

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ヵ年の年次実施計画（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(令和元年度)
 - 8) 令和 2 年度
- (e) 平成 31 年度（令和元年度）業務目的

(2) 平成 31 年度（令和元年度）

- (a) 業務の要約
- (b) 業務の実施方法
- (c) 業務の成果
 - 1) 海底地震計を用いた地震探査
 - 2) マルチチャンネル反射法地震探査
- (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) 令和 2 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 海域地震火山部門	部門長	小平 秀一
同 地震発生帯研究センター	グループリーダー	藤江 剛
プレート構造研究グループ	技術研究員	野 徹雄
	技術主任	三浦 亮
研究推進部 研究推進第2課	事務主任	網廣 恵
	事務副主任	石井 将人

(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カ年の年次実施計画（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、MCS 探査及び 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、MCS 探査及び 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、MCS

探査と 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 (M_J7.5) 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、震源断層モデルや津波波源モデル作成のために MCS 探査と 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。なお、一部の測線では海陸統合探査を行い、陸域部から沖合の海域部にかけての地殻全体の構造のデータを取得した。

6) 平成 30 年度 :

1993 年北海道南西沖地震 (M_J7.8) 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。なお、一部の測線は海陸統合探査を実施し、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した。

7) 平成 31 年度 (令和元年度) :

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、MCS 探査と 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。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した。

8) 令和 2 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 31 年度 (令和元年度) 業務目的

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いた山形県沖の海域について、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行い、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。

(2) 平成 31 年度 (令和元年度) の成果

(a) 業務の要約

平成 31 年度（令和元年度）は、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「かきれい」を用いて、震源断層モデルや津波波源モデル作成のために地震探査の航海を山形県沖にて実施した（図 1）。OBS を用いた地震探査で得られたデータを解析した結果、調査測線中で活断層や地震活動が相対的に多く認められる佐渡海嶺から東側の領域では地殻が相対的に厚く、大陸地殻的な構造をもつ。一方、現在活断層の形成や地震活動が少ない大和海盆の領域は先行研究と同様に相対的に地殻が薄い。

(b) 業務の実施方法

調査は、2019 年 8 月 5 日～8 月 24 日の期間、山形県酒田沖大陸棚から最上トラフ、佐渡海嶺、大和海盆を経て、大和海嶺に至る領域で航海を実施した。ただし、調査期間中に日本周辺海域には台風 8～10 号の 3 つの台風が発生¹⁾し、台風の進路予想が日々変わる状況であったため、48 台設置予定であった OBS のうち 9 台の設置を見送り、さらに MCS 探査を取り止め、調査計画を大きく変更した。したがって、1 測線（SJ1901）での OBS を用いた地震探査の実施のみとなった（図 1）が、測線 SJ1901 はサブサブテーマ 2.3「沿岸海域および海陸統合構造調査」の一部も兼ねており、この測線の東延長上で実施されている東京大学地震研究所の「庄内・新庄測線」の陸上測線²⁾と統合させた海陸統合構造調査として実施している。

データ取得は、「かきれい」に搭載されている地震探査システムを用いた。震源は Bolt Annular Port Airgun 32 基から構成されたエアガンシステム（総容量 7,800 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 を用い、エアガンアレイの曳航深度が 10 m、エアガン動作圧力が 2,000 psi（約 13.8 MPa）、発震間隔が 200 m である。測位制御システムは InProspect Limited 社の TriggerFish 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た。

OBS を用いた地震探査では、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 成分を装備した速度型のタイプの OBS^{3),4),5)}を 39 台設置した。調査実施直前の 2019 年 6 月 18 日に山形県沖で地震 (M_j6.7)⁶⁾が発生し、ほとんどの余震が水深 100 m 以浅の大陸棚に位置したので、その地震断層の形成との関係も考慮し、大陸棚の領域は OBS の設置間隔を 2 km と密に設置した。なお、最上トラフから大和海盆東部にかけては 8 km 間隔で設置したが、大和海盆東部から大和海嶺にかけては台風の影響により Site 30 より西側の奇数番号の OBS は設置を見送ったため、16 km 間隔での設置となった。また、大陸棚から最上トラフにかけての測線東端に設置した 8 台（水深 77～646 m）については、漁業調整の結果、アンカーを回収する条件で OBS の設置が認められたので、これらについてはアンカー回収型 OBS を使用した（図 3）。本プロジェクトにおいてこのタイプの OBS は、2017 年の北海道北西沖での調査にて石狩湾内に設置した OBS について使用した実績がある⁷⁾が、ロープ長が約 200 m しかないため、他の航海を通じても 100 m より深い水深での使用実績がほとんどない。そこで、今回の設置予定水深である約 650 m まで対応できるアンカー回収型 OBS に改良した。今回の改良においては、JAMSTEC 横須賀本部内にある多目的実験水槽で事前作動確認試験を複数回行ったうえで製作し、使用した。8 台中 7 台（Site 1～7）は、問題なく装置が動作して、OBS 本体・アンカーも含めてすべ

での機材を海底から回収することができたが、Site 8 については音響コマンドに応答がなく、浮上しなかった。そこで、Site 8 の OBS については掃海作業による OBS 回収を試みた。掃海作業による海底設置型の観測機器等の回収については、JAMSTEC において応答の途絶した深海係留トランスポンダ回収⁸⁾をはじめ、これまで検討・実施されてきたので^{9),10),11)}、それらの回収手法を参照し、ロープにスマルとアンカーチェーンを組み合わせ、トランスポンダを取り付けた絡み索による掃海具を用いて実施した(図 4)。掃海作業では掃海具を「かいいい」船尾より投入し、掃海具に取り付けたトランスポンダの測位情報と本船測位情報を監視しながら、OBS 着底位置を中心に半径約 100 m の円を描くように曳航した。1 回目の作業では OBS は回収できず、掃海具が十分に着底しなかったことが推定されたため、2 回目の作業ではアンカーチェーンとスマルを追加して掃海具を投入、周回回数を増やして曳航したところ、OBS 本体・アンカーも含めてすべての機材を回収することに成功した。

以上の結果、設置した 39 台すべての OBS を回収することができたので、これらの OBS で得られたデータを 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。

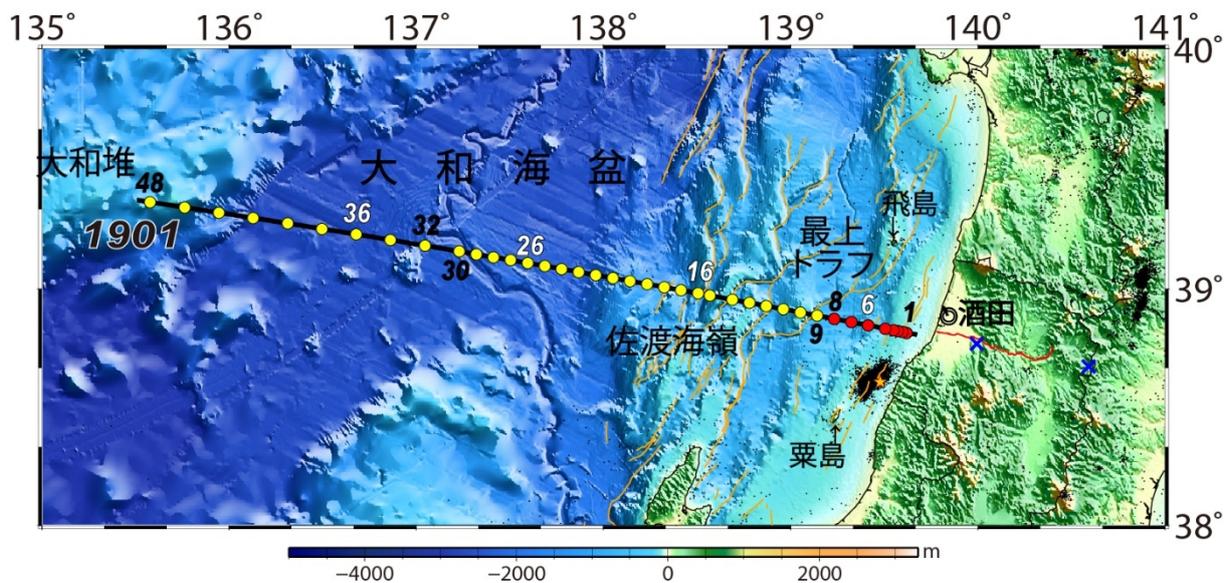


図1 2019年度に実施した地震探査測線図。黒線が地震探査測線、丸印がOBS設置点（黄丸：通常型、赤丸：アンカー回収型〔Site30～48の奇数番号のOBSは台風のため設置を見送り〕）、赤線は東京大学地震研究所が実施した「庄内-新庄測線」²⁾、×印は東京大学地震研究所が実施した発破の位置。星印が2019年6月18日山形県沖の地震(Mj6.8)の本震の位置⁶⁾、黒点が2019年1月～2020年2月の気象庁一元化震源による震源分布(M ≥ 1.0、深さ ≤ 50 km)¹²⁾。橙線は海底活断層¹³⁾。



図2 本報告の調査で使用した船舶及び機器の概要。

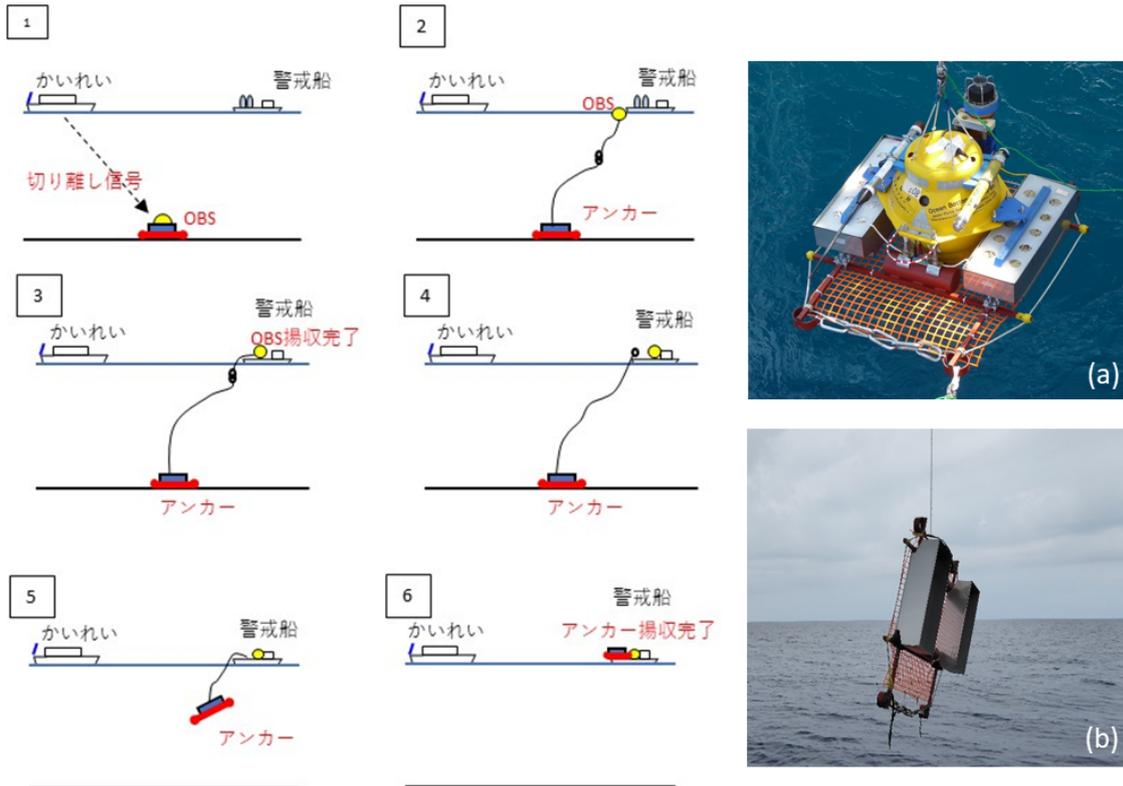


図 3 Site1～8 は、アンカー回収型 OBS を使用した。「かいいい」と警戒船が関係して、(1)～(6)の手順で回収した。写真(a)が設置前のアンカー回収型 OBS の状態、写真(b)が係船機でロープを巻き取り回収したアンカー。

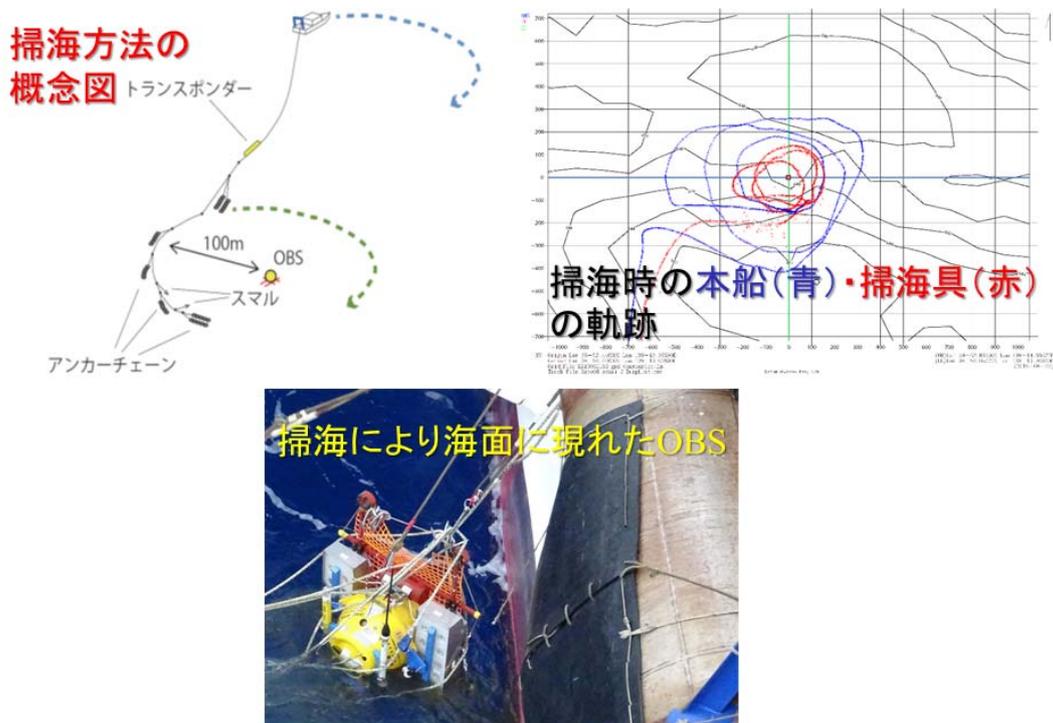


図 4 Site8 (水深 641 m) に関しては OBS 回収時に音響応答がなくなったので、掃海を実施して、OBS とアンカーの回収を試みた結果、回収に成功した。

(c) 業務の成果

1) 海底地震計を用いた地震探査

OBS を用いた地震探査では、以下の解析を行い、SJ1901 の地震波速度構造イメージを求めた。

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、「かいいい」搭載の Super Short Baseline (SSBL) 音響測位システムのデータを初期値として、OBS 近傍（震央距離 3 km 以内）のエアガン発震に関する水中直達波の走時データを用いた最小二乗法により OBS の着底設置を求めた。着底位置を求めた後の OBS データの例として図 5 に示す。

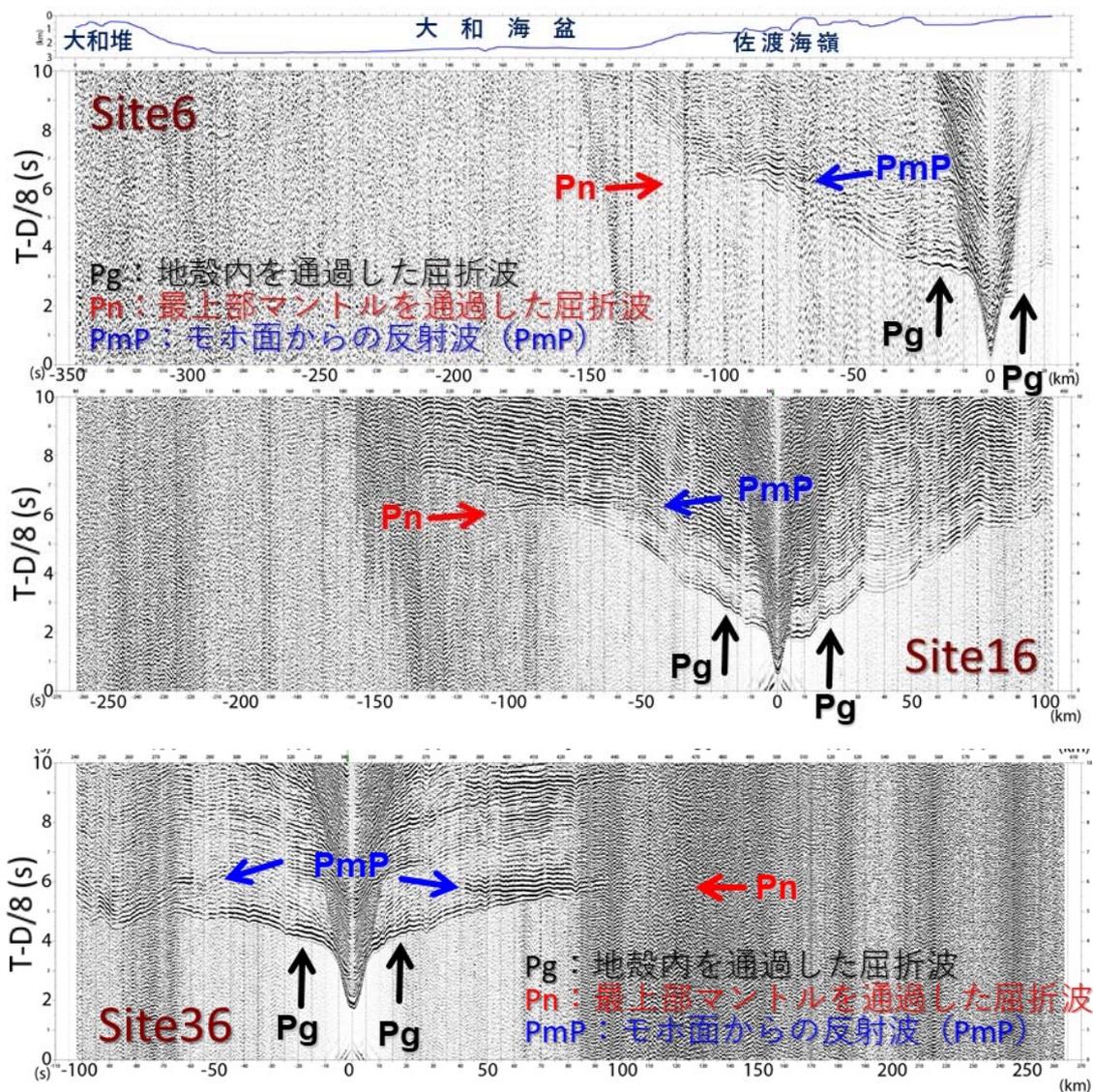


図 5 最上トラフに設置した Site6、佐渡海嶺に設置した Site16、大和海盆に設置した Site36 の OBS データ。横軸は OBS からの震央距離、縦軸は 8 km/s で補正した走時を示す。黒、赤、青矢印は、地殻内を通過した屈折波 (Pg)、最上部マントルを通過した屈折波 (Pn)、モホ面からの反射波 (PmP) をそれぞれ示している。

図 5 に示した OBS のデータでは、堆積層や地殻内を通過した屈折波 (Pg) (図 5 : 黒矢印) だけでなく、地殻とマンツルの境界面であるモホ面からの反射波 (PmP) (図 5 : 青矢印) や最上部マンツルを通過した屈折波 (Pn) (図 5 : 赤矢印) も確認できる。最上トラフに設置した Site6 の西側の初動は震央距離約 100 km まで確認でき、震央距離約 90 km までは Pg、震央距離約 90 km からは Pn として確認できる (図 5 上図)。震央距離約 70 km から PmP と推定される相も確認できる。佐渡海嶺に設置した Site16 の西側では、初動は海底地形に対応するように変化し、震央距離約 110 km まで追跡が可能である (図 5 中図)。震央距離約 40 km からは PmP と推定される相が確認でき、震央距離約 80 km から Pn と考えられる相が確認できる (図 5 中図)。大和海盆に設置した Site36 の東側の初動は震央距離約 120 km まで確認でき、震央距離約 70 km までは Pg、震央距離約 70 km からは Pn として確認できる (図 5 下図)。

次に、OBS で記録されたエアガン発震の初動走時と PmP の走時を読み取り、トモグラフィックインバージョン¹⁴⁾を行った。これまで本プロジェクトにおける OBS 探査のデータ解析では同測線で実施した MCS 探査の記録断面から読み取った基盤の往復走時も用いていた^{7),15),16),17)}が、今回は同一測線で MCS 探査を実施できていないので、基盤形状等の堆積層の構造は考慮していない。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 2010 年に粟島沖日本海盆南縁部～沿岸部で行われた OBS を用いた地震探査で得られている P 波速度構造¹⁸⁾を参考にして作成した (図 6)。

暫定的に得られた測線 SJ1901 の P 波速度構造イメージの結果を図 6 に示す。図 6 で示した速度構造イメージを見ると、大和海盆とそれ以外 (佐渡海嶺から陸側の領域及び大和海嶺) において、地殻の厚さや速度構造の特徴が大きく異なっている。暫定的な結果であるが、(堆積層を含む) 地殻の厚さは大和海盆で 14~18 km、佐渡海嶺～最上トラフで 23~26 km となっている。また定性的ではあるが、上部地殻 (6.6 km/s 以下) に相当する部分が佐渡海嶺から陸側と大和海嶺が大和海盆と比較して相対的に厚くなっている。これらの特徴について、これまで「日本海地震・津波調査プロジェクト」や「ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究プロジェクト」で実施した結果^{7),15),16),17),18),19)}と比較すると、大和海盆の特徴は先行研究^{15),18)}と同様に厚い海洋地殻の速度構造に対応している (図 7)。一方、佐渡海嶺から陸側と大和海嶺に関しては、先行研究^{15),18)}と同様に大陸地殻の速度構造の特徴で形成されていることを示唆している (図 7)。さらに、大陸地殻の特徴となっている佐渡海嶺から陸側において、調査海域周辺における海底活断層¹³⁾や地震活動^{12),20)}がほとんど位置しており、地殻構造の境界域には地震活動や活断層はほぼ分布していない (図 8)。

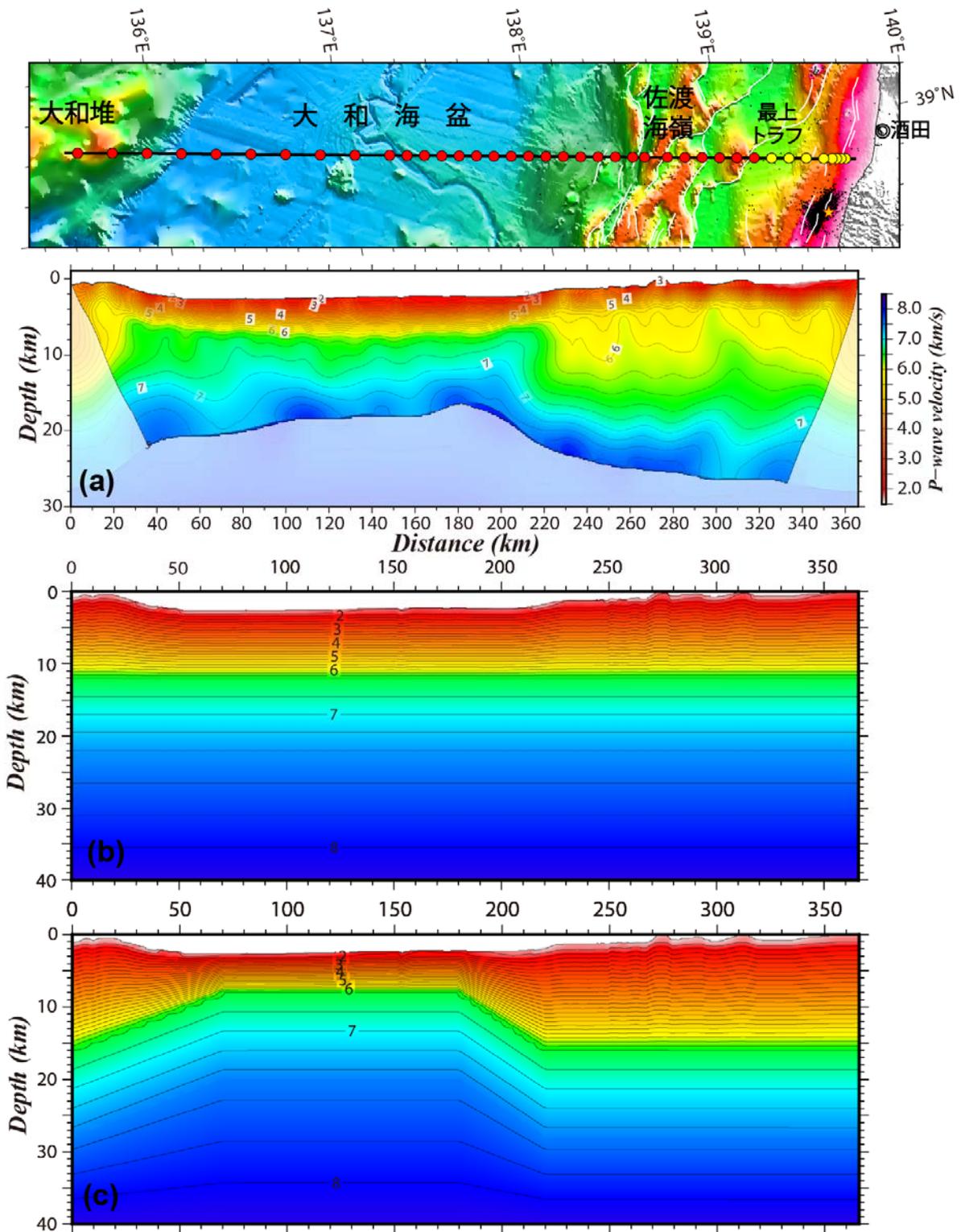


図6 (a)OBS データで得られた大和海嶺から大和海盆、佐渡海嶺、最上トラフ、酒田沖大陸棚に至る測線 SJ1901 の暫定的な P 波速度構造イメージ。(b)最初の段階でのトモグラフィックインバージョン実施時の初期モデル。(c)(b)の結果をふまえて改良したトモグラフィックインバージョン実施時の初期モデル。

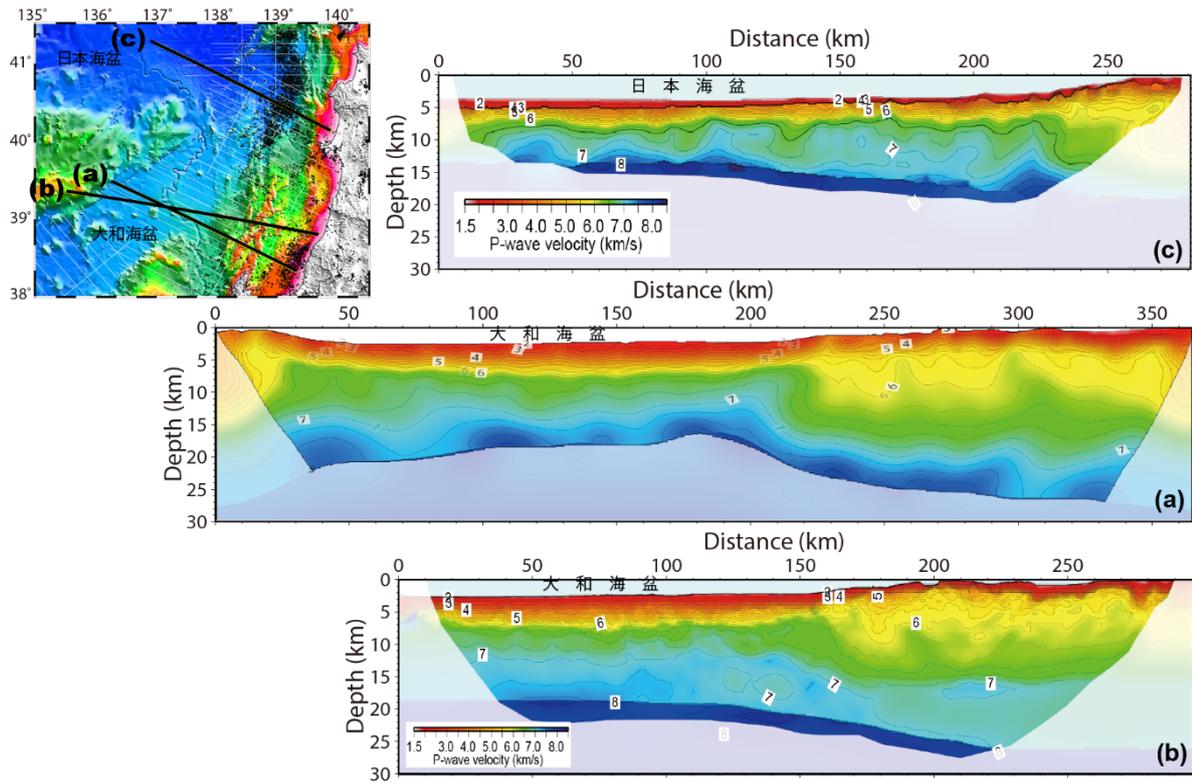


図 7 近隣の OBS 探査による P 波速度構造の結果との比較。(a)今年度の結果。(b)2010 年に粟島沖で実施した OBS 探査による結果¹⁸⁾。(c)2011 年に秋田沖で実施した OBS 探査による結果¹⁹⁾。

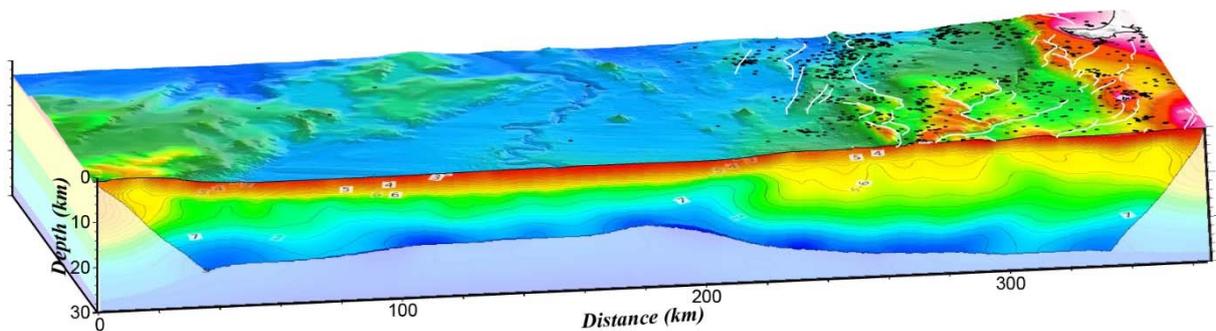


図 8 図 6 で示した P 波速度構造と周辺の地震活動(2000/1/1~2020/2/29, $M \geq 2$)^{12),20)}及び海底活断層¹³⁾の関係を示した鳥瞰図。

2) マルチチャンネル反射法地震探査

前述のとおり、台風の影響により MCS 探査は実施できなかったため、「サブテーマ 2.5 津波波源モデル・震源断層モデルの構築」のために「ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究プロジェクト」において 2010 年に山形沖周辺で取得した MCS 探査データ²¹⁾の再解析を実施した。具体的には、ノイズ抑制処理（F-X Median Filter、Surface-Related Multiple Elimination、Tau-P Deconvolution、High-Resolution Radon Filter など）の処理フローチャート・パラメータの再検討、速度解析の再解析、重合前時間マイグレーションの適用を行った。再解析を行った結果は図 9～11 に示す。これらのデータは、「サブテーマ 2.5 津波波源モデル・震源断層モデルの構築」の「サブサブテーマ 2.5.1 断層モデルの構築」へ提供した。

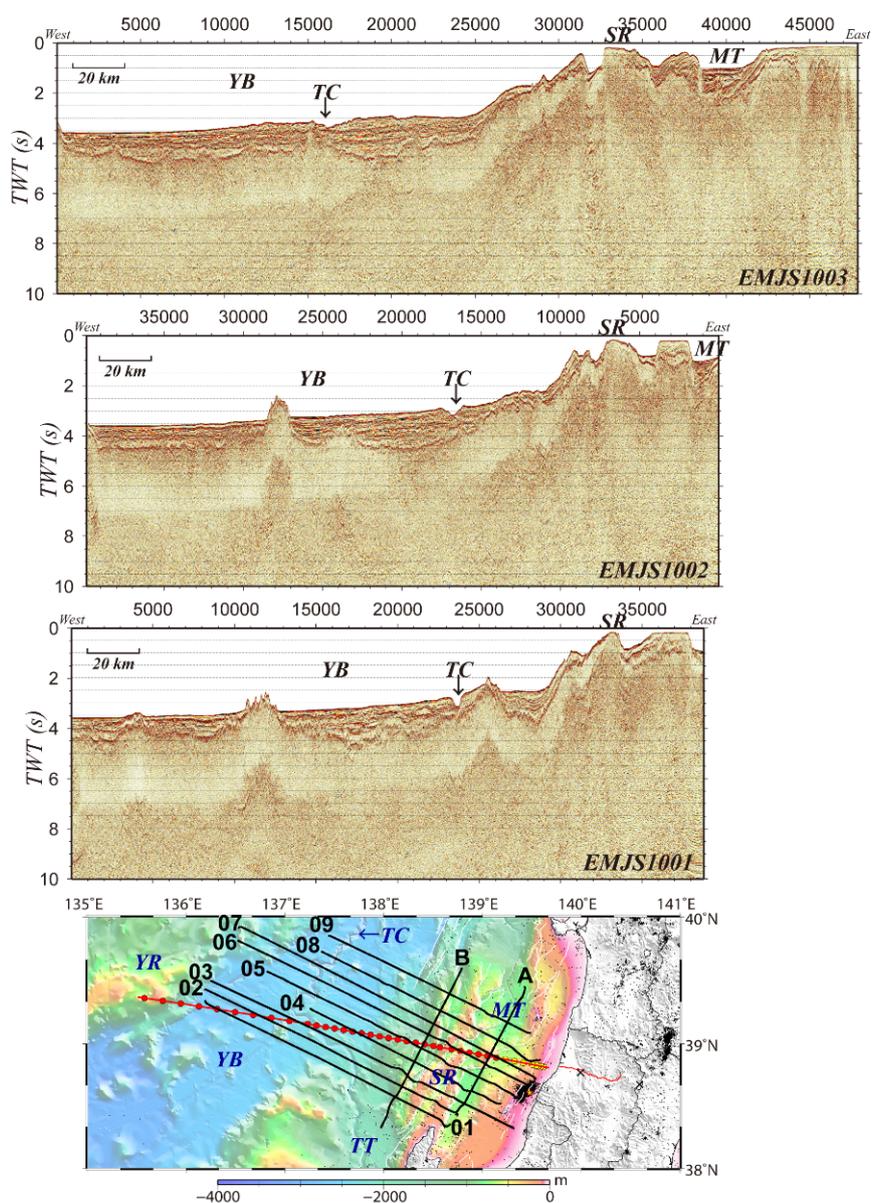


図 9 2010 年に実施した測線 EMJS1001～1003 の MCS 探査データの再解析結果。YB: 大和海盆; YR: 大和海嶺; SR: 佐渡海嶺; MT: 最上トラフ; TC 富山深海長谷; TT: 富山トラフ。

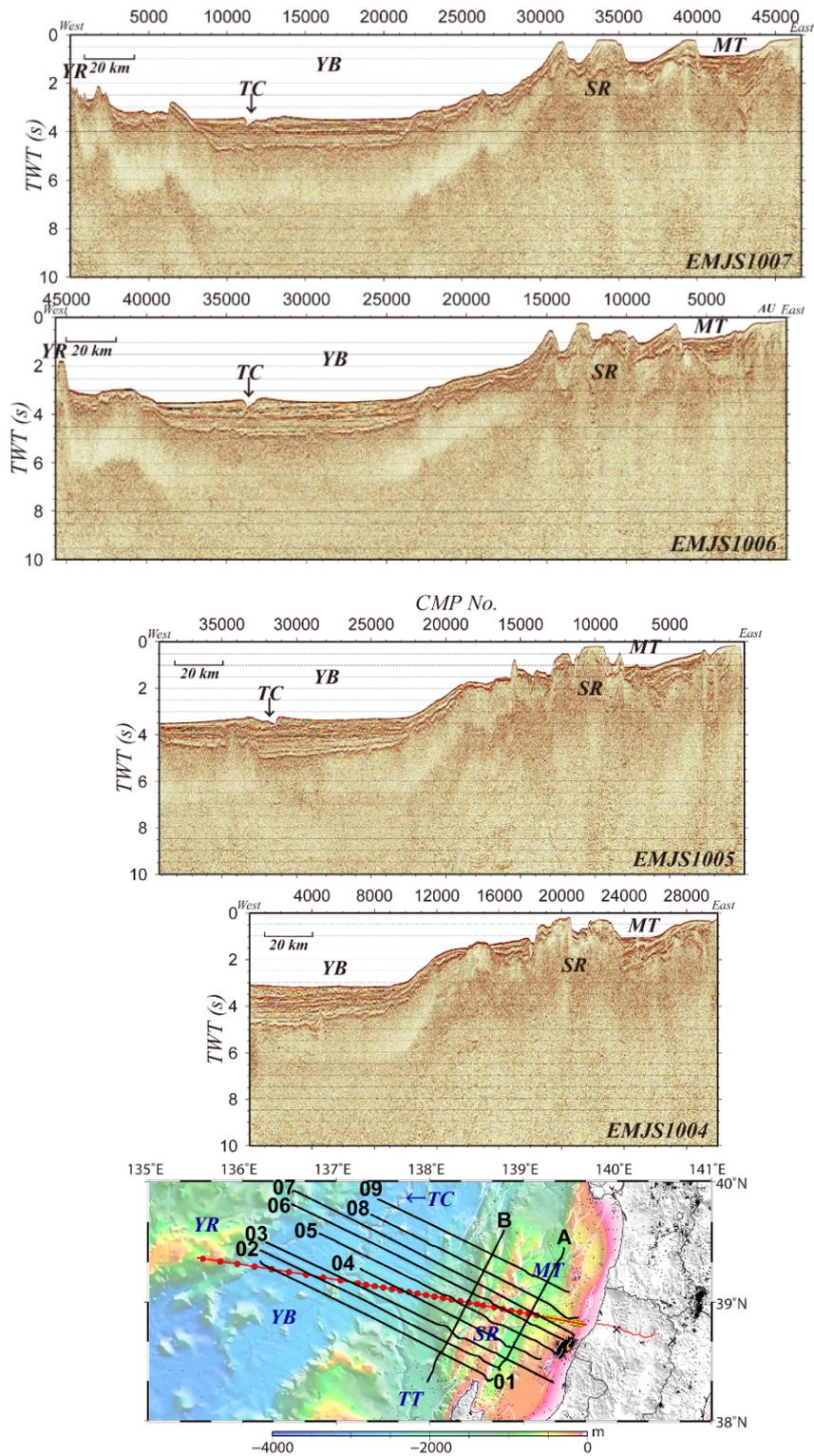


図 10 2010 年に実施した測線 EMJS1004~1007 の MCS 探査データの再解析結果。YB: 大和海盆; YR: 大和海嶺; SR: 佐渡海嶺; MT: 最上トラフ; TC 富山深海長谷; TT: 富山トラフ。

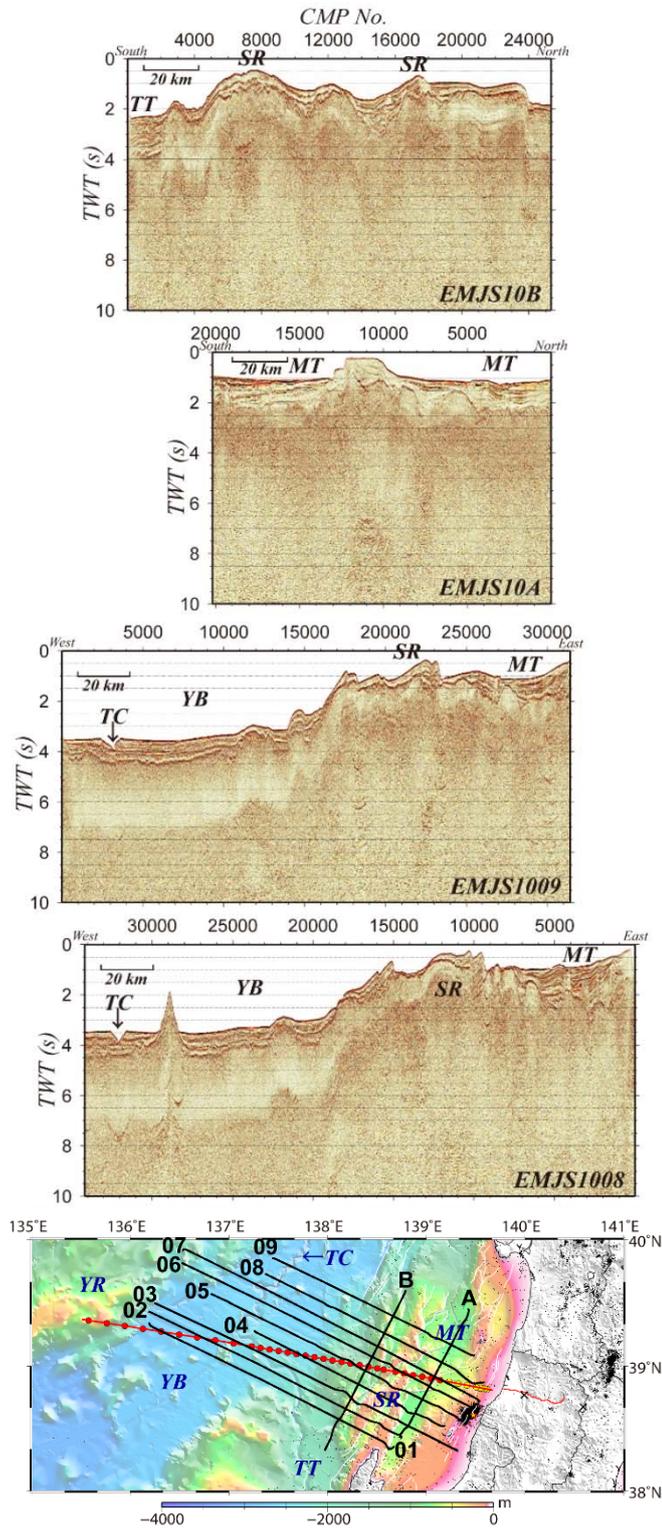


図 11 2010 年に実施した測線 EMJS1008・1009・10A・10B の MCS 探査データの再解析結果。YB: 大和海盆; YR: 大和海嶺; SR: 佐渡海嶺; MT: 最上トラフ; TC 富山深海長谷; TT: 富山トラフ。

再解析した測線の中で、測線 EMJS1006 は 2019 年 6 月 18 日山形県沖の地震 ($M_J6.8$) の余震域¹²⁾ に最も近接しているため、海陸統合余震観測結果²²⁾ の結果を重ねた(図 12)。これらの結果をみると、海底地形と比べて堆積層の層厚や基盤形状が複雑に変化しており、東傾斜の余震分布の上部延長上には、東傾斜の断層を伴った構造の形成も確認できる。また、2019 年 6 月 18 日山形県沖の地震の余震域¹²⁾ は OBS 探査の解析結果(図 6)と比較すると、大陸地殻の領域の中ですべて位置している。

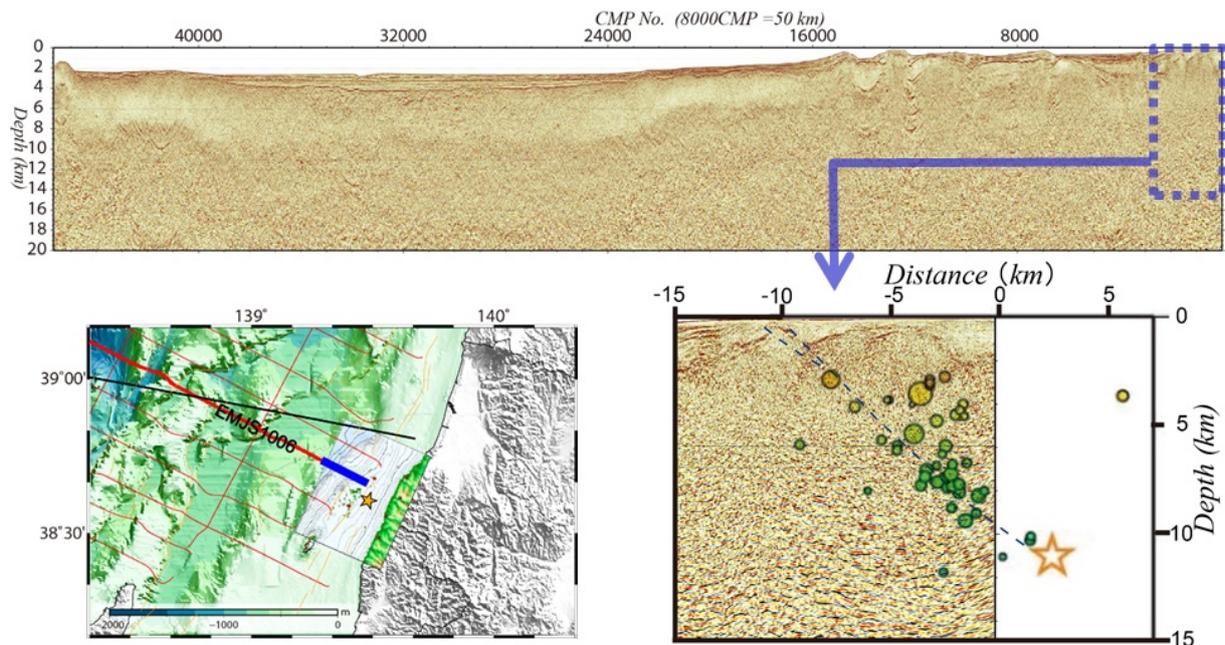


図 12 2019 年 6 月 18 日山形県沖の地震 ($M_J6.8$) の余震分布に近接していた測線 EMJS1006 の再解析結果と余震分布²²⁾ の比較。

(d) 結論ならびに今後の課題

- ・山形県沖において、JAMSTEC 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目的とした調査航海を実施した。
- ・OBS を用いた地震探査の結果、大和海盆とそれ以外（佐渡海嶺から陸側の領域及び大和海嶺）で地殻構造は大きく異なり、先行研究と比較すると大和海盆は厚い海洋地殻、それ以外（佐渡海嶺から陸側の領域及び大和海嶺）では大陸地殻の特徴を持っている。
- ・MCS 探査は台風の影響によって実施できなかったため、「ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究プロジェクト」において 2010 年に山形沖周辺で取得した MCS 探査データの再解析を実施した。これらのデータは、「サブテーマ 2.5 津波波源モデル・震源断層モデルの構築」の「サブサブテーマ 2.5.1 断層モデルの構築」へ提供した。

(e) 引用文献

- 1) 気象庁：台風経路図 平成 31 年/令和元年（2019 年），

https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/typhoon/route_map/bstv2019.html

(参照 2020-4-6), 2020.

- 2) 東京大学地震研究所：沿岸海域および海陸統合構造調査，平成 31 年度（令和元年度）「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，本報告書。
- 3) 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.
- 4) 篠原雅尚，末広潔，松田滋夫，小沢和夫：DAT レコーダーを用いたデジタル大容量海底地震計，海洋調査技術，5, 21-31, 1993.
- 5) 金沢敏彦，塩原肇：多点・高密度観測に適した海底地震計の開発，地球惑星科学関連学会 1994 年合同大会予稿集，2, 240, I11-282, 1994.
- 6) 地震調査研究推進本部地震調査委員会：2019 年 6 月 18 日山形県沖の地震の評価，https://www.static.jishin.go.jp/resource/monthly/2019/20190618_yamagata_2.pdf (参照 2020-4-6), 2019.
- 7) 海洋研究開発機構：沖合構造調査，平成 29 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，2018.
- 8) 門馬大和，堀田宏：トランスポンダの深海係留および底曳回収，海洋科学技術センター試験研究報告，16, 1-14, 1986.
- 9) 渡辺和夫，野本昌夫，高川真一，和田一育，許正憲，狩野芳治，佐野正，高橋憲二：絡み索の底引き曳航による深海底設置物の回収，海洋科学技術センター試験研究報告，26, 11-22, 1991.
- 10) 黒田芳史，宗山敬，伊藤淳雄，高尾宏一，山本博：からみ索を用いた流速観測用中層係留系の掃海回収について，海洋科学技術センター試験研究報告，40, 23-33, 2000.
- 11) 門馬大和：海洋観測機器の海底設置と回収，日本造船学会誌，867, 286-290, 2002.
- 12) 防災科学技術研究所：気象庁一元化処理 震源リスト，<http://www.hinet.bosai.go.jp/> (参照 2020-4-6), 2020.
- 13) 岡村行信：日本海における活断層の分布と今後の課題，地震 2, 71, 185-199, 2019.
- 14) 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.
- 15) Sato, T., T. No, S. Miura, and S. Kodaira: Crustal characteristic variation in the central Yamato Basin, Japan Sea backarc basin, deduced from seismic survey results, *Tectonophysics*, 726, 1-13, 2018.
- 16) Sato, T., T. No, R. Arai, S. Miura, and S. Kodaira: Transition from continental rift to back-arc basin in the southern Japan Sea deduced from seismic velocity structures, *Geophys. J. Int.*, 221, 722-739, 2020.
- 17) 海洋研究開発機構：沖合構造調査，平成 30 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，2019.
- 18) 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. *J. Geophys.*

Res. Solid Earth, 119, 1563–1579, 2014.

- 19) No, T., T. Sato, S. Kodaira, T. Ishiyama, H. Sato, N. Takahashi, and Y. Kaneda: The source fault of the 1983 Nihonkai–Chubu earthquake revealed by seismic imaging. Earth Planet. Sci. Lett. 400, 14–25, 2014.
- 20) 気象庁：地震月報（カタログ編），
<http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/bulletin/>（参照 2020-4-6），2020.
- 21) 野徹雄，佐藤壮，小平秀一，高橋成実，石山達也，佐藤比呂志，金田義行：日本海東部におけるマルチチャンネル反射法地震探査，JAMSTEC Rept. Res. and Dev., 19, 29-47, 2014.
- 22) 東京大学地震研究所：海底地震計による 2019 年山形県沖の地震の余震分布，地震予知連絡会会報，103, 46-48, 2020.

(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，佐藤壮，小平秀一，清水賢，横田哲也，Karl Hosgood, Masako Robb, 鶴哲郎	石狩海盆での OBN を用いた海底下構造イメージング（口頭発表）	日本地球惑星科学連合 2019 年大会（千葉市）	令和元年 5 月 26 日
野徹雄，佐藤壮，小平秀一，佐藤比呂志，石山達也	地震探査から見る日本海北海道南西沖における地殻構造（口頭発表）	日本地球惑星科学連合 2019 年大会（千葉市）	令和元年 5 月 29 日
佐藤壮，野徹雄，小平秀一，三浦誠一，石山達也，佐藤比呂志	地震探査による北海道南西沖・日本海盆～渡島半島沿岸部の島弧一背弧海盆域の地殻構造（ポスター発表）	日本地球惑星科学連合 2019 年大会（千葉市）	令和元年 5 月 29 日
野徹雄，佐藤壮，小平秀一，高橋成実，佐藤比呂志，石山達也，三浦誠一，金田義行	地震探査から見た富山トラフの地殻構造の特徴（論文発表）	地質学雑誌	令和元年 7 月 15 日
野徹雄，平松孝晋，千葉達朗	富山トラフ及びその周辺の海底地形（論文発表）	地質学雑誌	令和元年 7 月 15 日
野徹雄，小平秀一，佐藤比呂志，佐藤壮，三浦亮，下村典生，藤江剛，尾鼻浩一郎	2019 年 6 月 18 日山形県沖の地震震源域付近の地殻構造（ポスター発表）	日本地震学会 2019 年度秋季大会（京都市）	令和元年 9 月 17 日
佐藤壮，野徹雄，小平秀一	地殻構造探査からみた日本海の特徴とその分布（口頭発表）	日本地質学会 2019 年度秋季大会（山口市）	令和元年 9 月 25 日

Takeshi Sato, Tetsuo No, Ryuta Arai, Seiichi Miura, Shuichi Kodaira	Transition from continental rift to back-arc basin in the southern Japan Sea deduced from seismic velocity structures (論文発表)	Geophysical Journal International	令和2年1月9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) 令和2年度業務計画案

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。