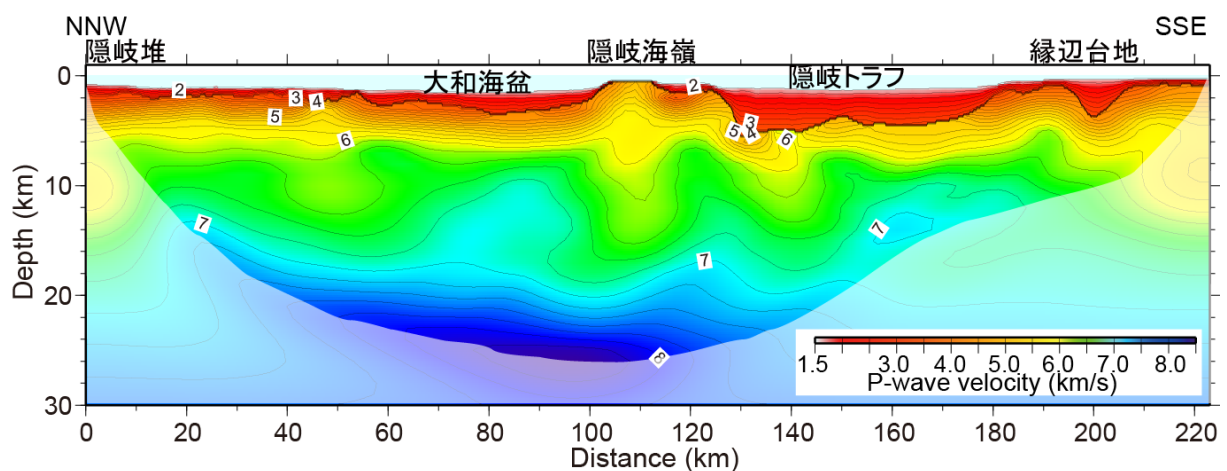


図 7 OBS データで得られた隠岐堆から大和海盆南縁部、隠岐海嶺、隠岐トラフ、縁辺台地、兵庫沖沿岸部に至る SJ16HY の暫定的な P 波速度構造イメージ。

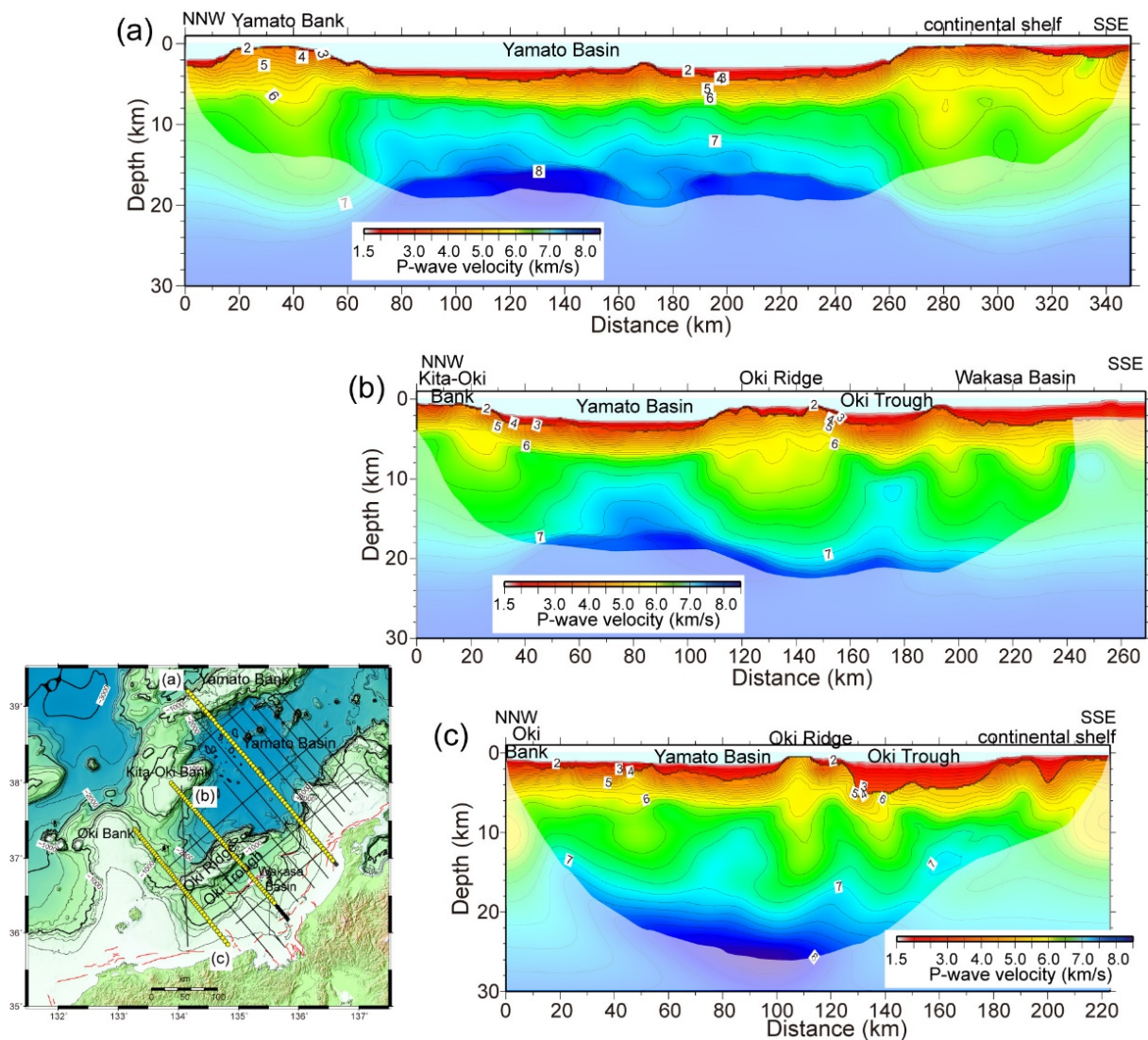


図 8 石川沖¹⁷⁾ (a) と福井沖¹⁸⁾ (b) の P 波速度構造イメージと、兵庫沖の暫定的な P 波速度構造イメージ (c) の比較。左下図は海底地形と測線位置、赤線は活断層の位置²⁾。

(d) 結論ならびに今後の課題

1) マルチチャンネル反射法地震探査

・「縁辺台地」については、調査時の漁業活動との関係で、活断層が推定されている領域まで達しなかったが、現時点での解析結果から先行研究で指摘されている特徴と同様な基盤構造や堆積層のイメージが確認された。基盤下の地殻内のイメージについては、現時点での解析結果から明瞭な空間的につながる反射面は認められない。

・「隠岐トラフ」は、基盤形状の変化に沿って、堆積層の層厚も変化しており、南から北へ向かって層厚が大きい。また、基盤下の地殻内のイメージは、現時点での解析結果から明確に反射面が有無を判断することは難しい。「隠岐海嶺」についても、基盤形状は 2 カ所の高まりがあり、その間で堆積層が最大 1 秒程度溜まっている。

・「大和海盆～隠岐堆・北隠岐堆」については、地形上は隠岐海嶺へ向かって浅くなる一方で、基盤は SJ16HY の CMP20500 付近と SJ16TR の CMP20500 付近で最も深くなる。

一方、SJ16HYにおいて基盤形状の起伏が短周期で変化し、その変化に沿って、堆積層中のイメージや海底地形も変形しているように見える。一方、基盤下の地殻内のイメージはモホ面等に相当する明瞭で連続した反射面は現時点での解析結果からは得られていない。

・今後、さらに解析をすすめて、2014～2016年度の結果を比較検討することにより、石川沖～鳥取沖にかけての地震活動や活構造の変遷とイメージング結果の関係を検討する。

2) 海底地震計を用いた地震探査

・隠岐海嶺は大陸地殻的な特徴を持ち、隠岐トラフから縁辺台地にかけての領域においても、朝鮮半島の大陸性上部地殻に対応する部分が隠岐海嶺に比べて薄くなっていることから、大陸地殻的な特徴をもっていることが推測される。またこの領域の地殻内の速度分布は大きく変化している。

・大和海盆南縁部の地殻は石川沖や福井沖の大和海盆の地殻よりも厚くなっている。海盆南縁部では、活構造に対応していると考えられる速度分布の不均質は確認できない。

・今後、初動走時だけでなく、モホ面から反射した **PmP** の走時も加えて走時トモグラフィックインバージョン等を行い、より詳細な速度構造分布を求める。

(e) 引用文献

- 1) 気象庁：地震月報（カタログ編），
< <http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/bulletin/> > （参照 2017-3-31），2017.
- 2) 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.
- 3) 日本海における大規模地震に関する調査検討会：日本海における大規模地震に関する調査検討会報告書，国土交通省，470pp.，2014
- 4) 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, 2006.
- 5) Kodaira, S., E. Kurashimo, J.-O. Park, N. Takahashi, A. Nakanishi, S. Miura, T. Iwasaki, T. Hirata, and Y. Kaneda: Structural factors controlling the rupture process of a megathrust earthquake at the Nankai trough seismogenic zone, *Geophys. J. Int.*, 149, 815–835, 2002.
- 6) Ito, T., Y. Kojima, S. Kodaira, H. Sato, Y. Kaneda, T. Iwasaki, E. Kurashimo, N. Tsumura, A. Fujiwara, T. Miyauchi, N. Hirata, S. Harder, K. Miller, A. Murata, S. Yamakita, M. Onishi, S. Abe, T. Sato and T. Ikawa: “Crustal structure of southwest Japan, revealed by the integrated seismic experiment Southwest Japan 2002” *Tectonophysics*, 472, 124-134, 2009.
- 7) 三浦誠一：JAMSTEC における地殻構造探査システムの変遷，JAMSTEC Rep. Res. Dev., Special issue, 81-87, 2009.
- 8) 林田政和・浜本文隆・田中喜年・松本正純：大東海嶺群における精密地殻構造調査，海洋情報部技報，23，33-45，2005.

- 9) 野徹雄・平松孝晋・佐藤壮・三浦誠一・千葉達朗・上山沙恵子・壺岐信二・小平秀一：
日本海及びその周辺の地形データの統合と赤色立体地図, JAMSTEC Rep. Res. Dev., 22,
13-29, 2016.
- 10) 物理探査学会：反射法地震探査, 物理探査学会（編），物理探査ハンドブック増補改訂
版，1-141, 2016.
- 11) 山本博文・上嶋正人・岸本清行：鳥取沖海底地質図および同説明書, 海洋地質図, 35,
地質調査所，27pp., 1990.
- 12) 山本博文・上嶋正人・岸本清行：経ヶ岬沖海底地質図および同説明書, 海洋地質図, 40,
地質調査所，39pp., 1993.
- 13) Yamamoto, H.: Submarine geology and post-opening tectonic movements in the
southern region of the Sea of Japan. Marine Geology, 112, 133-150, 1993.
- 14) 東京大学地震研究所：断層モデルの構築, 日本海地震・津波調査プロジェクト平成 27
年度成果報告書, 237-268, 2016.
- 15) Fujie, G., S. Kodaira, M. Yamashita, T. Sato, T. Takahashi, and N. Takahashi:
Systematic changes in the incoming plate structure at the Kuril trench, Geophys.
Res. Lett., 40, 88-93, 10.1029/2012GL054340, 2013.
- 16) 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. Solid Earth, 119, 1563-1579, 2014.
- 17) 海洋研究開発機構：沖合構造調査, 平成 26 年度「日本海地震・津波調査プロジェクト」
成果報告書，文部科学省研究開発局・国立大学法人東京大学地震研究所, 75-88, 2015.
- 18) 海洋研究開発機構：沖合構造調査, 平成 27 年度「日本海地震・津波調査プロジェクト」
成果報告書，文部科学省研究開発局・国立大学法人東京大学地震研究所, 111-129, 2016.
- 19) Cho, H.-M., C.-E. Baag, J.M. Lee, W.M. Moon, H. Jung, K.Y. Kim, and I. Asudeh:
Crustal velocity structure across the southern Korean Peninsula from seismic
refraction survey, Geophys. Res. Lett., 33, doi:10.1029/2005GL025145, 2006.

(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
Takeshi Sato, Tetsuo No, Shuichi Kodaira, Ryuta Arai, Seiichi Miura, Tatsuya Ishiyama, Hiroshi Sato	Crustal structure and opening process on the back-arc basin in the southwestern margin of the Japan Sea (ポスター発表)	JpGU meeting 2016	平成 28 年 5 月 24 日
野徹雄, 佐藤壮, 小平秀一, 新井隆太, 三浦誠一, 石山達也, 佐藤比呂志	地震探査による若狭湾周辺～大和海盆西部の地殻構造 (ポスター発表)	日本地球惑星科学連合 2016 年大会	平成 28 年 5 月 26 日
佐藤壮, 野徹雄, 小平秀一, 高橋成実, 藤江剛, 三浦誠一, 金田義行, 加藤直子, 蔵下英司, 石山達也, 佐藤比呂志, 越谷信, 豊島剛志, 石川正弘, 戸田茂, 吉田武義	日本海佐渡島沖・東北日本弧—西南日本弧境界域の地震学的構造特徴 (口頭発表)	日本地震学会 2016 年度秋季大会	平成 28 年 10 月 6 日
野徹雄, 佐藤壮, 小平秀一, 新井隆太, 三浦誠一, 石山達也, 佐藤比呂志	日本海地震・津波調査プロジェクトによる大和海盆西部およびその周辺海域での地震探査 (口頭発表)	物理探査学会 第 135 回(平成 28 年度秋季)学術講演会	平成 28 年 10 月 26 日
野徹雄, 森誠一, 佐藤壮, 佃薫, 寺田育正, 芹澤皇子, 三浦誠一, 小平秀一	自己浮上型海底地震計の浮上速度の改善 (口頭発表)	海洋理工学会 平成 28 年度秋季大会	平成 28 年 10 月 28 日
Takeshi Sato, Tetsuo No, Shuichi Kodaira, Seiichi Miura, Tatsuya Ishiyama, Hiroshi Sato	Formation process in the margin of the southern Japan Sea back-arc basin revealed from active-source seismic data (ポスター発表)	2016 AGU Fall Meeting	平成 28 年 12 月 12 日
Shuichi Kodaira, Takeshi Sato, Tetsuo No, Seiichi Miura	Crustal formation and deformation processes in the eastern margin of the Japan Sea back-arc basin deduced from active-source seismic data (口頭発表 [招待])	2016 AGU Fall Meeting	平成 28 年 12 月 13 日

佐藤壮，野徹雄，小平秀一，三浦誠一	「日本海地震・津波調査プロジェクト」による鳥取沖～能登半島沖縁辺部および西部大和海盆の地殻構造 (ポスター発表)	ブルーアース 2017	平成 29 年 3 月 2 日
-------------------	---	----------------	--------------------

(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 29 年度業務計画案

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、マルチチャンネル反射法地震 (MCS) 探査及び海底地震計 (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、及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や津波波源モデル作成のための基礎資料とする。

