

3. 2 海域における既往探査データ等の解析及び統一的断層解釈

(1)業務の内容

(a)業務題目 海域における既往探査データ等の解析及び統一的断層解釈

(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	グループリーダー	高橋 成実
国立研究開発法人海洋研究開発機構	グループリーダー	清水 祥四郎
国立研究開発法人海洋研究開発機構	特任技術副主幹	安藤 五郎
国立研究開発法人海洋研究開発機構	特任技術副主任	佐藤 伸明
国立研究開発法人海洋研究開発機構	特任技術主事	新井 麗
国立研究開発法人海洋研究開発機構	特任技術主事	勝山 美奈子

(c)業務の目的

統一的断層解釈を行うために収集された反射法地震探査データ（以下、「反射法データ」）等から、海底下最大10 km 程度までの反射面の分布や地質構造を把握するため、ノイズ除去手法などの最新のデータ解析を加え、深部イメージングの品質を向上させる。DBに登録後、断層の解釈、及び断層の三次元的な広がり进行评估する。その後、深さ方向を時間軸から深度軸に変換するための三次元地震波（P波）速度構造モデル（以下、「速度構造モデル」）を作成して、解釈した断層を深度領域に変換し、その中から主断層を選定しサブテーマ(3)に情報を提供する。断層の深部延長への解釈を加え、そのデータタッチメントの場所进行评估する。解釈結果は、客観性を保持するため、アドバイザー、評価助言委員の方々から意見を頂き、適宜改訂する。

(d)7 ヶ年の年次実施業務の要約

1)平成 25 年度：

収集したデータ（日本海）の再解析を開始、多重反射波除去のパラメータテストを行い、今後の解析のフローを作成した。また、既存の解釈データも収集、参考にしながら解釈作業を開始した。併せて日本海周辺の速度情報を収集、層構造構築を開始した。

2)平成 26 年度：

引き続き収集したデータ（日本海）の再解析と解釈を行い、上記手法にしたがって断層評価を進めた。解釈結果はアドバイザーからの助言を得て適宜改訂を行った。

3)平成 27 年度：

日本海データの解釈を取り纏め DB に登録した。南西諸島南部海域のデータを収集し、一部データについては再解析を行い、その結果と既存の収集データを活用して断層解釈を行い、断層評価を実施した。

4) 平成 28 年度：

南西諸島北部海域データの再解析と解釈を行い DB に登録した。速度構造モデルは南西諸島南部海域も含めた海域で構築し、断層モデルの深度変換作業に利用した。なお、解釈結果はアドバイザーからの助言を得て適宜改訂した。断層モデル、解釈結果及び速度構造モデルは、データ公開システムの仕様を検討しているサブテーマ(1)に提供した。断層モデルは適宜サブテーマ(3)に提供する。

5) 平成 29 年度：

伊豆・小笠原海域のデータの再解析と解釈を取り纏め DB に登録し、速度構造モデルを構築する。解釈結果はアドバイザーからの助言を得て適宜改訂を行い、サブテーマ(3)に提供する。

6) 平成 30 年度：

南海トラフ海域のデータの再解析と解釈を行い DB に登録し、速度構造モデルの構築を開始する。解釈結果はアドバイザーからの助言を得て改訂する。また、断層モデルは適宜サブテーマ(3)に提供する。

7) 平成 31 年度：

平成 30 年度に引き続き南海トラフ域のデータの再解析と解釈を行い DB に登録すると共に、南海トラフ海域全域での速度構造モデルを構築する。解釈結果はアドバイザーからの助言を得て改訂し、断層モデルは適宜サブテーマ(3)に提供する。また、情報展開のためのシステムを試作する。

(2) 平成 28 年度の成果

(a) 業務の要約

平成 28 年度は南西諸島北部海域において反射法データの再解析と解釈を実施した。対象となったデータの再解析は、JOGMEC から提供されたデータのうち、測線長計約 5,300 km のトカラ列島海域のマルチチャンネル反射法地震探査（以下、「MCS」）データであった。開始するに当たり、地震探査データ、坑井データ他、文献等々の収集を図ると共に、断層解釈の際に問題となる種々多重反射を取り除く処理、様々なデータ取得仕様を統一的な波形とする波形変換処理等の再解析を実施した。

また、SNSK（現在 JOGMEC にデータが移管されている）が取得した約 2,800km の反射法データは、フィルム断面図（アナログデータ）のみであったため、ベクトル化解析を行いデジタルデータに変換した。AIST のシングルチャンネル反射法地震探査（以下、「SCS」）データについてもノイズ除去等の解析を行なった。

速度構造モデルは南西諸島海域に対して構築した。速度構造モデルを作成するにあたり、反射法データの処理過程で得られる重合速度と、JCG が実施した地殻構造探査の OBS データ解析で得られた速度データを使用した。

地質構造を把握するためのホライゾン解釈としては、音響基盤と堆積層内の境界面の解釈を南西諸島北部海域に対して実施した。

断層の見直し作業は、日本海域の赤色立体地形図が新たなデータとして追加されたため、南西諸島周辺海域の断層解釈作業と並行して平成 26 年度業務成果として得られた日本海域の断層分布について詳細な海底地形を参考に実施した。

(b)業務の実施方法

本年度実施した基本的なMCSデータの再解析フローとしては、データチェックの後、フォーマット変換、トレースエディットと最小位相化解析、簡易速度解析の後にノイズ抑制解析、各種多重反射解析、振幅補償、デコンボリューション、Common Mid Point (CMP) ソート、1 km間隔の速度解析後のNormal Move Out (NMO) 補正、この時点で除去しきれないデータに対して再度多重反射波除去、タイムマイグレーション、F-X予測フィルター、帯域通過フィルターの内容で順に実施した。特に多重反射波解析については、海水面に起因する長周期多重反射波を抑制するSurface-Related Multiple Elimination (以下、「SRME」)、層間多重反射波に代表される短周期多重反射波を抑制するRadial Trace Deconvolution (以下、「RTD」) を用いた。デジタルデータが存在しない測線については、重合断面図(フィルム断面図)をスキャナーで読み取りベクトル化解析によりデジタルデータに変換し、フィルム上に記載された速度情報を使い、重合後マイグレーション処理を実施した。

AISTのSCSデータについては、トレースの連続性の着目したフィルター解析を実施した。JAMSTEC内でのデータ再解析は、フィールドデータに対して、フォーマット変換、振幅補償、走時補正、F-X予測フィルター、トレースミュート、タイムマイグレーションを実施、解析の基準フローを作成した。

これらの再解析したデータに加え、JOGMEC、JAMSTEC、JCGによって近年取得された、再解析の必要がない高品質のデータを合わせて断層解釈作業に使用した。なお、断層解釈作業にあたっては、既存の解釈結果や文献も参考に進めた。

速度構造モデルの構築は、南西諸島全域での海底面、解釈したA-horizon、B-horizonのデータを用いsurfaceを作成し、層構造を構築した。速度情報としては、反射法データやOBS調査データ及び坑井の速度データなどを使用して、基本となる速度キューブを作成した。この速度キューブに層構造を当てはめ、各層構造に様々な情報から速度関数を与え、速度構造モデルを構築した。速度構造モデルは水平方向1 kmグリッド、鉛直方向100m間隔の解像度で作成し、この速度構造モデルを用いて、反射法データ及び断層面の深度変換を行った。

断層解釈作業は、調査実施時期や調査仕様の異なる様々な反射法地震探査断面図(以下、「反射記録断面図」)を用い、時間断面上で解釈を行い、統一的な速度構造モデルを用いて深度変換し、断層の形状を確認して、最終的な断層解釈とした。その後、断層の空間的な連続性を同定するため、解釈の際に海底地形や地質構造の特徴、断層下端の位置にしたがって分類分けし、その特徴の連続性を判断の基準とした。

(c)業務の成果

1)データ再解析

平成28年度は、JOGMECより提供されたデータ約5,300 kmの測線に対するデータ再処理作業と、SNSKより提供されたデジタルデータが存在しない約2,800 kmに対するベクトル化作業を実施した。

このうちデータ再処理の対象となったのは、民間会社による1調査とJOGMECによる1調査(表1)で、JOGMEC調査の仕様は表2に示す通りである。

一方、ベクトル化作業の対象となる調査は、SNSK が 1973 年から 1977 年に実施した調査で、重合後のフィルムデータをスキャンし、デジタル化を図った（表 3）。図 1 は、今回実施したベクトル化作業の調査海域、及び測線図である。

表 1 データ再処理調査仕様

調査名	測線数	測線長 (km)	発震点数	発震点間隔 (m)	受振器間隔 (m)	サンプリング間隔 (msec)	記録長 (sec)
トカラ列島海域 (1980)	58	3,058	122,388	25	50	4	5

表 2 解析対象の調査仕様

解析対象調査仕様

調査名	トカラ列島海域
取得年度	1980
旧測線名	80-x測線
新測線名	TKR80-x測線
Survey Bessel	M/V KAIYO
Recording	
Instrument	TI DFS/V
Record Length(sec)	5
Sample Rate(msec)	4
Number of Channel	48
Low Cut Filter	8Hz (18db/oct)
High Cut Filter	64Hz (72db/oct)
Tape Format	
Source	
Gun Type	BOLT Air Gun
Shot Point Interval(m)	25
Gun Volume(cu. in)	2090
Gun Pressure(psi)	2000
Gun Depth(m)	8
Receiver	
Instrument	Streamer Cable(SEC)
Receiver Interval(m)	50
Nearest Channel Offset(m)	310
Cable Length(m)	2400
Cable Depth(m)	15
Navigation	
Instrument	TELEDYNE TDL-601
Primary	LORAN-C system
Secondary	SATELLITE system

表 3 ベクトル化処理調査仕様

調査名	測線数	測線長 (km)	発震点数	発震点間隔 (m)	受振器間隔 (m)	サンプリング間隔 (msec)	記録長 (sec)
SNSK トカラ	62	2,831	56,680	50	50	4	6～8

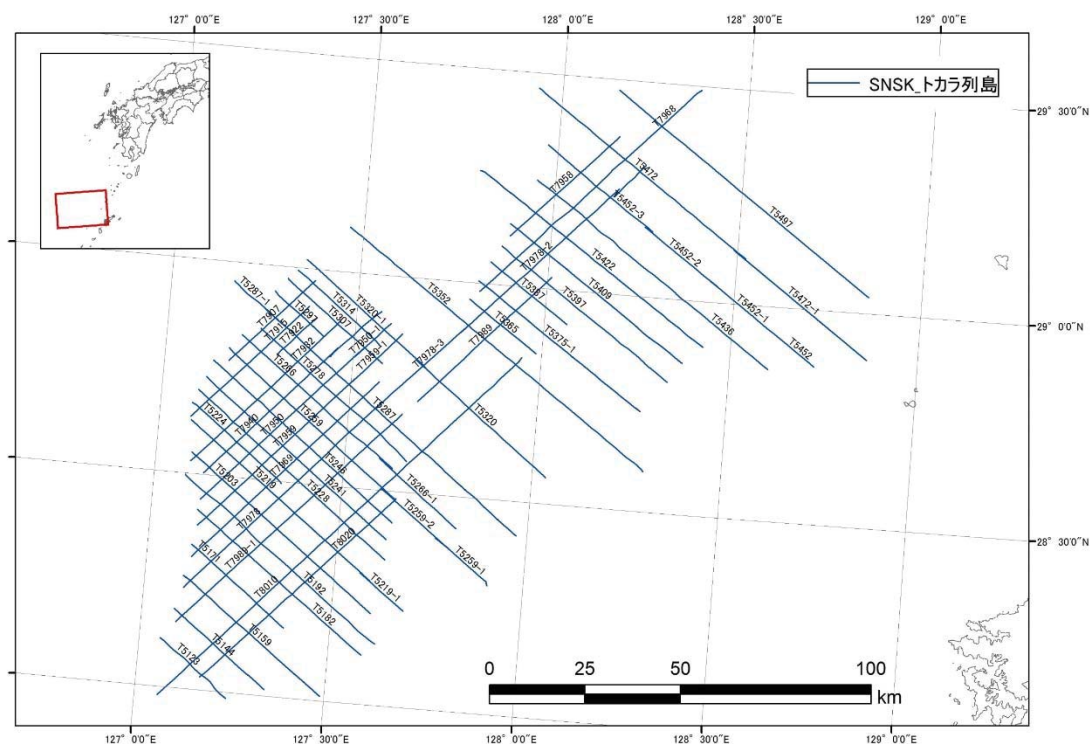


図 1 ベクトル化対象測線図

a) データ概要

解析対象調査のデータ概要をまとめる。

各調査における発震記録例を図 2 に示す。対象調査のデータ概要は以下の通りである。

- ・解析対象調査ではデータ取得時に 8 Hz のローカットフィルターが適用されているため、発震記録上に波浪ノイズ (Swell Noise) はほとんど確認できない。
- ・ケーブルノイズや船舶ノイズなどのコヒーレントノイズは見られず、品質は良好である。
- ・海底面に起因する多重反射波が卓越しており、一部の測線では反射波の識別を困難にしている。

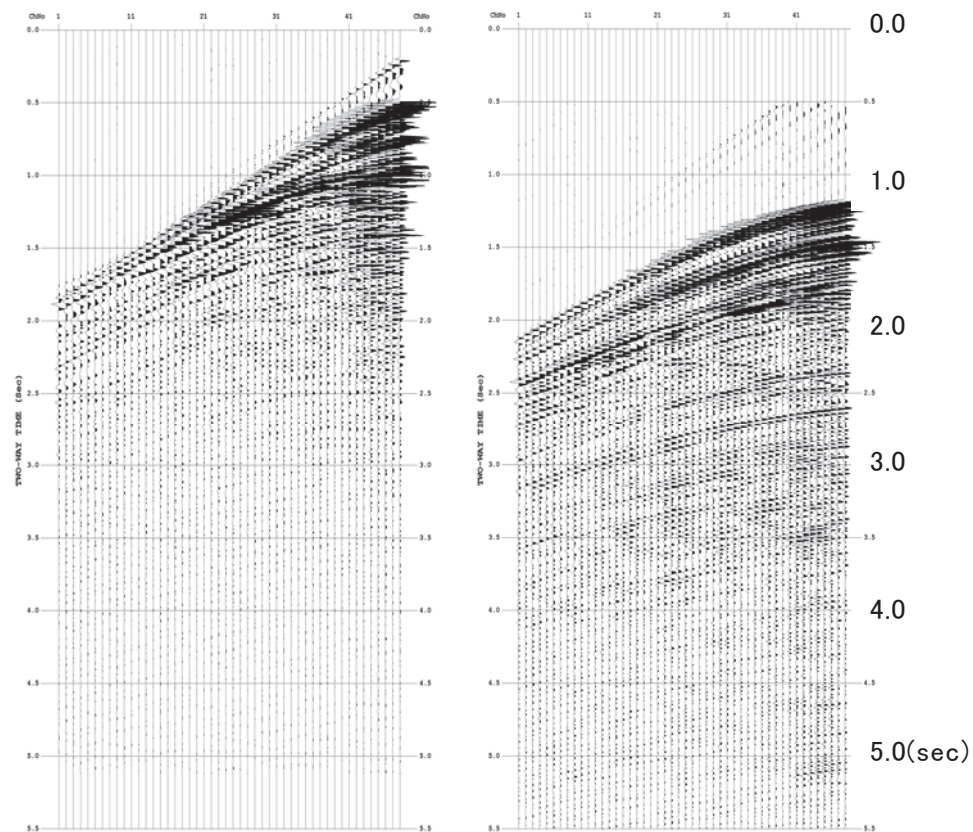


図2 発震記録例

b) データ再解析概要

本データ解析は、株式会社地球科学総合研究所の処理ソフトウェア「SuperX」を用いて実施された。重合前時間マイグレーションについては、TECHCO 社のソフトウェア「SUMMIG」が用いられた。各調査のデータ品質を考慮して最適な処理結果が得られるように、処理フロー及び処理パラメータを決定した。

本解析では、海域活断層のジオメトリー把握と可視化の観点から、解釈上の必要に応じて、複合型多重反射波抑制処理、重合前時間マイグレーション、Multi-dip 型 CRS 解析の追加解析を実施した。これらの追加解析の作業量は、仕様によりそれぞれ、解析対象調査の全有効測線長の 29%、6%及び3%を超えないものとした。

古い年代の解析対象データに関しては、一部で発震記録のデータ欠損が確認されている。各測線でデータ欠損が 25%を越えている場合は、対象測線をデータ解析から除外し、重合後記録のデジタルデータが残存する場合はその重合後記録を、残存しない場合はベクトル化処理で作成された重合後記録のデジタルデータを用いて、重合後の信号強調処理、重合後時間マイグレーション及び深度変換を実施した。データ欠損率が 25%以下であっても、測線全体に欠損箇所が散在し、データ解析に大きな支障となる場合には同様の対応を取った。

i) 複合型ノイズ抑制処理

対象記録のノイズ特性を考慮して、各種手法を複合的に組み合わせたノイズ抑制処理を検討し、適用した。一部の発震記録では探鉱機に由来するパルスノイズが見られたため、これを抑制する目的でパルスノイズ抑制処理を適用した。全調査の発震記録上には僅かではあるがランダムノイズが確認されたため、ランダムノイズ抑制効果のある F-X 予測フィルターを発震記録に適用し、空間的にコヒーレントな信号を抽出・強調した。ノイズ抑制手法の選択及びパラメータの決定においては、反射波を損傷しないように細心の注意を払った。

ii) 複合型多重反射波抑制処理

対象海域では海底深度が変化することから、長周期多重反射波、短周期多重反射波及び回折多重反射波などが重複的に発生している可能性があるため、各種手法を複合的に組み合わせた多重反射波抑制処理を検討し、適用した。短周期多重反射波の抑制には、標準解析で適用される RTD 法を用いた。長周期多重反射波の抑制には、SRME 法を用いた。SRME 法は、複雑な海底地形でも多重反射波の抑制効果が高く、反射波の損傷も小さく抑えられるため、仕様上は追加解析であったが全測線に適用することとした。ただし、SRME 法は波動方程式に準拠するため、二次元記録では三次元構造に起因する多重反射波の予測に誤差が生じ、このような多重反射波の抑制効果は低下する。また、ファーフセットでの多重反射波や、回折多重反射波についてはその抑制効果は限定的であるため、このような多重反射波が存在する場合には、放物線ラドン変換法を検証し、効果が見られた場合は適用することとした。ところで、対象調査ではニアオフセットギャップが大きく、浅海域では海底面反射波が正しく取得できないため、波動方程式に基づく SRME 法や周期性に基づく RTD 法では、海底面に起因する 1 回目の短周期多重反射波の抑制は困難である。このようなケースでも走時差に基づく放物線ラドン変換法では、短周期多重反射波の抑制効果が期待できるため、この手法を検証し、効果が見られた場合は適用することとした。放物線ラドン変換法の適用測線一覧を表 4 に示す。なお、本解析では SRME 法を対象調査の全測線に適用したため、複合型多重反射波抑制処理の対象測線長は、放物線ラドン変換法の適用測線長のこととなる。

iii) 重合前時間マイグレーション

過褶曲、複背斜あるいは衝上断層群といった短波長の構造不均質が顕著であり、海域活断層の解釈に重要な領域のデータに関しては、重合前時間マイグレーションを適用した。本年度の仕様では、重合前時間マイグレーションの対象測線長は全測線長の 6% と大きく制限された。ただし、測線端ではマイグレーションの口径（アパチャー）の影響により品質が低下するため、実際の重合前時間マイグレーションの解析作業では、選択範囲にこの影響が及ばないように測線全体を解析対象とし、処理結果から対象範囲を抜き出すこととした。

iv) Multi-dip 型 CRS 解析

海域断層の深部延長に関して、そのジオメトリー把握を目的とした微弱な深部反射波のイメージングが必要と判断されたデータについて、Common Reflection Surface (CRS) 法を適用した。CRS 法では、近軸波線理論 (Paraxial Ray Theory) に基づき、ゼロオフセット反射波走時に関わる CMP 間走時差の挙動を考慮したムーブアウト補正、つまり反射面沿いの振幅応答の集約を通じて飛躍的な重合数が確保される。CRS 法では反射面として連続的な曲面を仮定するため、細かな断層形態を把握することは困難と考えられるが、不明瞭な深部構造の大局的な構造や、大きな断層などの把握に関しては有効である。本解析では、複数の傾斜イベントに関して対応可能なアルゴリズム (Multi-dip 型 CRS 解析) を採用し、深部反射波イメージングの高精度化を図った。

v) ベクトル化处理

解析対象測線においてデータ欠損が多くデータ解析の除外となった測線で重合時間記録がデジタルデータとして残存していない場合と、JOGMEC より提供された SNSK の既存結果のうち JAMSTEC より指定された測線については、フィルムあるいは紙面で残存する CMP 重合断面図をスキャナーで読み取り SEG-Y データを生成するベクトル化处理を実施した。解析対象測線においてデータ欠損率が小さくても、データ欠損が連続することで重合記録上にデータ欠損が見られる場合には、同様の対応を取った。解析対象測線におけるベクトル化处理の適用測線では、原則としてデータ再解析は行われませんが、ある程度の区間で十分な品質の重合記録が作成可能な場合は、データ再解析も併せて実施した。解析対象測線でのベクトル化处理の適用測線一覧を表 4 に (注: ベクトル化の測線長は、フィールドデータが欠如して、紙或いはフィルム断面図よりベクトル化した測線長を示す。)、SNSK の既存結果のベクトル化対象測線一覧を表 5 に示す。

表 4 再処理対象測線一覧（トカラ列島 80）

トカラ列島80(1)				トカラ列島80(2)			
測線名	測線長(km)			測線名	測線長(km)		
	発震点数	SP測線	ベクトル化		発震点数	SP測線	ベクトル化
80-1	2,701	67.50		80-18-1	2,081	52.00	
80-1-1	701	17.50		80-19	2,561	64.00	
80-2	1,901	47.50		80-19-1	2,521	63.00	
80-2-1	801	20.00		80-20	221	5.50	
80-2-2	681	17.00		80-20-1	2,481	62.00	
80-3	3,121	78.00		80-21	2,201	55.00	
80-4	2,271	56.75		80-22	1,201	30.00	31.18
80-4-1	841	21.00		80-23	1,201	30.00	
80-5	961	24.00		80-24	2,101	52.50	53.68
80-5-1	1,721	43.00		80-25	1,201	30.00	
80-6	801	20.00		80-26	1,361	34.00	35.18
80-7	1,801	45.00		80-27	1,201	30.00	
80-8	1,361	34.00		80-A	1,561	39.00	
80-8-1	801	20.00		80-A-1	721	18.00	
80-9	1,701	42.50		80-B	2,501	62.50	
80-9-1	601	15.00		80-B-1	2,601	65.00	
80-10	2,401	60.00		80-B-2	321	8.00	
80-10-1	2,921	73.00		80-C	4,081	102.00	
80-11	871	21.75		80-C-1	1,661	41.50	
80-11-1	1,271	31.75		80-C-2	4,201	105.00	
80-11-2	441	11.00		80-C-3	3,921	98.00	
80-12	2,401	60.00	61.18	80-D	4,201	105.00	106.18
80-13	2,401	60.00	61.18	80-E	2,601	65.00	66.18
80-14	2,401	60.00		80-F	1,501	37.50	38.68
80-15	2,681	67.00		80-G	2,601	65.00	66.18
80-15-1	2,701	67.50		80-H	1,401	35.00	36.18
80-16	2,501	62.50	63.68	80-I	4,801	120.00	121.18
80-17	2,601	65.00	66.18	80-J	7,201	180.00	181.18
80-18	801	20.00		80-K	7,021	175.50	176.68

表 5 ベクトル化測線一覧

新西日本石油(SNSK)(1)			新西日本石油(SNSK)(2)		
測線名	取得年	測線長(km)	測線名	取得年	測線長(km)
T5123	1979	21.60	T5409	1978	56.20
T5144	1978	30.20	T5422	1974	72.60
T5159	1977	46.10	T5436	1977	76.20
T5171	1978	31.20	T5452	1977	10.30
T5182	1977	55.40	T5452/1	1977	25.00
T5192	1979	64.60	T5452/2	1977	23.20
T5203	1977	61.20	T5452/3	1977	33.80
T5219	1978	61.20	T5472	1974	68.40
T5219-1	1979	13.80	T5472-1	1979	43.60
T5224	1979	30.45	T5497	1979	83.40
T5228	1977	64.20	T-7907	1979	29.65
T5241	1978	61.20	T-7915	1979	41.80
T5246	1977	61.40	T-7922	1979	12.95
T5259	1978	57.20	T-7932	1978	52.20
T5259-1	1979	16.60	T-7940	1977	46.40
T5259-2	1979	22.20	T-7940-1	1979	15.80
T5266	1977	51.20	T-7950	1978	56.20
T5266-1	1979	25.60	T-7950-1	1979	11.75
T5278	1978	50.00	T-7958	1978	37.20
T5287	1974	86.20	T-7959	1977	54.40
T5287-1	1979	13.80	T-7959-1	1979	17.80
T5297	1979	15.95	T-7968	1979	76.60
T-5307	1979	32.00	T-7969	1978	65.20
T-5314	1979	27.60	T-7978/0	1977	69.20
T-5320	1979	44.00	T-7978/1	1977	10.20
T-5320	1979	40.80	T-7978/2	1977	54.40
T-5352	1974	97.95	T-7978/3	1979	31.60
T-5365	1978	21.20	T-7989/0	1978	46.20
T-5375/1	1977	52.20	T-7989/1	1978	78.20
T-5387	1978	24.20	T-8010	1979	127.60
T-5397	1977	54.20	T-8020	1977	67.40

c) データ解析内容

データ解析作業は、図 3 に示すデータ処理フローに基づき実施された。この解析作業は、標準解析、重合前時間マイグレーション解析（以下、「PSTM 解析」）、Multi-dip 型 CRS 解析（以下、「MDRS 解析」）、ベクトル化処理の 4 つに大別できる。以下に各段階での処理内容を解析作業ごとに示す。処理パラメータの詳細については表 6 に示す。なお、以下で処理番号が “(**)” で記載された項目は、検討の結果、適用しなかった処理を意味する。

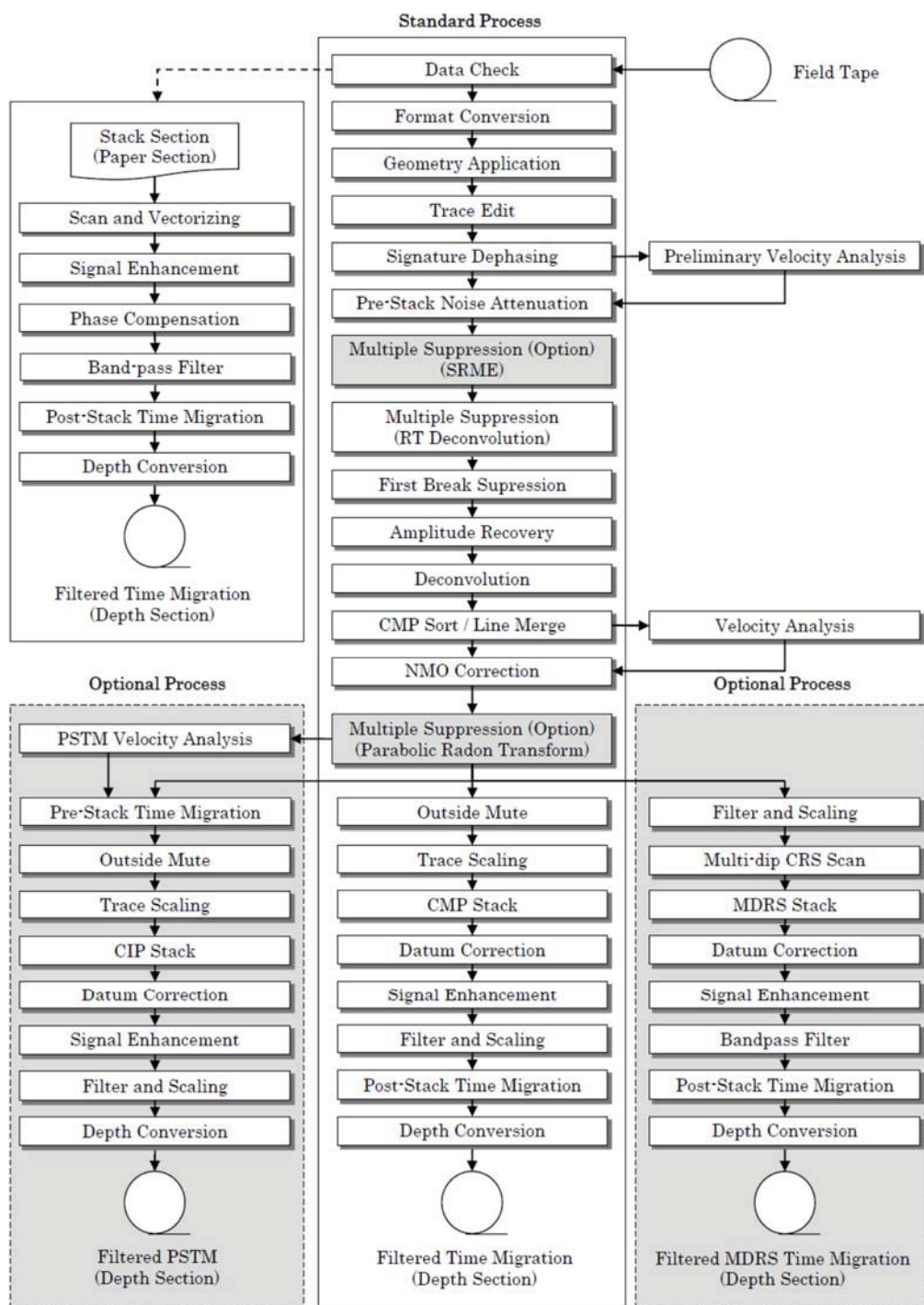


図 3 データ処理フロー

表6 処理パラメーター一覧

	Process	Parameters	トカラ列島海域	鹿児島～沖縄沖53
1	Data Check			
2	Format Conversion		SEG-Y to SuperX format	SEG-B to SuperX format
3	Geometry Application			
4	Trace Edit	Trace Edit Despike Method Spike Search Gate Length	Manual Spike and Zero Search 200 msec	
5	Signature Dephasing	Gun Sinature Polarity	Use Avaraged Sea Bottom Reflection Sea Bottom Reflector is positive	
6	Preliminary Velocity Analysis	Method Analysis Interval	Constant Velocity Scan Method 2000 m	
7	Pre-Stack Noise Attenuation	F-X Prediction Filter Domain Operator Type Operator Length Gate Length Time Gate Length Time Gate Overlap Length Tempolary AGC Gate Length	Shot Gather Two-Side 11 traces 48 traces 500 msec 250 msec 300 msec	
8	Surface-related Multiple Elimination	Survay Type Adaptive Subtraction(1st) Operator Length Time Window Space Window Adaptive Subtraction(2nd) Operator Length Time Window Space Window	2D 200 1500 msec 48 traces 48 100 or 500 msec 11 traces	
9	Radial Trace Deconvolution	Transformed Parameter Velocity Range Deconvolution Parameter Gate Length Operator Length Prediction Distance	-4000 ~ 4000 m/sec 3000 msec 300 msec 64 msec	
10	First Break Mute	Start Time Taper Length Sliding Velocity	Sea Bottom - 15msec 8 msec 1500 m/sec	
11	Amplitude Recovery	Method AGC Gate Length	Geometrical Spreading + AGC 1000 msec	
12	Deconvolution	Method Mode Gate Start Time at 0m offset Gate Length Operator Length Prediction Distance Gate Sliding Velocity White Noise	Trace by Trace Time Invariant Sea Bottom + 100msec 2000 msec 350 msec 4 msec 1500 m/sec 1.005	Trace by Trace Time Invariant Sea Bottom + 100msec 2000 msec 350 msec 2 msec 1500 m/sec 1.005
13	CMP Sort	CMP Interval Radius Limit	25 m Unlimited	
14	Line Merge			
15	Velocity Analysis	Method Analysis Interval	Constant Velocity Scan Method 1000 m	
16	NMO Correction	Stretch Factor	1.7	
17	Parabolic Radon Transform (optional)	Mode Reference Offset for Moveout Transform Moveout Range Filter Moveout Range	Multiple Extraction 2000 m -100 ~ 550 msec -100 ~ 200 msec	
18	Outside Mute	Base Time Start Time Start Offset Taper Length Sliding Velocity	Sea Bottom - 100 msec 1000 msec 1300 m 100 msec 2000 m/sec	Sea Bottom - 100 msec 1000 msec 1000 m 100 msec 2000 m/sec
19	Trace Scaling	Method Gate Length	AGC 600 msec	
20	CMP Stack	Method Divisor Type	Normal Stack Normalized by Square Root of Number of Fold	
21	Datum Correction	Datum Time Shift	Mea Sea Level 15.33 msec	Mea Sea Level 16.67 msec
22	Signal Enhancement	Method Operator Length Gate Length Time Gate Length Time Gate Overlap Length	F-X Prediction Filter 7 CMPs 50 CMPs 1000 msec 500 msec	
23	Band-pass Filter	Method Operator Length Gate Overlap Length Base Time Pass Band	Time Variant 300 msec 1000 msec Sea Bottom 10/10 - 60/60 Hz (0.0 - 1.5 sec) 6/6 - 50/50 Hz (1.5 - 3.0 sec) 6/6 - 40/40 Hz (3.0 - END sec)	Time Variant 300 msec 1000 msec Sea Bottom 10/10 - 50/50 Hz (0.0 - 1.5 sec) 6/6 - 40/40 Hz (1.5 - 3.0 sec) 6/6 - 30/30 Hz (3.0 - END sec)
24	Trace Scaling	Method	Trace Sigma Scale	
25	Post-Stack Time Migration	Method Approximation Angle Extrapolation Step Velocity Type Velocity Scaling Factor	T-X FD Migration 45 degree 4 msec Stacking Velocity 90 %	T-X FD Migration 45 degree 2 msec Stacking Velocity 90 %
26	Depth Conversion	Method	Vertical Stretch	

i) 標準解析

標準解析は、重合後時間マイグレーションの深度断面図を作成するまでの標準的な解析である。

① データ確認 (Data Check)

磁気テープ等の記録媒体に保存されている既存データを精査し、データ欠損の状況を集約した。データ欠損率が小さく、十分な品質の重合記録の作成が見込める記録について再解析の対象とした。発震点記録が欠落している記録あるいは発震記録内でトレースが欠落している記録に関しては、発震記録とデータシート(オブザーバズログ)の対応関係を確認し、過誤が認められた場合には正しい対応を再現した。

② フォーマット変換 (Format Conversion)

磁気テープ等の記録媒体に保存されている既存データから JGI 内部フォーマット (SuperX フォーマット) への変換を行った。複数の測線に分けて取得されたデータのうち、発震船の航行方向が同じであり、接続域で発震点位置を含めて測線が一致するような単純なケースについては、この段階で測線を接続した。なお、データ確認の際に判明したトレース順の過誤や発震記録ごとの記録開始時間のずれ等は、この段階で補正された。

③ 測線情報の入力 (Geometry Application)

発震点、受振点及び CMP のインデックスと座標、オフセット距離等の測線情報をトレースヘッダーに入力した。なお、ここで設定される座標値は、二次元測線上の相対的な値である。

この時点の結果を、データ解析に使用した原発震記録として SEG-Y ファイルに出力した。

④ トレースエディット (Trace Edit)

全発震記録を確認することで、以降の処理に悪影響を及ぼす不良記録を読み取り、処理対象から除外するとともに、パルスノイズ抑制処理を併せて適用した。図 4 (a) に不良記録の例を、図 4 (b) にパルスノイズ抑制処理の適用例を示す。図 4 (a) の赤枠で示した時間にデータ欠損が見られるが、探鉱機エラーに起因すると考えられる。このような発震記録は処理対象から除外した。図 4 (b) では 1 サンプルのパルスノイズが見られるが、探鉱機の電気ノイズに起因すると考えられる。パルスノイズ抑制処理により、パルスノイズが除去されたことが確認できる。

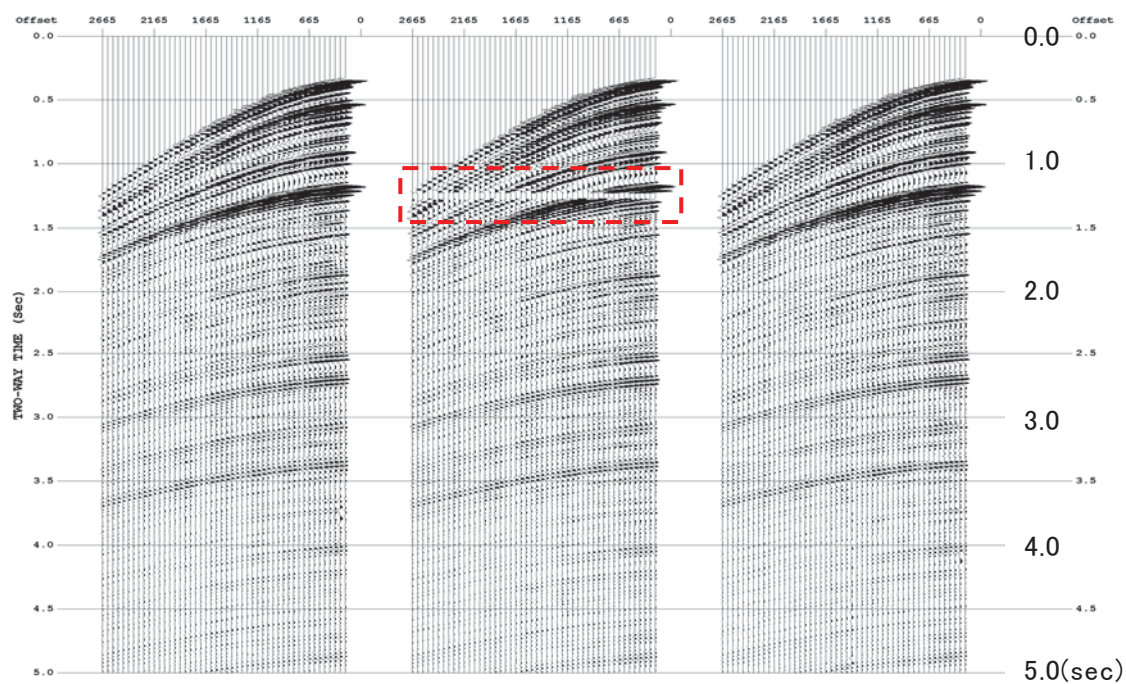


図 4 (a) 不良記録の例（赤囲いにデータの欠損あり）

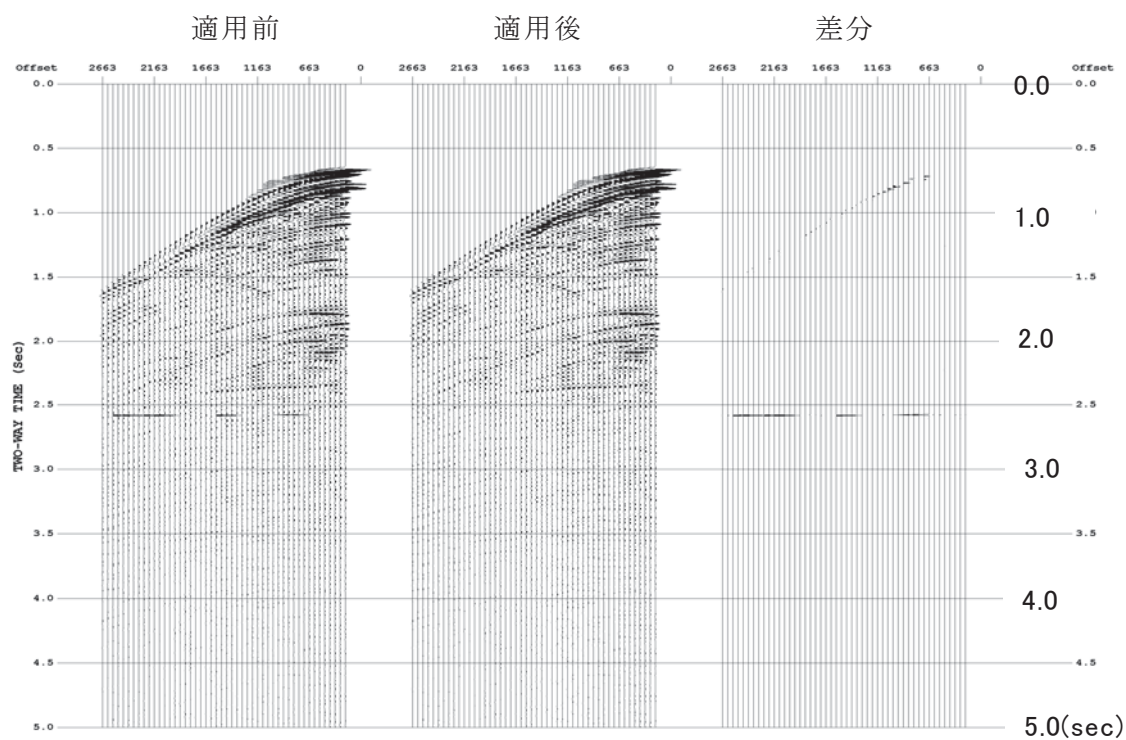


図 4 (b) 不良記録の例（パルスノイズ除去前後の比較）

(**) 対象調査ではデータ取得時に 8 Hz のローカットフィルターが適用されており、低周波数ノイズはほとんど確認できなかったため、帯域通過フィルターは適用しなかった。

⑤ 波形変換処理 (Signature Dephasing)

ニアトレース記録の海底反射波形から抽出したウェーブレットを用いて、最小位相変換を適用した。

対象調査では、適切なエアガン震源波形観測記録は存在せず、エアガンの容量及び配置の詳細情報の記載が既存報告書にはなく、ガン波形の作成もできなかったため、ニアトレース記録において海底反射波形の走時を読み取り、これを同一時間に揃えて重合することでウェーブレットを抽出した。ウェーブレット抽出までの過程を図5(a)に示す。抽出した海底面反射波形に対する波形変換処理例を図5(b)に、ニアトレース記録に対する海底面反射波形を用いた最小位相変換の適用例を図5(c)に、波形変換処理適用記録にホワイトニング型デコンボリューションを適用した例を図5(d)に示す。

なお、ここで用いたウェーブレットには、エアガンとケーブルの双方の位置でのゴースト成分が含まれているため、波形変換処理と後続のデコンボリューション処理を適用することで、両ゴースト成分が取り除かれたことになる。波形変換処理後の極性は、陸域の断面記録との接続を考慮して、海底面反射波が正となるように設定されたため、波形変換処理適用記録にホワイトニング型デコンボリューションを適用した例では、海底面反射波が正のピークとなる。

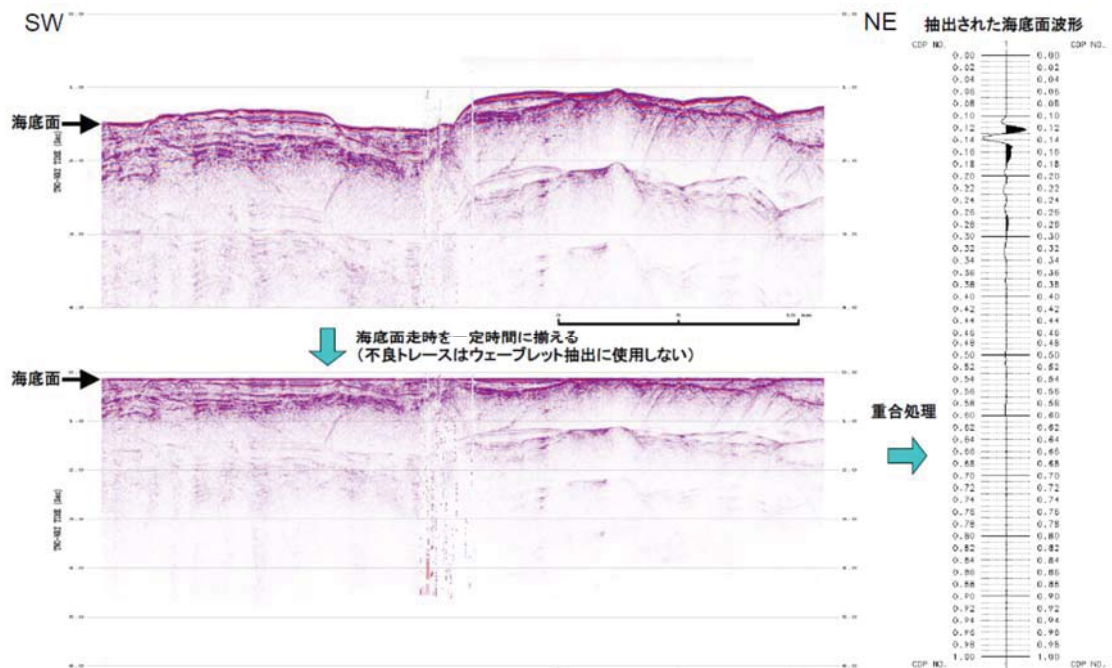


図5(a) 海底面波形の抽出

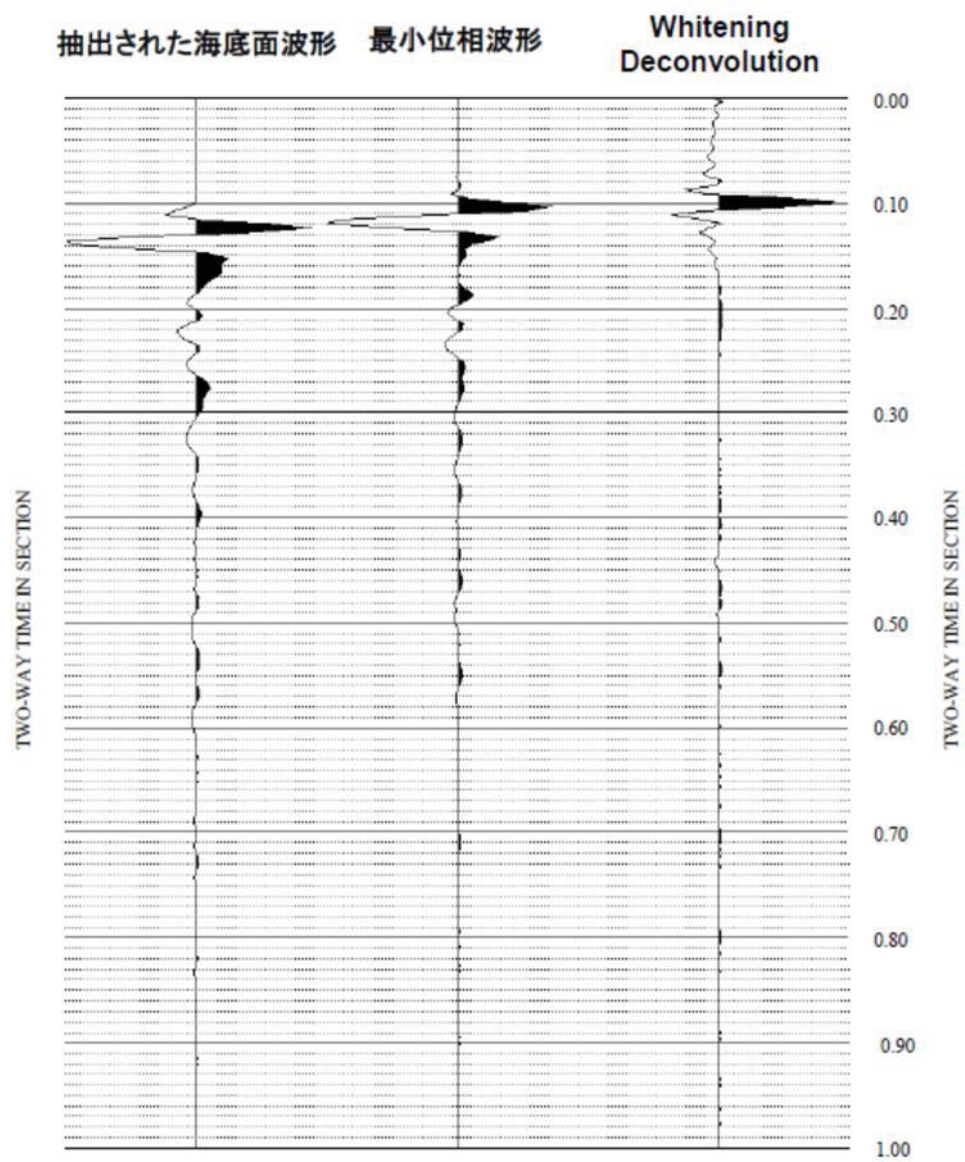


図 5 (b) 波形変換処理の例

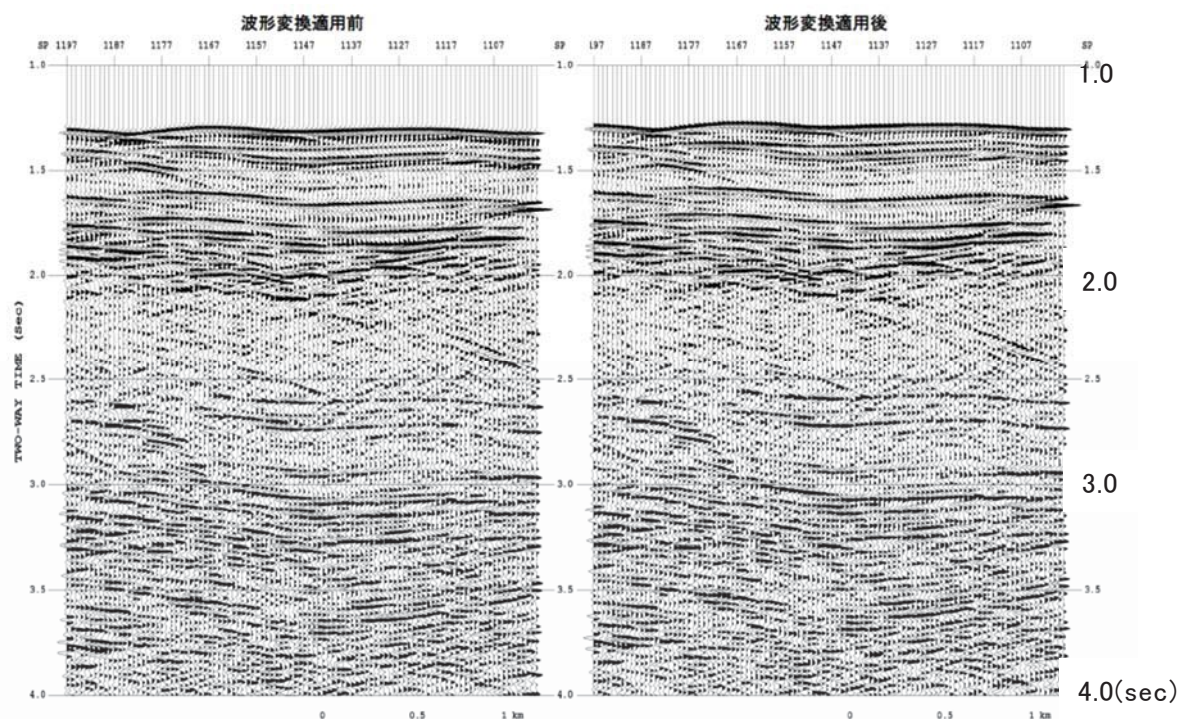


図 5 (c) 最小位相変換処理の例

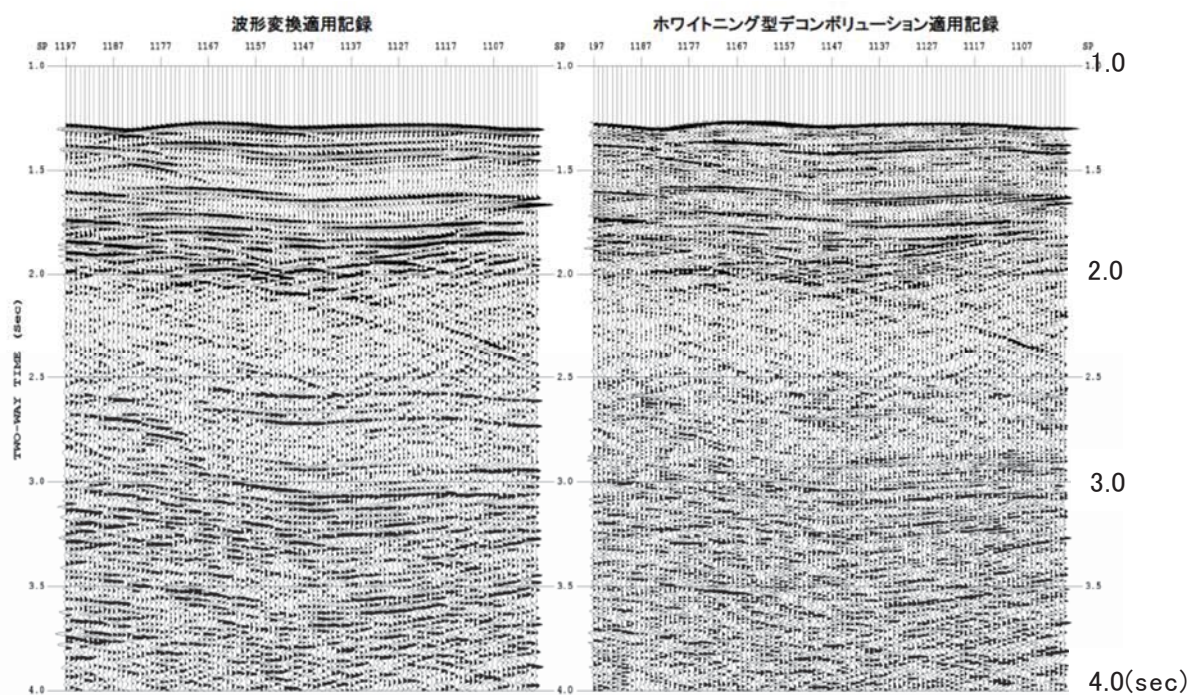


図 5 (d) ホワイトニング型デコンボリューションの適用例

⑥ 予備的な速度解析 (Preliminary Velocity Analysis)

定速度走査法 (Constant Velocity Scan) を用いて 2 km 毎に予備的な速度解析を行った。ここで得られた速度は、ノイズ抑制処理における一時的な速度の他、各処理の適用前後の結果を重合記録上で比較・確認するために用いられた。

⑦ 重合前ノイズ抑制処理 (Pre-Stack Noise Attenuation)

重合前記録の品質向上を目的としてノイズ抑制処理を適用した。ランダムノイズを抑制し、相対的に S/N を向上させる F-X 予測フィルターを全調査で適用した。ノイズ抑制処理は以下の処理が実施された。

⑦-1 F-X 予測フィルター (発震記録)

F-X 予測フィルターの発震記録での適用例を図 6 (a) に、重合前ノイズ抑制処理適用前後での重合記録の比較を図 6 (b) に示す。ランダムノイズが抑制されたことで、僅かではあるが深部で S/N の改善が見られた。

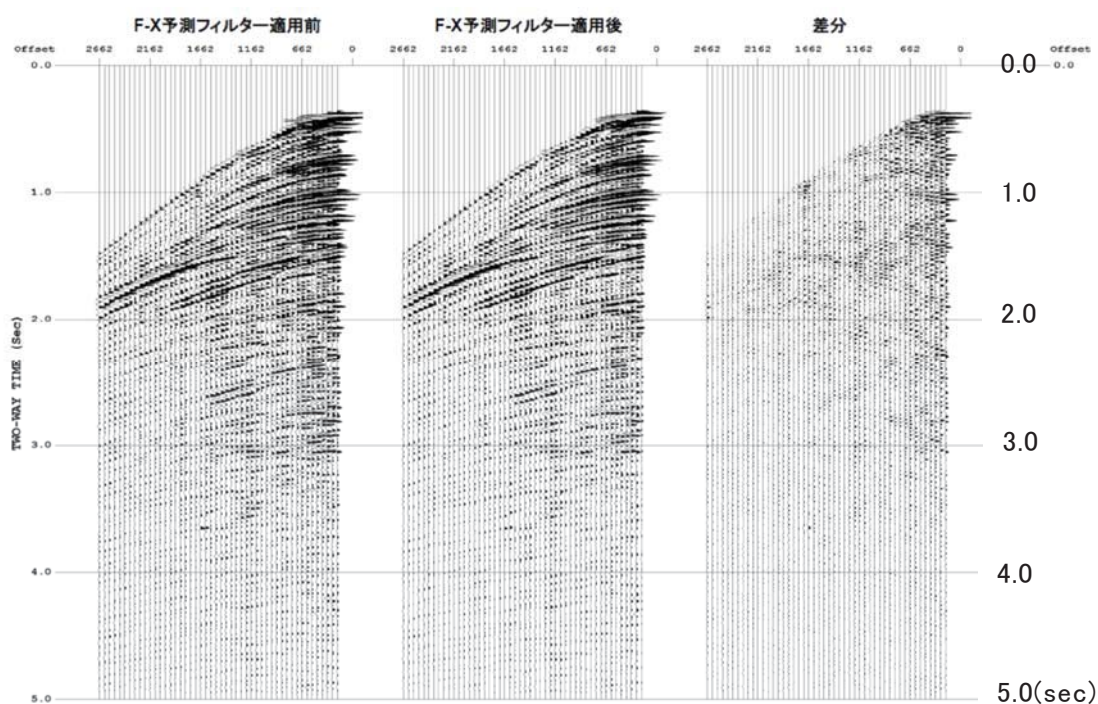


図 6 (a) F-X 予測フィルターの発震記録での適用例

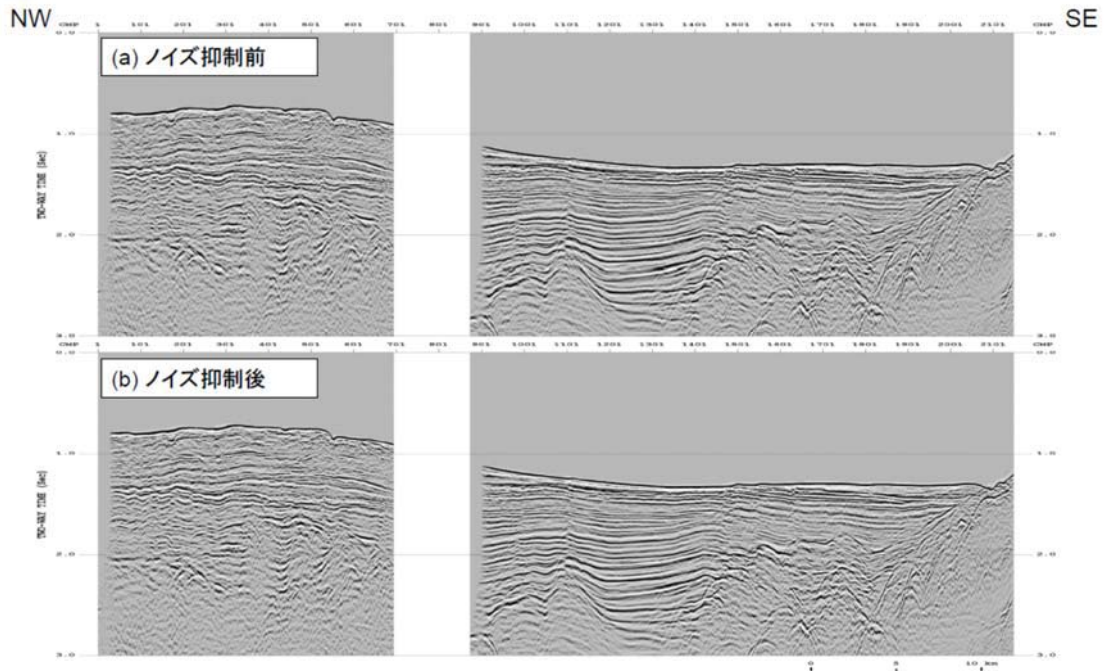


図 6 (b) 重合前ノイズ抑制処理適用前後での重合記録の比較

⑧ SRME (Surface Related Multiple Elimination)

海水面を介在する長周期多重反射波を抑制するために、SRME 法を適用した。SRME 法は、波動方程式に準拠する多重反射波抑制手法であり、波線経路に海面での反射を含む Surface-related 型の多重反射波を予測し抑制する。共通発震点記録の受振点と共通受振点記録の発震点の位置が一致するような 2 つのトレースをコンボリューションすることにより、一次反射波から多重反射波を合成する。合成された多重反射波は、最小二乗フィルターを用いた Adaptive Subtraction によって波形が調整され、取得された記録から減算される。

図 7 (a)～(c)に、SRME 法による多重反射波抑制処理の適用結果の例を示す。図 7 (a)は、発震記録上での記録の比較を示し、図 7 (b)は重合記録上での比較を示している。図 7 (c)は、SRME 法で予測された多重反射波（赤色）をグレー表示の重合記録上に重ね合わせて表示している。

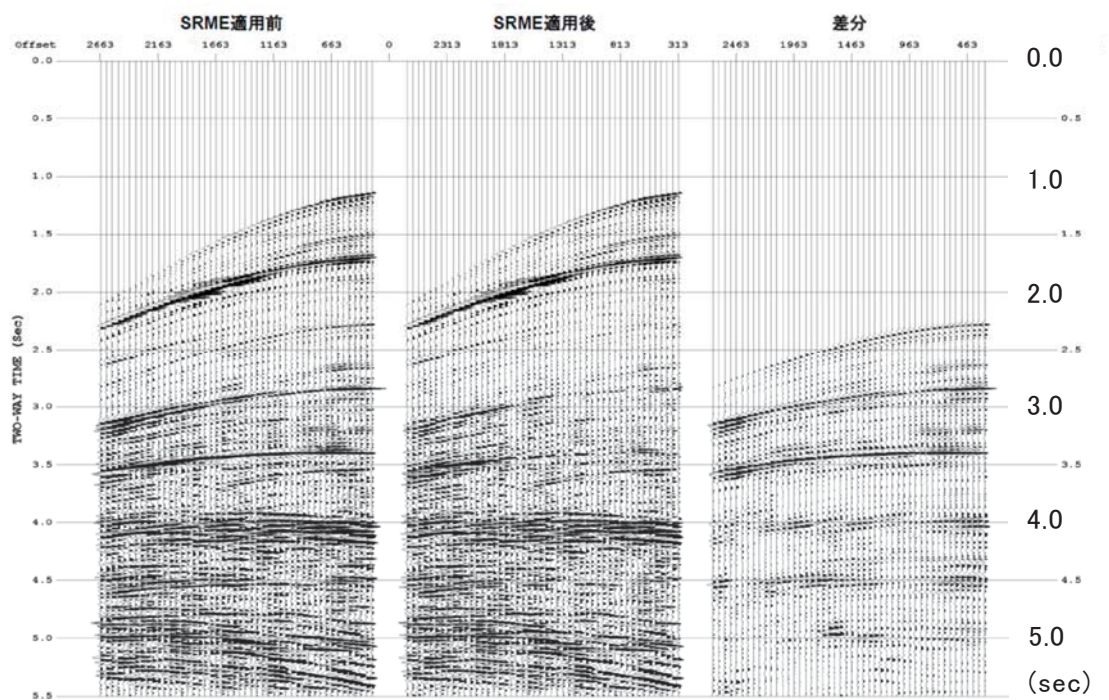


図 7 (a) SRME 適用前後の比較（発震記録）

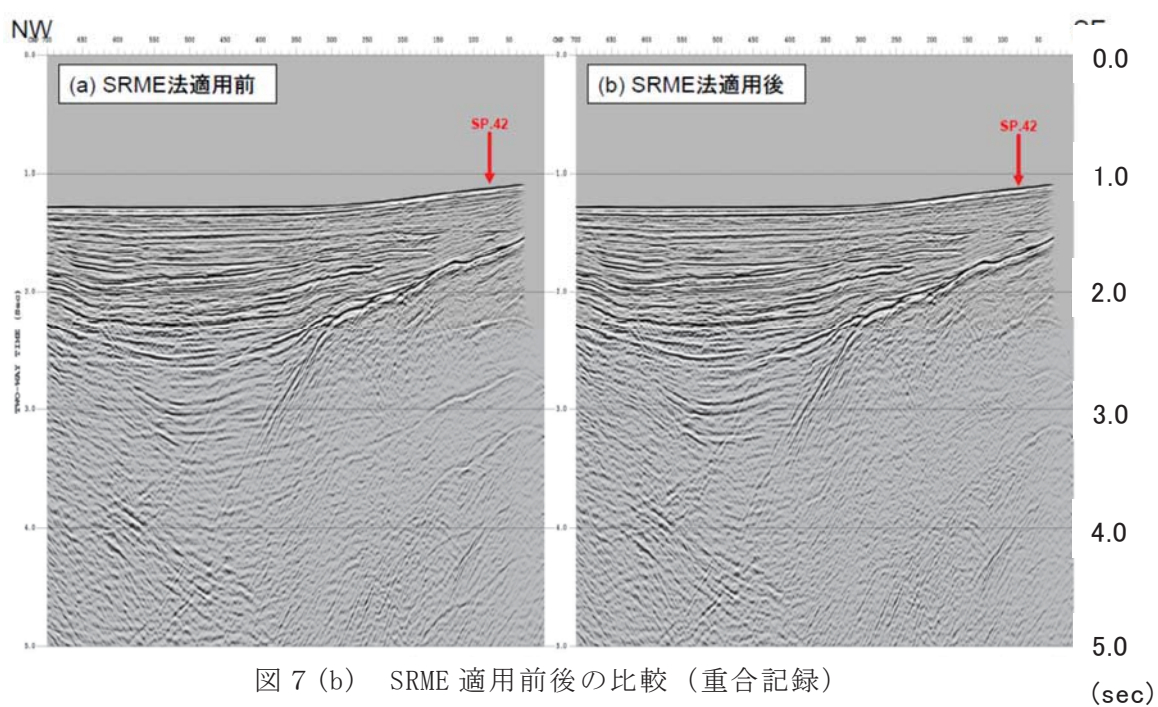


図 7 (b) SRME 適用前後の比較（重合記録）

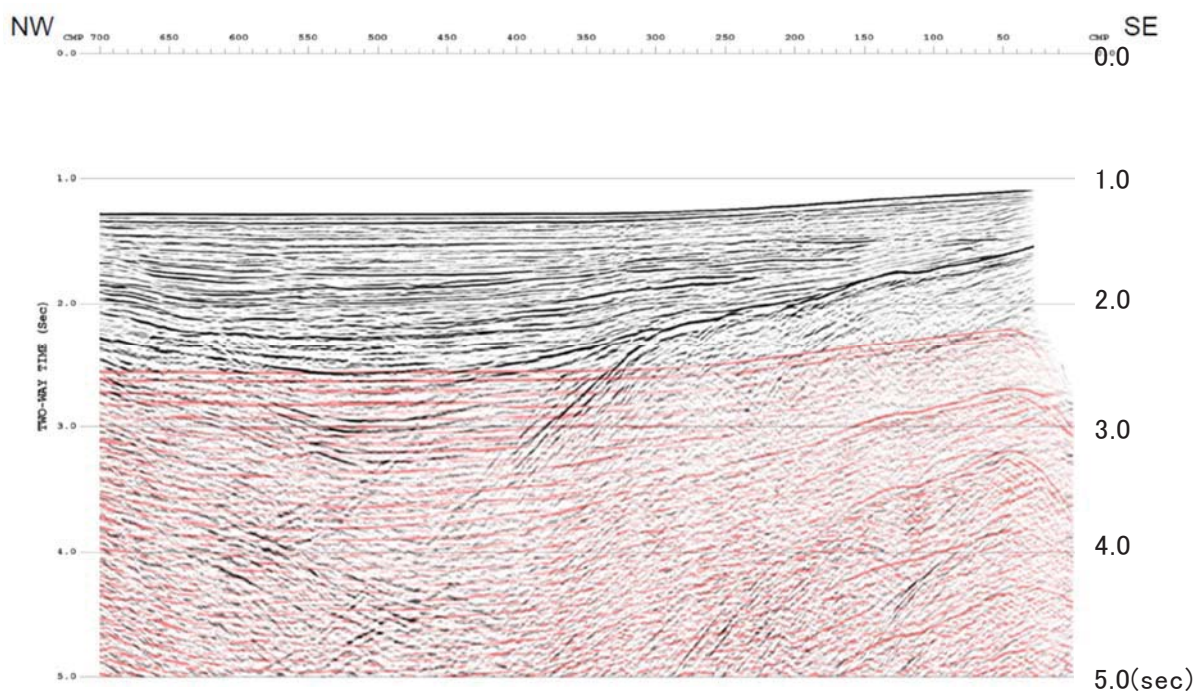


図 7 (c) SRME 法で予測された多重反射波（赤色：重合記録上に表示）

⑨ Radial トレースデコンボリューション (Radial Trace Deconvolution)

短周期多重反射波を抑制するために、Radial トレースデコンボリューション（以下、「RTD」）法を適用した。

オフセットー時間領域で表現された発震記録を、震源を原点とする様々な傾き（見掛け速度）を持つ放射状の軌跡に沿った時系列トレースに構成し直すことにより放射速度ー時間領域（Radial Trace 領域：以下、「RT 領域」）の記録が得られる。一次反射波と多重反射波の走時差、及び多重反射波間の走時差は、層厚や区間速度に変動が無ければ、RT 領域においては時間方向に一定となるため、RT 領域で予測型デコンボリューションを適用することで周期性を持つ多重反射波を抑制できる。

図 8 (a)～(c)に、RTD 法による多重反射波抑制処理の適用結果の例を示す。図 8 (a)は、RTD 適用での発震記録の差異を示し、図 8 (b)では、重合後で RTD 適用後の違いを示している。また、図 8 (c)は、グレースケール記録が RTD 法適用後の重合記録、緑色が予測された多重反射波成分を示した断面図である。

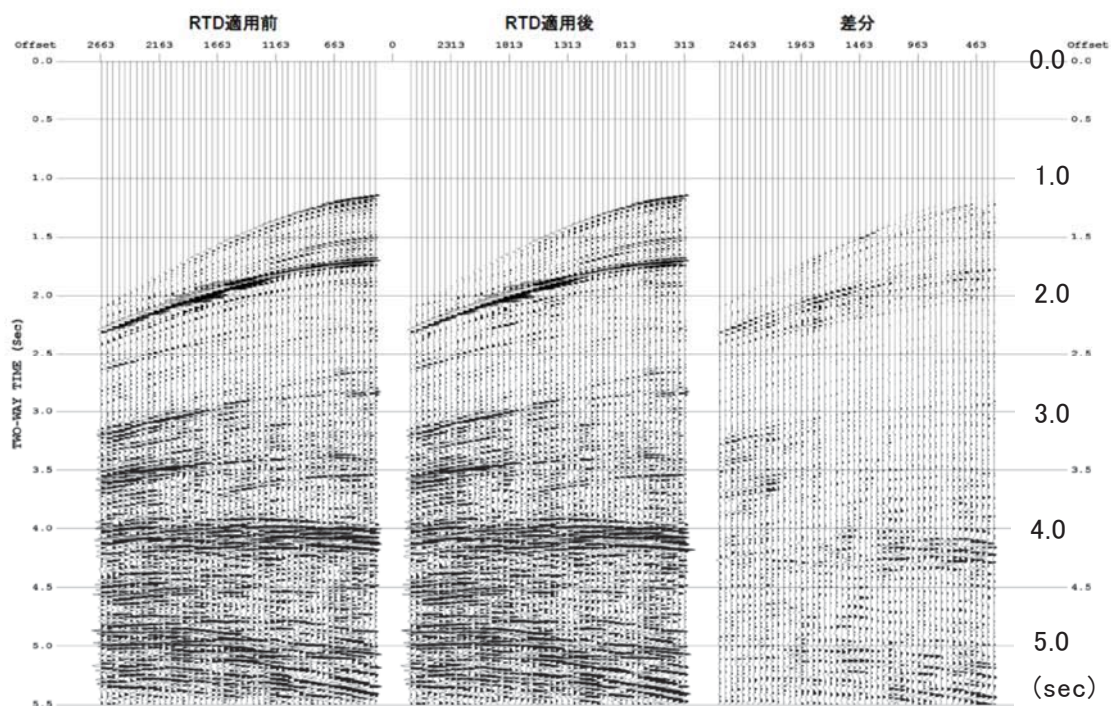


図 8 (a) RTD 適用前後の比較（発震記録）

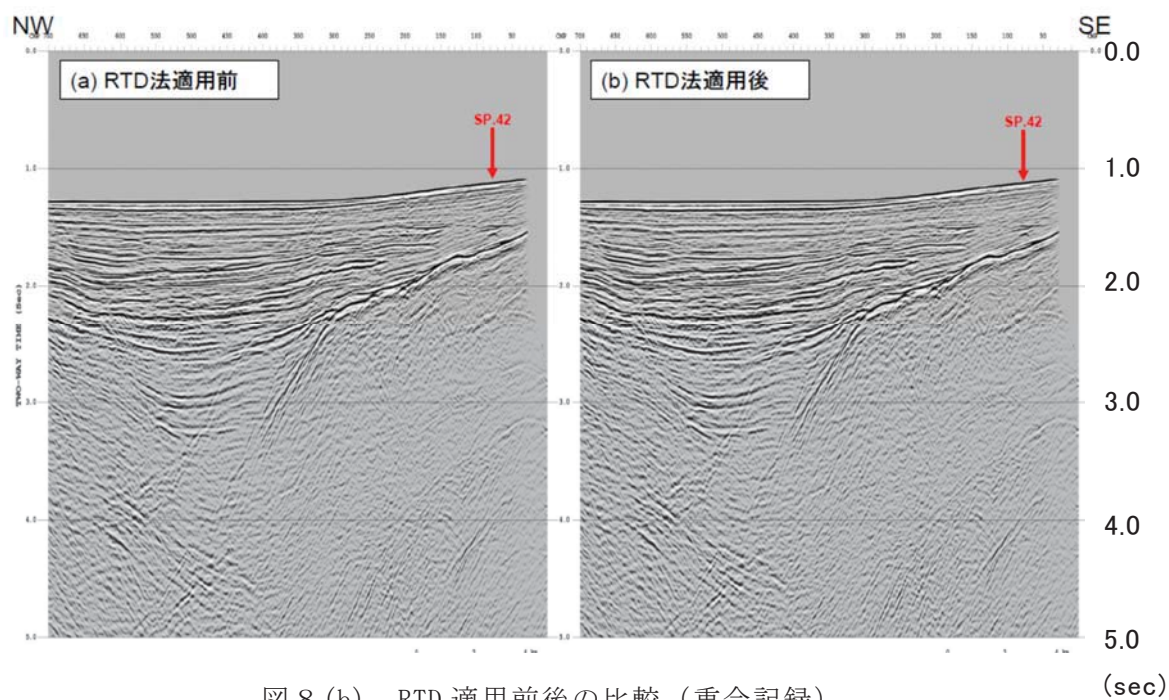


図 8 (b) RTD 適用前後の比較（重合記録）

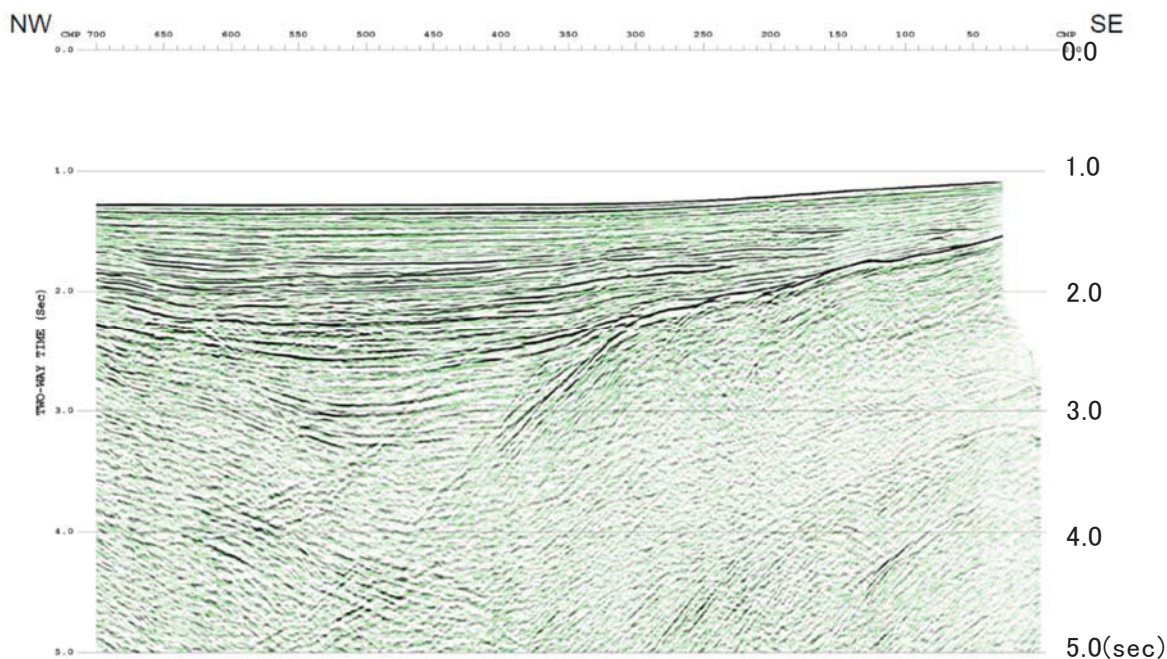


図 8 (c) RTD 法で予測される多重反射波（緑色は予測された多重反射成分）

⑩ 初動ミュート (First Break Mute)

初動付近では直接波や屈折波が卓越し、これらは幾何発散モデルから極度に逸脱した強振幅を示す。この様な反射波の重合に不都合な波群を予め除去するために初動抑制を実施した。

⑪ 振幅補償 (Amplitude Recovery)

震源から放出される弾性波は、様々な原因（三次元的伝播に起因する幾何学的発散効果、多層構造内の透過・反射に起因する伝播損失、非弾性散逸等）により振幅が減衰する。これらの原因による減衰を補償し、データの振幅の一様性を回復するため、振幅補償を適用した。ここでは、球面発散振幅補償適用後に、非弾性効果を補償する目的でゲート長 1,000msec の自動振幅補正 (AGC) を適用した。

⑫ デコンボリューション (Deconvolution)

地層の非弾性や観測系の諸特性により伸張した波形をパルスに戻す目的で、ホワイトニング型のデコンボリューションを適用した。デコンボリューション処理では、次式で示される一次元コンボリューションモデルが前提とされている。

$$F(t) = W(t) * R(t) + N(t)$$

ここに $F(t)$ は地震波トレース、 $W(t)$ は基本波形、 $R(t)$ はランダム定常な反射係数列、 $N(t)$ はランダムノイズである。このモデルにおいて基本波形を構成する要素としては、以下の項目が挙げられる。

- ・震源波形 ガン波形、ゴースト効果
- ・地層効果 多重反射波、非弾性による吸収
- ・記録系 受振器特性、ゴースト効果、探鉱機の応答特性

デコンボリューションでは、こうした要素の集積としての基本波形を地震トレースから推定・除去することで、記録の分解能向上を図ることが可能である。

⑬ 共通反射点編集 (CMP Sort)

共通発震点記録を、反射点(発震点と受振点の midpoint)を共通とするトレースの集合(CMP ギャザー)に編集した。

⑭ 測線接続 (Line Merge)

複数の測線に分けて取得されたデータについて、②の段階では接続が困難だった測線の接続を行った。測線接続の手法としては、共通反射点編集後のデータに対して、測線が交差あるいは近接する付近で両測線の CMP 番号の対応を取り、最近接 CMP で両測線を接続する方法を用いた。後述するマイグレーション処理や解釈作業を考慮すると、近接測線は接続されていることが望ましいため、測線が完全に交差していなくても、測線間の距離が 100 m 程度ならば、測線接続を行った。

⑮ 速度解析 (Velocity Analysis)

定速度走査法(constant velocity scan)を用いて 1 km 毎に速度解析を行った。

⑯ NMO 補正 (NMO Correction)

速度解析によって求められた重合速度関数を時間-空間方向に内外挿し、その速度テーブルにしたがって NMO 補正を適用した。NMO 補正は各トレースのオフセット距離を 0 m にする補正処理であり、この処理によって CMP アンサンブル内の反射波走時は同一時間となる。NMO 補正に伴い波形の伸長が生じるため、大きく伸長された波形を除去する目的でストレッチミュートを施した。ストレッチミュートの値が N の場合、元の波形に対して N 倍以上に伸長された波形を除去することを意味する。ストレッチミュートで抑制できない過伸張波形については、後述のアウトサイドミュートで取り除いた。

(**) 残差静補正 (Residual Static Correction) (採用せず)

各 CMP 内の反射波到達時間のばらつきを、統計的手法により発震点、受振点毎に算出し、時間シフト量として補正する残差静補正処理をテストした。残差静補正は表層の影響を補正する手法であるため一般に海域では適用されないが、浅海域では海底面の性状が空間方向に変化する場合があり、残差静補正により品質が改善するケースがある。また、発震点位置などのジオメトリ情報の誤差が残差静補正により補正される可能性もあるため、残差静補正処理を試みた。残差静補正の適用前後での重合記録の比較例を図 9 に示す。残差静補正適用後では、赤丸で示した範囲で海底面のがたつきや形状変化が見られた。テストの結果、全対象調査で残差静補正適用により海底面のがたつきや、反射波の連続性の低下が確認されたため、本解析では残差静補正は適用しないこととした。

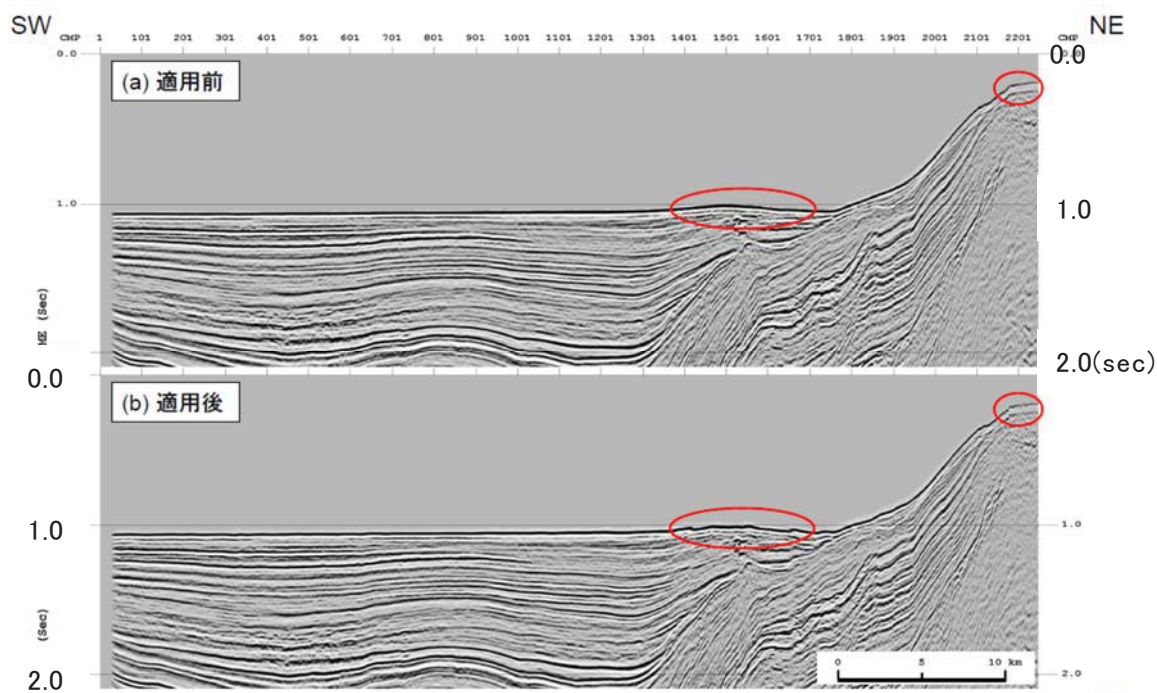


図 9 残差静補正適用前後の比較

⑰ 放物線ラドン変換法 (Parabolic Radon Transform)

SRME 法や RTD 法で抑制できなかった多重反射波を抑制するために、放物線ラドン変換 (Parabolic Radon Transform、以下、「PRT」) 法を適用した。

PRT 法では、NMO 補正後の CMP アンサンブルを入力として、水平に並ぶ一次反射波と、近似的に放物線軌跡で表現できる多重反射波を分離し、多重反射波を抽出・除去する。各調査で適用テストを実施したところ、対象調査の一部の測線で抑制効果が確認できたため、効果の見られた測線に限り、PRT 法を適用することとした。図 10(a)～(c)に、PRT 法による多重反射波抑制処理の適用結果の例を示す。図 10(a)と(b)は、PRT 法適用による差異を発震記録と重合記録で比較している。また、図 10(c)では、予測された多重反射波を重合記録上で表しており、グレースケール記録が PRT 法適用後の重合記録、青色が予測された多重反射波成分である。この時点の記録に、重合速度で逆 NMO 補正を適用した結果を、後述の追加処理 (PSTM 解析、MDRS 解析) の入力記録とした。

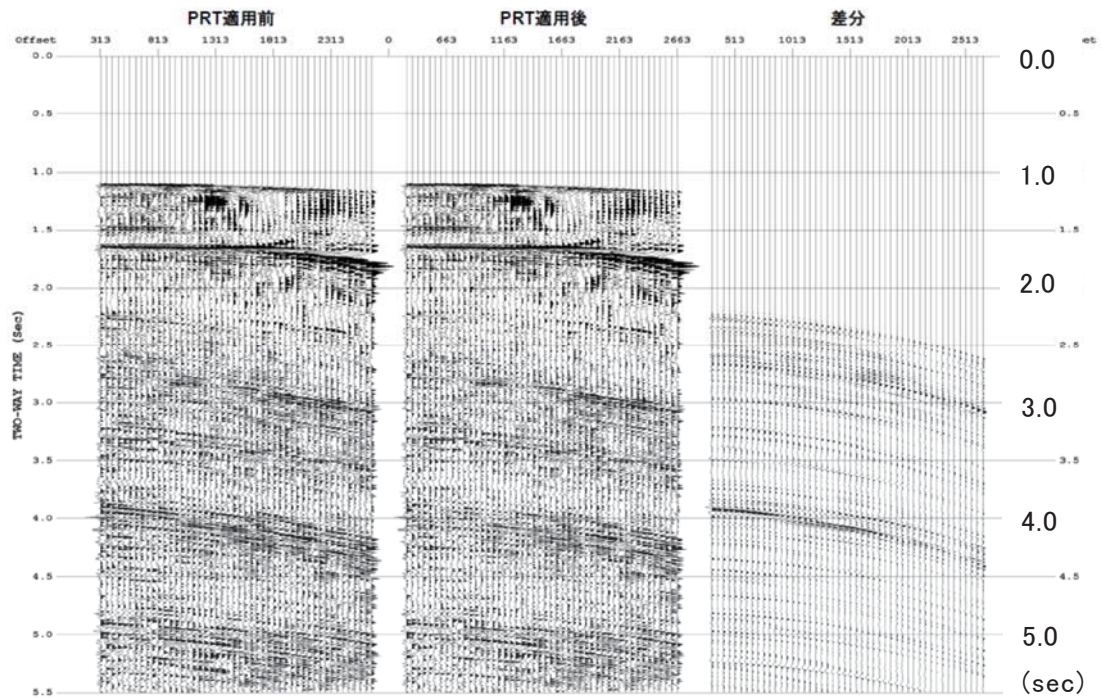


図 10(a) PRT 適用前後の比較（発震記録）

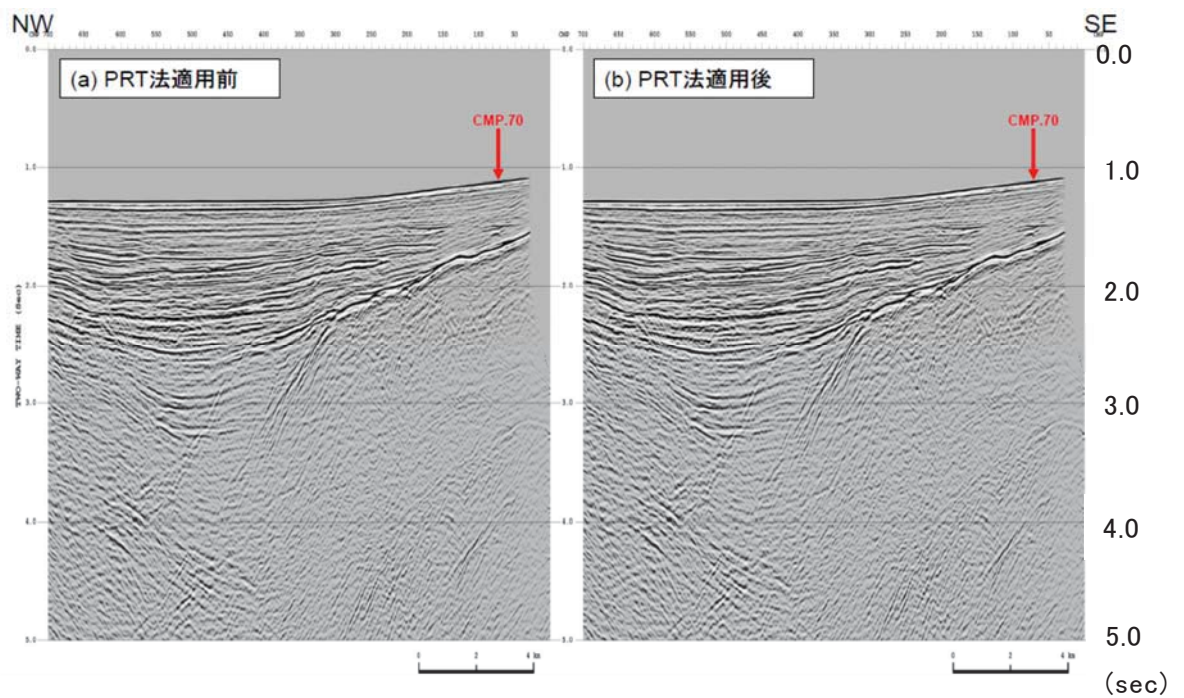


図 10(b) PRT 適用前後の比較（重合記録）

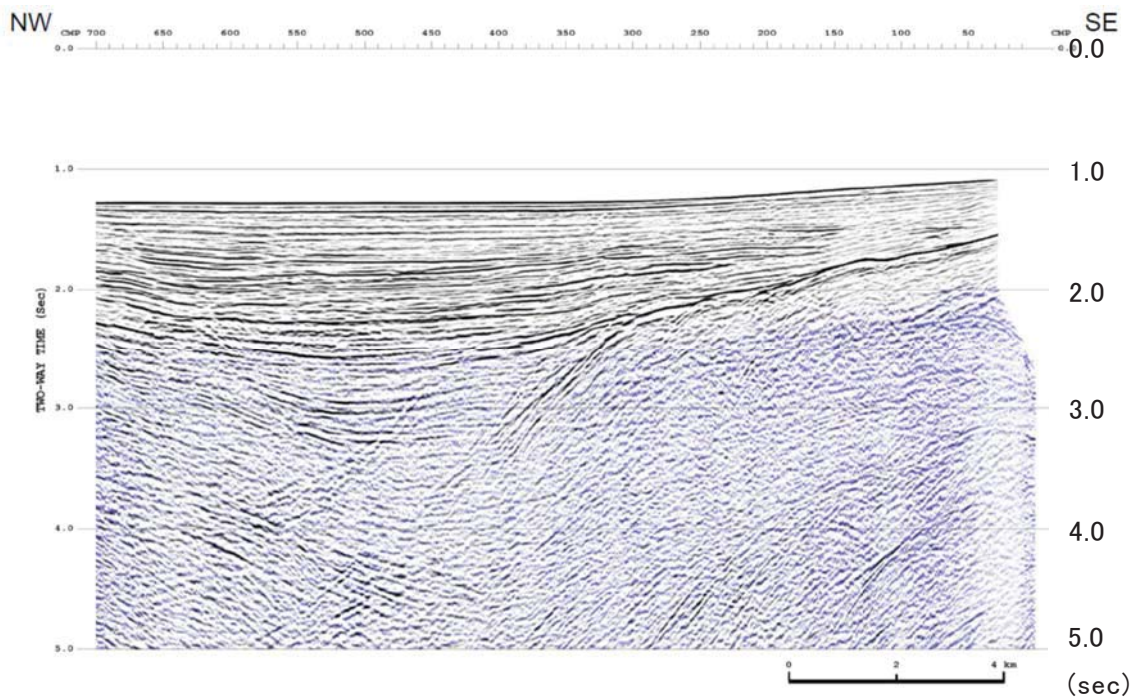


図 10(c) PRT 法で予測された多重反射波（青色）と重合断面図

(**)DMO 補正 (DMO Correction) (採用せず)

測線方向に地層傾斜が存在する場合、ゼロオフセットの反射点は傾斜上方に移動するため、CMP ギャザー内の反射点はばらつき、重合効果は低下する。DMO 補正の適用により、この反射点のばらつきを補正し、反射点を収束させることで、重合効果の向上を図ることができる。

本解析の仕様では、DMO 補正はその精度を確保するため受振点間隔 25m 以下の海域マルチチャンネルストリーマ記録を対象としている。対象調査の受振点間隔は全て 50m であるため、DMO 補正処理は適用しなかった。

⑱ アウトサイドミュート (Outside Mute)

NMO 補正に伴う波形の伸長及びファーオフセット側に残留する屈折波初動部分を抑制する目的で、ミュートを設計し適用した。

⑲ 振幅調整 (Trace Scaling)

時間方向の振幅バランスを整えるために、ゲート長 600 msec の AGC を適用した。

⑳ CMP 重合 (CMP Stack)

NMO 補正適用後の共通反射点アンサンブルに対して、水平重合処理を実施した。

㉑ 基準面補正 (Datum Correction)

基準面を平均海水面とするために、震源の深度、受振器ケーブルの深度及び海中の音速速度 (1,500m/sec) を参照して基準面補正を行った。

② 信号強調 (Signal Enhancement)

重合後記録の反射波の連続性を改善するために、ランダムノイズを抑制し、相対的に S/N を向上させる F-X 予測フィルターを適用した。

③ 帯域通過フィルター (Bandpass Filter)

反射波の周波数帯域外にあるノイズを抑制するために、周波数成分解析に基づき、タイム・バリエーション型の帯域通過フィルターを適用した。周波数成分解析の例を図 11(a) に、帯域通過フィルター適用前後の重合記録の比較を図 11(b) に示す。周波数成分解析例での赤線は、設定した周波数帯域を表す。

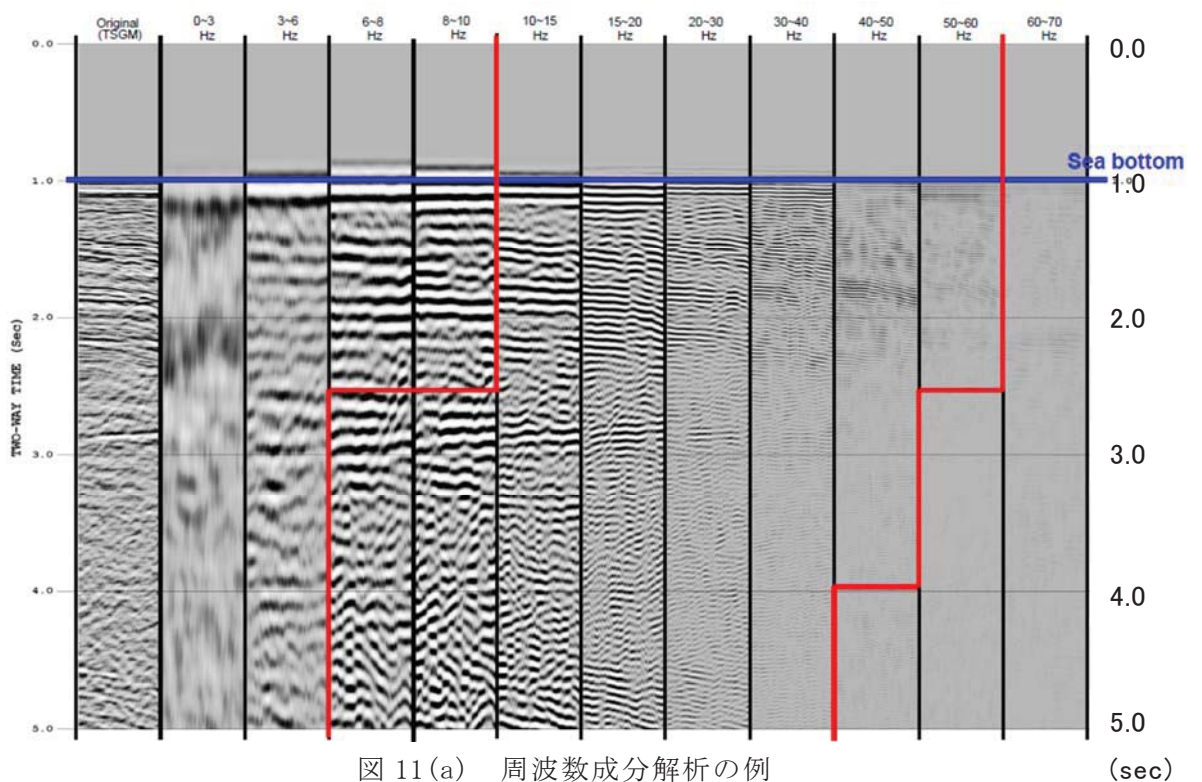


図 11(a) 周波数成分解析の例

(sec)

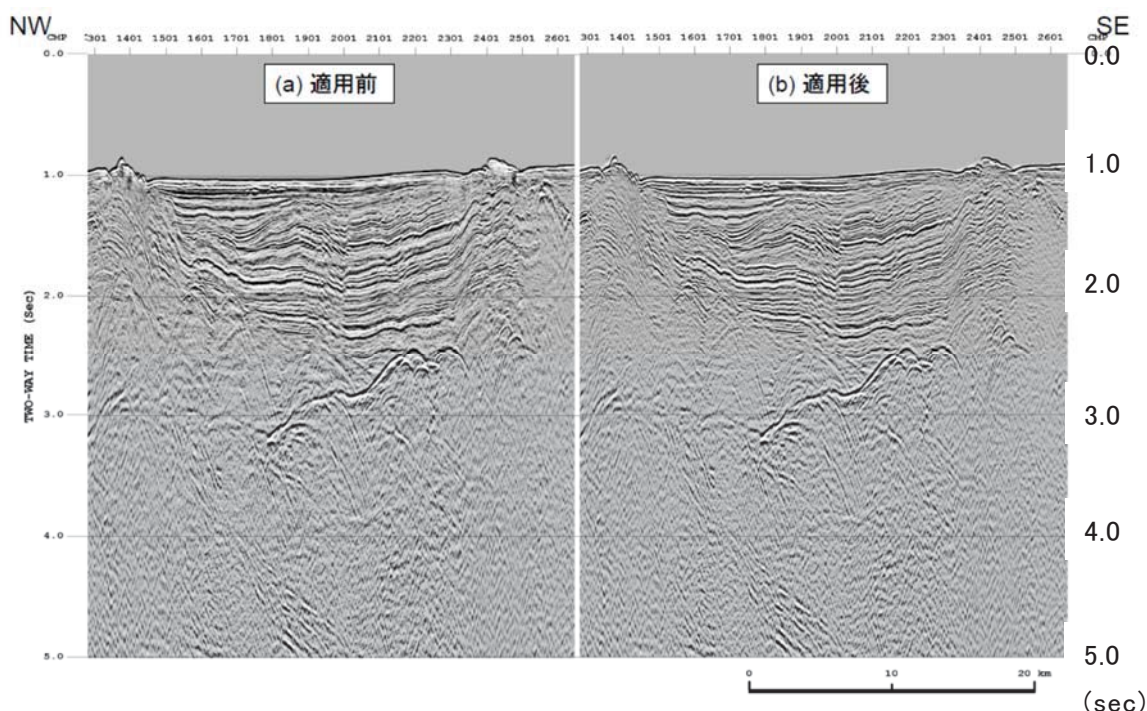


図 11(b) 帯域通過フィルター適用前後の比較（重合記録）

②④ 振幅調整 (Trace Scaling)

空間方向の振幅バランスを調整する目的で、トレースシングмасケールを適用した。この時点の記録を、重合時間断面図として SEG-Y ファイルに出力した。

②⑤ 重合後時間マイグレーション (Post-Stack Time Migration)

重合断面図では、反射波は各 CMP 位置からの垂直往復走時として表現されている。したがって傾斜した反射面に関して、重合断面図上の傾斜は真の傾斜より緩やかに表現されることとなる。この誤差を補正し各 CMP 直下の構造形態を得る処理がマイグレーション処理である。マイグレーション処理の手法としては、時間－空間領域での差分時間マイグレーションを採用した。マイグレーション速度としては、重合速度を空間方向に平滑化した速度関数をスケールリングして用いた。この時点の記録を、重合後時間マイグレーション時間断面図として SEG-Y ファイルに出力した。

②⑥ 深度変換 (Depth Conversion)

深度変換速度を用いて、Vertical Stretch 法による深度変換を実施した。深度変換速度は、重合速度を空間方向に平滑化した速度関数を用いた。この時点の記録を、重合後時間マイグレーション深度断面図として SEG-Y ファイルに出力した。

以上の解析手順により作成された重合時間断面図の例を図 12(a)に、重合後時間マイグレーション時間断面図の例を図 12(b)に、重合後時間マイグレーション深度断面図の例を図 12(c)に示す。

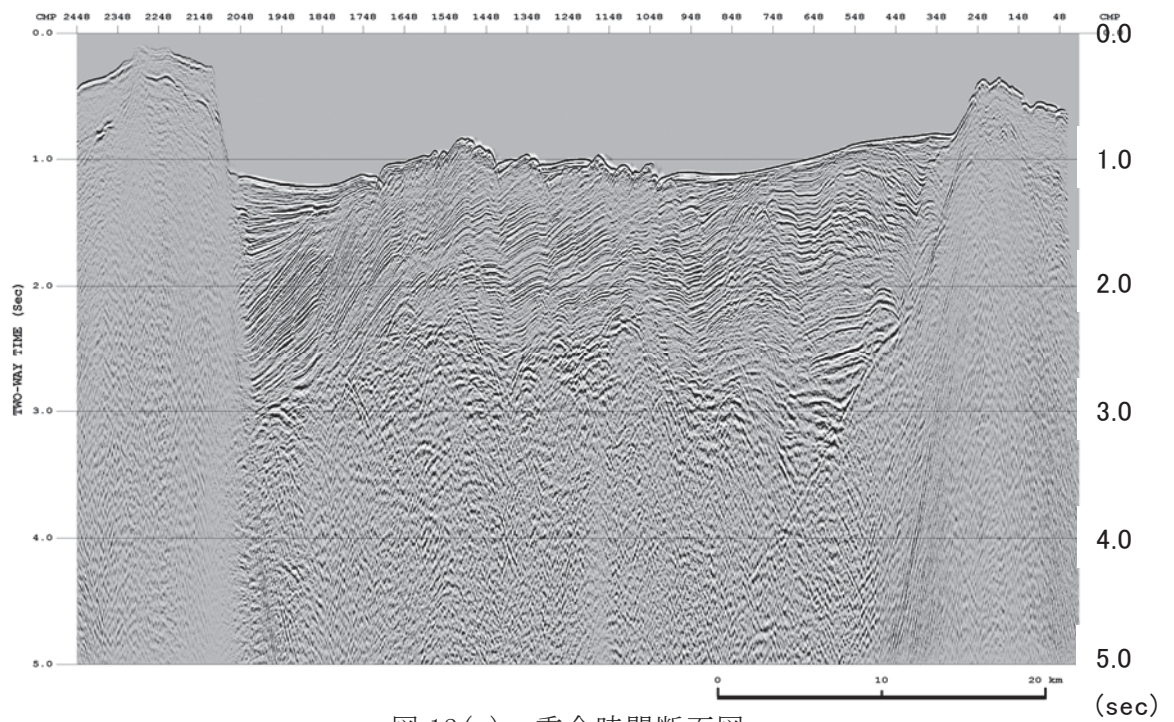


図 12(a) 重合時間断面図

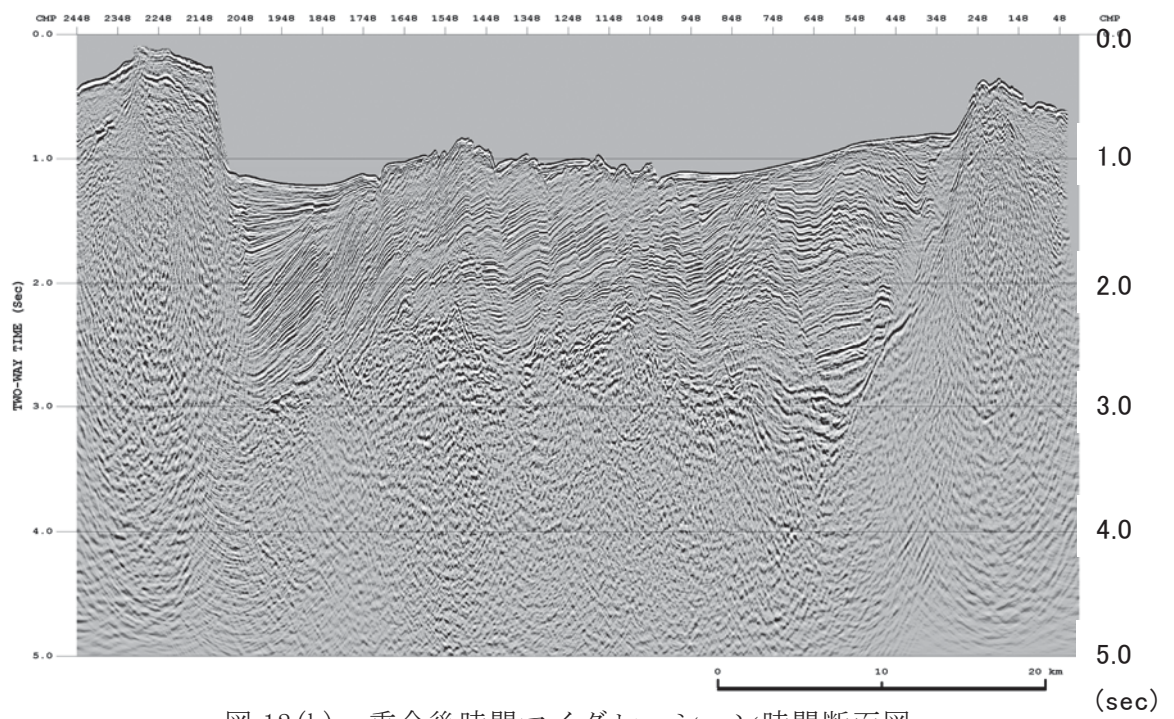


図 12(b) 重合後時間マイグレーション時間断面図

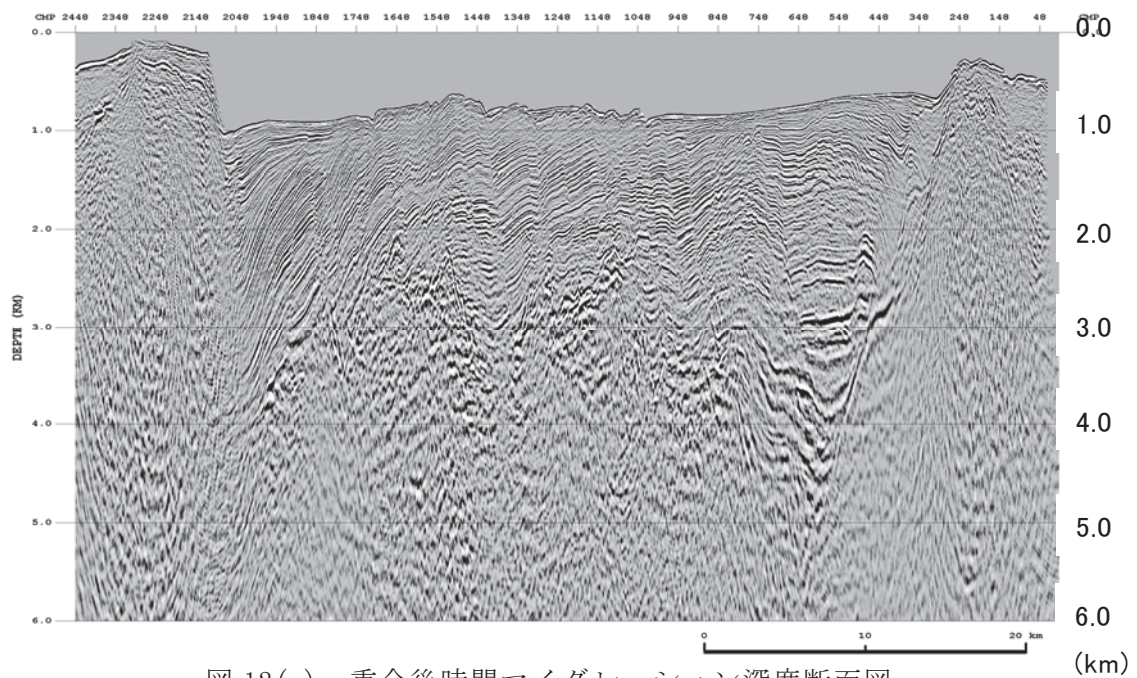


図 12(c) 重合後時間マイグレーション深度断面図

ii) PSTM 解析

PSTM 解析は、重合前時間マイグレーションの深度断面図を作成するまでの追加解析である。「i) 標準解析」における①から⑰の処理に続いて以下の処理を実施した。

⑱ PSTM 速度解析 (PSTM Velocity Analysis)

PSTM 処理に最適な速度を得るため、1 km 間隔で PSTM 速度解析を実施した。PSTM 速度解析は、逆 NMO 補正を適用した CMP 記録に対して、以下の手順で行った。

- 手順 1 重合速度を近似 PSTM 速度として PSTM 処理を適用
- 手順 2 PSTM 適用時の速度で逆 NMO 補正を適用
- 手順 3 「i) 標準解析」の「⑮ 速度解析」と同様の手法で速度解析を実施
- 手順 4 求めた速度を用いて PSTM 処理を適用

速度が収束するまで上記手順 2 から手順 4 を繰り返し実行した。なお、急傾斜構造では、近似 PSTM 速度（重合速度）と PSTM 速度の差が大きいため、上記の速度解析手法では PSTM 速度の推定誤差が大きくなる可能性がある。そのため、速度の精度向上のため Percentage Velocity PSTM Stack を用いた速度解析を追加実施した。Percentage Velocity PSTM Stack とは、基準速度（ここでは上記手順で得られた PSTM 速度）を様々な値でスケールした速度を用いて作成した PSTM 断面図のことである。各スケール速度から得られた PSTM 断面図上で最適なイメージを示す速度を読み取ることで、急傾斜構造においても最適なイメージを得ることができる。

⑲ 重合前時間マイグレーション (Pre-Stack Time Migration)

重合前データの見かけの反射点位置を真の位置に移動するとともに、回折波を回折点に復元するために⑱で求めた速度を用いて重合前時間マイグレーションを実施した。手法としては共通オフセット領域におけるキルヒホッフ積分マイグレーションを使用した。

⑳ アウトサイドミュート (Outside Mute)

波形の伸長を抑制する目的で、ミュートを設計し適用した。

㉑ 振幅調整 (Trace Scaling)

時間・空間方向の振幅バランスを整えるために、ゲート長 600msec の AGC を適用した。

㉒ CIP 重合 (CIP Stack)

PSTM 処理適用後の共通イメージ点 (CIP) アンサンブルに対して、水平重合処理を実施した。

㉓ 基準面補正 (Datum Correction)

基準面を平均海水面とするために、震源の深度、受振器ケーブルの深度及び海中の音速速度 (1,500m/sec) を参照して基準面補正を行った。

㉔ 信号強調 (Signal Enhancement)

重合後記録の反射波の連続性を改善するために、ランダムノイズを抑制し、相対的に S/N を向上させる F-X 予測フィルターを適用した。

㉕ 帯域通過フィルター (Bandpass Filter)

反射波の周波数帯域外にあるノイズを抑制するために、タイム・バリエーション型の帯域通過フィルターを適用した。

㉖ 振幅調整 (Trace Scaling)

空間方向の振幅バランスを調整する目的で、トレースシグマスケールを適用した。この時点の記録を、重合前時間マイグレーション時間断面図として SEG-Y ファイルに出力した。

㉗ 深度変換 (Depth Conversion)

“i) 標準解析” の「㉖ 深度変換」と同様の手法で、深度変換を実施した。この時点の記録を、重合前時間マイグレーション深度断面図として SEG-Y ファイルに出力した。

以上の解析手順により作成された重合前時間マイグレーション時間断面図の例を図 13(a)に、重合前時間マイグレーション深度断面図の例を図 13(b)に示す。

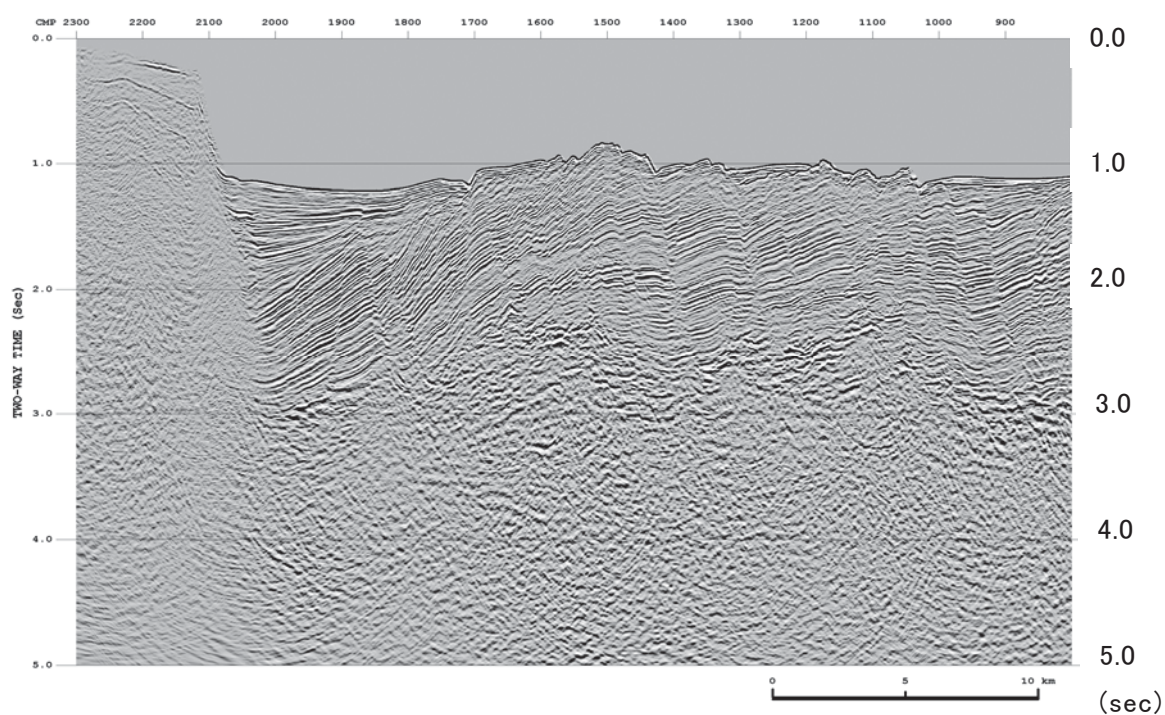


図 13(a) 重合前時間マイグレーション時間断面図

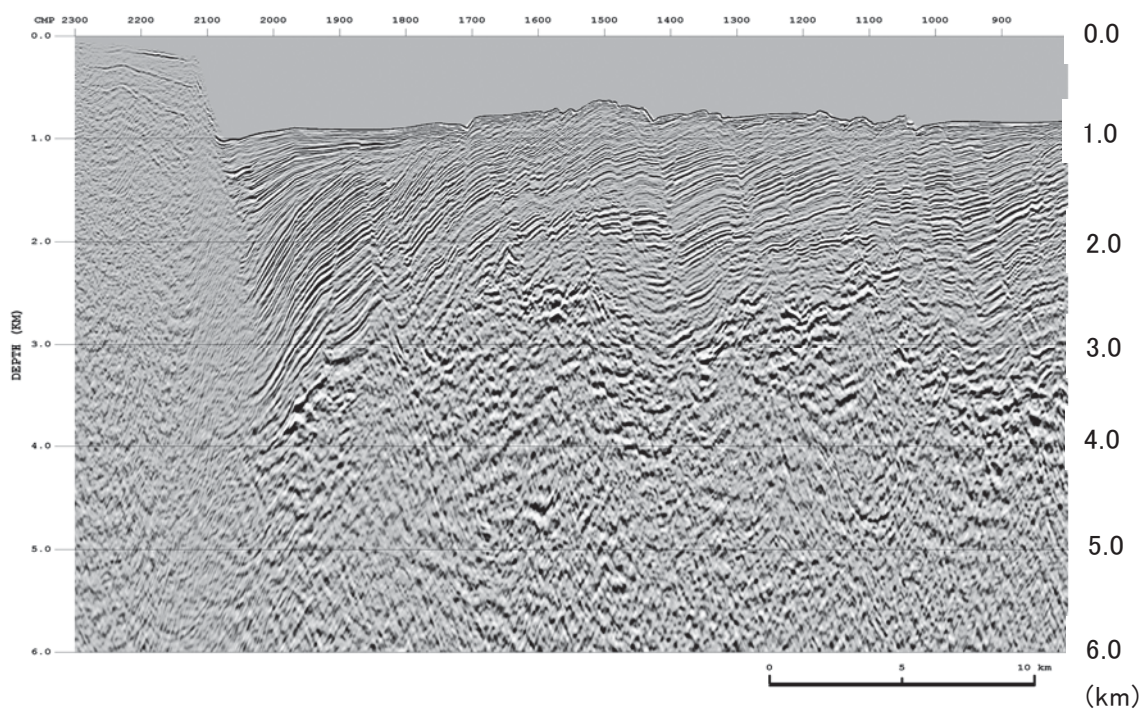


図 13(b) 重合前時間マイグレーション深度断面図

iii) MDRS 解析

MDRS 解析は、MDRS 重合後時間マイグレーション深度断面図を作成するまでの追加解析である。「i) 標準解析」における①から⑰の処理に続いて以下の処理を実施した。

⑱ 帯域通過フィルター (Bandpass Filtler)

MDRS 解析の前処理として、反射波の周波数帯域外にあるノイズを抑制するために、帯域通過フィルターを適用した。

⑲ 振幅調整 (Trace Scaling)

MDRS 解析の前処理として、時間方向の振幅バランスを整えるために、ゲート長 600 msec の AGC を適用した。

⑳ マルチディップ CRS スキャン (Multi-dip CRS Scan)

CRS 法は CMP に属するトレースだけでなく、その近傍の CMP 多数を併せたスーパーギャザーを重合処理することで、従来の CMP 重合法に比べて飛躍的に高い S/N 比を得る手法である。しかし CRS 法では各時間サンプルで 1 つの傾斜角 (1 組の CRS パラメータセット) しか選択できないため、異なる反射面からの反射波が交差する状況 (コンフリクティング・ディップ) には対応できない。本解析の対象地域のように、複雑な地質構造を有する地域ではゼロオフセット断面上でコンフリクティング・ディップの存在が予想されるため、この問題を解決し、より忠実な反射面を再現するために、マルチディップ CRS スキャンを実施した。以下に手順を述べる。

手順 1 傾斜の範囲を 61 分割し、それぞれにおいて CRS スキャンを実施

手順 2 求めた CRS アトリビュートを用いてスーパーギャザーの走時を補正

手順 3 それぞれの傾斜範囲において重合処理を実施

以上の手順により、傾斜の各範囲で CRS 重合記録と関連するアトリビュートを 1 組ずつ、合計 61 組を作成した。

㉑ MDRS 重合 (MDRS Stack)

アトリビュートパネルのうち、センブランス値は CRS 重合記録における重合効果の指標であり、大きなセンブランス値が高い重合効果を表している。これを利用して、重合結果及び関連する各アトリビュートに対してサンプル毎にセンブランス値の高い順に並べ替える MDRS ピッキングを行い、センブランス値の高い方から 2 番目までのセクションを用いて MDRS 重合を実行することで、コンフリクティング・ディップに対応した CRS 重合記録を作成した。このようにセンブランス値の高い方から複数枚のセクションを加算することで、ゼロオフセット断面上で複数 (ここでは最大 2 つまで) の反射波が交差する状況に対応した。なお、センブラ

ンス値による並べ替えに際して、傾斜範囲に制限を設けることで不要な傾斜ノイズを除去した。

② 基準面補正 (Datum Correction)

基準面を平均海水面とするために、震源の深度、受振器ケーブルの深度及び海中の音速速度 (1,500m/sec) を参照して基準面補正を行った。

③ 信号強調 (Signal Enhancement)

重合後記録の反射波の連続性を改善するために、ランダムノイズを抑制し、相対的に S/N を向上させる F-X 予測フィルターを適用した。

④ 帯域通過フィルター (Bandpass Filter)

反射波の周波数帯域外にあるノイズを抑制するために、「i 標準解析」の③と同様のタイム・バリエーション型の帯域通過フィルターを適用した。この時点の記録を、MDRS 重合時間断面図として SEG-Y ファイルに出力した。

⑤ 重合後時間マイグレーション (Post-Stack Time Migration)

「i 標準解析」の⑤と同様の手法で、重合後時間マイグレーションを適用した。この時点の記録を、MDRS 重合時間マイグレーション時間断面図として SEG-Y ファイルに出力した。

⑥ 深度変換 (Depth Conversion)

「i 標準解析」の「⑥ 深度変換」と同様の手法で、深度変換を実施した。この時点の記録を、MDRS 重合時間マイグレーション深度断面図として SEG-Y ファイルに出力した。

以上の解析手順により作成された MDRS 重合時間断面図の例を図 14(a)に、MDRS 重合時間マイグレーション時間断面図の例を図 14(b)に、MDRS 重合時間マイグレーション深度断面図の例を図 14(c)に示す。

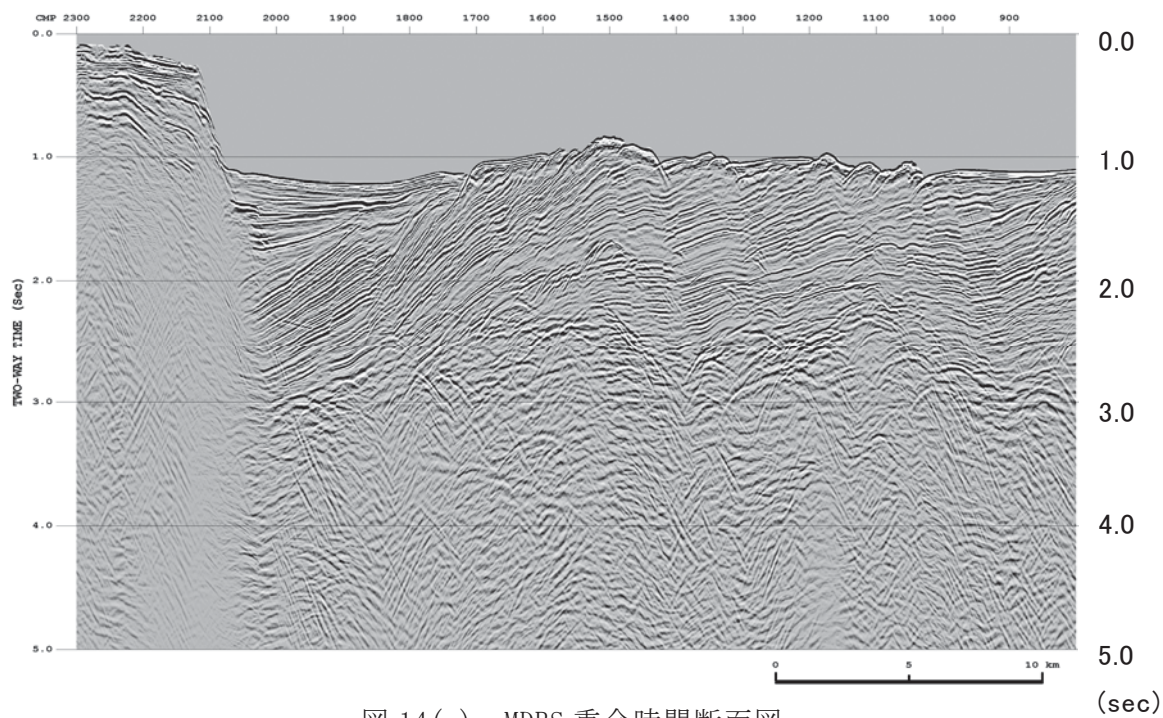


図 14(a) MDRS 重合時間断面図

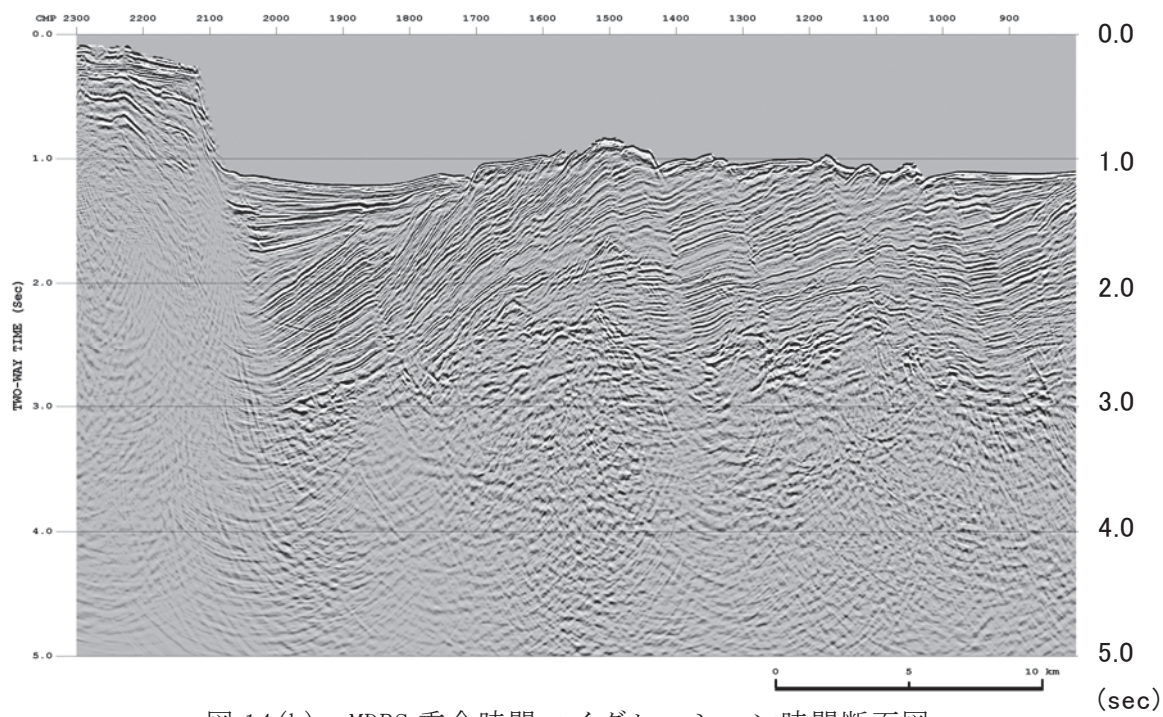


図 14(b) MDRS 重合時間マイグレーション時間断面図

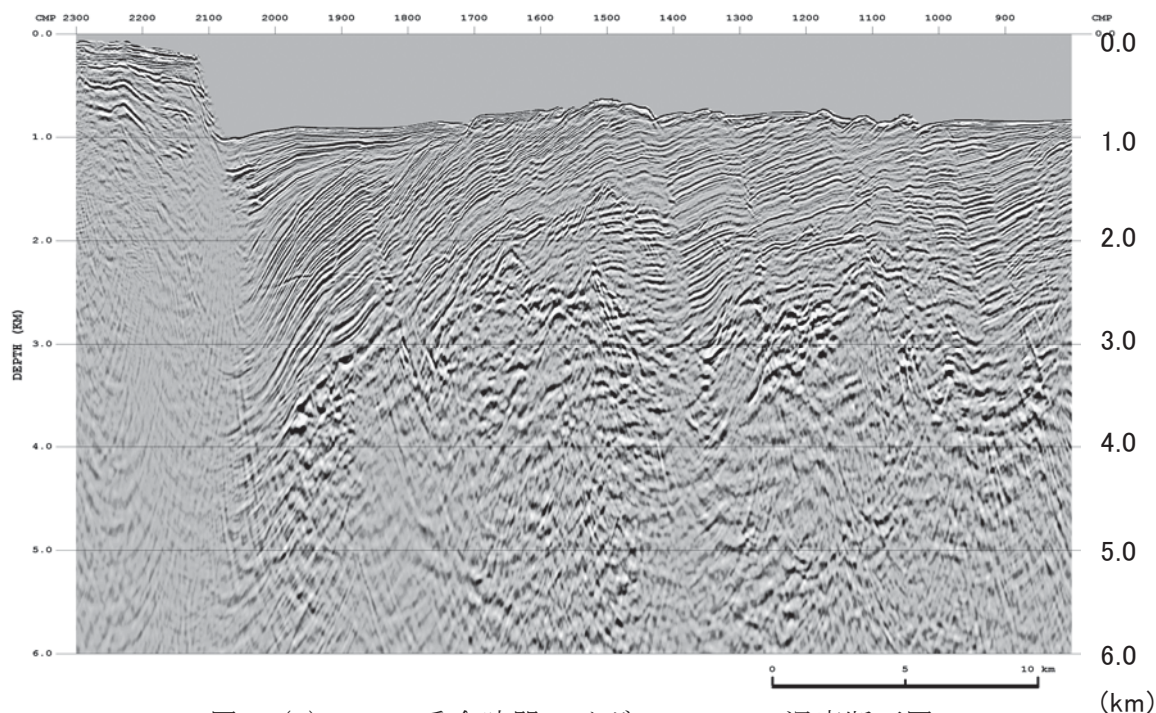


図 14(c) MDRS 重合時間マイグレーション深度断面図

iv) ベクトル化処理

ベクトル化処理は、フィルムあるいは紙面で残存する CMP 重合断面図から重合後時間マイグレーション深度断面図を作成するまでの処理である。対象測線は、解析対象測線でデータ欠損が大きく、データ再解析結果の重合記録上にデータ欠損が見られた測線と、JOGMEC から提供された SNSK の既存結果のベクトル化対象測線である。なお、解析対象測線でのベクトル化処理対象測線では、データ欠損範囲は限定的だったため、データ再解析も併せて実施された。

① スキャンとベクトル化処理 (Scan and Vectorizing)

大型スキャナーを使用してフィルムあるいは紙の重合時間断面図をスキャンした tiff フォーマットの画像データに対して、Lynx Information Systems Ltd 社のソフトウェア「SSV (Seismic Section Vectorizing)」を使用してトレースデータをベクトル化した。ベクトル化されたトレースデータに、同社のソフトウェア「TRACEPREP」を使用して振幅補正等の処理を行い、SEG-Y ファイルに出力した。

② 信号強調 (Signal Enhancement)

重合後記録の反射波の連続性を改善するために、ランダムノイズを抑制し、相対的に S/N を向上させる F-X 予測フィルターを適用した。

③ 位相補償 (Phase Compensation)

ベクトル化処理でデジタル化した記録を、本再解析結果と位相が整合するように、位相補償を適用した。

ベクトル化処理は、既往図面をデジタル化する処理であるため、既往結果の位

相がそのまま反映される。既往処理では、ガン波形に基づく波形変換処理を適用していないため基本波形は最小位相波形ではなく、ホワイトニングデコンボリューションを適用していてもゼロ位相波形にはならない。そのため、再解析結果と位相が整合していない可能性が高い。実際に、ベクトル化処理と併せて再解析を実施した測線で両結果の位相を比較したところ、位相にずれが見られたため、本再解析結果と位相が整合するように位相補償を適用した。位相補償としては、ベクトル化した記録において、海底反射波形の走時を読み取り、これを同一時間に揃えて重合することでウェーブレットを抽出し、この波形に基づきゼロ位相化処理を適用した。データの極性は、海底面反射波が正のピークとなるように設定された。

ウェーブレット抽出までの過程を図 15 に、位相補償適用前後の比較を図 16 に示す。図 16 での赤線は、位相補償適用前の記録の右端での海底面反射波の立ち下がり時間を表しているが、位相補償適用後の記録の右端では海底面反射波のピーク位置に対応しており、正しくゼロ位相化された結果と考えられる。位相の確認のため、位相補償適用前後でのベクトル化処理結果と再処理結果との比較結果を図 17 と図 18 に示す。図 17 と図 18 は、ベクトル化処理結果と再解析結果を鏡像の位置関係で表示したものであり、図面中央の縦線が同一 CMP 位置を表す。位相補償適用により、再解析結果との反射波出現時間の整合性が向上したことが確認できる。

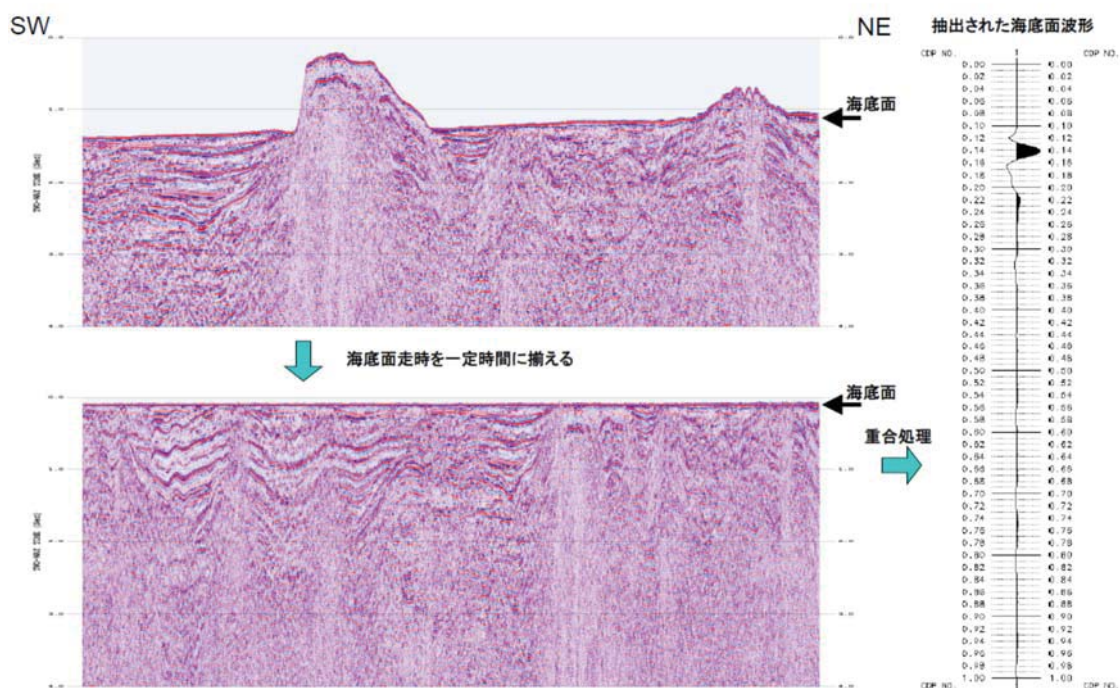


図 15 ベクトル化記録から抽出したウェーブレットの例

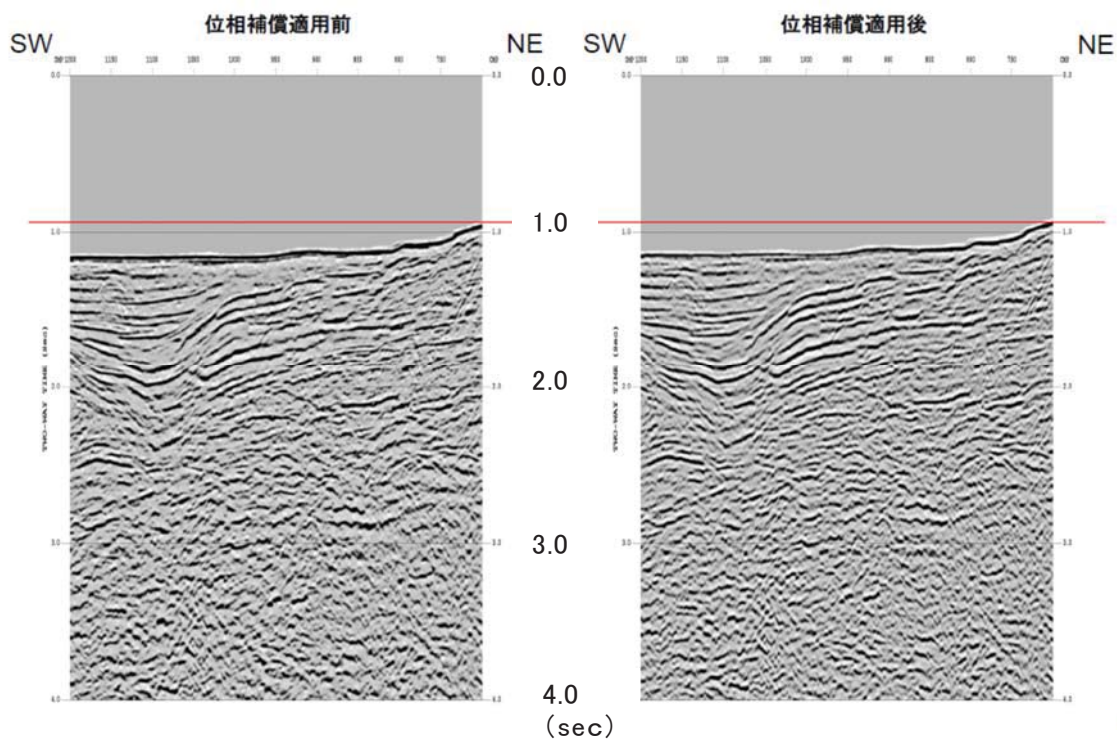


図 16 位相補償適用前後の比較

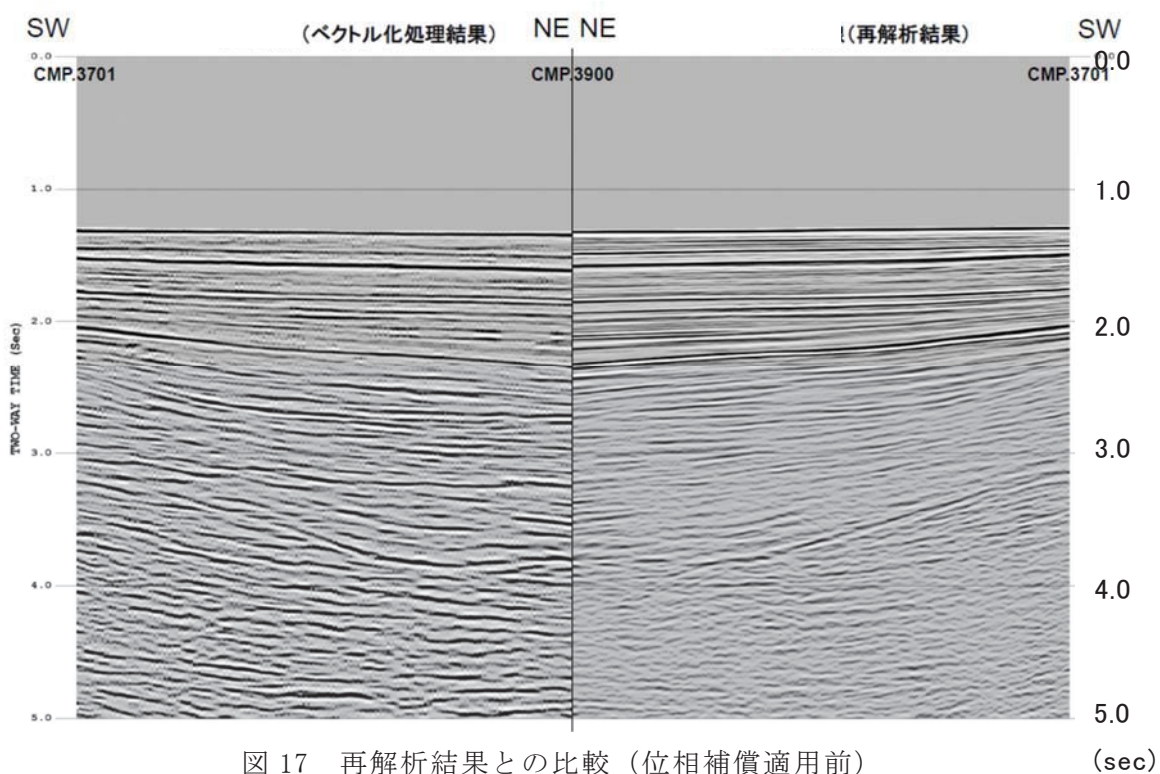


図 17 再解析結果との比較（位相補償適用前）

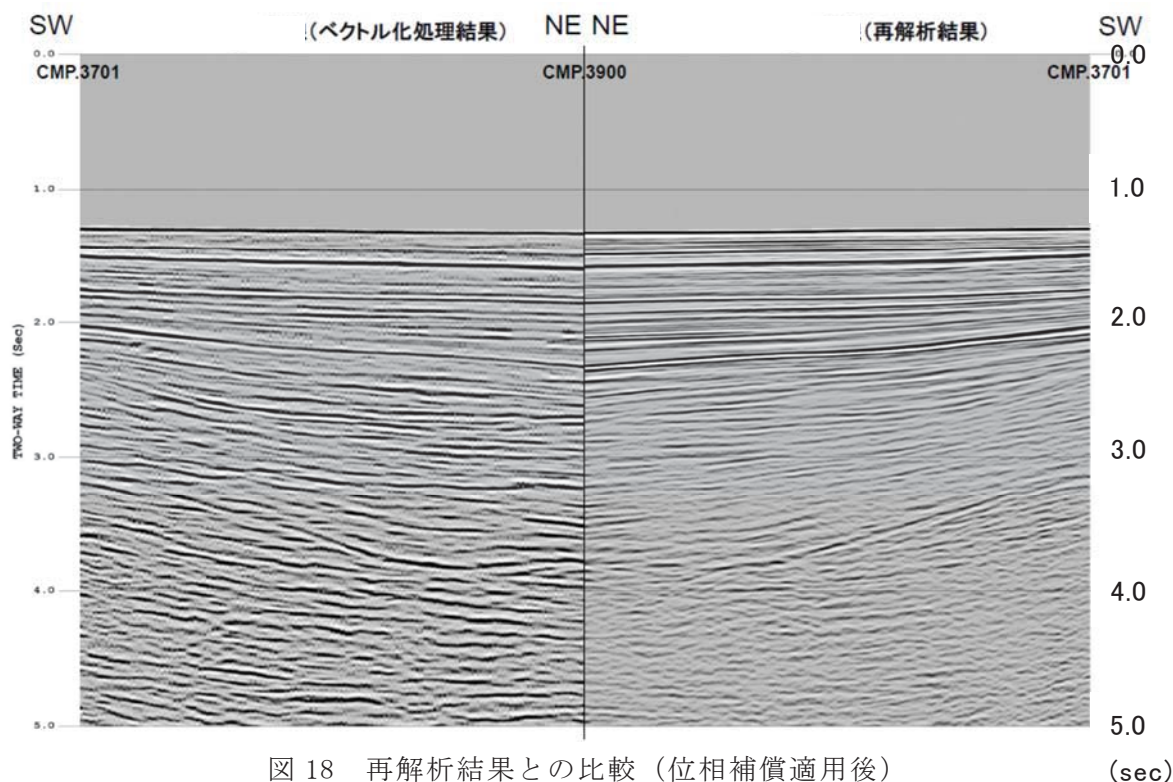


図 18 再解析結果との比較（位相補償適用後）

④ 帯域通過フィルター (Bandpass Filter)

一部の調査では低周波数ノイズが確認されたため、反射波の周波数帯域外にあるノイズを抑制するために、タイム・バリエーション型の帯域通過フィルターを適用した。この時点の結果を、ベクトル化処理の重合時間断面図として SEG-Y ファイルに出力した。

⑤ 重合後時間マイグレーション (Post-Stack Time Migration)

「i) 標準解析」の⑤と同様の手法で、重合後時間マイグレーションを適用した。マイグレーション速度としては、各調査の状況に合わせて採用した以下の速度情報を空間方向に平滑化し、スケーリングして用いた。トカラ列島海域では、対象測線で再解析を実施しているため、再解析で求めた重合速度を採用した。SNSK トカラでは、既存のフィルムの重合断面図に速度テーブルが記載されていたため、この速度情報を採用した。この時点の記録を、ベクトル化処理の重合後時間マイグレーション時間断面図として SEG-Y ファイルに出力した。

⑥ 深度変換 (Depth Conversion)

深度変換速度を用いて、Vertical Stretch 法による深度変換を実施した。深度変換速度は「⑤重合後時間マイグレーション」で参照した速度を空間方向に平滑化した速度関数を用いた。この時点の記録を、ベクトル化処理の重合後時間マイグレーション深度断面図として SEG-Y ファイルに出力した。

以上の解析手順により作成されたベクトル化処理の重合時間断面図の例を図 19 に、ベクトル化処理の重合後時間マイグレーション時間断面図の例を図 20 に、ベ

クトル化処理の重合後時間マイグレーション深度断面図の例を図 21 に示す。

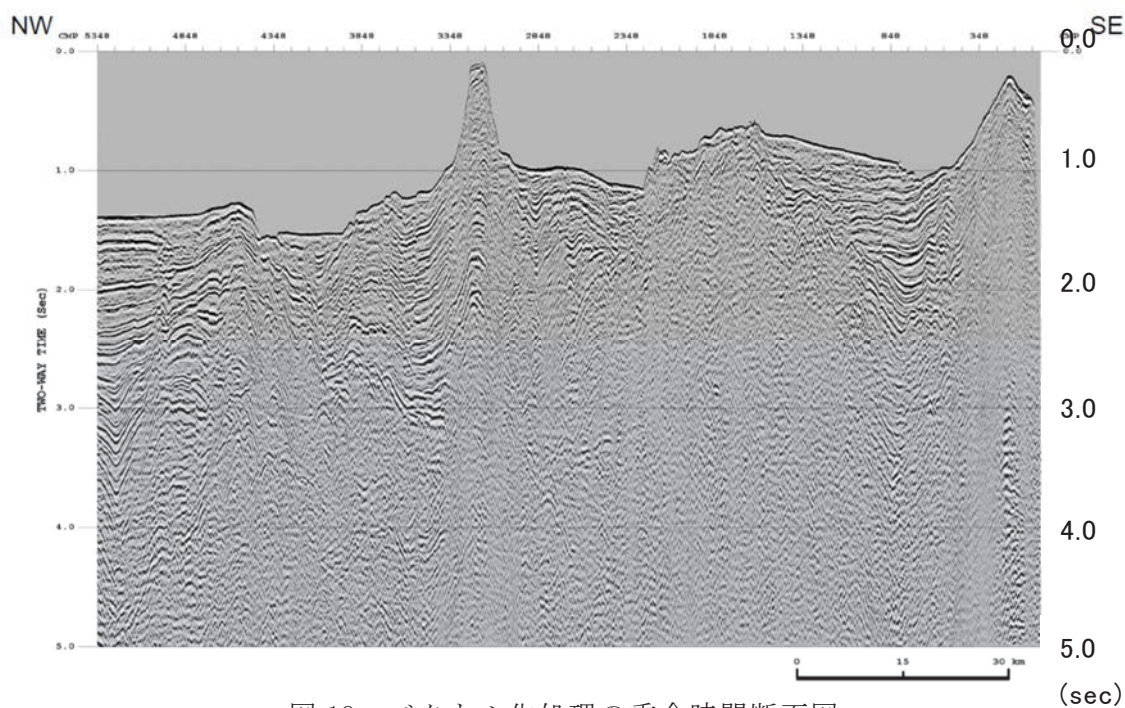


図 19 ベクトル化処理の重合時間断面図

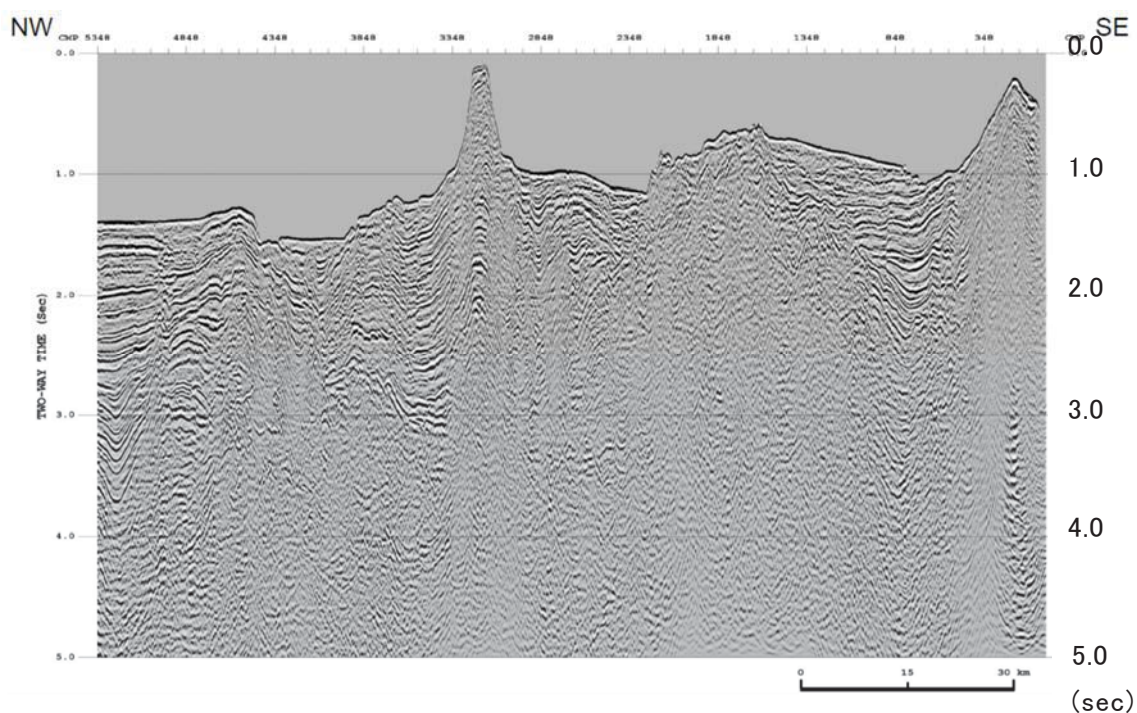


図 20 ベクトル化処理の重合後時間マイグレーション時間断面図

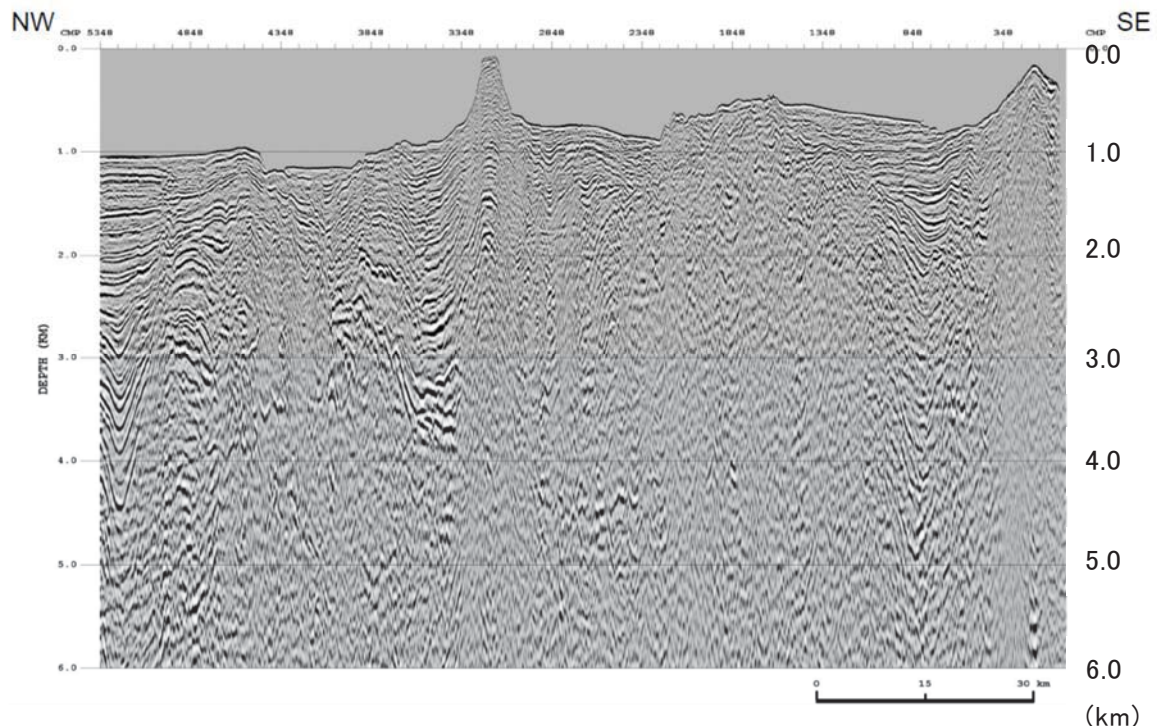


図 21 ベクトル化処理の重合後時間マイグレーション深度断面図

v) インハウス処理

インハウス処理の標準手順が確立されたため、昨年度に引き続き南西諸島海域においてインハウス処理を実施した。対象とした測線は JAMSTEC が 2015 年に調査船「かいれい」で取得した KY15-21 の RK01 と RK02 である（図 22）。位置は奄美大島の北の海域、測線長は 2 測線合わせて約 700 km である。このうち、各測線 200 km の合計 400 km を処理対象として選定した。

a) 業務の実施方法

処理フローの内容は、データチェックの後、フォーマット変換、トレースエディットと最小位相変換を行い、簡易速度解析の後にノイズ抑制処理、多重反射波除去処理、振幅補償、デコンボリューション、1 km 間隔の速度解析後の NMO 補正を行い、帯域通過フィルターを適用した後、最終重合断面を作成した。特に多重反射波解析については、海水面に介在する長周期多重反射波を抑制する SRME を用いた。

b) 既往探査データ等の解析

再解析を実施した既往探査データの概要について、対象とした測線の仕様は以下の通りである（図 22）。

- チャンネル数 444
- 受振点間隔 50 m
- 測線長 406.35 km (RK01)、288.85 km (RK02)、総測線長 695.20 km
- 発震点数 5,097 点

- サンプリング間隔 2 msec
- 発震間隔 50 m

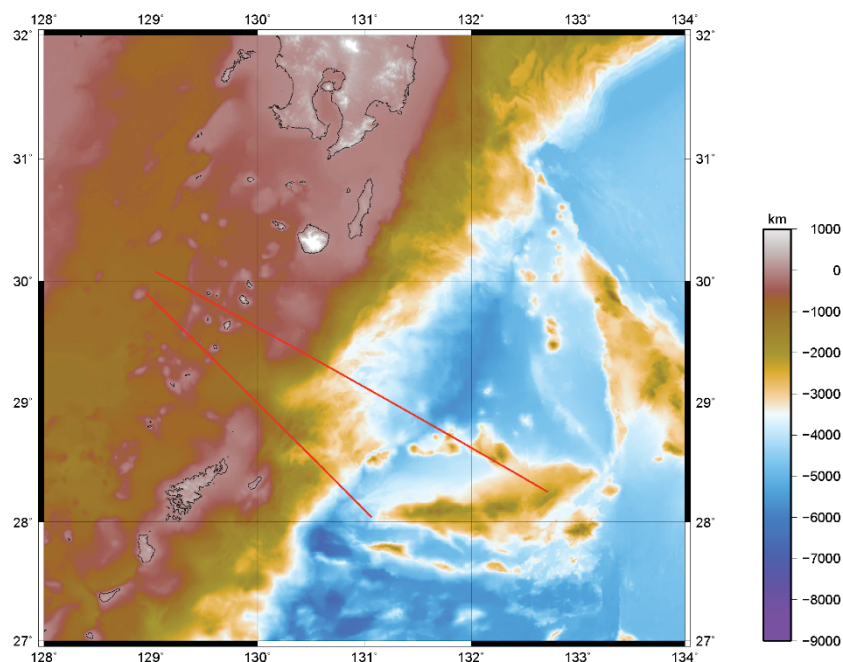


図 22 測線位置（北側が RK01 測線、南側が RK02 測線）

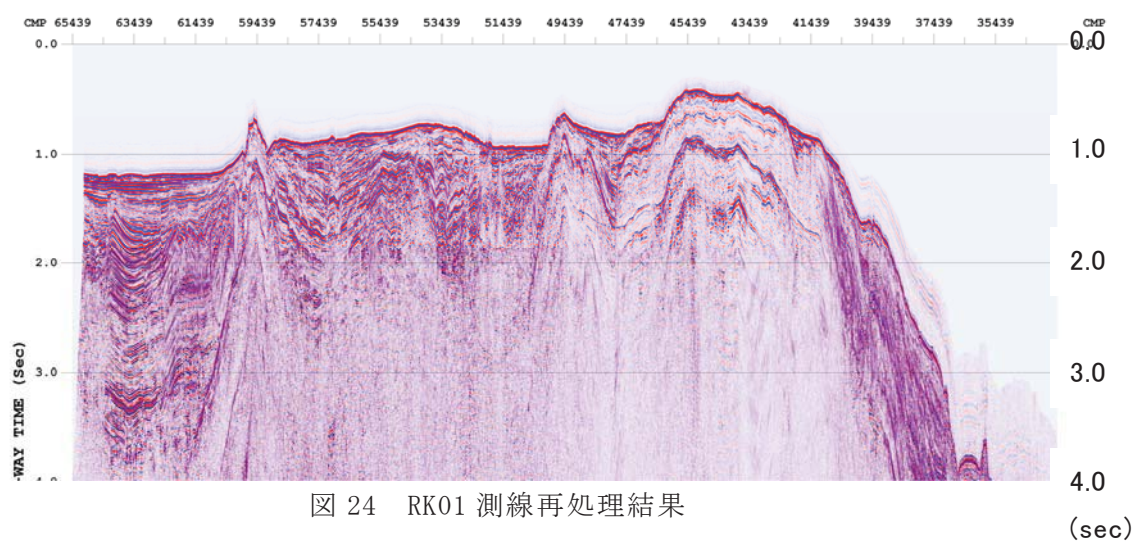
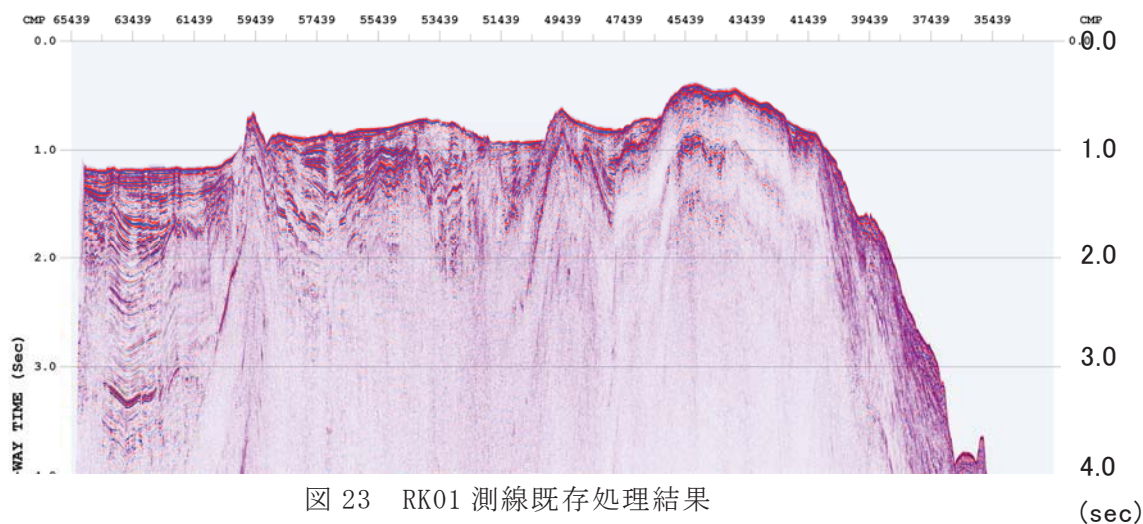
c) データ解析

データ解析は、前記のデータ再解析とほぼ同じ処理過程を踏襲したため、ここでは処理項目を順番に記載するのみで、特記すべき内容がない限り、処理内容については割愛する。

1. データ確認 (Data Check)
2. フォーマット変換 (Format Conversion)
3. 測線情報の入力 (Geometry Application)
4. トレースエディット (Trace Edit)
5. 波形変換解析 (Signature Dephasing)
6. 予備的な速度解析 (Preliminary Velocity Analysis)
7. 帯域通過フィルター (Bandpass Filter)
8. 重合前ノイズ抑制解析 (Pre-Stack Noise Attenuation)
9. Surface Related Multiple Elimination (SRME)
10. 振幅補償 (Amplitude Recovery)
11. デコンボリューション (Deconvolution)
12. 速度解析 (Velocity Analysis)
13. NMO 補正 (NMO Correction)
14. Dip Move Out 補正 (DMO Correction)
15. アウトサイドミュート (Outside Mute)

16. 振幅調整 (Trace Scaling)
17. CMP 重合 (CMP Stack)
18. 信号強調 (Signal Enhancement)

図 23 は、船上で実施された既存処理結果を示す。この処理結果を参考にインハウスで再処理を実施したが、その処理結果は図 24 である。



処理結果の違いを明らかにするために、既存処理、及び再処理結果の拡大図を以下に示す。図 25 は、既存処理を拡大したもので、図 26 は同じ範囲での再処理結果を示している。

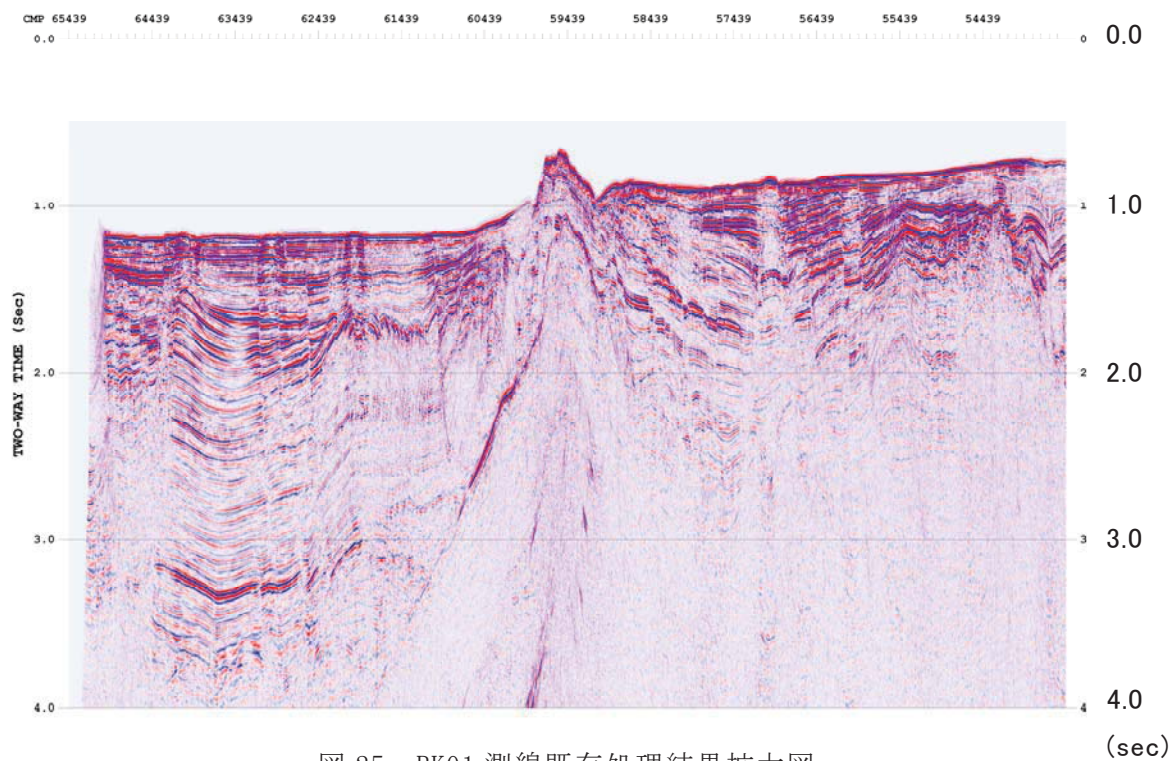


図 25 RK01 測線既存処理結果拡大図

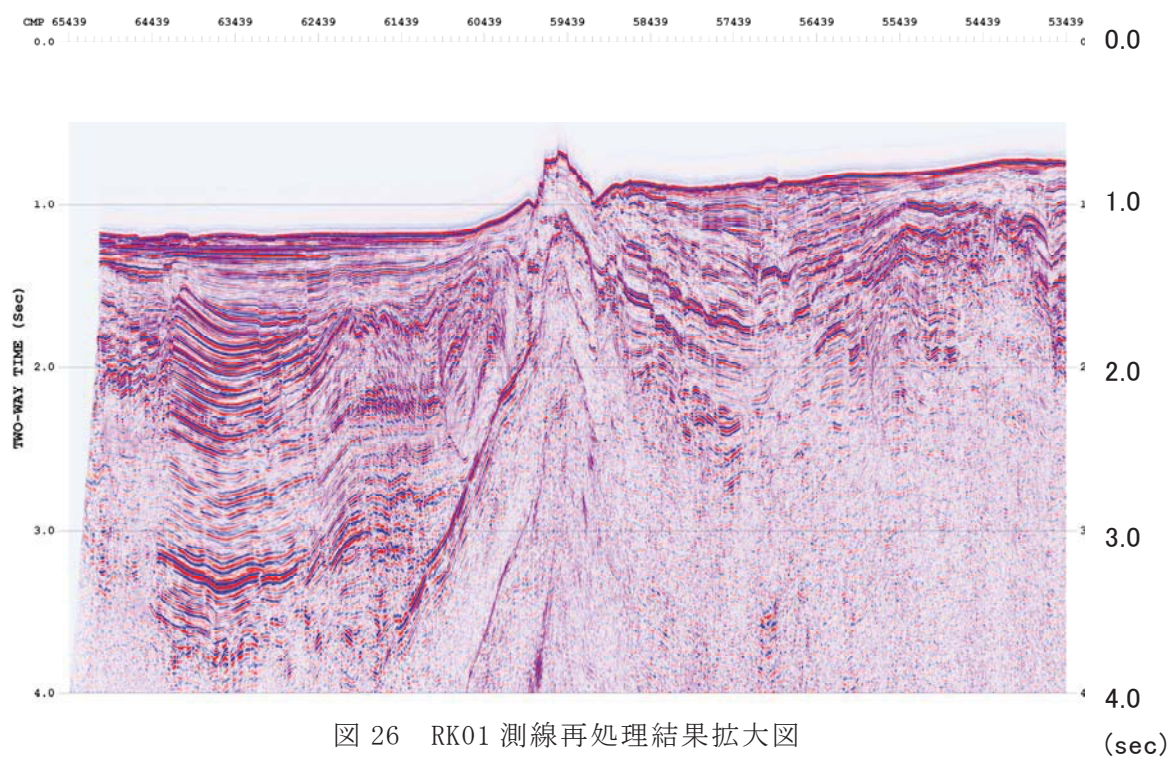


図 26 RK01 測線再処理結果拡大図

今回実施したインハウス処理では、既存の処理結果と比較し、海底に起因する多重反射の除去ができ、堆積層内の反射面の連続性が向上していることが明らかになった。

2) 海域における速度構造モデルの作成

様々な機関で取得されたデータを統一された速度構造モデルを利用して、一様に時間ドメインから深度ドメインへと変換を行う。過去に取得されたデータで深度断面が存在しないデータや SCS データで深度ドメインへの変換が行えないものなども、速度構造モデルを作成することで深度断面への変換が可能になる。これによって断層情報も時間ドメインから深度ドメインに変換することができ、断層モデルについて議論することができるようになった。

断層情報はその形状や深さ方向への広がりなどについては、深度での議論が望ましく、今回、深度で議論ができるようになったことで、より断層について詳細に評価を行えるようになった。深度ドメインへと変換を行った断層についてはサブテーマ(3)に情報を提供する。

平成 28 年度は南西諸島海域全域において速度構造モデルを作成した（図 27）。作成方法についても利用する速度データの検討を行い、平成 27 年度に実施した処理フローを修正した。なお、浅部の速度構造モデルを構築するにあたっては、反射法データの処理過程で使われる重合速度も使用した。



図 27 速度構造モデル対象領域（赤枠内）

a) 業務の実施方法

本年度は昨年度の南西諸島南部海域に南西諸島北部海域を追加したエリアにおいて速度構造モデルを構築した。作成するにあたり、JOGMEC、JAMSTEC、AIST、JCG などの様々な機関から提供された反射法データ、OBS 調査データ及び坑井の情報を使用し、海底面、A-horizon、B-horizon の解釈（図 28）を行った。A-horizon とし

て、主に南西諸島海域の広い領域に形成されている堆積層内の不整合面を追跡した。B-horizon は堆積層と上部地殻との境界、所謂、音響基盤と定義した。海底面は全ての測線で追跡し、海底面以下の A-horizon、及び B-horizon は深部まで反射波が明瞭に見えているマルチチャンネルデータ測線で解釈を行った。B-horizon 以下の C-horizon 及び Moho 面については既存の論文や海上保安庁が地殻構造探査として実施した OBS 調査測線の速度データを基にして作成した（図 29）。C-horizon は上部地殻と下部地殻の境界にあると考えられる速度ギャップの箇所とし、OBS 調査の速度情報や論文をもとに深度を決定し、情報のないエリアは上部の B-Horizon に平行となるように作成した。Moho 面は下部地殻とマントルとの境界で C-Horizon と同様に OBS 調査の速度構造や人工衛星（GOCE）による重力マップを参考に作成した。この各 horizon から 1 km グリッドの surface を作成した（図 30, 図 31）。作成した速度モデルは、地震波速度の差異に注目して境界を設定したため、必ずしも地質的な境界とは一致しない場合もある。

この解釈した horizon に基づいて surface を作成し、層構造の作成を行った。速度データとしては、反射法データや OBS 調査データ、坑井の速度データ及び既存論文情報などを使用して、各層構造に速度関数を与え、速度構造モデルを作成した。速度構造モデルは水平方向 1 km グリッド、鉛直方向 100m 間隔の解像度で作成した。作成した速度構造モデルを用いて、反射法データ及び断層情報の深度変換を行った。

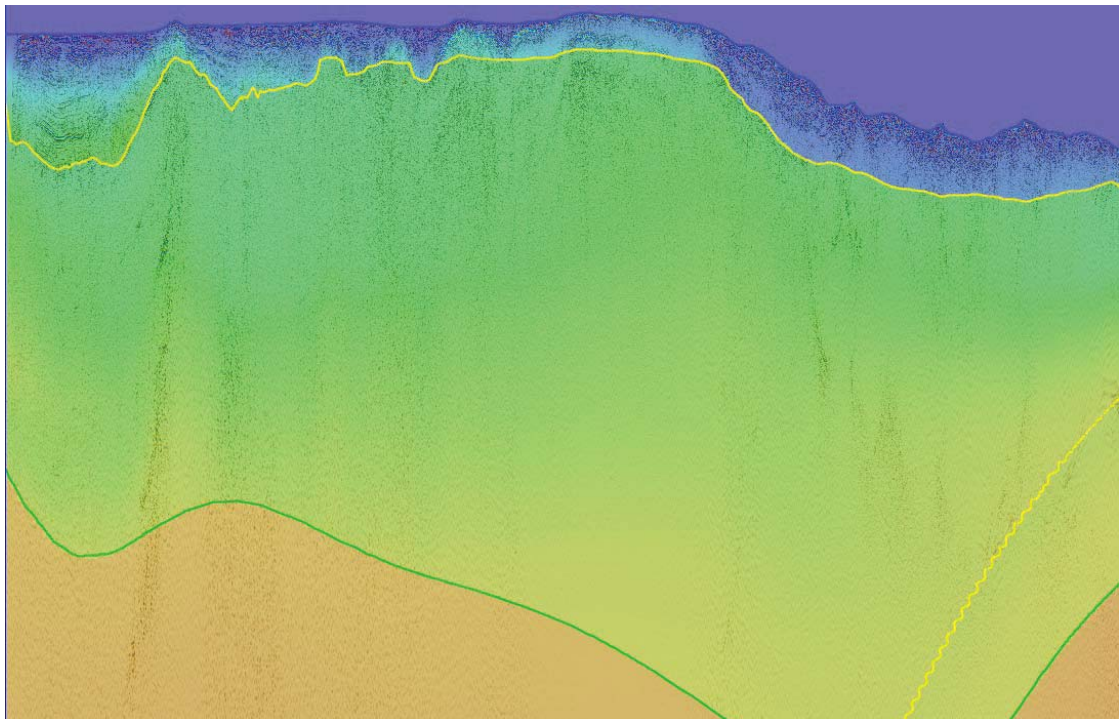


図 28 反射記録断面図上での Horizon 解釈の例（緑線は B-horizon を示す）

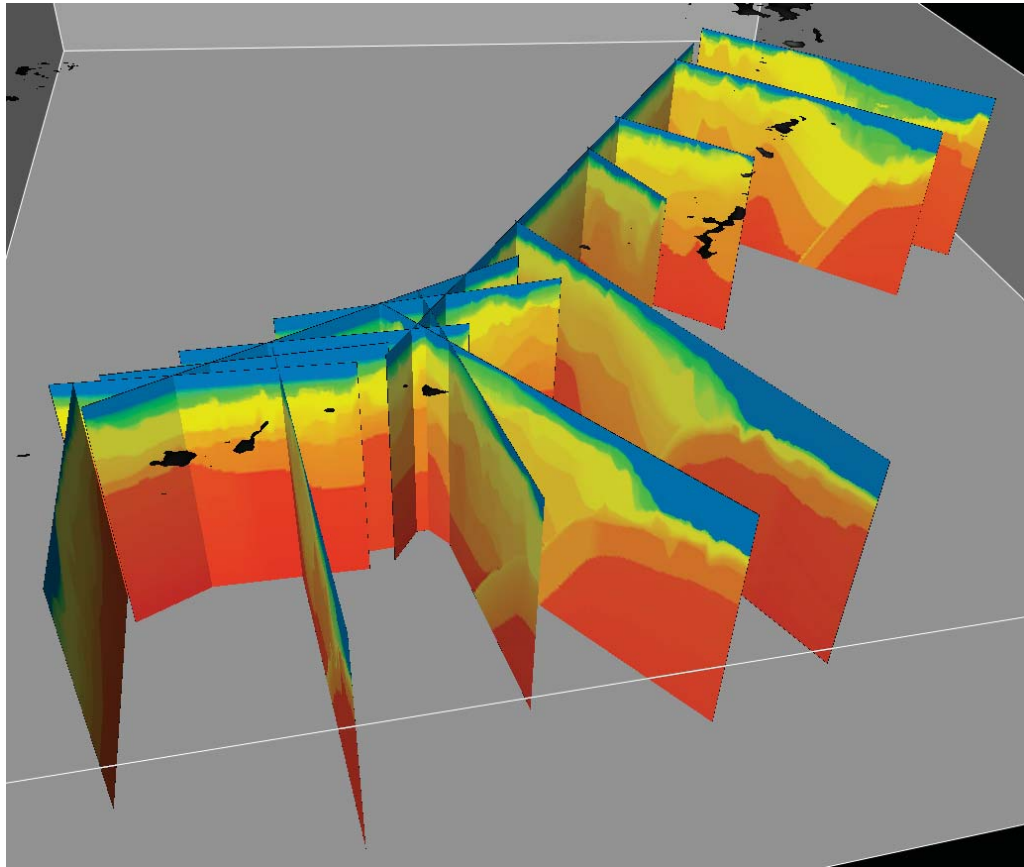


図 29 OBS 調査で得られた速度の例

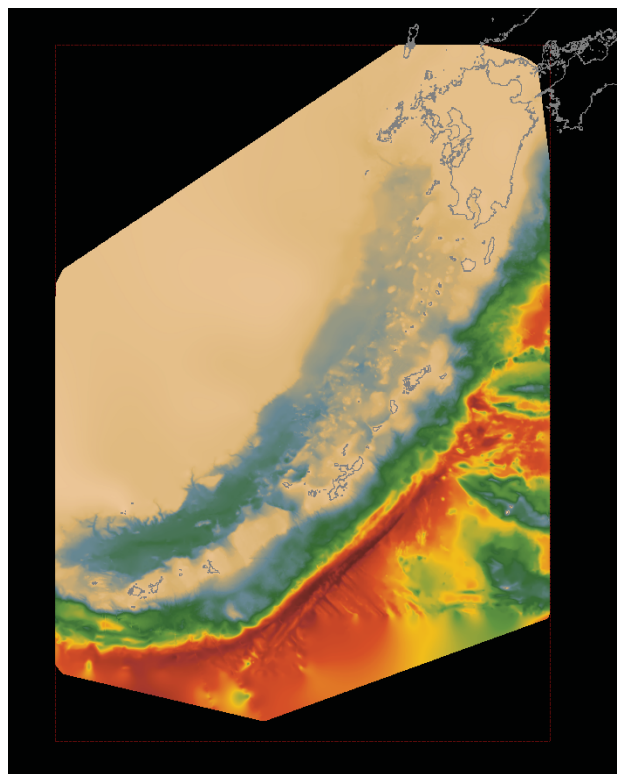


図 30 海底面の解釈範囲

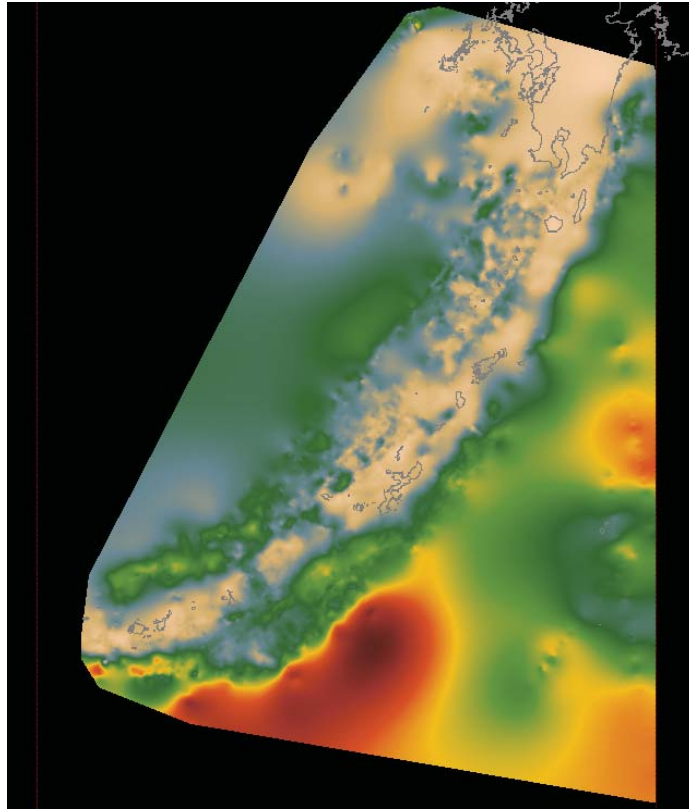


図 31 B-horizon の解釈範囲

b) 業務の成果

本年度は昨年度に引き続き南西諸島海域の速度構造モデルの作成を行ったが、昨年度作成した南部海域に北部海域のデータを追加し、南西諸島海域全体の速度構造モデルを作成した。基にした速度データは反射法データの再処理の際に得られるDMO処理時の速度データやOBS調査で作成された速度である。また、坑井のデータを用い速度のキャリブレーションを行ったが、本年度対象領域には坑井が少ないため、適用した範囲は少ない。

作成した各 surface から層構造 (Sea Water、Sediment、Upper Crust1、Lower Crust1、mantle1、Upper Crust2、Lower Crust2、mantle2) を作成する。今年度対象領域では、フィリピン海プレートがユーラシアプレートに沈み込んでいるため、層構造もそれを反映したものにした。前述の Upper Crust1、Lower Crust1、mantle1 がユーラシアプレート側、Upper Crust2、Lower Crust2、mantle2 がフィリピン海プレート側に位置する。フィリピン海プレート側のデータは少ないため、データが存在する地点からほぼ均一な厚さで外挿した。この層構造に速度を当てはめて計算を行い速度キューブを作成した。速度キューブの作成方法は、まず Sea Water、Sediment のみの速度キューブを用意し、この速度構造モデルを使用して時間ドメインであった海底面、A-horizon、B-horizon を深度ドメインに変換する。その後、マントルまでの最終速度構造モデルを深度ドメインで作成する。この時、Sediment には反射法データの再解析で得られた速度と OBS 調査で得られた速度を、Sediment 以下は上部地殻、下部地殻、マントルに区分し、OBS 速度情報や既存論文などを参考

に速度構造を求めた（図 32）。次に、上部地殻は下面を 6,200m/sec の速度、下部地殻は上面を 6,580 m/sec の速度とした。論文等では、上部地殻と下部地殻の境界には速度ギャップの存在が示唆され、本プロジェクトの速度構造モデルも速度ギャップを含むモデルとした。また、マントルの地震波速度は 8,000 m/sec 一定値とした。

次に、この最終速度構造モデルを使用して反射法データ及び断層情報の深度変換を行った。今回得られた三次元層構造を図 33 に示す。図 34 と図 35 は、対象エリア東西の速度プロファイルに対して、西から東にかけて速度構造が変化している様子を示した三次元速度構造を輪切りにしたイメージである。

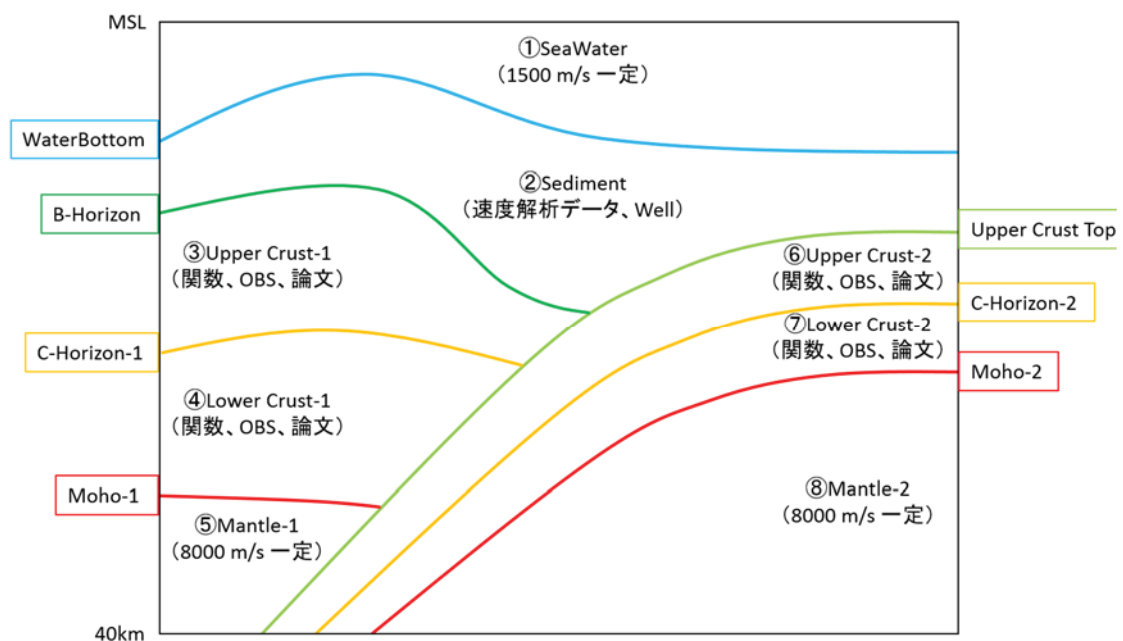


図 32 速度構造の層構造図

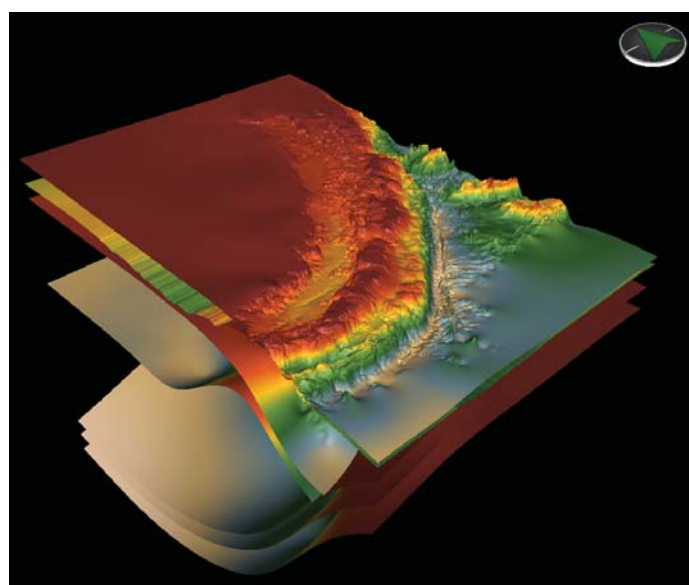


図 33 horizon 深度を示した三次元層構造

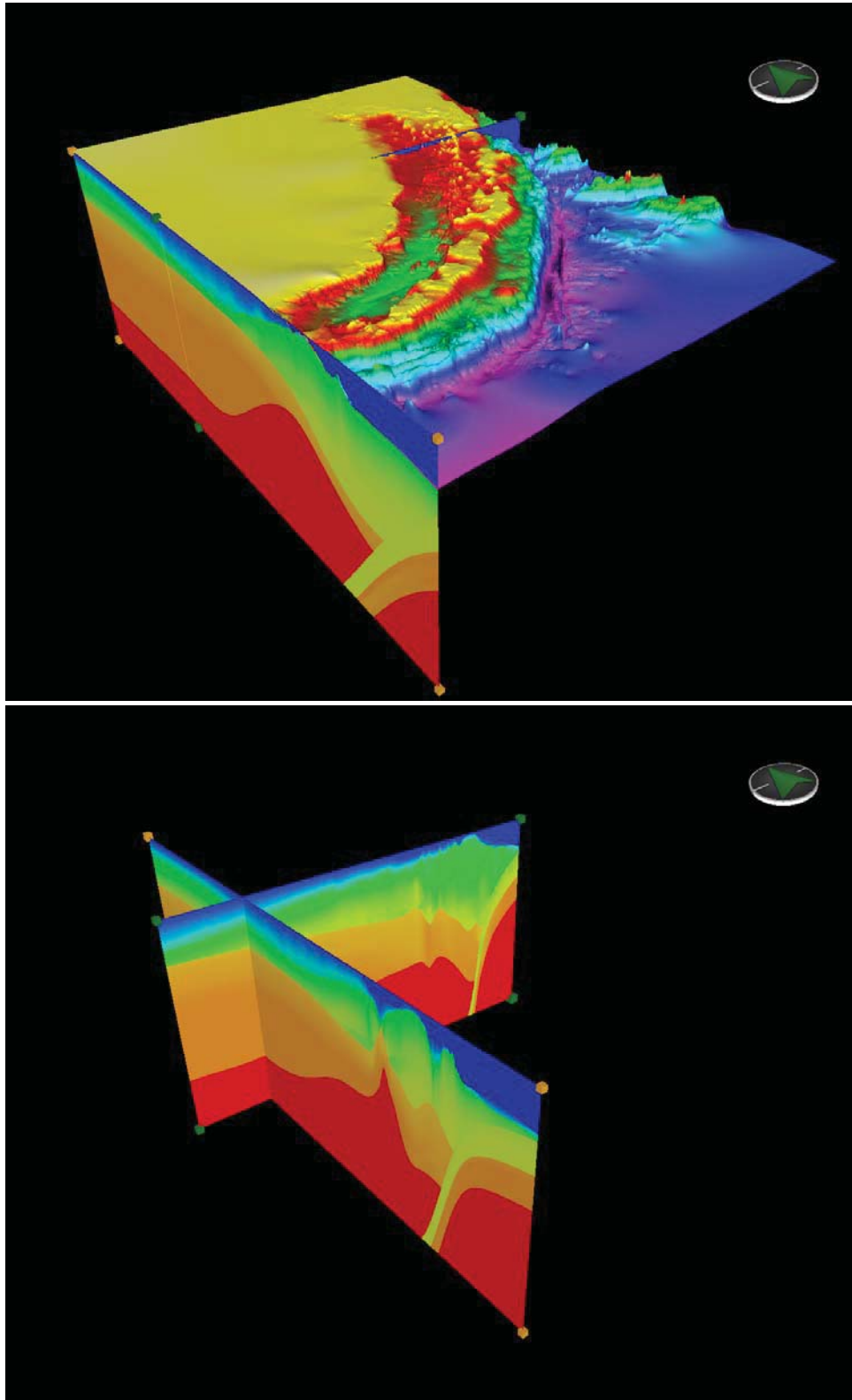


図 34 作成した速度構造モデル

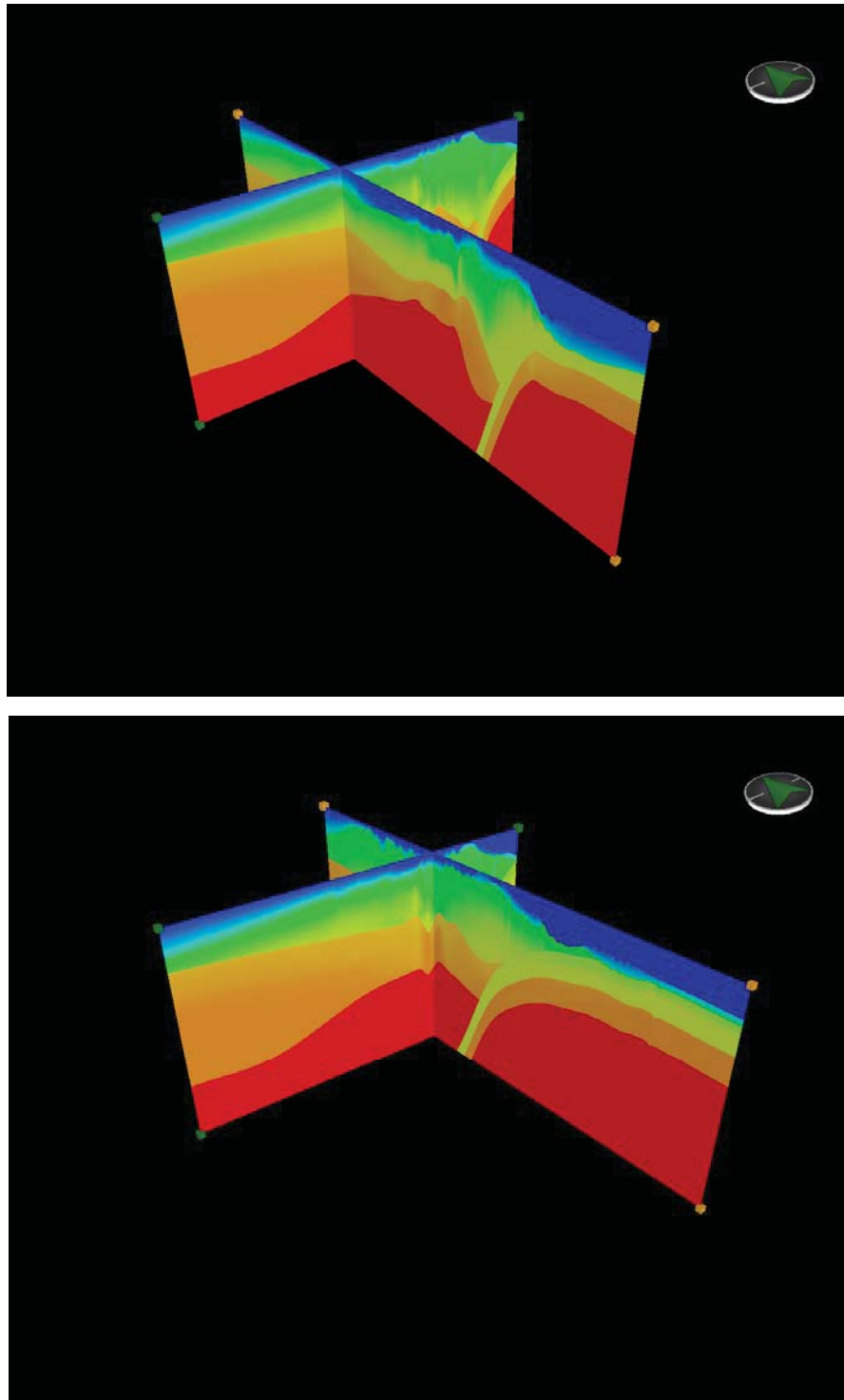


図 35 作成した速度構造モデル

c) 結果

南西諸島海域については、昨年度は南部海域の速度構造モデルを作成したが、本年度はこれを拡張し南西諸島海域全体の速度構造モデルを作成した。この速度構造モデルを使い、断層の深度変換を実施し、おおむね満足に行く結果が得られた。来年度は伊豆小笠原海域の速度構造モデルを作成する予定である。

3) 統一的断層解釈

a) 概要

平成 28 年度の対象海域は九州西岸から南西諸島北部である。南西諸島は九州から台湾にかけて連なっており、その距離は約 1,200 km に及び、海域においても琉球海溝や沖縄トラフを含んだ領域であるためかなりの広域となる。そのため南西諸島海域を北部と南部で2カ年度に分けて作業を実施した（図 36）。地震探査データの収集・登録と再処理については昨年度より着手しており、各機関や民間企業から借用した。本年度は北部の解釈準備ができたことから、九州西岸から南西諸島北部を対象海域とした。主に長崎県・熊本県西方海域と鹿児島県西方海域並びに大隅・奄美諸島海域の解釈作業を実施した。

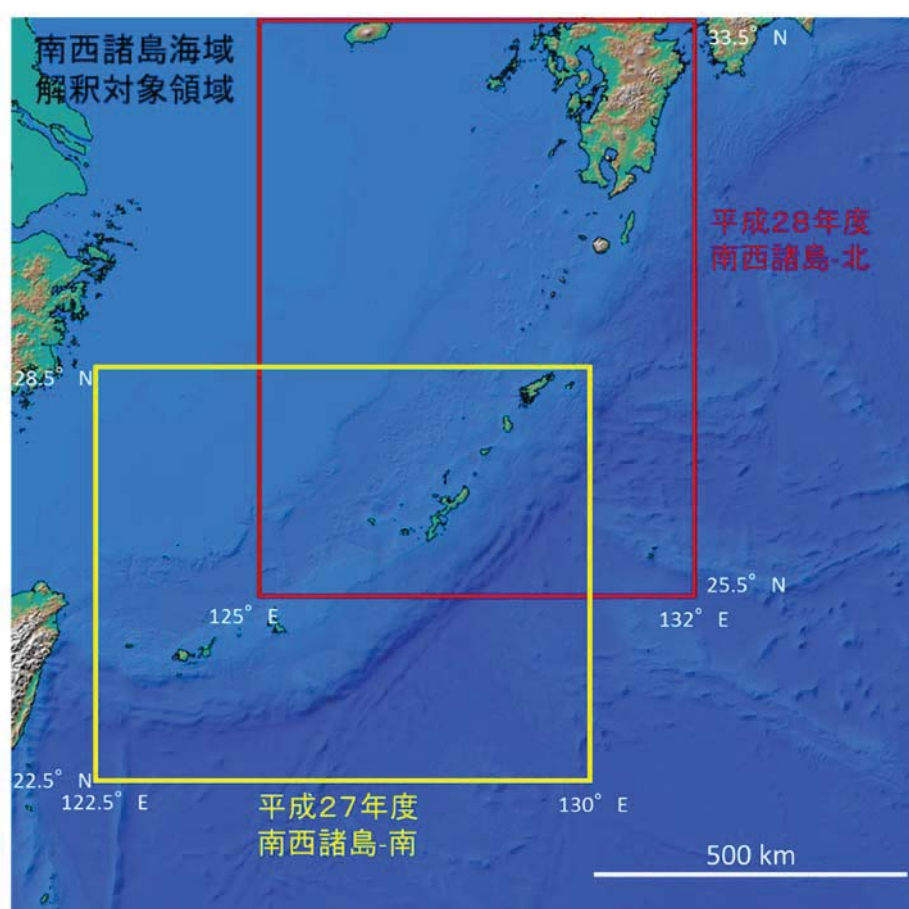


図 36 南西諸島海域解釈対象領域図

南西諸島は、九州から台湾にわたる琉球列島とその東側に位置する大東諸島を含む島嶼を指す。琉球列島は琉球弧を形作る列島で、種子島、屋久島、奄美大島、沖縄島、宮古島、石垣島などの琉球外弧の列と霧島火山群や桜島の延長上の火山島からなるトカラ列島を含む。琉球弧の太平洋側にはフィリピン海プレートが琉球海溝に沿って沈み込み、大陸側の背弧には沖縄トラフが発達する。対象地域の北端である九州は、地理的に対馬海峡を挟んで朝鮮半島と繋がるユーラシア大陸の一部であり、東北日本や琉球列島のようにトラフにより明瞭に大陸と分離されていない。対馬海峡は、幅約 200 km、水深 90 m～100 m の浅い海であり、海峡内に明らかな海盆は存在しないため氷河期の海水準低下期には陸橋であったと考えられる。それより南方の五島列島と天草下島との間には、水深 200 m 程の五島灘と天草灘が広がり、水深は福江島と天草下島を結ぶ線から南へ急激に深くなり、沖縄トラフ北端を構成する水深 1,000 m 程の男女海盆へと至る（図 37）。五島列島の南西には北西－南東方向に長軸を有する水深 300～500 m の福江海盆が存在し、北方からの古河川はここに集まる。福江海盆からは深い海底チャンネルが男女海盆へと直線的に南東方向に流れており、反射記録断面上でチャンネルが両岸の若い地層を削剥する様子が確認できることから、海水準低下期に福江海盆から溢れた水流により形成されたものと考えられる。沖縄トラフの西縁は東シナ海大陸棚により画されるが、東縁北部は雁行して南に延びる天草、甕島列島、宇治群島、草垣群島に規制され、草垣群島の南から屋久島と種子島のある種子・屋久海脚まで東に広がる。ここから沖縄本島付近まで沖縄トラフの東部はトカラ列島に代表される火山地帯として琉球列島に沿って複雑な地形を呈している。

対象海域の地質は、古第三紀～新第三紀層が五島列島や九州北西部の広い範囲に分布する一方、付加体の形成と関連した前期古生代の深成岩類やシルル紀～デボン紀の海成層及び付加コンプレックスが、九州中央部、九州山地北部の洞が岳や祇園山に沿って分布する。更に、九州南部からトカラ列島にかけては霧島や桜島などの活火山が列をなしている（図 38）。

九州西方沖、五島灘及び天草灘は、沖縄トラフ北端の影響を強く受け南に開いた堆積盆地となっており、この海域では基礎試錐や石油開発企業の探鉱活動により数坑の坑井が掘削されている。これにより、堆積盆地には層厚 2,000～4,000 m 以上の厚い新生代堆積物が確認されている。一方、陸側の天草諸島下島の海岸沿いには白亜紀層や三波川変成岩類が露出しており、このことから陸域と海域との間には落差の大きな断層が推定される。

甕島列島は、後期白亜紀～中期始新世の堆積岩で構成され、そこに中新世の花崗岩が貫入する。東の薩摩半島には前期～後期白亜紀の付加コンプレックスが広く分布し、その間の久多島にはジュラ紀の付加コンプレックスで構成されることから、この海域には広く基盤岩が露出していると考えられる。甕島列島と南に雁行する宇治海丘・草垣海丘は、基盤岩の上に噴出した後期中新世～鮮新世の火山岩より成り、九州大陸地殻の西縁を形成している。

大隅半島の南部に位置する大隅諸島は、四万十層群より成る種子島と四万十層群中に新第三紀花崗岩が貫入した屋久島とその西部に散在する火山島群より成る。四万十層群より成る基盤は、屋久島の南約 100 km のトカラチャンネルまで続き、種子・

屋久海脚と呼ばれている。トカラチャンネルの南の奄美諸島は主に大陸地殻より成るが、後期ジュラ紀～後期白亜紀の付加コンプレックスであり、北の種子・屋久海脚より古い時代を示す。

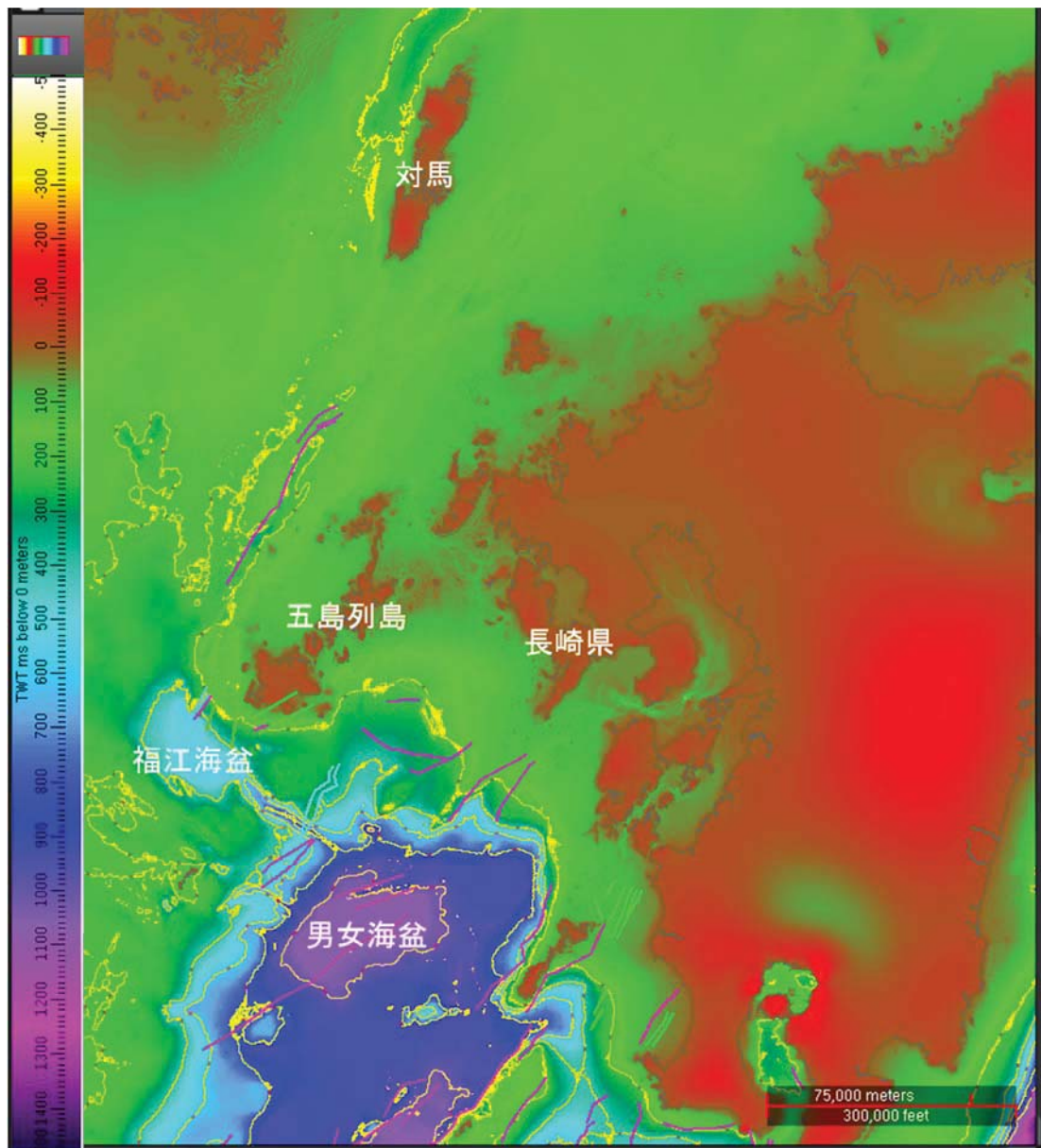


図 37 対馬海峡海底地形図（カラーマップ）

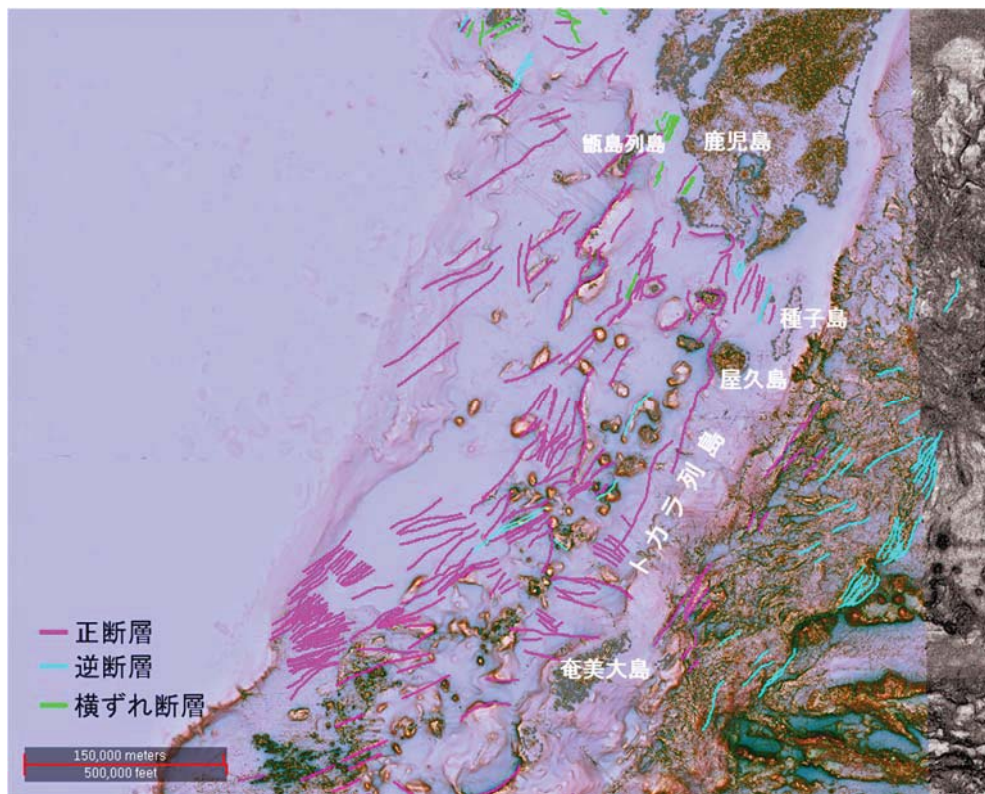


図 38 沖縄トラフ北部の海底地形と断層分布

b) 解釈方法

i) 断層の特定

本プロジェクトにおいて平成 26 年度に実施した日本海海域では、断層を特定する基準を海底面下の地質構造に変位（堆積層のずれや撓曲など）があることが第一の基準とし、海底地形に変位が現れているかを第二の基準とした。

特定した断層は断層面として空間的に連続するかを判断するために、以下の基準を設定した。

- ・断層が反射記録断面上で明確に確認できる。
- ・地質構造から、同じ断層と認識できる。
- ・新規断層の場合、連続して 3 測線以上の反射記録断面で確認できる。
- ・既存の断層位置とほぼ同じ位置にある場合は、連続して 2 測線で確認できる。

ただし、南西諸島海域の反射法データは測線密度が粗く、隣りあう測線でも連続した地質構造であるかどうか判断するのは困難であり、加えて断層が無数に存在するような特徴もみられ、それらの空間的な発達や分布域を特定することはできない。そのため、平成 27 年度の南西諸島南部海域と同様に海底地形図を用いて、反射記録断面で特定できた断層の空間的連続性を判断した。一方、東シナ海 seabed topography map は粗い部分が多く、JAMSTEC が作成した立体赤色地図も全てを盛り込むことができなかったため、陰影図、M7000 シリーズの DEM 等複数の素材を比較しな

がら連続性を判断した。

ここに、断層を特定するために考慮した6項目は、平成27年度と同様に、以下の通りである。

- ・ 小さな構造特徴を追跡するのではなく、既存の地質図や海底地形で認識できる大構造の断層を特定する（図39）。
- ・ 断層面と判断できる場合、断層両端の延長は海底地形図の地形特徴（リニアメント等）を参考に延長する（図40上図）。
- ・ 断層による海底地形の変位が1測線でのみ確認、且つ20km以内に測線が無い場合、海底地形図の地形特徴（リニアメント等）を参考にして延長し、断層と認定する（図40下図）。
- ・ 海底面まで変位は達するが、海底地形に変位が無い断層は2本以上の測線が必要である（図41）。
- ・ 反射記録断面で海底面直下の構造が不明瞭であっても、断層によるものと判断できる明瞭な地形特徴がある場合は、断層と特定する（図42）。
- ・ 測線が無い海域では断層を特定しない。

以上の条件に当てはまる断層面を特定し、平成27及び28年度の成果とした。

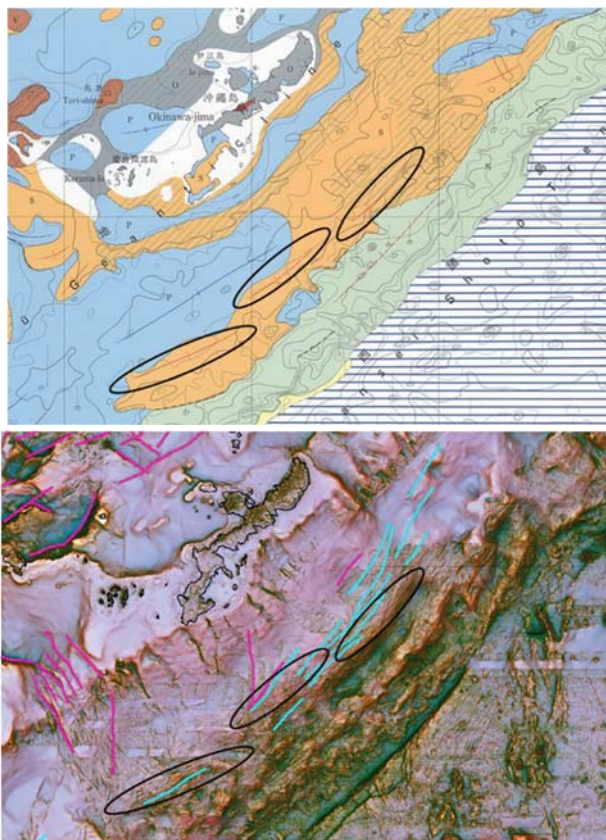


図 39 （上図）琉球島弧集権広域海底地質図（1977）においての構造（黒楕円）
（下図）同位置の解釈断層分布（構造線に沿った断層を認定した。）

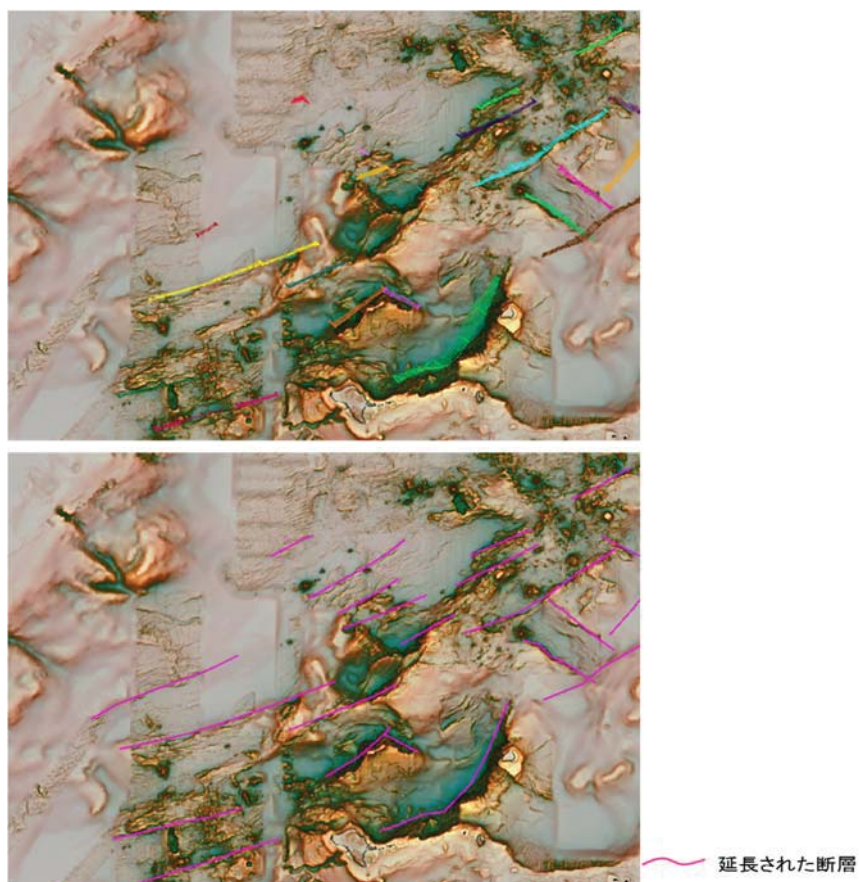


図 40 (上図) 各測線で解釈した断層 (色別に表示)
(下図) 海底地形を参考に解釈断層の延長部を決定

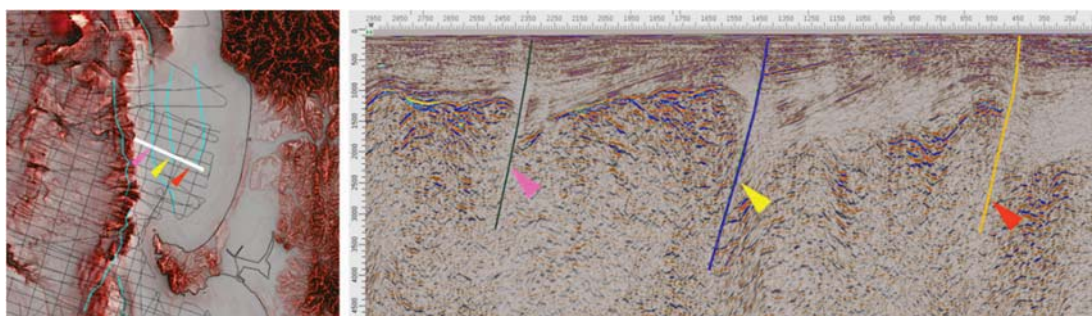


図 41 反射記録断面図で解釈した海底に変位がない断層 (色矢印)
(2 本以上の測線で連続性が確認できる場合は認定する。)

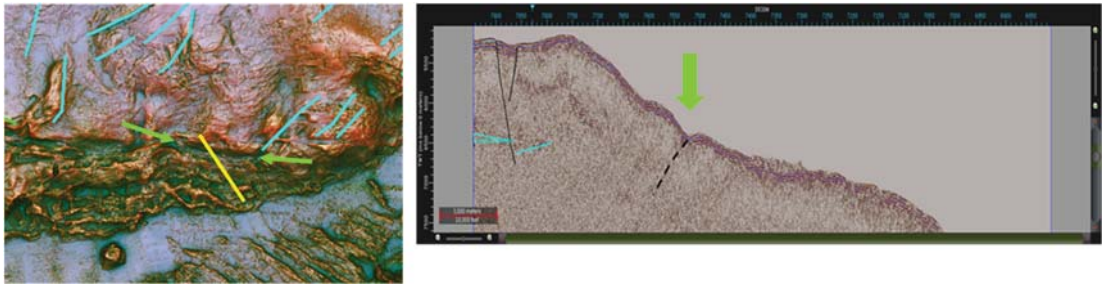


図 42 反射記録断面図では不確実な断層（黒破線）

（緑矢印：断層による地形と判断できる明瞭な特徴がある場合は断層と認定する。）

ii)断層のランク付け

本プロジェクトで断層モデルの作成に持ち込むためには、特定された断層が活断層であるのか否か、が重要な判断基準となる。断層による変位が海底地形に現れている場合は、断層が現在も活動していて今後も活動する可能性があるとは判断できる。また海底地形の変位が少なく、平坦になっている場合は海底地形の変位が削剥されるほど長期間活動がなかったことを示しているか、横ずれ断層の可能性もあり、海底面付近まで延びている場合は、活動を繰り返す可能性があるとは判断した。

今回の南西諸島海域で特定した断層は縦ずれの成分が大きく、変位が海底地形に現れている。日本海海域断層のランク付けの要素は海底地形の変位の有無であったが、南西諸島海域ではさらに断層面の確実度、「複数の解釈断層による空間的連続性を認定したものなのか」、「ひとつの解釈断層から地形特徴を参考に延長したものなのか」を分けて、表 7 に示すようなランク付けを行った。

ランクⅠ：複数の反射記録断面で地質構造に変位があり、且つ、海底地形にも変位がある。

ランクⅠ”：1つの反射記録断面で地質構造に変位があり、且つ、海底地形にも変位がある。

ランクⅡ：複数の反射記録断面で地質構造に変位があるが、海底地形には変位が見られない。

表 7 断層の確実度のランク付け表

	複数測線	単数測線
海底地形変位あり	Ⅰ	Ⅰ”
海底地形変位なし	Ⅱ	

また、断層がどの深度まで延びているかのランクは層序区分で判定した。

ランク A : Sediment 1 (通常堆積物中に見られる不整合面より浅い堆積物中)

ランク B : Sediment 2 (通常堆積物中の不整合面と音響基盤の間の堆積物中)

ランク C : Upper Crust (上部地殻中)

ランク D : Lower Crust (下部地殻中)

表 8 断層ランク付け一覧

	A	B	C	D
I	I A	I B	I C	I D
I "	I " A	I " B	I " C	I " D
II	II A	II B	II C	II D

表 8 は、断層の确实度と断層の延びを考慮した一覧表である。ここに記載されたランクが、断層と認定した解釈すべての断層に記載し取り纏めた。

iii) 利用したデータ一覧、及び各データの特徴

断層解釈作業に利用した反射記録データは以下の機関から提供された。

独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 (JOGMEC)

国立研究開発法人 海洋研究開発機構 (JAMSTEC)

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 (AIST)

石油資源開発株式会社 (JAPEX)

国際石油開発帝石株式会社 (INPEX)

新西日本石油開発株式会社 (SNSK)

海上保安庁 (JCG)

使用するのは MCS と SCS のデータである。MCS は JAMSTEC で取得したものをはじめ、JOGMEC や民間石油会社から提供された主に石油探査用のものと、JCG から提供された大陸棚調査用のものである。MCS データの特徴は以下のとおりである。

- ✓ 震源エネルギーが大きく、且つ重合効果で深部までのイメージを取得できる。
- ✓ 反射法データの処理過程で速度情報の入手が可能。
- ✓ ゼロオフセットへの補正がされているので、急斜面を除き、MCS 同士の交点では反射面が一致する場合が多い。
- ✓ 調査測線の密度が粗い。
- ✓ 震源の周波数帯域が相対的に低く、データの分解能が低い。

一方、AIST より提供された SCS データの特徴は、以下の通りである。

- ✓ ゼロオフセットへの補正がなされていないので、浅海では海底面が実際より深く出て MCS との対比でずれが大きい。
- ✓ 海底面からのマルチプルの影響が顕著で、特に浅海での地層解釈が困難となる。しかし、水深の深い所では比較的良好な反射が得られる。
- ✓ 鹿児島県周辺では甕島列島以東の 1984 年データが利用できるが、南西諸島地域では屋久島周辺より北寄りにしかデータがない。

なお、九州・南西諸島海域で AIST から提供された SCS は鹿児島県沖合のみであるため、鹿児島県本土周辺以外は MCS データのみを使用し、解釈作業を実施した。

iv) 解釈システム

当該プロジェクトを実施するに当たり、平成 25 年度に導入済みの解釈システム DecisionSpace (Landmark 社製) を利用した。表 9 はその詳細を示す。

表 9 導入されたソフトウェア一覧

ソフト名		ソフトの役割
CTC e-Geo	1 ライセンス	DB 構築用ソフトウェア
Landmark Openworks	7 ライセンス	再解析・解釈データプロジェクト管理ソフトウェア
Landmark GeoData Load	1 ライセンス	データインポート/エクスポートソフトウェア
Landmark ProMax2D/3D	1 ライセンス	地震探査データ処理ソフトウェア (2D/3D)
Landmark DecisionSpace Base Module	6 ライセンス	再解析・解釈データ可視化ソフトウェア
Landmark DecisionSpace Geophysics Module	2 ライセンス	速度構造モデル構築用ソフトウェア
Landmark Geologic Interpretation Component	2 ライセンス	地質解釈・地質モデリングソフトウェア
Landmark Seismic Interpretation Component	4 ライセンス	断層・ホライズン解釈ソフトウェア
Landmark DecisionSpace GIS Module	4 ライセンス	GIS データ表示
Landmark ZEH	1 ライセンス	CGM/CGM+表示/プロットイング/コンバートソフトウェア

図 43 は、解釈システムのハードウェア構成を示す。

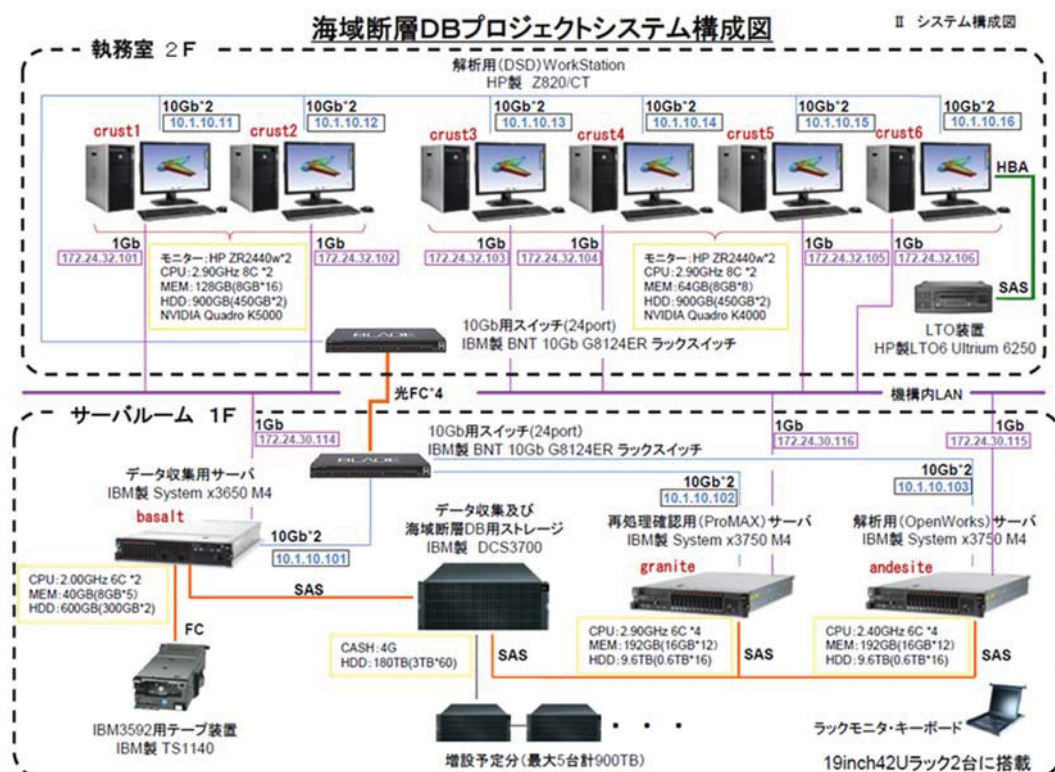


図 43 DB 及び解析・解釈システムのハードウェア全体構成図
(赤点線枠が DB 部分、枠外が解析・解釈システム部分を示す。)

v) 使用した資料等

① 日本周辺海域の第四紀地質構造図

南西諸島海域の断層を調べる上で、徳山・他（2001）による「日本周辺海域の第四紀地質構造図」の断層マッピングを断層解釈の参考とした。断層マッピングを解釈システム上にトレースし、反射記録断面上で認識できれば変位方向や形状をみて断層面として特定した。

② 水深図

海底地形図は以下のデータを編集した海底地形データを使用した。

- JAMSTEC シービーム
- JCG 水深グリッドデータ
- NOAA マルチビーム
- M7000 シリーズ
- J-EGG 500m メッシュ
- SRTM15 Plus
- GEBCO2014
- SRTM-1

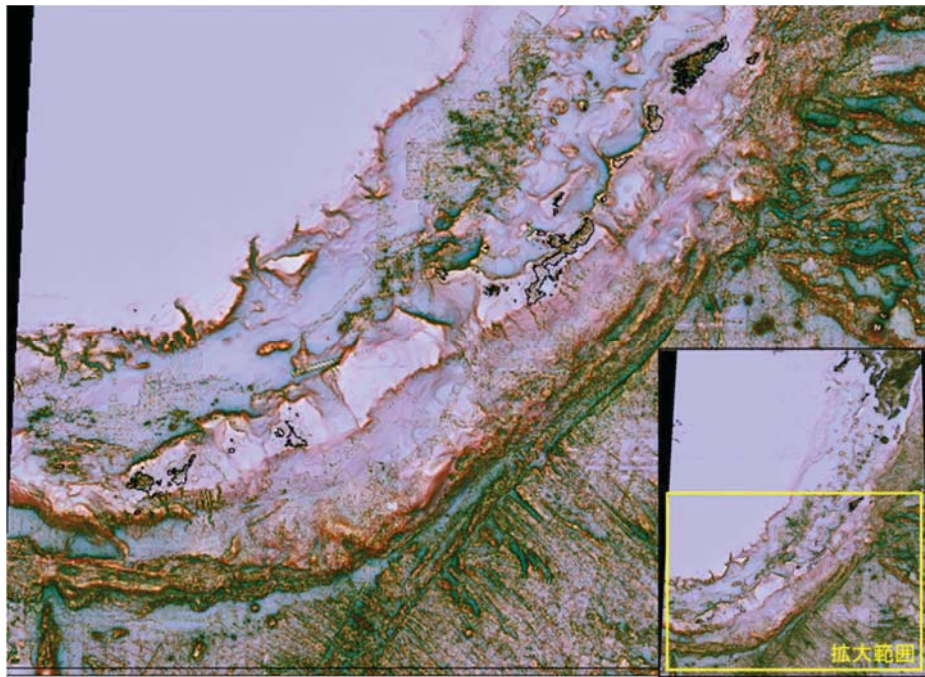


図 44 赤色立体地形図

海底地形データを赤色立体地図の手法で表示したものを図 44 に示す。この手法は斜度をグレースケールで表し、崖や谷などの地形の起伏を明暗で識別できるようにしたもので、平面的に見ても地形が容易に判読できる。陰影図という手法もあるが、方向依存性が高く、地形が読み取れないこともあるため、斜度によって地形を判読できる赤色立体地図はより適当な手法であると考えられる。これにより反射記録断面で解釈した断層の微小な変位も平面図上で認識でき、断層の空間的な広がりが特定できる。ただし、太平洋側に比べ東シナ海側は精密データが細切れで、利用できない場所が広範囲に存在する。

図 45 は八重山海底地溝を形成する正断層の 1 つを解釈した例である。赤色立体地図では八重山海底地溝では断層が雁行状、または階段状に発達する地形が詳細に現れているのがわかる。反射記録断面で特定したグラーベン底を縁取る断層は青色と水色の断層である。これらの断層は中央海丘より西側では 3 測線で解釈でき、実際に解釈した断層の位置と地形判読から断層形状が特定できる。しかし、中央海丘より東側へは反射法データがないため実際の断層位置は特定できない。この場合は解釈断層の海底面の変位などの地形の連続性を判読し断層の延長を決定した。このように断層形状を決定するためには詳細な地形データは不可欠である。

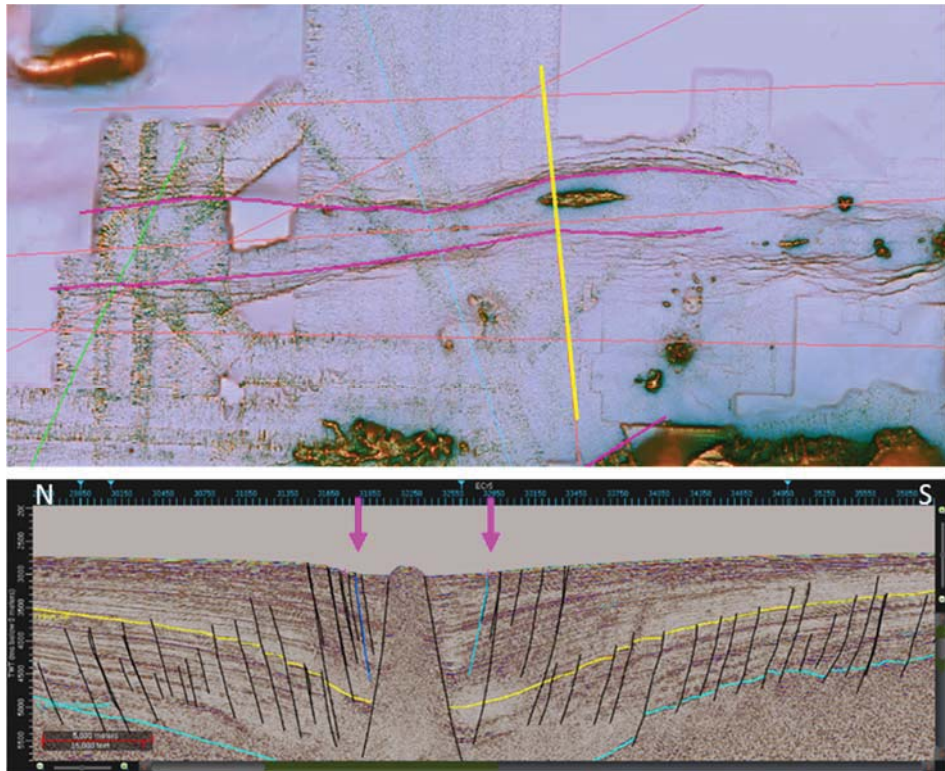


図 45 赤色立体地図による断層解釈の例

vi) 海域別の特徴

断層解釈を行うにあたり、琉球弧全体、とりわけフィリピン海プレートが沈み込む琉球海溝とリフト形成がみられる背弧海盆の沖縄トラフにおける応力場を理解する必要がある。Terakawa and Matsu'ura (2010) による応力パターン（図 46）によると、沈み込むフィリピン海プレートでは北西－南東方向に張力軸を持つ正断層型が優勢で、海溝付近の前弧側の付加体では、北西－南東方向に圧力軸を持つ逆断層型と横ずれ断層型や同方向に張力軸を持つ正断層型が混在している。島弧では北西－南東方向に圧力軸を持つ逆断層型と横ずれ断層型が優勢で、北東－南西方向に張力軸を持つ正断層の領域も存在する。沖縄トラフでは沖縄島を北限とした領域で北北東－南南西から北－南方向に張力軸を持つ正断層型が優勢で、沖縄島より北の領域では東北東－西南西から東－西方向の圧力軸を持つ横ずれ断層型が優勢となっている。このような応力パターンを理解した上で、図 47 に示す気象庁震源データの 2000 年～2014 年の 15 年間で発生した地震のうち、深度 5 km 以浅の震源情報を参考にして、地震活動と整合する断層解釈を行った。

図 48 に南西諸島北部海域の断層分布を示す。海溝側は沈み込むフィリピン海プレートによる圧縮の応力場の影響で逆断層が付加体や前弧海盆内に発達している。島弧では島弧軸に垂直方向の正断層が発達している。沖縄トラフ側はリフティング活動と思われる正断層が雁行状に発達している。

以下、各海域別に解釈結果を説明する。

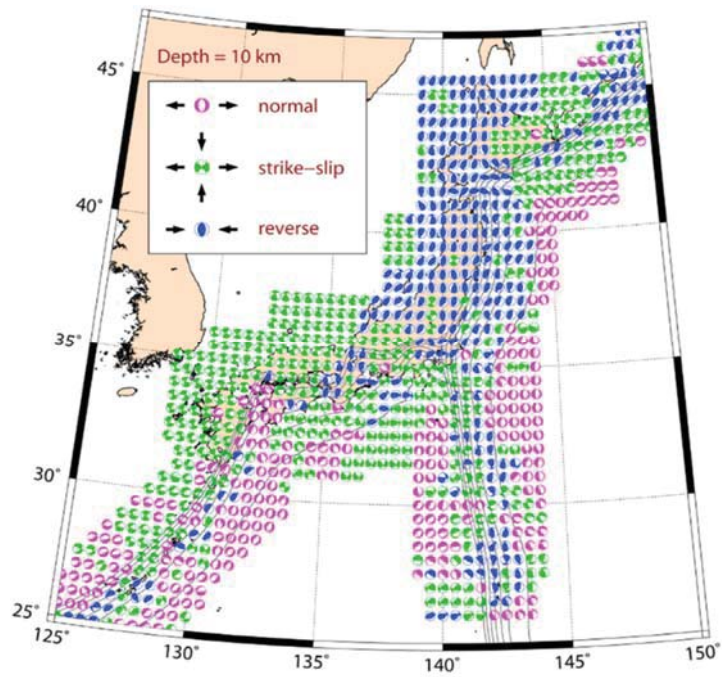


図 46 CMT 解析による応力パターン (Terakawa and Matsu'ura, 2010)

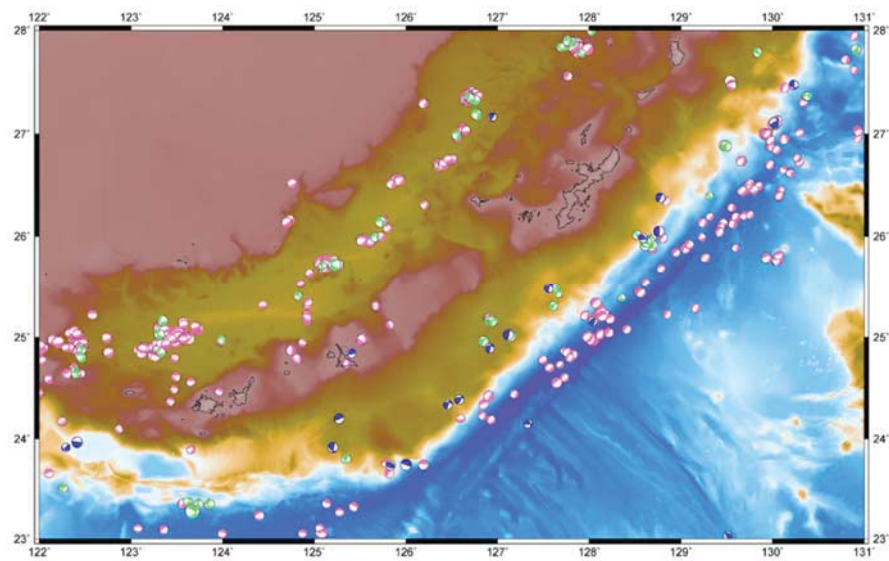


図 47 南西諸島海域の地震分布 (2000 年－2014 年の 15 年間で発生した地震のうち、深度 5 km 以浅の震源情報を抽出した。発震機構は Terakawa and Matsu'ura (2010) と比較し、応力場を把握した。)

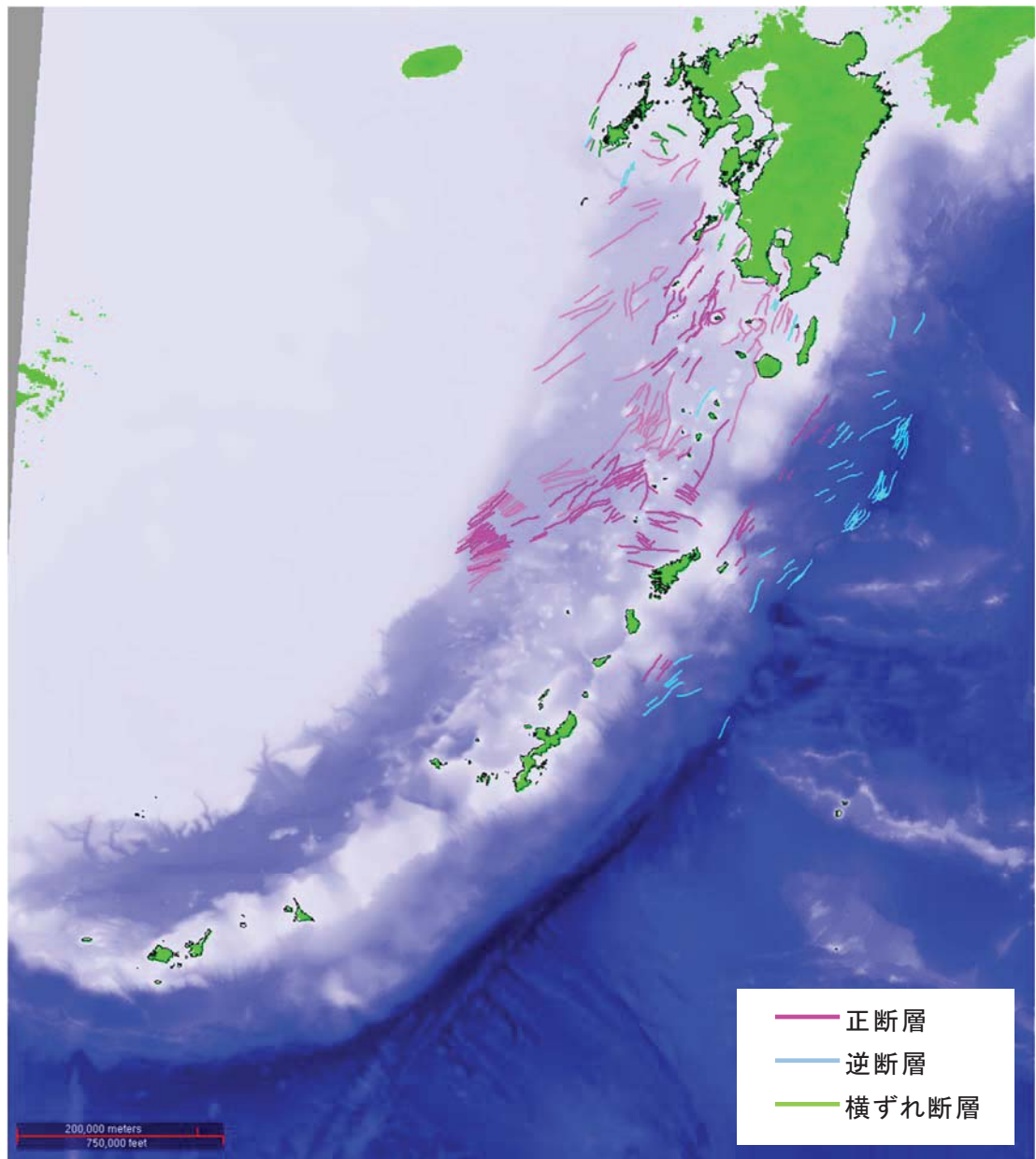


図 48 九州西部～南西諸島海域の断層分布

① 長崎県西方海域

長崎県の海域は対馬・壱岐周辺までの九州北部及び西部海域の大部分を占めるが、五島列島を挟んで朝鮮半島との間に横たわる対馬海峡と長崎半島側の五島灘に分かれる。対馬・壱岐海域は平成 26 年度に実施しているので、今回は五島列島周辺に対してスタディを実施した。五島列島と済州島の間には、古第三紀層で埋積された福江沖堆積盆地が存在し、日本側で 4 坑、韓国側で 2 坑の試掘が実施され、4,000 m 以上の堆積層が確認されている。古第三紀層の一部は石炭層を挟み九州北部・西部の挟炭層に対比されている。堆積盆地の東側は落差の大きい正断層で境界分けされ、西方は、対馬沖を参考にすれば、済州島方面に向かい徐々に厚さを減じていくものと考えられる。本堆積盆地では古第三紀層堆積後、激しい構造運動に見舞われ、多数の褶曲構造や断層が発達したが、その後沈静化し、中新世に

削剥平坦化された後、中新世後期ないし鮮新世以降の地層が不整合に堆積した。調査が密に実施されたメインの堆積盆地では、古第三紀層堆積後の激しい構造運動による多数の断層が確認されたが（図 49）、鮮新世以降はほとんど動いていないことが判明した。一方、五島列島寄りに細長く伸びるグラーベンは、その西縁を画する断層の内側の地層が下へ撓曲し、現在も活発に沈降していることを示している。

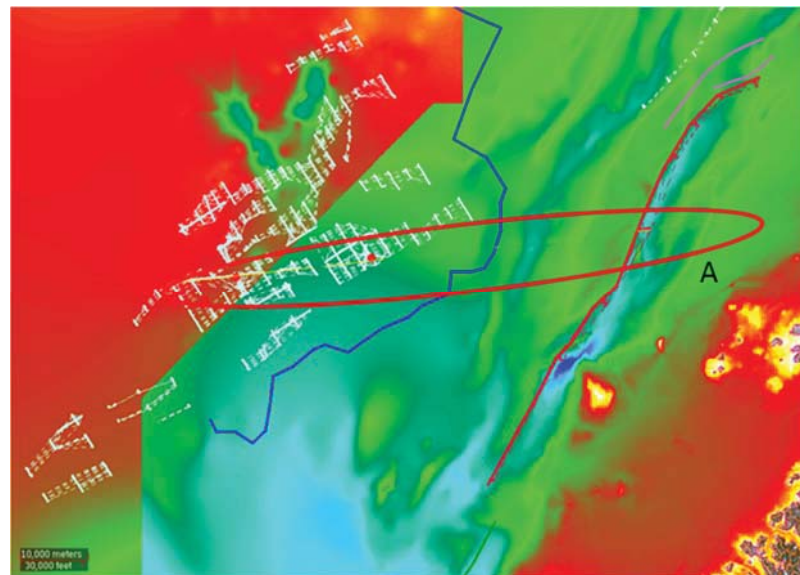


図 49 五島列島沖断層分布図（中央付近の青のラインはメインの堆積盆地東端を、赤で囲まれたエリアは図 50 の位置を、白のハッチエリアは古第三紀層内の断層面を、赤い点は坑井位置を示す。）

図 50 に五島列島沖を東西に切る反射記録断面を示す。中央より右側の基盤高を挟んで西側に、古第三紀層を主とする堆積盆地が発達している。黄色の不整合面より下位は、激しく褶曲し断層の多くもここで止まっていることから、現在は平穏な海域と考えられる。東の堆積盆地は細長く伸びており、地層が褶曲していることや海底地形に顕著な落差があることから、現在も活動している可能性が高い。この断層の南北にも数本の断層を確認したが、小さなものである。図 50 に示された赤い矢印は坑井位置を示し、矢印の長さは時間断面図上での掘削深度を表している。

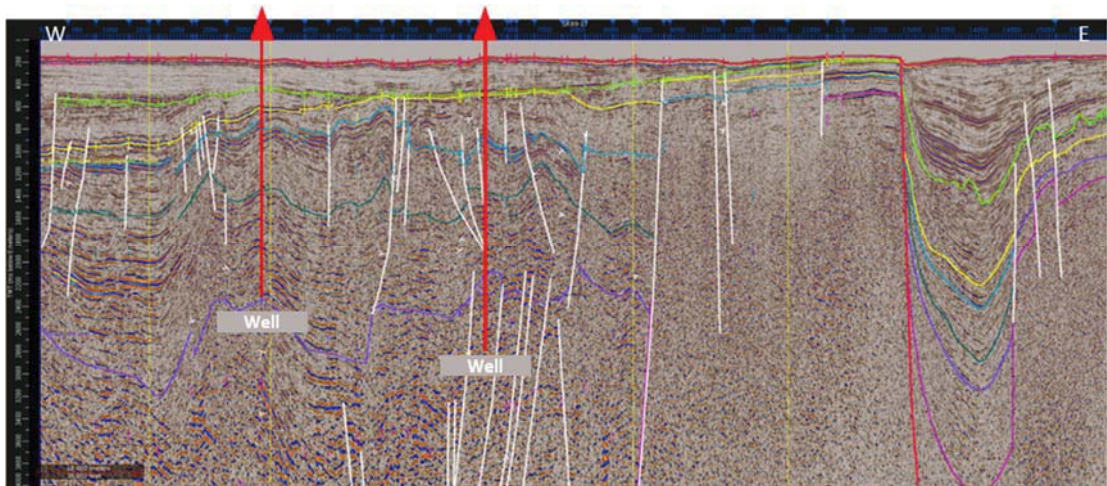


図 50 五島列島沖反射記録断面図

②五島灘・天草灘

五島列島と天草諸島の上に位置する五島灘や天草灘は、沖縄トラフと大陸地殻の間に位置し、南に開いた形状をしている（図 51）。また、中央付近には長崎半島の延長である長崎海脚は、五島列島と並行して伸びて地質構造の伸長方向と一致している。長崎半島や西彼杵半島及び一部の島は、主に白亜紀の三波川変成岩より成り、一部中新世の火山岩類に覆われているが、長崎半島の先端には更に古い三畳紀～ジュラ紀の三郡一周防変成岩類が露出している。天草諸島下島では、後期白亜紀の海成層の上に石炭層を挟在している古第三紀層が発達し、山地を形成している。長崎半島北の高島周辺にも、古第三紀層が発達しており、白亜紀末期のリフト運動によって形成されたグラーベンに厚い挟炭層が形成された。五島列島は、新第三紀堆積岩類及び深成岩類、第四紀火山岩類より成るが、東に隣接する江島や相ノ島は、前期白亜紀の火山岩や堆積岩なので、五島列島は第四紀になって隆起したものと考えられる。

Well-1 は 1,494 m の不整合を挟んで、上位は鮮新世及び厚い第四紀層が発達する比較的新しい堆積盆地であった。2,137 m の不整合まで挟炭層を含む古第三紀層が発達し、それ以深 3,041 m (TD) までは、主に深成岩及び火山岩からなる基盤からなっている。天草諸島下島本渡港南西に掘削された Well-2 は、古第三紀層が地表から 1,391m まで続き、以下掘止の 2,807 m まで白亜紀層が続いた。下島では海岸沿いに白亜紀層が露出しており、第四紀層の発達する天草灘とは大きな構造ギャップが想定される。

このように五島灘・天草灘では、古第三紀層を堆積したリフト運動の後、沖縄トラフの拡大に伴う急激な沈降が起こったものと考えられる。五島灘を東西に走る反射記録断面図（図 52）を見ると、地形凹地付近の堆積物は厚くなく、必ずしも堆積盆中心と一致していないので、地形による解析には注意が必要である。また、この海域の特徴として五島列島の南、肥前島及び男女群島の間に有明海ク拉斯の窪地「福江海盆」がある。

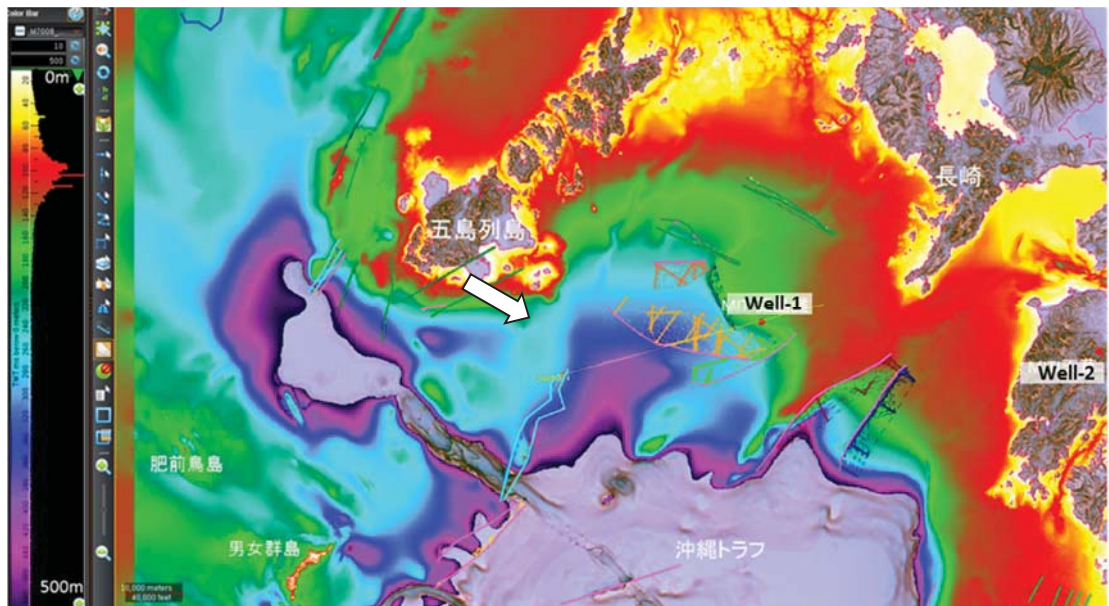


図 51 五島灘周辺の海底地形図（白矢印：五島列島の東、水深 200m 付近に見えるチャネルは地震探査が少なくはっきり確認できない。）

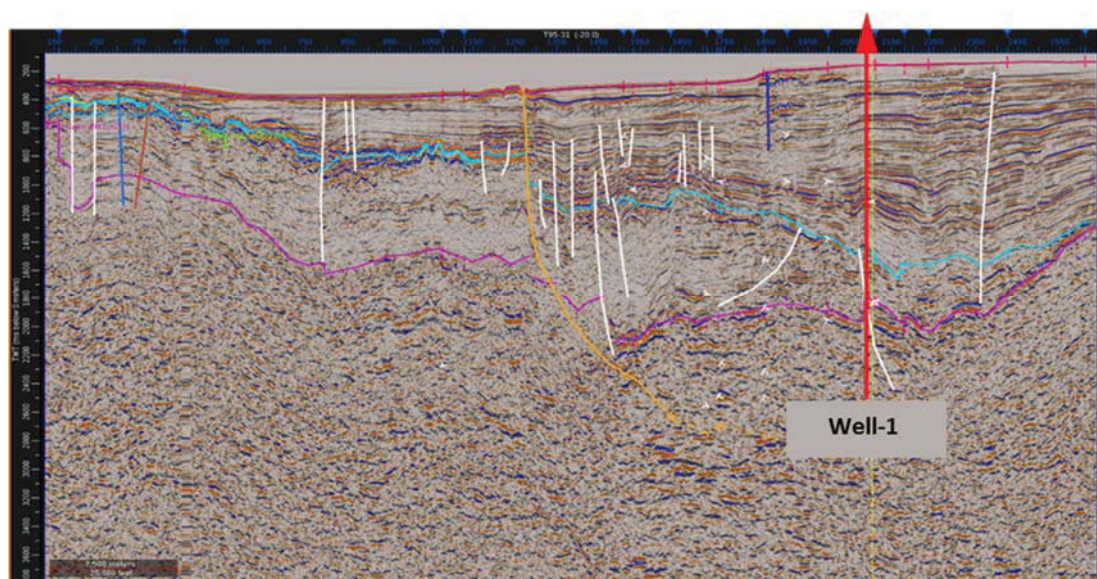


図 52 Well-1 を通る反射記録断面図（矢印は坑井位置を示す）

五島灘では福江島から東に伸びる基盤高の北側に北落ち正断層が発達し、五島灘堆積盆地の南を規制している。堆積盆地の中には、海底まで延びていない断層は多数存在するが、活断層の可能性のある断層は、中北部に見られる北北西－南南東方向の横ずれ断層と思われるものである。また、中央西南には地形にも表れる垂直に近い断層が見られるが、断層の対比は困難であった。

天草灘では、長崎半島延長の長崎海脚南を規制する北東－南西方向の南東落ち正断層と、堆積盆地中央付近の南東落ち正断層を確認した。

③ 甬島列島

鹿児島県西方海域では、甬島列島から南に宇治群島、草垣群島の海丘が南に向かい雁行して存在する（図 53）。これより西側は、比較的平坦な沖縄トラフの舟底構造を示す。

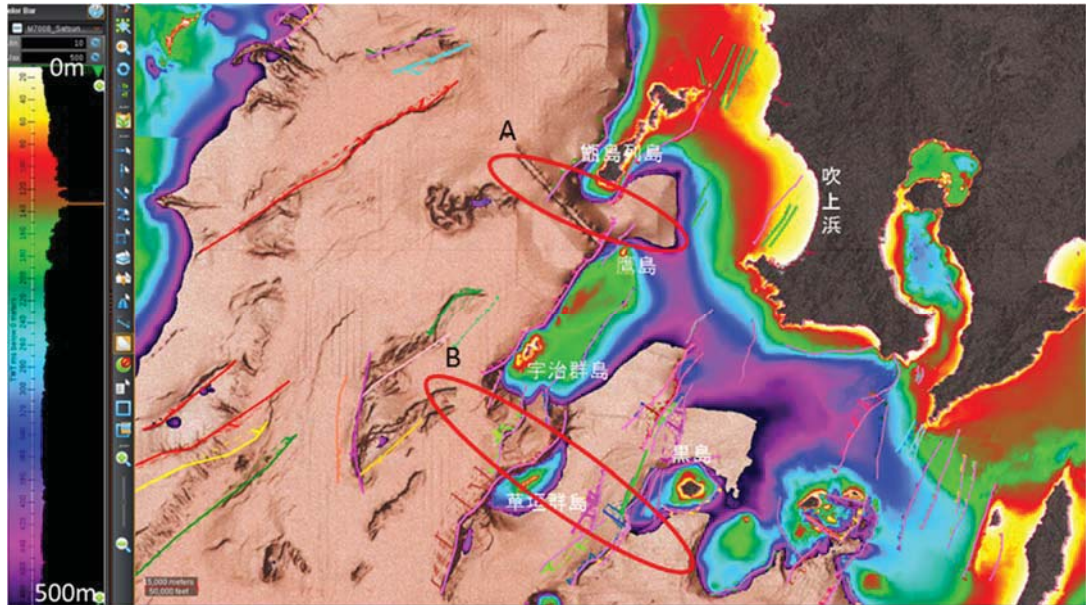


図 53 甬島列島周辺の海底地形と断層分布（赤線と緑線はそれぞれ、正断層と横ずれ断層を示す。）

甬島列島は、白亜紀から古第三紀始新世の堆積岩層と、新第三紀にそれらに併入した深成岩よりなり、大陸地殻の一部と思われる。宇治・草垣群島も同様に大陸地殻の一部と思われる。宇治群島以北には MCS の測線が全くないので、SCS を使って解釈を実施した。甬島列島の西を規制する断層は、沖縄トラフと大陸地殻を分ける断層で、急斜面沿いに天草諸島下島方面に向かうが、測線が無く追跡できない。東側の断層の東側が沈降し、特に南部は基盤が西に傾斜しハーフグラabenを形成し、窪地を新規堆積物が楔形に埋積している。甬島列島はリフト期に西側は大きく割れたが、東側はわずかに割れただけで、ホルスト状に残ったものと考えられる（図 54）。

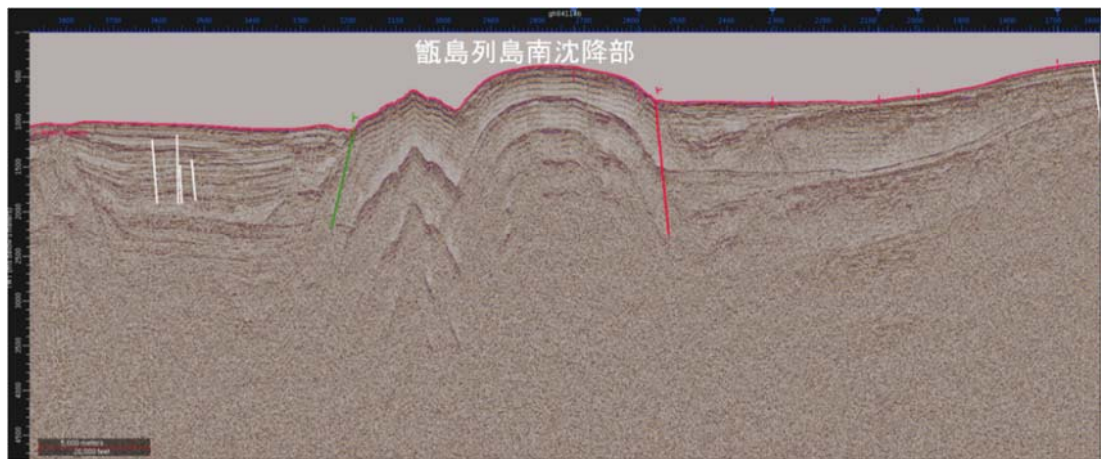


図 54 甕島列島南沈降部の SCS 反射記録断面図（図 53 赤枠 A 領域の測線）（赤線と白線はそれぞれ、特定した断層と海底まで延びていない断層を示す。）

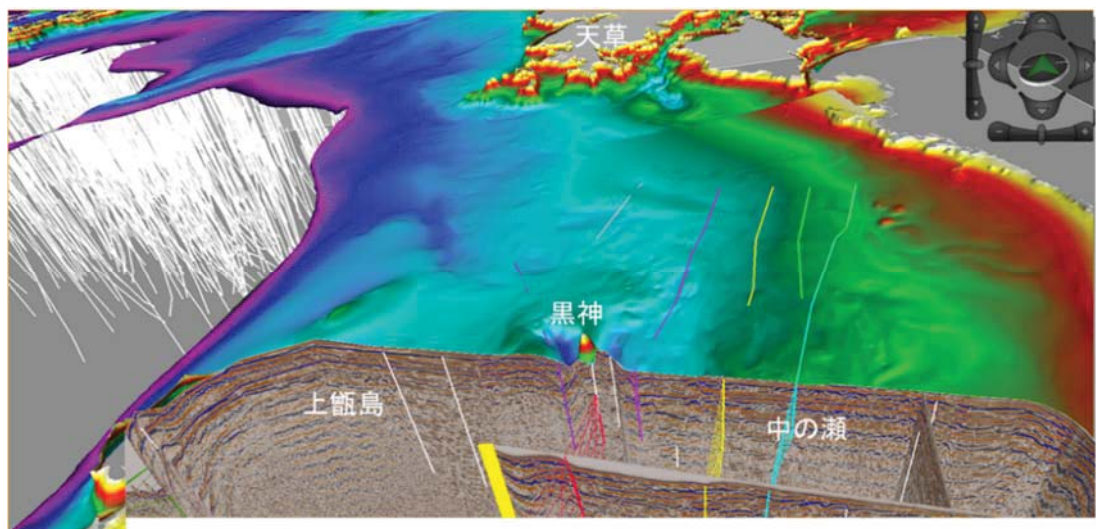


図 55 甕島列島北部の鳥瞰図

④甕海峡周辺

甕島列島北部の甕海峡周辺には、新しい堆積物はほとんど見られず海底も平坦なため、断層の同定には難しいものがある（図 55）。図 56 に示すように、甕島列島南部で西に開いた海盆の淵には海底崖がみられるが、堆積構造から海面低下時の砂州の先端と考えられる。

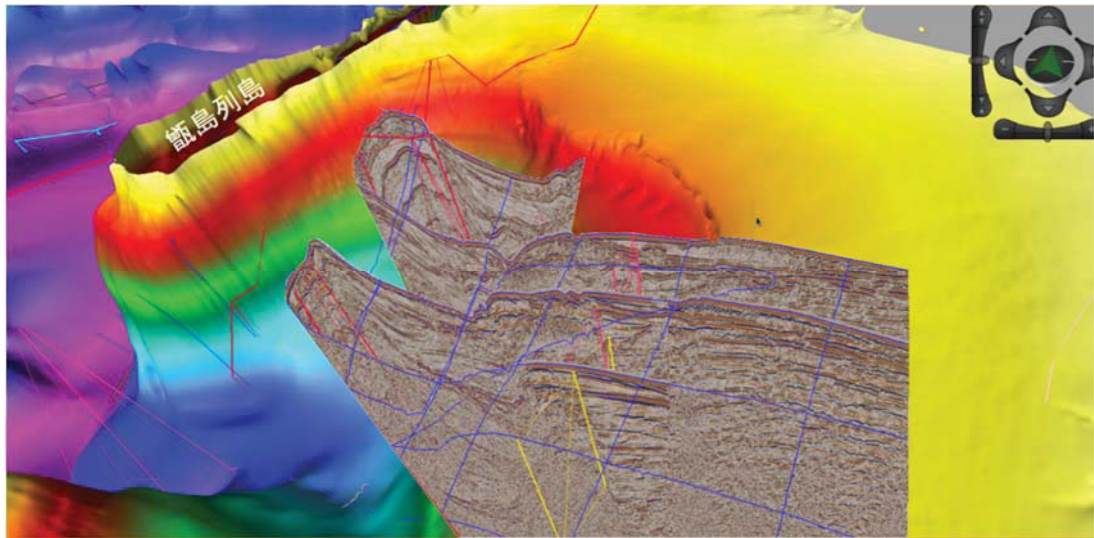


図 56 鰐島列島東方海域に見られる海底崖

⑤宇治群島

鰐島列島南に雁行状に続く宇治群島は、後期白亜紀の堆積岩の上に新第三紀後期の火山岩類が噴出したものである。宇治群島以南の雁行配列周辺の断層は、地層が東に傾動し、ハーフグラバーベンをいくつも形成している。南に行くに従い、リフティングが激しかった影響と考えられる（図 57）。鰐島列島や海丘群の雁行の原因メカニズムは不明である。

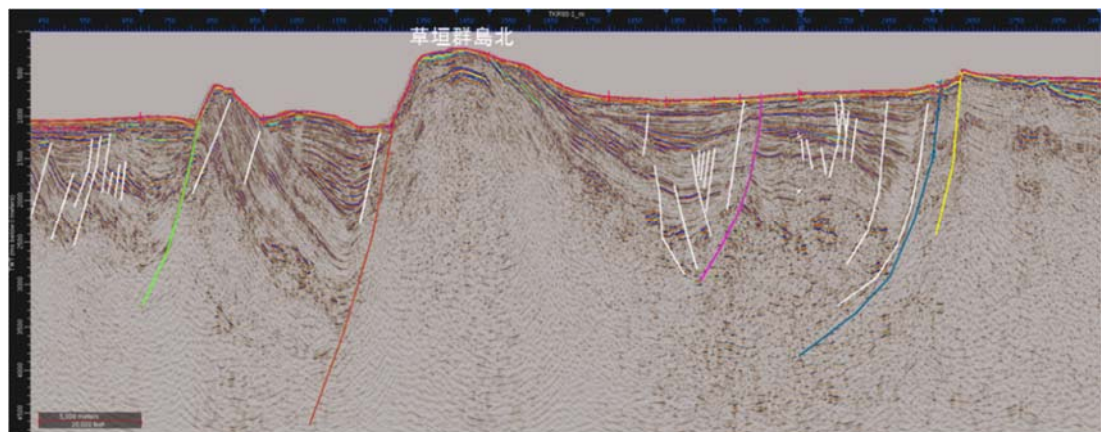


図 57 草垣群島北を通る MCS 反射記録断面図（図 53 赤枠 B 領域の測線）

鰐島列島東側の東落ち正断層と、狭い海峡を挟んで相対する南の宇治海丘の断層は、西落ち正断層である。これは鰐島列島がホルスト・グラバーベンを形成したのに対し、宇治海丘は傾動して西側が隆起したからであり、宇治海丘西の西落ち正断層は、鰐島列島の東落ち正断層の東に収束する（図 58）。鰐島列島は南方へ沈降し、宇治海丘がその東に隆起した。

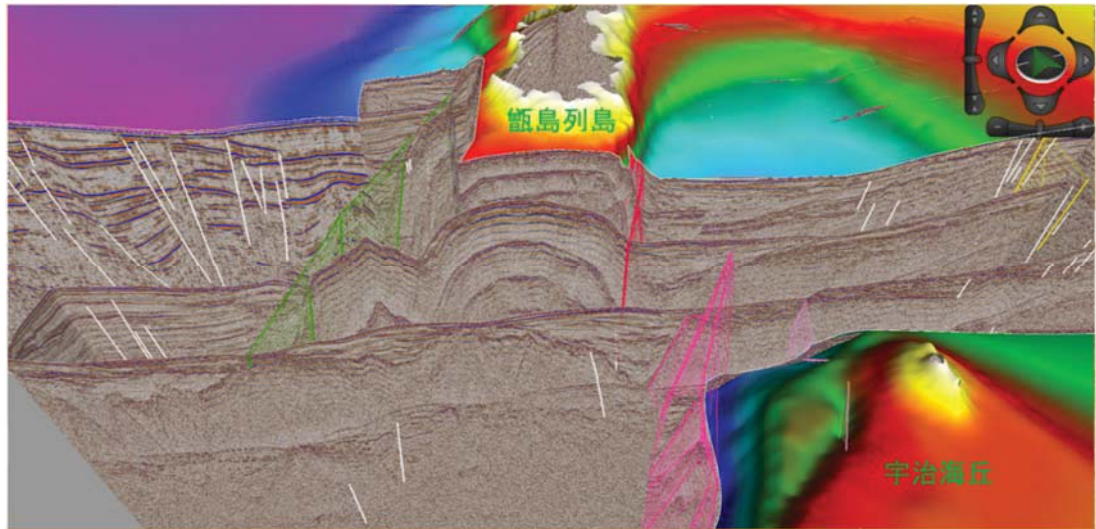


図 58 飫島列島と宇治海丘の断層関係を示す鳥瞰図

⑥宇治群島

宇治群島の東側、薩摩半島と硫黄島までの間は、比較的平坦な海底面を示す（図 59）。宇治群島の南には、雁行して草垣海丘が伸び黒島との間に、南南西に延びる海盆が発達する。この海盆は草垣海丘が東に傾動し、黒島の乗る基盤西側の断層との間に新生代の地層を厚く堆積したものであるが、北北西に延びる中部沖縄トラフの延長と考えられる。

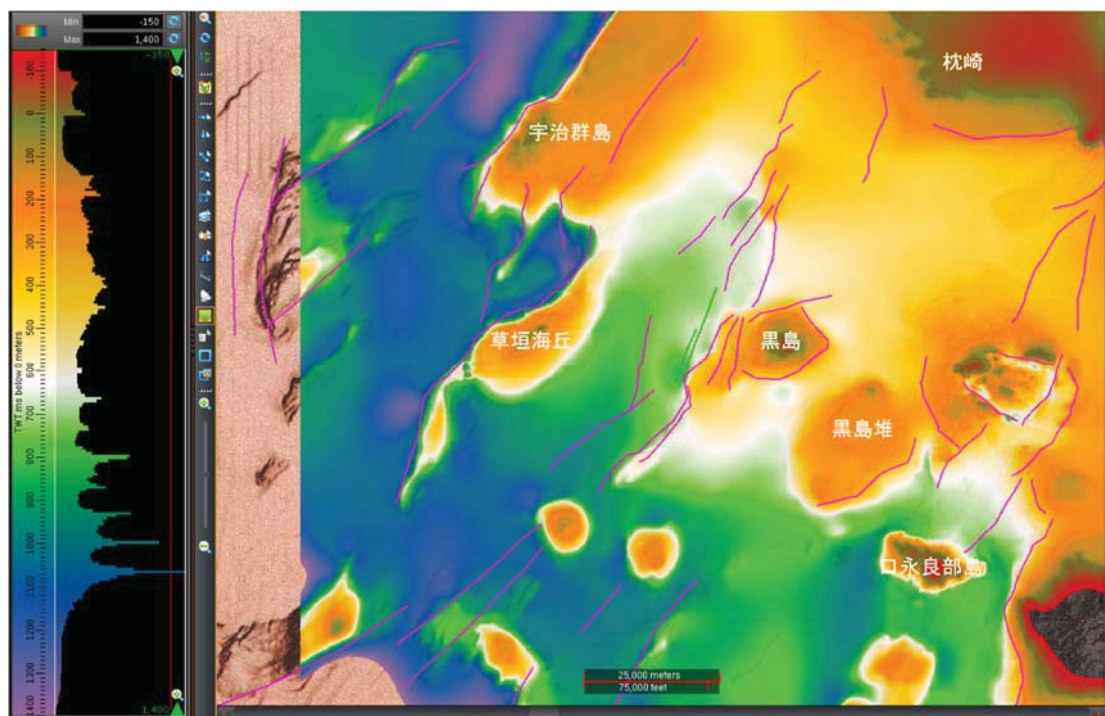


図 59 薩摩半島南西方の水深カラーコンターマップ

⑦草垣海丘・黒島

黒島が乗る堆は基盤が大きく東傾動したもので、草垣海丘との間に延びる中部沖縄トラフ北部の一部と、九州大陸棚を分ける正断層（図 60）である。草垣海丘との間のトラフの中央には大きな背斜構造が存在し、背斜形成に伴ってできたと思われる断層が発達する。背斜は、堆積層の下に併入した火成岩に押し上げられて形成したものと考えられる。黒島は傾動した基盤の後方にできた前期更新世の火山島だが、周囲を取り囲む断層によって隆起している。

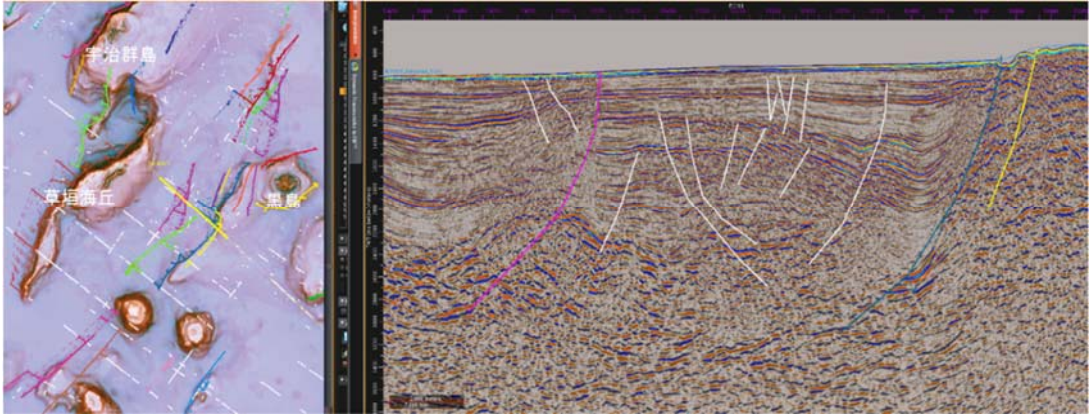


図 60 草垣海丘と黒島の間に発達する海底堆積盆地反射記録断面図

⑧大隅諸島

鹿児島と屋久島・種子島・黒島に囲まれた大隅諸島海域は、九州から続く大陸地殻が広がる地域である。この大陸地殻は、屋久島の南に 100 km 程南のトカラギャップ手前の種子・屋久海脚まで、舌状に伸びている。この大陸地殻地域は、鬼界カルデラを除き比較的平坦な海底である（図 61）が、屋久島と種子島の間から幅広い凹地が北西に向けて水深を増している。それを削るように薩摩半島の南では、開聞岳を要として西南西に扇形に低地が広がり、開聞岳から流出したと思われる溶岩流が、その頂部付近の一部を覆っている（図 62）。

薩摩半島は白亜紀の付加帯が山地を形成し、その低地を後期更新世～完新世の火山岩類が埋めている。佐多岬や屋久島の周囲、種子島は始新世～前期中新世の四万十層群付加帯よりなり、大隅半島や屋久島では中～後期中新世の花崗岩類が併入し、険しい山地を形成している。種子島周辺などの水深の浅い地域は、基盤岩が露出しているが、前述の低地には新規堆積物がかなり厚く（最大 2,000 m 程度）堆積して海底をなだらかにしている。

開聞岳西南西の低地は、開聞岳から西と南に延びる断層により境される（図 61）。西方へ伸びる断層は、陸棚に沿いほぼ東西に延びる南落ち正断層であるが、南に伸びる断層は、大きく南西に向きを変えている。これは中部沖縄トラフ北方延長による影響とも考えられる。

開聞岳－薩摩硫黄島と種子島の間には、種子島と走向を一にする断層が多数同定された。主に正断層であるが、佐多岬の延長や馬毛島西の断層は逆断層と考えられる。海底地形への影響は顕著ではないので活動度は低いと考えられる。

種子島陸上には、北西－南東方向のリニアメントが顕著で、北部の一本は活断層とされているが、海底への延長は確認できなかった。

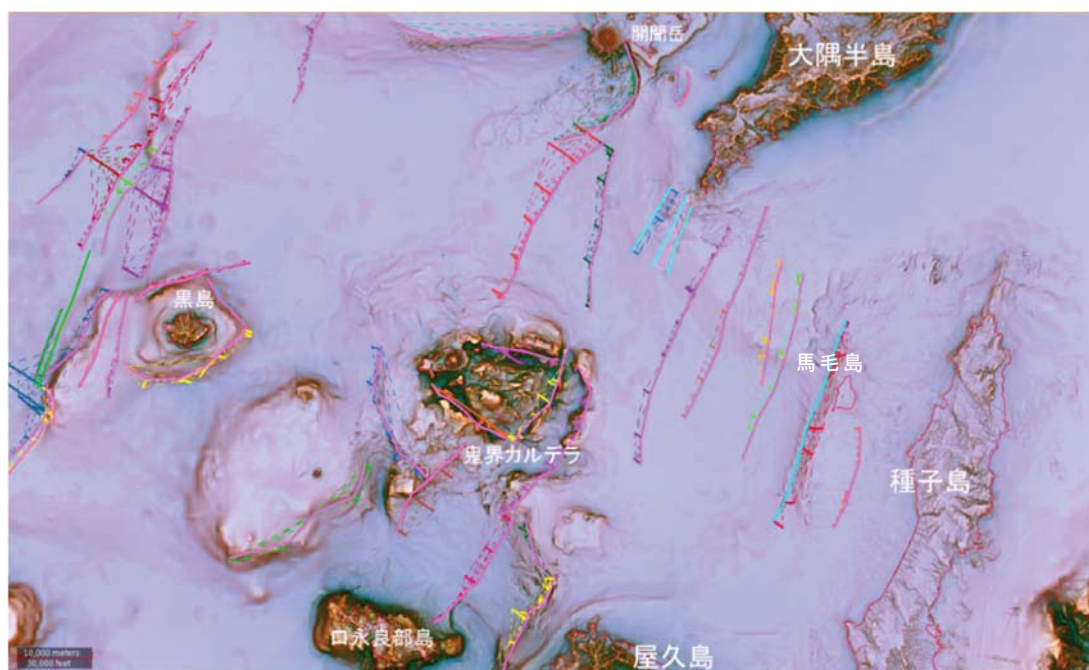


図 61 大隅諸島海域の断層分布

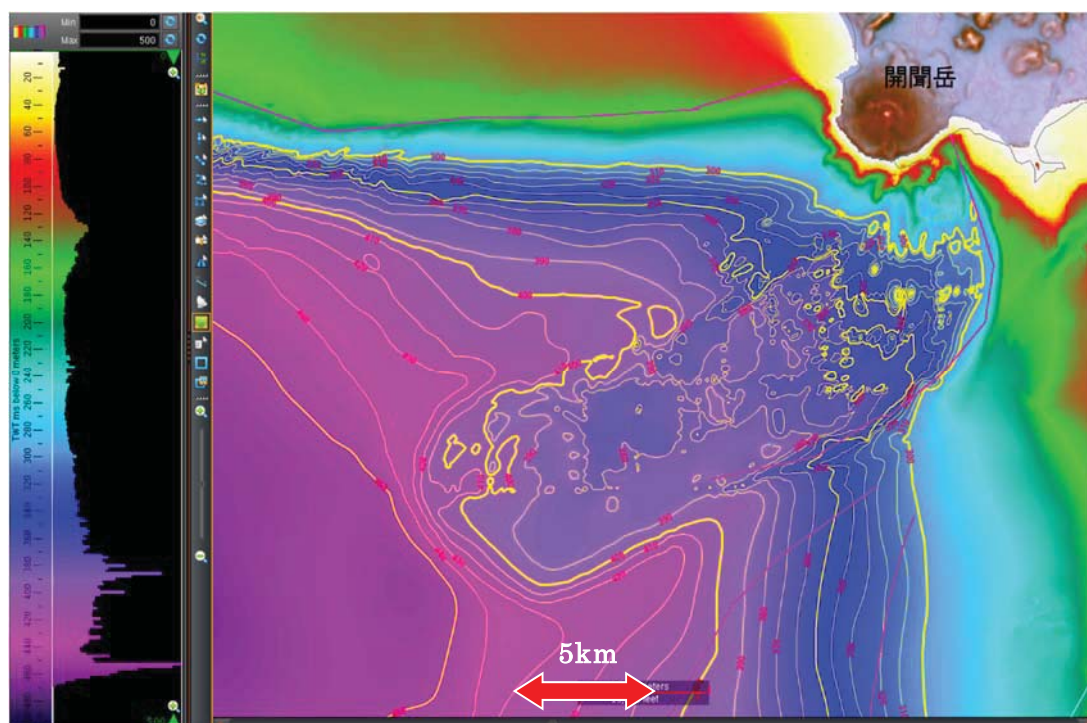


図 62 開聞岳から流出した溶岩流（コンター図で見ると溶岩流の範囲が明瞭にわかる。溶岩流の長さは約 20 km、幅は約 8 kmである。）

佐多岬延長部には半島の隆起に伴う逆断層の発達が見られるが、東西に向かっては南北方向に伸びるロールオーバー型の西落ち正断層が卓越している。反射記録断面では明瞭に見えるが、海底地形の変位はわずかな場合が多い。

種子島とその西側に位置する馬毛島は、古第三紀四万十層群よりなり、馬毛島の西の逆断層（図 61）により隆起している。種子島との間は窪んでおり、新規堆積物が充填している。種子島の西側にも逆断層が推定されるが、測線が足りず推定の域を出ない。種子島東方 20 km 付近から大陸棚斜面となり、沖縄海溝に向かい急激に深くなる。

鬼界カルデラは大隅諸島の中央付近に位置し、活火山の薩摩硫黄島と外輪山の一部と思われる竹島が海上に顔を出しているのみである。カルデラは方形をしていてカルデラ形成時の断層が 3 本確認できたが、西部の断層は硫黄島の噴出物に隠されていて確認できなかった。東部は二重カルデラの様相を呈する。外輪山南東部の一部が崩壊している様子が見られる（図 63）。

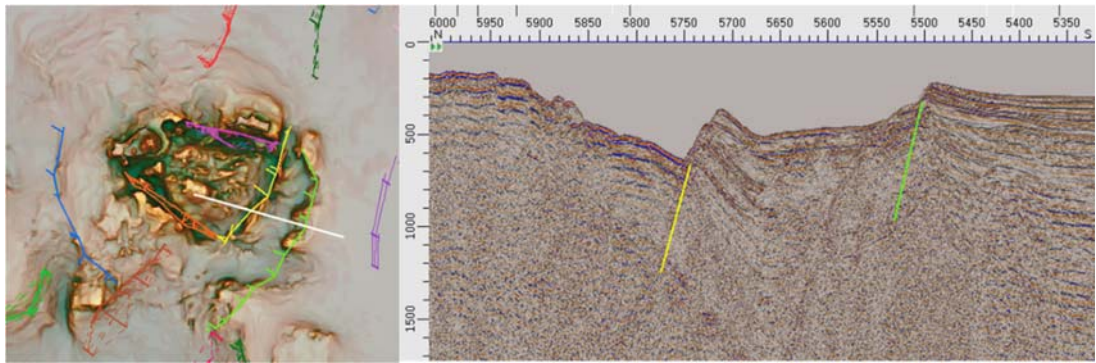


図 63 鬼界カルデラの立体赤色地図と反射記録断面

屋久島は古第三紀四万十層群中に中新世の花崗岩が貫入した島で、100 km 以上南のトカラギャップまで幅 50 km 程の大陸地殻からなる種子・屋久海脚が続き、その東は琉球海溝に向かい急激に深度を増している（図 64）。島の西側は断層により沖縄トラフ東部の堆積層と接している。この断層は正断層としたが、馬毛島を隆起させた断層のように種子・屋久海脚を隆起させた逆断層の可能性もある。いずれにせよ長大な断層であり、正逆複数の断層が混在している可能性もあるので、解像度の高い地震探査を実施する必要がある。

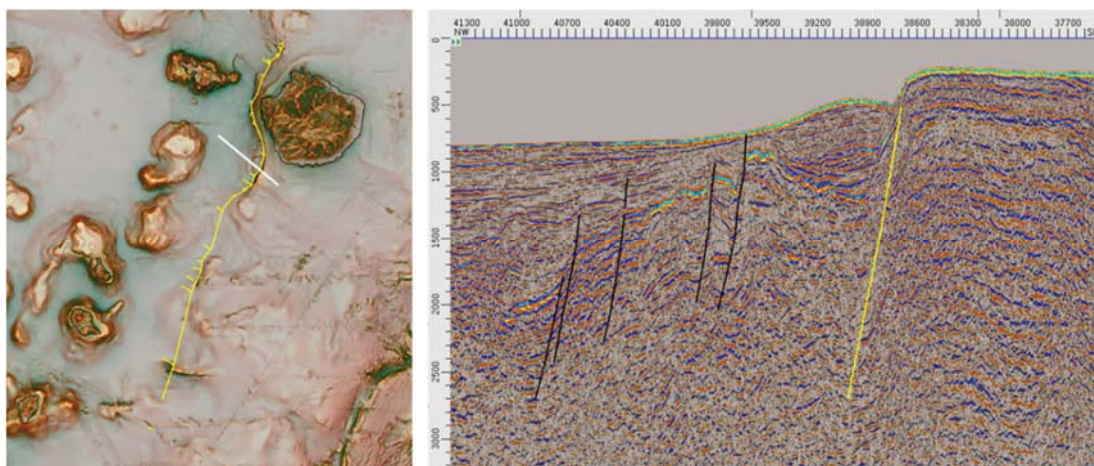


図 64 種子・屋久海脚の立体赤色地図と反射記録断面

⑨トカラ列島東堆積盆

種子・屋久海脚の南は、30 km程のトカラギャップを挟み奄美諸島の北延長の奄美海脚へと繋がる。奄美大島は、西側が古く東に新しくなる主に中生代の付加帯よりなる基盤岩より成り、西側が断層で隆起し、西側のトカラ列島との間に新生代の堆積盆地を形成する。奄美大島西方は、奄西海盆などと呼ばれているが、北側の諏訪之瀬島～宝島東方をトカラ列島東堆積盆と仮に呼ぶ。ギャップを完全にカバーする反射法地震探査測線（以下、「反射法測線」）はないが、その一部を見るとトカラギャップにも基盤岩の存在が暗示され、島弧の内側に新生代の堆積物が堆積したものと考えられる（図 65）。堆積盆東部には、列島に並行するようにチャネルの発達が見られる。海底面は現在、太平洋に向かい傾いているがチャネル形成時はほぼ水平であり、その後、トカラギャップが沈降したものと考えられる。

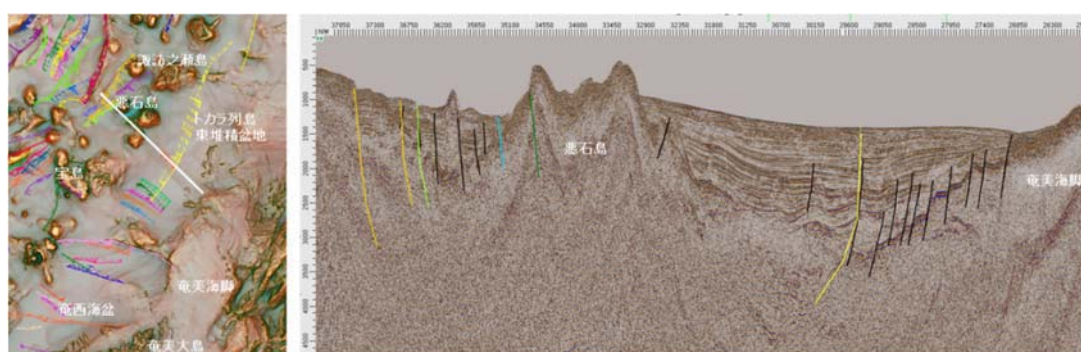


図 65 トカラ列島東堆積盆を横切る反射記録断面

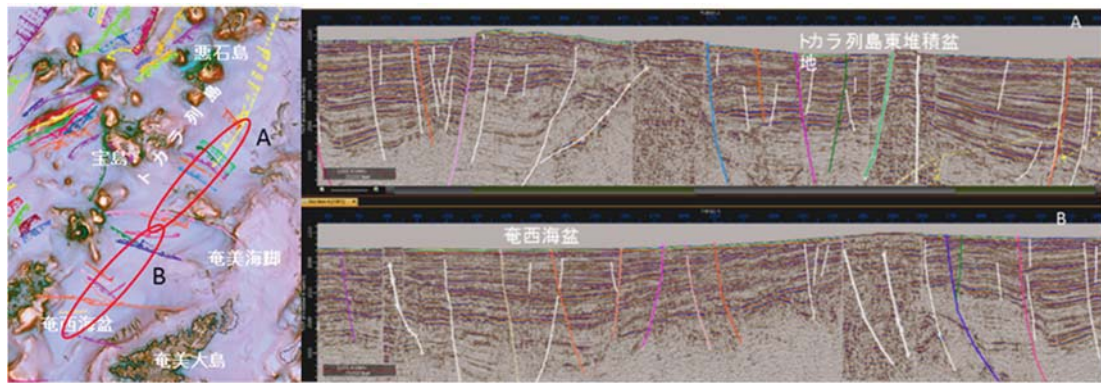


図 66 トカラ列島東堆積盆地と奄西海盆を縦断する反射記録断面（A は北部のトカラ列島東堆積盆地、B は南部の奄西海盆を切る反射記録断面）

トカラ列島と奄美・屋久島の間のトカラ列島東堆積盆地を切る断層は、長軸に直交する東西方向の断層が卓越している特徴がある（図 66）。確認された島弧方向に延びる断層は北部の一本だけであり、他地域との大きな違いとなっている。この断層は、東西の断層と一部交錯しているが、測線密度及び海底地形図が粗いため関係は分からない。

⑩ 沖縄トラフ中・北部海域

沖縄トラフは、水深 2,000 m～3,000 m と深い沖縄本島西方以南と、2,000 m 以下がほとんどの北部に分けられる。北部は更に屋久島の西方で、1,000 m より深い中部と浅い北部に分かれる。北部は比較的平坦な舟状海盆で、五島灘・天草灘付近で消滅し、中部とは草垣海丘から南西に点在する堆の列で分けられる。中部は西部の大陸棚東縁に広がる比較的平坦な舟状海盆と、トカラ列島に代表され、沖縄本島西方まで続く凹凸の激しい東部の火山地帯に分かれる。火山地帯では火山岩の貫入が激しく、断層を追跡していても貫入岩体に突き当たり追跡できなくなる場合が多々ある。溶岩の貫入は弱線に沿って行われる場合が多いため、断層として延ばすことも可能だが、反射記録上に明瞭な断層が見られない場合はそれ以上の伸延は行わなかった。底が平らな舟状海盆は、南西諸島西方沖 150 km～200 km にあり、東シナ海大陸棚縁辺に沿って北北東－南南西方向に伸びている。火山岩の貫入が少なく平坦である。呼称については、沖縄沖については沖縄舟状海盆と呼ばれているので、その延長として沖縄舟状海盆中・北部と呼ぶことにする。

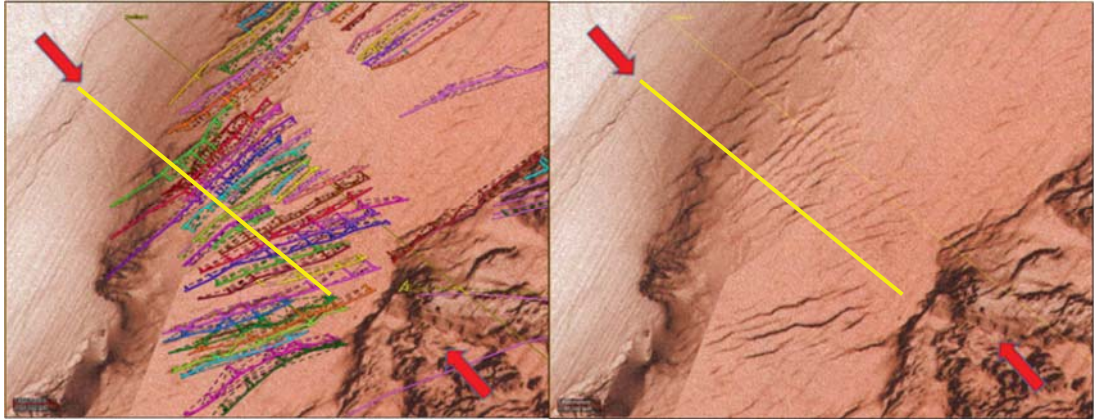


図 67 奄美大島西方沖縄トラフ西部の海底地形（右）と重ねた断層分布（左）

舟状海盆中・北部における断層方向は、南部と同様に北東－南西で、列島や海盆の方向とは若干斜行している。これは東シナ海大陸棚縁辺全域で見られる。

奄美大島西方海域の舟状海盆中部には、古いがかなりの数の反射法データがあり、更に、海底地形図も周辺に比べ詳細であったので、地形的特徴のトレースを進めることができた。しかし、海底地形図の微妙な欠如等により完璧な追跡ができたとは言えない。図 67 に海底地形図と摘出した断層を重ねた図を示す。陰影図は図の左上約半分が北西光源であり、右下半分は南東光源のものを合成して使用した。これは断層の落ちの方向がこの辺りで変化し、影ができる光源の方向を変えることで陰影の強調を一枚で示せるようにしたためである。

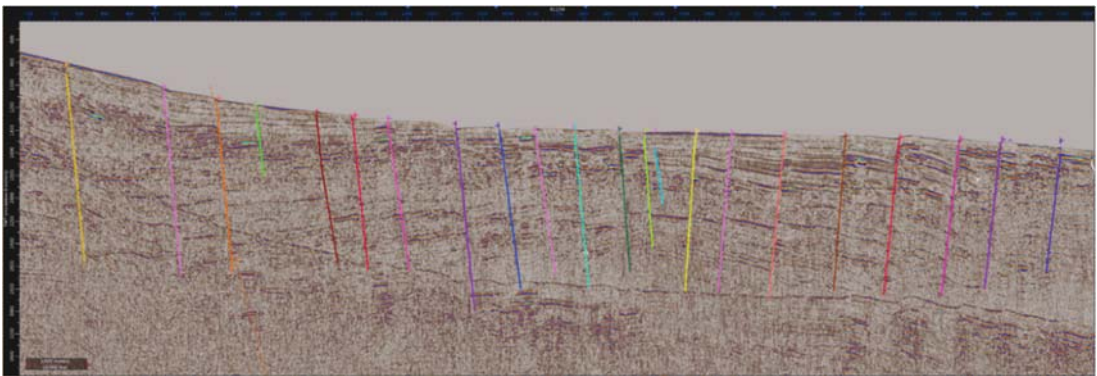


図 68 奄美大島西方沖縄トラフ西部の反射記録断面
(断面は図 67 の黄色線に位置する。)

図 68 は図 67 の黄色線で示した反射記録断面である。図中央右の水色と黄色の間で断層の落ち方向が変わっている。これはこの辺りを中心に隆起したため上位層が伸び、隙間を埋めるために中央が落ち込み、断層ができたものであり、背斜構造ではよく見られる現象である。北方で陰影図から影が急激に消えるが、反射記録断面にも海底まで延びた断層は見られず、海底地形図と整合する。図 67 で更に北に断層群が見られ、反射記録断面では落差が確認できるが、海底地形図では同方向のノイズによって消されてしまっている。更に北では南北方向のノイズが加わり、更に見づらくなっている。一方、南方には良く追跡可能で舟底から大陸斜面

に上っていく断層も確認できるが、陰影図と反射記録断面の位置合わせ等で対比が変わる可能性もある。この地域の解釈は、当初陰影図と一本の反射法測線だけで行っていたが、後に約 5 km メッシュの反射記録データが追加されたことで新たな知見が生まれた。それは背斜軸が断層の方向より南北に近く断層群と斜行していることであり、西翼に発達する東落ち正断層が南に行くにつれ東に向かって発生し、東落ち正断層の数が増えているというように構造の複雑さが明らかになった。

奄美大島の北、横当島と宝島の西方の舟状海盆でも、反射記録断面により断層の摘出が可能で、海盆東部で海底面の落差が大きい断層は陰影図で明瞭に確認できるが、特に南北方向の縦縞のノイズにより連続性を追跡することは難しい（図 69）。舟状海盆の中心に向かうにつれ海底面での落差が小さくなることもあり、海底陰影図を使った解釈は更に困難である。

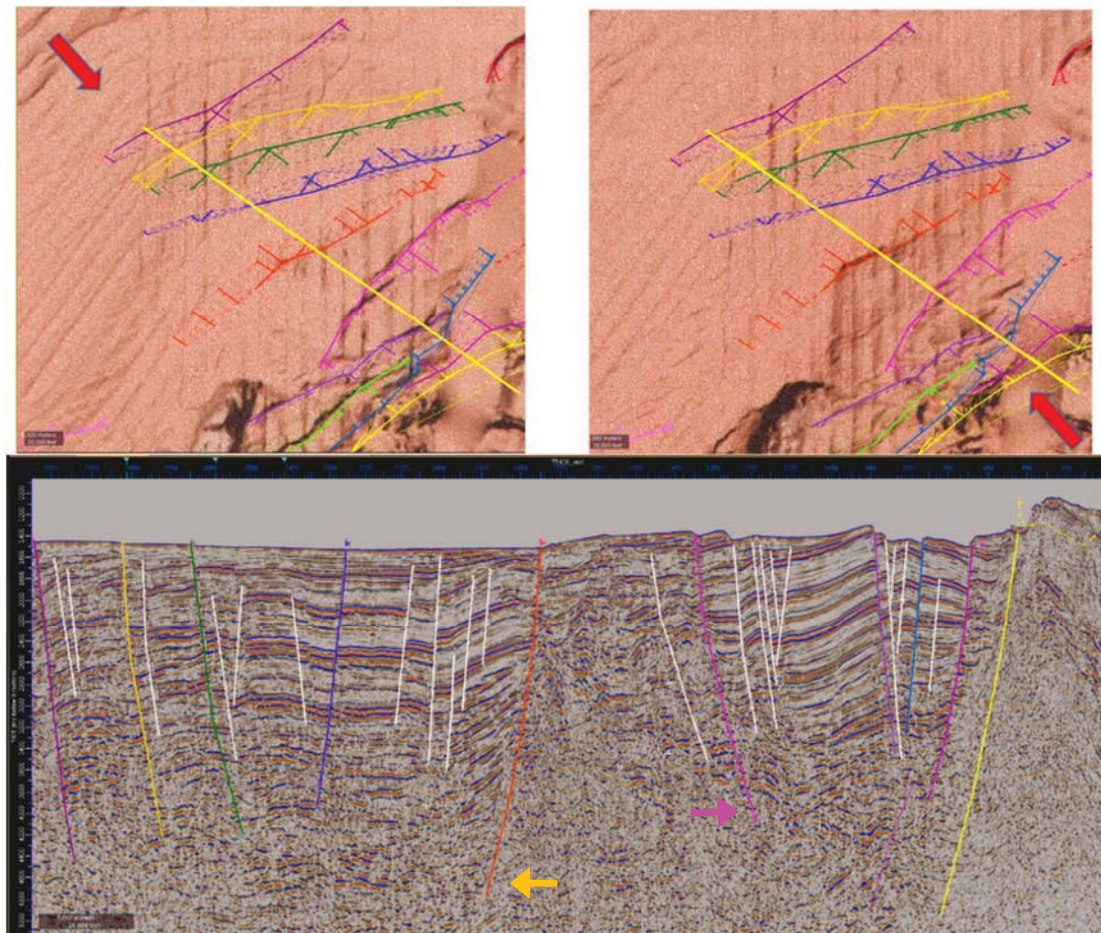


図 69 宝島～横当島西方舟状海盆内の海底陰影図と反射記録断面
 （赤矢印：光源の方向。オレンジの西落ち断層（←）は南東からの光源陰影図（右上）、ピンクの東落ち断層（→）は北西からの光源陰影図（左上）から同定。）

宝島西方約 30 km 地点において 1978 年、SNSK が石油を対象とした Well-3 を掘削している（図 70）。ここは厚く堆積岩の分布する地域で、ロールオーバー型の正

断層が発達する中で逆断層によりポップアップしたとみられる、大きな背斜が地形的高まりを造っている。試掘井位置では、水深 84 m と周辺の 800 m 以上の水深に比べ極端に浅くなっている。坑井位置では鮮新世が-2,326 m まで厚く発達し、その下位に 100 m の後期中新世泥岩層と 500 m 強の凝灰岩層が出現し、更に花崗閃緑岩を 50 m 程掘削して-2,958 m で掘止めている。花崗閃緑岩の放射性年代は 70～77 百万年で、後期白亜紀のものである。この地域は断層が多数発達し、海底地形にも明瞭に影響を与えているはずだが海底地形図には余り反映されていない。

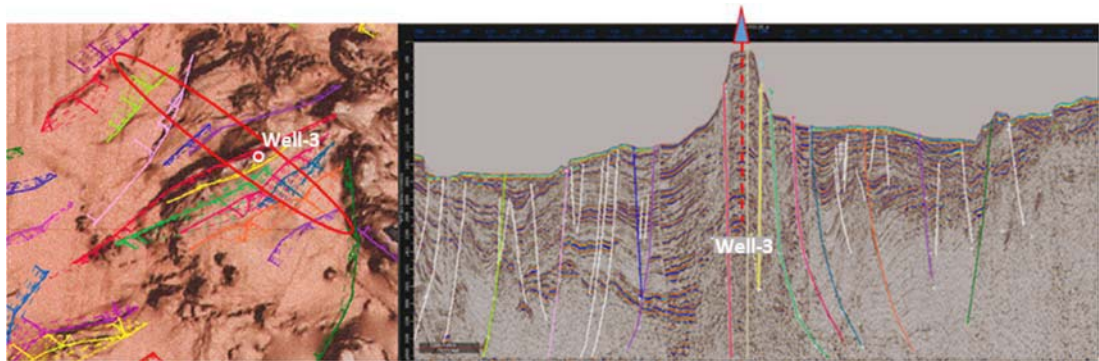


図 70 Well-3 (1978 年掘削) (赤い矢印は坑井位置を示す。)

更に北の諏訪之瀬島西方では図 71 中央に見られる沖臥蛇碓があるが、舟状海盆が再び広がりを見せ屋久島の西 120 km 位まで平坦な形状を示している。図の右端に見える南北の断層により東側が隆起し、この亜海盆の東縁をなしている。また、西方では長江の古デルタとも考えられる大陸棚の張り出しが見られる。陰影図ではここに大きな東西性の断裂らしきものが 2 本見られるが、反射記録断面が皆無で判定不能である。沖臥蛇碓は、堆積岩堆積後に火山岩が堆積層を押し上げて形成されたもので、火山岩は堆の南東極隆部に露出するだけで、それ以外は堆積岩より成る。沖臥蛇碓の隆起に伴って形成された周辺の小規模な凹地は、新規堆積物により埋積されている。沖臥蛇碓東から北に発達する断層群は、南北方向に軸を持つ数条の背斜が見られることから、背斜の形成に伴って発達した断層と考えられる。

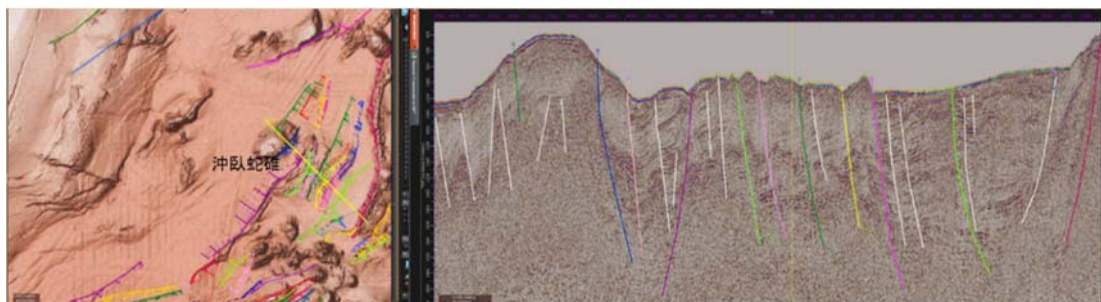


図 71 諏訪之瀬島西方海域の陰影図と反射記録断面図 (中央の高まりが沖臥蛇碓で、右端の断層は東の基盤が隆起して形成したもの。海盆内には数条の背斜が南北方向に走り、それに伴って断層が形成された。)

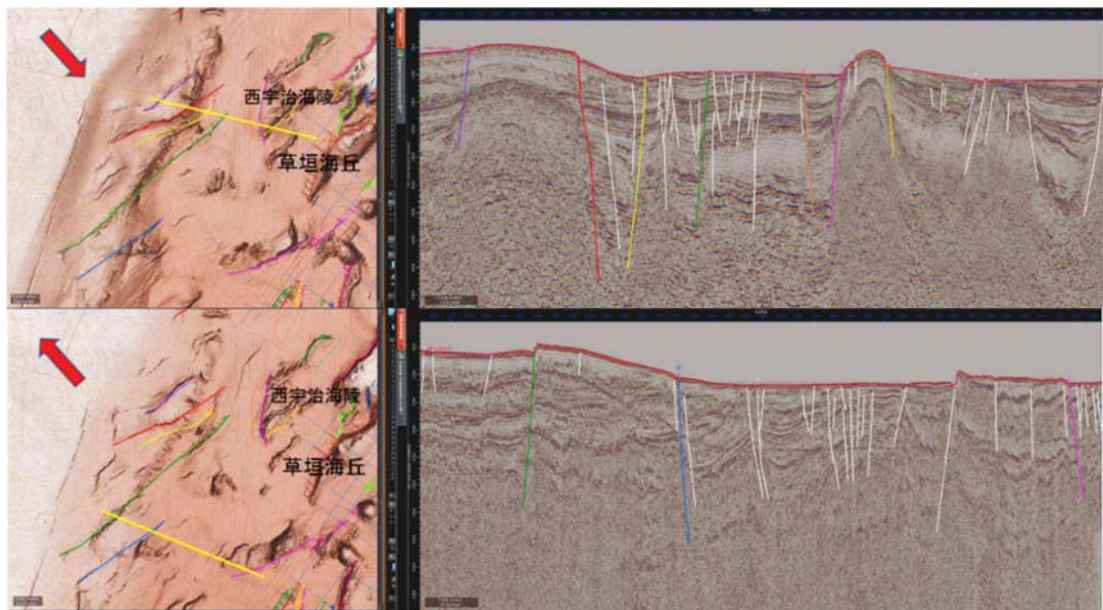


図 72 草垣群島西方海底陰影図と反射記録断面図（赤い矢印は光源の方向を示す。左上図は北西からの光源、左下図は南東からの光源による陰影図。上図の赤い断層（東落ち）は北西光源で下図の緑の断層（西落ち）は南東光源で明瞭に確認される。）

沖縄トラフ北部にあたる草垣群島西方海域では、2本の反射法測線が大陸棚の奥まで延びている。大陸棚はほとんどフラットで、1秒より浅い不整合面上に新規堆積物が薄く堆積していて、海底まで延びている断層はほとんど見あたらない。陰影図では大陸棚と大陸棚斜面の変換点に直線の窪みがはっきりと見えるが、反射記録断面ではわずかな変位が見えるだけである。大陸棚斜面では堆積物が厚みを増し、舟底では3秒ほどに厚さを増している。断層は、斜面中腹より舟底にかけて発達しているように見える。図72上（北）の10DAN-M測線では、大陸棚斜面末端地下に貫入岩体が存在し、大陸棚からの堆積物を止める役割を果たしていたように見える。これが上昇して赤と紫の断層を形成したと考える。図72下（南）の6109M測線では貫入岩は見られず、基盤がブロック状に上昇して緑と青の断層を形成したと考える。舟底では地下は激しく褶曲し、断層も発達しているが、大陸棚斜面から伸びた断層以外、海底まで延びている断層は少ない。舟底東部では貫入岩の影響もあり、海底に変形をもたらす断層が多く発達している。これら2測線の間隔は、70 kmほどあり青の断層以外は地形で延長した。大陸棚斜面の末端で南南西－北北東方向に伸びる急傾斜帯は、一本の断層では表せない破碎帯で朝鮮半島東岸から対馬・五島列島の西を通り、福江海盆で東にシフトし東シナ海大陸棚の淵を尖閣諸島付近まで延びる横ずれ断層の可能性はある。

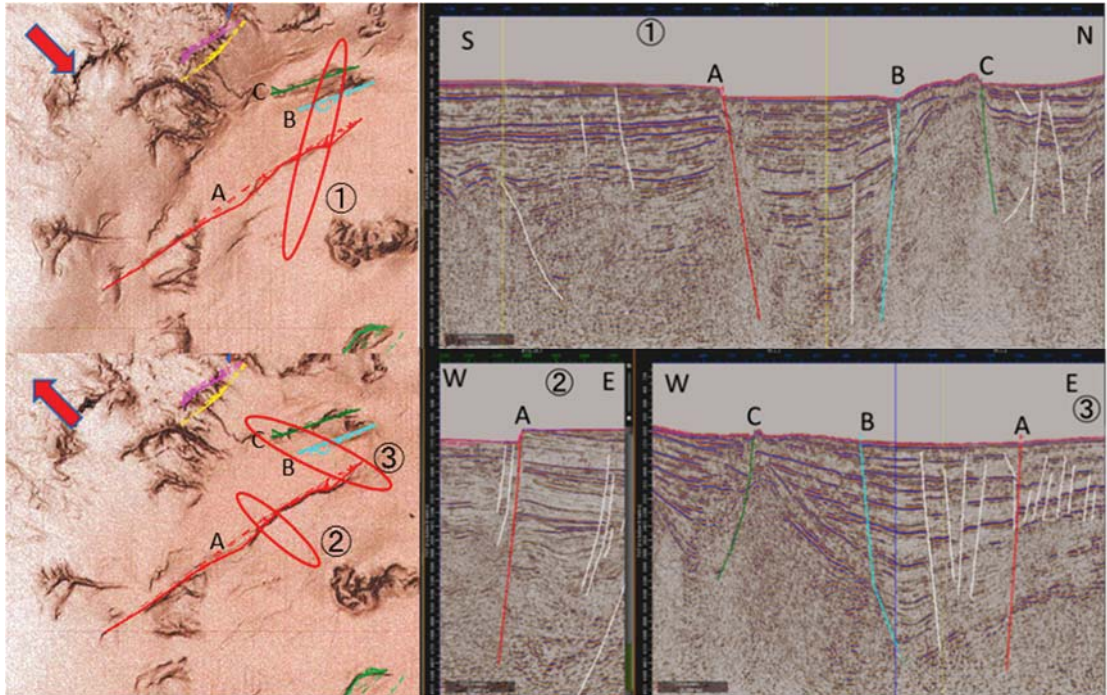


図 73 甕島列島西方沖縄トラフ最北端の海底地形陰影図と反射記録断面図（数字は測線、ABC は断層に対応している。A 及び C 断層は南東光源（下）で、B 断層は北西光源（上）で明瞭に確認される。）

沖縄トラフ最北端は甕島列島の西方に位置し、五島灘・天草灘へと浅くなって行く（図 73）。地下では激しく褶曲し、断層も多数観察されるが、海底面にまで影響を与えているものは摘出した 3 本のみである。A 断層の①、②測線での海底の落差は 100 m 以上あり、南東光源陰影図に明瞭に表れている。また、③測線では、僅かながら海底に段差が確認できた。一方、南西方向では海底地形の段差が明瞭なため、南西に大きく伸ばした。北東にも延びる可能性はあるが、地形・反射記録共に不明瞭なので伸延しなかった。

平成 28 年度の成果として解釈した断層の総数と海域別の内訳を表 10 に示す。最終的に、南西諸島北部海域で 301 個の断層を特定した。これらの各断層の特徴を記載した一覧は、以下の表 11 の通りである。

表 10 断層一覧表

海域別	総数	断層別(内訳)		
		正断層	逆断層	横ずれ断層
長崎県/熊本県沖	27	12	4	11
鹿児島県甕島列島周辺	42	28	0	14
鹿児島県薩南諸島	27	22	5	0
沖縄トラフ北部	89	86	3	0
沖縄トラフ中部	50	50	0	0
南西諸島北部 海溝側	66	19	47	0

表 11 断層一覧表

長崎県/熊本県沖断層一覧

断層名称	断層タイプ	走向	傾斜方向	長さ(km)	深さ(km)	ランク	信頼度	備考	
NGS-1	正断層	北北東-南南西	東	74	7.4	I	C	A	五島列島に並行する細長い新第三紀ハーフグラベンの西側を境する正断層。地形的にも明確な段差が見られる。横ずれ断層の可能性あり。
NGS-2	正断層	北東-南西	西	10	2.8	I	C	A	NGS-01の北端部に並行し、ホルスト中にNGS-03との間に新第三紀小堆積盆を形成する
NGS-3	正断層	北東-南西	東	20	2.0	I	C	A	ホルスト中でNGS-02と並行し02との間に新第三紀小堆積盆を形成する。
NGS-4	横ずれ断層	北北東-南南西	西へ垂直	22	2.8	I	C	B	NGS-01のの南方延長部に位置し、ホルスト状の高まりを形成する。
NGS-5	横ずれ断層	北北東-南南西	東へ垂直	14	2.8	I	C	B	NGS-04の東に位置し、04とホルスト状の高まりを形成する。
NGS-6	逆断層	北北東-南南西	東	13	2.0	I	C	A	五島列島南西に位置する横ずれ断層。07とポジティブフラワーストラクチャーを形成する。赤色立体地図で北へ伸延
NGS-7	逆断層	北北東-南南西	西	11	1.1	I	C	A	NGS-06とポジティブフラワーストラクチャーを形成する断層で、NGS-08との間の地層は下にたまる。
NGS-8	正断層	北北東-南南西	西	10	1.8	I	C	A	NGS-07に並走する断層で、NGS-07との間の地層が下にたまる。
NGS-9	横ずれ断層	北-南	垂直	11	1.9	I	C	A	五島列島南端西沈降部にある南北に伸びる横ずれ断層。地形的凹地が見られる。
NGS-10	横ずれ断層	北-南	垂直	18	2.8	I	C	A	五島列島南に位置する横ずれ断層。赤色立体地図で北へ伸延。NGS-11との間が下にたまる。地形的には列島の西を北に向かい50km以上伸びる可能性がある。
NGS-11	横ずれ断層	北東-南西	垂直	22	2.4	I	C	A	五島列島南の東に位置する横ずれ断層。赤色立体地図で陸上を通り富江港の先まで北へ伸延。鬼岳はこの断層から噴出？
NGS-12	正断層	東北東-西南西	南	5	2.3	I	C	B	五島列島南に位置する正断層。ほぼ垂直。NGS-13との間が下にたまる。
NGS-13	横ずれ断層	北東-南西	垂直	22	1.9	I	C	A	五島列島南の東に位置する横ずれ断層。列島東を黒島に向かい北東へ伸延出来る
NGS-14	逆断層	北北東-南南西	東	31	3.3	I	C	A	五島列島南に位置する逆断層。15断層とポップアップ岩体を挟む。AW-19測線で不自然に東に曲がる。雁行状の貫入が測線の測量ミスが考えられる。
NGS-15	逆断層	北北東-南南西	西	33	3.2	I	C	A	五島列島南に位置する逆断層。14断層とポップアップ岩体を挟む。AW-19測線で不自然に東に曲がる。雁行状の貫入が測線の測量ミスが考えられる。
NGS-16	正断層	北東-南西	西	22	5.6	I	C	A	五島列島南の大規模チャネルを超えたところに位置する正断層。この付近では地形図からおびたしい数の海底河川の発達が予想される。
NGS-17	正断層	北東-南西	西	26	3.5	I	C	A	五島列島南の大規模チャネルを超えたところに位置する正断層。この付近では地形図からおびたしい数の海底河川の発達が予想される。
NGS-18	正断層	東北東-西南西	北	25	6.0	I	C	A	長崎半島南西延長部で五島灘堆積盆地の南方(東)を画する正断層。
NGS-19	正断層	西北西-東南東	北	32	5.5	I	C	A	長崎半島南西延長部、18断層の西で五島灘堆積盆地の南方(西)を画する正断層。
NGS-20	横ずれ断層	北北西-南南東	垂直	16	0.9	I	B	B	五島灘堆積盆地中央部の北北西-南南東方向の横ずれ断層。一部海底地形に明瞭だが海底地形に明らかな誤りあり(立体赤色地図)。
NGS-21	正断層	西北西-東南東	南	11	6.3	I	C	A	五島灘堆積盆地西部の正断層。海底地形図の精度が悪く西方への伸延は出来ない。
NGS-22	横ずれ断層	西北西-東南東	北	19	3.0	I	C	A	五島灘堆積盆地西部の横ずれ断層。断層東部では23と共役
NGS-23	横ずれ断層	西北西-東南東	南	20	2.6	I	C	A	五島灘堆積盆地西部の横ずれ断層。断層東部では22と共役。東半分は別断層の可能性あり。
NGS-24	横ずれ断層	西北西-東南東	垂直	22	3.2	I	C	A	五島灘堆積盆地北部の横ずれ断層。25断層との間の地層が上がったり下がったりしている。
NGS-25	横ずれ断層	西北西-東南東	垂直	22	3.1	I	C	A	五島灘堆積盆地北部の横ずれ断層。24断層との間の地層が上がったり下がったりしている。
NGS-26	正断層	北東-南西	東	38	5.0	I	C	A	長崎半島延長部で天草灘堆積盆地の北西方を画するリストラクチャー正断層。熊本県沖。
NGS-27	正断層	北東-南西	東	26	4.6	I	C	A	天草灘堆積盆地中央で大規模な背斜を伴うリストラクチャー正断層。熊本県沖。

鹿児島県甕島列島周辺海域断層一覧

断層名称	断層タイプ	走向	傾斜方向	長さ(km)	深さ(km)	ランク	信頼度	備考	
KSK-01	正断層	北北東-南南西	西	57	2.4	I	C	A	甕島列島西部沖合を列島と並走する正断層。KSK-02とともに甕島を形成する。
KSK-02	正断層	北東-南西	東	45	4.2	I	C	A	甕島列島東部沖合を列島と並走する正断層。KSK-01とともに甕島を形成する。
KSK-03	正断層	北北東-南南西	西	61	3.2	I	C	A	甕島の南、鹿島から宇治群島のある宇治海丘を隆起させた西の崖を形成する正断層
KSK-04	正断層	北北東-南南西	西	68	6.2	I	C	A	草垣海丘とその南の海丘の西側を横切る正断層。地層は東に傾動している。
KSK-05	正断層	北北東-南南西	西	11	1.3	I	C	A	宇治海丘南部でKSK-03から派生したと思われる正断層。地層は東に傾動している。
KSK-06	正断層	南北	西	29	3.0	I	C	A	宇治海丘南部から伸びる海丘を形成する正断層。地層は東に傾動している。
KSK-07	正断層	南北	西	17	3.3	I	C	A	宇治海丘南部から伸びる谷間を形成する正断層。地層は東に傾動している。
KSK-08	正断層	北北東-南南西	西	29	1.4	II	C	A	宇治海丘東部の正断層。地形の変形無し。
KSK-09	正断層	北東-南西	西	35	4.2	I	C	A	黒島の南南西延長、草垣海丘との間の堆積盆地中央付近を切る西落ち正断層。陰影図で南西に伸延。
KSK-10	正断層	北東-南西	東	36	4.1	I	C	A	黒島の南南西延長、草垣海丘との間の堆積盆地中央付近を切る東落ち正断層。東に火成岩ドーム有り。陰影図で南西に伸延。
KSK-11	正断層	北東-南西	東	12	3.0	II	C	A	KSK-12断層の西に発達する堆積盆地中に発達する横ずれ断層。
KSK-12	正断層	北東-南西	東	33	4.1	I	C	A	口永良部島南西、臥蛇島北方で深部貫入岩の影響により一部背斜構造を形成する細長い海丘の西側を横切る正断層。
KSK-13	正断層	南北	西	18	3.7	I	C	A	黒島と草垣群島間の堆積盆地の中央付近で背斜構造と関係した西落ち正断層。
KSK-14	正断層	北東-南西	東	24	3.7	I	B	A	黒島と草垣群島間の堆積盆地の中央付近で背斜構造と関係した東落ち正断層。
KSK-15	横ずれ断層	南北	垂直	11	0.9	II	B	B	黒島と草垣群島間の堆積盆地中の断層。地形の変形無し。
KSK-16	横ずれ断層	南北	垂直	20	0.7	II	B	B	黒島と草垣群島間の堆積盆地中の断層。地形の変形無し。
KSK-17	正断層	北東-南西	西	44	6.1	I	C	A	黒島西方の堆積盆地と黒島から伸びる隆起帯の西側を境する西落ち正断層
KSK-18	正断層	北東-南西	西	18	2.7	I	C	B	KSK-17断層に付随する西落ち正断層
KSK-19	正断層	北北東-南南西	東	14	0.3	I	C	A	KSK-17断層に正対し、ホルストを形成する東落ち正断層
KSK-20	正断層	北北東-南南西	東	14	0.4	I	C	B	黒島の西に小さな堆積盆地を形成する東落ち正断層。
KSK-21	正断層	東北東-西南西	南	19	4.1	I	C	A	黒島の南へ南東を区切り、黒島を隆起させた正断層。
KSK-22	正断層	西北西-東南東	北	8	1.9	I	B	B	黒島の北東を区切り、黒島を隆起させた正断層。
KSK-23	正断層	東北東-西南西	北	16	0.8	I	B	B	黒島の北方にあり、黒島の隆起に関連した正断層。
KSK-24	正断層	南北	西	24	7.1	I	C	A	黒島北方で東の海丘と西の海盆の境界にあり、双方を切る。24(南)～29(北)までエシェロン状に発達する。
KSK-25	正断層	南北	西	19	5.5	I	C	A	黒島北方で東の海丘と西の海盆の境界にあり、双方を切る。24(南)～29(北)までエシェロン状に発達する。
KSK-26	正断層	南北	西	16	5.3	I	C	A	黒島北方で東の海丘と西の海盆の境界にあり、双方を切る。24(南)～29(北)までエシェロン状に発達する。
KSK-27	正断層	南北	西	23	1.1	I	C	A	黒島北方で東の海丘と西の海盆の境界にあり、双方を切る。24(南)～29(北)までエシェロン状に発達する。
KSK-28	正断層	北北東-南南西	西	10	1.7	II	C	A	KSK-27の南。黒島と宇垣群島の間。地形の変形無し。
KSK-29	正断層	北北東-南南西	西	13	0.9	II	C	A	KSK-27の北。坊ノ岬と宇垣群島の間で坊ノ岬寄り。地形の変形無し。
KSK-30	正断層	南北	西	19	2.2	I	C	A	西側のハーフグラベンを形成する正断層。坊ノ岬沖約7kmほどの地点で向きを北北西に変える。反射パターンから推定。
KSK-31	横ずれ断層	北北東-南南西	垂直	14	0.7	II	C	B	久多島と吹上嶺の間に発達する。32との間が陥没している。
KSK-32	横ずれ断層	北北東-南南西	垂直	14	0.5	I	C	A	久多島の東方に発達する。31との間が陥没している。
KSK-33	正断層	北北東-南南西	西	24	0.5	II	C	A	久多島の西方に発達する。西側が落ちているように見える。
KSK-34	横ずれ断層	北北東-南南西	垂直～東	8	1.1	II	C	B	甕海峡ベーズンへ向かう途中の斜面で良反射と乱反射の境。35と雁行する。
KSK-35	横ずれ断層	北北東-南南西	垂直	15	0.6	I	C	A	甕海峡ベーズンへ向かう途中の斜面で良反射と乱反射の境。34と雁行する。
KSK-36	横ずれ断層	北北東-南南西	垂直	19	0.5	II	C	A	上甕島と川内市の間の甕海峡内の断層。ほぼ垂直で横ずれ断層と考えられる。
KSK-37	横ずれ断層	北北東-南南西	垂直	9	0.3	I	C	A	上甕島と川内市の間の甕海峡内の断層。ほぼ垂直で横ずれ断層と考えられる。
KSK-38	横ずれ断層	北北東-南南西	垂直	19	0.4	I	C	A	上甕島と川内市の間の甕海峡内の断層。ほぼ垂直で横ずれ断層と考えられる。
KSK-39	横ずれ断層	北北東-南南西	垂直	14	0.4	II	C	A	上甕島と川内市の間の甕海峡内の断層。ほぼ垂直で横ずれ断層と考えられる。
KSK-40	横ずれ断層	北北東-南南西	垂直	6	0.2	I	C	A	上甕島北方の甕海峡内の断層。ほぼ垂直で横ずれ断層と考えられる。
KSK-41	横ずれ断層	北北西-南南東	垂直	9	0.8	II	C	A	上甕島と黒神島の間から北北東に延びる断層。ほぼ垂直で横ずれ断層と考えられる。
KSK-42	正断層	北北東-南南西	西	16	1.0	II	C	A	鹿島の西が落ちた正断層。KSK-03に北部で並走する。

鹿児島県薩南諸島海域断層一覧

断層名称	断層タイプ	走向	傾斜方向	長さ(km)	深さ(km)	ランク	信頼度	備考	
KGS-1	正断層	南北一北東南西	西	20	1.2	I	C	A	開聞岳から南西に延びる凹地の東縁～南縁を画する正断層
KGS-2	正断層	東西	南	27	1.5	I	C	A	開聞岳から南西に延びる凹地の北縁を画する正断層
KGS-3	正断層	南北	東	4	0.8	I	C	A	鹿児島湾口の小規模グラベン西側を規制する正断層。
KGS-4	正断層	南北	西	5	0.9	I	C	A	鹿児島湾口の小規模グラベン東側を規制する正断層。
KGS-5	正断層	北西-南東	西	8	0.9	I	B	A	鹿児島湾鹿屋沖の海岸と平行な正断層
KGS-6	正断層	北北東-南南西	東	26	4.7	I	C	A	薩摩半島と屋久島の間に延びるリストリック正断層
KGS-7	正断層	南北	西	22	3.2	I	C	A	薩摩半島と屋久島の間に延びる正断層
KGS-8	逆断層	北北東-南南西	東	10	2.0	II	C	A	佐多岬南方海域で基盤をポップアップさせている逆断層。
KGS-9	逆断層	北北東-南南西	東	11	2.3	I	C	A	佐多岬南方海域で基盤をポップアップさせている逆断層。
KGS-10	逆断層	南北	西	10	1.5	I	C	A	佐多岬南方海域で基盤をポップアップさせている逆断層。
KGS-11	正断層	北北東-南南西	西	34	1.8	I	C	A	佐多岬-屋久島と種子島の間にある堆積盆地中に発達する基盤隆起上の正断層。
KGS-12	正断層	北北東-南南西	西	31	1.9	I	C	A	佐多岬-屋久島と種子島の間にある堆積盆地中に発達する正断層
KGS-13	正断層	南北	西	17	1.8	I	C	A	佐多岬-屋久島と種子島の間にある堆積盆地中に発達する正断層
KGS-14	正断層	南北	西	27	1.7	I	C	A	佐多岬-屋久島と種子島の間にある堆積盆地中に発達する正断層
KGS-15	逆断層	北北東-南南西	東	29	4.1	I	C	B	馬毛島を隆起させた西側の逆断層。横ずれ断層の可能性あり。
KGS-16	正断層	南北	西	14	1.0	II	C	B	馬毛島と種子島の間の小堆積盆地中の正断層。
KGS-17	正断層	北東-南西	西	26	3.5	I	C	A	五島列島南の大規模チャネルを超えたところに位置する正断層。この付近では地形図からおびただしい数の海底河川の発達が予想される。
KGS-18	正断層	東北東-西南西	北	25	6.0	I	C	A	長崎半島南西延長部で五島灘堆積盆地の南方(東)を画する正断層。
KGS-19	正断層	北北東-南南西	西	25	3.1	I	C	A	喜界カルデラ外輪山の東壁(二重目)を形成する。
KGS-20	正断層	北北西-南南東	西	20	2.2	I	C	A	喜界カルデラ外輪山の南西外側の正断層。
KGS-21	正断層	西北西-東南東	南	11	6.3	I	C	A	五島灘堆積盆地西部の正断層。海底地形図の精度が悪く西方への伸延は出来ない。
KGS-22	正断層	北北東-南南西	東	15	3.2	I	C	B	喜界カルデラ南部出口の西を規制する正断層。
KGS-23	正断層	北東-南西	東	24	1.8	I	C	A	黒島海丘の東と南を規制する正断層。
KGS-24	正断層	北北東-南南西	西	17	3.0	I	C	A	屋久島、喜界カルデラ、黒島海丘、口永良部島に囲まれた堆積盆地内の正断層。
KGS-25	正断層	北北西-南南東	西	7	1.9	I	C	B	屋久島と喜界カルデラを結ぶ高まりの西側を規制する正断層。
KGS-26	正断層	南北	西	116	4.4	I	C	A	屋久島から南に延びる大陸地殻の西側を規制する正断層
KGS-27	逆断層	北北東-南南西	東	38	3.1	I	C	A	口之島、中之島の西の隆起を形成する逆断層。

沖縄トラフ北部断層一覧 (1/2)

断層名称	断層タイプ	走向	傾斜方向	長さ(km)	深さ(km)	ランク	信頼度	備考	
trough_N_01	正断層	東西	北	28	3.4	I	C	B	奄美大島と横当島の間の堆積盆地に発達する北落ち正断層。東へは海底地形で伸ばした。
trough_N_02	正断層	東西	北	13	3.1	I	C	B	奄美大島と横当島の間の堆積盆地に発達する北落ち正断層。
trough_N_03	正断層	東西	北	67	2.9	I	C	A	奄美大島と横当島の間の堆積盆地に発達する北落ち正断層。東へは海底地形で伸ばした。
trough_N_04	正断層	西北西-東南東	南	16	1.9	I	C	B	奄美大島と横当島の間の堆積盆地に発達する南落ち正断層。
trough_N_05	正断層	西北西-東南東	南	15	2.3	I	C	A	奄美大島と横当島の間の堆積盆地に発達する南落ち正断層。N_06との間で傾斜方向が変わる。
trough_N_06	正断層	西北西-東南東	北	14	2.4	II	C	B	奄美大島と横当島の間の堆積盆地に発達する北落ち正断層。N_05との間で傾斜方向が変わる。
trough_N_07	正断層	北東-南西	西	6	1.3	I	C	B	奄美大島と横当島の間の堆積盆地に発達する西落ち正断層。
trough_N_08	正断層	西北西-東南東	北	15	2.2	I	C	B	奄美大島と横当島の間の堆積盆地に発達する北落ち正断層。
trough_N_09	正断層	北東-南西	東	15	3.4	I	C	A	横当島西方15kmに位置するリストラック正断層。
trough_N_10	正断層	北東-南西	東	10	3.7	I	C	A	横当島西方20kmに位置するリストラック正断層。
trough_N_11	正断層	北東-南西	東	20	4.6	I	C	A	横当島西方30kmに位置するリストラック正断層。
trough_N_12	正断層	北東-南西	東	11	4.4	I	C	A	横当島西方35kmに位置するリストラック正断層。
trough_N_13	正断層	北東-南西	西	51	7.6	I	C	A	横当島西方約35km、海底山地が隆起した西端付近の西落ち正断層。南と北へ地形で伸延した。
trough_N_14	正断層	北東-南西	西	36	4.4	I	C	A	横当島西方約40km、海底山地が隆起した西端付近の西落ち正断層。南と北へ地形で伸延した。
trough_N_15	正断層	北北東-南南西	西	42	4.5	I	C	A	横当島西方約60km、東翼で背斜中央を落とす西落ち正断層。南東光源陰影図で南に延ばした。
trough_N_16	正断層	北東-南西	東	48	6.2	I	C	A	横当島西方約65km、西翼で背斜中央を落とす東落ち正断層。北西光源陰影図で南に延ばした。
trough_N_16_a	正断層	北東-南西	東	36	2.8	I	C	A	横当島西方約85km、西翼で背斜中央を落とす東落ち正断層。北西光源陰影図に明瞭だが南北方向の観測ギャップの影響で不明な部分がある。
trough_N_17	正断層	北北東-南南西	東	46	6.7	I	C	A	横当島西方約70km、西翼で背斜中央を落とす東落ち正断層。北西光源陰影図に明瞭だが南北方向の観測ギャップの影響で不明な部分がある。
trough_N_18	正断層	北北東-南南西	西	45	6.7	I	C	A	横当島西方約80km、東の褶曲帯から西側の比較的平坦な海底に向かう途中の西落ち正断層。。南東光源陰影図に中央付近は明瞭だが南北両端に向かい地表落差は減少する。
trough_N_18_a	正断層	北北東-南南西	西	61	5.4	I	C	A	横当島西方約85km、褶曲帯西側に広がる平坦な沖縄トラフ東部にある西落ち正断層。海底での変形は軽微の上、南北方向の観測ギャップ等の影響で地形による解釈は不可。
trough_N_18_b	正断層	北北東-南南西	東	55	4.3	I	C	A	横当島西方約90km、褶曲帯西側に広がる平坦な沖縄トラフ東部にある東落ち正断層。海底での変形は軽微の上、南北方向の観測ギャップ等の影響で地形による解釈は不可。
trough_N_18_c	正断層	北北東-南南西	東	52	5.3	I	C	A	横当島西方約100km、褶曲帯西側に広がる平坦な沖縄トラフ東部にある東落ち正断層。海底での変形は軽微の上、南北方向の観測ギャップ等の影響で地形による解釈は不可。
trough_N_18_d	正断層	北北東-南南西	東	44	5.3	I	C	A	横当島西方約105km、褶曲帯西側に広がる平坦な沖縄トラフ東部にある東落ち正断層。海底での変形は軽微の上南北方向の観測ギャップ等の影響で地形による解釈は不可。
trough_N_19	正断層	東西	北	30	4.6	I	C	A	奄美大島とカラ列島間に発達する堆積盆地中で奄美大島北部から横当島に伸びる緩やかな高まりの北側を規制する正断層。
trough_N_20	正断層	西北西-東南東	南	16	1.8	I	C	A	N_53の共役断層
trough_N_21	正断層	東西	北	25	3.7	I	C	A	奄美大島とカラ列島間に発達する堆積盆地の中央付近に発達する正断層。
trough_N_22	正断層	東西	北	22	2.5	I	B	A	奄美大島とカラ列島間に発達する堆積盆地の中央付近に発達する正断層で、N_23断層の共役断層。
trough_N_23	正断層	東西	南	64	6.3	I	C	A	奄美大島とカラ列島間に発達する堆積盆地の北部で、横当島の北、上ノ根島の北から東に奄美大島の北まで延びる正断層。東は海底地形で延伸。
trough_N_24	逆断層	北北西-南南東	北	14	5.4	I	C	A	宝島を押し上げた逆断層
trough_N_25	正断層	南北	西	41	3.8	I	C	A	横当島北、宝島の西で東の海山群と西の堆積盆を分ける正断層。
trough_N_26	正断層	北東-南西	東	18	3.1	I	C	A	Well-3と宝島・横当島の間の堆積盆地中に発達したリストラック正断層。
trough_N_27	正断層	北東-南西	東	35	4.8	I	C	A	Well-3と宝島・横当島の間の堆積盆地中に発達したリストラック正断層。陰影図で南西に伸延。
trough_N_28	正断層	北東-南西	東	19	4.0	I	C	A	Well-3と宝島・横当島の間の堆積盆地中に発達したリストラック正断層。
trough_N_29	正断層	北東-南西	東	35	4.3	I	C	A	Well-3と宝島・横当島の間の堆積盆地中に発達したリストラック正断層。陰影図で南西と北東に伸延。
trough_N_30	正断層	北東-南西	東	33	5.2	I	C	A	Well-3と宝島・横当島の間の堆積盆地中に発達したリストラック正断層。
trough_N_31	逆断層	北東-南西	西	26	3.4	I	C	A	Well-3のある構造をtrough_N_32と一緒にポップアップさせた東側の逆断層。海底地形で北東及び南西に伸延。
trough_N_32	逆断層	北東-南西	東	64	6.9	I	C	A	Well-3のある構造をtrough_N_31と一緒にポップアップさせた西側の逆断層
trough_N_33	正断層	北東-南西	西	33	4.1	I	C	A	Well-3の西側グラベン内のリストラック正断層。海底地形で南西に伸延
trough_N_34	正断層	北東-南西	東	12	2.6	I	B	A	Well-3の西側の正断層。trough_N_33と共役断層。
trough_N_35	正断層	北東-南西	西	39	5.0	I	C	A	Well-3の西側グラベン内のリストラック正断層。陰影図で北に伸延。
trough_N_36	正断層	北東-南西	西	20	6.0	I	C	A	Well-3の西側グラベン内のリストラック正断層。陰影図で南西及び北東に伸延。
trough_N_37	正断層	北東-南西	東	20	6.6	I	C	A	試掘井ToKa-1の西側グラベンの西を規制する正断層。
trough_N_38	正断層	西北西-東南東	北	20	3.8	I	C	A	奄美大島とカラ列島の間の堆積盆地に形成された正断層グループ。
trough_N_39	正断層	西北西-東南東	北	22	2.7	I	C	A	奄美大島とカラ列島の間の堆積盆地に形成された正断層グループ。
trough_N_40	正断層	西北西-東南東	北	22	3.6	I	C	A	奄美大島とカラ列島の間の堆積盆地に形成された正断層グループ。北落ち断層の最北端。
trough_N_41	正断層	西北西-東南東	南	20	2.9	I	C	A	奄美大島とカラ列島の間の堆積盆地に形成された正断層グループ。
trough_N_42	正断層	西北西-東南東	南	19	3.4	I	C	A	奄美大島とカラ列島の間の堆積盆地に形成された正断層グループ。南落ち断層の最南端。
trough_N_43	正断層	西北西-東南東	南	10	4.9	I	C	A	奄美大島とカラ列島の間の堆積盆地に形成された正断層グループ。
trough_N_44	正断層	北北東-南南西	西	94	4.7	I	C	A	薩南諸島とカラ列島間の堆積盆地中央部カラギヤップ西に盆地長軸方向に発達するリストラック正断層。南部で西北西-東南東の断層群と直交するが関係は不明。
trough_N_45	逆断層	北東-南西	東	19	4.1	I	C	B	悪石島を隆起させた逆断層。陰影図で南西と北東に伸延。
trough_N_46	正断層	北東-南西	東	11	1.4	I	C	B	悪石島隆起に影響された島の西の堆積盆地との境界付近の正断層
trough_N_47	正断層	北東-南西	東	22	3.7	I	C	A	悪石島西の堆積盆地中のリストラック正断層
trough_N_48	正断層	北東-南西	東	17	4.5	I	C	A	悪石島西の堆積盆地中のリストラック正断層
trough_N_49	正断層	北東-南西	東	9	4.0	I	C	A	悪石島西の堆積盆地中のリストラック正断層。陰影図で北東に伸延。
trough_N_50	正断層	北東-南西	東	21	5.3	I	C	A	平島の東に発達する正断層。南部ではリストラック正断層。背斜の胴切り断層。

沖縄トラフ北部断層一覧 (2/2)

断層名称	断層タイプ	走向	傾斜方向	長さ(km)	深さ(km)	ランク	信頼度	備考	
trough_N_51	正断層	北東-南西	東	30	5.8	I	C	A	平島の西に発達するリストリック正断層。堆積盆地の西縁を面する。
trough_N_52	正断層	南北	西	91	4.7	I	C	A	臥蛇島～平島西部に発達する長大な正断層。地形に明瞭だが基盤内の反射が不明の為ははっきりしない。基盤と新規堆積物の境界が断層面の可能性もある。
trough_N_53	正断層	東北東-南西	東	18	4.4	I	B	A	平島西部でN_52断層と一部共役断層。陰影図に明瞭。
trough_N_54	正断層	北東-南西	東	21	5.3	I	B	A	臥蛇島～平島西部に発達する堆積盆地中のリストリック正断層
trough_N_55	正断層	北東-南西	東	50	5.2	I	B	A	臥蛇島～平島西部に発達する堆積盆地中のリストリック正断層
trough_N_56	正断層	南北	西	38	4.0	I	B	A	臥蛇島～平島西部に発達する堆積盆地中の正断層。フラワーストラクチャー的背斜構造の東翼を構成する。
trough_N_57	正断層	北北東-南南西	東	25	4.2	I	C	A	平島西方平島管根中央のリストリック正断層。地形で北に伸ばす。N_56断層と形成する背斜を北部で斜めに切る。
trough_N_58	正断層	北北東-南南西	東	29	4.0	I	C	A	平島西方平島管根中央のリストリック正断層。地形で北に伸ばす。N_56断層との間に形成する背斜を北部で斜めに切る。
trough_N_59	正断層	北北東-南南西	東	20	3.1	I	C	A	平島西方平島管根中央のリストリック正断層。地形で南北に伸ばす。N_56断層等と背斜を形成する。
trough_N_60	正断層	北北東-南南西	東	51	4.4	I	C	A	平島西方平島管根中央のリストリック正断層。N_56断層との間に背斜を形成する。
trough_N_61	正断層	南北	東	27	4.6	I	C	A	平島西方平島管根中央のリストリック正断層。地形で南北に伸ばす。
trough_N_62	正断層	南北	東	26	4.6	I	C	A	平島西方平島管根中央のリストリック正断層。地形で南に伸ばす。
trough_N_63	正断層	北北東-南南西	西	66	6.6	I	C	A	平島西方平島管根と琉球トラフ最深部を分ける正断層。南西光源陰影図で明瞭に追跡可能。
trough_N_64	正断層	北北東-南南西	東	11	3.5	I	C	A	沖臥蛇窪東側の沖縄トラフ中の正断層。地形で南北に伸ばす。
trough_N_65	正断層	北北東-南南西	東	18	5.1	I	C	A	沖臥蛇窪東側を規制する正断層。地形で南北に伸ばす。
trough_N_66	正断層	南北	西	22	3.7	II	B	A	沖臥蛇窪北でネガティブフラワーストラクチャーが形成する背斜の東翼に形成された正断層
trough_N_67	正断層	南北	西	23	3.7	I	B	A	沖臥蛇窪北でネガティブフラワーストラクチャーが形成する背斜の東翼に形成された正断層
trough_N_68	正断層	北北東-南南西	東	20	4.1	I	B	A	沖臥蛇窪北でネガティブフラワーストラクチャーが形成する背斜の西翼に形成された正断層
trough_N_69	正断層	北北東-南南西	東	30	4.8	I	C	A	沖臥蛇窪北でネガティブフラワーストラクチャーが形成する背斜の西翼に形成された正断層
trough_N_70	正断層	北東-南西	東	48	2.9	I	C	A	草垣群島と沖臥蛇窪の中央付近の海山の東側を規制する正断層。北光源の陰影図で明瞭。南西へ延ばす。
trough_N_71	正断層	北東-南西	東	55	5.4	I"	C	B	大陸棚斜面に斜行するように発達する正断層。陰影図で南に伸延。東側にハーフグラベン形成。
trough_N_72	正断層	北東-南西	西	116	4.8	I	C	A	大陸棚斜面に斜行するように発達する正断層。トラフまで延びる。南に地形で伸延。
trough_N_73	正断層	北東-南西	西	46	5.4	I"	C	A	大陸棚斜面に斜行するように発達する正断層。陰影図で南に伸延。西にグラベン形成。
trough_N_74	正断層	北東-南西	東	67	7.0	I"	C	A	大陸棚斜面に斜行するように発達する正断層。陰影図で南北に伸延。東にグラベン形成。N_75との間にホルストを形成。
trough_N_75	正断層	北東-南西	西	33	2.6	I"	C	A	大陸棚斜面に斜行するように発達する正断層。陰影図で南北に伸延。N_74との間にホルストを形成。西に大陸棚堆積盆発達。
trough_N_76	正断層	北東-南西	東	24	2.5	I"	C	A	草垣海丘の西、トラフ中の高まりの東側を規制。陰影図で北に伸延。
trough_N_77	正断層	北東-南西	東	20	1.8	I	B	B	宇治群島西方約18kmの沖縄トラフ中の正断層
trough_N_78	正断層	北東-南西	東	31	4.2	I"	C	A	宇治群島西方約27kmの沖縄トラフ中の小規模海丘を形成する正断層。N72-1測線のみ。陰影図で南方へ伸延。
trough_N_79	正断層	北北東-南南西	西	22	1.9	I	C	A	宇治群島西方約27kmの沖縄トラフ中の小規模海丘を形成する正断層。大きく屈曲する。
trough_N_80	正断層	南北	西	43	4.1	I"	C	A	宇治群島南西方約55kmの沖縄トラフ中の小規模海丘西側の正断層。N_81との間にグラベン形成。1測線図のみ。南西光源の陰影図により南北方向に伸延。
trough_N_81	正断層	南北	東	31	3.4	I"	C	A	N_80断層の西約5kmを並走する正断層。N_80との間にグラベン形成。1測線のみ。
trough_N_82	正断層	北東-南西	西	90	5.1	I	C	A	下甕島と五島市男女群島の中間、沖縄トラフから大陸棚斜面まで続く正断層。陰影図で南西方向に伸延。
trough_N_83	正断層	北東-南西	東	24	5.1	I	C	A	上甕島と五島市男女群島の中間、沖縄トラフ内の正断層。陰影図で北東に伸延。N_84とグラベンを形成。N-86とホルストを形成。
trough_N_84	正断層	北東-南西	西	27	3.3	I	C	A	上甕島と五島市男女群島の中間、沖縄トラフ内の正断層。N_83とホルストを形成。

沖縄トラフ中部断層一覧

断層名称	断層タイプ	走向	傾斜方向	長さ(km)	深さ(km)	ランク	信頼度	備考	
trough_C_46	正断層	東西	南	23	1.3	I ⁺	C	A	第2奄美確南側を規制する正断層。1測線のみだが陰影図で東西に伸延。
trough_C_47	正断層	北東-南西	東	46	2.1	I	B	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られるリストリック正断層。微地形に一部明瞭。
trough_C_47_a	正断層	北東-南西	西	28	1.4	I	B	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られるリストリック正断層。微地形に一部明瞭。
trough_C_47_b	正断層	北東-南西	西	42	3.9	I	B	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られるリストリック正断層。微地形に一部明瞭。
trough_C_47_c	正断層	北東-南西	西	44	2.3	I	C	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られるリストリック正断層。微地形に一部明瞭。
trough_C_48	正断層	北東-南西	西	36	3.2	I	C	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られるリストリック正断層。微地形に一部明瞭。
trough_C_48_a	正断層	北東-南西	西	28	2.2	I	B	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られるリストリック正断層。微地形に一部明瞭。
trough_C_48_b	正断層	北東-南西	西	41	2.7	I	C	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られるリストリック正断層。地形への影響は少ない。
trough_C_48_c	正断層	北東-南西	西	47	4.0	I	C	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られるリストリック正断層。微地形に明瞭だが陰影図とは必ずしも一致しない。
trough_C_49	正断層	北東-南西	西	21	3.1	I	C	A	奄西海丘西端に位置するリストリック正断層。3測線と陰影図で南西と北東に伸延。
trough_C_50	正断層	北東-南西	西	20	4.7	I	C	A	奄西海丘西端に位置する正断層。震探3測線と陰影図で南西に伸延。
trough_C_51	正断層	北東-南西	西	34	2.0	I	B	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られる西落ち正断層。地形で南西と北東に延伸。
trough_C_52	正断層	北東-南西	西	46	2.5	I	B	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られる西落ち正断層。地形に一部明瞭だが陰影図とは必ずしも一致しない。
trough_C_52_a	正断層	北東-南西	西	29	2.1	I	B	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られるリストリック西落ち正断層。地形に一部明瞭だが陰影図とは必ずしも一致しない。
trough_C_52_b	正断層	北東-南西	西	33	2.1	I	B	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られるリストリック西落ち正断層。地形に一部明瞭だが陰影図とは必ずしも一致しない。
trough_C_52_c	正断層	北東-南西	西	23	2.4	I	C	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られるリストリック西落ち正断層。地形に一部明瞭だが陰影図とは必ずしも一致しない。
trough_C_53	正断層	北東-南西	西	32	4.3	I	C	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られる西落ち正断層。地形に一部明瞭だが陰影図とは必ずしも一致しない。
trough_C_54	正断層	北東-南西	西	20	2.1	I	B	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られる西落ち正断層。地形にわずかに見られる。
trough_C_55	正断層	北東-南西	西	40	2.0	I	B	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られる西落ち正断層。地形に明瞭だが陰影図とは必ずしも一致しない。背斜東翼の西落ち主要断層の西端。
trough_C_56	正断層	北東-南西	西	28	2.2	I	B	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られる西落ち正断層。地形に一部明瞭だが陰影図とは必ずしも一致しない。
trough_C_57	正断層	北東-南西	西	23	1.5	I	B	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られる西落ち正断層。地形に一部明瞭だが陰影図とは必ずしも一致しない。
trough_C_58	正断層	北東-南西	西	13	1.3	I	B	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られる西落ち正断層。震探で海底面変化がわずかに見られるが地形にはほとんど見られない。
trough_C_59	正断層	北東-南西	西	12	1.3	I	B	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られる西落ち正断層。震探で海底面変化がわずかに見られるが地形にはほとんど見られない。
trough_C_60	正断層	北東-南西	東	34	1.7	I	B	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られる東落ち正断層。地形に一部明瞭だが陰影図とは必ずしも一致しない。背斜西翼の東落ち主要断層の東端。
trough_C_60_a	正断層	北東-南西	東	9	1.0	I	B	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られる東落ち正断層。震探で海底面変化がわずかに見られるが地形にはほとんど見られない。背斜西翼頂部付近の東落ち断層。
trough_C_60_b	正断層	北東-南西	東	22	2.3	I	B	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られる東落ち正断層。地形に一部明瞭だが陰影図とは必ずしも一致しない。背斜西翼頂部付近の東落ち断層。北延長上にあるC_59とは落ちる方向が逆。
trough_C_60_c	正断層	北東-南西	東	15	1.2	I	B	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られる東落ち正断層。地形に一部明瞭だが陰影図とは必ずしも一致しない。背斜西翼頂部付近の東落ち断層。北延長上にあるC_58とは落ちる方向が逆。
trough_C_61	正断層	北東-南西	東	19	2.0	I	B	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られる東落ち正断層。地形に一部明瞭だが陰影図とは必ずしも一致しない。
trough_C_62	正断層	北東-南西	東	32	2.3	I	B	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られる東落ち正断層。地形に一部明瞭だが陰影図とは必ずしも一致しない。
trough_C_63	正断層	北東-南西	東	13	1.2	I	B	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られる東落ち正断層。地形に一部明瞭だが陰影図とは必ずしも一致しない。
trough_C_64	正断層	北東-南西	東	18	1.6	I	B	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られる東落ち正断層。地形に一部明瞭だが陰影図とは必ずしも一致しない。
trough_C_64_a	正断層	北東-南西	西	25	1.7	I	B	B	C_64の北延長方向に伸びる断層。南奄西海丘と大陸棚斜面間のトラフ平坦地に見られる正断層。微妙な海底地形がマルチビーム測線方向の繋ぎ不備に影響された陰によって消れ、測線間対比困難。
trough_C_65	正断層	北東-南西	東	52	1.6	I	B	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られる東落ち正断層。地形に明瞭だが陰影図とは必ずしも一致しない。地形を利用し南西の大陸棚斜面まで伸延。
trough_C_65_a	正断層	北東-南西	東	25	1.6	I	B	B	C_65の北延長方向に伸びる断層。南奄西海丘と大陸棚斜面間のトラフ平坦地に見られる東落ち正断層。微妙な海底地形がマルチビーム測線方向の繋ぎ不備に影響された陰によって消れ、測線間対比困難。
trough_C_65_b	正断層	北東-南西	東	24	1.2	I	B	B	C_65の北延長方向に伸びる断層。南奄西海丘と大陸棚斜面間のトラフ平坦地に見られる東落ち正断層。微妙な海底地形がマルチビーム測線方向の繋ぎ不備に影響された陰によって消れ、測線間対比困難。
trough_C_66	正断層	北東-南西	東	29	2.0	I	B	A	南奄西海丘西方、大陸棚斜面下部から沖縄トラフ平坦地に見られる東落ち正断層。地形に明瞭だが陰影図とは必ずしも一致しない。
trough_C_66_a	正断層	北東-南西	東	24	3.2	I	B	B	C_66の北延長方向に伸びる断層。南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られる東落ち正断層。海底地形がわずかに追跡できる。
trough_C_67	正断層	北東-南西	東	44	2.2	I	B	A	南奄西海丘西方、大陸棚斜面下部から沖縄トラフ平坦地に見られる東落ち正断層。地形に明瞭だが陰影図とは必ずしも一致しない。地形を利用し南西の大陸棚斜面まで伸延。
trough_C_67_a	正断層	北東-南西	東	23	1.8	I	B	A	C_67の北延長方向に伸びる断層。南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られる東落ち正断層。海底地形がわずかに追跡できる。
trough_C_68	正断層	北東-南西	東	27	2.6	I	B	A	南奄西海丘西方、大陸棚斜面下部に見られる正断層。地形に明瞭だが陰影図とは必ずしも一致しない。地形を利用し南西の大陸棚斜面下部まで伸延。
trough_C_68_a	正断層	北東-南西	東	34	3.7	I	B	A	南奄西海丘西方、大陸棚斜面に見られる東落ち正断層。地形に明瞭だが陰影図とは必ずしも一致しない。地形を利用し南西の大陸棚縁辺まで伸延。
trough_C_69	正断層	北東-南西	東	35	3.1	I	B	A	南奄西海丘西方、大陸棚斜面から沖縄トラフ平坦地に見られる正断層。地形に明瞭だが陰影図とは必ずしも一致しない。地形を利用し南西の大陸棚斜面まで伸延。
trough_C_69_a	正断層	北東-南西	東	21	1.5	I	B	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られる正断層。海底地形がわずかに追跡できる。
trough_C_69_b	正断層	北東-南西	東	21	1.3	I	B	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られる正断層。海底地形がわずかに追跡できる。
trough_C_69_c	正断層	北東-南西	東	20	1.9	I	B	A	南奄西海丘と大陸棚斜面間の沖縄トラフ平坦地に見られる正断層。海底地形がわずかに追跡できる。
trough_C_70	正断層	北東-南西	東	54	3.3	I ⁺	B	A	南奄西海丘西方、大陸棚斜面下部から沖縄トラフ平坦地に見られる東落ち正断層。地形に明瞭だが陰影図とは必ずしも一致しない。
trough_C_70_a	正断層	北東-南西	東	22	2.7	I	B	A	南奄西海丘西方、大陸棚斜面に見られる東落ち正断層。地形に明瞭だが陰影図とは必ずしも一致しない。
trough_C_71	正断層	北東-南西	東	55	2.7	I ⁺	B	A	南奄西海丘の西、大陸棚斜面に見られる正断層。地形に明瞭で震探断面と良く対比が可能。南方へ地形で伸延。
trough_C_72	正断層	北東-南西	東	22	3.2	I	C	A	南奄西海丘の西、大陸棚斜面に見られる正断層。地形に明瞭で震探断面と良く対比が可能。北方へ地形で伸延。
trough_C_73	正断層	北東-南西	東	46	3.5	I	C	A	南奄西海丘の西、大陸棚斜面に見られる正断層。地形に明瞭で震探断面と良く対比が可能。北方へ地形で伸延。

琉球海溝北部海域断層一覧

断層名称	断層タイプ	走向	傾斜方向	長さ(km)	深さ(km)	ランク		信頼度	備考
trench_N_1	逆断層	北東-南西	北西	25	4.1	I	C	B	前弧海盆に発達した撓曲
trench_N_2	正断層	北東-南西	南東	36	3.1	I	C	B	島棚斜面に差し目傾斜で発達する
trench_N_3	正断層	北東-南西	北西	11	3.2	I	C	A	島棚斜面に差し目傾斜で発達する
trench_N_4	逆断層	北東-南西	北西	14	3.4	I	C	B	前弧海盆に発達した撓曲
trench_N_5	正断層	北東-南西	南東	27	3.1	I	C	A	島棚斜面に差し目傾斜で発達する
trench_N_7	逆断層	北東-南西	北西	58	3.4	I	C	B	前弧海盆に発達した撓曲
trench_N_8	逆断層	北東-南西	北西	15	3.7	I	C	B	前弧海盆に発達した撓曲
trench_N_9	逆断層	(東北東-西南西)	北西	22	3.9	I	C	A	前弧海盆に発達した撓曲
trench_N_10	正断層	(北東-南西)	北西	10	4.3	I	C	A	島棚斜面に発達する、ブロック状に傾倒する
trench_N_12	逆断層	北北東-南南西	北西	40	5.7	I	C	A	前弧海盆に発達した撓曲
trench_N_13	正断層	(北東-南西)	北西	10	4.4	I	C	A	島棚斜面に発達する、ブロック状に傾倒する
trench_N_14	正断層	(北東-南西)	北西	27	2.2	I	C	A	フラワー構造の中央部、断層崖が発達しリッジを形成する。
trench_N_15	逆断層	(北東-南西)	北西	28	4.2	I	C	A	付加体が発達し、プレート境界から分岐する断層
trench_N_17	正断層	(北東-南西)	北西	29	2.7	I	C	A	フラワー構造の中央部、断層崖が発達しリッジを形成する。
trench_N_18	正断層	(北東-南西)	北西	7	2.8	I	C	A	フラワー構造の外縁の断層、
trench_N_19	正断層	(北東-南西)	北西	40	2.5	I	C	A	フラワー構造の中央部、断層崖が発達しリッジを形成する。
trench_N_20	正断層	北東-南西	南東	61	4.8	I	C	A	フラワー構造の外縁の断層、
trench_N_21	正断層	(北-南)	西	12	5.5	I	C	A	島棚斜面に発達する、ブロック状に傾倒する
trench_N_22	逆断層	(北東-南西)	北西	17	7.9	I	C	A	付加体が発達し、プレート境界から分岐する断層
trench_N_23	逆断層	(北東-南西)	北西	12	7.2	I	C	A	付加体が発達し、プレート境界から分岐する断層
trench_N_24	逆断層	(北東-南西)	北西	14	3.1	I	C	A	付加体が発達し、プレート境界から分岐する断層
trench_N_25	逆断層	(北東-南西)	北西	17	2.7	I	C	A	付加体が発達し、プレート境界から分岐する断層
trench_N_26	逆断層	北東-南西	北西	24	6.0	I	C	A	付加体が発達し、プレート境界から分岐する断層 (2017/01)
trench_N_27	逆断層	北東-南西	北西	30	5.5	I	C	A	付加体が発達し、プレート境界から分岐する断層
trench_N_28	逆断層	北東-南西	北西	28	6.1	I	C	A	海溝軸で発達する堆積層内の断層
trench_N_29	逆断層	北東-南西	北西	11	5.2	I	C	A	付加体が発達し、プレート境界から分岐する断層
trench_N_30	逆断層	(北東-南西)	北西	15	4.6	I	C	A	付加体が発達し、プレート境界から分岐する断層
trench_N_31	正断層	(北東-南西)	南東	24	4.8	I	C	A	島棚斜面に発達する、ブロック状に傾倒する
trench_N_32	正断層	(北東-南西)	南東	21	2.1	I	C	A	島棚斜面に発達する、ブロック状に傾倒する
trench_N_33	正断層	(北東-南西)	南東	21	5.2	I	C	A	島棚斜面に発達する、ブロック状に傾倒する
trench_N_34	正断層	(北東-南西)	南東	11	2.6	I	C	A	島棚斜面に差し目傾斜で発達する
trench_N_35	正断層	(北東-南西)	南東	15	1.5	I	C	A	島棚斜面に発達する、ブロック状に傾倒する
trench_N_36	正断層	(北東-南西)	南東	13	2.4	I	C	A	島棚斜面に発達する、ブロック状に傾倒する
trench_N_37	正断層	北東-南西	南東	20	2.1	I	C	A	フラワー構造の中央部、断層崖が発達しリッジを形成する。
trench_N_38	正断層	(北東-南西)	南東	12	2.6	I	C	A	島棚斜面に差し目傾斜で発達する
trench_N_39	逆断層	(北東-南西)	北西	28	2.1	I	C	A	海溝軸で発達する堆積層内の断層
trench_N_40	逆断層	北東-南西	北西	52	5.2	I	C	A	付加体が発達し、プレート境界から分岐する断層
trench_N_41	逆断層	(北東-南西)	北西	29	2.2	I	C	A	海溝軸で発達する堆積層内の断層
trench_N_42	逆断層	(北東-南西)	北西	42	2.0	I	C	A	海溝軸で発達する堆積層内の断層
trench_N_43	逆断層	(北北東-南南西)	北西	26	1.9	I	C	A	海溝軸で発達する堆積層内の断層
trench_N_44	逆断層	(北東-南西)	北西	29	1.9	I	C	A	海溝軸で発達する堆積層内の断層
trench_N_45	逆断層	(北北東-南南西)	北西	32	4.3	I	C	A	海溝軸で発達する堆積層内の断層
trench_N_46	逆断層	(北北東-南南西)	北西	32	4.7	I	C	A	海溝軸で発達する堆積層内の断層
trench_N_47	逆断層	(北東-南西)	北西	13	3.1	I	C	A	海溝軸で発達する堆積層内の断層
trench_N_48	逆断層	(北北東-南南西)	北西	26	3.3	I	C	A	海溝軸で発達する堆積層内の断層
trench_N_49	逆断層	北東-南西	北西	23	2.2	I	C	A	海溝軸で発達する堆積層内の断層
trench_N_50	逆断層	北東-南西	北西	15	3.5	I	C	A	海溝軸で発達する堆積層内の断層
trench_N_51	逆断層	北東-南西	北西	17	2.5	I	C	A	海溝軸で発達する堆積層内の断層
trench_N_52	逆断層	(北東-南西)	北西	16	2.2	I	C	A	海溝軸で発達する堆積層内の断層
trench_N_53	逆断層	(北東-南西)	北西	25	2.8	I	C	A	海溝軸で発達する堆積層内の断層
trench_N_54	逆断層	北東-南西	北西	29	1.0	I	C	A	海溝軸で発達する堆積層内の断層
trench_N_55	逆断層	北北東-南南西	北西	33	1.1	I	C	A	海溝軸で発達する堆積層内の断層
trench_N_56	逆断層	(北東-南西)	北西	9	1.7	I	C	A	海溝軸で発達する堆積層内の断層
trench_N_57	逆断層	北東-南西	北西	23	2.6	I	C	A	海溝軸で発達する堆積層内の断層
trench_N_59	逆断層	(北北東-南南西)	西	26	1.1	I	C	A	海溝軸で発達する堆積層内の断層
trench_N_60	逆断層	(北東-南西)	北西	26	3.0	I	C	A	海溝軸で発達する堆積層内の断層
trench_N_61	逆断層	(北東-南西)	北西	32	3.9	I	C	A	海溝軸で発達する堆積層内の断層
trench_N_63	逆断層	(北東-南西)	北西	17	4.3	I	C	A	付加体が発達し、プレート境界から分岐する断層
trench_N_64	逆断層	北東-南西	北西	19	4.5	I	C	A	付加体が発達し、プレート境界から分岐する断層
trench_N_65	逆断層	北東-南西	北西	34	4.0	I	C	A	付加体が発達し、プレート境界から分岐する断層
trench_N_66	逆断層	北東-南西	北西	20	3.6	I	C	A	前弧海盆に発達した撓曲
trench_N_67	逆断層	北東-南西	北西	12	3.0	I	C	A	前弧海盆に発達した撓曲 (2017/01)
trench_N_68	逆断層	(北東-南西)	北西	27	1.6	I	C	A	プレート上の海山・海嶺によって隆起する構造内の断層
trench_N_69	逆断層	(北東-南西)	北西	25	1.8	I	C	A	海溝軸で発達する堆積層内の断層
trench_N_70	逆断層	(北-南)	西	23	1.5	I	C	A	前弧海盆に発達した撓曲
trench_N_71	逆断層	北東-南西	北西	26	2.1	I	C	A	前弧海盆に発達した撓曲

4) 日本海域における断層の見直し作業

本プロジェクトでは、日本周辺の海域断層イメージを得るため、民間企業や研究機関が所有する反射法データ等の収集を行い、統一的に整理し、効率的に検索できるデータベースシステムを構築することが目的の一つである。そのため、新規データの追加に伴って断層既往解釈海域についても、定期的な断層分布の更新が必須となる。そこで本年度は、日本海域の赤色立体地形図が新たなデータとして追加されたため、南西諸島周辺海域の断層解釈作業と並行して、平成 26 年度業務成果として得られた日本海域の断層分布について、詳細な海底地形を参考に断層の見直し作業を実施した。

a) 作業方針

海底面には地震活動や構造運動に伴い変位や変形が生じるため、海底地形はその地域のテクトニクスや構造発達史を解明する重要な手がかりの一つである。断層調査において詳細な海底地形データを活用することで、断層の有無やその連続性の評価にあたりその精度・信頼性を向上させることができる。

今回使用した赤色立体地形図は、一部マルチビームによる高品質な海底地形データを用いて作成されており、本作業では詳細な海底地形図と反射記録断面図をもとに断層延長あるいは分割といった既往解釈断層の連続性を含めた断層解釈を実施した。加えて、横ずれ断層が多く発達する山口県沖について、三次元反射法地震探査データ（以下、「3D 反射法データ」）を活用し、新規断層の有無について検討した。

なお、断層の認定基準は平成 26 年度事業に準拠し、その基準は以下の通りである。

反射記録断面上での断層認定の基準

- ✓ 地質構造（堆積層内での変位、撓曲など）に変形が認められる
- ✓ 且つ、海底地形の変位が見られる

断層面を特定する基準

- ✓ 断層が反射記録断面上で明確に認定できる
- ✓ 地質構造から、同じ断層と認識できる
- ✓ 新規断層の場合、連続して 3 測線以上の反射記録断面上で確認できる

海底地形から断層の長さを延長できそうな場合でもそのエリアに反射法測線が存在せず、反射記録断面図で断層の有無を確認できない場合にはその断層は延長していない。なお、ランク付けは、平成 26 年度に実施した日本海の断層解釈作業を踏襲した。

b) 追加データ：赤色立体地形図

赤色立体地形図は、文部科学省の地震防災研究戦略プロジェクト「日本海地震・津波調査プロジェクト」の受託研究の一環として、JAMSTEC が作成したもので、そ

の地形データ統合範囲は北緯 33 度～46 度、東経 128 度～142 度である（図 74）。陸域の地形データについては、国土地理院発行「国土地理院数値地図 50m メッシュ（標高）」及び SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) の SRTM-3（3 秒メッシュ、90 m）を、海域については以下の 4 種類を用いている。

- ✓ JCG と JAMSTEC の船舶によって取得されたデータ（マルチビーム）
- ✓ JCG 海洋情報部海洋情報課/海洋データセンターの J-EGG500（500 m メッシュ）
- ✓ 一般財団法人日本水路協会発行「海底デジタルデータ」M7000 シリーズ
- ✓ GEBCO (General Bathymetric Chart of the Oceans) のデータ

陸域の地形に関して、日本領土内は国土地理院のデータを使用し、日本の領土外は SRTM データを用いている。海域の地形については、データの品質・分解能を考慮して、JCG・JAMSTEC データ、M7000 データ、J-EGG データ、GEBCO データの順で基本的にデータが採用されている。作成された赤色立体地形図が図 75 である。

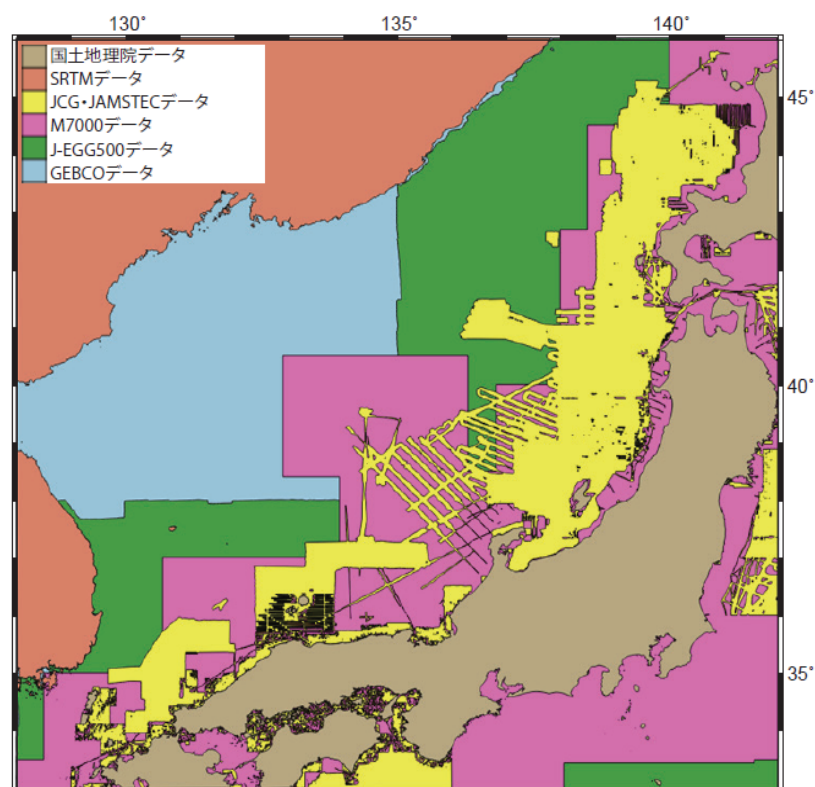


図 74 赤色立体地形図の統合データ範囲と使用したデータの分類
（野・他，2015）

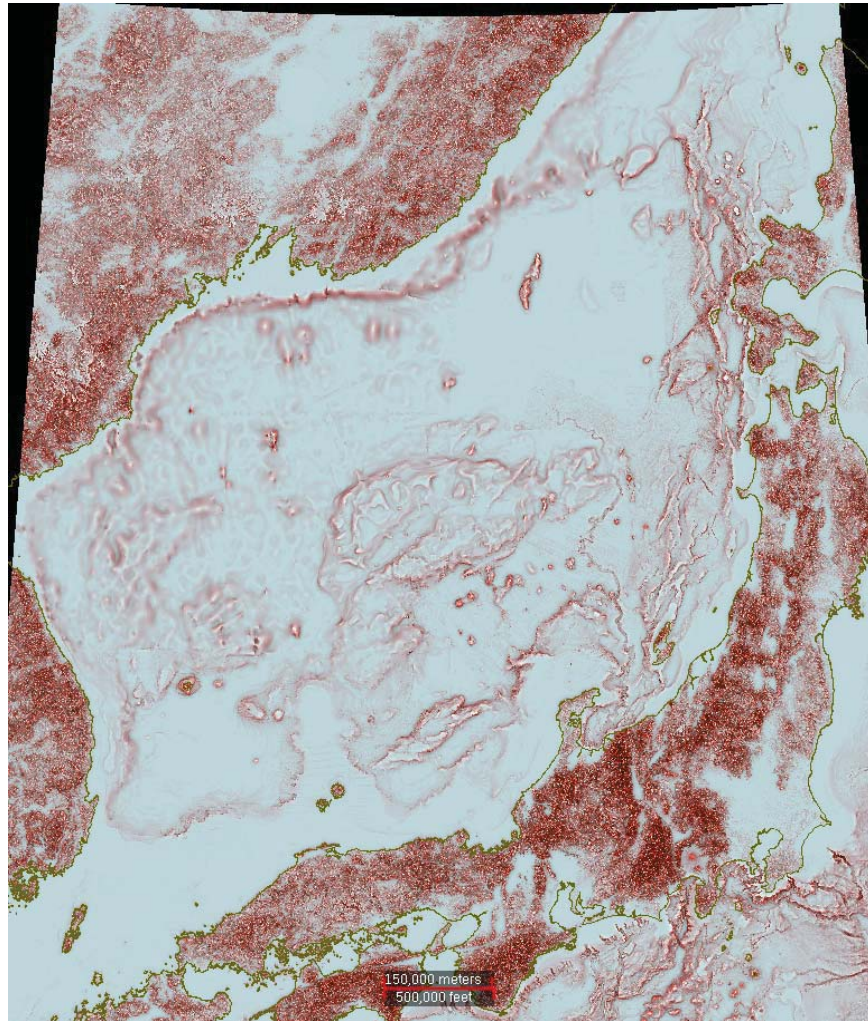


図 75 赤色立体地形図（日本海域）

c) 修正及び新規追加断層

本見直し作業を通して 32 断層が修正及び新たに追加された（図 76）。その内訳を海域別に表 12 に示す。なお、表中の「WG 報告書」は、日本海における大規模地震に関する調査検討会海底断層ワーキンググループ報告書（日本海における大規模地震に関する調査検討会海底断層ワーキンググループ，2014）で認定された海域断層で、今回本プロジェクトでも認定されたものを指す。

修正された断層は、海底地形と反射記録断面図の解釈をもとに数 km の延長あるいは短縮されたものがほとんどであり、その地域の応力場と周辺に発達する断層タイプから正断層から逆断層に変更した北海道積丹半島南西沖の断層（HKD-32）を除き、その多くは大きな修正ではない。新規に追加された断層については、沿岸部を中心に断層長が 10～20km 程度の比較的小規模なものである。海域別の断層の特徴は平成 26 年度事業成果報告書にまとめられたとおりであり、ここでは大きく修正を加えた断層及び新たに追加した断層について述べる（図 76）。

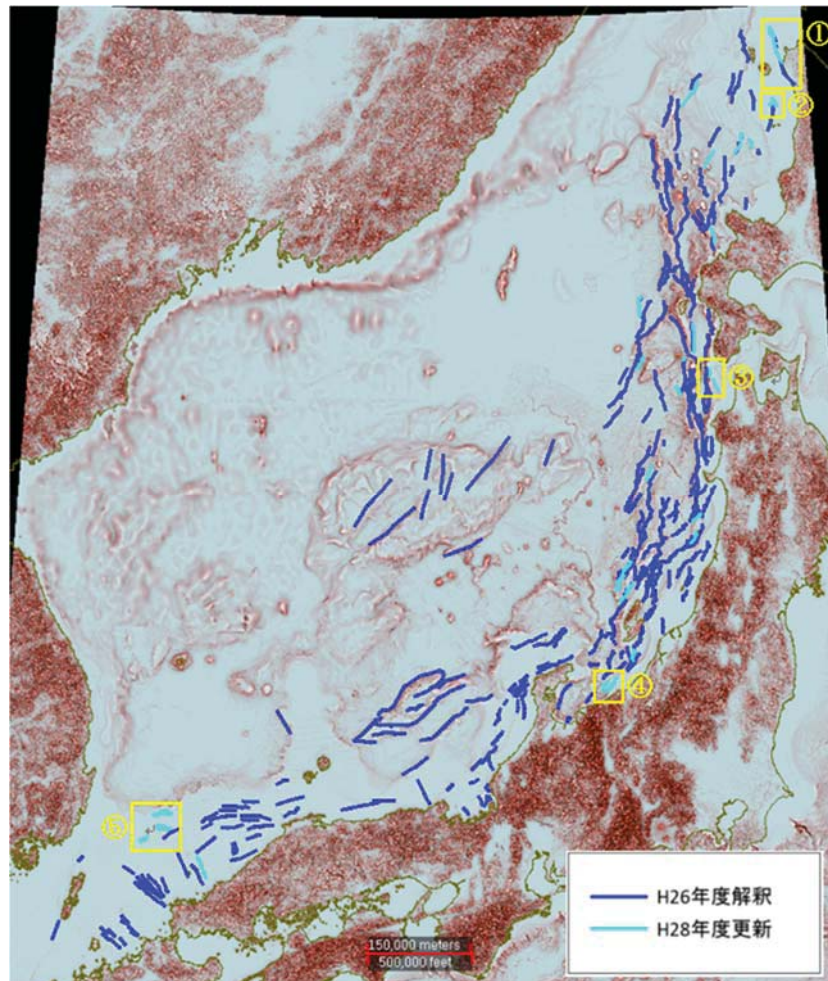


図 76 修正及び新たに追加された断層（水色）

表 12 H28 年度更新で修正及び追加された断層数（海域別）

	修正	追加	
		WG 報告書	新規
北海道西方沖	6	1	3
青森県西方沖	0	0	4
秋田県沖	1	0	2
山形県沖	0	1	0
新潟県沖	3	1	3
山口県沖	0	1	6
計	10	6	16

以下、黄枠の断層について詳述する。

i) 北海道北西方沖

稚内西方沖にはサロベツ原野周辺と同様に地下構造に東に傾斜する顕著な逆断層と複数の背斜構造が存在し、本作業では逆断層 HKD-48（図 76 の①）の南部に

修正を加えた。

図 77 が示すように稚内西方沖には複数の背斜構造が存在し、平成 26 年度成果では断層 HKD-48 の南部は天塩平野沿岸部に存在する稚咲内背斜に沿うように解釈されていた（図 77 の青線）。今回の更新では、B-B' 断面において稚咲内背斜の方向に伸びる位置に断層は確認できず（図 77 左図及び図 78 の赤矢印）、むしろ A-A' 断面と同様にユークル背斜の西翼部に断層が位置するため、ユークル背斜に関連した断層と解釈として断層南部を背斜軸の傾向と調和するように修正した（図 78 及び図 79 の青矢印）。また、この断層の北部の解釈について、ブーマーマルチチャンネル音波探査データ等を活用した、「沿岸海域における活断層調査 サロベツ断層帯（海域部）」の成果報告書（独立行政法人産業技術総合研究所、北海道立総合研究機構地質調査所，2013）では、断層 HKD-48 北端から南に約 10 km の地点で断層を分割し、背斜構造の分布に調和するように北側と南側で別々の断層として解釈している（図 80、北側：青い楕円、南側：赤い楕円）。この点において本業務成果とは異なる解釈結果であるため、今後新たなデータが追加された際に改めて検討する必要がある。

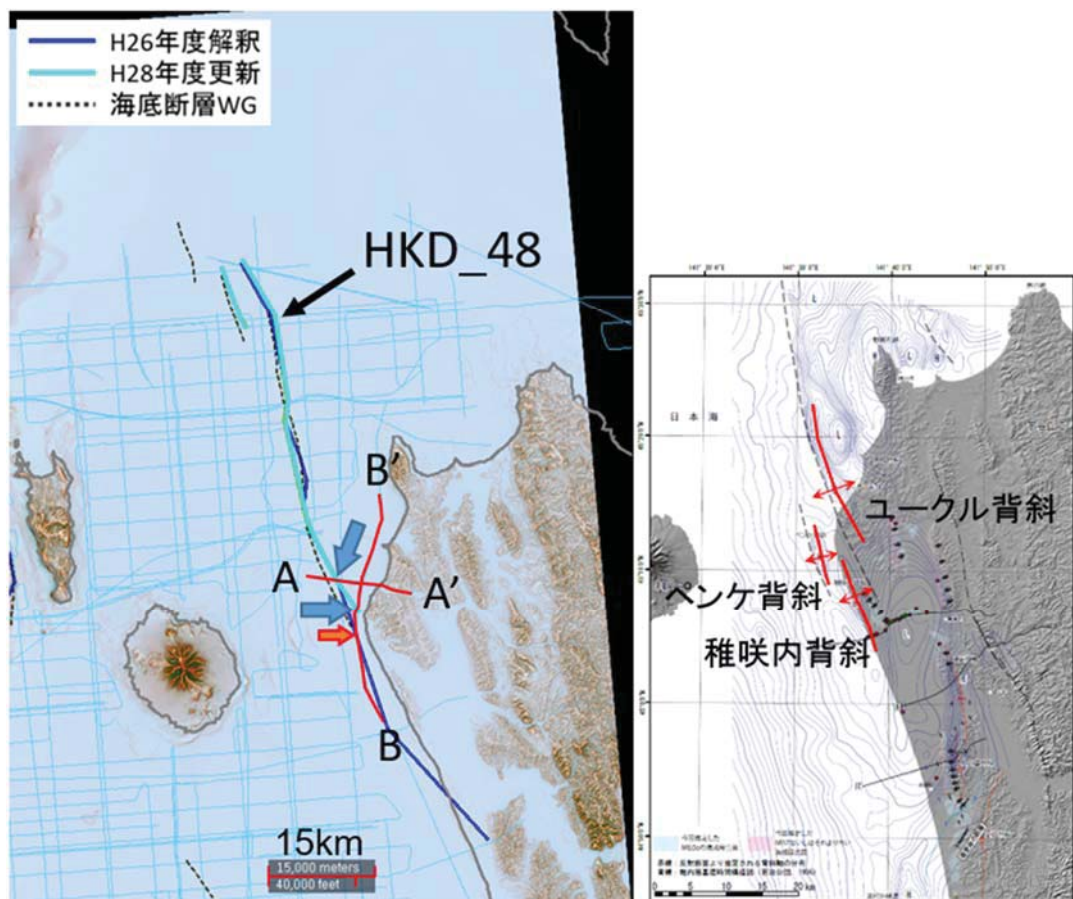


図 77 断層 HKD-48 位置図（左図）とサロベツ原野周辺の背斜軸の分布（右図）
（右図は地震調査研究推進本部地震調査委員会（2007）「サロベツ断層帯の
評価」に一部加筆。）

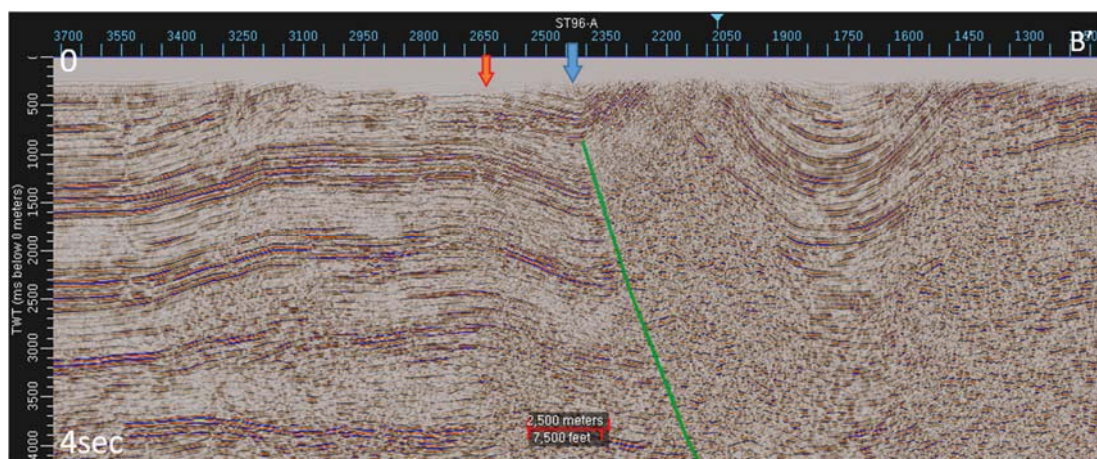


図 78 断層 HKD-48 の B-B' 反射記録断面図（時間断面）

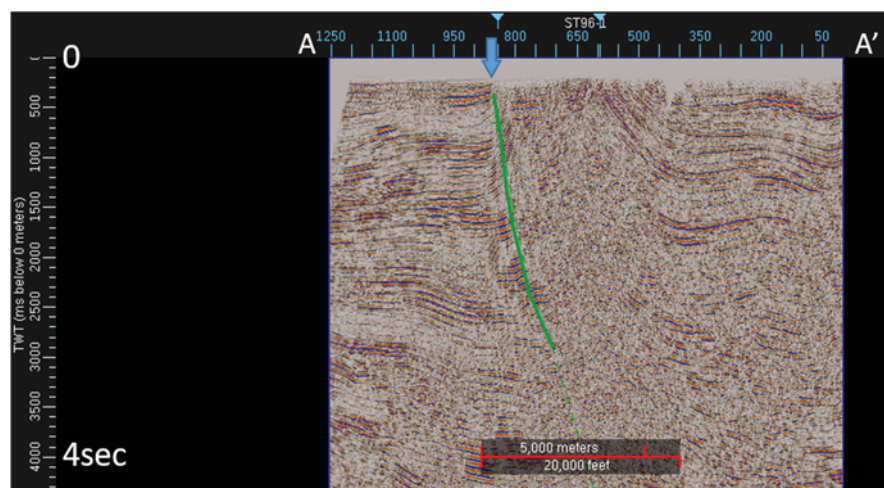


図 79 断層 HKD-48 の A-A' 反射記録断面図（時間断面）

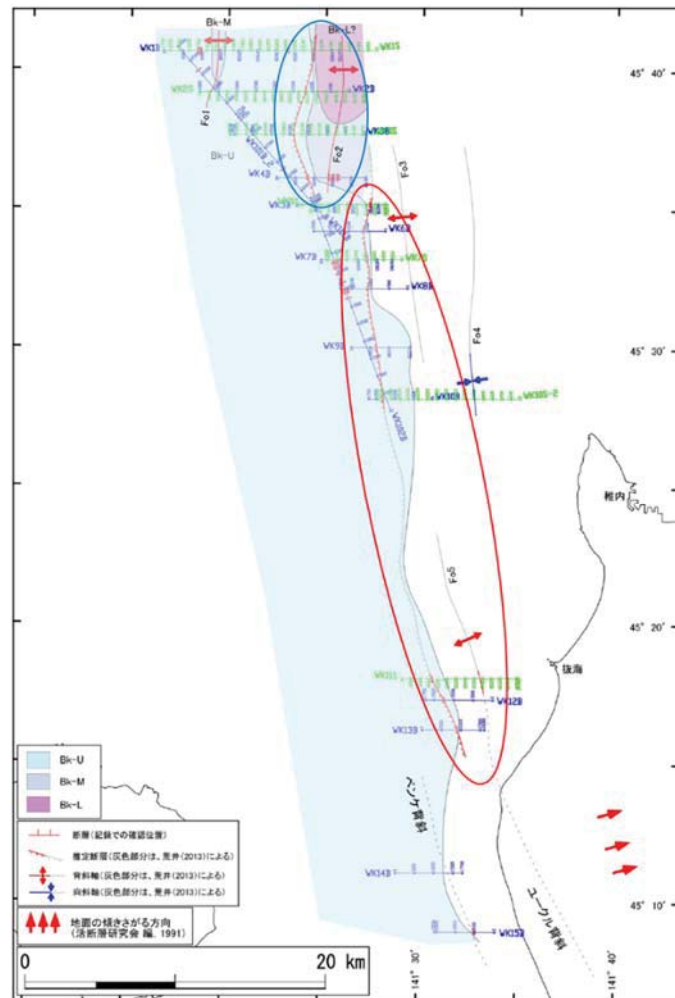


図 80 サロベツ断層帯（海域部）地質構造図（平成 24 年度「沿岸海域における活断層調査 サロベツ断層帯（海域部）」成果報告書から引用、一部加筆。）

さらに、利尻島南方、平成 22 年度に実施された基礎物理探査「天北西方 3D」の 3D 反射法データを活用し、新規断層を特定した（図 76 の②、図 81）。図 82 は、サイスミックアトリビュート計算により海底面付近の地震波反射面の不連続部分を暗色に抽出したもの（Discontinuity Attribute）である。この図から、北東～北北東方向のリニアメントが確認でき、反射記録断面図ではこれら不連続部分は断層して確認できる。しかし、これらの断層の多くは断層長 5 km 前後と小規模であり、海底面までその変位が達するものはほとんど存在しない。今回特定した 2 断層（HKD-51 と HKD-52）は共役関係にあり、この地域では北北東方向のリニアメントが卓越することから、HKD-52 が主として発達し、HKD-51 は副次的に形成された断層であると推測される。これら断層の規模は断層長 10km 程度と小さく、海底面付近まで変位が達しているものの、海底地形及び反射記録断面において海底地形の変形が認められない（図 83）。

Terakawa and Matsu'ura (2010) によると、この地域の現在の応力場は逆断層タイプまたは横ずれ断層タイプであり、反射記録断面上ではその鉛直方向の変

位から正断層として解釈したが、鉛直方向の変位を伴う横ずれ断層の可能性がある。

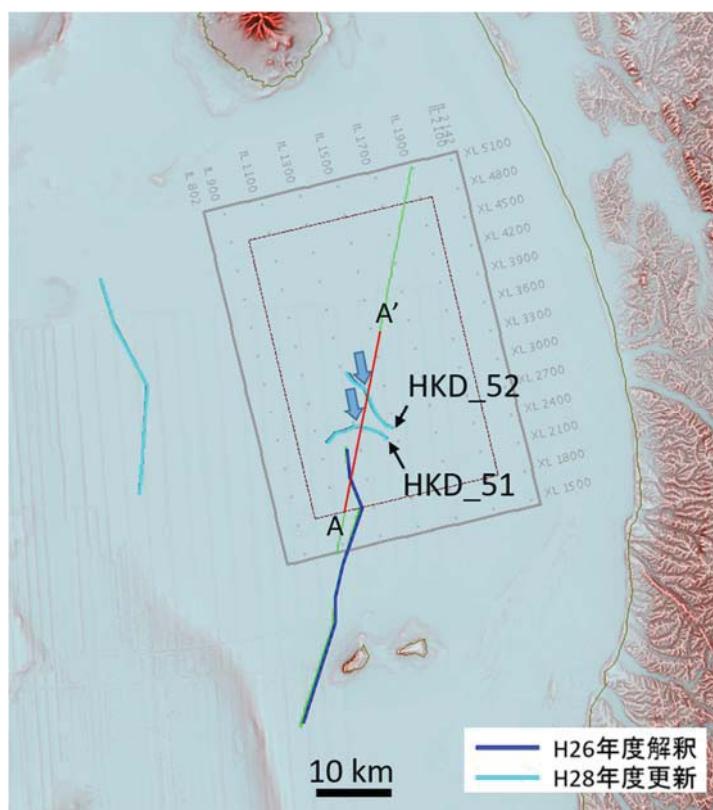


図 81 新規断層 HKD-51 及び HKD-52 の位置図

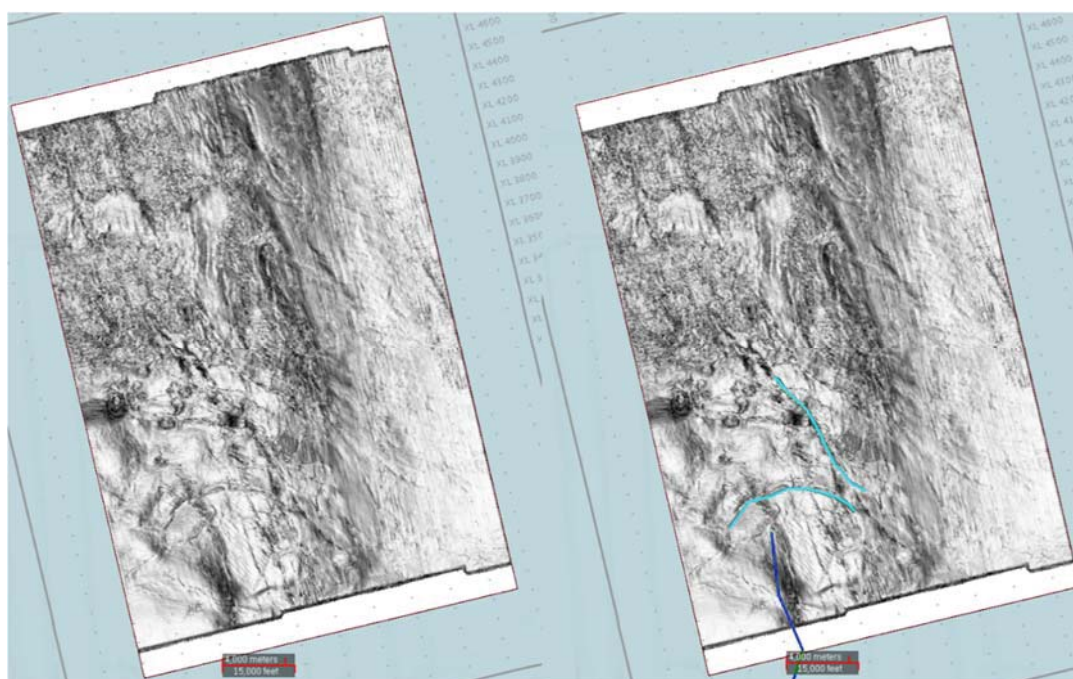


図 82 500ms タイムスライス：サイスミックアトリビュート
(左図と右図はそれぞれ、断層解釈なしと断層解釈入りを示す。)

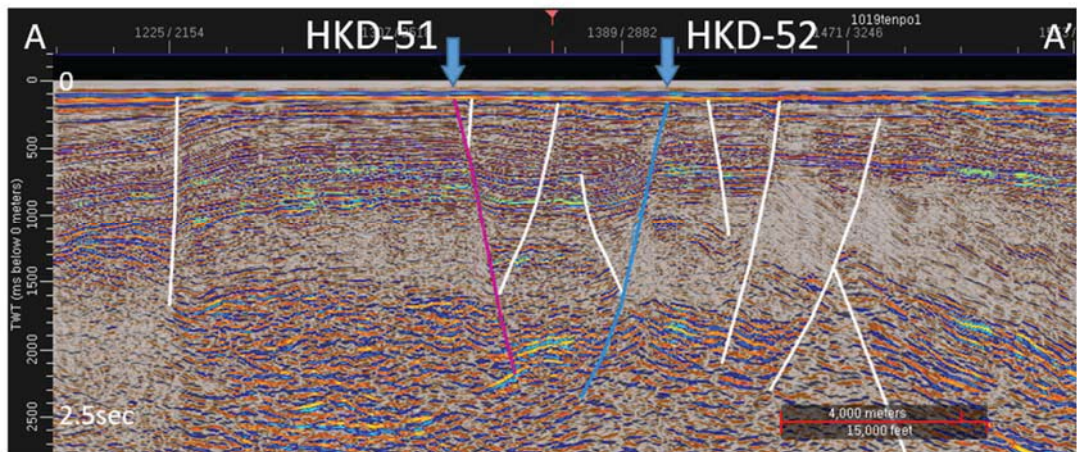


図 83 新規断層 HKD-51 及び HKD-52 の A-A' 反射記録断面図（時間断面）

ii) 青森県西方沖

津軽海峡西方沖、西津軽海盆の東側、西津軽堆の南西に位置する逆断層 AOM-18 を新たに追加した（図 76 の③、図 84）。

海底地形には西津軽鞍部の南西に沿った比較的小規模な撓曲崖として現れており、反射記録断面図では背斜構造に関連した東傾斜の逆断層として認定できる

（図 85）。この断層により西津軽海盆と西津軽鞍部との間に小規模な堆積盆地が形成されている。断層の変位が海底面まで達しているかは不明瞭であり、その活動時期についても不明だが、断層の下盤側では上盤側に比べて浅層堆積物が厚く堆積する様子が確認できる（図 85）。

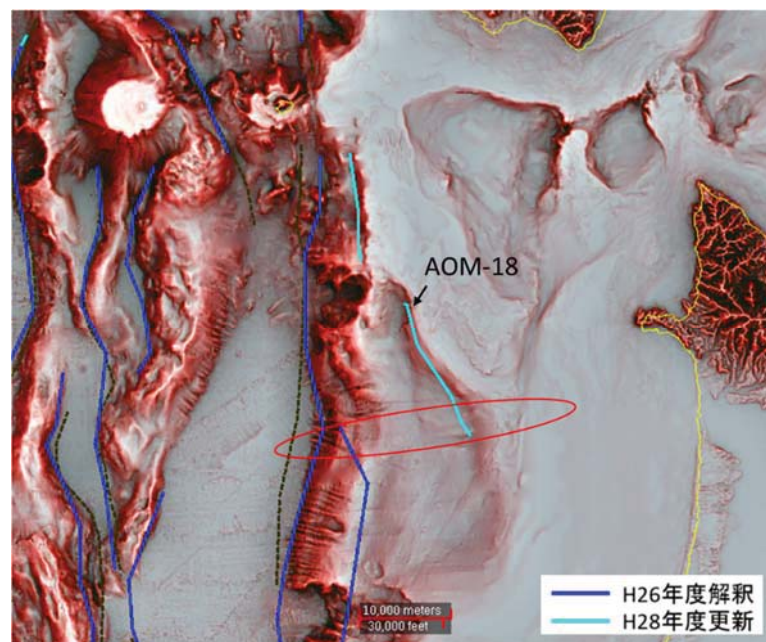


図 84 新規断層 AOM-18 の位置図

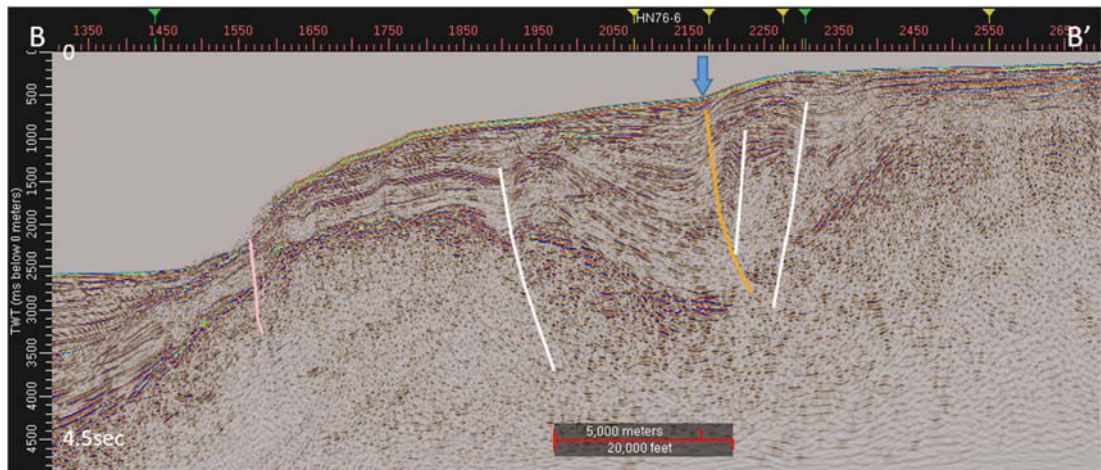


図 85 新規断層 A0M-18 の反射記録断面図（時間断面）

iii) 新潟県沖

糸魚川北方沖に北東－南西方向の逆断層を新たに特定した（図 76 の④及び図 86）。ここでは逆断層 NGT-38 を例に示す。

この海域の応力場は東西方向の圧縮応力であり、地質構造は北東－南西方向で非対称的な褶曲と覆瓦状の逆断層系が発達する。新規断層として追加した NGT-38 は、東側が隆起した東傾斜の逆断層であり、海底地形には糸魚川北方沖陸棚縁辺（図 86 の A、B、C のエリア）に撓曲崖として現れる（図 87）。しかし、エリア B の反射記録断面では背斜頂部堆積層の削剥された様子が確認でき、そのため現在は活動していない古断層の可能性がある。

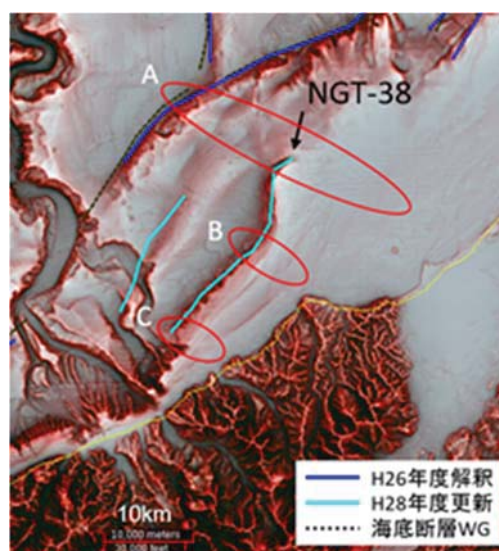


図 86 新規断層 NGT-38 位置図



図 87 新規断層 NTG-38 のエリア A の反射記録断面図（時間断面）

iv) 山口県沖

長崎県上対馬町の北東約 130km 沖合で平成 23 年度に取得された「山口沖 3D」の 3D 反射法データを活用して、サイスミックアトリビュート計算の結果をもとに新規の横ずれ断層を特定した（図 76 の⑤、図 88、図 89）。

調査地域は北端を除いて北西方向への緩傾斜する陸棚上に位置し、赤色立体地形図では比較的平坦な海底地形を示し、明瞭なリニアメントは認められない。そこで、断層の有無を評価するためサイスミックアトリビュート計算により海底面付近の反射面の不連続性を抽出し、浅部断層の解釈に利用した。使用したサイスミックアトリビュートでは水平方向の不連続部分を暗色で表現しており、海底面付近である 500 msec のタイムスライスにおいて東北東－西南西方向のリニアメントが発達することが示された（図 90）。反射記録断面図での断層解釈と合わせると、東北東の走向を持つ南傾斜の正断層が卓越し、それと斜交する北傾斜の副次断層が多数存在することが明らかとなった（図 91）。この断層の配列は、図 92 のような右横ずれ断層の解放性屈曲にみられる特徴であり、断面上では負のフラワー構造が確認できる（図 90）。そのため、本海域に発達する断層は右横ずれ成分を伴う正断層であると考えられ、個々の断層の長さは最長でも 19 km と小規模であるが、複数の小規模断層が雁行配列し形成する東北東－西南西方向の断層群と解釈するのが妥当と思われる。Terakawa and Matsu'ura (2010) によると、本海域周辺では東西から西北西－東南東の最大圧縮応力軸が卓越しており、断層の形状及び発達方向は現在の応力場と調和的な結果である。

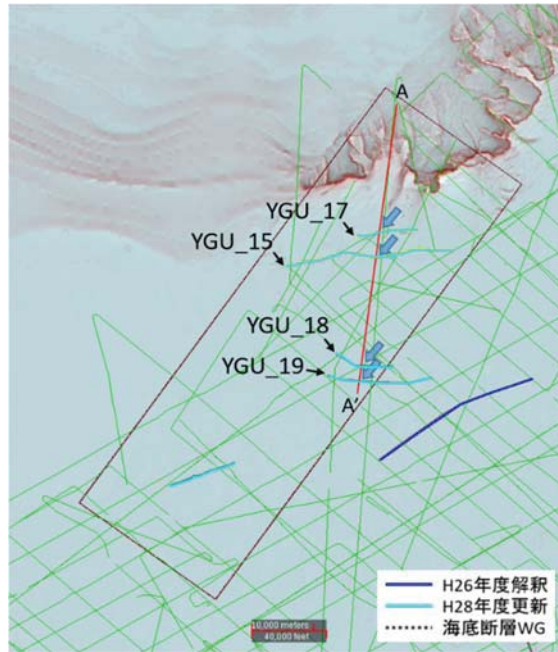


図 88 山口県沖 新規断層の位置図

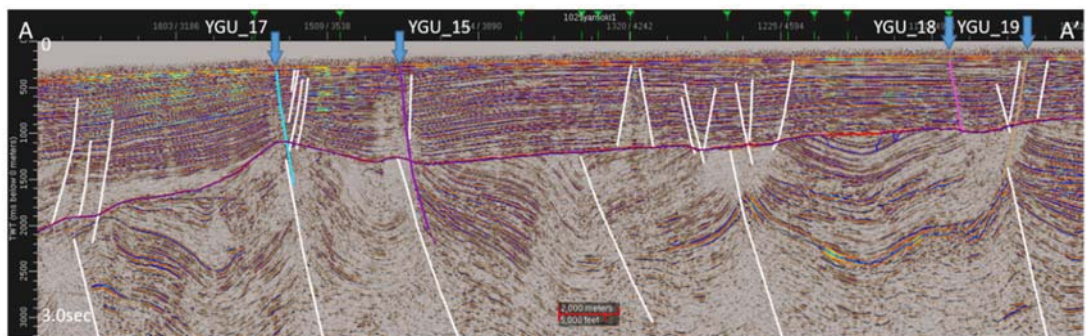


図 89 A-A' 反射記録断面図（時間断面）

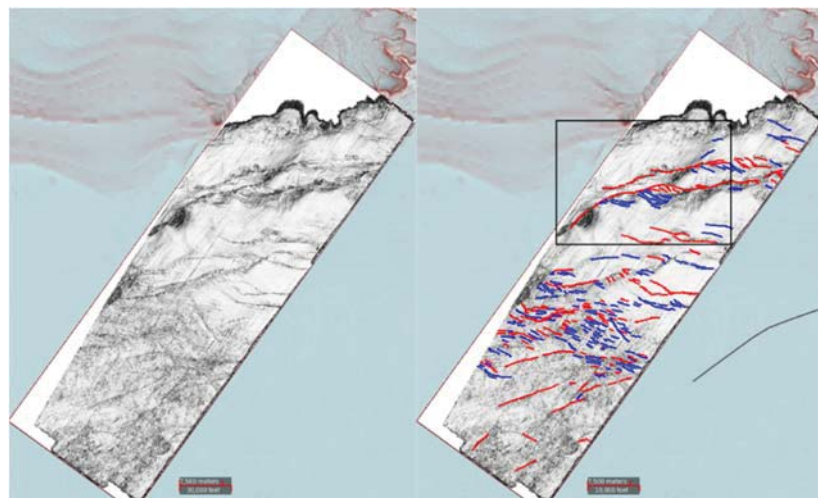


図 90 500 msec のタイムスライス：サイスミックアトリビュート
 （左図と右図はそれぞれ、解釈なしとありを示す。）
 （赤色：南傾斜断層、青色：北傾斜断層）

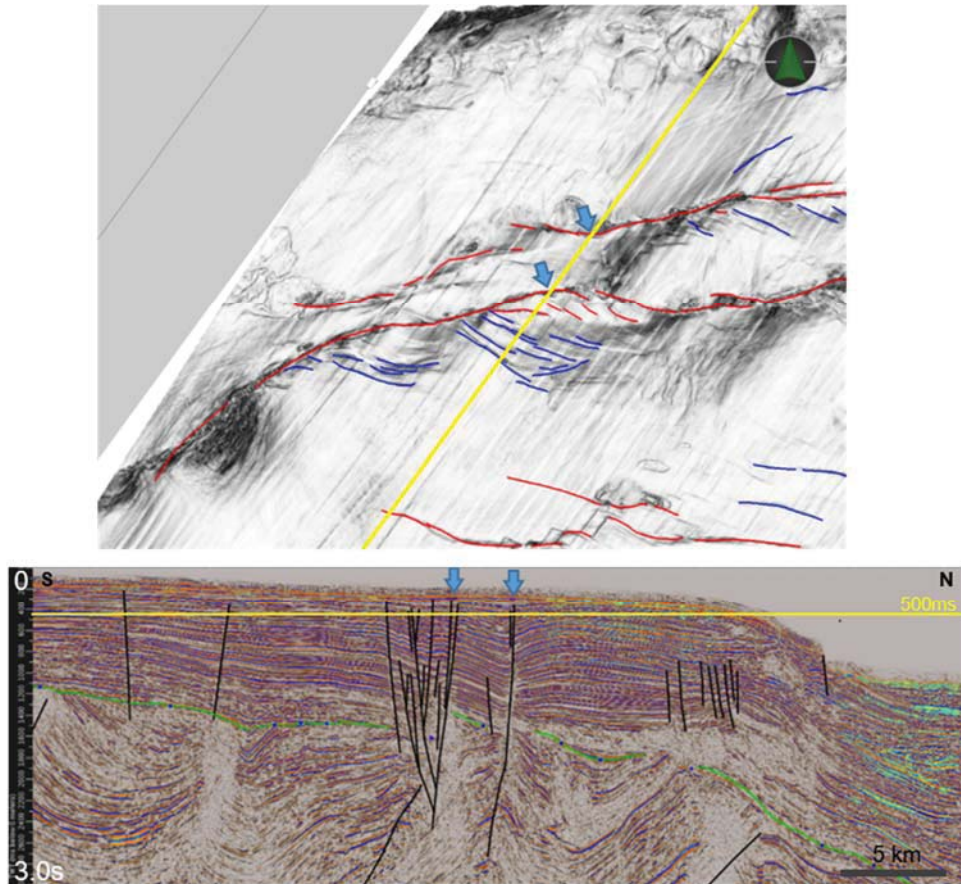


図 91 (上図) 500 msec のタイムスライス
(下図) 反射記録断面図 (黄線)
(上図の位置は、図 90 の黒枠内)

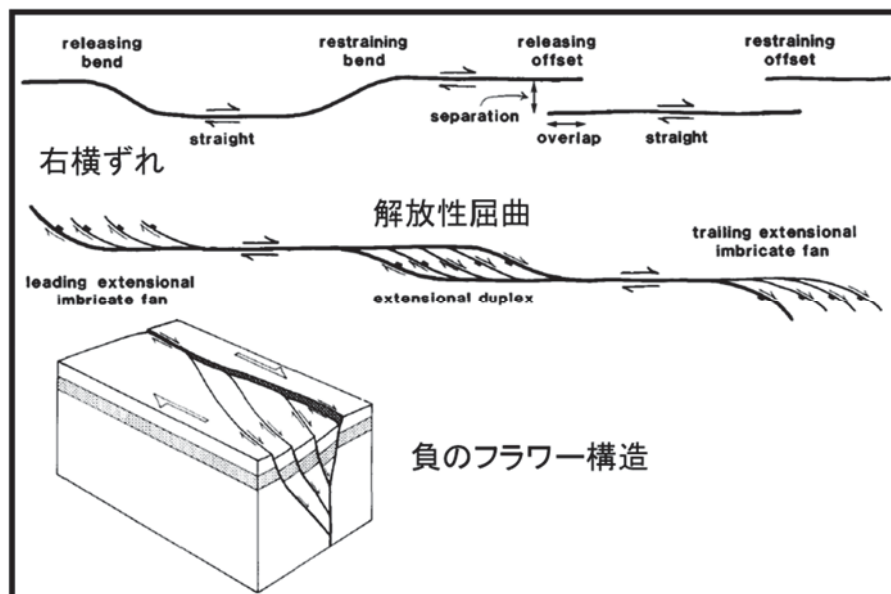


図 92 右横ずれ断層の解放性屈曲とそれに伴って形成される負のフラワー構造の模式図 (Woodcock & Fischer, 1986 から抜粋、一部加筆。)

今回の見直し作業の結果をもとに更新した日本海海域の断層分布図を図 93 に示す。データの量及び質の問題から断層評価を十分に実施できていない海域があり、今後も新たなデータの収集・蓄積に伴い、定期的な断層分布の更新作業が必須である。特に、秋田県沿岸など沿岸エリアでは、いくつかの測線で断層が確認されているものの、その測線密度の低さから、断層の特定にまでは至っていない。陸上の活断層との関連を踏まえた、沿岸エリアの断層分布を明らかにすることが今後の課題である。

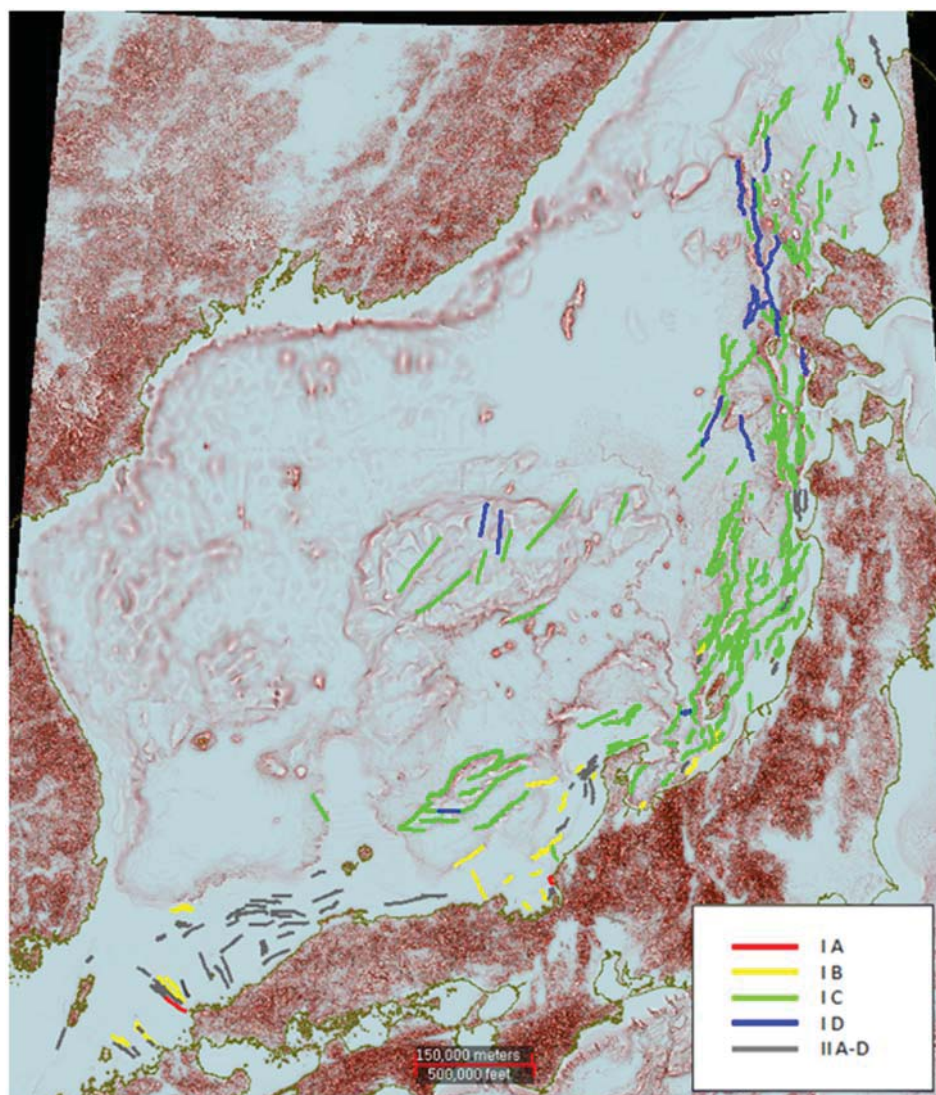


図 93 断層分布図（平成 28 年度更新）（断層ランクは表 8 参照）

(d) 引用文献

地震調査研究推進本部地震調査委員会，サロベツ断層帯の評価，2007.

日本海における大規模地震に関する調査検討会海底断層ワーキンググループ，日本海における大規模地震に関する調査検討会海底断層ワーキンググループ報告書，2014.

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図，JAMSTEC Rep. Res. Dev, 22, 13-29, 2015.

独立行政法人産業技術総合研究所，北海道立総合研究機構地質調査所，岸海域における活断層調査（サロベツ断層帯海域部）委託業務成果報告書，2013.

Terakawa, T., and M. Matsu'ura, The 3-D tectonic stress fields in and around Japan inverted from centroid moment tensor data of seismic events, Tectonics, 29, 2010.

徳山英一，本座栄一，木村政昭，倉本真一，芦寿一郎，岡村行信，荒戸裕之，伊藤康人，徐垣，日野亮太，野原壮，阿部寛信，坂井真一，向山建二郎，日本周辺海域中新世最末期以降の構造発達史，海洋調査技術，第 13 巻 第 1 号，p. 27-53, 2001.

Woodcock, N.H., and Fischer, M., Strike-slip duplexes, Journal of Structural Geology, 8, 725-735, 1986.