

海域における  
断層情報総合評価プロジェクト

(平成29年度)

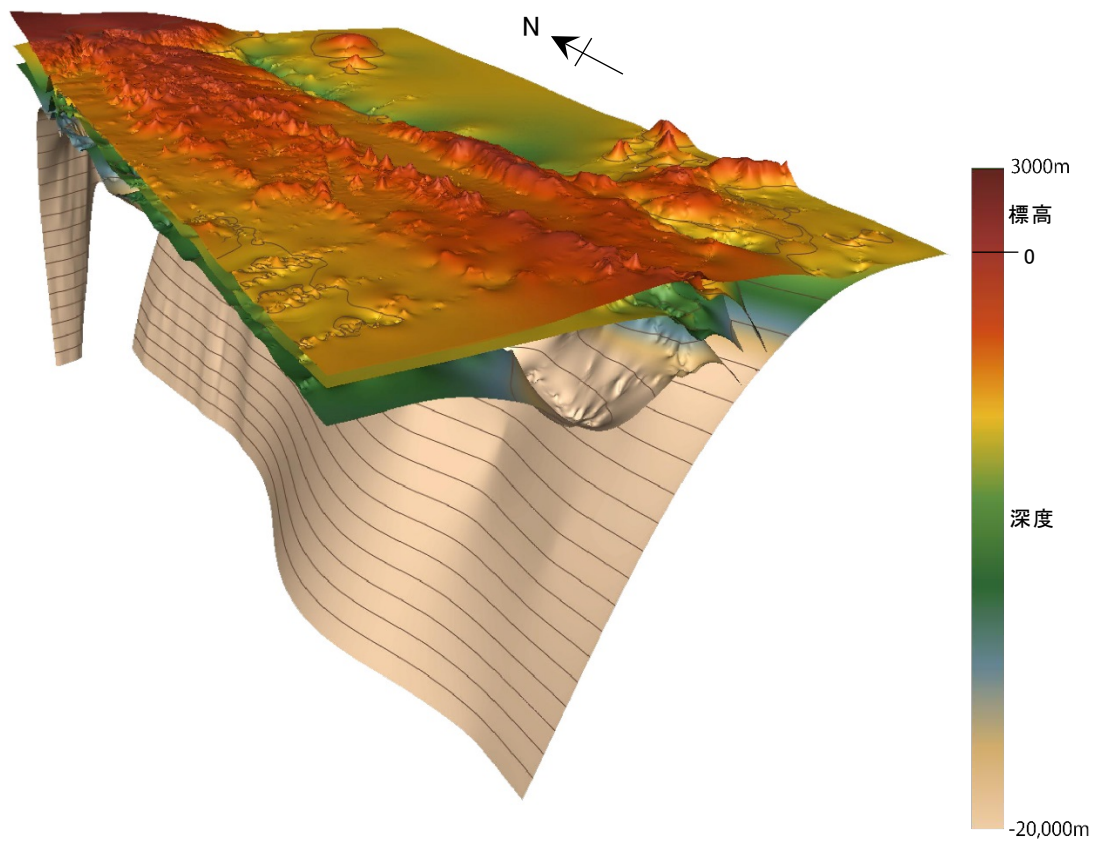
成果報告書

平成30年5月

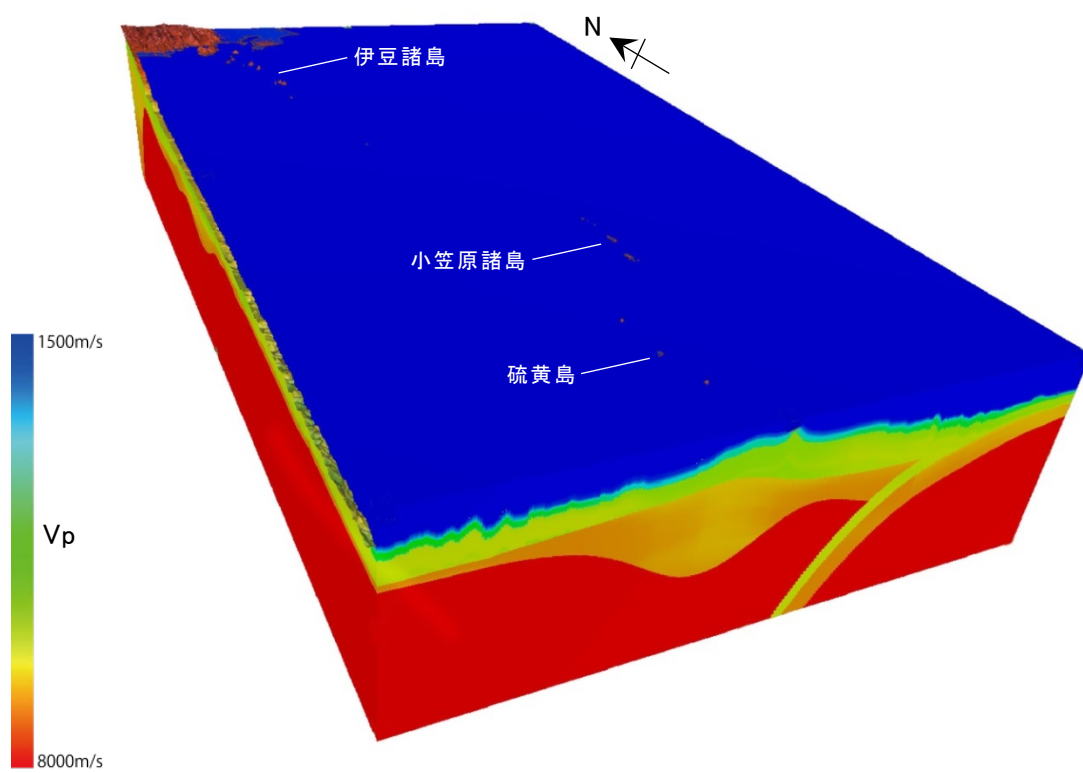
文 部 科 学 省    研 究 開 発 局  
国立研究開発法人 海洋研究開発機構

本報告書は、文部科学省の科学技術基礎調査等委託事業による委託業務として、国立研究開発法人海洋研究開発機構が実施した、平成 29 年度「海域における断層情報総合評価プロジェクト」の成果を取りまとめたものです。

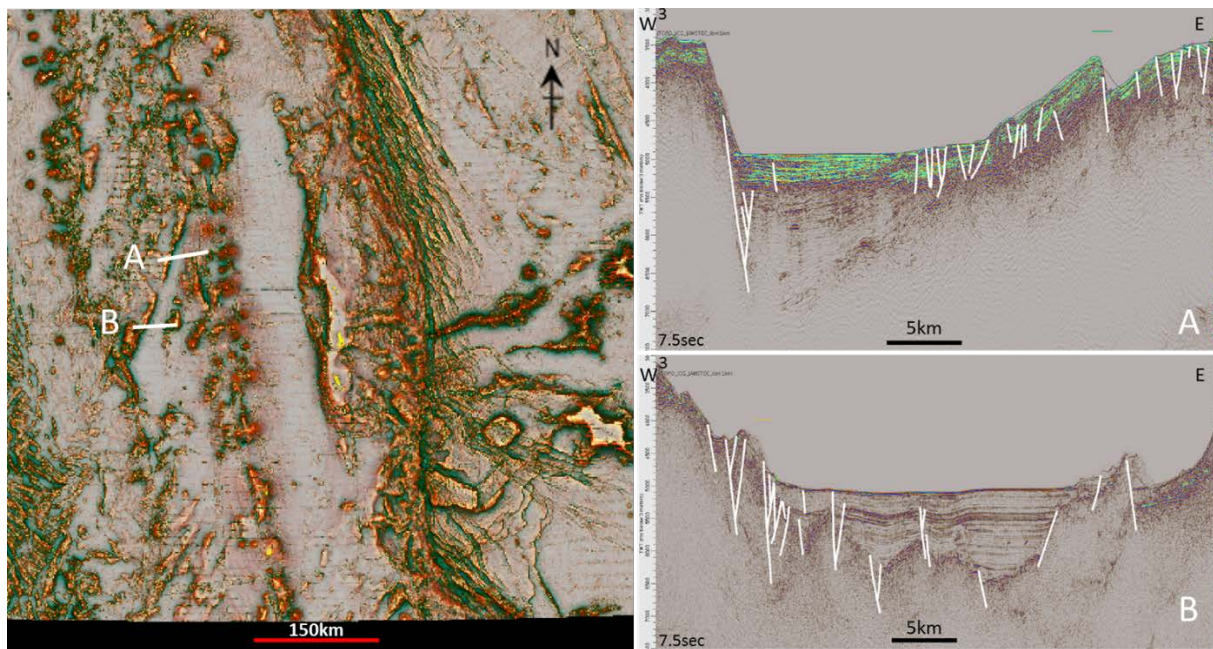




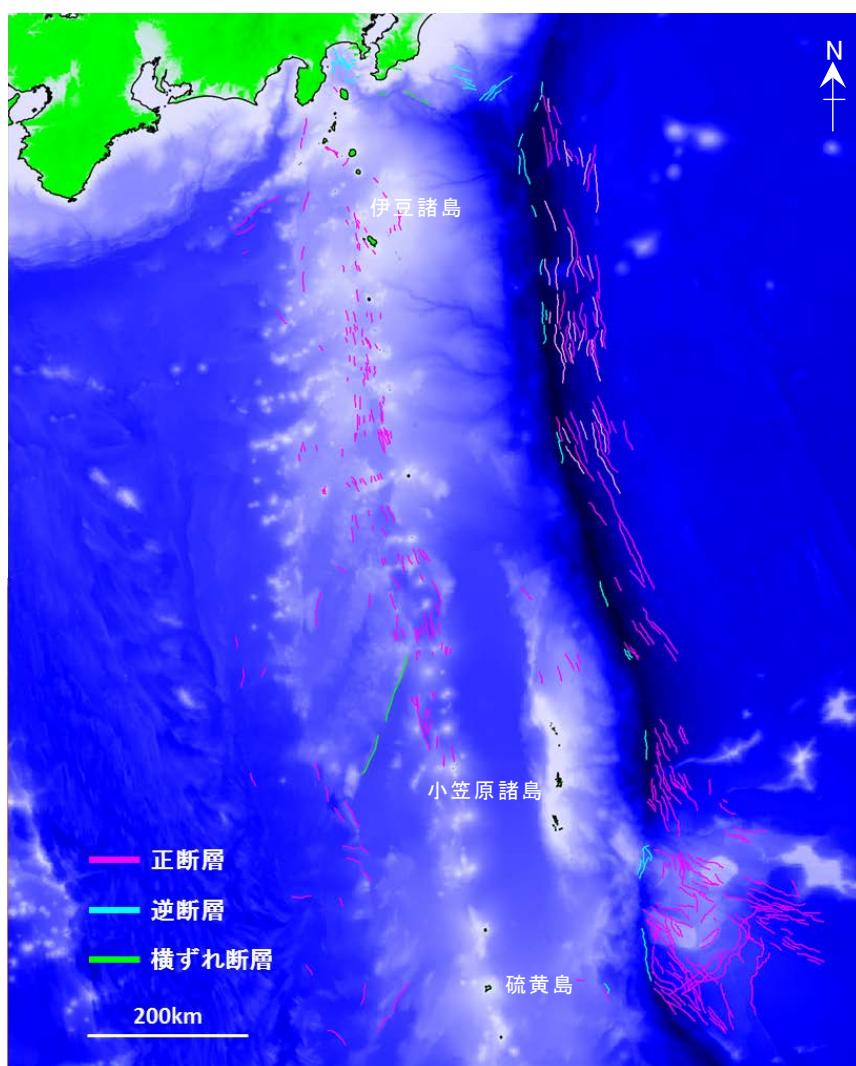
伊豆・小笠原諸島周辺海域の海底面・プレート構造モデル概観



伊豆・小笠原諸島周辺海域の三次元 P 波速度構造モデル概観

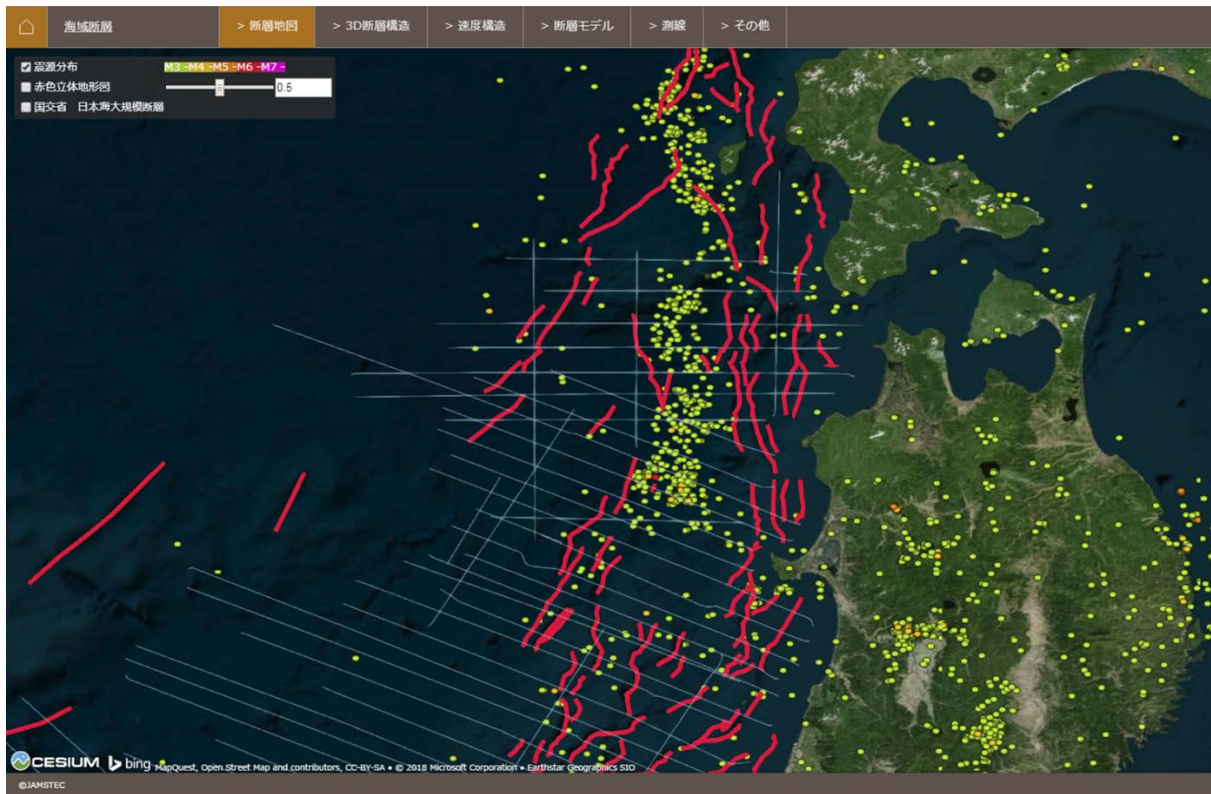


小笠原諸島周辺海域の赤色立体海底地形図（左図）と反射法地震探査断面図（右図）

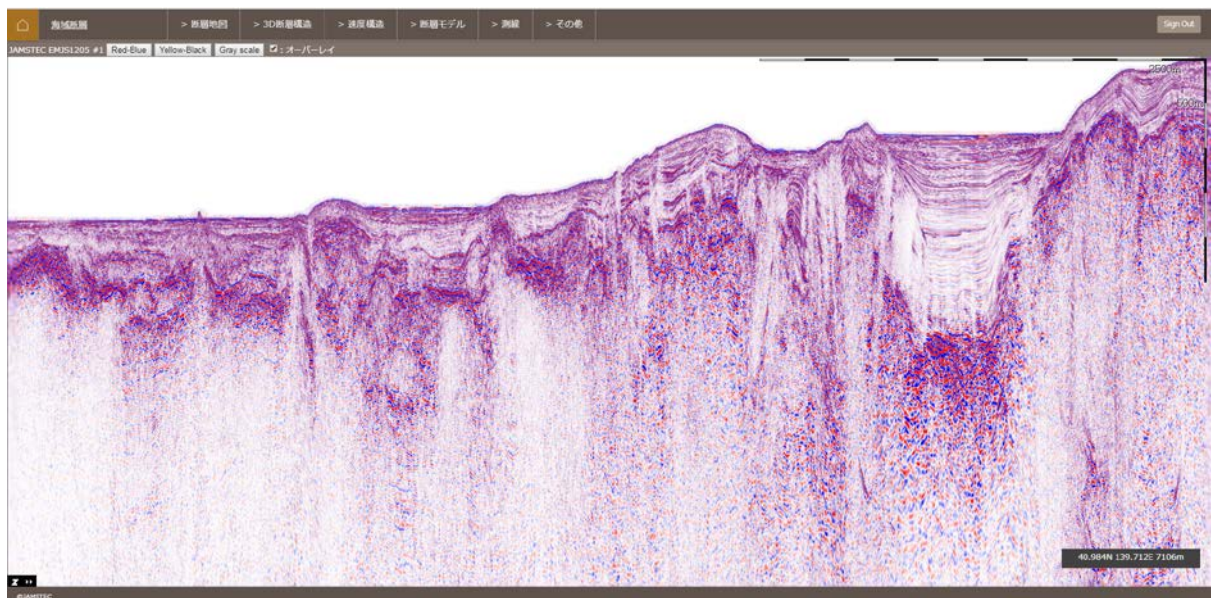


伊豆・小笠原諸島周辺海域の断層分布





公開データベース・システム（試験運用版）表示例  
 （水色実線：地震探査測線位置、赤色実線：海域断層、丸点：震央位置）



公開データベース・システム（試験運用版）表示例  
 （反射法地震探査測線 深度断面図）

## 目 次

|                                            |     |
|--------------------------------------------|-----|
| はじめに .....                                 | 1   |
| 1. プロジェクトの概要 .....                         | 2   |
| 2. 業務の実施体制 .....                           | 4   |
| 3. 業務報告 .....                              | 5   |
| 3.1 海域断層に関する既往調査結果の収集及び海域断層データベースの構築 ..... | 5   |
| 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 .....       | 53  |
| 3.3 海域における断層モデルの構築 .....                   | 144 |
| 付録： 甕島南部の断層モデルについての検討 .....                | 223 |
| 4. 全体成果概要 .....                            | 244 |
| 5. 成果の論文発表・口頭発表等 .....                     | 245 |
| 6. むすび .....                               | 248 |
| 7. 委員会・会議 .....                            | 249 |

## はじめに

平成 23 年 3 月に発生した東北地方太平洋沖地震による甚大な津波被害を教訓に、現在、国や地方公共団体等では津波ハザード評価が行われており、その科学的知見に基づく評価の必要性が国民的なコンセンサスとなっている。津波ハザード評価には、津波の波源となり得る海域に分布する断層の位置や形状、変位方向などの情報が不可欠である。しかしながら、陸域の活断層については統一的基準のもとに認定しカタログ化した「新編 日本の活断層」（活断層研究会編，1991）により、国内全域を対象に活断層の長期評価等のハザード評価が統一的かつ効率的に進められている一方で、海域についてはこれまでこのような断層カタログは整理されていない。また、国立研究開発法人海洋研究開発機構（以下、「JAMSTEC」）、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構（以下、「JOGMEC」）、国立研究開発法人産業技術総合研究所（以下、「AIST」）等により多くの調査が行われ、各機関それぞれで海域の断層分布図が作成されてきたものの、取得・保有するデータの精度や解析結果に違いがあり、さらには同じ海域でも断層分布の解釈が異なるなど混乱が生じている。

こうした状況に鑑みて、平成 25 年度より、日本周辺海域の断層情報を統一的な基準で整備し、津波ハザード評価のための基礎資料を提供することを目的とした研究開発プロジェクト「海域における断層情報総合評価プロジェクト」（以下、「本プロジェクト」）を開始した。本プロジェクトでは初年度より、日本海、南西諸島海域、伊豆・小笠原諸島海域および南海トラフ海域における既存データの収集を、各海域についての断層解釈に先立ち継続して行っている。複数の機関から収集した海底下構造探査データの一部については再解析し、他の収集データとともに断層解釈に供する。断層解釈においては、平成 26 年度に日本海全域（対馬沖～北海道西方沖）、平成 27 年度に南西諸島海域南部（徳之島周辺～先島諸島海域）、平成 28 年度に南西諸島海域北部（九州南西海域～沖縄北方海域）を対象とし、それらの成果を取り纏めた。平成 29 年度は、房総沖～伊豆・小笠原諸島海域を対象に断層解釈作業を実施した。

本プロジェクトでは、こうした解釈作業結果に対して、有識者による一定の評価を得たうえで日本周辺の沿岸域の断層情報を整理する。さらに、適切な防災・減災対策ひいては国土保全に繋げるため、日本周辺海域の海底地下構造について広く情報提供することを目的として、カタログ化した海域断層の情報公開データベース・システムを構築する。

## 1. プロジェクトの概要

陸上における断層の調査は、空中写真や現地での測量、ボーリング、放射年代測定などの様々な手法によって実施されている。一方、海域においては、経済産業省の国内石油・天然ガス基礎調査の一環として独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構（以下、JOGMEC）が受託した基礎物理探査・基礎試錐（以下、「JOGMEC 基礎物理探査」・「JOGMEC 基礎試錐」）、国立研究開発法人産業総合研究所（以下、AIST）の浅層反射法探査、海洋研究開発機構（以下、JAMSTEC）や海上保安庁（以下、JCG）の海底下構造探査などが行われ、断層を含めた海底下構造のデータが取得されてきているものの探査や解析手法が各機関で異なるため、断層の統一的な評価までには至っていない。さらに、どの位置に断層があるのかという基本的な情報さえも理解されていない。こうした状況の中、我が国の陸域に近い浅海部は物流の拠点であり、また、企業や工場だけでなくエネルギー関連施設も多く立地した重要拠点となっている。したがって、海域における断層の調査は、特に沿岸域に対する断層のずれによる地震や津波の被害軽減の対策を検討するために、喫緊の課題となっている。

本プロジェクトでは、これまで複数の機関で取得されている海底下構造のデータを再解析し、さらに有識者から一定の評価を得たうえで日本周辺の沿岸域の断層情報を整理する。また、適切な防災・減災対策に繋げひいては国土保全のために、海底地下構造データや断層情報について広く情報提供することを目的として、海域断層の公開データベース・システムを構築する。

公開データベースは、特に沿岸域の企業立地戦略や既存建造物の防災・減災対策の策定に資する有益な情報となるほか、普及・広報を通じた住民の防災意識の向上にも有用であり、さらには海底下構造の解釈を通じて地震発生メカニズムの解明に資する基礎データとなるものである。

本プロジェクトは、以下の3つのサブテーマから成る。

### (1) 海域断層に関する既往調査結果の収集及び海域断層データベースの構築

日本周辺海域の断層イメージを得るのに重要な反射法地震探査データ（以下、「反射法データ」）等を収集する。ここでは、国立研究開発法人、独立行政法人、官公庁、各大学、民間企業などで取得されてきたエアガンを震源とする反射法データと、それを深度に変換するための速度データおよび海底地形情報を収集し、これらを一元的に管理・保管する。

また、収集した既往調査データを基に日本周辺海域の断層分布を明らかにし、成果を公開できるデータベース・システム（以下、「公開DB」）を構築する。データは毎年蓄積・更新され、公開DBはそれらのデータを新規に加えて成果を改訂できる、柔軟性と拡張性を持つシステムとする。

### (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

収集した一部の反射法データについて、ノイズ除去手法など最新のデータ処理技術を適用し、品質および深部イメージングを向上させるための再解析を実施する。収集・再

解析した反射法データを地震探査データ解釈システム（処理・解釈ソフトウェア）に登録後、断層を解釈しその三次元的な広がり进行评估する。また、海底下数 km から最大 10km 程度までの地質構造および速度構造を把握する。

反射法データには調査の音源に応じた分解能の違いが認められるが、ここでは主断層を抽出することとし、サブテーマ(3)にその情報を提供する。また、断層の深部延長についても解釈を加え、そのデタッチメントの場所进行评估する。これらの評価・解釈結果については、客観性を保持するため、本プロジェクトのアドバイザーおよび評価助言委員の方々から意見を頂き、適宜改訂する。

### **(3) 海域における断層モデルの構築**

サブテーマ(2)で海底地形図や反射法データを再解析・解釈して求めた日本周辺海域の三次元断層分布から、断層面の広がり大きい主断層を抽出し、その断層モデルを構築する。マグニチュード7程度以上であると推定されるもので、かつ、津波や地震動の記録が存在する地震の震源断層と考えられるものについては、地震動と津波のシミュレーションを行うことにより、構築した断層モデルの妥当性を検証する。

断層モデル構築およびシミュレーションについては、必要に応じて地震調査研究推進本部地震調査委員会の下に設置された評価部会等に報告し、その議論も踏まえて実施する。また、断層分布と地殻内の変形構造との整合性を確認する。

本報告書では、平成 29 年度の上記サブテーマ(1)～(3)の成果について記す。

## 2. 業務の実施体制

| 実 施 項 目                                  | 担 当 機 関                                                               | 担 当 者 |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------|
| 事業責任者                                    | 国立研究開発法人海洋研究開発機構<br>地震津波海域観測研究開発センター<br>上席技術研究員                       | 金田 義行 |
| 海域断層に関する既往調査<br>結果の収集及び海域断層デ<br>ータベースの構築 | 国立研究開発法人海洋研究開発機構<br>地震津波海域観測研究開発センター<br>海域断層情報総合評価グループ<br>グループリーダー    | 鎌田 弘己 |
| 海域における既往探査デー<br>タ等の解析及び統一的断層<br>解釈       | 国立研究開発法人海洋研究開発機構<br>地震津波海域観測研究開発センター<br>地震発生帯モニタリング研究グループ<br>グループリーダー | 高橋 成実 |
| 海域における断層モデルの<br>構築                       | 国立研究開発法人防災科学技術研究所<br>社会防災システム研究部門<br>部門長                              | 藤原 広行 |



### 3. 業務報告

#### 3. 1 海域断層に関する既往調査結果の収集及び海域断層データベースの構築

##### (1) 業務の内容

(a) 業務題目 海域断層に関する既往調査結果の収集及び海域断層データベースの構築

(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 | 鎌田 弘己  |
| 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 | 特任技術副主任  | 清水 祥四郎 |
| 国立研究開発法人 海洋研究開発機構 | 特任技術主任   | 田中 恵介  |
| 国立研究開発法人 海洋研究開発機構 | 特任技術副主任  | 勝山 美奈子 |
| 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   |

(c) 業務の目的

日本周辺海域の断層イメージを得るのに重要な反射法地震探査データ（以下、「反射法データ」）等を収集する。ここでは、国立研究開発法人、独立行政法人、官公庁、各大学、民間石油会社などで取得されてきたエアガンを震源とする反射法データと位置データ、反射法データを深度に変換するための速度データおよび海底地形情報を収集し、クオリティコントロール（以下、「QC」）を実施したうえで統一的に整理し効率的に検索できる管理用データベース・システム（以下、「管理DB」）に登録し、それらを一元的に保管・管理する。

また、収集した既往調査データを基に日本周辺海域の断層分布および海底下の速度構造を明らかにし、それらの成果を公開できるデータベース・システム（公開用データベース・システム、以下、「公開DB」）をプロジェクト全体の進捗に合わせて構築する。なお、データは毎年蓄積・更新され、公開DBはそれらのデータを新規に加えて成果を改訂できる、柔軟性と拡張性を持つシステムとする。

(d) 7 ヶ年の年次実施業務の要約

1) 平成 25 年度：

データ登録・保管、断層解釈および速度モデル構築のためのハードウェアとソフトウェアを選定・導入し、管理 DB を設計・構築した。公刊文献・資料（活断層研究会編，1991 など）に加え、JAMSTEC および外部機関から既往調査データの収集を開始し、平成 25 年度は日本海の反射法データ等を収集し、管理 DB へ登録した（文部科学省研究開発局・独立行政法人海洋研究開発機構，2014）。

2) 平成 26 年度：

日本海および南西諸島海域の既往調査データを収集し、管理 DB へ登録した。また、平成 25 年度に再解析した日本海の反射法データも登録し、管理 DB 内のデータベースの充実を図った（文部科学省研究開発局・国立研究開発法人海洋研究開発機構，2015）。

3) 平成 27 年度：

南西諸島および伊豆・小笠原諸島海域の既往調査データを収集し、管理 DB へ登録した。また、平成 26 年度に再解析した日本海の反射法データおよび解釈した断層と速度構造モデルについても管理 DB へ登録し、管理 DB 内のデータベースの充実を図った（文部科学省研究開発局・国立研究開発法人海洋研究開発機構，2016）。

4) 平成 28 年度：

南西諸島、伊豆・小笠原諸島および南海トラフ海域の既往調査データを収集し、管理 DB へ登録した。また、平成 27 年度に再解析した南西諸島海域の反射法データおよび解釈した同海域南部の断層と速度構造モデル、ならびに日本海の断層モデルについても管理 DB へ登録し、管理 DB 内のデータベースの充実を図った。さらに、データベースの外部公開に向けて、公開 DB のプロトタイプを作成した（文部科学省研究開発局・国立研究開発法人海洋研究開発機構，2017）。

5) 平成 29 年度：

伊豆・小笠原諸島および南海トラフ海域の既往調査データを収集し、管理 DB へ登録した。また、平成 28 年度に再解析した南西諸島海域の反射法データおよび解釈した同海域北部の断層と速度構造モデル、ならびに同海域南部の断層モデルについても管理 DB へ登録し、管理 DB 内のデータベースの充実を図った。さらに、データベースの外部公開に向けて、特定の機関（文部科学省地震調査研究推進本部、以下、「地震本部」）に対して公開 DB の試験的運用を図り、問題点等の摘出を行った。

6) 平成 30 年度：

南海トラフ海域の既往調査データを収集し、管理 DB へ登録する。また、平成 29 年度に再解析した伊豆・小笠原諸島海域の反射法データおよび解釈した断層と速度構造モデル、ならびに南西諸島海域北部の断層モデルを登録する。さらに、公開 DB をアップデート・検証し、特定の機関に対して試験的運用を継続する。

7) 平成 31 年度：

管理 DB に、平成 30 年度に再解析する南海トラフ海域の反射法データおよび解釈される断層と速度構造モデル、ならびに伊豆・小笠原諸島海域の断層モデルを登録する。公開 DB については、システム全体の機能およびデータをアップデートし、特定の機関に対して仮運用を開始する。

## (2) 平成 29 年度の成果

### (a) 業務の要約

平成29年度の業務の主目的は、平成27年度から継続している伊豆・小笠原諸島海域における既往調査データ（反射法データ、速度データ、海底地形情報等）の収集・登録、および公開DBの構築とその試験的運用である。

データ収集にあたっては、主にJAMSTEC、経済産業省、AIST、JCGなどの公的機関および民間石油会社のデータを対象とした。なお、南海トラフ海域の既往調査データについても平成28年度に引き続き、平成30・31年度実施予定の断層解釈作業に先行して収集した。これらの収集データについては、キーワード検索が可能となるようにメタ情報等を付加し、位置データと海底地形の整合性を確認した後、管理DBへ登録した。また、平成28年度に再解析した南西諸島海域の反射法データおよび解釈した同海域北部の断層と速度構造モデル、ならびに同海域南部の断層モデルについても管理DBへ登録した。

平成28年度に作成した公開DBプロトタイプを試験的運用に向け、システム改良、機能強化を行うなど、正式公開版として再構築した。

### (b) 業務の成果

#### 1) 既往調査結果の収集

平成 29 年度は、平成 28 年度に引き続き、JAMSTEC、経済産業省、AIST の公的機関、および石油資源開発株式会社（以下、「JAPEX」）が取得・保有する伊豆・小笠原海域と南海トラフ海域のデータについて収集を図った。なお、経済産業省が保有するデータについては、JOGMEC に申請し JOGMEC を通じて JAMSTEC へ提供されたので、ここではデータ提供機関を JOGMEC と記載することとした。

JAMSTEC はこれまで、房総沖～伊豆・小笠原諸島海域～南海トラフ海域において、マルチチャンネル反射法地震探査（以下、「MCS」、図 1～図 2）および海底地震計を用いた屈折法地震探査（以下、「OBS」、図 3～図 4）を実施しており、本業務においてこれらのデータ収集を行った（表 1）。

表1 収集データ：JAMSTEC既往調査（伊豆・小笠原・南海トラフ海域）

| 調査・航海名         | 調査年度 | 調査海域        | データ種別    |
|----------------|------|-------------|----------|
| (CDEX)         |      | 相模湾         | MCS      |
| KY00-08        | H12  | 神津島・三宅島近海   | OBS      |
| KR00-08        | H12  | 神津島・三宅島近海   | MCS      |
| KR02-05        | H14  | 伊豆・小笠原・四国海盆 | MCS, OBS |
| KR02-16        | H14  | 伊豆・小笠原      | MCS      |
| KY03-01 Leg. 1 | H15  | マリアナ海溝      | OBS      |
| KY03-06 Leg. 2 | H15  | マリアナ海溝      | OBS      |
| KY03-10        | H15  | 伊豆・小笠原      | OBS      |

|                  |         |              |          |
|------------------|---------|--------------|----------|
| KR04-04          | H16     | 伊豆・小笠原       | MCS      |
| KY04-08          | H16     | 北部伊豆・小笠原     | OBS      |
| KR04-10 Leg. 2   | H16     | 北部伊豆・小笠原     | MCS      |
| KR04-13 Leg. 2   | H16     | 北部伊豆・小笠原     | MCS      |
| KR04-15          | H16     | 伊豆・小笠原       | MCS      |
| KY05-02          | H17     | 伊豆・小笠原       | OBS      |
| KR05-06          | H17     | 伊豆・小笠原       | MCS      |
| KY05-07          | H17     | 伊豆・小笠原       | OBS      |
| KY05-11          | H17     | 伊豆・小笠原       | MCS, OBS |
| KR05-16          | H17     | 伊豆・小笠原       | MCS      |
| KR06-01          | H18     | 伊豆・小笠原       | OBS      |
| KR06-05          | H18     | 伊豆・小笠原       | MCS, OBS |
| KR06-07          | H18     | 伊豆・小笠原       | MCS      |
| KY06-09          | H18     | 伊豆・小笠原       | OBS      |
| KR06-13          | H18     | 伊豆・小笠原       | MCS      |
| KY06-14          | H18     | 伊豆・小笠原       | OBS      |
| KR07-03          | H19     | 伊豆・小笠原       | MCS, OBS |
| KY07-07          | H19     | 伊豆・小笠原       | OBS      |
| KR07-09          | H19     | 伊豆・小笠原       | MCS      |
| KR07-13          | H19     | 伊豆・小笠原       | OBS      |
| KY07-15          | H19     | 伊豆・小笠原       | OBS      |
| KY08-02          | H20     | 伊豆・小笠原       | OBS      |
| KR08-04          | H20     | 房総沖・伊豆・小笠原   | MCS      |
| KY08-04          | H20     | 伊豆・小笠原       | OBS      |
| KR08-09          | H20     | 伊豆・小笠原・熊野灘   | MCS, OBS |
| KY08-08          | H20     | 伊豆・小笠原       | OBS      |
| KR08-E03         | H20     | 伊豆・小笠原       | MCS      |
| KY08-E03         | H20     | 伊豆・小笠原       | OBS      |
| KR09-07          | H21     | 房総沖          | MCS      |
| KR10-01          | H22     | 相模湾          | MCS      |
| KR10-13          | H22     | 伊豆・小笠原       | MCS, OBS |
| KR11-01          | H23     | 北西太平洋・伊豆・小笠原 | MCS      |
| KR11-05/KY11-E02 | H23/H23 | 伊豆・小笠原       | MCS      |
| KR13-07          | H25     | 房総沖・伊豆・小笠原   | MCS      |
| KR97-02 Leg. 4   | H9      | 東部南海トラフ・銭洲海嶺 | MCS      |
| KR01-08          | H13     | 東海沖          | MCS      |
| KY01-06          | H13     | 東海沖          | OBS      |

|                 |         |           |          |
|-----------------|---------|-----------|----------|
| KY12-02         | H24     | 紀伊半島沖～東海沖 | MCS      |
| KR12-12/NT12-29 | H24/H24 | 紀伊半島沖～東海沖 | MCS, OBS |
| KY05-06         | H17     | 南海トラフ     | MCS      |
| KY06-01         | H18     | 南海トラフ     | MCS      |
| KY09-04         | H21     | 南海トラフ     | MCS      |
| ODTK02          | H14     | 南海トラフ     | MCS      |
| ODKM03          | H15     | 南海トラフ     | MCS      |
| KY03-14         | H15     | 南海トラフ     | MCS      |
| KY04-06         | H16     | 南海トラフ     | MCS      |
| 熊野灘 3D          | H18     | 南海トラフ     | 3D       |

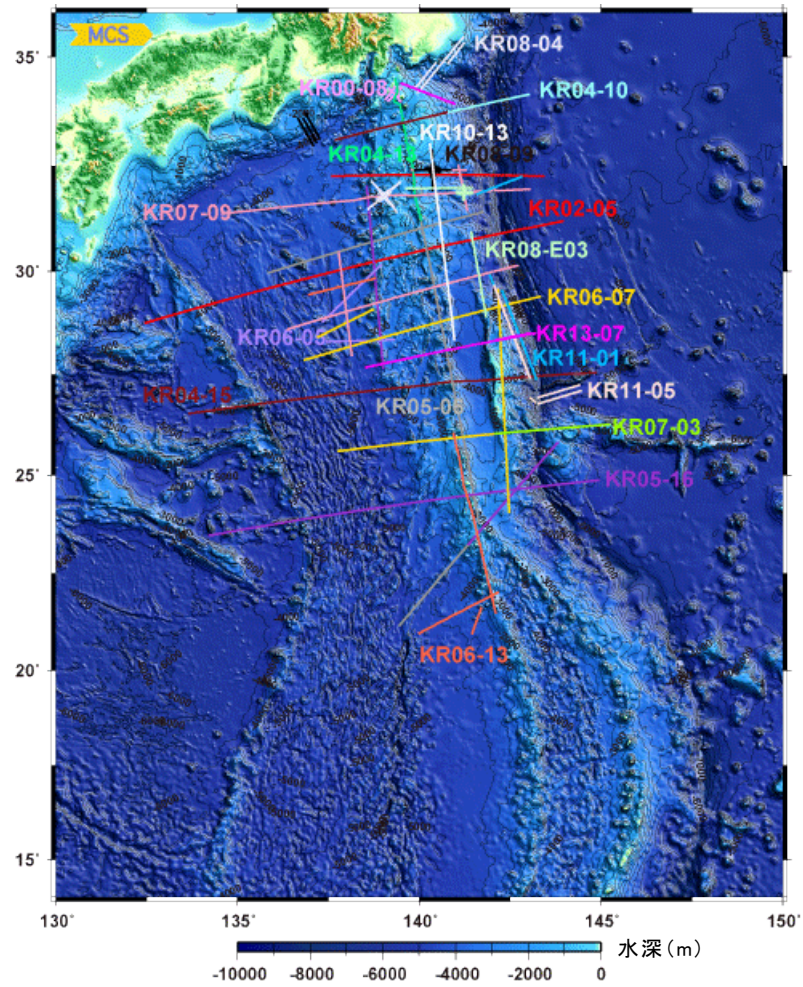


図1 JAMSTEC既往調査 (MCS) 測線図 (伊豆・小笠原海域)

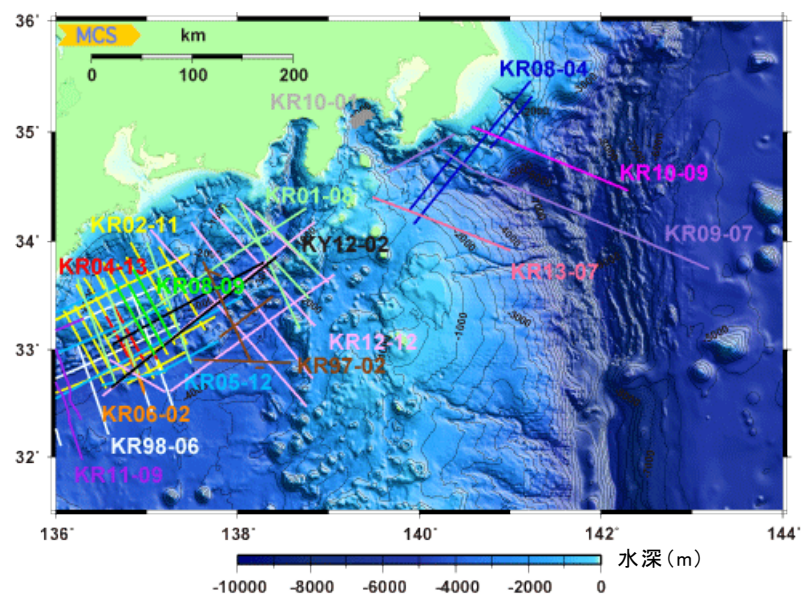


図2 JAMSTEC既往調査 (MCS) 測線図 (東南海～房総沖)



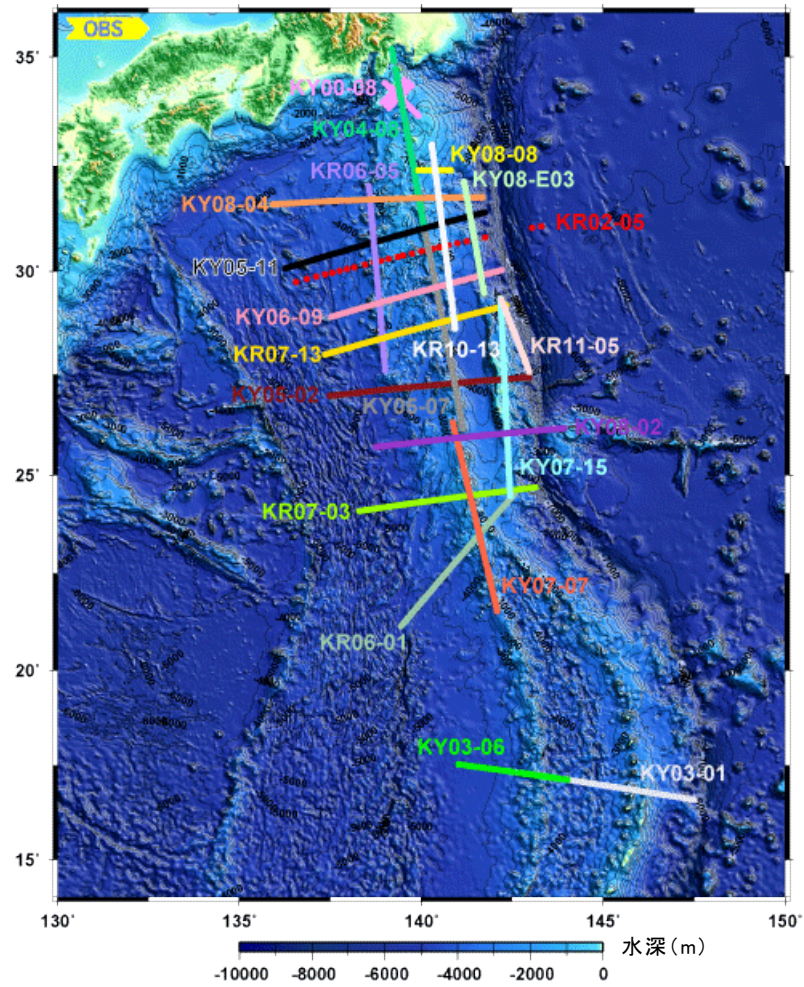


図3 JAMSTEC既往調査 (OBS) 測線図 (伊豆・小笠原海域)

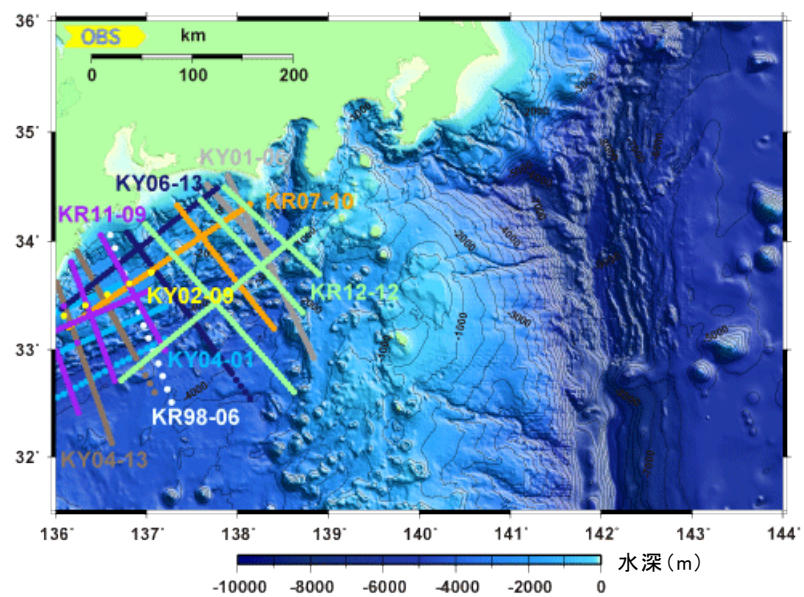


図4 JAMSTEC既往調査 (OBS) 測線図 (東南海)

経済産業省が保有する伊豆・小笠原諸島周辺海域～南海トラフ海域の既往調査データについては、平成 28 年度に JOGMEC 基礎物理探査のデータ（表 2）と JOGMEC 基礎試錐のデータ（表 3）を収集し、既に管理 DB に登録済みである。平成 29 年度は新たに、平成 10 年度から平成 15 年度にかけて北部フィリピン海（喜界海盆・南大東海盆・北大東海盆・奄美三角海盆～四国海盆～小笠原諸島東方海域）において取得された 54 本（総測線長約 27,000 km）の MCS（大水深域における石油地質等の探査技術等基礎調査、以下、「JOGMEC 大水深調査」）データ（表 4）を入手し、調査仕様やその結果については、JOGMEC 大水深調査結果を基に記述された論文（Higuchi et al., 2007、樋口・他, 2015）を参考にした。

表2 収集データ：JOGMEC基礎物理探査（伊豆・小笠原・南海トラフ海域）

| 調査名                     | 調査海域                     | データ<br>種別 |
|-------------------------|--------------------------|-----------|
| 昭和 46 年度 大陸棚石油・天然ガス基礎調査 | 「東海」                     | MCS       |
| 昭和 49 年度 大陸棚石油・天然ガス基礎調査 | 「東海～九州」                  | MCS       |
| 昭和 52 年度 大陸棚石油・天然ガス基礎調査 | 「下北～東海沖海域」               | MCS       |
| 昭和 53 年度 大陸棚石油・天然ガス基礎調査 | 「東海沖～熊野灘，宮崎沖，伊豆七島海域（一部）」 | MCS       |
| 昭和 54 年度 大陸棚石油・天然ガス基礎調査 | 「伊豆七島海域，小笠原諸島海域」         | MCS       |
| 昭和 58 年度 国内石油・天然ガス基礎調査  | 「東海～熊野灘」「四国沖」            | MCS       |
| 平成 2 年度 国内石油・天然ガス基礎調査   | 「紀伊水道～四国沖」               | MCS       |
| 平成 8 年度 国内石油・天然ガス基礎調査   | 「南海トラフ」                  | MCS       |
| 平成 11 年度 国内石油・天然ガス基礎調査  | 「東海沖浅海域」                 | MCS       |
| 平成 13 年度 国内石油・天然ガス基礎調査  | 「東海沖～熊野灘」                | MCS       |
| 平成 14 年度 国内石油・天然ガス基礎調査  | 「東海沖～熊野灘」                | 3D        |
| 平成 20 年度 国内石油・天然ガス基礎調査  | 「小笠原北部 2D・3D」            | MCS, 3D   |
| 平成 20 年度 国内石油・天然ガス基礎調査  | 「宮崎沖 3D」                 | 3D        |
| 平成 22 年度 国内石油・天然ガス基礎調査  | 「宮崎沖南部 3D」               | 3D        |

表3 収集データ：JOGMEC基礎試錐（南海トラフ海域）

| 調査名                    | 坑井名         |
|------------------------|-------------|
| 昭和 58 年度 国内石油・天然ガス基礎調査 | 基礎試錐「御前崎沖」  |
| 昭和 63 年度 国内石油・天然ガス基礎調査 | 基礎試錐「相良」    |
| 平成 11 年度 国内石油・天然ガス基礎調査 | 基礎試錐「南海トラフ」 |

表4 収集データ：JOGMEC大水深調査（伊豆・小笠原・南海トラフ海域）

| 調査名                              | 調査海域                   | データ種別 |
|----------------------------------|------------------------|-------|
| 平成 10 年度 大水深域における石油地質等の探査技術等基礎調査 | 「四国海盆海域」               | MCS   |
| 平成 11 年度 大水深域における石油地質等の探査技術等基礎調査 | 「沖大東島及び沖ノ鳥島海域及び四国海盆海域」 | MCS   |
| 平成 12 年度 大水深域における石油地質等の探査技術等基礎調査 | 「小笠原諸島東方海域」            | MCS   |
| 平成 13 年度 大水深域における石油地質等の探査技術等基礎調査 | 「四国海盆海域南部」             | MCS   |
| 平成 14 年度 大水深域における石油地質等の探査技術等基礎調査 | 「四国海盆及び沖大東島南方海域」       | MCS   |
| 平成 15 年度 大水深域における石油地質等の探査技術等基礎調査 | 「沖ノ鳥島南方海域及び小笠原諸島東方海域」  | MCS   |

AIST はこれまで、シングルチャンネル反射法地震探査（以下、SCS）を、房総沖～伊豆・小笠原諸島海域～南海トラフ海域において実施しており、本業務においてこれらのデータ収集を行った（表 5）。

表5 収集データ：AIST既往調査（伊豆・小笠原・南海トラフ海域）

| 調査・航海名          | 調査年度 | 調査海域       | データ種別 |
|-----------------|------|------------|-------|
| GH792, 793, 794 | S54  | 伊豆・小笠原周辺海域 | SCS   |
| GH802           | S55  | 房総半島東方     | SCS   |
| GH804           | S55  | 八丈島北東方     | SCS   |
| GH842           | S59  | 伊豆・小笠原諸島   | SCS   |
| GH851           | S60  | 伊豆・小笠原諸島   | SCS   |
| GH861           | S61  | 伊豆・小笠原諸島   | SCS   |
| GH871           | S62  | 伊豆・小笠原諸島   | SCS   |
| GH881           | S63  | 伊豆・小笠原諸島   | SCS   |
| GH891           | H1   | 伊豆・小笠原諸島   | SCS   |
| GH821           | S57  | 室戸岬沖       | SCS   |
| GH822           | S57  | 熊野灘        | SCS   |
| GH831, 832      | S58  | 高知～宮崎沖     | SCS   |
| GH97            | H9   | 東海沖        | SCS   |
| 沿岸域の地質・活断層調査    | H26  | 房総半島東部沿岸域  | MCS   |

さらに、JAPEX より、伊豆・小笠原海域における石油探鉱を目的としたエアガン震源の MCS データを入手した（表 6）。なお、これらについてはデジタルデータ（SEG-Y フォーマット）が無く、測線ごとにフィルムに焼かれた地震探査断面図（以下、「反射記録断面図」）を受領したため、各断面に対しスキャン・ベクトル化（3. 2 章で後述）を実施した後、断層解釈作業に供した。

表6 収集データ：JAPEX既往調査（伊豆・小笠原海域）

| 調査名     | 調査年度 | 調査海域     | データ種別      |
|---------|------|----------|------------|
| 小笠原沖 51 | S51  | 伊豆・小笠原諸島 | MCS (Film) |
| 七島沖 81  | S56  | 伊豆・小笠原諸島 | MCS (Film) |
| 七島沖 82  | S57  | 伊豆・小笠原諸島 | MCS (Film) |

以上のように、複数の機関（JAMSTEC、経済産業省／JOGMEC、AIST、JCG、JAPEX）より、伊豆・小笠原～南海トラフ海域のデータ収集を継続してきた結果、これまでに測線数合計 1,625・総測線長 173,878 km の 2D MCS/SCS、調査数 8・総調査面積 4,853 km<sup>2</sup> の 3D MCS の反射法データを入手した（表 7）。

表7 収集した反射法地震探査データ内訳（伊豆・小笠原～南海トラフ海域）

| 提供機関        | 測線数 | MCS (km)  |            | SCS (km) | 3D (km <sup>2</sup> ) |                       |
|-------------|-----|-----------|------------|----------|-----------------------|-----------------------|
|             |     | Digital   | Film/Paper | Digital  | 調査数                   | 調査面積                  |
| JAMSTEC     | 458 | 28,640    | －          | －        | 2                     | 1,432                 |
| JOGMEC      | 449 | 56,220    | －          | －        | 6                     | 3,421                 |
| AIST        | 636 | －         | －          | 76,121   | －                     | －                     |
| JCG         | 54  | 10,336    | －          | －        | －                     | －                     |
| JAPEX       | 28  | －         | 2,561      | －        | －                     | －                     |
| 合計 (km)     |     | 95,196    | 2,561      | 76,121   | 8                     | 4,853                 |
| MCS 合計 (km) |     | 97,757    |            |          |                       |                       |
| 測線数合計       |     | 総測線長 (km) |            |          | 3D 調査数                | 面積 (km <sup>2</sup> ) |
| 1,625       |     | 173,878   |            |          | 8                     | 4,853                 |

## 2) 海域断層データベースの構築

### a) 管理DB構築のためのハードウェア構成と解釈ソフトウェア

本プロジェクト遂行（データベース・システム構築、既往探査データ再解析、断層解釈）にあたり、平成 29 年度もこれまで同様、平成 25 年度に導入済みの以下のハードウェア構成（図 5）および解釈ソフトウェア（表 8）を利用した。

表 8 解釈ソフトウェア一覧

| ソフトウェア名                           | ライセンス数 | ソフトウェアの役割                |
|-----------------------------------|--------|--------------------------|
| CTC e-GeoDB                       | 1      | 管理 DB 構築                 |
| Landmark                          |        |                          |
| OpenWorks                         | 6      | 再解析／解釈データ・プロジェクト管理       |
| GeoData Load                      | 1      | データ・インポート／エクスポート         |
| ProMax2D                          | 1      | 地震探査データ処理（2D/3D）         |
| ZEH                               | 1      | CGM/CGM+表示/プロットイング/コンバート |
| Landmark DecisionSpace            |        |                          |
| Base + GIS                        | 6      | 再解析／解釈データ可視化             |
| Seismic Interpretation Component  | 6      | 断層・ホライズン解釈               |
| Geophysics Module                 | 2      | 速度モデル構築                  |
| Geologic Interpretation Component | 2      | 地質解釈・地質モデリング             |

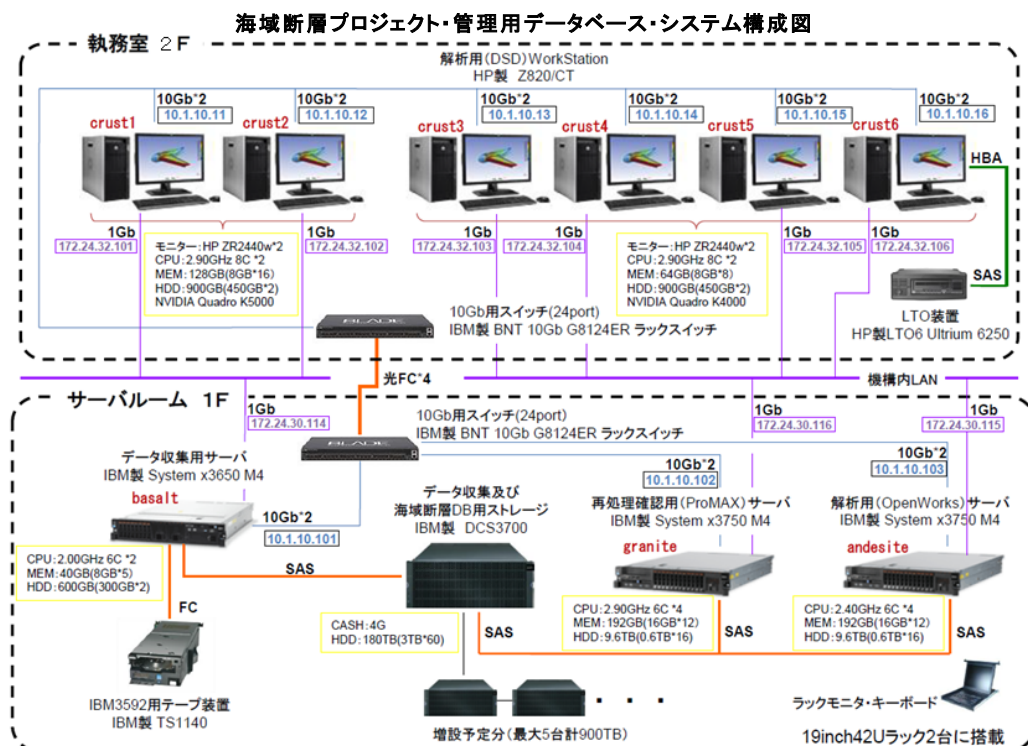


図 5 データベースおよび解析・解釈システムのハードウェア全体構成

## b) 収集データの整理と管理DBへの登録

収集した全ての既往調査データについて、全体量の把握をしたのち円滑に解釈作業チームへデータを引き渡せるよう、以下に記述するワークフロー i)～viii)に基づき、整理・登録作業を実施した。平成 29 年度は伊豆・小笠原海域の収集データを中心に作業を実施した。

### i) データの棚卸とコピー

データ整理プレ段階としてまず、収集したデータの種類や全体量の把握のために棚卸を実施した。その後、各電子媒体（IBM3592、SDLT、DLT、DVD、CD）に記録されているデータを種別により、ストレージ用ハードディスク内の予め決められたディレクトリへコピーした。なお、この段階にて、反射法データがフィールドデータしかないもの、また古い年度に収録されたものについては、マイグレーションを含む再解析を実施し、データ品質の向上を図った（サブテーマ 2 の (2) 章 (c) 節 1) 項参照）。

### ii) 反射記録断面図のキャプチャー画像作成

管理 DB 内の CTC 社製ソフトウェア e-GeoDB へ登録するため、反射記録断面図のキャプチャー画像を作成した。作成にあたっては Landmark 社製ソフトウェア ProMAX/SeisSpace を利用し、SEG-Y フォーマットデータの読み込みとデータの表示等を行った。また、メタ情報（記録長、測線長、チャンネル数等）について、SEG-Y フォーマットデータのヘッダー部から可能な限り読み取った。

### iii) メタ情報の整理

e-GeoDB へ登録するメタ情報について、調査／データ処理／解釈報告書等から収集し、「メタ情報登録テンプレート（Excel ファイル）」に記入した。なお、報告書等が存在しない場合や報告書等にメタ情報として記入すべき事項が記載されていない場合は、メタ情報登録テンプレートの該当事項は空欄とし、後で判明次第、記入することとした。

### iv) 航行位置（ナビゲーション）データの整理

各調査のナビゲーションデータを整理した。ナビゲーションを e-GeoDB へ登録することにより、e-GeoDB 内で各種データを紐づけた閲覧が可能となり、また、ナビゲーションをマップ表示させることで各種データの QC 作業等が容易になった。

### v) 調査・坑井ごとのメタ情報の作成

坑井データに関するメタ情報および iii) で整理したメタ情報から、さらに調査ごとに詳細なメタ情報（各調査の測線ごとの詳細情報など）を作成した。

### vi) e-GeoDBへのデータ登録

ii)～v) および各種報告書等の情報・データを e-GeoDB へ登録した。反射法データおよび反射記録断面のキャプチャー画像については、再解析したものもオリジナルデ



ータと併せて登録した。なお、ナビゲーションデータの測地系については、全て世界測地系 WGS84 に統一して登録した。ここで、表 9 と表 10 に e-GeoDB への伊豆・小笠原海域のデータの登録内容一覧を示す。

表9 管理DB (e-GeoDB) へのデータ登録内容一覧 (JAMSTECデータ)

| No.       | 調査名          | 調査実施年度 | 海域     | 測線数 | 坑井本数 | 総測線長 (km) | 調査面積 (km <sup>2</sup> ) | e-GeoDBデータ登録内容 | OpenWorksデータ登録内容 | 備考             |
|-----------|--------------|--------|--------|-----|------|-----------|-------------------------|----------------|------------------|----------------|
| JAMSTEC調査 |              |        |        |     |      |           |                         |                |                  |                |
| 7         | KR00-08      | H12    | 伊豆・小笠原 | 4   | -    | 177.60    | -                       | ナビゲーション        | サイスミック、ナビゲーション   |                |
| 8         | KR02-05      | H14    | 伊豆・小笠原 | 2   | -    | 1698.10   | -                       | ナビゲーション        | サイスミック、ナビゲーション   |                |
| 9         | KR02-16      | H14    | 伊豆・小笠原 | 11  | -    | 768.36    | -                       | ナビゲーション        | サイスミック、ナビゲーション   | サイスミックが地形と合わない |
| 10        | KR04-04      | H16    | 伊豆・小笠原 | 13  | -    | 566.25    | -                       | ナビゲーション        | -                | サイスミックが地形と合わない |
| 11        | KR04-10_Leg2 | H16    | 伊豆・小笠原 | 1   | -    | 228.15    | -                       | ナビゲーション        | サイスミック、ナビゲーション   |                |
| 12        | KR04-13_Leg2 | H16    | 伊豆・小笠原 | 1   | -    | 384.70    | -                       | ナビゲーション        | サイスミック、ナビゲーション   |                |
| 13        | KR04-15      | H16    | 伊豆・小笠原 | 2   | -    | 1417.95   | -                       | ナビゲーション        | サイスミック、ナビゲーション   |                |
| 14        | KR05-06      | H17    | 伊豆・小笠原 | 3   | -    | 1739.60   | -                       | ナビゲーション        | サイスミック、ナビゲーション   |                |
| 15        | KR05-16      | H17    | 伊豆・小笠原 | 3   | -    | 1880.30   | -                       | ナビゲーション        | サイスミック、ナビゲーション   |                |
| 16        | KR06-01      | H18    | 伊豆・小笠原 | -   | -    | -         | -                       | -              | -                | OBSのみ          |
| 17        | KR06-05      | H18    | 伊豆・小笠原 | 2   | -    | 406.50    | -                       | ナビゲーション        | サイスミック、ナビゲーション   |                |
| 18        | KR06-07      | H18    | 伊豆・小笠原 | 4   | -    | 1997.60   | -                       | ナビゲーション        | サイスミック、ナビゲーション   |                |
| 19        | KR06-13      | H18    | 伊豆・小笠原 | 4   | -    | 1043.75   | -                       | ナビゲーション        | サイスミック、ナビゲーション   |                |
| 20        | KR07-03      | H19    | 伊豆・小笠原 | 1   | -    | 318.2     | -                       | -              | -                | KR06-07と同測線    |
| 21        | KR07-09      | H19    | 伊豆・小笠原 | 5   | -    | 2001.35   | -                       | ナビゲーション        | サイスミック、ナビゲーション   |                |
| 22        | KR07-13      | H19    | 伊豆・小笠原 | -   | -    | -         | -                       | -              | -                | OBSのみ          |
| 23        | KR08-04      | H20    | 伊豆・小笠原 | 12  | -    | 906.56    | -                       | ナビゲーション        | サイスミック、ナビゲーション   |                |
| 24        | KR08-09      | H20    | 伊豆・小笠原 | 16  | -    | 839.55    | -                       | ナビゲーション        | サイスミック、ナビゲーション   |                |
| 25        | KR08-E03     | H20    | 伊豆・小笠原 | 9   | -    | 704.70    | -                       | ナビゲーション        | サイスミック、ナビゲーション   |                |
| 26        | KR08-07      | H21    | 伊豆・小笠原 | 3   | -    | 371.75    | -                       | ナビゲーション        | サイスミック、ナビゲーション   |                |
| 27        | KR10-01      | H22    | 伊豆・小笠原 | 12  | -    | 235.24    | -                       | ナビゲーション        | サイスミック、ナビゲーション   |                |
| 28        | KR10-13      | H22    | 伊豆・小笠原 | 1   | -    | 524.20    | -                       | ナビゲーション        | サイスミック、ナビゲーション   |                |
| 29        | KR11-01      | H23    | 伊豆・小笠原 | 3   | -    | 538.30    | -                       | ナビゲーション        | サイスミック、ナビゲーション   |                |
| 30        | KR11-05_Leg1 | H23    | 伊豆・小笠原 | 5   | -    | 776.40    | -                       | ナビゲーション        | サイスミック、ナビゲーション   |                |
| 31        | KR13-07      | H25    | 伊豆・小笠原 | 3   | -    | 707.30    | -                       | ナビゲーション        | サイスミック、ナビゲーション   |                |
| 32        | KY00-08      | H12    | 伊豆・小笠原 | -   | -    | -         | -                       | -              | -                | OBSのみ          |
| 33        | KY03-01_Leg1 | H15    | 伊豆・小笠原 | -   | -    | -         | -                       | -              | -                | OBSのみ          |
| 34        | KY03-06_Leg2 | H15    | 伊豆・小笠原 | -   | -    | -         | -                       | -              | -                | OBSのみ          |
| 35        | KY03-10      | H15    | 伊豆・小笠原 | 14  | -    | 753.82    | -                       | ナビゲーション        | サイスミック、ナビゲーション   |                |
| 36        | KY04-08      | H16    | 伊豆・小笠原 | -   | -    | -         | -                       | -              | -                | OBSのみ          |
| 37        | KY05-02      | H17    | 伊豆・小笠原 | -   | -    | -         | -                       | -              | -                | OBSのみ          |
| 38        | KY05-07      | H17    | 伊豆・小笠原 | -   | -    | -         | -                       | -              | -                | OBSのみ          |
| 39        | KY05-11      | H17    | 伊豆・小笠原 | 1   | -    | 362.30    | -                       | -              | -                | KR05-06と同測線    |
| 40        | KY06-09      | H18    | 伊豆・小笠原 | -   | -    | -         | -                       | -              | -                | OBSのみ          |
| 41        | KY06-14      | H18    | 伊豆・小笠原 | 5   | -    | 389.73    | -                       | ナビゲーション        | サイスミック、ナビゲーション   | 始点・終点より測線長を計算  |
| 42        | KY07-07      | H19    | 伊豆・小笠原 | -   | -    | -         | -                       | -              | -                | OBSのみ          |
| 43        | KY07-15      | H19    | 伊豆・小笠原 | 3   | -    | 305       | -                       | ナビゲーション        | サイスミック、ナビゲーション   | 始点・終点より測線長を計算  |
| 44        | KY08-02      | H20    | 伊豆・小笠原 | -   | -    | -         | -                       | -              | -                | OBSのみ          |
| 45        | KY08-04      | H20    | 伊豆・小笠原 | 1   | -    | 585       | -                       | ナビゲーション        | サイスミック、ナビゲーション   |                |
| 46        | KY08-08      | H20    | 伊豆・小笠原 | 9   | -    | 152       | -                       | ナビゲーション        | サイスミック、ナビゲーション   |                |
| 47        | KY08-E03     | H20    | 伊豆・小笠原 | -   | -    | -         | -                       | -              | -                | OBSのみ          |
| 48        | KY11-E02     | H23    | 伊豆・小笠原 | -   | -    | -         | -                       | -              | -                | OBSのみ          |

表10 管理DB (e-GeoDB) へのデータ登録内容一覧 (JOGMEC・AIST・JAPExデータ)

| No.      | 調査名                                  | 調査実施年度 | 海域     | 測線数 | 坑井本数 | 総測線長 (km) | 調査面積 (km <sup>2</sup> ) | e-GeoDBデータ登録内容     | OpenWorksデータ登録内容 | 備考       |
|----------|--------------------------------------|--------|--------|-----|------|-----------|-------------------------|--------------------|------------------|----------|
| JOGMEC調査 |                                      |        |        |     |      |           |                         |                    |                  |          |
| 1        | H11 大水深基礎調査<br>「沖大東島及び沖ノ島海域及び四国海盆海域」 | H11    | 南西諸島   | 10  | -    | 6544.15   | -                       | ナビゲーション            | サismック、ナビゲーション   |          |
| 2        | H14 大水深基礎調査<br>「四国海盆及び沖大東島南方海域」      | H14    | 南西諸島   | 8   | -    | 3633.15   | -                       | ナビゲーション            | -                |          |
| 3        | H12 大水深基礎調査<br>「小笠原諸島東方海域」           | H12    | 伊豆・小笠原 | 7   | -    | 3977.90   | -                       | ナビゲーション            | サismック、ナビゲーション   |          |
| 4        | H15 水深基礎調査<br>「沖ノ島南方海域及び小笠原諸島東方海域」   | H15    | 伊豆・小笠原 | 6   | -    | 3100.30   | -                       | ナビゲーション            | サismック、ナビゲーション   |          |
| 5        | H10 大水深基礎調査<br>「四国海盆海域」              | H10    | 南海トラフ  | 14  | -    | 5987.70   | -                       | ナビゲーション            | サismック、ナビゲーション   |          |
| 6        | H13 大水深基礎調査<br>「四国海盆海域南部」            | H13    | 南海トラフ  | 10  | -    | 3600.00   | -                       | ナビゲーション            | サismック、ナビゲーション   |          |
| AIST調査   |                                      |        |        |     |      |           |                         |                    |                  |          |
| 49       | gh831n2_MiyaZaki                     | S59    | 南海トラフ  | 111 | -    | 12,200    | -                       | ナビゲーション            | サismック、ナビゲーション   |          |
| 50       | gh792n3n4                            | S54    | 伊豆・小笠原 | 108 | -    | 13,000    | -                       | サismック、ナビゲーション     | サismック、ナビゲーション   |          |
| 51       | gh842n4                              | S59    | 伊豆・小笠原 | 56  | -    | 11,600    | -                       | サismック、ナビゲーション     | サismック、ナビゲーション   |          |
| 52       | gh851n3                              | S60    | 伊豆・小笠原 | 39  | -    | 6,800     | -                       | サismック、ナビゲーション     | サismック、ナビゲーション   |          |
| 53       | gh861n3                              | S61    | 伊豆・小笠原 | 11  | -    | 1,900     | -                       | サismック、ナビゲーション     | サismック、ナビゲーション   |          |
| 54       | gh871n3                              | S62    | 伊豆・小笠原 | 41  | -    | 6,400     | -                       | サismック、ナビゲーション     | サismック、ナビゲーション   |          |
| 55       | gh881n3                              | S63    | 伊豆・小笠原 | 36  | -    | 5,500     | -                       | サismック、ナビゲーション     | サismック、ナビゲーション   |          |
| 56       | gh891n3                              | H1     | 伊豆・小笠原 | 19  | -    | 2,200     | -                       | サismック、ナビゲーション     | サismック、ナビゲーション   |          |
| 57       | gh804_KuroSe                         | S55    | 伊豆・小笠原 | 53  | -    | 7,700     | -                       | サismック、ナビゲーション     | サismック、ナビゲーション   |          |
| 58       | gh802                                | S55    | 伊豆・小笠原 | 50  | -    | 3,600     | -                       | サismック、ナビゲーション     | サismック、ナビゲーション   |          |
| 59       | gh97ga97                             | H9     | 伊豆・小笠原 | 60  | -    | 4,200     | -                       | サismック、ナビゲーション     | サismック、ナビゲーション   |          |
| 60       | H26年度沿岸海域における活断層調査                   | H26    | 伊豆・小笠原 | 52  | -    | 420.8     | -                       | サismック、ナビゲーション、報告書 | サismック、ナビゲーション   |          |
| 61       | gh821_MuroTo                         | S57    | 南海トラフ  | 45  | -    | 不明        | -                       | ナビゲーション            | -                | 来年度再処理予定 |
| 62       | gh822_KumaNo                         | S57    | 南海トラフ  | 51  | -    | 不明        | -                       | ナビゲーション            | -                | 来年度再処理予定 |
| JAPEx調査  |                                      |        |        |     |      |           |                         |                    |                  |          |
| 63       | 小笠原沖76                               | S51    | 伊豆・小笠原 | 1   | -    | 305       | -                       | ナビゲーション            | サismック、ナビゲーション   | 再処理      |
| 64       | 七島沖81                                | S56    | 伊豆・小笠原 | 17  | -    | 1207.5    | -                       | ナビゲーション            | サismック、ナビゲーション   | 再処理      |
| 65       | 七島沖92                                | S57    | 伊豆・小笠原 | 10  | -    | 1048.25   | -                       | ナビゲーション            | サismック、ナビゲーション   | 再処理      |

## vii) 登録データのQC作業

登録した各調査のナビゲーションおよび3D調査領域を検証するため、e-GeoDBのマップ表示機能を利用してQC作業を実施した。報告書等に記載の測線図と比較し、登録したナビゲーションおよび3D調査領域が正しいことを確認した。ここで、図6と図7にe-GeoDBへ登録したナビゲーションおよび3D調査領域のマップ表示例を示す。

また、各測線や領域に紐付けたデータが正しく登録されているかどうか検証するため、登録したナビゲーションおよび領域を選択し、表示内容が正しいかどうか確認した。図8に登録データの表示例を示す。

さらに、e-GeoDBに登録したナビゲーションと反射法データが正しく紐付けられているかどうか確認するため、e-GeoDBの3D表示機能を利用してQCを実施した。e-GeoDB内では海底地形データを800mメッシュの往復走時で登録してあるので、3D表示させた際に海底地形との整合性の確認も同時に実施し、正しく登録されていることを確認した。図9に反射記録断面図のキャプチャー画像の3D表示例を示す。

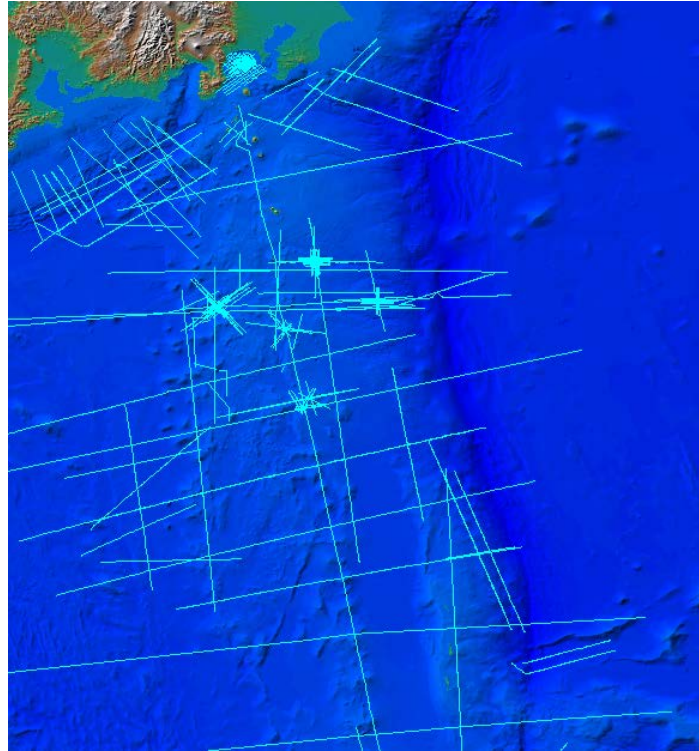


図6 航行位置のe-GeoDBマップ表示例（JAMSTECデータ：伊豆・小笠原海域）

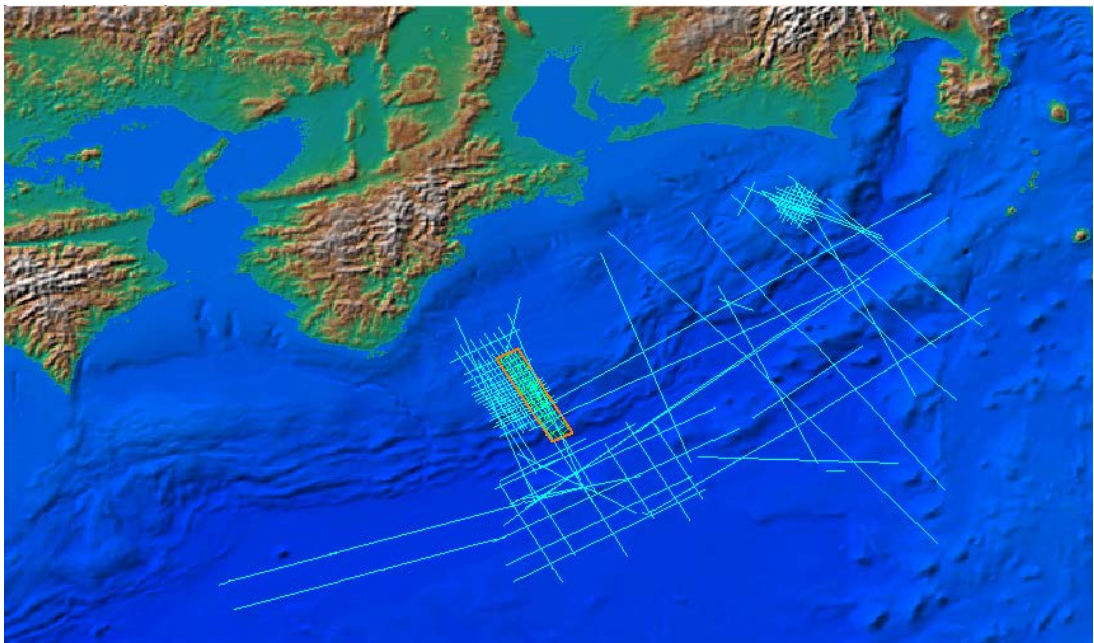


図7 航行位置のe-GeoDBマップ表示例（JAMSTECデータ：南海トラフ海域）

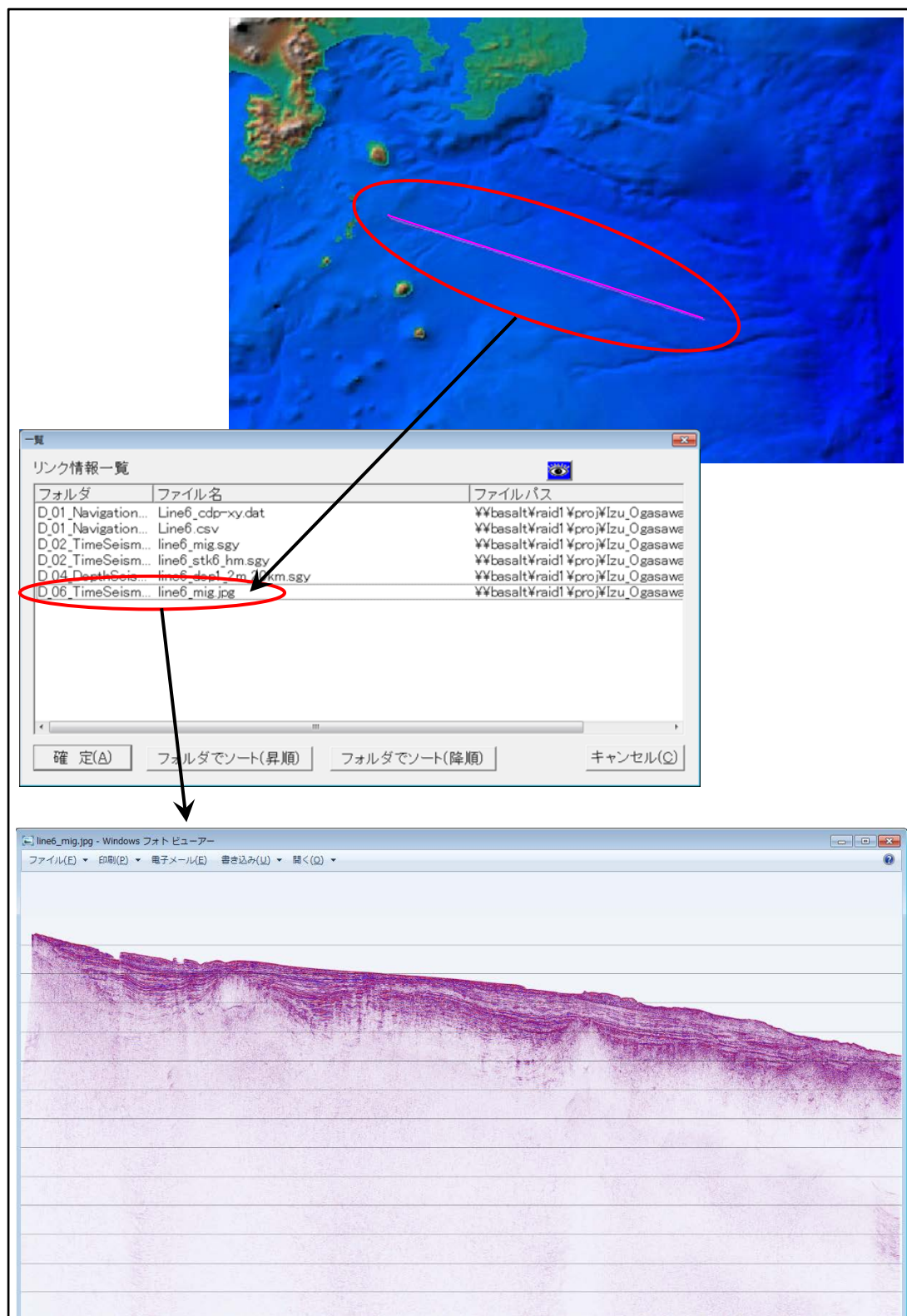


図8 登録データの表示例



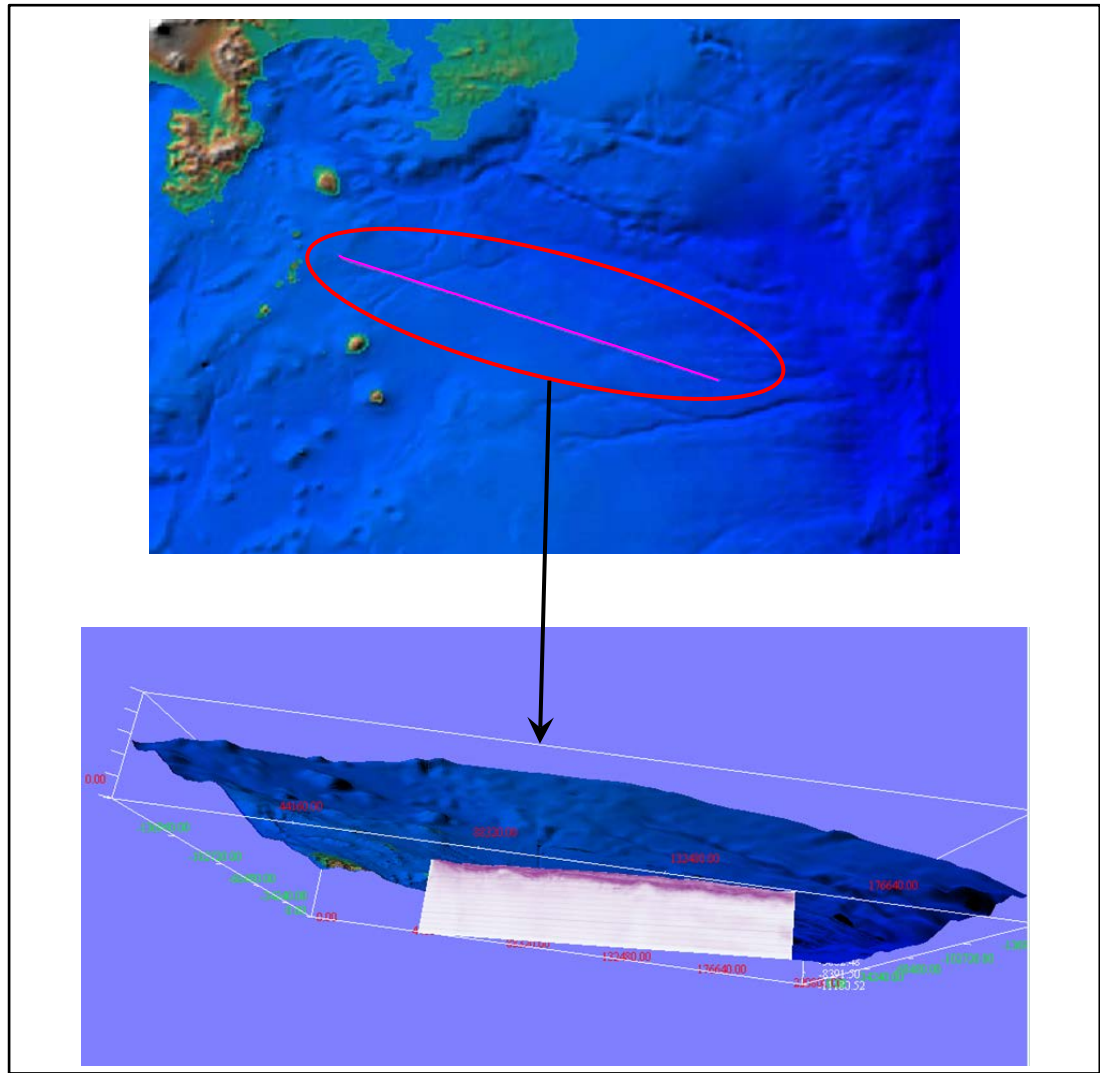


図9 反射記録断面図のキャプチャー画像3D表示例

#### viii) OpenWorksへのデータ登録

最後に、断層解釈や速度構造モデル構築の際に用いる Landmark 社製の処理・解釈ソフトウェア Decision Space Geoscience（以下、「DSG」）でできるように（フォーマット変換）するため、e-GeoDB に正しく登録されたナビゲーション、反射法データ（SEG-Y フォーマット）、速度データ等を Landmark 社のデータ管理ソフトウェアである OpenWorks（以下、OW）に登録した。

#### c) 管理DB（e-GeoDB）の改修

e-GeoDB について、公開 DB の設計変更に合わせて、関連する機能の改修を実施した。また、別システムとして運用していた解釈支援ツールの解釈結果登録・検索閲覧機能の統合を行った。

#### i) 公開DBとのデータ交換形式の検討（公開DB用データファイル書式の作成）

平成 28 年度に策定した e-GeoDB と公開 DB とのデータ交換形式について、公開 DB の設計変更に合わせて、e-GeoDB から公開 DB へ引き渡すデータ毎のファイル書式の変

更を行った。具体的には、e-GeoDB および DSG に格納されている各種データ、解釈結果等を公開 DB へ取り込むため、フォーマットが公開 DB 仕様となるように e-GeoDB および DSG の export data を加工・変換した。

平成 29 年度は、日本海の登録データを本作業の対象とした。図 10 に策定したデータ種別毎の公開 DB 用ファイル格納フォルダを示す。

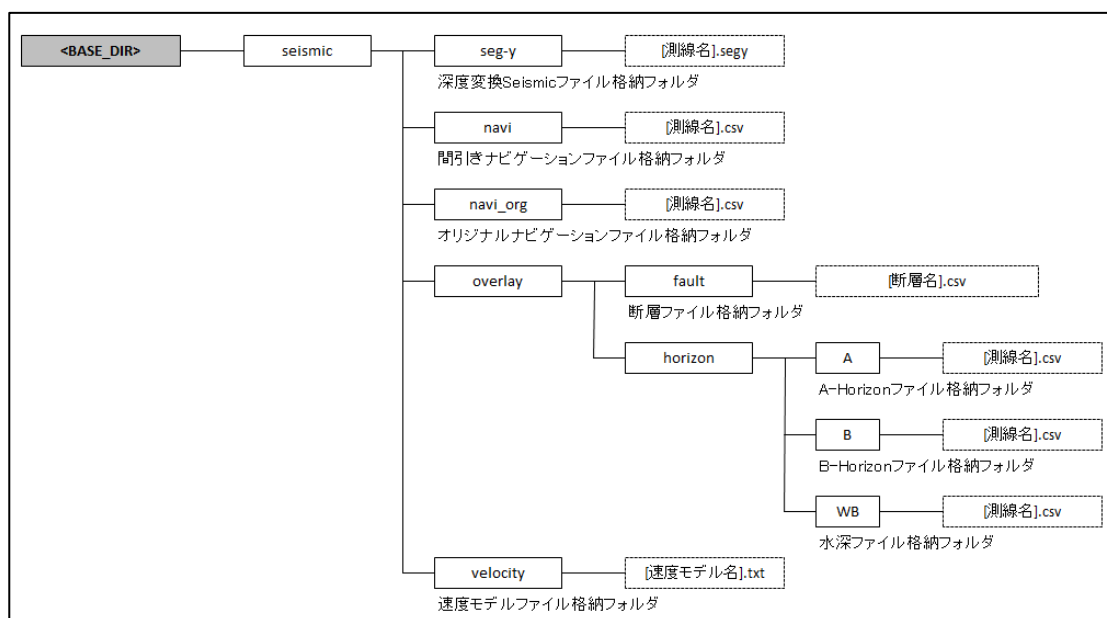


図10 公開DB用ファイル格納フォルダの規定

以下に、作成した公開 DB 用のデータについて、データ種別毎の作業内容、出力データ形式、および出力結果を記述する。また、表 11 にはデータ交換用ファイル形式一覧を示す。

表11 公開DB用データ交換用ファイル形式一覧

| No | データ名                        |
|----|-----------------------------|
| 1  | 測線一覧ファイル                    |
| 2  | ナビゲーションファイル／間引きナビゲーションファイル  |
| 3  | 水深／A-Horizon／B-Horizon ファイル |
| 4  | 断層ファイル                      |
| 5  | 断層メタファイル                    |
| 6  | 速度モデルファイル                   |

#### ① 測線一覧ファイル

e-GeoDB 上で断面測線一覧出力機能を実行し、e-GeoDB へ登録されている測線情報について、出力対象の地図レイヤーを選択し外部出力を行い、所定ファイル名への加工を行った。表 12 に、測線一覧ファイルの公開 DB 用出力データ形式を示す。



表12 公開DB用測線一覧ファイル書式

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                    |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ファイル名称 | linelist.csv                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                    |
| ファイル形式 | カンマ区切りテキストファイル(*.csv)                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                    |
| フォーマット | ヘッダー行無し、以下のデータ行の繰り返し                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                    |
|        | 列<br>No                                                                                                                                                                                                                                                                                | 項目名 備考                                                                                                                                             |
|        | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ID シーケンシャル ID                                                                                                                                      |
|        | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 地図レイヤー名 e-GeoDB での地図レイヤー名                                                                                                                          |
|        | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 測線名 命名規則[CC_(name)#999]<br>CC:データ提供機関略称<br>(name):オリジナル測線名<br>999:枝番                                                                               |
|        | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 上端深度[m]                                                                                                                                            |
|        | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 下端深度[m]                                                                                                                                            |
|        | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                      | データ提供機関略称 JAMSTEC:JM、JOGMEC:JG、AIST:AS<br>海上保安庁:JC、国土地理院:GS<br>JAPEX:JP、INPEX:IN<br>東京大学:TK、富山大学:UT<br>IODP:ID、ODP:OD、DSDP:DS<br>unknown(論文等から):__ |
|        | 7                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 測線枝番 分割されている場合の枝番                                                                                                                                  |
|        | 8                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 優先フラグ =1:優先<br>=0:非優先                                                                                                                              |
|        | 9                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 調査名 調査名                                                                                                                                            |
|        | 10                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 調査年度 調査年度                                                                                                                                          |
| 記述例    | <p>967, 再処理済地震探査測線 (JAPEX-鰹ヶ沢沖), JP-AJ80-D-3#001, 0, 0, JP, 1, 1, 鰹ヶ沢沖, 1980</p> <p>968, 分割後_地震探査測線 (AIST-日本海-能登半島周辺), AS-gh88201a#001, 0, 0, AS, 1, 1, 日本海-能登半島周辺 (GH88), 1988</p> <p>969, 分割後_地震探査測線 (AIST-日本海-能登半島周辺), AS-gh88201a#002, 0, 0, AS, 2, 1, 日本海-能登半島周辺 (GH88), 1988</p> |                                                                                                                                                    |

表 12 の“フォーマット”の列 No.8「優先フラグ」は、再処理とベクトル化の両方の測線が存在する場合に公開 DB 側で再処理測線を優先表示するよう、制御するためのフラグである。出力した優先／非優先測線数の内訳を以下に示す。

優先測線 : 3,740 本

非優先測線 : 276 本

全測線数 : 4,016 本

## ② ナビゲーションファイル／間引きナビゲーションファイル

表 13 に、ナビゲーションファイル／間引きナビゲーションファイルの公開 DB 用出力データ形式を示す。なお、間引きナビゲーションファイルについては、断層との交点がある場合、水深が最浅である座標を挿入している。

表13 公開DB用ナビゲーションファイル／間引きナビゲーションファイル書式

|        |                                                                                                                                                                                          |                       |                       |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| ファイル名称 | (測線名).csv<br>・ナビゲーションファイルの場合<br>命名規則[CC_(name).csv]<br>CC:データ提供機関略称、(name):オリジナル測線名<br>・間引きナビゲーションファイルの場合<br>命名規則[CC_(name)#999.csv]<br>CC:データ提供機関略称、(name):オリジナル測線名、<br>999:枝番          |                       |                       |
| ファイル形式 | カンマ区切りテキストファイル(*.csv)                                                                                                                                                                    |                       |                       |
| フォーマット | ヘッダー行無し、以下のデータ行の繰り返し                                                                                                                                                                     |                       |                       |
|        | 列<br>No                                                                                                                                                                                  | 項目名                   | 備 考                   |
|        | 1                                                                                                                                                                                        | CDP 番号 <sup>(注)</sup> | CDP 番号 <sup>(注)</sup> |
|        | 2                                                                                                                                                                                        | 緯度                    | 度単位                   |
|        | 3                                                                                                                                                                                        | 経度                    | 度単位                   |
| 記述例    | 1. 000000, 34. 521714, 130. 920044<br>240. 000000, 34. 601014, 130. 835289<br>1260. 000000, 34. 921467, 130. 545006<br><div style="text-align: right;">(注) CDP: Common Depth Point</div> |                       |                       |

## ③ 水深／A-Horizon／B-Horizonファイル

e-GeoDB の水深／Horizon データファイル変換機能を用い、DSG より出力した水深／A-Horizon／B-Horizon データファイルを所定ファイル形式へ変換し、さらに所定ファイル名への加工を行った。なお、DSG での登録測線名と公開 DB での規定測線名は異なっているが、e-GeoDB の変換機能で測線名対応テーブルを用意することで、公開 DB 用の測線名に自動変換が可能である。出力にあたっては、各測線の開始／終了 CDP 番号の範囲に該当するデータを対象とした。

以下、DSG から出力した水深データファイル形式と Horizon データファイル形式をそれぞれ表 14 と表 15 に、水深／Horizon データファイルの公開 DB 用出力データ形式を表 16 に示す。なお、公開 DB 用のファイル形式およびフォーマットについては、水深／A-Horizon／B-Horizon 共通である。

表 14 水深データファイル／DSG からの出力データ形式

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |        |             |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------|
| ファイル名称 | WB. dat                                                                                                                                                                                                                                                                                        |        |             |
| ファイル形式 | カンマ区切りテキストファイル(*. dat)                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |             |
| フォーマット | ヘッダー行無し、以下のデータ行の繰り返し                                                                                                                                                                                                                                                                           |        |             |
|        | 列<br>No                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 項目名    | 備 考         |
|        | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 測線名    | DSG での登録測線名 |
|        | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                              | CDP 番号 | CDP 番号      |
|        | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 経度     | 度単位         |
|        | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 緯度     | 度単位         |
|        | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 水深     | メートル単位      |
| 記述例    | 76-13-2, 504. 5, 135. 94773322603587, 37. 296811178143955, 1396. 9108<br>76-13-2, 505. 0, 135. 94753661736587, 37. 29696778715682, 1398. 4757<br>76-13-2, 505. 5, 135. 94734059456238, 37. 297126193883194, 1409. 1733<br>76-13-2, 506. 0, 135. 94714457093684, 37. 29728460029207, 1410. 1243 |        |             |

表 15 Horizon データファイル／DSG からの出力データ形式

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |             |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------|
| ファイル名称 | (A-Horizon の場合)A-Horizon. dat<br>(B-Horizon の場合)B-Horizon. dat                                                                                                                                                                                                                          |        |             |
| ファイル形式 | カンマ区切りテキストファイル(*. dat)                                                                                                                                                                                                                                                                  |        |             |
| フォーマット | ヘッダー行無し、以下のデータ行の繰り返し                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |             |
|        | 列<br>No                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 項目名    | 備 考         |
|        | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 測線名    | DSG での登録測線名 |
|        | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                       | CDP 番号 | CDP 番号      |
|        | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 経度     | 度単位         |
|        | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 緯度     | 度単位         |
|        | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 水深     | メートル単位      |
| 記述例    | NN87-1, 189. 0, 139. 3465444000339, 41. 207700000009034, 3205. 2817<br>NN87-1, 190. 0, 139. 3466694000339, 41. 20770556000902, 3205. 7568<br>NN87-1, 191. 0, 139. 34679440003387, 41. 207711110009036, 3206. 2283<br>NN87-1, 192. 0, 139. 34691940003387, 41. 20771944000903, 3206. 702 |        |             |

表 16 公開 DB 用水深／Horizon データファイル書式

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |        |        |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|
| ファイル名称 | (測線名).csv<br>命名規則[CC_(name)#999.csv]<br>CC:データ提供機関略称、(name):オリジナル測線名、<br>999:枝番                                                                                                                                                                                                  |        |        |
| ファイル形式 | カンマ区切りテキストファイル(*.csv)                                                                                                                                                                                                                                                            |        |        |
| フォーマット | ヘッダー行無し、以下のデータ行の繰り返し                                                                                                                                                                                                                                                             |        |        |
|        | 列<br>No                                                                                                                                                                                                                                                                          | 項目名    | 備 考    |
|        | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                | CDP 番号 | CDP 番号 |
|        | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                | 緯度     | 度単位    |
|        | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                | 経度     | 度単位    |
|        | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                | 水深     | メートル単位 |
| 記述例    | 14. 000000, 40. 76085830931879, 138. 45146252465054, 3416. 137200<br>15. 000000, 40. 76074196397117, 138. 45145228703996, 3416. 208500<br>16. 000000, 40. 76062561861929, 138. 45144204947925, 3416. 280000<br>17. 000000, 40. 76050927326310, 138. 45143181196840, 3416. 351000 |        |        |

## ④ 断層ファイル

e-GeoDB の断層データファイル変換機能を用い、DSG より出力した断層データファイルを所定ファイル形式へ変換し、さらに所定ファイル名への加工を行った。

DSG での登録断層名／測線名と公開 DB での規定断層名／測線名は異なっているが、e-GeoDB の変換機能で断層名対応テーブル、測線名対応テーブルをそれぞれ用意することで、公開 DB 用の名称に自動変換される。なお、測線名については分割測線の場合、開始／終了 CDP 番号の範囲より名称決定を行い、該当する分割測線が存在しない場合は枝番無しの測線名で出力するようにしている。

以下、DSG から出力した断層データファイル形式を表 17 に、断層データファイルの公開 DB 用出力データ形式を表 18 に示す。

表 17 断層データファイル／DSG からの出力データ形式

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                  |                                                   |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------|
| ファイル名称 | Fault. dat                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                  |                                                   |
| ファイル形式 | カンマ区切りテキストファイル(*. dat)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                  |                                                   |
| フォーマット | ヘッダー行無し、以下のデータ行の繰り返し                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                  |                                                   |
|        | 列<br>No                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 項目名              | 備 考                                               |
|        | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 断層名              | DSG での登録断層名                                       |
|        | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Fault Segment Id | DSG での断層セグメント ID                                  |
|        | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 測線名              | DSG での登録測線名<br>※地形で引いた点、または SEG-Y3D データで引いた点はブランク |
|        | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | CDP 番号           | CDP 番号                                            |
|        | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 経度               | 度単位                                               |
|        | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 緯度               | 度単位                                               |
|        | 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 水深               | メートル単位                                            |
| 記述例    | FKI_01_M3_0107_W, 46474, gh87208b, 4394. 954, 135. 9318955148747, 35. 73269885412207, 198. 7249,<br>FKI_01_M3_0107_W, 46474, gh87208b, 4393. 0396, 135. 9322540770034, 35. 732271425638295, 39. 73593,<br>FKI_01_M3_0107_W, 46475, gh87208b, 3940. 7908, 135. 94919327126277, 35. 80178192734254, 14. 9. 77917,<br>FKI_01_M3_0107_W, 46475, gh87208b, 3937. 9788, 135. 94861224982864, 35. 80236982513019, 40. 7. 8027, |                  |                                                   |

表 18 公開 DB 用断層データファイル書式

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                  |                                           |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------|
| ファイル名称 | (断層名).csv                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                  |                                           |
| ファイル形式 | カンマ区切りテキストファイル(*.csv)                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                  |                                           |
| フォーマット | ヘッダー行無し、以下のデータ行の繰り返し                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                  |                                           |
|        | 列<br>No                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 項目名              | 備 考                                       |
|        | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Fault Segment Id | DSG での断層セグメント ID                          |
|        | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 測線名              | 測線名<br>※地形で引いた点、または SEG-Y3D データで引いた点はブランク |
|        | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | CDP 番号           | CDP 番号                                    |
|        | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 緯度               | 度単位                                       |
|        | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 経度               | 度単位                                       |
|        | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 水深               | メートル単位                                    |
| 記述例    | 43871, AS-gh89409b1#002, 4581.326700, 39.392627, 139.645634, 911.130400<br>43871, AS-gh89409b1#002, 4591.626000, 39.391515, 139.649026, 1329.540800<br>43872, AS-gh9110a1#002, 3732.383500, 39.363673, 139.644076, 263.518550<br>43872, AS-gh9110a1#002, 3734.492700, 39.363465, 139.644763, 471.657620 |                  |                                           |

## ⑤ 断層メタデータファイル

解釈支援ツールに登録済の日本海における断層解釈結果（断層情報）について、ファイルへの外部出力を行った。具体的には、解釈支援ツール／データベース PostgreSQL のテーブル[approval]について、Open Database Connectivity（データベースとプログラムの間の通訳の役割を担うツール）を介し Excel シートを作成した。さらに、Excel 上で対象海域の断層情報の抽出を行い、項目「断層レベル」、「断層タイプ」、「断層の走向」、「断層の傾斜方向」が規定の名称で登録されているかどうかチェックを行い、非統一になっている箇所については修正を行った。修正完了後、所定のファイルフォーマット・名称で出力を行った。

以下、断層メタデータファイルの公開 DB 用出力データ形式を表 19 に、その詳細フォーマットを表 20 に、断層の各項目の名称一覧を表 21 に示す。



表 19 公開 DB 用断層メタデータファイル書式

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ファイル名称 | 断層メタ情報.csv                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| ファイル形式 | カンマ区切りテキストファイル(*.csv)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| フォーマット | 1行目がヘッダー行、2行目以降はデータ行の繰り返し<br>※詳細フォーマットは別表1に記載                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 記述例    | <p>approval_id, data_kind, link_id, analyzer_name, analyzer_comment, append_file, append_file_kind, version, request_date, approval_name, approval_comment, approval_date, inner_eval_flag, inner_eval_date, inner_eval_comment, commission_eval_flag, commission_eval_date, commission_eval_comment, outer_eval_flag, outer_eval_date, outer_eval_comment, openlevel_flag, openlevel_date, openlevel_comment, del_flag, cancel_flag, cancel_date, canceler_name, cancel_comment, analyzer_status, sea_zone, data_name, create_date, user, update_date, user, spec_level, spec_type, spec_dip, fault_direction, fault_dip, spec_leng, spec_height, spec_height_comment, spec_linenum, spec_linename, related_document, approval_status, approval_prevdate, append_file2, append_file_kind2, version2, append_file3, append_file_kind3, version3, inner_eval_file, commission_eval_file, outer_eval_file</p> <p>1, 0, 3, user1, 引張場の堆積構造→圧縮場の反転構造が見られる（北側のみ） ・フラワー構造が発達する（北側のみ） ・九州電力による断層を参照 ・2測線のみでアサイン</p> <p>ン, 1_NAG-02.xlsx, 999, 1,, 清水,, 2015/3/31 0:00,,,,,,,,,,,,,, 終了, 対馬海峡（対馬南方）, NAG-02, 2014 年 新井,, II C, 横ずれ断層, 北東-南西/西傾斜, 南西-北東, 西傾斜, 27000, 11800, 11.8km（SK89-14）, Multi-ch 2本、Single-ch 0本, SK89-14, 九州電力, チェック済,,,,,,,,,,</p> <p>2, 0, 3, user1, 引張場の堆積構造→圧縮場の反転構造が見られる ・フラワー構造が発達する ・九州電力による断層を参照 ・2測線のみでアサイン ・NAG-02と同様の構造が見られるが、連続はしていない, 2_NAG-03.xlsx, 999, 1,, 清水,, 2015/3/31 0:00,,,,,,,,,,,,,, 終了, 対馬海峡（対馬北方）, NAG-03, 2014 年 新井,, II C, 横ずれ断層, 北東-南西/西傾斜, 南西-北東, 西傾斜, 5000, 6200, 6.2km（SK89-F）, Multi-ch 2本、Single-ch 0本, SK89-F, 九州電力, チェック済,,,,,,,,,,</p> |

表 20 公開 DB 用断層メタデータファイルの詳細フォーマット

| No. | FieldName               | Type             | 項目名             | 備考                                                                                                                                         |
|-----|-------------------------|------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | approval_id             | integer NOT NULL | チェック内容情報ID      |                                                                                                                                            |
| 2   | data_kind               | integer          | 対象データ種別         | 対象データ種別 (0: 作業ステップ情報、1: プロセス情報、2: チェック内容情報)                                                                                                |
| 3   | link_id                 | integer          | 承認対象のデータID      | data_kind=0 : history_workstep.workstep_id<br>data_kind=1 : history_process.process_id<br>data_kind=2 : store_checklist.store_checklist_id |
| 4   | analyzer_name           | text             | 依頼者             | Defaultはログイン中のuserinfo.username                                                                                                            |
| 5   | analyzer_comment        | text             | コメント(依頼者)       |                                                                                                                                            |
| 6   | append_file             | text             | 提出データ           | データファイル名等                                                                                                                                  |
| 7   | append_file_kind        | inteter          | 提出データ種別         | 提出データ種別 (=0: 未設定、=1: Seismic(2D)、=2: Seismic(3D)、=3: Horizon、=4: Fault、=5: 速度モデル、=999: 解釈結果(断層モデル))                                        |
| 8   | version                 | text             | バージョン           | 提出データのバージョン                                                                                                                                |
| 9   | request_date            | date             | 承認依頼日           | YYYY/MM/DD                                                                                                                                 |
| 10  | approval_name           | text             | 承認者             | Defaultはログイン中のuserinfo.username                                                                                                            |
| 11  | approval_comment        | text             | コメント(承認者)       |                                                                                                                                            |
| 12  | approval_date           | date             | 承認日             | YYYY/MM/DD                                                                                                                                 |
| 13  | inner_eval_flag         | integer          | 内部アドバイザー／品質評価   | 評価結果 (=0: 未設定、=1: A、=2: B、=3: C、=4: D、=5: E)                                                                                               |
| 14  | inner_eval_date         | date             | 内部アドバイザー／品質評価日  | YYYY/MM/DD                                                                                                                                 |
| 15  | inner_eval_comment      | text             | 内部アドバイザー／コメント   |                                                                                                                                            |
| 16  | commission_eval_flag    | integer          | 評価委員会／品質評価      | 評価結果 (=0: 未設定、=1: A、=2: B、=3: C、=4: D、=5: E)                                                                                               |
| 17  | commission_eval_date    | date             | 評価委員会／品質評価日     | YYYY/MM/DD                                                                                                                                 |
| 18  | commission_eval_comment | text             | 評価委員会／コメント      |                                                                                                                                            |
| 19  | outer_eval_flag         | integer          | 外部研究機関／品質評価     | 評価結果 (=0: 未設定、=1: A、=2: B、=3: C、=4: D、=5: E)                                                                                               |
| 20  | outer_eval_date         | date             | 外部研究機関／品質評価日    | YYYY/MM/DD                                                                                                                                 |
| 21  | outer_eval_comment      | text             | 外部研究機関／コメント     |                                                                                                                                            |
| 22  | openlevel_flag          | integer          | 公開レベル           | 公開レベル (=0: 公開不可、=1: 研究機関可、=2: 一般公開可)                                                                                                       |
| 23  | openlevel_date          | date             | 公開レベル設定日        | YYYY/MM/DD                                                                                                                                 |
| 24  | openlevel_comment       | text             | 公開レベル設定時のコメント   |                                                                                                                                            |
| 25  | del_flag                | integer          | 削除フラグ           | 1: 削除                                                                                                                                      |
| 26  | cancel_flag             | integer          | 差戻しフラグ          | 1: 差戻し                                                                                                                                     |
| 27  | cancel_date             | date             | 差戻日             | YYYY/MM/DD                                                                                                                                 |
| 28  | canceler_name           | text             | 差戻者             |                                                                                                                                            |
| 29  | cancel_comment          | text             | コメント(差戻し)       |                                                                                                                                            |
| 30  | analyzer_status         | text             | 解釈者ステータス        |                                                                                                                                            |
| 31  | sea_zone                | text             | 海域              |                                                                                                                                            |
| 32  | data_name               | text             | データ名(断層名)       |                                                                                                                                            |
| 33  | create_dateuser         | text             | 実施年度及び担当者       |                                                                                                                                            |
| 34  | update_dateuser         | text             | 更新年度及び担当者       |                                                                                                                                            |
| 35  | spec_level              | text             | 特徴／レベル          |                                                                                                                                            |
| 36  | spec_type               | text             | 特徴／タイプ          |                                                                                                                                            |
| 37  | spec_dip                | text             | 特徴／傾斜方向         |                                                                                                                                            |
| 55  | fault_direction         | text             | 断層の走向           |                                                                                                                                            |
| 56  | fault_dip               | text             | 断層の傾斜方向         |                                                                                                                                            |
| 38  | spec_leng               | integer          | 特徴／長さ           | 単位: m                                                                                                                                      |
| 39  | spec_height             | integer          | 特徴／断層比高         | 単位: m                                                                                                                                      |
| 40  | spec_height_comment     | text             | 特徴／断層比高のコメント    |                                                                                                                                            |
| 41  | spec_linenum            | text             | 特徴／使用された測線数     |                                                                                                                                            |
| 42  | spec_linename           | text             | 特徴／代表的な測線名      |                                                                                                                                            |
| 43  | related_document        | text             | 参考資料            |                                                                                                                                            |
| 44  | approval_status         | text             | 承認者ステータス        |                                                                                                                                            |
| 45  | approval_prevdate       | date             | 承認者／前回チェック日     |                                                                                                                                            |
| 46  | append_file2            | text             | 提出データ2          | データファイル名                                                                                                                                   |
| 47  | append_file_kind2       | inteter          | 提出データ2の種別       | No.7と同様                                                                                                                                    |
| 48  | version2                | text             | 提出データ2のバージョン    | 提出データのバージョン                                                                                                                                |
| 49  | append_file3            | text             | 提出データ3          | データファイル名                                                                                                                                   |
| 50  | append_file_kind3       | inteter          | 提出データ3の種別       | No.7と同様                                                                                                                                    |
| 51  | version3                | text             | 提出データ3のバージョン    | 提出データのバージョン                                                                                                                                |
| 52  | inner_eval_file         | text             | 内部アドバイザー／添付ファイル | 内部アドバイザー／品質評価に関する添付ファイル                                                                                                                    |
| 53  | commission_eval_file    | text             | 評価委員会／添付ファイル    | 評価委員会／品質評価に関する添付ファイル                                                                                                                       |
| 54  | outer_eval_file         | text             | 外部研究機関／添付ファイル   | 外部研究機関／品質評価に関する添付ファイル                                                                                                                      |

表 21 断層項目名称一覧

| 断層レベル | 断層タイプ   | 断層の走向   | 傾斜方向 |
|-------|---------|---------|------|
| I A   | 正断層     | 南－北     | 垂直   |
| I B   | 逆断層     | 南南西－北北東 | 東傾斜  |
| I C   | 逆／正？断層  | 南西－北東   | 西傾斜  |
| I D   | 横ずれ断層   | 西南西－東北東 | 南傾斜  |
| I' A  | 横ずれ断層、左 | 西－東     | 北傾斜  |
| I' B  | 横ずれ断層、右 | 西北西－東南東 | 南東傾斜 |
| I' C  |         | 北西－南東   | 南西傾斜 |
| I' D  |         | 北北西－南南東 | 北東傾斜 |
| II A  |         | 北－南     | 北西傾斜 |
| II B  |         | 北北東－南南西 | 傾斜不明 |
| II C  |         | 北東－南西   |      |
| II D  |         | 東北東－西南西 |      |
|       |         | 東－西     |      |
|       |         | 東南東－西北西 |      |
|       |         | 南東－北西   |      |
|       |         | 南南東－北北西 |      |

⑥ 速度モデルファイル

表 22 に、速度モデルファイルの公開 DB 用出力データ形式を示す。

表 22 公開 DB 用速度モデルファイル書式

|                                                                               |                                  |      |                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------|-------------------------------------------|
| ファイル名称                                                                        | (速度モデル名).csv                     |      |                                           |
| ファイル形式                                                                        | スペース区切りテキストファイル(*.txt)           |      |                                           |
| フォーマット                                                                        | ヘッダー行／コメント行は先頭文字’#’、以下のデータ行の繰り返し |      |                                           |
|                                                                               | 列<br>No                          | 項目名  | 備 考                                       |
|                                                                               | 1                                | 点 ID | Function9999<br>9999: シーケンシャルに振られる点 ID    |
|                                                                               | 2                                | 測線名  | 測線名<br>※地形で引いた点、または SEG-Y3D データで引いた点はブランク |
|                                                                               | 3                                | X 座標 | X 座標 [m]                                  |
|                                                                               | 4                                | Y 座標 | Y 座標 [m]                                  |
|                                                                               | 5                                | 水深   | 水深 [m]                                    |
|                                                                               | 6                                | 速度   | 速度 [m/s]                                  |
| 記述例                                                                           |                                  |      |                                           |
| #                                                                             |                                  |      |                                           |
| #FIELDS = Function ID, X, Y, Depth, Vint                                      |                                  |      |                                           |
| #FUNCTION_TYPE = DVint                                                        |                                  |      |                                           |
| #LINEAR_UNITS = METERS                                                        |                                  |      |                                           |
| #DATUM = 0.000000                                                             |                                  |      |                                           |
| #                                                                             |                                  |      |                                           |
| Function1      360000.00      4080000.00              0.0000      1606.2303   |                                  |      |                                           |
| Function1      360000.00      4080000.00              300.0000      1606.2303 |                                  |      |                                           |
| Function1      360000.00      4080000.00              400.0000      1611.9875 |                                  |      |                                           |
| (途中省略)                                                                        |                                  |      |                                           |
| Function1      360000.00      4080000.00      23500.0059      7115.3613       |                                  |      |                                           |
| Function1      360000.00      4080000.00      39999.8242      8000.0322       |                                  |      |                                           |
| #                                                                             |                                  |      |                                           |
| Function2      360000.00      4090000.00              0.0000      1600.0002   |                                  |      |                                           |
| Function2      360000.00      4090000.00              200.0000      1600.0002 |                                  |      |                                           |
| . . . . .                                                                     |                                  |      |                                           |

公開 DB の設計変更とデータ交換用ファイル書式の変更に合わせ、関連する e-GeoDB の諸機能の整備を実施した。

公開 DB へ引き渡す情報の追加に伴い、e-GeoDB のデータベース項目の追加を行った（表 23）。

| No | フィールド名    | データ型      | 説 明                         |
|----|-----------|-----------|-----------------------------|
| 1  | open_flag | long      | 公開フラグ (=1:公開可、=0, null:非公開) |
| 2  | open_name | char(128) | 公開用図形名称                     |
| 3  | orga_name | char(128) | 出典機関                        |

①で追加したデータベース項目を編集できるように、図形データ編集機能の修正を行った（図 11）。

図形データ編集

データタイプ Line

名称  一覧(L)

所属プロジェクト

データ種別

図形レイヤ名

LineCol  Width[dot]  FillColor

☒ 外郭線描画 ☐ 塗りつぶし描画

☐ 公開 公開用名称  出典機関

新規入力(N) インポート(I) インポート(SXY型式)(X) パッチインポート(SXY型式)(B)

マップ上で選択(S) 一覧エクスポート(O) 一覧インポート(U) ラインデータ抽出(L)

入力座標系の設定

Datum(楕円体)設定

楕円体パラメータ a

経緯度

☐ 平面直角座標系 Projection(投影法)

☐ UTM座標系 Projection(投影法)

インポート(SXY型式)オプション

☐ 線分の間隔を実行 基準角度[deg]

※折れ曲がっている測線で線と線の角度の差が指定された角度より小さい場合、無視されます。

☐ 間隔指定による間隔の実行 取り込み点の間隔

☒ (パッチインポート時) 同名のデータが登録済の場合、座標値のみを更新する

| No. | Lon[deg] | Lat[deg] | Z座標[m] | Attribute |
|-----|----------|----------|--------|-----------|
|     |          |          |        |           |

登録(R) 削除(D) 一括削除(A) エクスポート(E) キャンセル(C)

表 23 で追加したデータ項目を編集可能に修正

図 11 図形データ編集機能の修正

### ③ 図形一覧入出力機能の追加

①で追加したデータベース項目（公開フラグ・公開用図形名称・出典機関）について、Excel 等の外部ソフトウェアで編集したものを一括登録するための入出力機能を作成した（図 12）。表 24 には、本機能での入出力用ファイル書式を示す。

図形データ編集

データタイプ Line

名称  一覧(L)

所属プロジェクト 日本海

データ種別

図形レイヤ名

LineCol  Width  ☐ ☐

☐ 公開 公開用名称  出典機関

新規入力(N) インポート(I) インポート(S,X,Y型式)...(X) バッチインポート(S,X,Y型式)...(B)

マップ上で選択(S) 一覧エクスポート(O) 一覧インポート(U) ラインデータ抽出(L)

入力座標系の設定

Datum(楕円体)設定 WGS 84

楕円体パラメータ a 6378137

☒ 経緯度

☐ 平面直角座標系 Projection(投影法) 平面直角座標第8系 (新潟県、長野県、山梨県、群馬)

☐ UTM座標系 Projection(投影法) North : Zone54:E138~144

インポート(S,X,Y型式)オプション

☐ 線分の間隔を実行 基準角度[deg] 0

※折れ曲がっている測線で線と線の角度の差が指定された角度より小さい場合、無視されます。

☐ 間隔指定による間隔の実行 取り込む点の間隔 0

☒ (バッチインポート時) 同名称のデータが登録済の場合、座標値のみを更新する

| No. | Lon[deg] | Lat[deg] | Z座標[m] | Attribute |
|-----|----------|----------|--------|-----------|
|-----|----------|----------|--------|-----------|

登録(R) 削除(D) 一括削除(A) エクスポート(E) キャンセル(C)

図形一覧エクスポート機能の追加

図形一覧インポート機能の追加

図 12 図形一覧入出力機能の追加

表 24 図形一覧入出力機能のファイル書式

|        |                                                                                                                                                                                                                                    |             |                       |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------|
| ファイル名称 | *.csv                                                                                                                                                                                                                              |             |                       |
| ファイル形式 | カンマ区切りテキストファイル(*.csv)                                                                                                                                                                                                              |             |                       |
| フォーマット | 1 行目：ヘッダ行、2 行目以降は以下のデータ行の繰り返し                                                                                                                                                                                                      |             |                       |
|        | 列<br>No                                                                                                                                                                                                                            | 項目名         | 備 考                   |
|        | 1                                                                                                                                                                                                                                  | seqID       | シーケンシャル ID            |
|        | 2                                                                                                                                                                                                                                  | KindID      | 種別 ID                 |
|        | 3                                                                                                                                                                                                                                  | Name        | 図形名称                  |
|        | 4                                                                                                                                                                                                                                  | ProjectID   | プロジェクト ID             |
|        | 5                                                                                                                                                                                                                                  | LayerID     | 図形レイヤーID              |
|        | 6                                                                                                                                                                                                                                  | DisplayFlag | 表示フラグ (=1:表示、=0:非表示)  |
|        | 7                                                                                                                                                                                                                                  | OpenFlag    | 公開フラグ (=1:公開可、=0:非公開) |
|        | 8                                                                                                                                                                                                                                  | OpenName    | 公開用図形名称               |
|        | 9                                                                                                                                                                                                                                  | OrgaName    | 出典機関                  |
| 記述例    | seqID, KindID, Name, ProjectID, LayerID, DisplayFlag, OpenFlag, OpenName, OrgaName<br>1, 0, gh83101, 5, 7000, 1, 1, AS-gh83101, AS<br>2, 0, gh83102, 5, 7000, 1, 1, AS-gh83102, AS<br>3, 0, gh83104, 5, 7000, 1, 1, AS-gh83104, AS |             |                       |

## ④ その他の変換機能の作成

公開 DB へ引き渡すデータを作成するための各種変換機能の作成を行った。作成した各機能は、「ツール」メニューの「公開システム用データ出力」サブメニューにユーティリティとしてとりまとめている（図 13）。

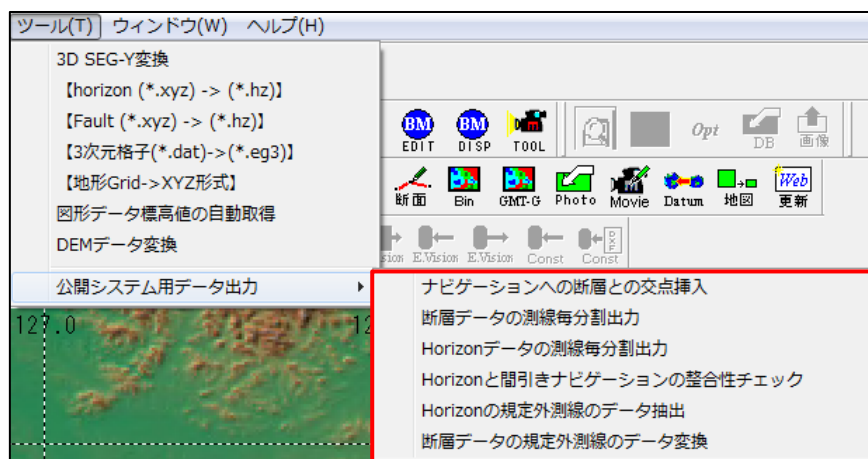


図 13 その他の変換機能／起動メニュー

以下に、作成した各機能の概要について示す。

#### ーナビゲーションへの断層との交点挿入機能ー

断層とナビゲーションの交点がある場合、間引きナビゲーションファイルへ、断層との交点のうち最も水深が浅い点を1点挿入する機能である（図 14）。本機能は、公開 DB へ引き渡す間引きナビゲーションファイル作成に利用する。

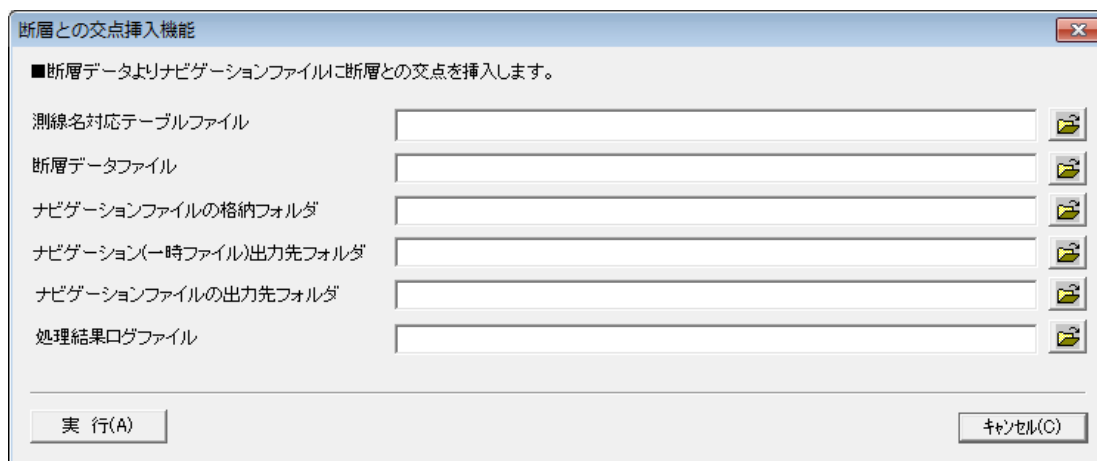


図 14 ナビゲーションへの断層との交点挿入機能

#### ー断層データの測線毎分割出力機能ー

DSG より出力した断層データについて、公開 DB へ引き渡す形式に変換・出力する機能である（図 15）。

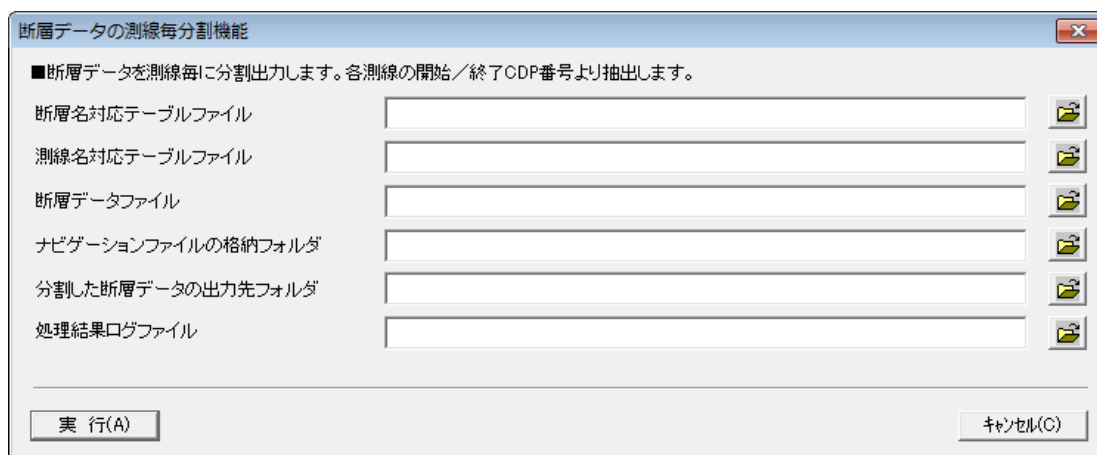


図 15 断層データの測線毎分割出力機能



－Horizon データの測線毎分割出力機能－

DSG より出力した水深／A-Horizon／B-Horizon データについて、公開 DB へ引き渡す形式に変換・出力する機能である（図 16）。

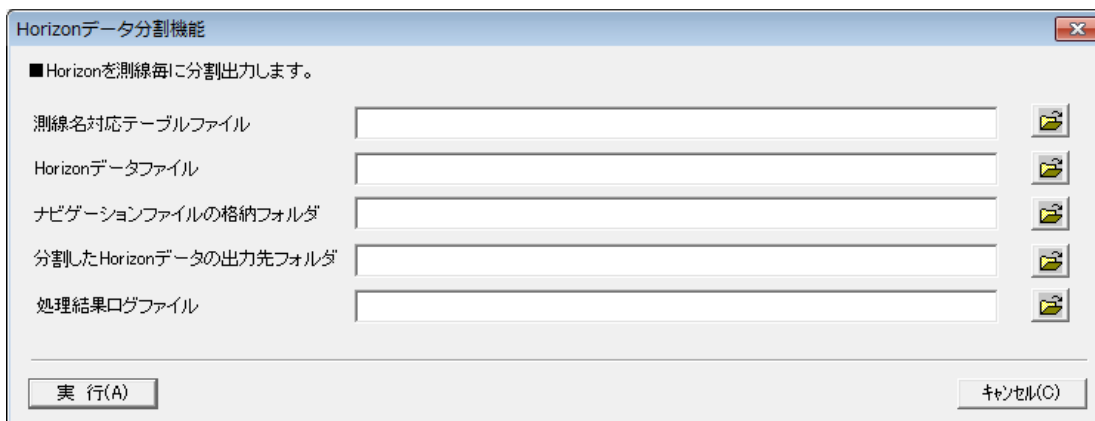


図 16 Horizon データの測線毎分割出力機能

－Horizon と間引きナビゲーションの整合性チェック機能－

Horizon よりナビゲーションを作成する際、Horizon を地形と合わせるために補正をかけているケースに対応するための整合性チェック機能である（図 17）。本機能では、Horizon と間引きナビゲーションについて、CDP 番号でマッチングを行い、双方の座標が合致しない場合は最も誤差が少ない座標点に間引きナビゲーション側の座標の入替を行う。

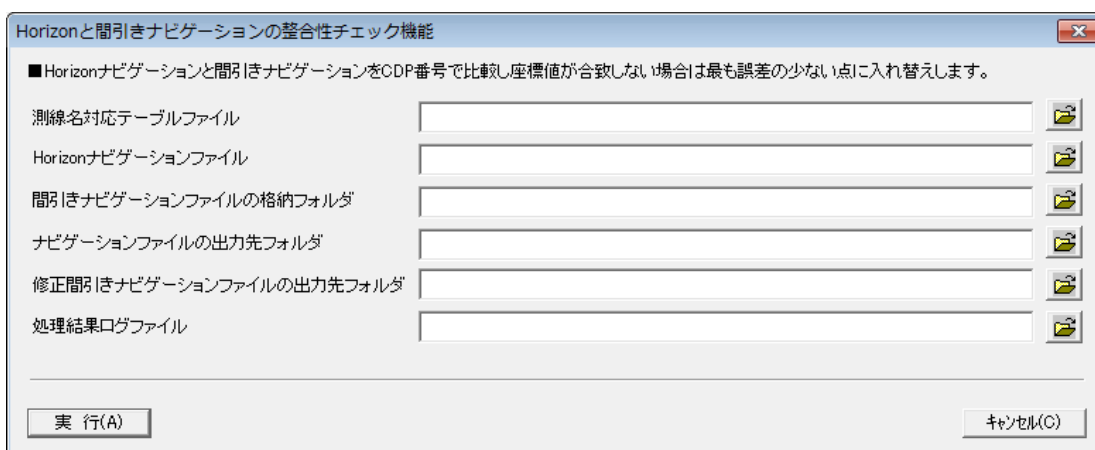


図 17 Horizon と間引きナビゲーションの整合性チェック機能

－Horizon の規定外測線のデータ抽出機能－

DSG で管理されている Horizon について、DSG 上でのファイル名の制約等で本来の測線名になっていないものや、公開 DB で規定の命名規則になっていない測線を抽出し、それらを正規名に変更したものを Horizon ファイルとして保存する（図 18）。

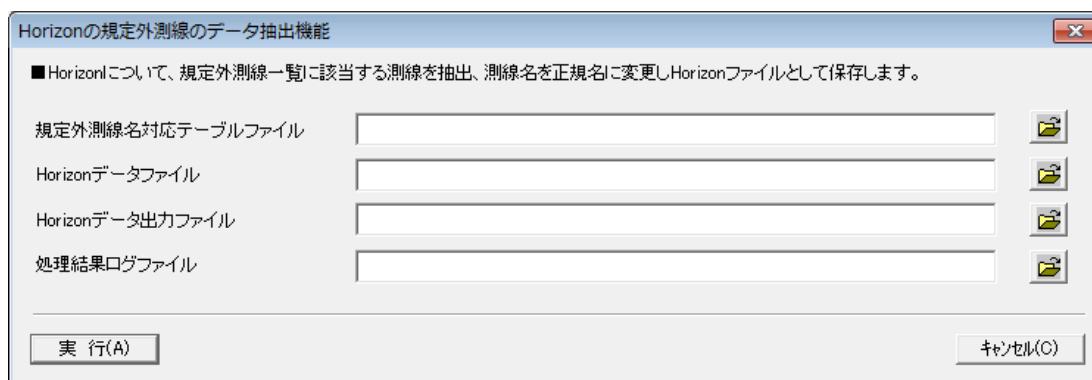


図 18 Horizon の規定外測線のデータ抽出機能

－断層データの規定外測線のデータ抽出機能－

DSG から出力した断層データについて、データ内の公開 DB で規定の命名規則になっていない測線を抽出し、それを正規名に変更したものを断層データファイルとして保存する（図 19）。

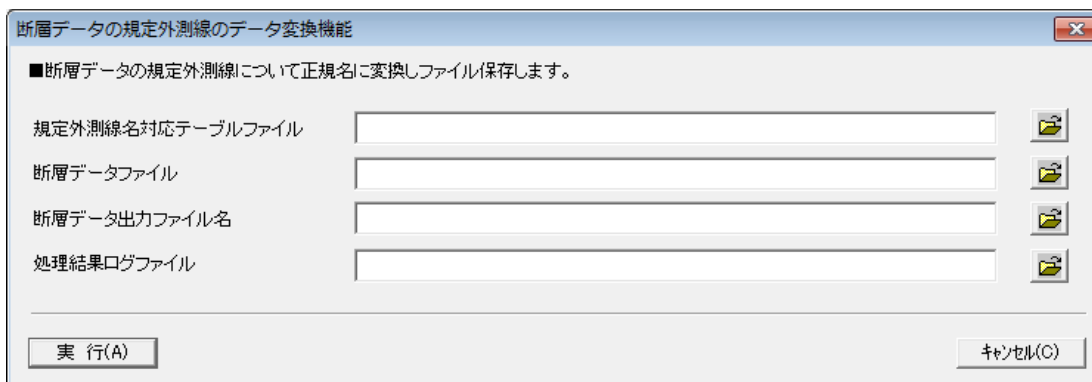


図 19 断層データの規定外測線のデータ抽出機能

### iii) 解釈支援ツールの機能統合とデータ登録

解釈結果（断層情報）について、これまで別システム（解釈支援ツール）で管理を行ってきたが、その更新情報を公開 DB へ円滑に反映させるには e-GeoDB で一元管理するのが望ましいため、e-GeoDB への解釈支援ツールの解釈結果登録機能と検索閲覧機能の統合を行った（図 20）。

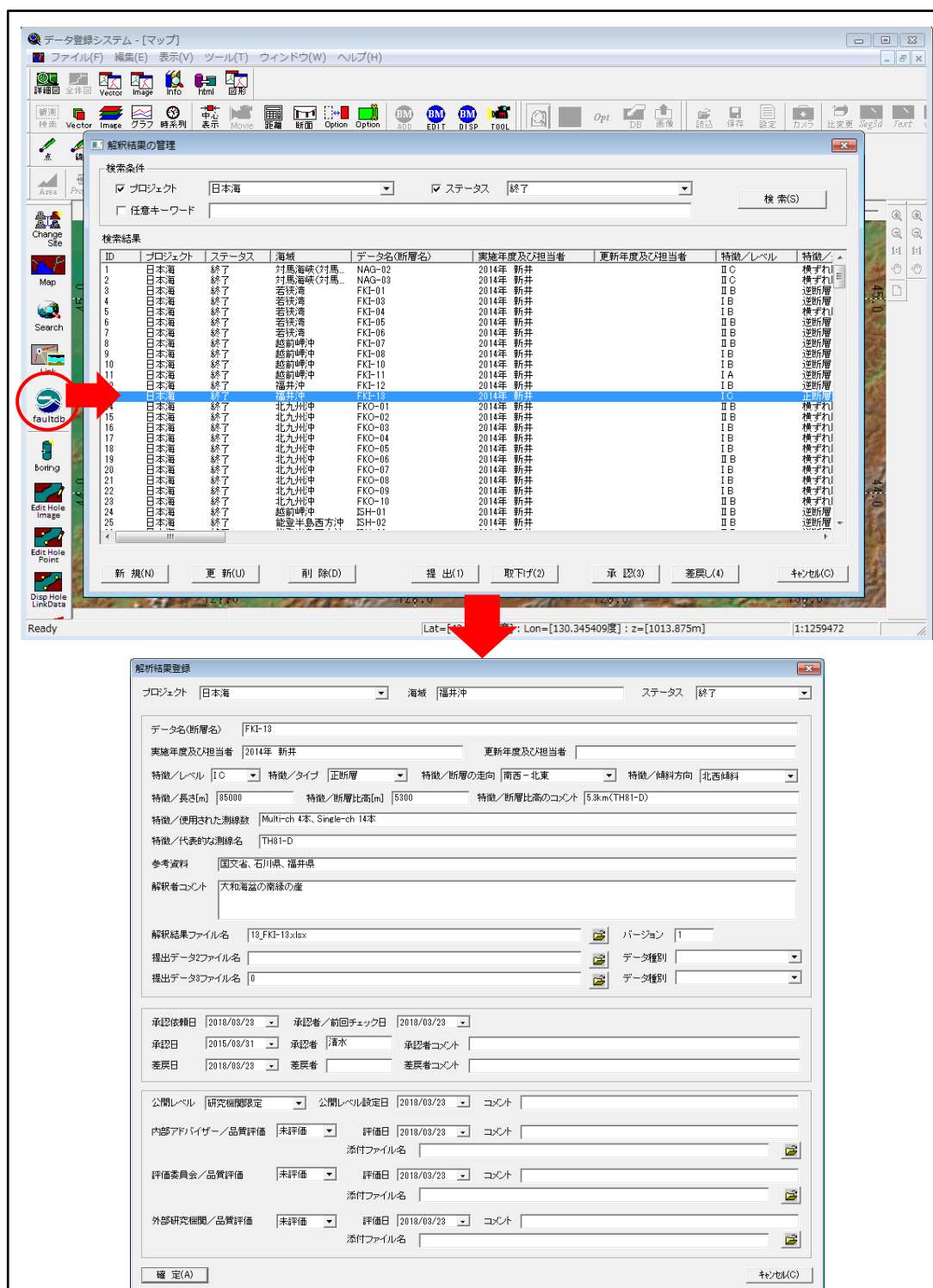


図 20 解釈結果管理機能の追加

また、解釈支援ツールへ登録済の既存データ（日本海海域、南西諸島海域南部）について e-GeoDB へデータ移行を行い、平成 28 年度に解釈作業が完了している南西諸島海域北部については、e-GeoDB の解釈結果管理機能を用いて、データ登録を行った。

以下、表 25 に e-GeoDB へ移行を行った解釈結果／断層データ（一部抜粋）を、表 26 に平成 29 年度に追加登録を行った解釈結果／断層データ（一部抜粋）を示す。

表 25 解釈支援ツールより移行した既往断層情報（一部抜粋）

| approval_id | No  | サブプロジェクト名 | 海域                 | 断層名     | 断層シート名           |
|-------------|-----|-----------|--------------------|---------|------------------|
| 1           | 1   | 日本海西部     | 対馬海峡(対馬南方)         | NAG-02  | 1_NAG-02.xlsx    |
| 2           | 2   | 日本海西部     | 対馬海峡(対馬北方)         | NAG-03  | 2_NAG-03.xlsx    |
| 3           | 3   | 日本海西部     | 若狭湾                | FKI-01  | 3_FKI-01.xlsx    |
| 4           | 4   | 日本海西部     | 若狭湾                | FKI-03  | 4_FKI-03.xlsx    |
| 5           | 5   | 日本海西部     | 若狭湾                | FKI-04  | 5_FKI-04.xlsx    |
| 6           | 6   | 日本海西部     | 若狭湾                | FKI-05  | 6_FKI-05.xlsx    |
| 7           | 7   | 日本海西部     | 若狭湾                | FKI-06  | 7_FKI-06.xlsx    |
| 8           | 8   | 日本海西部     | 越前岬沖               | FKI-07  | 8_FKI-07.xlsx    |
| 9           | 9   | 日本海西部     | 越前岬沖               | FKI-08  | 9_FKI-08.xlsx    |
| 10          | 10  | 日本海西部     | 越前岬沖               | FKI-10  | 10_FKI-10.xlsx   |
| 11          | 11  | 日本海西部     | 越前岬沖               | FKI-11  | 11_FKI-11.xlsx   |
| . . . . .   |     |           |                    |         |                  |
| 400         | 400 | 南西諸島南部    | 与那国-西表北方海域(南部トラフ側) | OKN-011 | 400 OKN-011.xlsx |
| 401         | 401 | 南西諸島南部    | 与那国-西表北方海域(南部トラフ側) | OKN-016 | 401 OKN-016.xlsx |
| 402         | 402 | 南西諸島南部    | 与那国-西表北方海域(南部トラフ側) | OKN-017 | 402 OKN-017.xlsx |
| 403         | 403 | 南西諸島南部    | 与那国-西表北方海域(南部トラフ側) | OKN-019 | 403 OKN-019.xlsx |
| 404         | 404 | 南西諸島南部    | 与那国-西表北方海域(南部トラフ側) | OKN-022 | 404 OKN-022.xlsx |
| 405         | 405 | 南西諸島南部    | 与那国-西表北方海域(南部トラフ側) | OKN-020 | 405 OKN-020.xlsx |
| 406         | 406 | 南西諸島南部    | 与那国-西表北方海域(南部トラフ側) | OKN-018 | 406 OKN-018.xlsx |
| 407         | 407 | 南西諸島南部    | 与那国-西表北方海域(南部トラフ側) | OKN-012 | 407 OKN-012.xlsx |
| 408         | 408 | 南西諸島南部    | 与那国-西表北方海域(南部トラフ側) | OKN-002 | 408 OKN-002.xlsx |
| 409         | 409 | 南西諸島南部    | 与那国-西表北方海域(南部トラフ側) | OKN-021 | 409 OKN-021.xlsx |
| 410         | 410 | 南西諸島南部    | 久米島西方海域(南部トラフ側)    | OKN-050 | 410 OKN-050.xlsx |

表 26 平成 29 年度 e-GeoDB へ登録した断層情報（一部抜粋）

| approval_id | No  | サブプロジェクト名 | 海域       | 断層名     | 断層シート名           |
|-------------|-----|-----------|----------|---------|------------------|
| 411         | 411 | 南西諸島北部    | 鹿児島県薩南諸島 | KGS-200 | 411 KGS-200.xlsx |
| 412         | 412 | 南西諸島北部    | 鹿児島県薩南諸島 | KGS-207 | 412 KGS-207.xlsx |
| 413         | 413 | 南西諸島北部    | 鹿児島県薩南諸島 | KGS-203 | 413 KGS-203.xlsx |
| 414         | 414 | 南西諸島北部    | 鹿児島県薩南諸島 | KGS-202 | 414 KGS-202.xlsx |
| 415         | 415 | 南西諸島北部    | 鹿児島県薩南諸島 | KGS-211 | 415 KGS-211.xlsx |
| 416         | 416 | 南西諸島北部    | 鹿児島県薩南諸島 | KGS-185 | 416 KGS-185.xlsx |
| 417         | 417 | 南西諸島北部    | 鹿児島県薩南諸島 | KGS-184 | 417 KGS-184.xlsx |
| 418         | 418 | 南西諸島北部    | 鹿児島県薩南諸島 | KGS-192 | 418 KGS-192.xlsx |
| 419         | 419 | 南西諸島北部    | 鹿児島県薩南諸島 | KGS-191 | 419 KGS-191.xlsx |
| 420         | 420 | 南西諸島北部    | 鹿児島県薩南諸島 | KGS-189 | 420 KGS-189.xlsx |
| 421         | 421 | 南西諸島北部    | 鹿児島県薩南諸島 | KGS-166 | 421 KGS-166.xlsx |
| . . . . .   |     |           |          |         |                  |
| 695         | 695 | 南西諸島北部    | 沖縄トラフ北部  | KGS-181 | 695 KGS-181.xlsx |
| 696         | 696 | 南西諸島北部    | 沖縄トラフ北部  | KGS-194 | 696 KGS-194.xlsx |
| 697         | 697 | 南西諸島北部    | 沖縄トラフ北部  | KGS-186 | 697 KGS-186.xlsx |
| 698         | 698 | 南西諸島北部    | 沖縄トラフ北部  | KGS-208 | 698 KGS-208.xlsx |
| 699         | 699 | 南西諸島北部    | 沖縄トラフ北部  | KGS-201 | 699 KGS-201.xlsx |
| 700         | 700 | 南西諸島北部    | 沖縄トラフ北部  | KGS-210 | 700 KGS-210.xlsx |
| 701         | 701 | 南西諸島北部    | 沖縄トラフ北部  | KGS-179 | 701 KGS-179.xlsx |
| 702         | 702 | 南西諸島北部    | 沖縄トラフ北部  | KGS-183 | 702 KGS-183.xlsx |
| 703         | 703 | 南西諸島北部    | 沖縄トラフ北部  | KGS-213 | 703 KGS-213.xlsx |
| 704         | 704 | 南西諸島北部    | 沖縄トラフ北部  | KGS-227 | 704 KGS-227.xlsx |
| 705         | 705 | 南西諸島北部    | 沖縄トラフ北部  | KGS-228 | 705 KGS-228.xlsx |

#### d) 公開DBの構築

平成 28 年度に、対象者を限定する実用的な運用を目指すべく、公開 DB のプロトタイプを作成した。

平成 29 年度は、実際に試験運用を実施するため、対象者を地震本部に指定し、公開 DB プロトタイプを運用版へとアップグレードした。

以下に、現在の公開 DB において閲覧可能な情報、データ、図面、それらの表示方法等について述べる。

#### i) 公開DBへのログイン方法

公開 DB は、JAMSTEC イン트라ネット内のファイアウォールで保護された非武装地帯（DMZ：Demilitarized Zone）に置かれ、外部からのデータベースへのアクセス・データベース閲覧はインターネット経由で可能となっている（図 21）。ただし、予め審査に通り登録された Email アドレスとパスワードによる認証が求められる。新規ログインの場合は、さらに認証コード入力も必要となる（図 22）。なお、データベース閲覧のための Web ブラウザは“Google Chrome”と“Mozilla Firefox”に限られる。

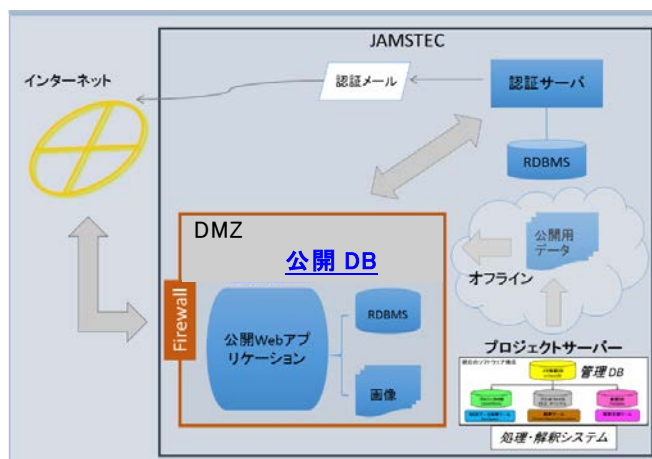


図 21 公開 DB 構成

図 22 公開 DB へのログイン画面

## ii) 公開DBプロトタイプから試験運用版への展開

以下のアップデートを図った。ログイン後、オープンソースの JavaScript ライブラリ“Cesium”が起動され、データベース閲覧は Cesium を介して行うことができる。なお、現在の公開 DB は日本海に関するデータベース（収集データ、断層解釈結果、断層カタログ等）を基に構築されている。

### ①「海域断層」（断層リストと検索機能）

Cesium が立ち上がるとまず、トップメニューバー「海域断層」（赤枠）内の登録データが表示される。データ表示項目（青枠）は海域、各断層の登録名・レベル・タイプ・走向・傾斜・長さ・比高からなる（図 23）。ここで、断層のレベルとは、表 27 に示すように、断層が海底地形に変位を与えているかどうか、および断層の延び（下端）の場所によって分類されている。

| 海域断層                                                                                                                                                        |                |        |      |     |         |        |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|------|-----|---------|--------|-------|
| <a href="#">&gt; 断層地図</a> <a href="#">&gt; 3D断層構造</a> <a href="#">&gt; 速度構造</a> <a href="#">&gt; 断層モデル</a> <a href="#">&gt; 測線</a> <a href="#">&gt; その他</a> |                |        |      |     |         |        |       |
| 海域                                                                                                                                                          | 断層名            | レベル    | タイプ  | 走向  | 傾斜      | 長さ(km) | 比高(m) |
| <input checked="" type="checkbox"/> All                                                                                                                     | 秋田西方海域         | AKI-01 | I C  | 逆断層 | 南南西-北北東 | 50.0   | 7.4   |
| <input checked="" type="checkbox"/> 北海道西部海域（利尻島沖）                                                                                                           | 秋田西方海域         | AKI-02 | II C | 逆断層 | 南西-北東   | 15.0   | 1.8   |
| <input checked="" type="checkbox"/> 北海道西部海域（天北沖）                                                                                                            | 秋田西方海域         | AKI-03 | I C  | 逆断層 | 南西-北東   | 17.0   | 3.3   |
| <input checked="" type="checkbox"/> 北海道西部海域（奥尻島～積丹半島沖海域）                                                                                                    | 秋田西方海域         | AKI-04 | I C  | 逆断層 | 南-北     | 17.0   | 4.1   |
| <input checked="" type="checkbox"/> 北海道西部海域（奥尻島～積丹半島沖海域）                                                                                                    | 秋田西方海域         | AKI-05 | I C  | 逆断層 | 南-北     | 39.0   | 5.0   |
| <input checked="" type="checkbox"/> 北海道西部海域（奥尻島北方海域）                                                                                                        | 秋田西方海域         | AKI-06 | II C | 逆断層 | 南西-北東   | 18.0   | 2.8   |
| <input checked="" type="checkbox"/> 北海道西部海域（奥尻島南辺海域）                                                                                                        | 秋田西方海域         | AKI-07 | I C  | 逆断層 | 南南西-北北東 | 33.0   | 4.1   |
| <input checked="" type="checkbox"/> 北海道西部海域（石狩湾西方海域）                                                                                                        | 秋田西方海域（奥尻半島北沖） | AKI-08 | II C | 逆断層 | 南南西-北北東 | 32.0   | 4.3   |
| <input checked="" type="checkbox"/> 北海道西部海域（礼文島沖）                                                                                                           | 秋田西方海域         | AKI-09 | II C | 逆断層 | 南-北     | 29.0   | 5.8   |
| <input checked="" type="checkbox"/> 北海道西部海域（積丹半島～天北沖）                                                                                                       | 秋田西方海域         | AKI-10 | II C | 逆断層 | 南-北     | 27.0   | 5.4   |
| <input checked="" type="checkbox"/> 北海道西部海域（積丹半島北東沖）                                                                                                        | 秋田西方海域         | AKI-11 | II C | 逆断層 | 南-北     | 40.0   | 4.5   |
| <input checked="" type="checkbox"/> 北海道西部海域（積丹半島沖海域）                                                                                                        | 秋田西方海域         | AKI-12 | II C | 逆断層 | 南-北     | 33.0   | 3.6   |
| <input checked="" type="checkbox"/> 北海道西部海域（積丹半島沖）                                                                                                          | 秋田西方海域         | AKI-13 | I C  | 逆断層 | 南南西-北北東 | 15.0   | 3.1   |
| <input checked="" type="checkbox"/> 青森西方海域                                                                                                                  | 秋田西方海域         | AKI-14 | I C  | 逆断層 | 南南西-北北東 | 26.0   | 3.4   |
| <input checked="" type="checkbox"/> 秋田西方海域                                                                                                                  | 秋田西方海域         | AKI-15 | I C  | 逆断層 | 南南西-北北東 | 62.0   | 7.4   |

図 23 公開 DB「海域断層」内の登録断層情報

表 27 断層のレベル分け

|          | 複数測線で確認 | 1測線でのみ確認<br>(未登録) |
|----------|---------|-------------------|
| 海底地形変位あり | I       | I”                |
| 海底地形変位なし | II      |                   |

断層の延び

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まで）

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まで）

ランク C : Upper Crust（上部地殻中）まで

ランク D : Lower Crust（下部地殻中）まで

また、断層の“比高”とあるが、これは解釈・深度変換後の断層の下端の深度から上端の深度を引いた値である。

断層については、海域・レベル・タイプ・走向・傾斜を選択し検索できるようになっている。また、緯度・経度を指定し、検索することも可能である（図 24）。

| 海域断層              | > 断層地図 | > 3D断層構造 | > 速度構造 | > 断層モデル | > 測線 | > その他    |
|-------------------|--------|----------|--------|---------|------|----------|
| 青森西方海域            | AQM-14 | I C      | 逆断層    | 南-北     | 東傾斜  | 28.0 3.3 |
| 青森西方海域            | AQM-15 | I C      | 逆断層    | 南-北     | 東傾斜  | 5.0 2.3  |
| 青森西方海域            | AQM-17 | I C      | 逆断層    | 南-北     | 東傾斜  | 12.0 4.8 |
| 若狭湾               | FKI-05 | II B     | 逆断層    | 南-北     | 東傾斜  | 3.0 0.1  |
| 若狭湾               | FKI-06 | II B     | 逆断層    | 南-北     | 東傾斜  | 4.0 0.2  |
| 越前岬沖              | FKI-07 | II B     | 逆断層    | 南-北     | 東傾斜  | 17.0 1.0 |
| 越前岬沖              | FKI-11 | I A      | 逆断層    | 南-北     | 東傾斜  | 9.0 0.1  |
| 北海道西部海域 (奥尻島周辺海域) | HKD-02 | I C      | 逆断層    | 南-北     | 東傾斜  | 35.0 3.5 |
| 北海道西部海域 (奥尻島周辺海域) | HKD-03 | I C      | 逆断層    | 南-北     | 東傾斜  | 35.0 4.0 |
| 北海道西部海域 (奥尻島周辺海域) | HKD-08 | I C      | 逆断層    | 南-北     | 東傾斜  | 29.0 2.1 |
| 北海道西部海域 (奥尻島周辺海域) | HKD-10 | I C      | 逆断層    | 南-北     | 東傾斜  | 28.0 2.7 |
| 北海道西部海域 (積丹半島沖海域) | HKD-19 | I C      | 逆断層    | 南-北     | 東傾斜  | 25.0 2.7 |
| 北海道西部海域 (積丹半島沖海域) | HKD-20 | I C      | 逆断層    | 南-北     | 東傾斜  | 40.0 5.0 |
| 北海道西部海域 (石狩湾西方海域) | HKD-21 | I C      | 逆断層    | 南-北     | 東傾斜  | 75.0 7.2 |
| 北海道西部海域 (積丹半島沖)   | HKD-25 | II C     | 逆断層    | 南-北     | 東傾斜  | 12.0 2.6 |
| 北海道西部海域 (積丹半島沖)   | HKD-26 | II C     | 逆断層    | 南-北     | 東傾斜  | 19.0 1.7 |
| 北海道西部海域 (積丹半島北東沖) | HKD-29 | I C      | 逆断層    | 南-北     | 東傾斜  | 12.0 3.2 |
| 北海道西部海域 (天北沖)     | HKD-44 | II C     | 逆断層    | 南-北     | 東傾斜  | 29.0 3.4 |
| 北海道西部海域 (礼文島沖)    | HKD-47 | I C      | 逆断層    | 南-北     | 東傾斜  | 49.0 5.9 |
| 北海道西部海域 (天北沿岸域)   | HKD-48 | II C     | 逆断層    | 南-北     | 東傾斜  | 53.0 4.5 |
| 北海道西部海域 (礼文島沖)    | HKD-49 | II C     | 逆断層    | 南-北     | 東傾斜  | 9.0 5.5  |
| 新潟沖海域             | NGT-03 | I B      | 逆断層    | 南-北     | 東傾斜  | 6.0 1.2  |
| 新潟沖海域             | NGT-05 |          |        |         |      |          |
| 新潟沖海域             | NGT-10 |          |        |         |      |          |
| 新潟沖海域             | NGT-11 |          |        |         |      |          |
| 新潟沖海域             | NGT-29 |          |        |         |      |          |

海域: All、レベル: All  
 タイプ: 逆断層、走向: 南-北、傾斜: 東傾斜  
 (黒枠)で検索をかけている例

図 24 公開 DB「海域断層」断層検索の例

## ②「断層地図」

「断層地図」では、小縮尺から大縮尺へ拡大していくとマップ上に 1)表示なし（図 25(a)）、2)断層分布（赤線、図 25(b)）、3)MCS 探査測線（水色線、図 25(c)）、4)SCS 探査測線（マゼンタ線、図 25(d)）、5)断層名（図 25(e)）、6)断層 3D 表示（図 25(f)）、と順に登録データが見えてくる。

また、マップ上には、マグニチュードごとに色分け表示で震央位置（気象庁 2011 年 3 月～2014 年 3 月：M3～M7 以上、図 26(a)）、海岸線入り赤色立体地形図（図 26(b)）、および国土交通省（2014）の「日本海における大規模地震に関する調査検討会」断層（黄線、図 26(c)）をオーバーレイすることができる。

さらに、断層（赤線）をマウスでクリックすることにより、その断層の情報（断層名、レベル、タイプ、走向・傾斜等）および断層を通る反射記録断面のリスト（図 27 水色枠）を得ることができる。



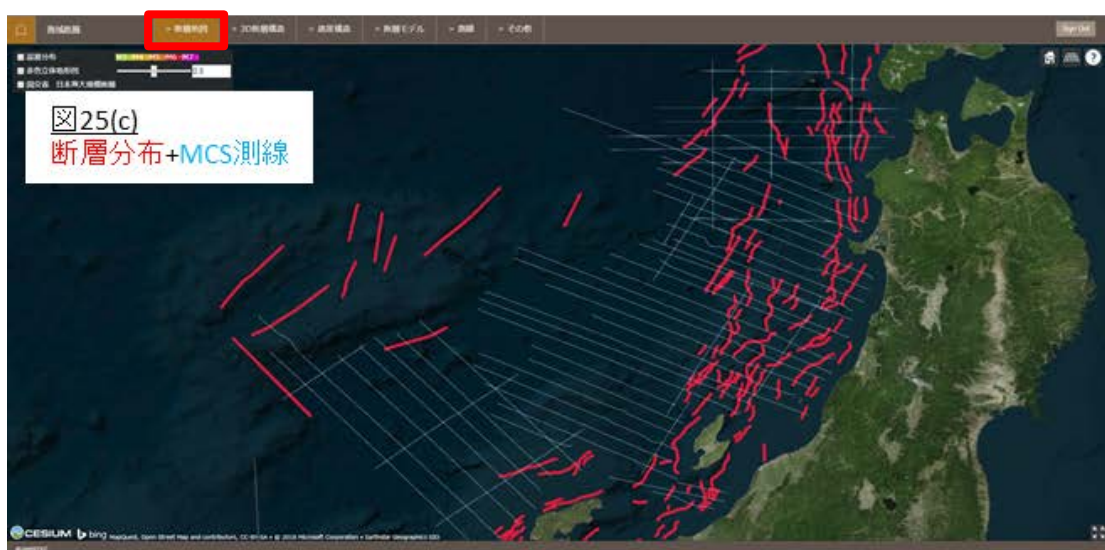
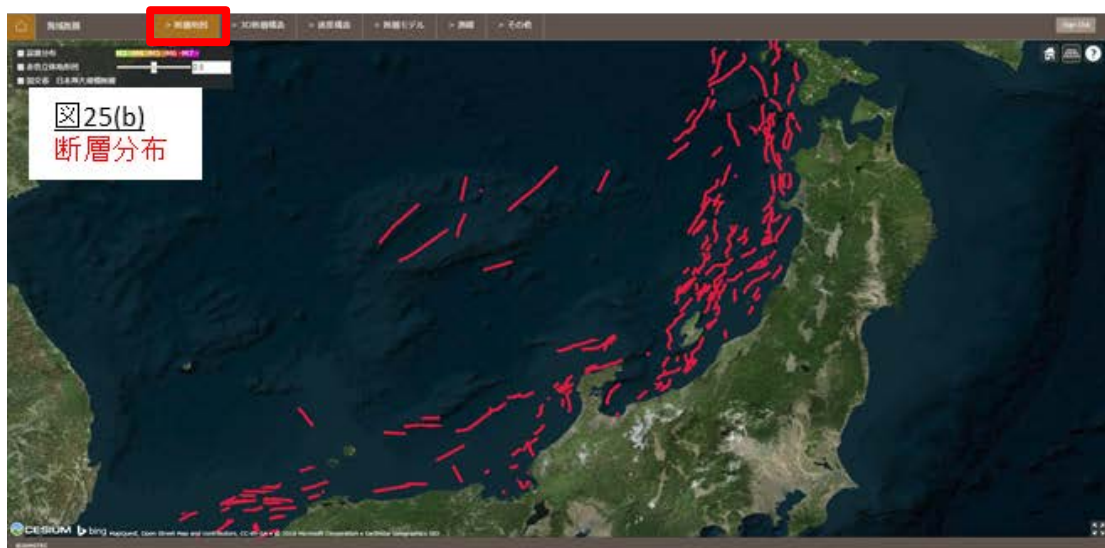
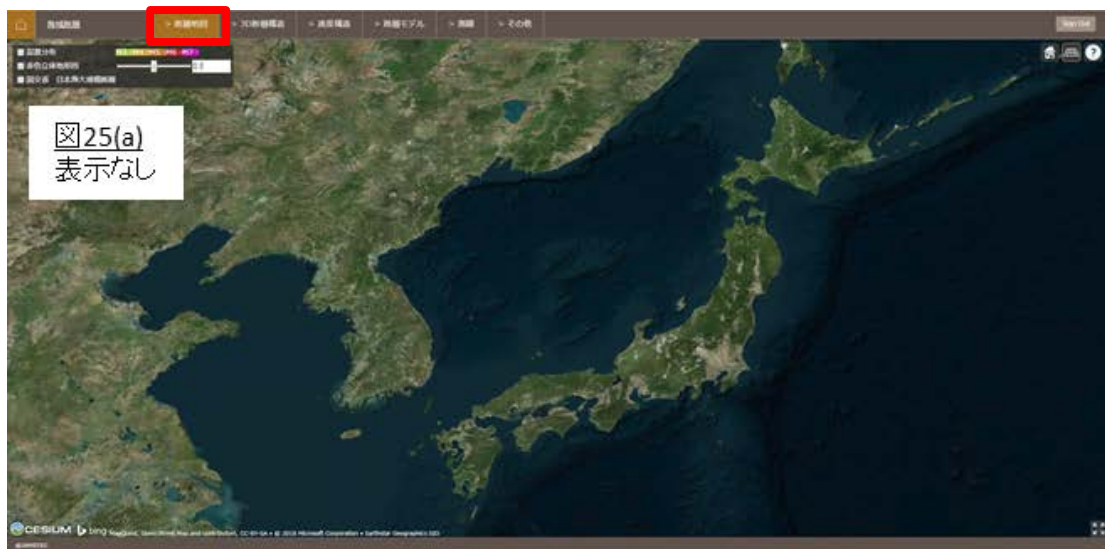


図 25 (a)～(c) 公開 DB「断層地図」表示例

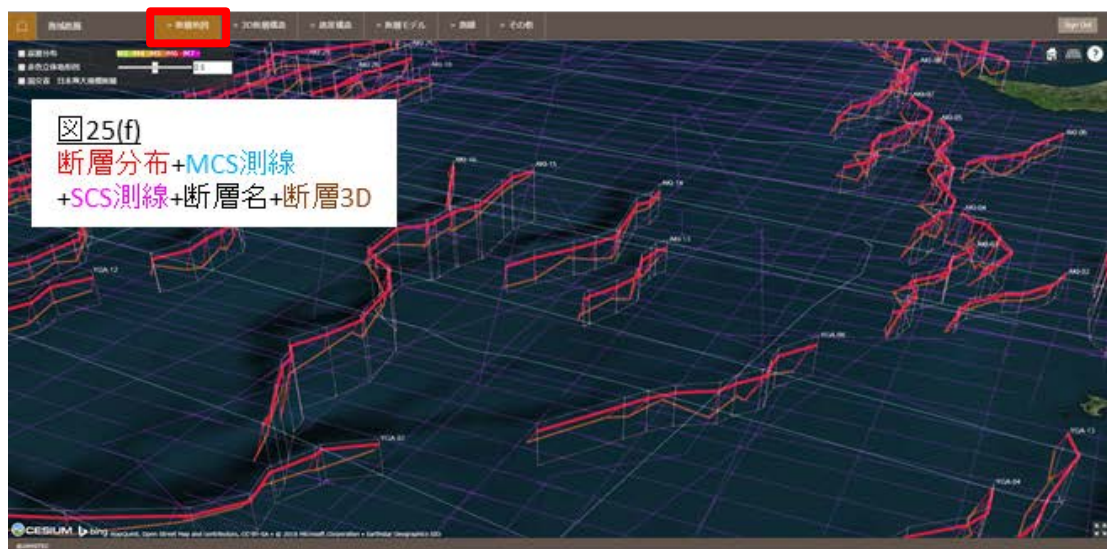
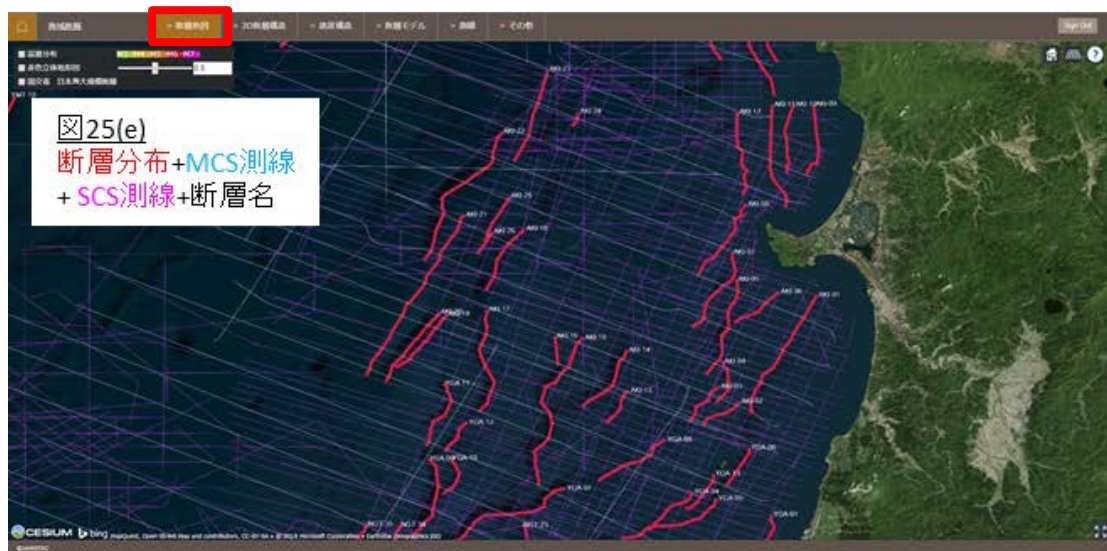
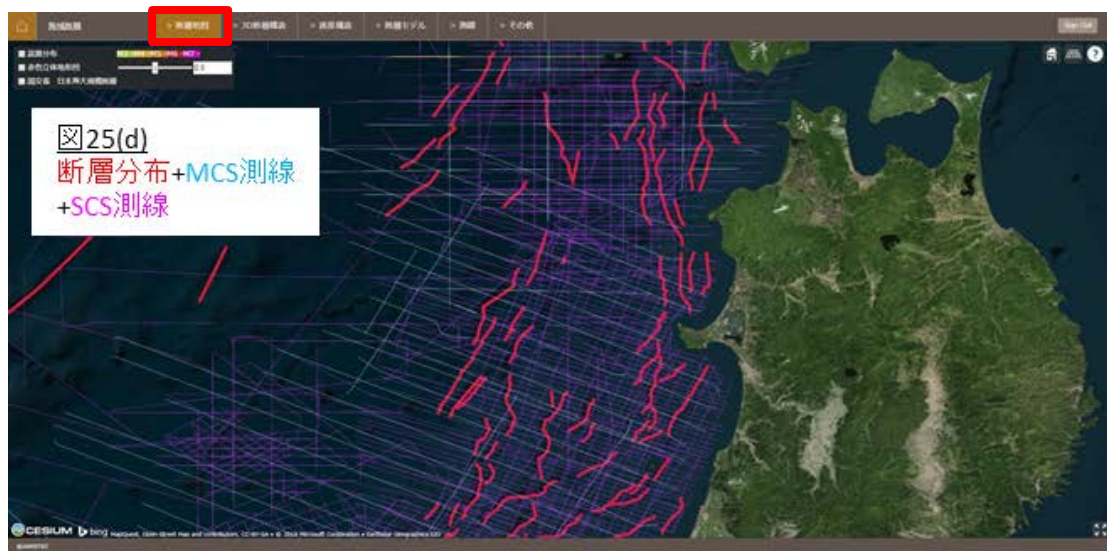


図 25 (d)～(f) 公開 DB「断層地図」表示例



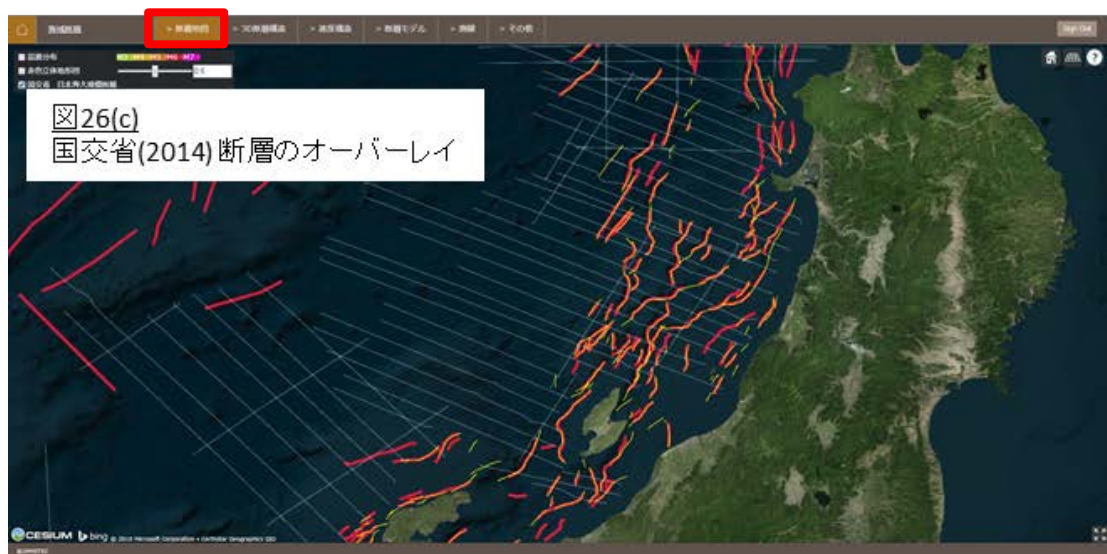
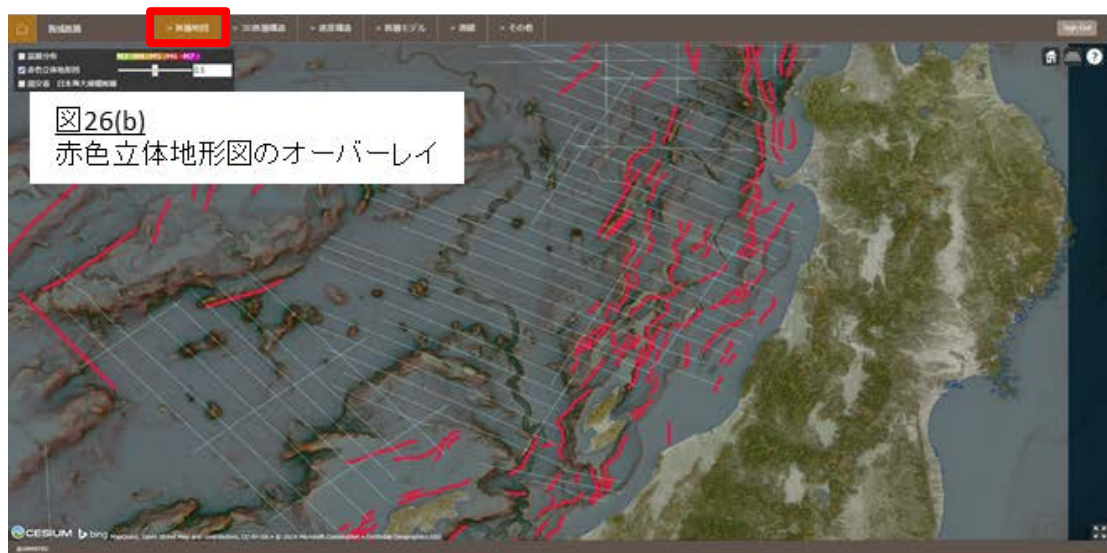
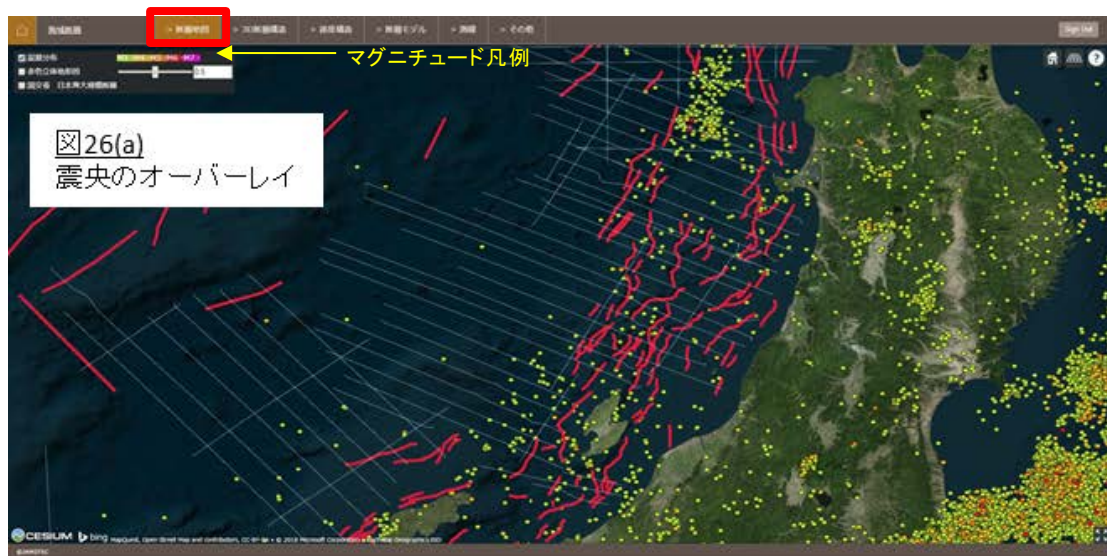


図 26 (a)～(c) 公開 DB「断層地図」表示例

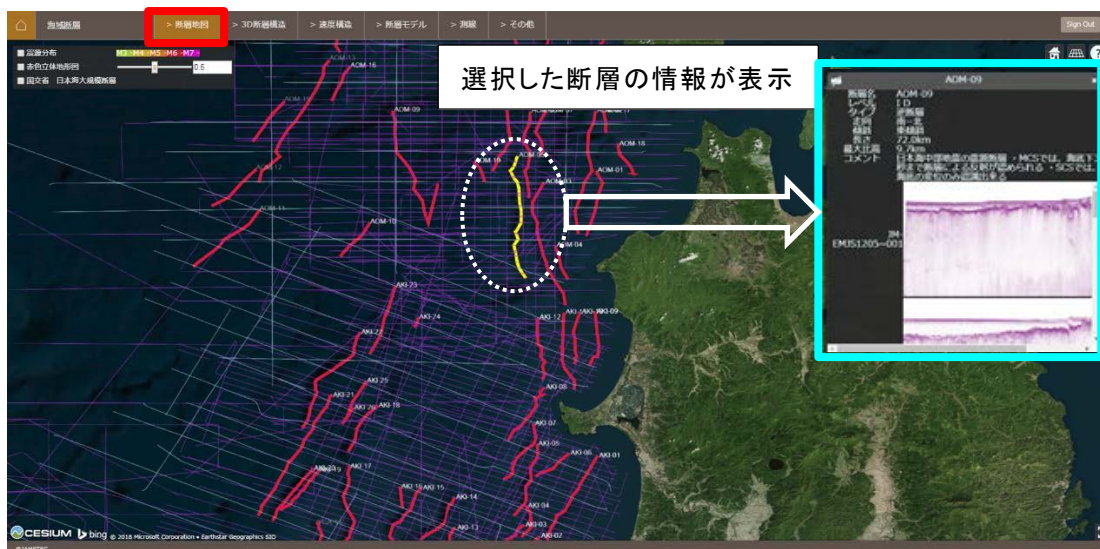


図 27 公開 DB「断層地図」断層情報の表示例

### ③ 反射記録断面図の表示

反射記録断面は「断層地図」上で直接、閲覧したい測線をマウスでクリック選択し（図 28）、右上に出現する小画面（図 28 水色枠）内の断面図をクリックすると、別シートに選択した反射記録断面が表示される（図 29）。また、図 27 水色枠の断層情報画面内の反射記録断面リストから選択し表示することも可能である。

なお、反射記録断面（縦軸）は“Time”ではなく“Depth”表示となっており、また縦横比は 5 : 1 固定である。

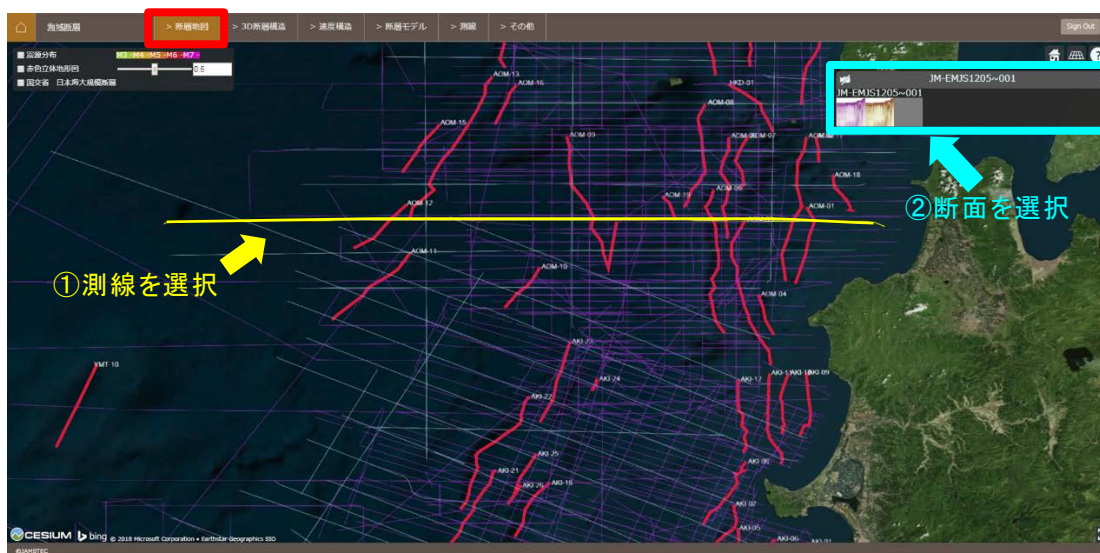


図 28 公開 DB「断層地図」上での測線および反射記録断面図の選択





図 29 公開 DB 反射記録断面図の表示例

表示された反射記録断面（図 29）の画面左上には、測線名（黒枠）、反射波カラー選択ボタン（赤枠）、解釈ホライズン・断層線の表示（断面へのオーバーレイ）On/Off チェックボックス（黄枠）およびナビウィンドウ（青枠）がある。また、画面中央最下部にはズーム In/Out 用のスライダー（マゼンタ枠）があり、ズーム In/Out するとその縮尺に応じ、画面右上の距離・深度スケールバーも縦横比 5 : 1 固定で連動する。さらに、断面内の任意の地点でマウスをクリックすると、その地点の緯度・経度・深度が画面右下（茶枠）に表示される。

ここで、図 30 に、図 29 の黒点線枠部分を拡大し、反射波カラーとして“Yellow-Black”を選択し、さらに解釈ホライズン・断層線オーバーレイを off（チェックをはずす）にした時の反射記録断面を例示する。

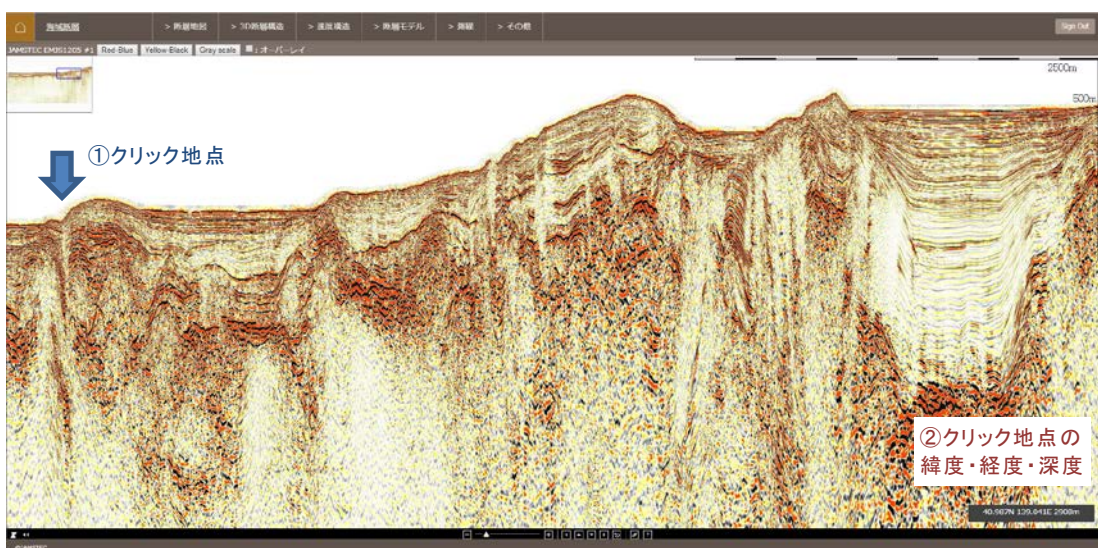


図 30 公開 DB 反射記録断面図の表示例（図 29 黒点線枠拡大図）

なお、断面内でクリックされた任意の地点については、「断層地図」と連動し、同マップ上でその地点が選択測線上へ表示される（図 31）。

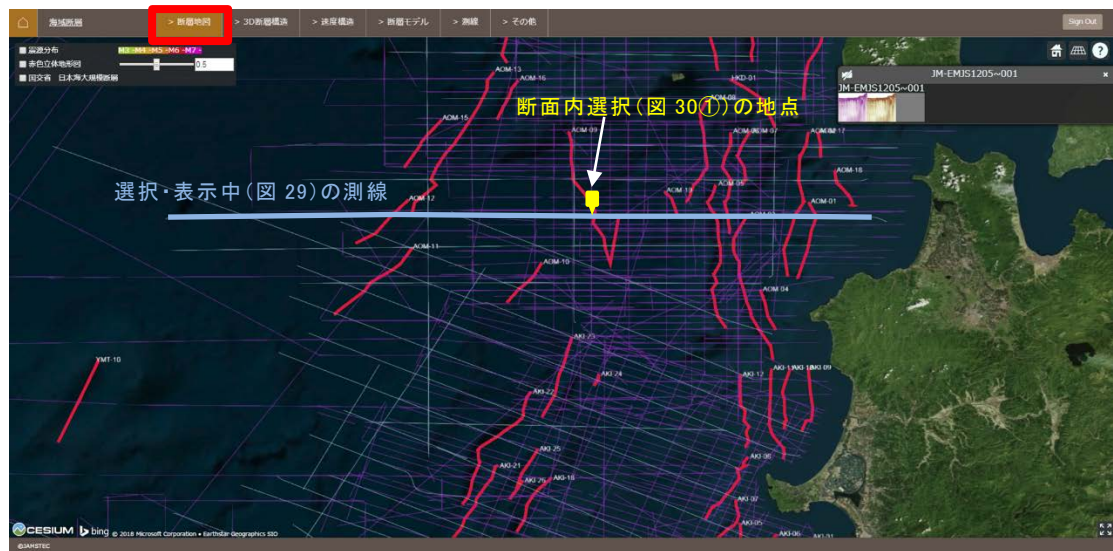


図 31 公開 DB「断層地図」と反射記録断面図との連動（断面内選択地点の表示）

#### ④「3D断層構造」

ここでは、「断層地図」上で選択した断層、その断層を通る反射記録断面および周辺域の震源位置を、三次元的に動画で表示することができる。ただし、現在はまだ、ある断層 1 条についてデモ用の動画（図 32）のみで今後の拡張予定である。

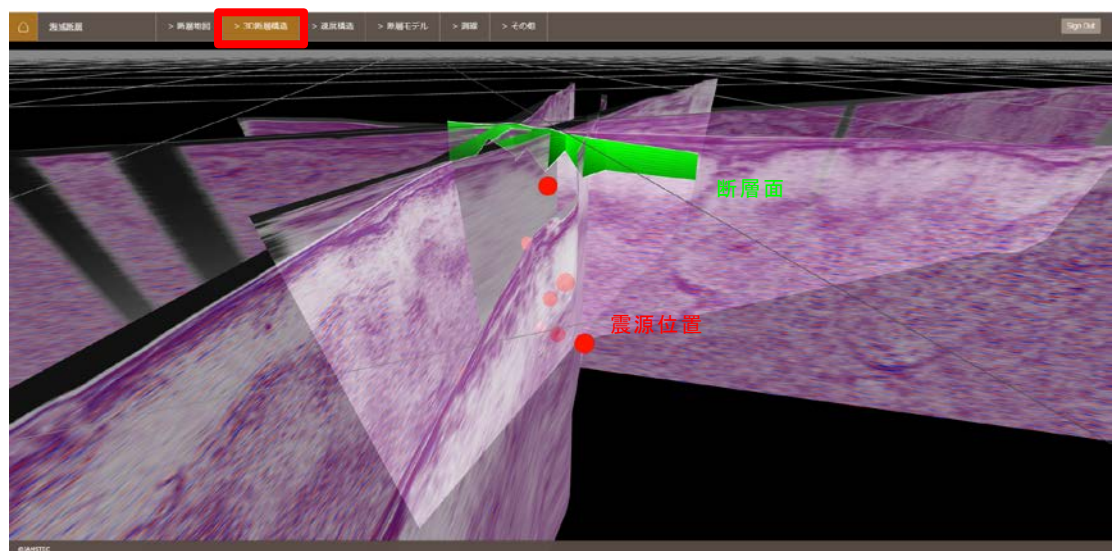


図 32 公開 DB「3D断層構造」表示例（デモ用動画のキャプチャー）

#### ⑤「速度構造」

ここでは、サブテーマ 2 で構築した三次元速度構造モデルより、50 km メッシュで二次元断面（縦横比 5 : 1）として速度構造モデルを表示できる（図 33）。現



在、同モデルを三次元ボリュームで表示し、かつ任意の方向の二次元断面を作成・表示できるようにその方法を検討中である。

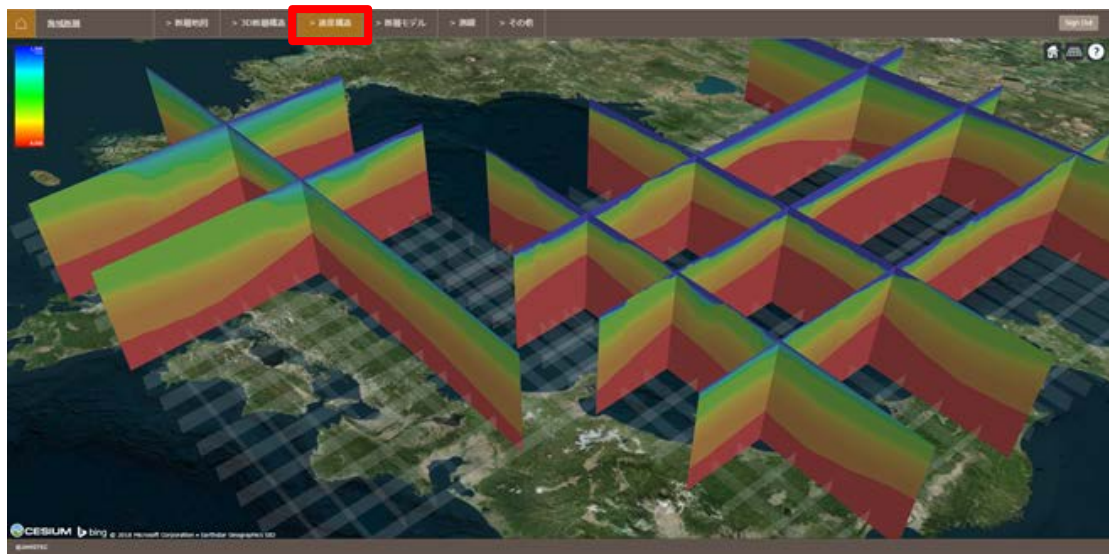


図 33 公開 DB「速度構造」表示例

#### ⑥「断層モデル」

ここでは、サブテーマ 3 で構築した日本海域の矩形断層モデル（本プロジェクト平成 27 年度成果報告書 3.3 章の図 16(a)～(e)参照）が表示されている（図 34）。また、サブテーマ 3 では図 34 の“基本モデル（断層傾斜角一定）”に加え、縦ずれ断層について浅部と深部で傾斜角が変化する断層モデルを構築し、地震動・津波シミュレーションを行っており、ここではこの“断層傾斜角変化モデル”についても on/off チェック方式にて表示できるようになっている（図 35）。

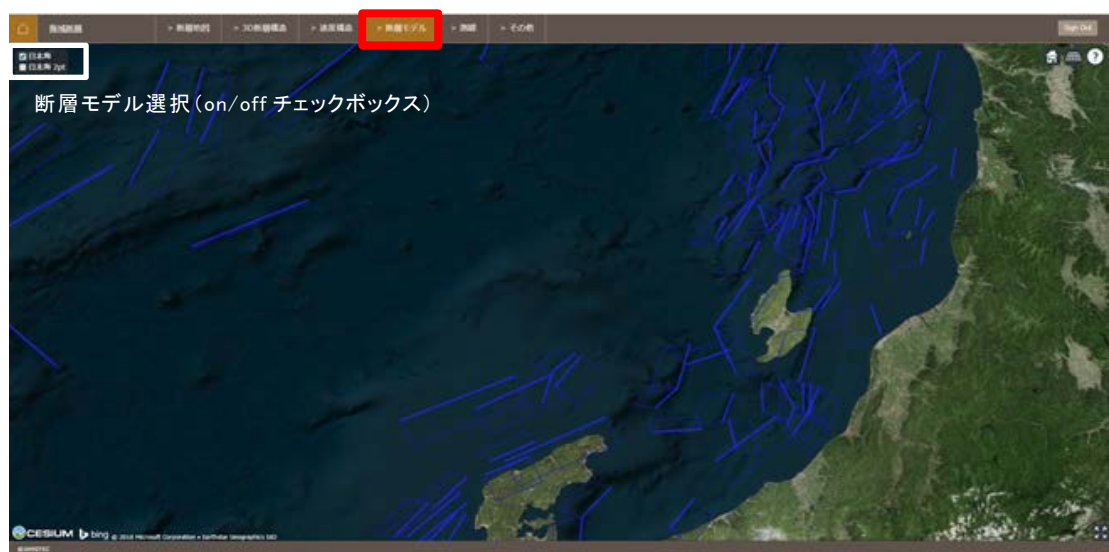


図 34 公開 DB「断層モデル」矩形断層の基本モデルの表示

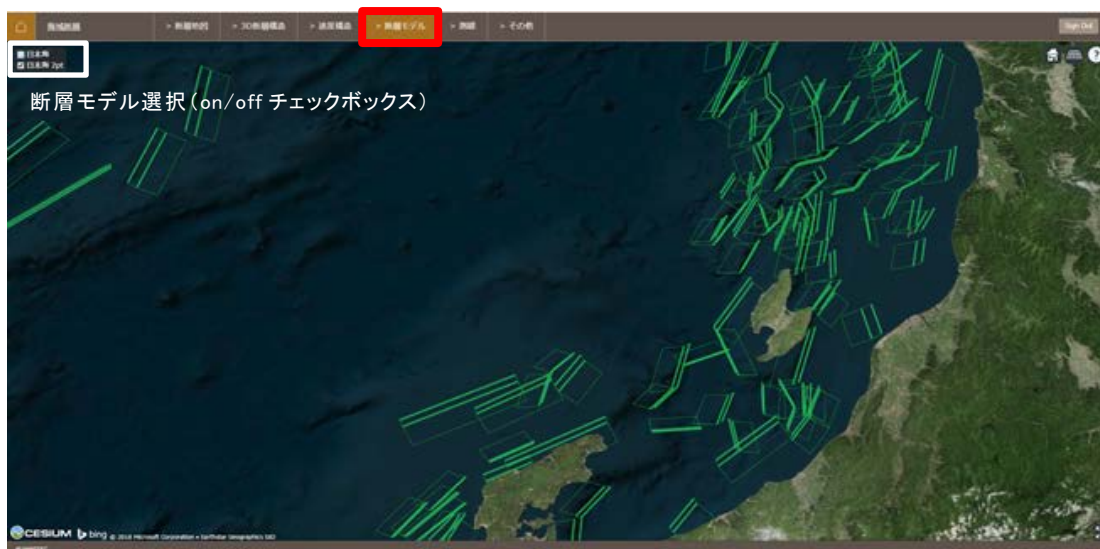


図 35 公開 DB「断層モデル」矩形断層の断層傾斜角変化モデルの表示

今後、ここに震央位置を表示すべきであると考えられ、さらには地震動・津波シミュレーション解析結果をどのように表示させるのか、またそれら解析結果と断層モデルをどのように関連付けた上で閲覧させるのか、検討する必要がある。

#### ⑦「測線」

ここでは、閲覧できる反射記録断面図のリストが表示される（図 36）。表示項目（青枠）は、データ提供機関・調査年度・調査名・測線名からなり、右端コラムの数字（#1, #2, #3, ...）をマウスでクリックすると前述③の時と同様、別シートに反射記録断面が表示される。今後、ここにリンクを貼るなどし、調査ごとにメタ情報を表示・閲覧できる方向で検討している。

| 機関      | 調査年  | 調査名                     | 測線名                    |
|---------|------|-------------------------|------------------------|
| AIST    | 1977 | 日本海-日本海沿岸および九州地方 (G477) | g#77208 断面, 断面         |
| AIST    | 1977 | 日本海-日本海沿岸および九州地方 (G477) | g#77213 断面             |
| AIST    | 1977 | 日本海-日本海沿岸および九州地方 (G477) | g#77215 断面             |
| AIST    | 1977 | 日本海-日本海沿岸および九州地方 (G477) | g#77219a 断面, 断面        |
| AIST    | 1977 | 日本海-日本海沿岸および九州地方 (G477) | g#77222 断面, 断面, 断面     |
| AIST    | 1977 | 日本海-日本海沿岸および九州地方 (G477) | g#77223 断面, 断面, 断面, 断面 |
| AIST    | 1977 | 日本海-日本海沿岸および九州地方 (G477) | g#77226 断面             |
| AIST    | 1978 | 日本海-日本海沿岸 (G478)        | g#78211a 断面, 断面        |
| AIST    | 1978 | 日本海-日本海沿岸 (G478)        | g#78211b 断面, 断面        |
| AIST    | 1978 | 日本海-日本海沿岸 (G478)        | g#78212a 断面, 断面        |
| AIST    | 1978 | 日本海-日本海沿岸 (G478)        | g#78212b 断面, 断面        |
| AIST    | 1978 | 日本海-日本海沿岸 (G478)        | g#78213a 断面, 断面        |
| JAMSTEC | 2007 | 日本海-KR07001             | k2 断面                  |
| JAMSTEC | 2007 | 日本海-KR07001             | k3 断面                  |
| JAMSTEC | 2009 | 日本海-KR09-09             | EM09096 断面             |
| JAMSTEC | 2009 | 日本海-KR09-09             | EM09097 断面             |
| JAMSTEC | 2009 | 日本海-KR09-09             | EM09098 断面             |
| JAMSTEC | 2009 | 日本海-KR09-09             | EM09099 断面             |
| JAMSTEC | 2009 | 日本海-KR09-09             | EM09100 断面             |
| JAMSTEC | 2009 | 日本海-KR09-09             | EM09101 断面             |
| JAMSTEC | 2009 | 日本海-KR09-09             | EM09102 断面             |
| JAMSTEC | 2009 | 日本海-KR09-09             | EM09103 断面             |
| JAMSTEC | 2010 | 日本海-KR10-10             | EM10101 断面             |
| JAMSTEC | 2010 | 日本海-KR10-10             | EM10102 断面             |
| JAMSTEC | 2010 | 日本海-KR10-10             | EM10103 断面             |

図 36 公開 DB「測線」閲覧可能な反射記録断面リストの表示



## (c) 結論ならびに今後の課題

### 1) 結論

伊豆・小笠原諸島周辺海域の既往調査データについて、平成 27 年度以降継続的に収集を図り、公的機関や民間会社からこれまで多くのアナログデータ・デジタルデータを提供いただいた。平成 29 年度は、これらの収集データに対し QC 作業を着実にを行い、管理 DB に登録した。収集・登録された反射法データのうち、フィールドデータしか存在しないデータの一部、またフィルム断面図しかなかったものについてはそれぞれ、再処理やベクトル化の再解析を実施し、データベースの充実を図ることができた。また、再解析された反射法データは当該海域の断層解釈作業に有用であったとともに、再解析の過程で得られた速度解析結果は三次元速度構造モデル構築の基礎データとなった。さらに、管理 DB には収集データに加え、サブテーマ 2 でカタログ化した全ての断層情報や三次元速度構造モデル等の解析データについても登録した。

公開 DB については、平成 28 年度に作成した日本海域の公開 DB プロトタイプを試験運用版としてアップデートするとともに、地震本部を対象とした試験運用を開始した。試験運用ならびにアドバイザー会議・評価助言／運営委員会を通じ、多くの要望・コメントを頂き、公開 DB のさらなる改良と本格運用へ向け検討事項や課題を抽出することができた。

### 2) 今後の課題

次年度の既往調査データ収集については、サブテーマ 2 で解析対象となる南海トラフ海域のデータを対象とする。公的機関の既往調査データうち、JOGMEC、AIST および JCG のデータについてはほぼ収集を終えているが、JAMSTEC データが一部未収集となっており、早急に機構担当者と調整し入手したい。一部の民間会社も南海トラフ海域の反射法データを多数保有しているとの情報があることから、デジタルデータの有無等を問い合わせ、可能な限り収集することとしたい。さらに、南西諸島海域の既往調査データのうち、解析中のため収集できていなかった AIST の沖縄周辺海域のデータについても収集を試みる。

公開 DB については引き続き、機能改良を実施する。また、既に管理 DB に登録されている南西諸島海域および伊豆・小笠原諸島海域に関する既往調査データ（ナビゲーション、反射法データ、坑井データ等）と解析結果（速度構造モデル、断層カタログ、断層モデル等）についても閲覧できるようにデータベースの充実を図る。さらに、アドバイザー会議・評価助言／運営委員会で紹介し意見・コメントを聴取し、当初目標である柔軟性と拡張性を持つシステムとするべく取り組む必要がある。

データベース公開について、当初想定した一般の方から大学等の研究者にまで対象を広げてしまうと、公開 DB に期待される成果（データベースの量・質・種類など）に違いが生ずる可能性が非常に高い。したがって、データベース・システム構築計画の発散を避けるためにも、次年度の試験運用もより具体的に対象者・対象機関を絞り込んだうえで実施する必要がある。

なお、公開 DB の運用に関して現状では、公開対象を本プロジェクトの評価助言／運営委員会や地震本部、活断層関連の有識者委員会に限定したとしても、全てのナビゲーション情報（測線図）と反射法データを公開できるわけではない（公開の許認可を得ていない）。したがって、次年度内に懸案のデータを保有する機関と公開可能なデータの種類、範囲等につき面談し、公開の許認可の見通しを把握しておかなければならない。

#### (d) 参考文献

- Higuchi, Y., Y. Yanagimoto, K. Hoshi, S. Unou, F. Akiba, K. Tonoike and K. Koda, Cenozoic stratigraphy and sedimentation history of the northern Philippine Sea based on multichannel seismic reflection data, *Island Arc*, 16, 374-393, 2007.
- 樋口 雄・柳本 裕・神田慶太, 大東海嶺群海域海盆の形成・堆積史 —北大東海盆, 奄美三角海盆, 南大東海盆の比較—, *地学雑誌*, 124, 829-845, 2015.
- 活断層研究会編, [新編]日本の活断層—分布図と資料, 一般財団法人東京大学出版会, 1-437, 1991.
- 国土交通省, 平成 26 年度 日本海における大規模地震に関する調査検討会 報告, 1-470, 2014.
- 文部科学省研究開発局・独立行政法人海洋研究開発機構, 海域における断層情報総合評価プロジェクト 平成 25 年度 成果報告書 平成 26 年 5 月, 1-330, 2014.
- 文部科学省研究開発局・国立研究開発法人海洋研究開発機構, 海域における断層情報総合評価プロジェクト 平成 26 年度 成果報告書 平成 27 年 5 月, 1-208, 2015.
- 文部科学省研究開発局・国立研究開発法人海洋研究開発機構, 海域における断層情報総合評価プロジェクト 平成 27 年度 成果報告書 平成 28 年 5 月, 1-266, 2016.
- 文部科学省研究開発局・国立研究開発法人海洋研究開発機構, 海域における断層情報総合評価プロジェクト 平成 28 年度 成果報告書 平成 29 年 5 月, 1-339, 2017.

### 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 | 鎌田 弘己  |
| 国立研究開発法人 海洋研究開発機構 | 特任技術副主幹  | 清水 祥四郎 |
| 国立研究開発法人 海洋研究開発機構 | 特任技術主任   | 眞保 敬   |
| 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 | 特任技術副主任  | 勝山 美奈子 |
| 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   |

(c) 業務の目的

統一的断層解釈を行うために収集し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、反射法地震探査断面（以下、「反射記録断面」）の深部イメージングの品質を向上させる。これらの再解析後の反射法データについては、管理用データベース・システム（以下、「管理DB」）に登録する。その後、管理DBに登録されたすべての反射法データを用いて、断層の解釈およびその三次元的な広がり进行评估する。さらに、三次元速度構造モデルを作成し、解釈した断層（の垂直方向）を時間領域から深度領域（時間軸から深度軸）に変換した後、その深部延長およびデタッチメントの場所进行评估する。また、解釈・深度変換した断層の中から主断層を選定し、その情報（断層カタログデータ）をサブテーマ3に提供する。なお、解釈結果については、客観性を保持するため、本プロジェクトのアドバイザーおよび評価助言委員の方々から意見を頂き、適宜改訂する。

(d) 7ヵ年の年次実施業務の要約

1) 平成 25 年度：

収集した日本海の反射法データの再解析を開始、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、既存の地質データ、反射法データ、構造解釈結果等を参考にしながら、断層の解釈作業を開始した。併せて、収集した日本海周辺の速度情報をもとに、同海域の三次元速度構造モデルの構築に着手した。

2) 平成 26 年度：

平成 25 年度に引き続き、収集した日本海の反射法データの再解析を行うとともに同海域の三次元速度構造モデルの構築、および断層解釈・評価作業を行った。その解

釈・評価結果については、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 1 に提供した。また、深度変換後の断層カタログデータ（日本海）をサブテーマ 3 に提供した。

3) 平成 27 年度：

収集した南西諸島海域南部の反射法データの一部について再解析を行い、その結果と既存の地震探査データを用いて、同海域南部の三次元速度構造モデルの構築および断層解釈・評価作業を実施した。その解釈・評価結果については、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 1 に提供した。また、深度変換後の断層カタログデータ（南西諸島海域南部）をサブテーマ 3 に提供した。

4) 平成 28 年度：

収集した南西諸島海域北部の反射法データの一部について再解析を行い、その結果と既存の地震探査データを用いて、同海域北部の断層解釈・評価作業と三次元速度構造モデルの構築、ならびに同モデルと平成 27 年度に構築した同海域南部の速度構造モデルとの統合作業を実施した。その解釈・評価結果については、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 1 に提供した。また、深度変換後の断層カタログデータ（南西諸島海域北部）をサブテーマ 3 に提供した。

5) 平成 29 年度：

収集した伊豆・小笠原海域の反射法データの一部について再解析を行い、その結果と既存の地震探査データを用いて、同海域の三次元速度構造モデルの構築および断層解釈・評価作業を実施した。その解釈・評価結果については、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 1 に提供した。また、深度変換後の断層カタログデータ（伊豆・小笠原海域）をサブテーマ 3 に提供した。

6) 平成 30 年度：

収集した（および収集予定の）南海トラフ海域の反射法データの一部について再解析を行い、その結果と既存の地震探査データを用いて、同海域（一部）の三次元速度構造モデルの構築および断層解釈・評価作業を実施する。その解釈・評価結果については、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 1 に提供する。また、深度変換後の断層カタログデータ（南海トラフ海域の一部）についてはサブテーマ 3 に提供する。

7) 平成 31 年度：

平成 30 年度に引き続き、南海トラフ海域の反射法データの一部について再解析を行い、その結果と既存の地震探査データを用いて、南海トラフ海域全域の三次元速度構造モデルの構築および断層解釈・評価作業を実施する。その解釈・評価結果については、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 1 に提供する。また、深度変換後の断層カタログデータ（南海トラフ海域）についてはサブテーマ 3 に提供する。

## (2) 平成 29 年度の成果

### (a) 業務の要約

平成29年度は伊豆・小笠原海域を対象として、反射法データの再解析、三次元速度構造モデルの構築および統一的断層解釈作業を実施した。

反射法データの再解析では、経済産業省からJOGMECを通じ提供されたJOGMEC基礎物理探査のデータから昭和54年度大陸棚石油・天然ガス基礎調査「伊豆七島海域，小笠原諸島海域」を選択し、そのうち測線長計約3,900 kmのマルチチャンネルサイスミック（以下、MCS）データを対象とした。主として、断層解釈の際に問題となる種々の多重反射を取り除く処理や、様々なデータ取得仕様による波形を統一的にする波形変換処理を実施した。また、AISTのシングルチャンネルサイスミック（以下、「SCS」）データについてもノイズ除去等の再処理を行った。なお、JAPEXからもMCSデータを収集したが、これらは全てフィルム断面図（測線長計約2,500 kmのアナログデータ）のみであったため、ベクトル化処理を行いデジタルデータに変換した。

伊豆・小笠原海域に対し、三次元の速度構造モデルを構築した。モデル構築にあたり、まず、反射波ホライズンとして海底面、堆積層と上部地殻との境界（以下、「音響基盤」）、太平洋プレート上面、フィリピン海プレート上面、コンラッド面およびモホ面を解釈・推定し、同海域の地質構造・プレート構造を把握した。これらの構造に対し、反射法データの再処理過程で得られた重合速度と、JAMSTECやJCG他のOBS探査で得られた速度データを適用することで、三次元の速度構造モデルが完成した。

伊豆・小笠原海域の反射法データ（一部再解析データ）に対し、公刊文献、JOGMEC基礎物理探査の調査報告書等を参照しながら、断層の解釈を行った。断層の分布については、同海域の赤色立体地形図を参照しながら、トレースした。さらに、同定した全ての断層に対し、三次元速度構造モデルを用いて深度変換し、断層カタログをデータベース化した。

### (b) 業務の実施方法

基本的なMCSデータの再解析については、データチェックの後にフォーマット変換、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、各種多重反射波解析、振幅補償、デコンボリューション、Common Mid Point（以下、CMP）ソート、1 km間隔の速度解析の後にNormal Move Out（以下、NMO）補正、この時点で除去しきれてい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）、および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。なお、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、さらに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、トレースの連続性に着目したフィルター解析を実施した。また、フィールドデータに対して、フォーマット変換、振幅補償、帯域通過フィルター、



F-X予測フィルター、トレースエディット、ミュートを実施した。

三次元速度構造モデルの構築においては、まず、伊豆・小笠原海域全域での海底面、解釈した音響基盤、太平洋プレート上面、フィリピン海プレート上面、コンラッド面およびモホ面のホライズンデータを用いsurfaceを作成し、層構造を構築した。次に、各層構造に対し、速度情報として反射法データの再処理過程で得られた重合速度やOBS調査で得られた速度データから速度関数を与え、水平方向1 kmグリッド、鉛直方向100 m 間隔の三次元速度構造モデルを構築した。最後に、本モデルを用いて、反射法データおよび断層面の深度変換を行った。

断層解釈作業においては、赤色立体地形図、既存の解釈結果、文献、既往調査報告書等を参照しながら、再解析した反射法データに加え、近年JOGMEC、JAMSTEC、JCGによって取得された再解析の必要がない高品質の反射法データを使用した。実際には、調査実施時期や調査仕様の異なる様々な反射記録断面図（時間断面）を用いて解釈を行い、上述の三次元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た。その後、反射記録断面上で解釈した断層を海底地形や地質構造の特徴、断層上端・下端の位置・深度に従ってランク分けし、最終的に断層の空間的な連続性・分布を評価、同定したうえで、断層カタログを作成した。

なお、報告書に使用した図の一部は、描画ツールGeneric Mapping Tool（以下、GMT；Wessel and Smith, 1991）を利用して作成した。

## (c) 業務の成果

### 1) データ再解析

平成 29 年度は、JOGMEC 基礎物理探査のデータ（約 3,900 km の MCS 測線）に対する再処理作業と、JAPEX より提供されたフィルム断面図（デジタルデータが存在しない約 2,500 km の MCS 測線）に対するベクトル化（スキャン・デジタル化）作業、ならびに AIST の SCS データに対する再処理を実施した。

#### a) 再処理データの概要

表 1 にデータ再処理の対象となった JOGMEC 基礎物理探査・昭和 54 年度「伊豆七島海域、小笠原諸島海域」の概要、表 2 にその調査仕様を示す。また、図 1 にはベクトル化対象の調査海域および測線図（JAPEX 小笠原沖・七島沖）、図 2 には調査測線における発震記録の例を示す。

以下に、再処理対象調査のデータ概要について記述する。

- 再処理対象調査では、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。

表1 データ再処理対象のJOGMEC基礎物理探査概要

| 調査名<br>(基礎物理探査)              | 測線数 | 測線長<br>(km) | 発震点<br>数 | 発震点<br>間隔(m) | 受振器<br>間隔<br>(m) | サンプリング<br>間隔<br>(msec) | 記録長<br>(sec) |
|------------------------------|-----|-------------|----------|--------------|------------------|------------------------|--------------|
| 伊豆七島海域,<br>小笠原諸島海域<br>(1979) | 26  | 3,978       | 79,586   | 50           | 50               | 4                      | 5            |

表2 データ再処理対象のJOGMEC基礎物理探査仕様

|                           |                                         |
|---------------------------|-----------------------------------------|
| 調査名                       | 伊豆七島海域, 小笠原諸島海域                         |
| 取得年度                      | 1979                                    |
| 旧測線名                      | 79-x測線                                  |
| 新測線名                      | IO79-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 (70db/oct)                         |
| Tape Format               | SEG-B                                   |
| Source                    |                                         |
| Gun Type                  | BOLT Air Gun                            |
| Shot Point Interval(m)    | 50                                      |
| Gun Volume(cu.in)         | 1570                                    |
| Gun Pressure(psi)         | 2000                                    |
| Gun Depth(m)              | 10                                      |
| Receiver                  |                                         |
| Instrument                | Streamer Cable(SEC)                     |
| Receiver Interval(m)      | 50                                      |
| Nearest Channel Offset(m) | 377                                     |
| Cable Length(m)           | 2300                                    |
| Cable Depth(m)            | 15                                      |
| Navigation                |                                         |
| Instrument                | TELEDYNE TDL-601                        |
| Primary                   | LORAN-C system                          |
| Secondary                 | SATELLITE system (MAGNAVOX 702A/GEO II) |

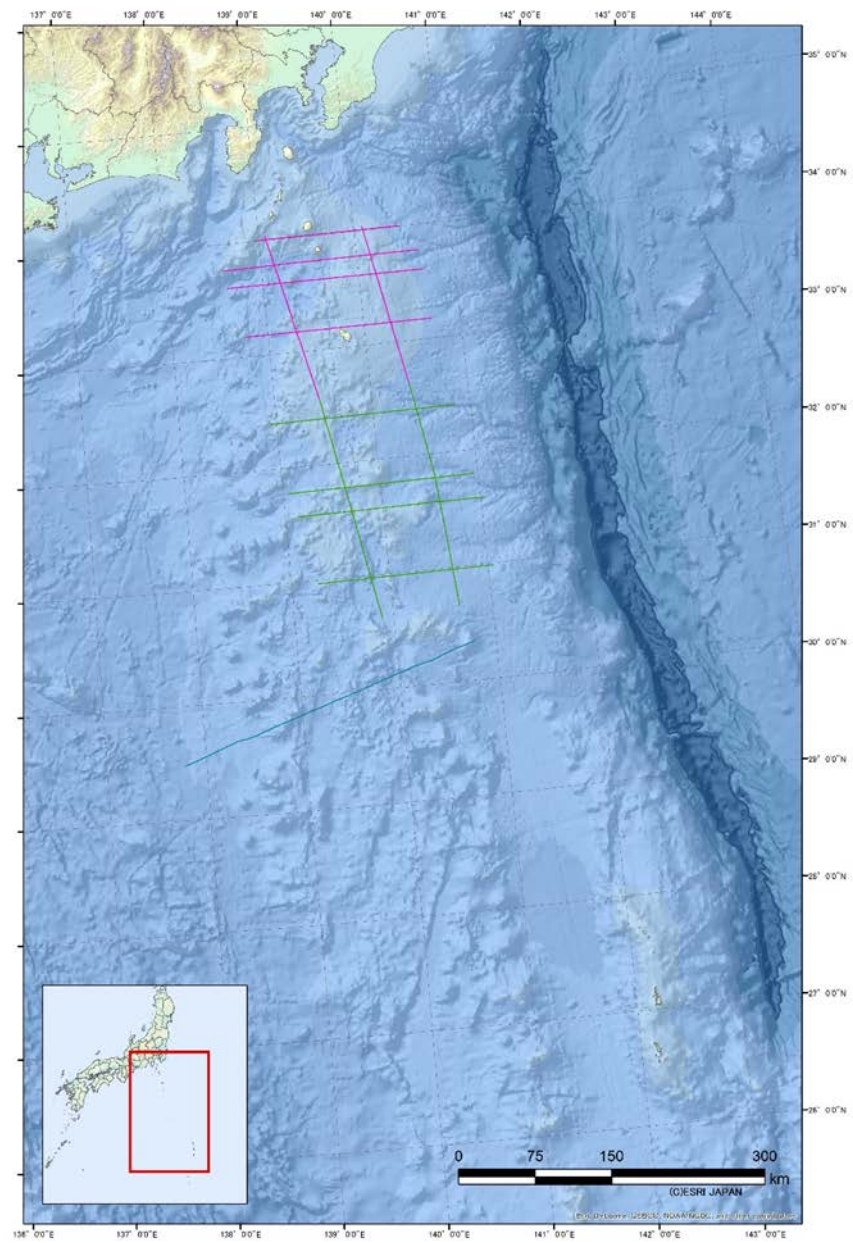


図1 ベクトル化対象測線図

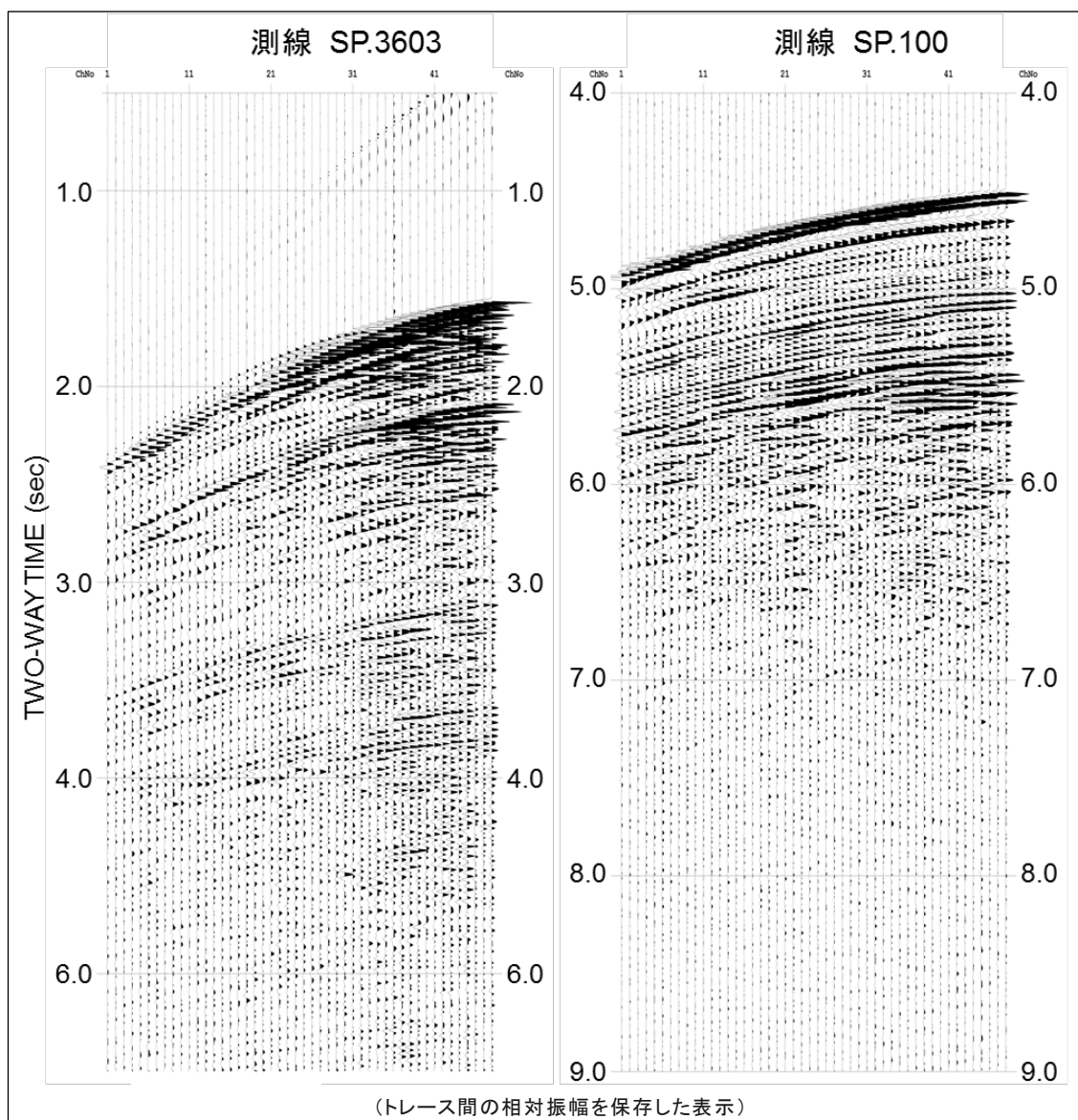


図2 発震記録の例

b) データ再処理作業の概要

本データ再処理は、株式会社地球科学総合研究所（以下、「JGI」）の処理ソフトウェア SuperX を用いて実施された。各種処理項目のうち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 を用いた。ここではまず、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、処理フローおよび処理パラメータを決定した。

本再処理作業では、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一部のデータに対し、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 Common Reflection Surface 解析（以下、「MDRS 解析」）の追加解析（特殊解析）を実施した。

古い年代の再処理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%を超えている場合は、対象測線をデータ再処理

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および深度変換を実施した。また、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再処理に大きな支障となる場合には、同様の対応を取った。

表3に標準解析の対象となった調査測線一覧とその詳細について、表4に特殊解析の対象となった調査測線一覧とその詳細について示す。

表3 標準解析対象のJOGMEC基礎物理探査測線詳細

| プロジェクト/測線名                 |          | 発震点数  | 欠損数  | 欠損率    | CMP数   |        |       | 測線長(km) |         |         | ベクトル化   |
|----------------------------|----------|-------|------|--------|--------|--------|-------|---------|---------|---------|---------|
| 仕様書上の有効測線長の割合              |          |       |      |        | データ解析  | 既往デジタル | ベクトル化 | SP測線    | 重合測線    | ベクトル化   |         |
| 対象測線全体                     |          | 79586 | 4626 | 5.81%  | 156932 | 0      | 95350 | 3978.00 | 3922.93 | 2383.55 | 60%     |
| (注) マージ後測線とオリジナル測線では名前が異なる |          |       |      |        |        |        |       |         |         |         |         |
| S54「伊豆七島海域、小笠原諸島海域」        |          | 79586 | 4626 | 5.81%  | 156932 | 0      | 95350 | 3978.00 | 3922.93 | 2383.55 | 2383.55 |
| マージ後測線名                    | オリジナル測線名 | 26    |      |        | 15     |        |       |         |         |         |         |
| IO76-1                     |          | 5841  | 2    | 0.03%  | 11728  |        |       | 292.00  | 293.18  |         |         |
| IO79-2_m                   | (マージ)    |       |      |        | 18052  |        | 18052 |         | 451.28  | 451.28  | ○       |
|                            | 79-2     | 2081  | 0    | 0.00%  |        |        |       | 104.00  |         |         |         |
|                            | 79-2-1   | 781   | 0    | 0.00%  |        |        |       | 39.00   |         |         |         |
|                            | 79-2-3   | 6341  | 327  | 5.16%  |        |        |       | 317.00  |         |         |         |
| IO79-3                     | 79-3     | 3521  | 372  | 10.57% | 7088   |        | 7088  | 176.00  | 177.18  | 177.18  | ○       |
| IO79-4_m                   | (マージ)    |       |      |        | 17528  |        |       |         | 438.18  |         |         |
|                            | 79-4     | 5401  | 18   | 0.33%  |        |        |       | 270.00  |         |         |         |
|                            | 79-4-3   | 3401  | 0    | 0.00%  |        |        |       | 170.00  |         |         |         |
| IO79-5_m                   | (マージ)    |       |      |        | 6848   |        | 6848  |         | 171.18  | 171.18  | ○       |
|                            | 79-5     | 3501  | 615  | 17.57% |        |        |       | 175.00  |         |         |         |
|                            | 79-5-2   | 221   | 0    | 0.00%  |        |        |       | 11.00   |         |         |         |
| IO79-5-1                   | 79-5-1   | 2781  | 6    | 0.22%  | 5608   |        |       | 139.00  | 140.18  |         |         |
| IO79-6_m                   | (マージ)    |       |      |        | 12054  |        |       |         | 301.33  |         |         |
|                            | 79-6     | 5201  | 7    | 0.13%  |        |        |       | 260.00  |         |         |         |
|                            | 79-6-1   | 901   | 0    | 0.00%  |        |        |       | 45.00   |         |         |         |
|                            | 79-6-3   | 221   | 0    | 0.00%  |        |        |       | 11.00   |         |         |         |
| IO79-6-2                   | 79-6-2   | 5281  | 251  | 4.75%  | 10608  |        | 10608 | 264.00  | 265.18  | 265.18  | ○       |
| IO79-7_m                   | (マージ)    |       |      |        | 10248  |        | 10248 |         | 256.18  | 256.18  | ○       |
|                            | 79-7     | 4501  | 710  | 15.77% |        |        |       | 225.00  |         |         |         |
|                            | 79-7-1   | 701   | 0    | 0.00%  |        |        |       | 35.00   |         |         |         |
| IO79-7-2                   | 79-7-2   | 1401  | 0    | 0.00%  | 2848   |        |       | 70.00   | 71.18   |         |         |
| IO79-8                     | 79-8     | 4261  | 0    | 0.00%  | 8568   |        |       | 213.00  | 214.18  |         |         |
| IO79-B_m                   | (マージ)    |       |      |        | 24618  |        | 24618 |         | 615.43  | 615.43  | ○       |
|                            | 79-B     | 4761  | 2    | 0.04%  |        |        |       | 238.00  |         |         |         |
|                            | 79-B-1   | 5101  | 458  | 8.98%  |        |        |       | 255.00  |         |         |         |
|                            | 79-B-2   | 2661  | 3    | 0.11%  |        |        |       | 133.00  |         |         |         |
| IO79-B_m                   | (マージ)    |       |      |        |        |        |       |         |         |         |         |
| IO79-D_m                   | (マージ)    |       |      |        | 12800  |        | 12800 |         | 319.98  | 319.98  | ○       |
|                            | 79-D-1   | 5101  | 1388 | 27.21% |        |        |       | 255.00  |         |         |         |
|                            | 79-D-2   | 901   | 389  | 43.17% |        |        |       | 45.00   |         |         |         |
|                            | 79-D-4   | 601   | 0    | 0.00%  |        |        |       | 30.00   |         |         |         |
| IO79-D                     | 79-D     | 1601  | 0    | 0.00%  | 3248   |        |       | 80.00   | 81.18   |         |         |
| IO79-D-3                   | 79-D-3   | 2521  | 78   | 3.09%  | 5088   |        | 5088  | 126.00  | 127.18  | 127.18  | ○       |

表4 特殊解析対象のJOGMEC基礎物理探査測線詳細

| プロジェクト/測線名                 | 発震点数     | CMP数   | 測線長(km) | 特殊解析(PSTM, MDRS) |       |       |        | PRT    | PSTM   | MDRS   |
|----------------------------|----------|--------|---------|------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 仕様書上の有効測線長の割合              |          | データ解析  | 重合測線    | 開始CMP            | 終了CMP | CMP数  | 測線長    | 21%    | 5%     | 3%     |
| 対象測線全体                     |          |        |         |                  |       |       |        | 21%    | 5%     | 3%     |
|                            | 79586    | 156932 | 3922.93 |                  |       | 11202 | 280.00 | 735.53 | 175.00 | 105.00 |
| (注) マージ後測線とオリジナル測線では名前が異なる |          |        |         |                  |       |       |        |        |        |        |
| S54「伊豆七島海域、小笠原諸島海域」        | 79586    | 156932 | 3922.93 |                  |       | 11202 | 280.00 | 735.53 | 175.00 | 105.00 |
| マージ後測線名                    | オリジナル測線名 | 26     | 15      |                  |       |       |        | 3      | 1      | 1      |
| IO76-1                     |          | 5841   | 11728   | 293.18           |       |       |        |        |        |        |
| IO79-2 m                   | (マージ)    |        | 18052   | 451.28           |       |       |        |        |        |        |
| IO79-3                     | 79-3     | 3521   | 7088    | 177.18           |       |       |        |        |        |        |
| IO79-4 m                   | (マージ)    |        | 17528   | 438.18           |       |       |        |        |        |        |
| IO79-5 m                   | (マージ)    |        | 6848    | 171.18           |       |       |        |        |        |        |
| IO79-5-1                   | 79-5-1   | 2781   | 5608    | 140.18           |       |       |        |        |        |        |
| IO79-6 m                   | (マージ)    |        | 12054   | 301.33           |       |       |        |        |        |        |
| IO79-6-2                   | 79-6-2   | 5281   | 10608   | 265.18           |       |       |        | ○      |        |        |
| IO79-7 m                   | (マージ)    |        | 10248   | 256.18           |       |       |        | ○      |        |        |
| IO79-7-2                   | 79-7-2   | 1401   | 2848    | 71.18            |       |       |        |        |        |        |
| IO79-8                     | 79-8     | 4261   | 8568    | 214.18           |       |       |        | ○      |        |        |
| IO79-B m                   | (マージ)    |        | 24618   | 615.43           | 1     | 7001  | 7001   | 175.00 | ○      |        |
| IO79-B m                   | (マージ)    |        |         |                  | 300   | 4500  | 4201   | 105.00 |        | ○      |
| IO79-D m                   | (マージ)    |        | 12800   | 319.98           |       |       |        |        |        |        |
| IO79-D                     | 79-D     | 1601   | 3248    | 81.18            |       |       |        |        |        |        |
| IO79-D-3                   | 79-D-3   | 2521   | 5088    | 127.18           |       |       |        |        |        |        |

以下に、主な処理項目について記述する。

#### 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。また、一部の発震記録では突発的で比較的振幅の強いノイズが見られたため、これを抑制する目的でF-X エディットを適用した。さらに、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。なお、ノイズ抑制手法の選択およ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大きく変化することから、長周期多重反射波、短周期多重反射波およ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 (Radial Trace Deconvolution) 法を用いた。長周期多重反射波の抑制にはSRME (Surface-Related Multiple Elimination) 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、全測線に適用した。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、ファーオ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 (Parabolic Radon Transform、以下、「PRT」) 法を検証し、効果が見られた場合はそれを適用



することとした。さらに、反射波と多重反射波の分離精度を向上し多重反射波の抑制効果を高めるために、高分解能型の PRT 法を用いた。対象調査において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 PRT 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。

### 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、重合前時間マイグレーション (Pre-Stack Time Migration、以下、「PSTM」) を適用した。ここでは、JOGMEC 基礎物理探査測線内の一部の区間のみ (選択範囲) に PSTM を適用した (表 4)。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 PSTM 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) MDRS (Multi-dip型Common Reflection Surface) 解析

海域活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 (以下、「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。さらに、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。ここでは、複数の傾斜イベントに関して対応可能なアルゴリズム (MDRS 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) ベクトル化処理

再処理対象測線においてデータ欠損が多く解析から除外された測線のうち、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、JAPEx より提供された既存結果については、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処理を実施した。また、再処理対象測線においてデータ欠損率が小さくても、重合記録上に連続的なデータ欠損が見られる場合には、同様の対応を取った。なお、再処理対象測線におけるベクトル化処理の適用測線については、原則としてデータ再処理は行わないが、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、データ再処理も併せて実施した (表 3、表 4)。

c) データ再処理の詳細と結果

本再処理作業については、図 3 に示すデータ処理フローに基づき実施した。この再処理作業は、標準解析、PSTM 解析、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。なお、以下で処理番号が(\*\*)で記載された項目は、検討の結果、ここでは適用しなかった処理を意味する。

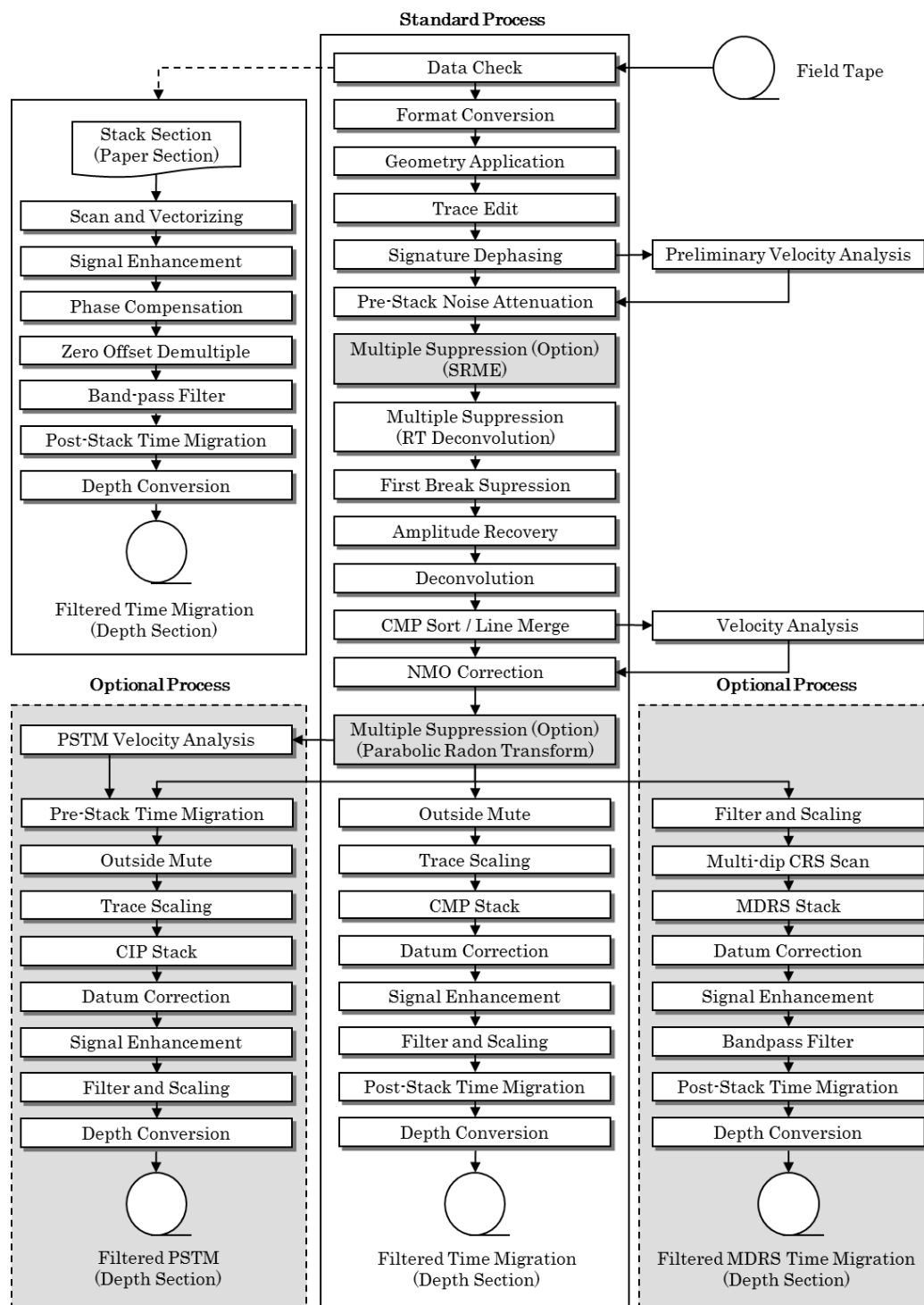


図3 データ処理フロー

#### 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。表 5 に、標準解析の処理パラメータの詳細について示す。

##### 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処理の対象とした。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ついては、発震記録とデータシート（オブザーバーズログ）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については、この段階で補正した。

##### ③ 測線情報の入力 (Geometry Application)

発震点、受振点および 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 フォーマット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。ここで、図 4 に不良記録の例を、図 5 にパルスノイズ抑制処理の適用例を示す。図 4 の赤点線枠で示した時間にデータ欠損が見られるが、これは探鉱機エラーに起因するものと考えられる。このような発震記録は処理対象から除外した。図 5 では 1 サンプルのパルスノイズが見られるが、これは探鉱機の電気ノイズに起因するものと考えられ、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。

表5 標準解析の処理パラメータ詳細

|    | Process                              | Parameters                   | S54「伊豆七島海域、小笠原諸島海域」                |
|----|--------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| 1  | Data Check                           |                              |                                    |
| 2  | Format Conversion                    |                              | SEG-Y to SuperX format             |
| 3  | Geometry Application                 |                              |                                    |
| 4  | Trace Edit                           | Trace Edit                   | Manual                             |
|    |                                      | Despike                      |                                    |
|    |                                      | Method                       | Spike and Zero Search              |
|    |                                      | Spike Search Gate Length     | 200 msec                           |
| 5  | Signature Dephasing                  | Gun Signature                | Use Avaraged Sea Bottom Reflection |
|    |                                      | Polarity                     | Sea Bottom Reflector is positive   |
| 6  | Preliminary Velocity Analysis        | Method                       | Constant Velocity Scan Method      |
|    |                                      | Analysis Interval            | 2000 m                             |
| 7  | Pre-Stack Noise Attenuation          |                              |                                    |
|    | F-X Edit (1st)                       | Method                       | F-X Projection Filter              |
|    |                                      | Spacial Gate Length          | 11 traces                          |
|    |                                      | Time Gate Length             | 400 msec                           |
|    |                                      | Thresfold Level              | 2.0                                |
|    |                                      | Frequency Range              | 6/6 - 120/130 Hz                   |
|    | F-X Edit (2nd)                       | Method                       | F-X Projection Filter              |
|    |                                      | Spacial Gate Length          | 11 traces                          |
|    |                                      | Time Gate Length             | 400 msec                           |
|    |                                      | Thresfold Level              | 2.0                                |
|    |                                      | Frequency Range              | 2/2 - 6/16 Hz                      |
|    | F-X Prediction Filter                | Domain                       | Shot Gather                        |
|    |                                      | Operator Type                | Two-Side                           |
|    |                                      | Operator Length              | 11 traces                          |
|    |                                      | Gate Length                  | 48 traces                          |
|    |                                      | Time Gate Length             | 500 msec                           |
|    |                                      | Time Gate Overlap Length     | 250 msec                           |
|    |                                      | Tempolary AGC Gate Length    | 300 msec                           |
| 8  | Surface-related                      | Survey Type                  | 2D                                 |
|    | Multiple Elimination                 | Adaptive Subtraction(1st)    |                                    |
|    |                                      | Operator Length              | 200                                |
|    |                                      | Time Window                  | 1500 msec                          |
|    |                                      | Space Window                 | 48 traces                          |
|    |                                      | Adaptive Subtraction(2nd)    |                                    |
|    |                                      | Operator Length              | 48                                 |
|    |                                      | Time Window                  | 100 msec                           |
|    |                                      | Space Window                 | 11 traces                          |
| 9  | Radial Trace Deconvolution           | Transformed Parameter        |                                    |
|    |                                      | Velocity Range               | -5500 ~ 5500 m/sec                 |
|    |                                      | Deconvolution Parameter      |                                    |
|    |                                      | Gate Length                  | 3000 msec                          |
|    |                                      | Operator Length              | 400 msec                           |
|    |                                      | Prediction Distance          | 64 msec                            |
| 10 | First Break Mute                     | Start Time                   | Sea Bottom - 15msec                |
|    |                                      | Taper Length                 | 8 msec                             |
|    |                                      | Sliding Velocity             | 1500 m/sec                         |
| 11 | Amplitude Recovery                   | Method                       | Geometrical Spreading + AGC        |
|    |                                      | AGC Gate Length              | 600 msec                           |
| 12 | Deconvolution                        | Method                       | Surface Consistent Type            |
|    |                                      | Mode                         | Time Invariant                     |
|    |                                      | Gate Start Time at 0m offset | Sea Bottom + 100msec               |
|    |                                      | Gate Length                  | 2000 msec                          |
|    |                                      | Operator Length              | 400 msec                           |
|    |                                      | Prediction Distance          | 4 msec                             |
|    |                                      | Gate Sliding Velocity        | 1600 m/sec                         |
|    |                                      | White Noise                  | 1.005                              |
| 13 | CMP Sort                             | CMP Interval                 | 25 m                               |
|    |                                      | Radius Limit                 | Unlimited                          |
| 14 | Line Merge                           |                              |                                    |
| 15 | Velocity Analysis                    | Method                       | Constant Velocity Scan Method      |
|    |                                      | Analysis Interval            | 1000 m                             |
| 16 | NMO Correction                       | Stretch Factor               | 1.7                                |
| 17 | Parabolic Radon Transform (optional) | Type                         | High Resolution                    |
|    |                                      | Mode                         | Multiple Extraction                |
|    |                                      | Reference Offset for Moveout | 2800 m                             |
|    |                                      | Transform Moveout Range      | -150~1500msec or -150~750msec      |
|    |                                      | Filter Moveout Range         | -300 ~ 200 msec                    |

|    |                           |                          |                                             |
|----|---------------------------|--------------------------|---------------------------------------------|
| 18 | Outside Mute              | Base Time                | Sea Bottom - 100 msec                       |
|    |                           | Start Time               | 1000 msec                                   |
|    |                           | Start Offset             | 1300 m                                      |
|    |                           | Taper Length             | 100 msec                                    |
|    |                           | Sliding Velocity         | 2000 m/sec                                  |
| 19 | Trace Scaling             | Method                   | AGC                                         |
|    |                           | Gate Length              | 600 msec                                    |
| 20 | CMP Stack                 | Method                   | Normal Stack                                |
|    |                           | Divisor Type             | Normalized by Square Root of Number of Fold |
| 21 | Datum Correction          | Datum                    | Mea Sea Level                               |
|    |                           | Time Shift               | 16.67 msec                                  |
| 22 | Signal Enhancement        | Method                   | F-X Prediction Filter                       |
|    |                           | Operator Length          | 7 CMPs                                      |
|    |                           | Gate Length              | 50 CMPs                                     |
|    |                           | Time Gate Length         | 1000 msec                                   |
|    |                           | Time Gate Overlap Length | 500 msec                                    |
| 23 | Band-pass Filter          | Method                   | Time Variant                                |
|    |                           | Operator Length          | 300 msec                                    |
|    |                           | Gate Overlap Length      | 1000 msec                                   |
|    |                           | Base Time                | Sea Bottom                                  |
|    |                           | Pass Band                | 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)              |
| 24 | Trace Scaling             | Method                   | Trace Sigma Scale                           |
| 25 | Post-Stack Time Migration | Method                   | T-X FD Migration                            |
|    |                           | Approximation Angle      | 45 degree                                   |
|    |                           | Extrapolation Step       | 4 msec                                      |
|    |                           | Velocity Type            | Stacking Velocity                           |
|    |                           | Velocity Scaling Factor  | 90 %                                        |
| 26 | Depth Conversion          | Method                   | Vertical Stretch                            |

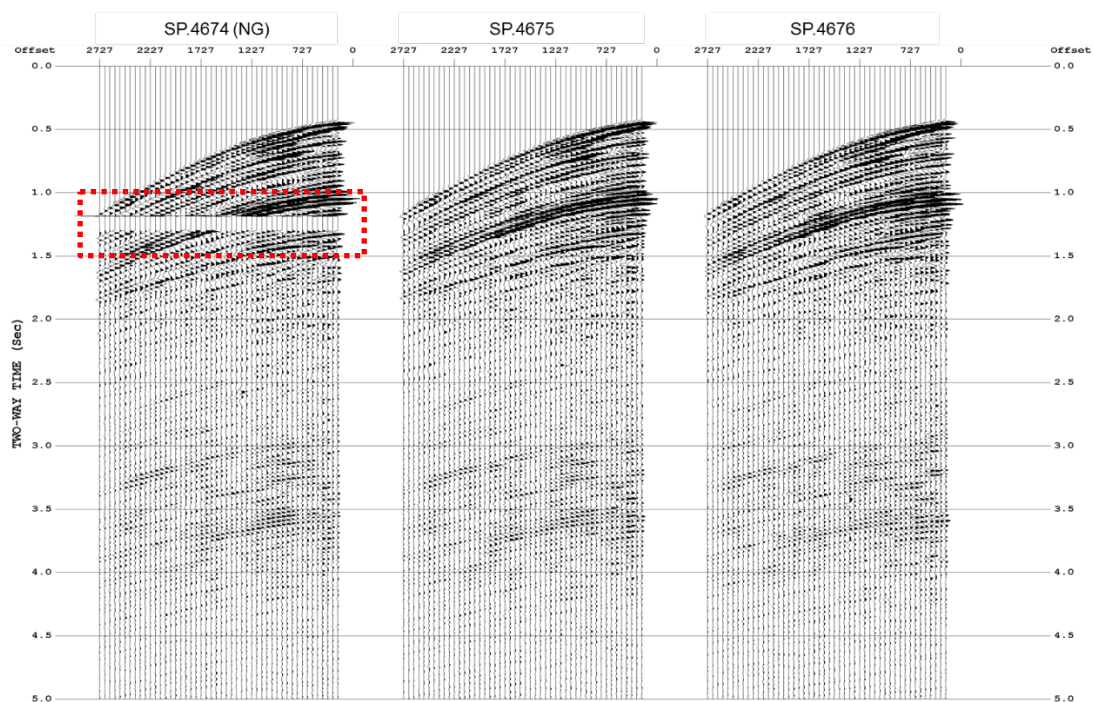


図4 不良記録の例

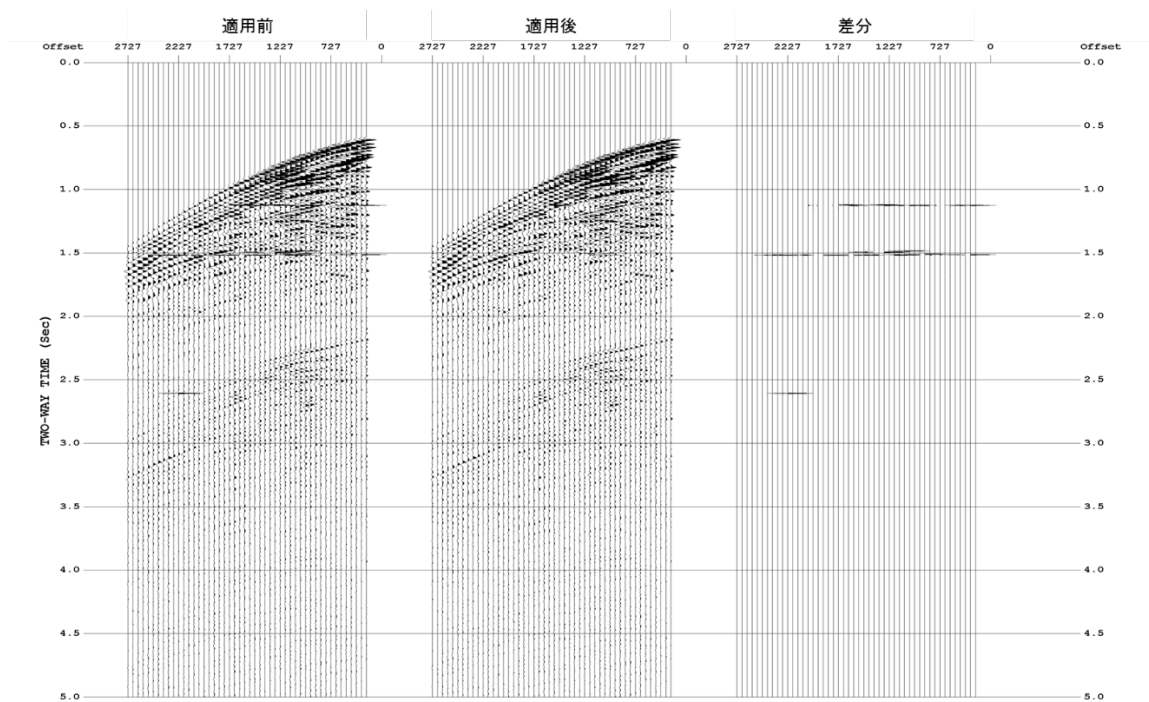


図5 パルスノイズ抑制処理の適用例

(\*\*) プレフィルター (Pre-filter)

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、ここでは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（以下、「ガン波形」）観測記録は存在せず、エアガンの容量および配置の詳細情報の記載が既存報告書にはなく、また、シミュレーションソフトを使用した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ね合わせることでウェーブレットを抽出した。

以下、図 6 にウェーブレット抽出までの過程、図 7 に抽出した海底面反射波形に対する波形変換処理例、図 8 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、図 9 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。



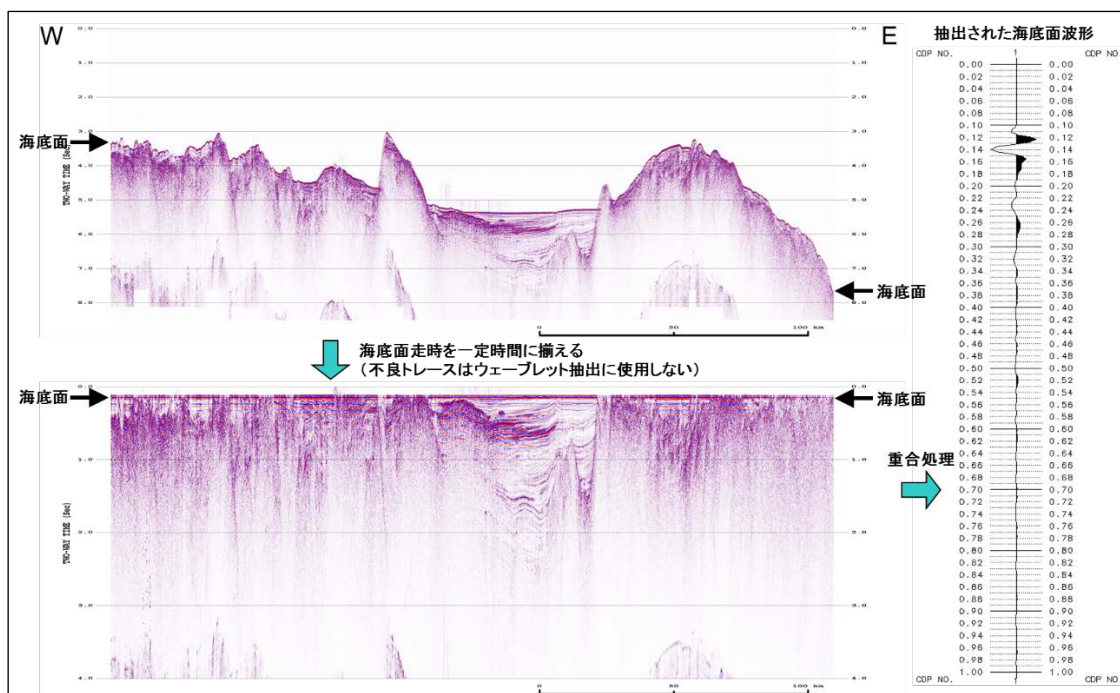


図6 海底面波形から抽出したウェーブレットの例

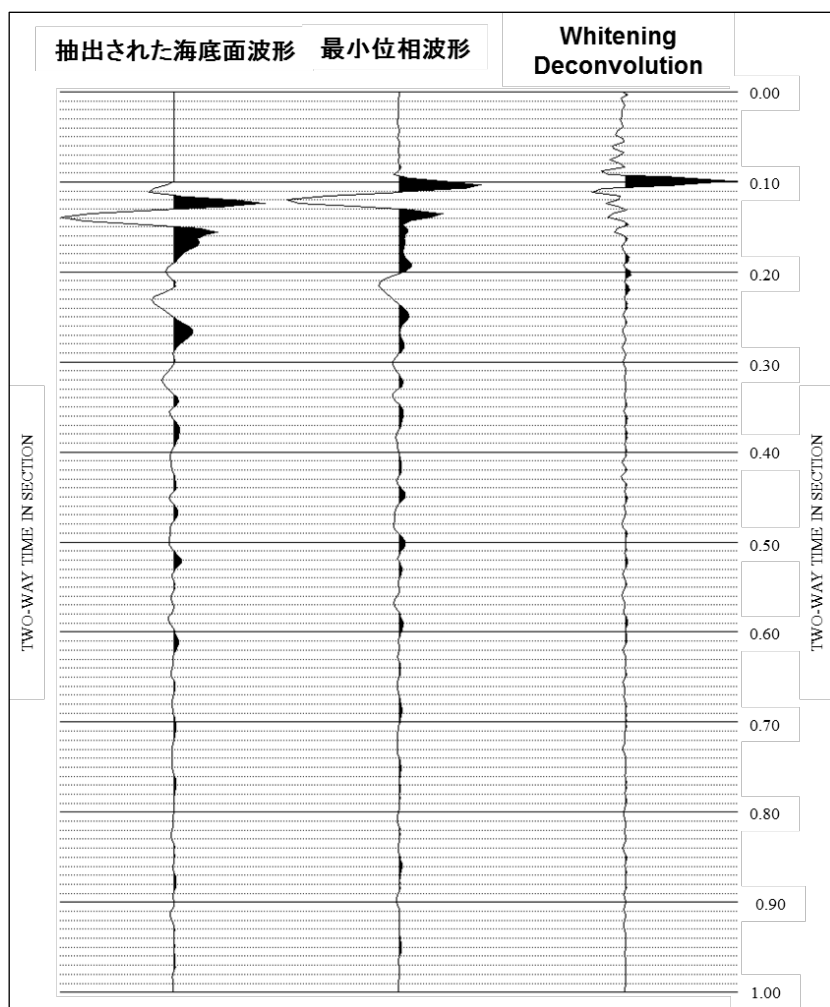


図7 海底面波形から抽出したウェーブレットの波形変換処理の例

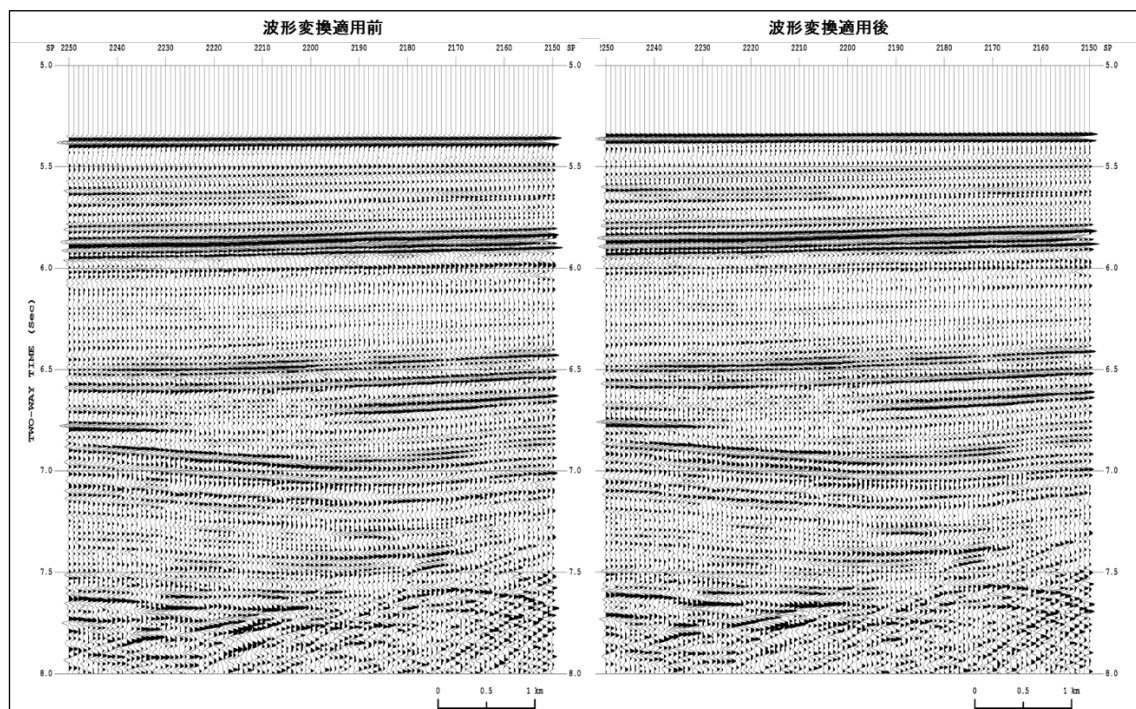


図8 ニアトレース記録に対する海底面反射波形を用いた最小位相変換処理の例

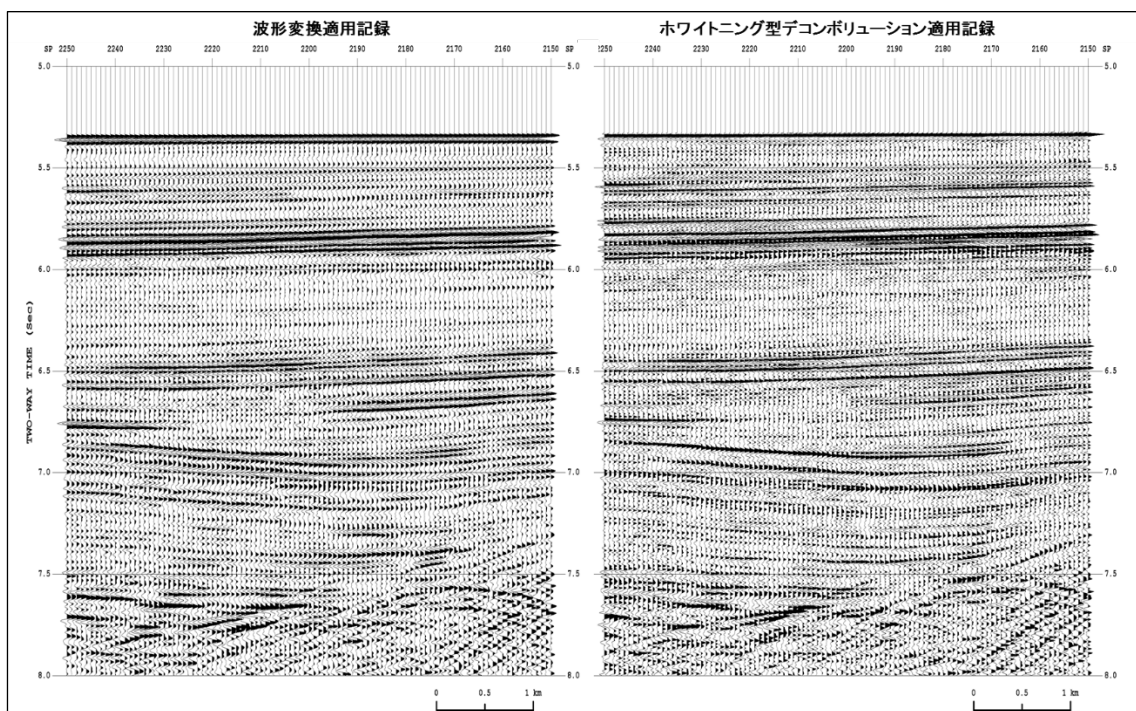


図9 ホワイトニング型デコンボリューションの適用例

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 ごとに予備的な速度解析を行った。ここで得られた速度については、ノイズ抑制処理における一時的な速度のほか、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。まず、一部の発震記録に見られた突発的で比較的振幅の強いノイズを抑制するために、F-X エディットを適用した (図 10)。次に、ランダムノイズを抑制し、相対的に S/N 比を向上させる F-X 予測フィルターを全調査に対し適用した (図 11)。

ここで、図 12 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、海底面付近の分解能や深部の S/N 比の改善が見られた。

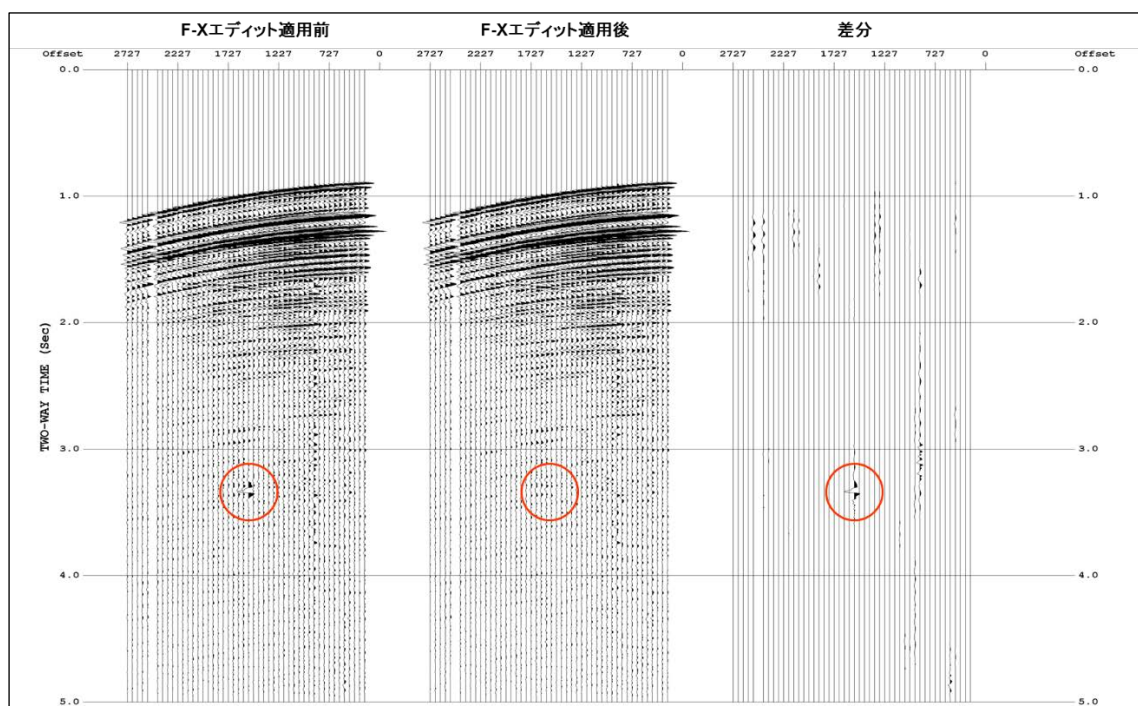


図10 F-Xエディット適用例 (発震記録)

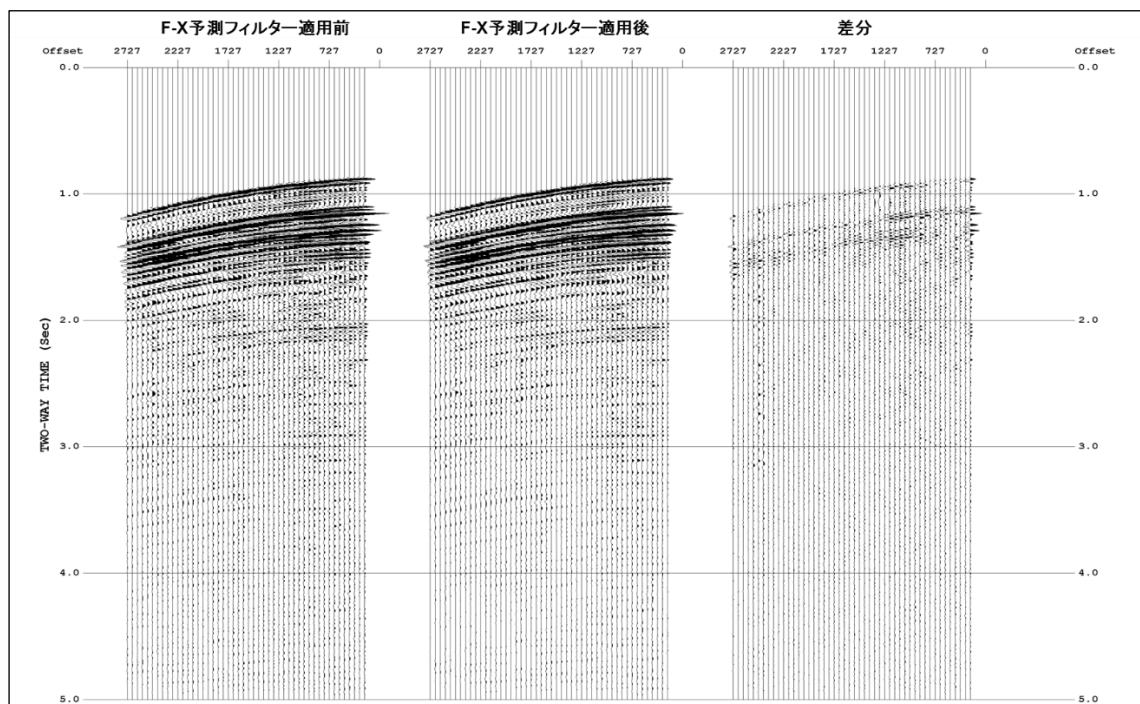


図11 F-X予測フィルター適用例（発震記録）

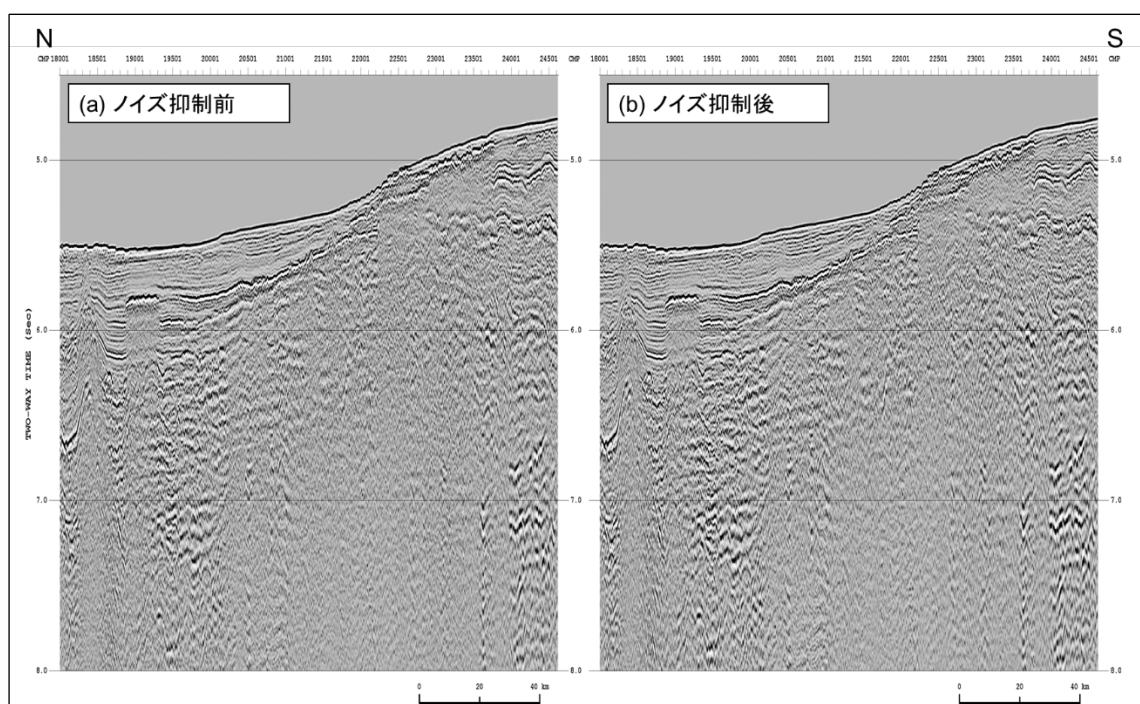


図12 重合前ノイズ抑制処理適用前後の比較（重合記録）



#### 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、Surface-related 型（波線経路に海面での反射を含むタイプ）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 13～図 15 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 13 は発震記録上での記録の比較を示し、図 14 は重合記録上での比較を示している。図 15 は SRME 法で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 SRME 法適用後の重合記録、赤色が予測された多重反射波成分である。

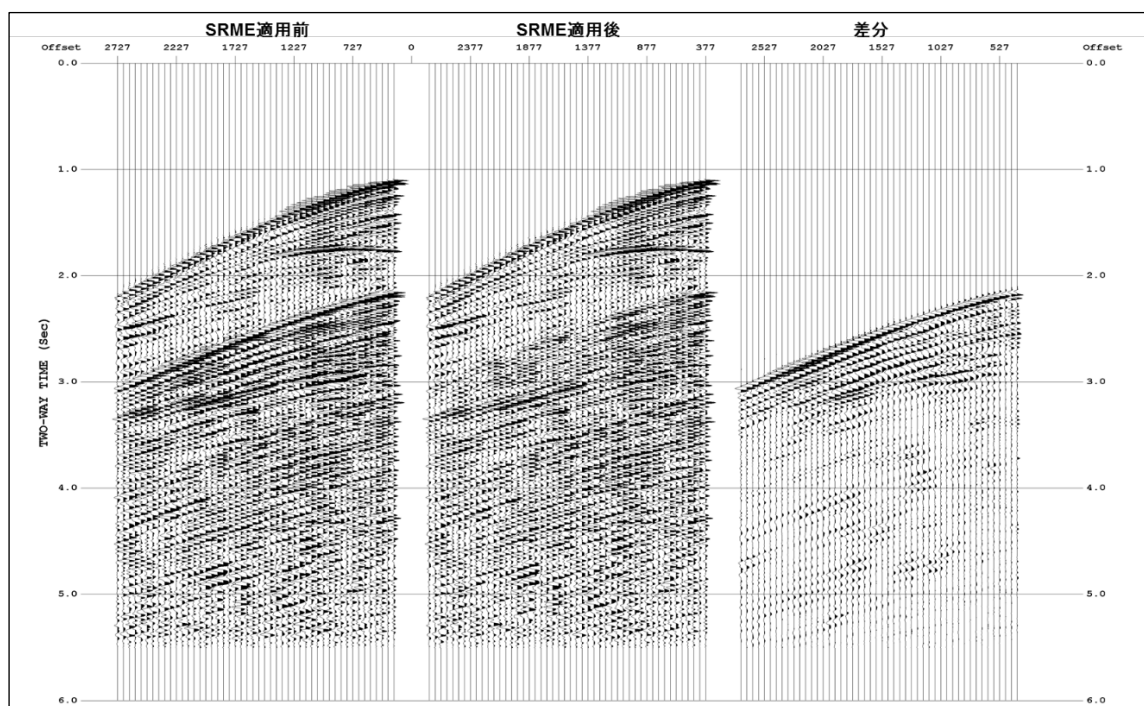


図13 SRME法適用前後の比較（発震記録）

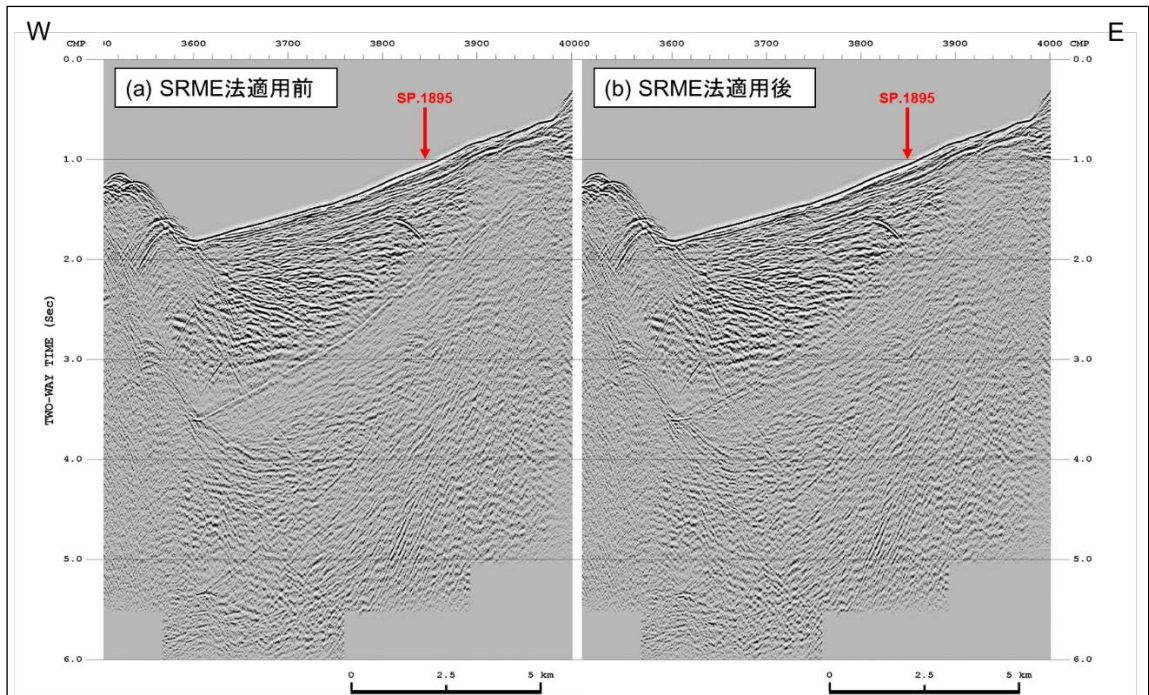


図14 SRME法適用前後の比較（重合記録）

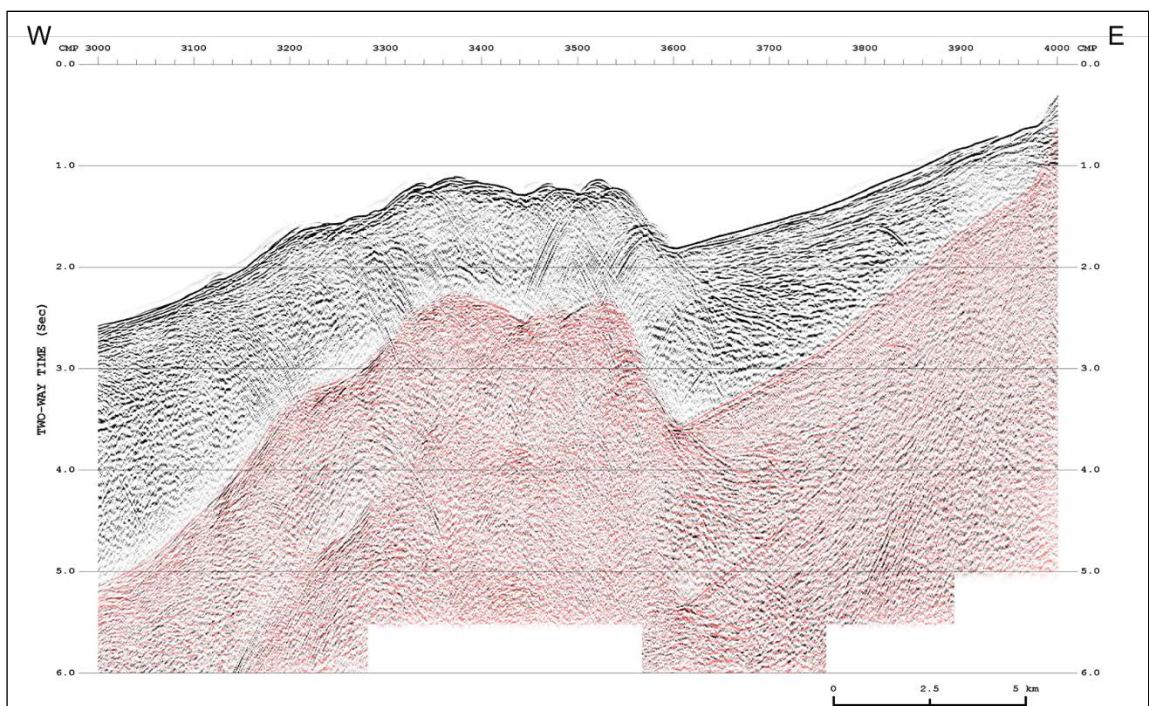


図15 SRME法で予測された多重反射波の重合記録



#### ⑨ RTD (Radial Trace Deconvolution)

短周期多重反射波を抑制するために、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。ここで、一次反射波と多重反射波の走時差およ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 16～図 18 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 16 は RTD 法適用での発震記録の差異を示し、図 17 は重合後で RTD 法適用前後の違いを示している。図 18 は、RTD 法で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 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である。

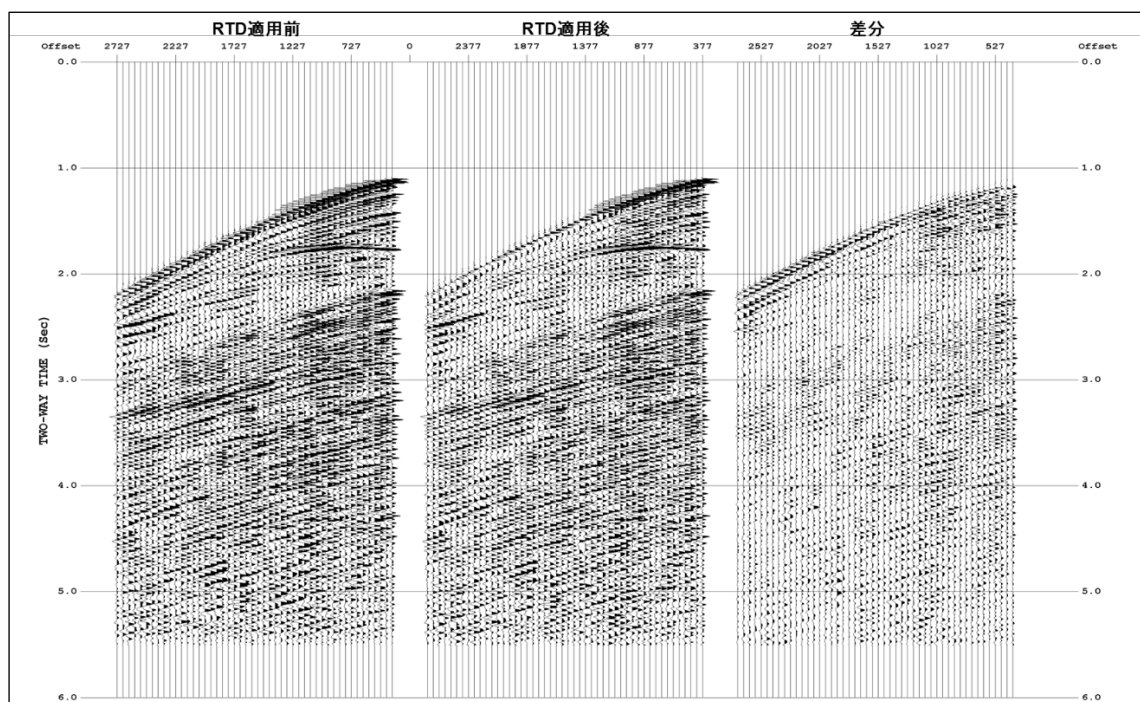


図16 RTD適用前後の比較（発震記録）

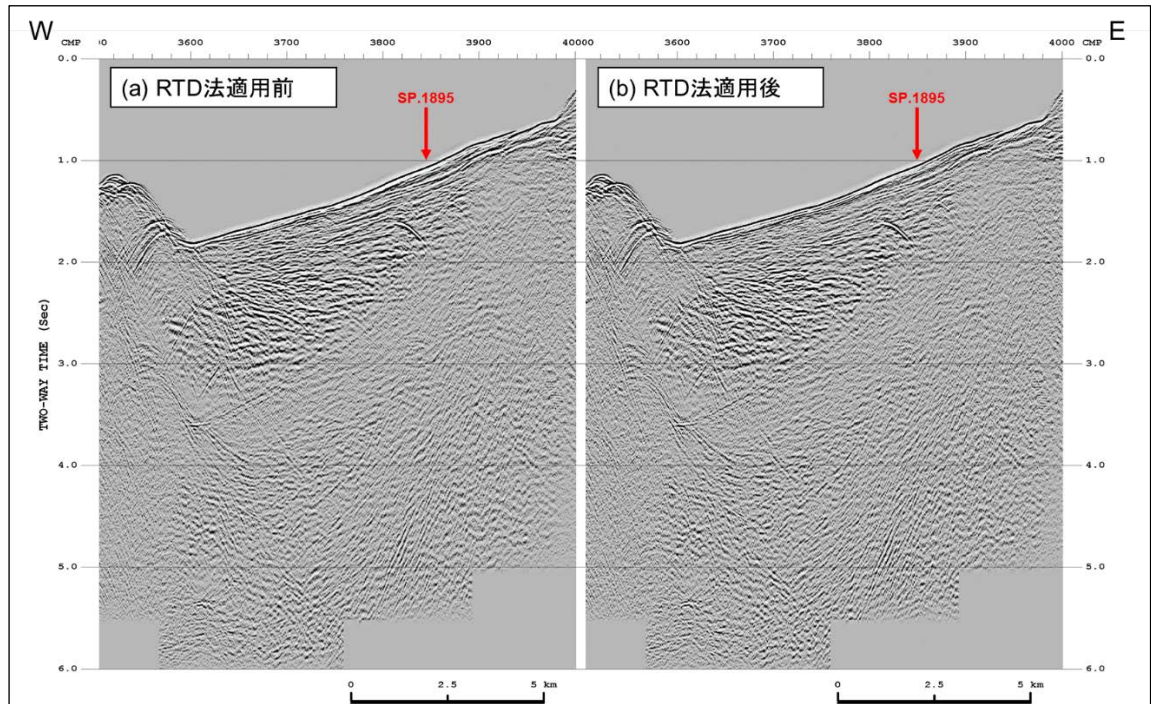


図17 RTD法適用前後の比較（重合記録）

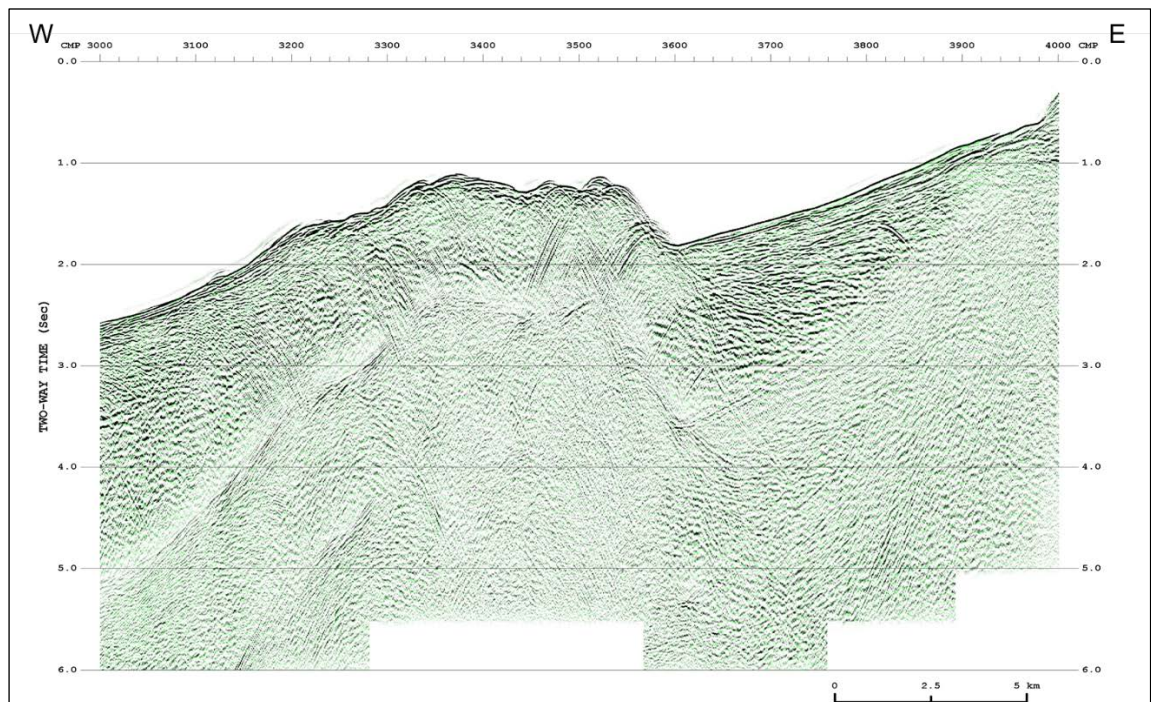


図18 RTD法で予測された多重反射波の重合記録

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。このよう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 600msec 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。

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

ここで、 $F(t)$  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。

本解析では、波形の安定性の向上を目的として、SC デコンボリューション (Surface Consistent Deconvolution) を適用した。この手法では、周波数領域において各トレースのスペクトルについて、全解析対象ウィンドウ内データの平均スペクトルからの差異を発震点、受振点、CMP、オフセットの 4 成分に分解する。その後、各トレースについて、平均スペクトル、発震点成分および受振点成分を用いて、デコンボリューションオペレータを設計し適用した。

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フォーマット変換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。なお、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 程度までで接続結果に問題がなければ、測線接続を行った。表 3 に、接続後の測線情報を示す。

#### ⑮ 速度解析 (Velocity Analysis)

定速度走査法 (Constant Velocity Scan) を用いて、1 km ごと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従って 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)

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、受振点ごとに算出し、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。

図 19 に、残差静補正の適用前後での重合記録（測線の一部）の比較例を示す。この図の測線は、残差静補正処理による変化が最も大きかった測線のひとつであるが、残差静補正処理適用により重合記録に改善は見られなかった。ここで示した測線以外でもテストを実施したが、多少の違いは見られるものの改善は見られなかった。これについては、対象調査では反射波の連続性が高く、残差静補正処理による補正の余地が小さいことに起因すると考えられる。したがって、対象調査において、残差静補正による改善効果は期待できない。過去の業務では残差静補正処理により、海底面のがたつきや反射波の連続性低下が生じるケースも多数見られたことから、残差静補正処理の適用には品質低下の危険性が伴うことも考慮して、本解析では残差静補正は適用しないこととした。

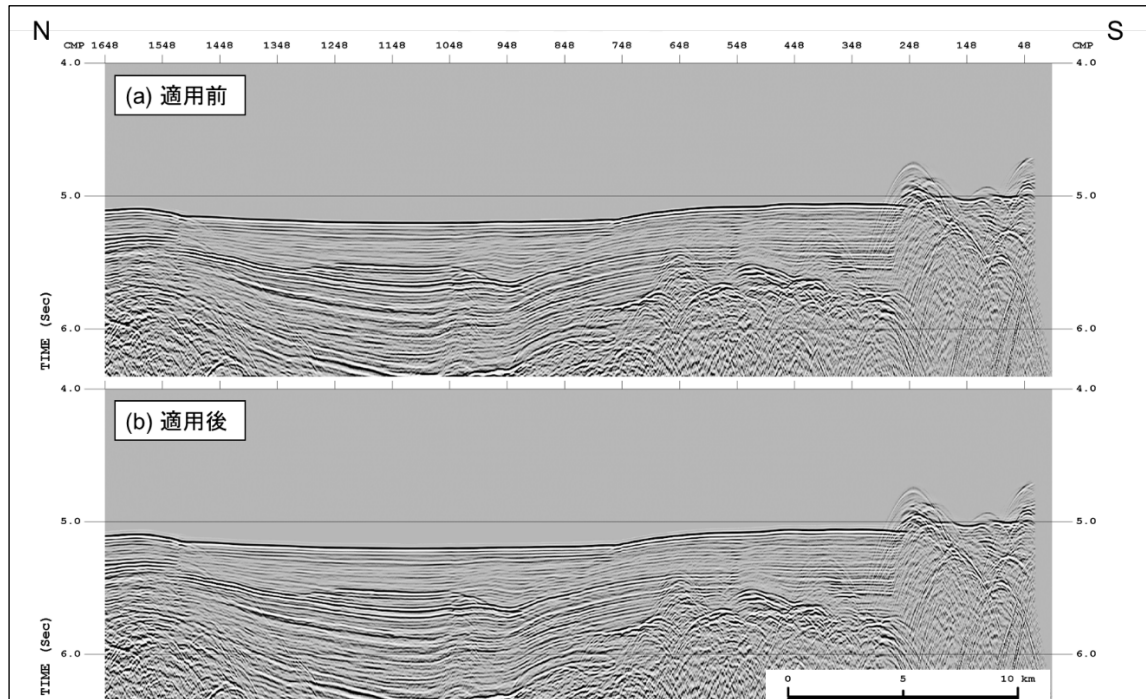


図19 残差静補正適用前後の比較（重合記録）

#### 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、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。ここでは、全測線で適用テストを実施したところ、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（表 4）に限り、PRT 法を適用することとした。

図 20～図 22 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 20 と図 21 はそれぞれ、発振記録と重合記録において PRT 法適用による差異を比較している。図 22 は、PRT 法で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。

なお、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。

#### (\*\*) DMO補正（DMO Correction）

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。したがって、対象調査の受振点間隔は全て 50m であるため、ここでは DMO 補正処理は適用しなかった。

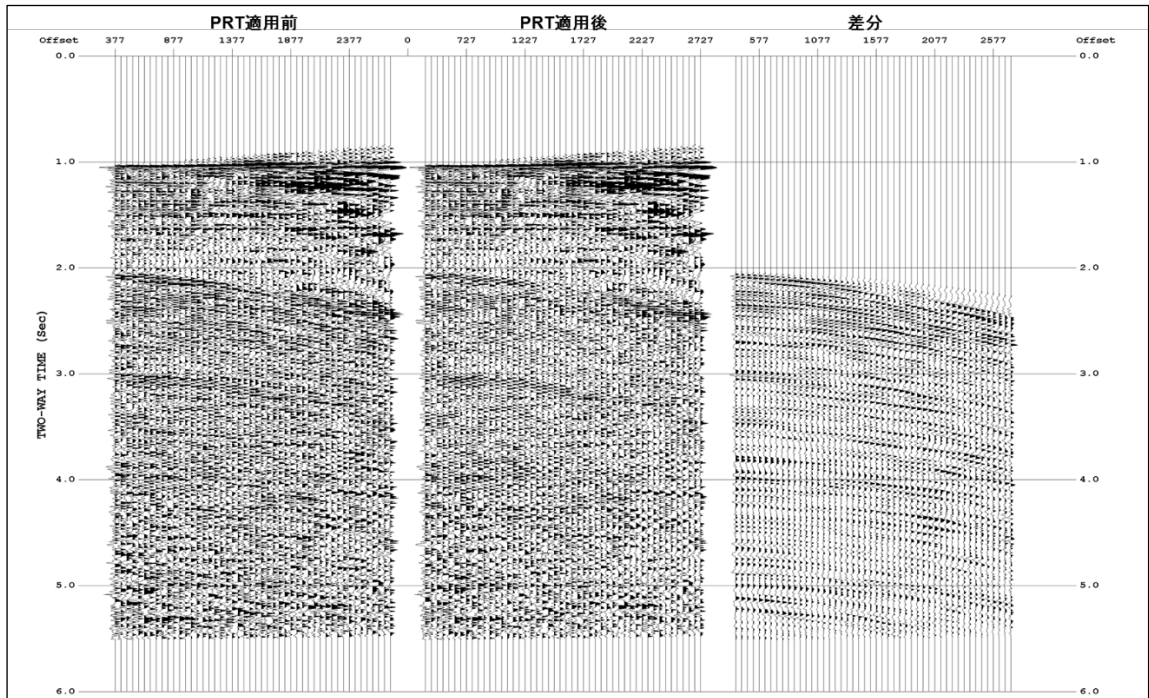


図20 PRT適用前後の比較（発震記録）

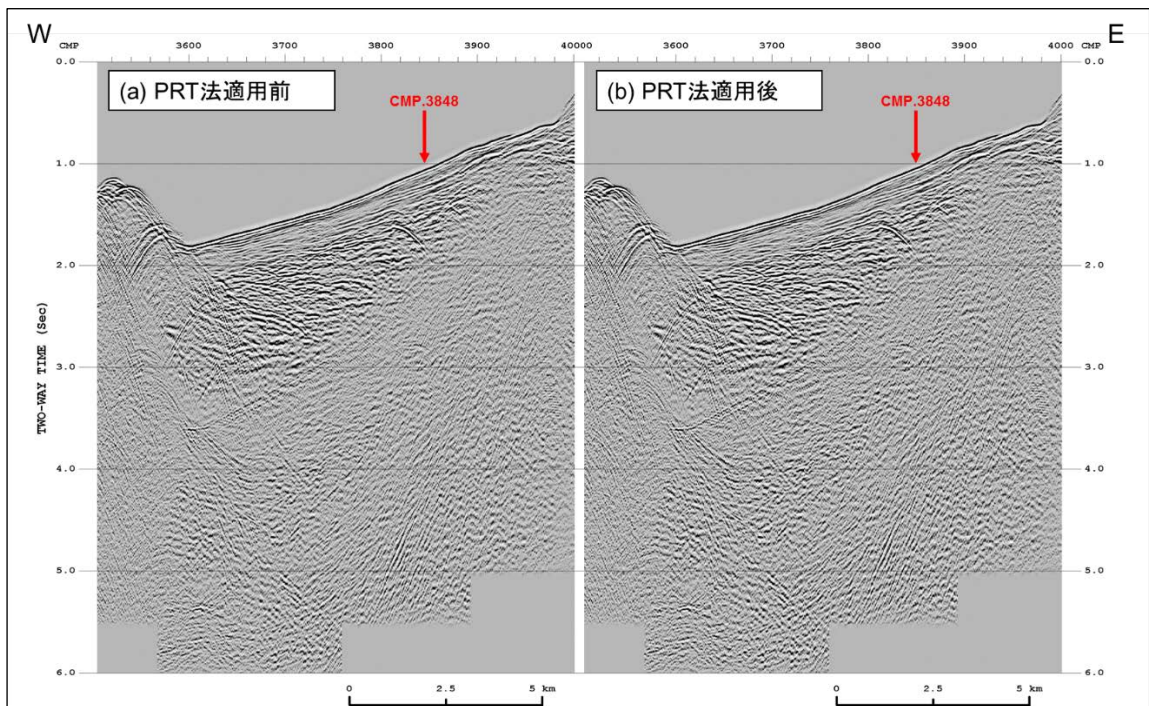


図21 PRT法適用前後の比較（重合記録）



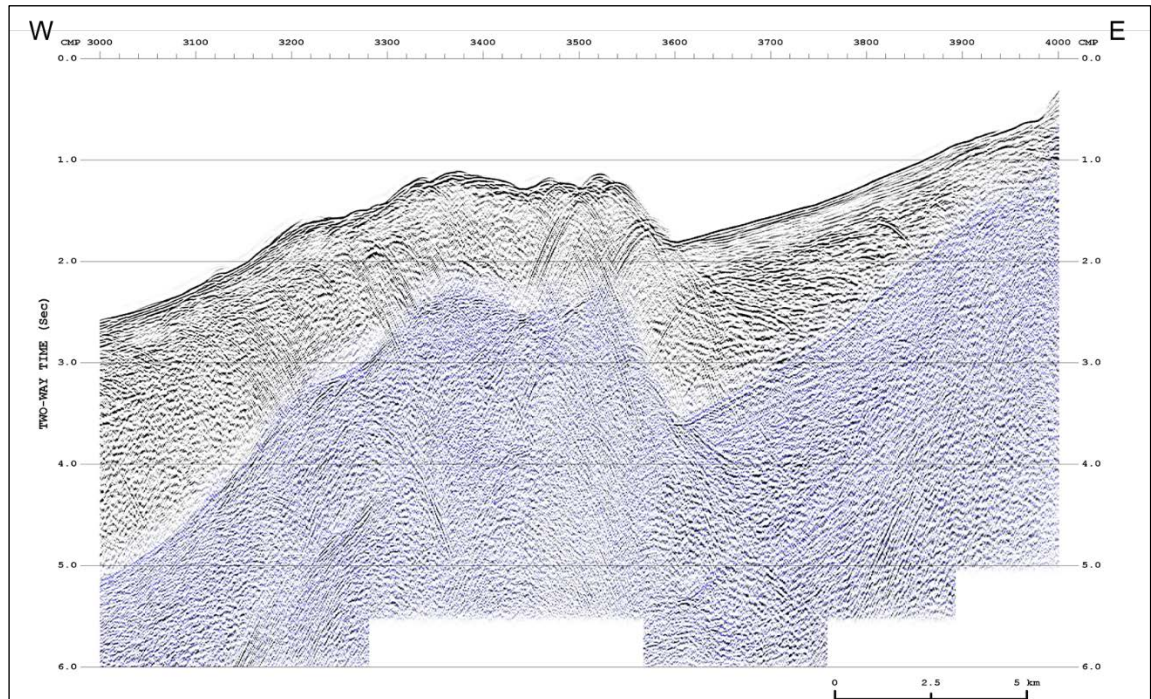


図22 PRT法で予測された多重反射波の重合記録

⑱ アウトサイドミュート (Outside Mute)

NMO 補正に伴う波形の伸長およびファア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および海中の音速速度 (1,500 m/sec) を参照して、基準面補正を行った。

㉒ 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 比を向上させる F-X 予測フィルターを適用した。

㉓ 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。図 23 に周波数成分

解析の例を示す。図中の赤線は、設定した周波数帯域を表す。また、図 24 に帯域通過フィルター適用前後の重合記録の比較を示す。

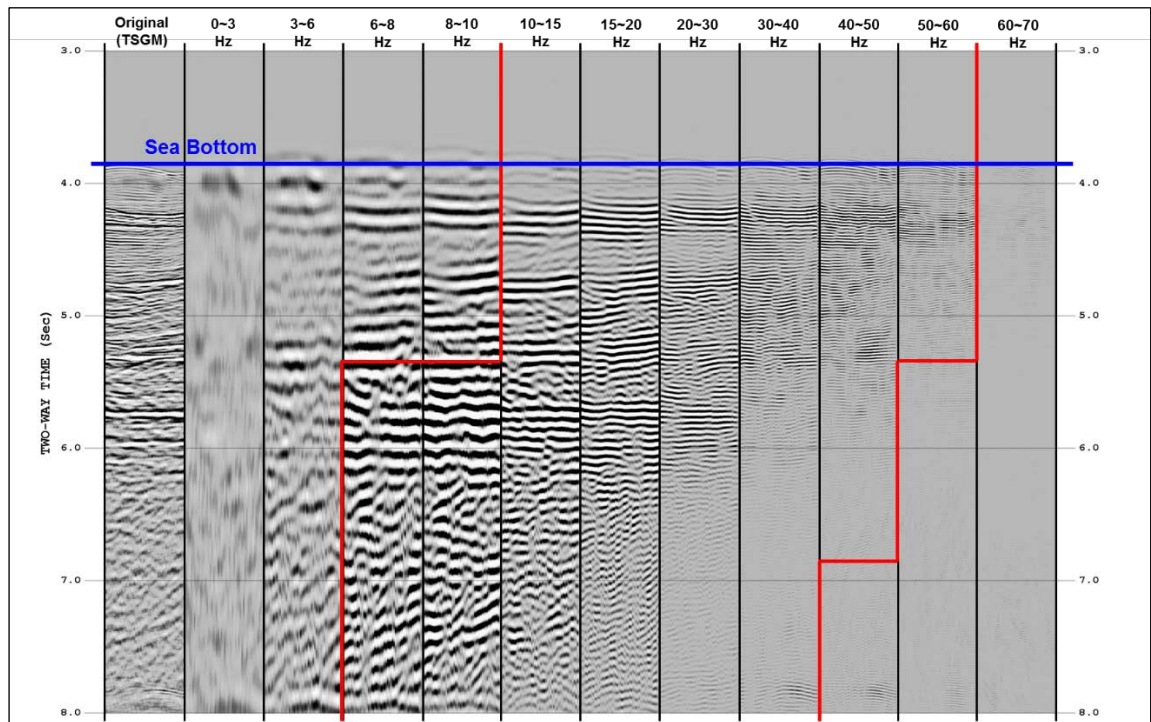


図23 周波数成分解析の例

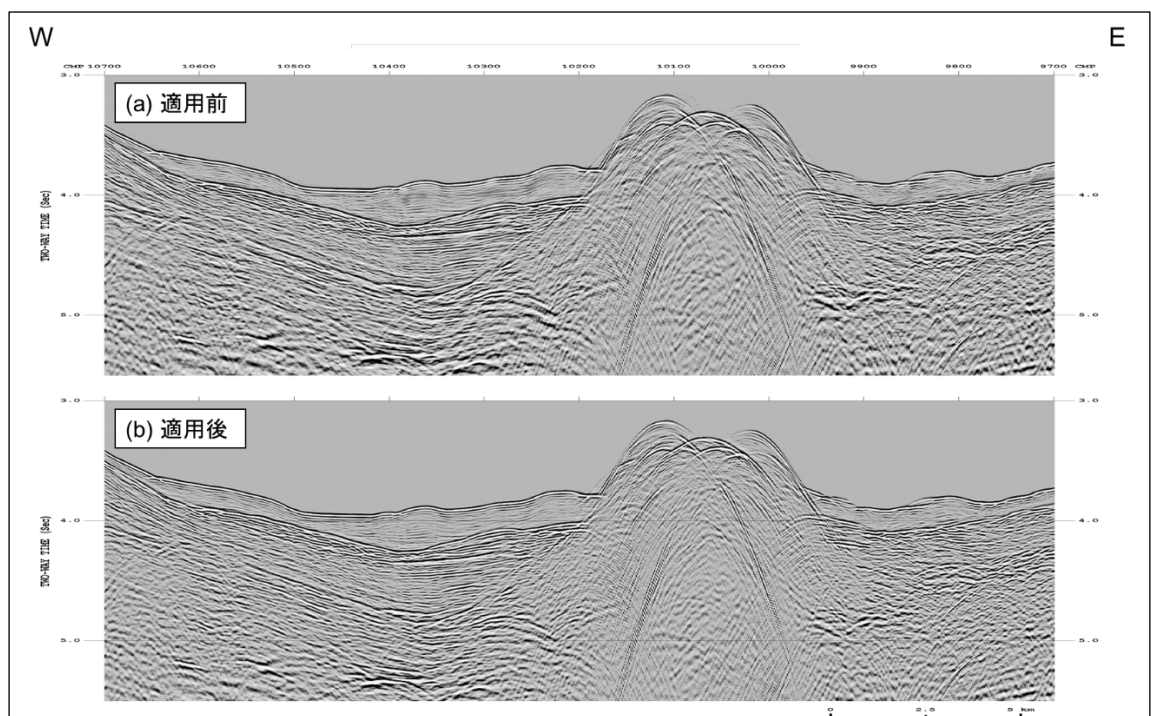


図24 帯域通過フィルター適用前後の比較（重合記録）

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・シグマ・スケールを適用し、重合時間断面図として SEG-Y フォーマット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。ここでは、マイグレーション処理の手法として、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については、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 フォーマット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。ここでは、深度変換速度として、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 フォーマット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 25 に、重合後時間マイグレーション時間断面図の例を図 26 に、重合後時間マイグレーション深度断面図の例を図 27 に示す。

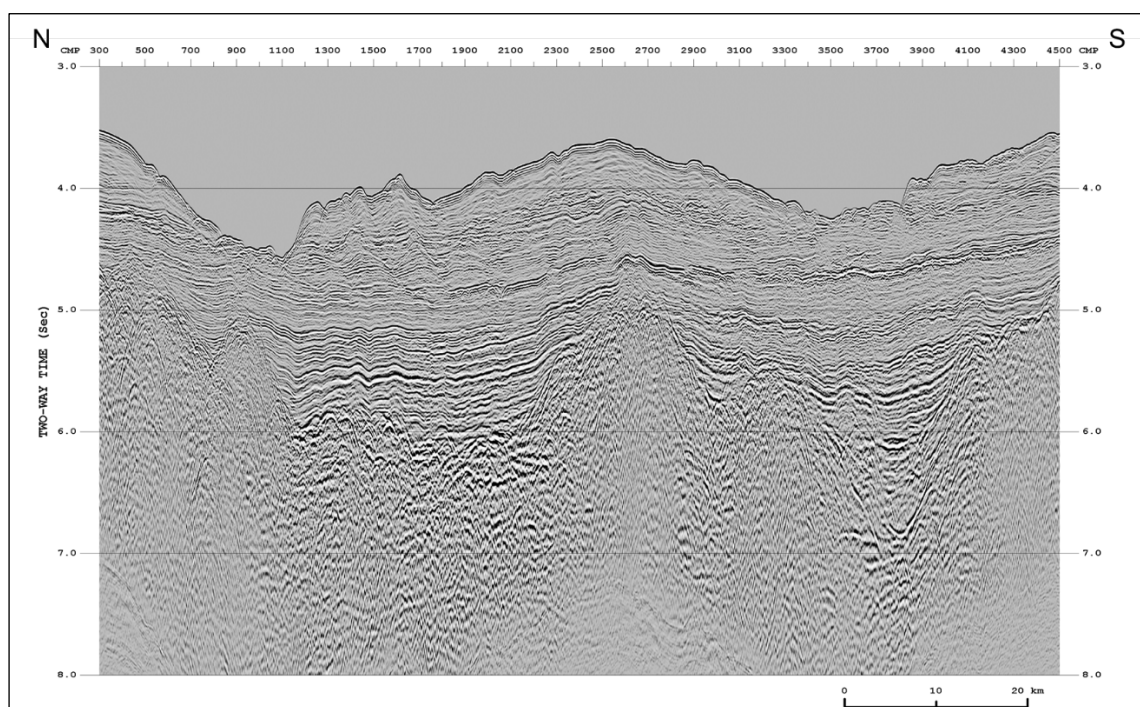


図25 重合時間断面図の例



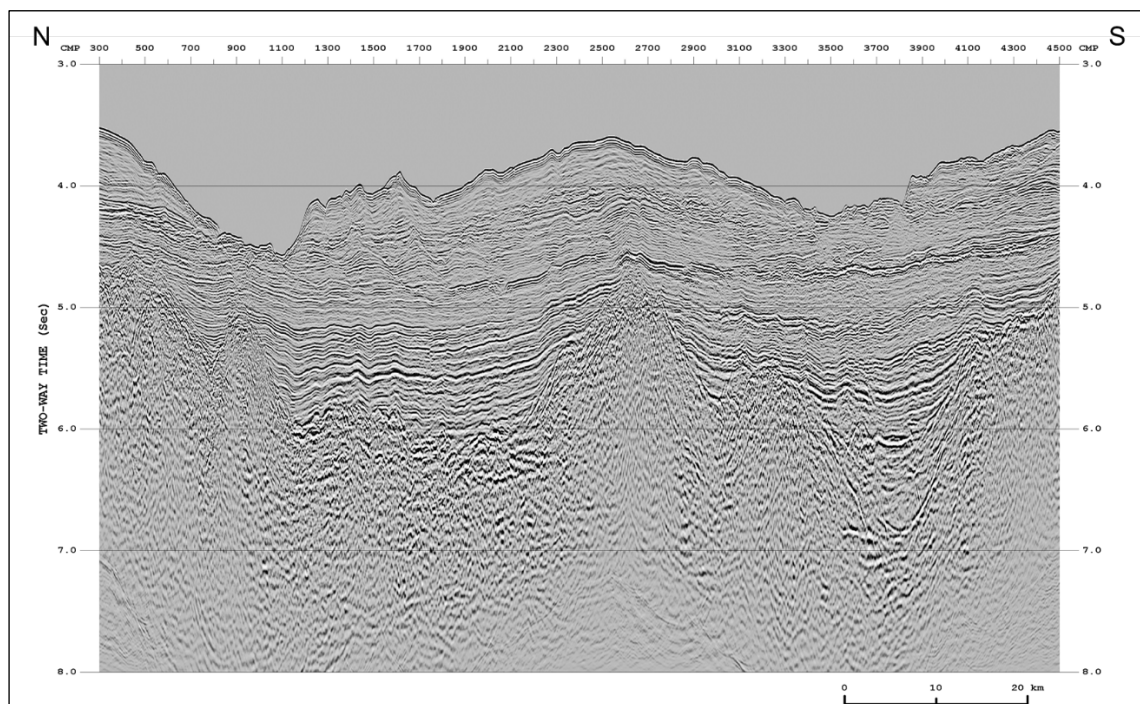


図26 重合後時間マイグレーション時間断面図の例

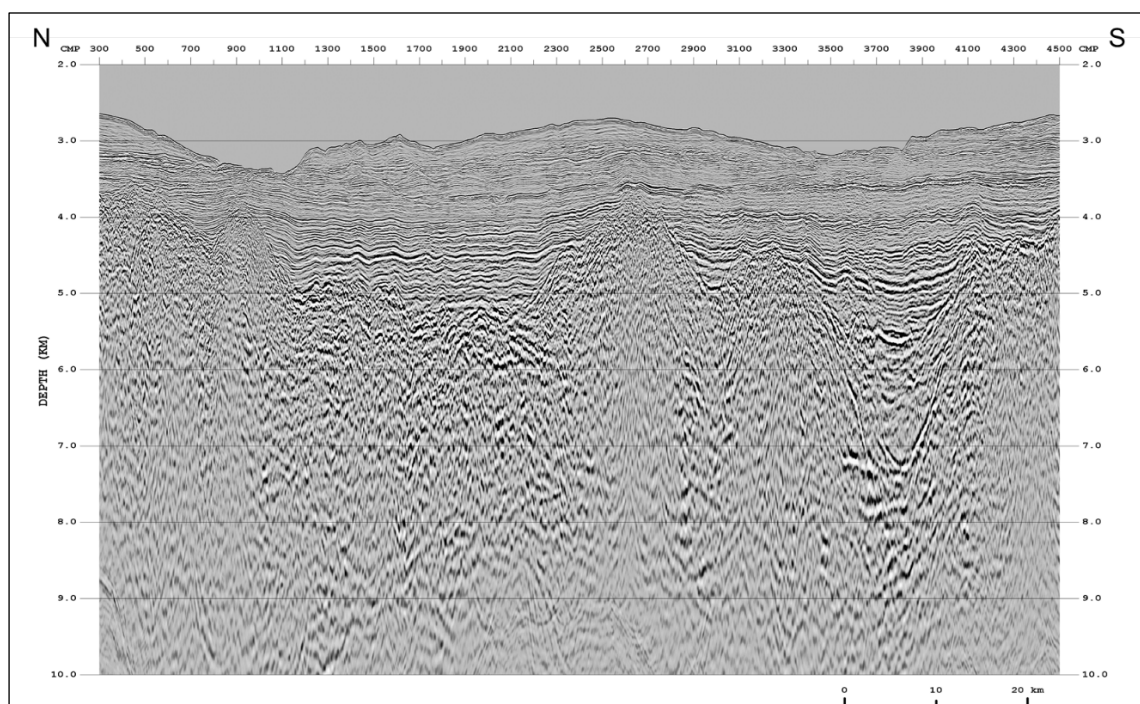


図27 重合後時間マイグレーション深度断面図の例

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。表 6 に、PSTM 解析の処理パラメータの詳細について示す。

表6 PSTM解析の処理パラメータ詳細

|      | Process                   | Parameters               | S54「伊豆七島海域、小笠原諸島海域」<br>IO79-B_m             |
|------|---------------------------|--------------------------|---------------------------------------------|
| 1-17 | same as standard analysis |                          |                                             |
| 18   | PSTM Velocity Analysis    | Step 1                   |                                             |
|      |                           | Method                   | Constant Velocity Scan Method               |
|      |                           | Analysis Interval        | 1000 m                                      |
|      |                           | Step 2                   |                                             |
|      |                           | Method                   | Percentage Velocity PSTM Stack              |
|      |                           | Reference Velocity       | Step1 Velocity                              |
|      |                           | Analysis Interval        | 1000 m                                      |
| 19   | Pre-Stack Time Migration  | Type                     | Common Offset PSTM                          |
|      |                           | Method                   | Kirchhoff                                   |
|      |                           | Offset Interval          | 100 m                                       |
|      |                           | Maximum Angle            | 75 degree                                   |
| 20   | Outside Mute              | Base Time                | Sea Bottom - 100 msec                       |
|      |                           | Start Time               | 1000 msec                                   |
|      |                           | Start Offset             | 1300 m                                      |
|      |                           | Taper Length             | 100 msec                                    |
|      |                           | Sliding Velocity         | 2000 m/sec                                  |
| 21   | Trace Scaling             | Method                   | AGC                                         |
|      |                           | Gate Length              | 600 msec                                    |
| 22   | CIP Stack                 | Method                   | Normal Stack                                |
|      |                           | Divisor Type             | Normalized by Square Root of Number of Fold |
| 23   | Datum Correction          | Datum                    | Mean Sea Level                              |
|      |                           | Time Shift               | 16.67 msec                                  |
| 24   | Signal Enhancement        | Method                   | F-X Prediction Filter                       |
|      |                           | Operator Length          | 7 CMPs                                      |
|      |                           | Gate Length              | 50 CMPs                                     |
|      |                           | Time Gate Length         | 1000 msec                                   |
|      |                           | Time Gate Overlap Length | 500 msec                                    |
| 25   | Band-pass Filter          | Method                   | Time Variant                                |
|      |                           | Operator Length          | 300 msec                                    |
|      |                           | Gate Overlap Length      | 1000 msec                                   |
|      |                           | Base Time                | Sea Bottom                                  |
|      |                           | Pass Band                | 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)              |
| 26   | Trace Scaling             | Method                   | Trace Sigma Scale                           |
| 27   | Depth Conversion          | Method                   | Vertical Stretch                            |

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「⑱速度解析」と同様の手法で速度解析を実施

手順 4 : 求まった速度を用いて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。このことから、ここでは速度の精度向上を図るため、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。ここでは手法として、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 600 msec 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および海中の音速速度（1,500 m/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 比を向上させる 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 フォーマット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 フォーマット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 28 に、重合前時間マイグレーション深度断面図の例を図 29 に示す。

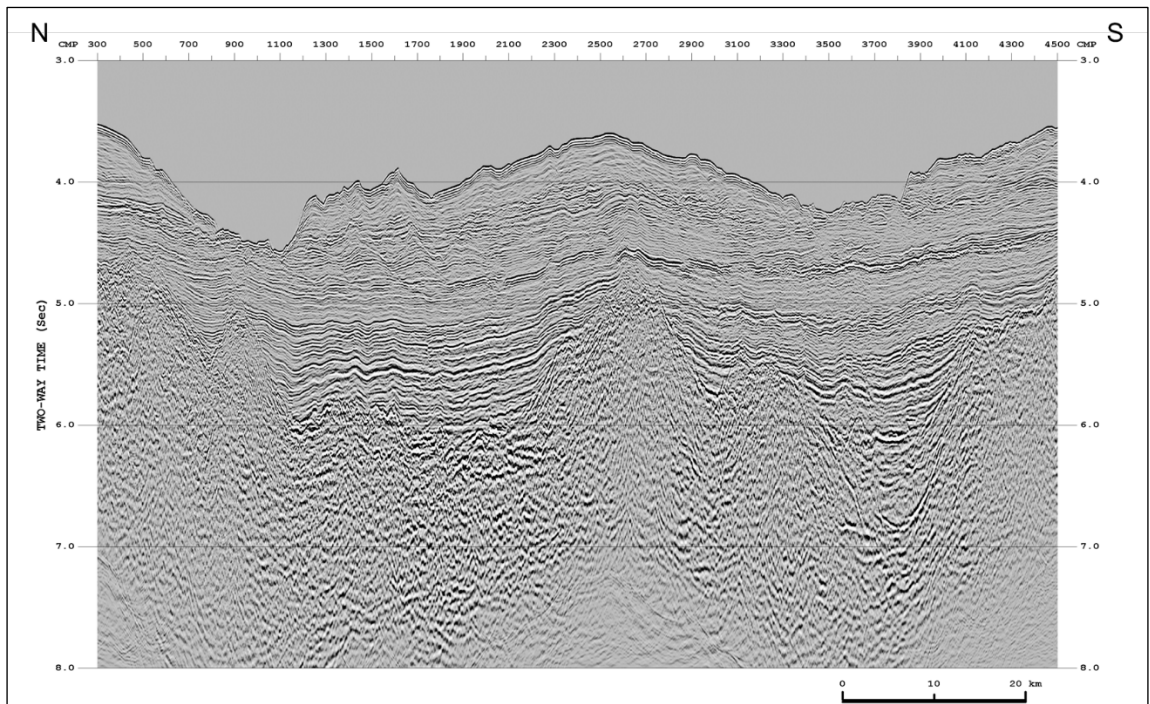


図28 重合前時間マイグレーション時間断面図の例

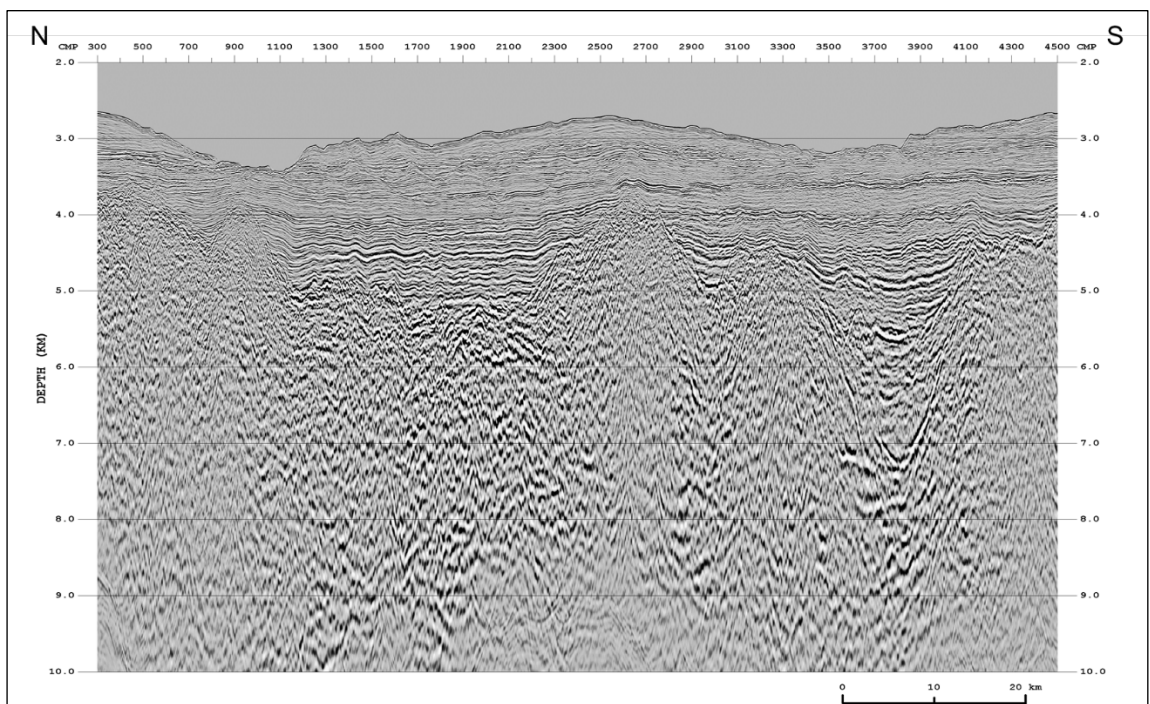


図29 重合前時間マイグレーション深度断面図の例

### 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。表7に、MDRS 解析の処理パラメータの詳細について示す。

表7 MDRS解析の処理パラメータ詳細

|      | Process                   | Parameters                 | S54「伊豆七島海域, 小笠原諸島海域」<br>IO79-B_m |
|------|---------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| 1-17 | same as standard analysis |                            |                                  |
| 18   | Band-pass Filter          | Method                     | Space Time Invariant             |
|      |                           | Operator Length            | 600 msec                         |
|      |                           | Pass Band                  | 6/8 - 120/125 Hz                 |
| 19   | Trace Scaling             | Method                     | AGC                              |
|      |                           | Gate Length                | 600 msec                         |
| 20   | Multi-dip CRS Scan        | Number of CMPs             | 41 CMPs (1000 m)                 |
|      |                           | CMP Offset Limit           |                                  |
|      |                           | Time (msec)                | 0, 8000                          |
|      |                           | Offset (CMPs)              | 7, 41                            |
|      |                           | Surface Velocity           | 1500 m/sec                       |
|      |                           | Number of Dips             | 61                               |
|      |                           | Dip interval               | 24 msec/km                       |
|      |                           | N-Wave Curvature Range     | -0.8 - 1.2                       |
|      |                           | Semblance Window           | 64 msec                          |
|      |                           | Stretch Limit              | 1.4                              |
|      |                           | Guide Velocity             | Stacking Velocity                |
|      |                           | Velocity Guide Scale Range | 75 - 150%                        |
| 21   | MDRS Stack                | Dip Range                  | -400 ~ 400 msec/km               |
|      |                           | No.of Stack Subsection     | 2                                |
| 22   | Datum Correction          | Datum                      | Mean Sea Level                   |
|      |                           | Time Shift                 | 16.67 msec                       |
| 23   | Signal Enhancement        | Method                     | F-X Prediction Filter            |
|      |                           | Operator Length            | 7 CMPs                           |
|      |                           | Gate Length                | 50 CMPs                          |
|      |                           | Time Gate Length           | 1000 msec                        |
|      |                           | Time Gate Overlap Length   | 500 msec                         |
| 24   | Band-pass Filter          | Method                     | Time Variant                     |
|      |                           | Operator Length            | 300 msec                         |
|      |                           | Gate Overlap Length        | 1000 msec                        |
|      |                           | Base Time                  | Sea Bottom                       |
|      |                           | Pass Band                  | 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)   |
| 25   | Post-Stack Time Migration | Method                     | T-X FD Migration                 |
|      |                           | Approximation Angle        | 45 degree                        |
|      |                           | Extrapolation Step         | 4 msec                           |
|      |                           | Velocity Type              | Stacking Velocity                |
|      |                           | Velocity Scaling Factor    | 90 %                             |
| 26   | Depth Conversion          | Method                     | Vertical Stretch                 |

### ⑱ 帯域通過フィルター (Bandpass Filter)

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。しかしながら、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。以下にその手順を述べる。

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 : 求まった 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、重合結果および関連する各アトリビュートに対してサンプルごと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。

## ㉒ 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および海中の音速速度 (1,500 m/sec) を参照して、基準面補正を行った。

## ㉓ 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 比を向上させる F-X 予測フィルターを適用した。

②④ 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「②③帯域通過フィルター」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 フォーマット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)

i)標準解析の②⑤重合後時間マイグレーションと同様の手法で、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 フォーマットファイルに出力した。

②⑥ 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、MDRS 重合時間マイグレーション深度断面図として SEG-Y フォーマット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 30 に、MDRS 重合時間マイグレーション時間断面図の例を図 31 に、MDRS 重合時間マイグレーション深度断面図の例を図 32 に示す。

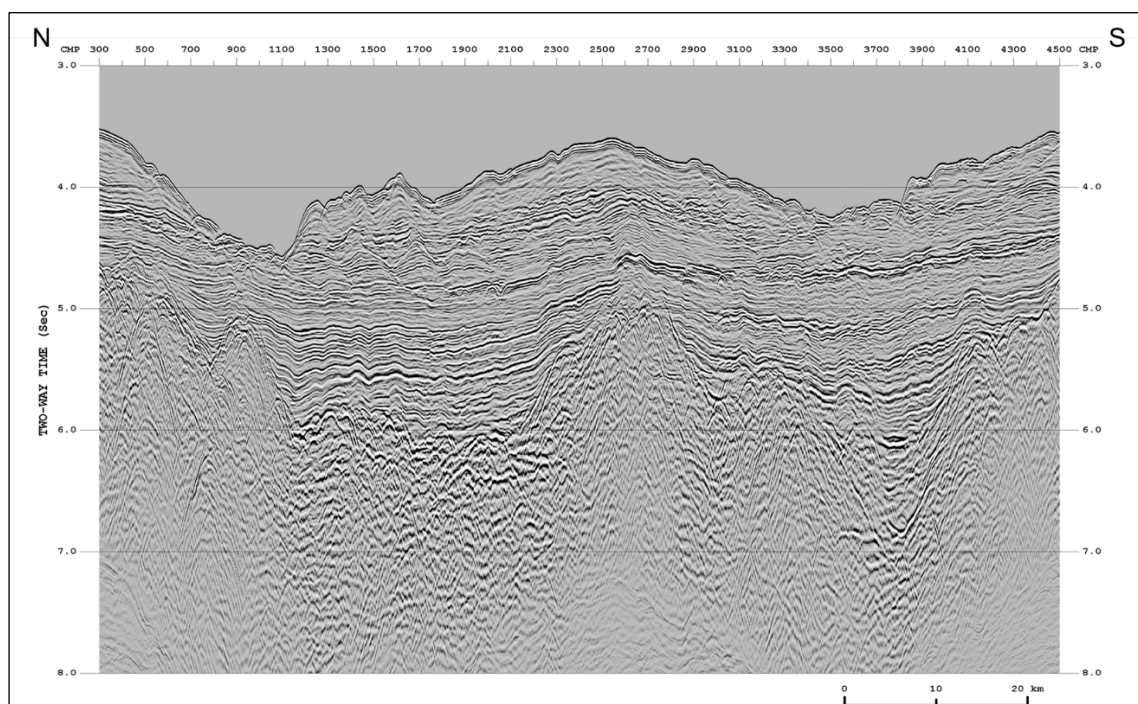


図30 MDRS重合時間断面図の例



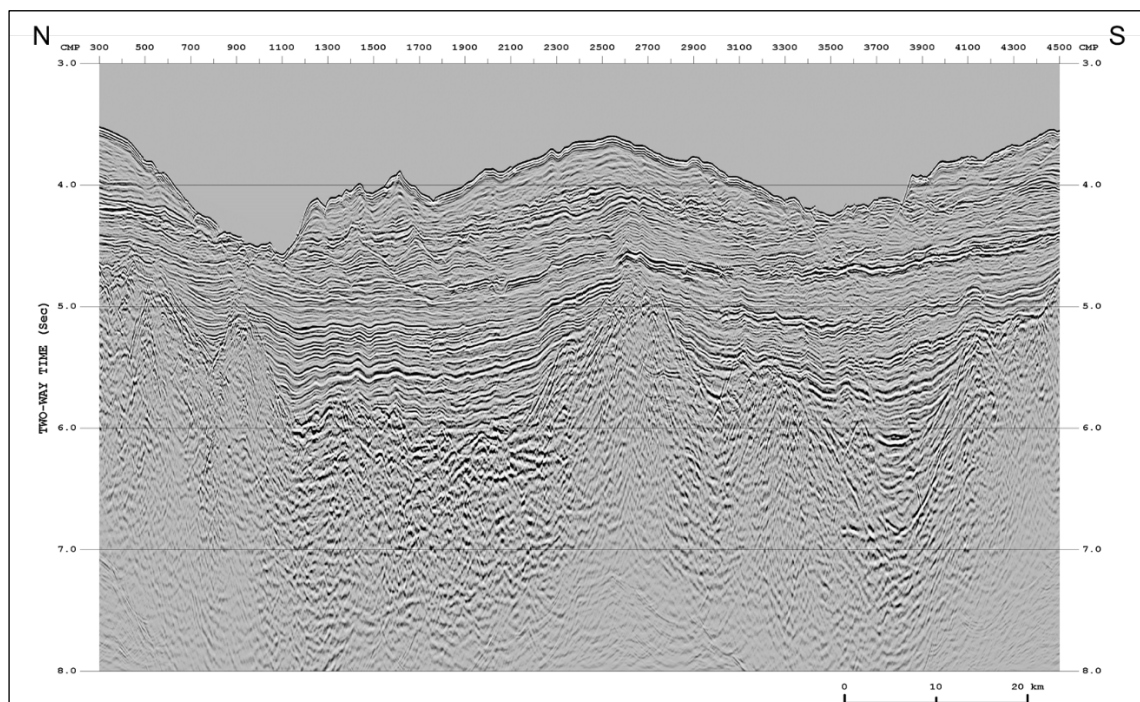


図31 MDRS重合時間マイグレーション時間断面図の例

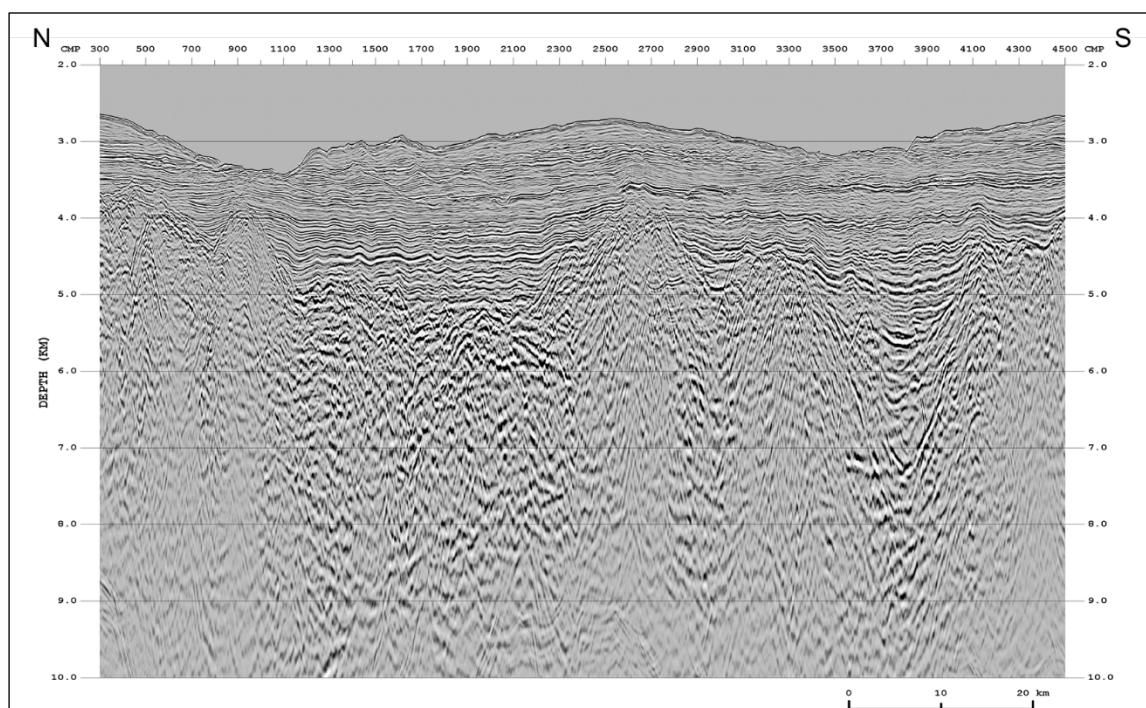


図32 MDRS重合時間マイグレーション深度断面図の例

#### 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。本処理の対象測線は、再処理対象測線のうち、データ欠損が大きくデータ再処理結果の重合記録上にデータ欠損が見られた測線（表 3）と、JAPEX から提供された既存結果のベクトル化対象測線（図 1）である。なお、再処理対象測線のうちベクトル化処理対象測線については、データ欠損範囲が限定的だったため、データ再処理も併せて実施した。表 8 に、ベクトル化の処理パラメータの詳細について示す。

表8 ベクトル化の処理パラメータ詳細

|   | Process                   | Parameters               | S51小笠原沖76、S56七島沖81、S57七島沖82                 | S54「伊豆七島海域、小笠原諸島海域」  |
|---|---------------------------|--------------------------|---------------------------------------------|----------------------|
| 1 | Scan and Vectorizing      | Scan Target              | Film Section                                | Paper Section        |
| 2 | Signal Enhancement        | F-X Prediction Filter    |                                             |                      |
|   |                           | Operator Length          | 7 CMPs                                      | 11 CMPs              |
|   |                           | Gate Length              | 49 CMPs                                     | 70 CMPs              |
|   |                           | Time Gate Length         | 1000 msec                                   | 1000 msec            |
|   |                           | Time Gate Overlap Length | 500 msec                                    | 500 msec             |
| 3 | Phase Compensation        | Type                     | Zero Phase                                  |                      |
|   |                           | Wavelet                  | Use Avaraged Sea Bottom Reflection          |                      |
|   |                           | Polarity                 | Sea Bottom Reflector is positive            |                      |
| 4 | Zero Offset Demultiple    | Method                   | Static Shift (Use Seafloor Reflection Time) |                      |
|   |                           | Filter Length            | 400 msec                                    |                      |
| 5 | Band-pass Filter          | Method                   |                                             | Space Time Invariant |
|   |                           | Operator Length          |                                             | 500 msec             |
|   |                           | Pass Band                |                                             | 8/10 - 45/50 Hz      |
| 6 | Post-Stack Time Migration | Method                   | T-X FD Migration                            |                      |
|   |                           | Approximation Angle      | 45 degree                                   |                      |
|   |                           | Extrapolation Step       | 4 msec                                      |                      |
|   |                           | Velocity Type            | Stacking Velocity (Reprocessing)            |                      |
|   |                           | Velocity Scaling Factor  | 90 %                                        |                      |
| 7 | Depth Conversion          | Method                   | Vertical Stretch                            |                      |

#### 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 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。さらに、ベクトル化されたトレースデータに対して、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 比を向上させる 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、本再処理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、既存図面をデジタル化する処理であるため、既存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、再処理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処理を実施した

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、本再処理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、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。データの極性については、海底面反射波が正のピークとなるように設定した。

図 33 にウェーブレット抽出までの過程を、図 34 に位相補償適用前後の比較を示す。図 34 内の赤線は、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。ここで、位相の確認のため、図 35 と図 36 にそれぞれ、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を示す。図 35 と図 36 は、ベクトル化処理結果と再処理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。これらの図から、位相補償適用により、再処理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。

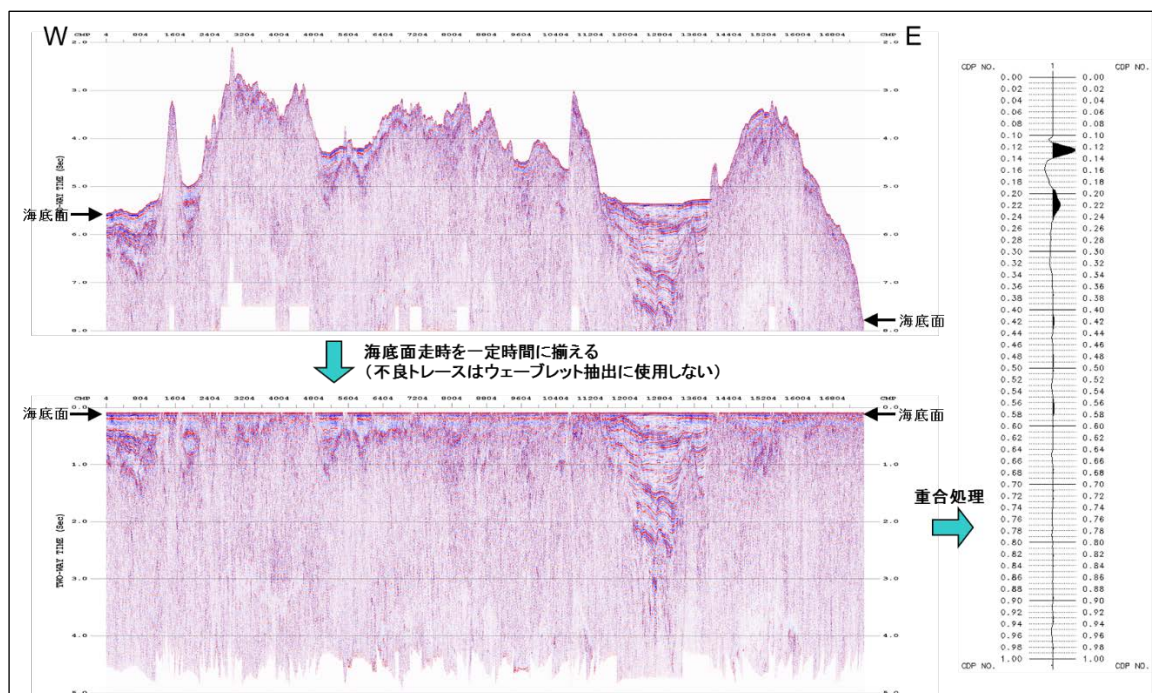


図33 ベクトル化記録から抽出したウェーブレットの例



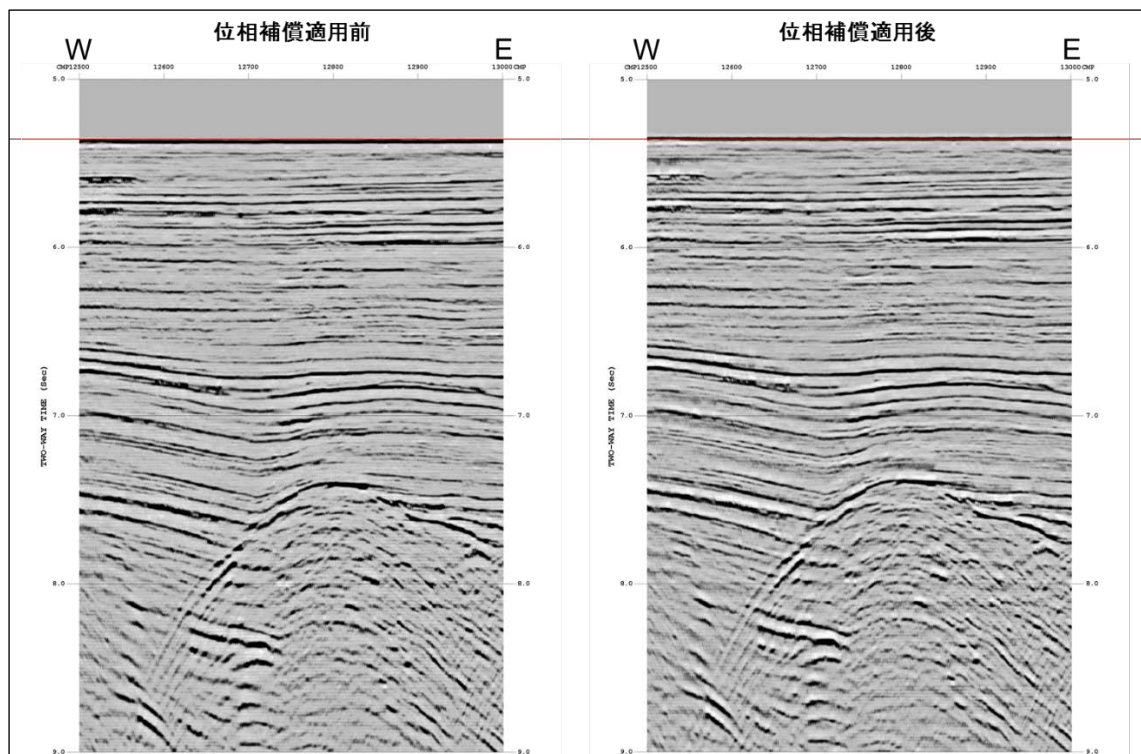


図34 位相補償適用前後の比較

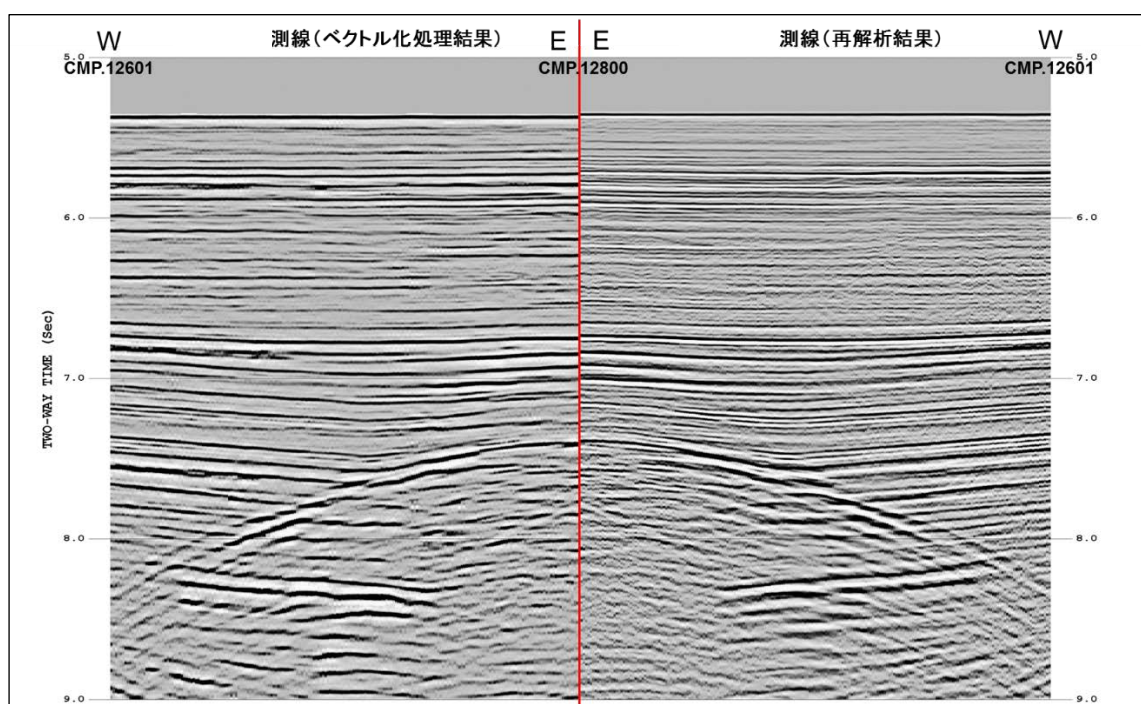


図35 再処理結果との比較（位相補償適用前）

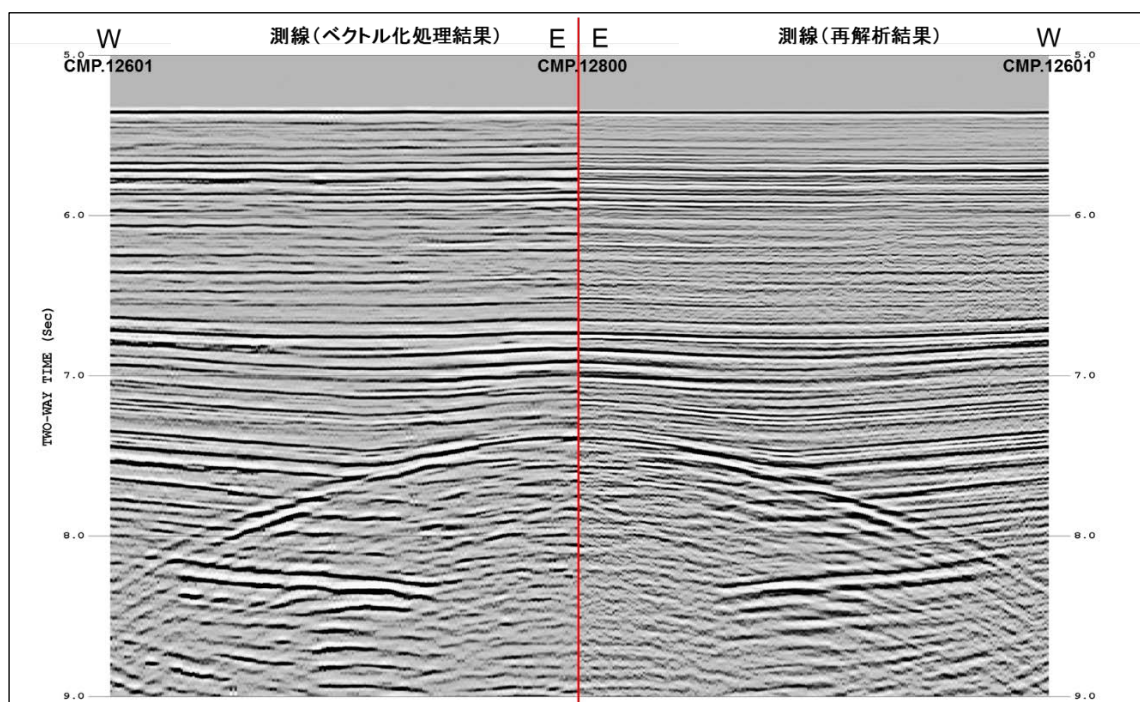


図36 再処理結果との比較（位相補償適用後）

#### ④ 重合後多重反射波抑制処理（Zero Offset Demultiple）

ベクトル化処理は、既存図面をデジタル化する処理であり既存結果がそのまま再現されるため、既存断面図上の多重反射波もそのまま再現される。ここでは、海底面に起因する多重反射波が顕著な測線に対して、重合後多重反射波抑制処理を適用した。

重合後多重反射波抑制処理は、重合断面図における多重反射波の周期性に基づいて、多重反射波を予測し抑制する。ここでは、海底面の読み取り走時を用いて時間シフトを行うことで、多重反射波を予測した。

図 37 に、重合後多重反射波抑制処理の適用結果の例を示す。図中の赤矢印は多重反射波の位置を示しているが、本手法により多重反射波がほぼ抑制されたことが分かる。

#### ⑤ 帯域通過フィルター（Bandpass Filter）

一部の調査において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 フォーマットファイルに出力した。



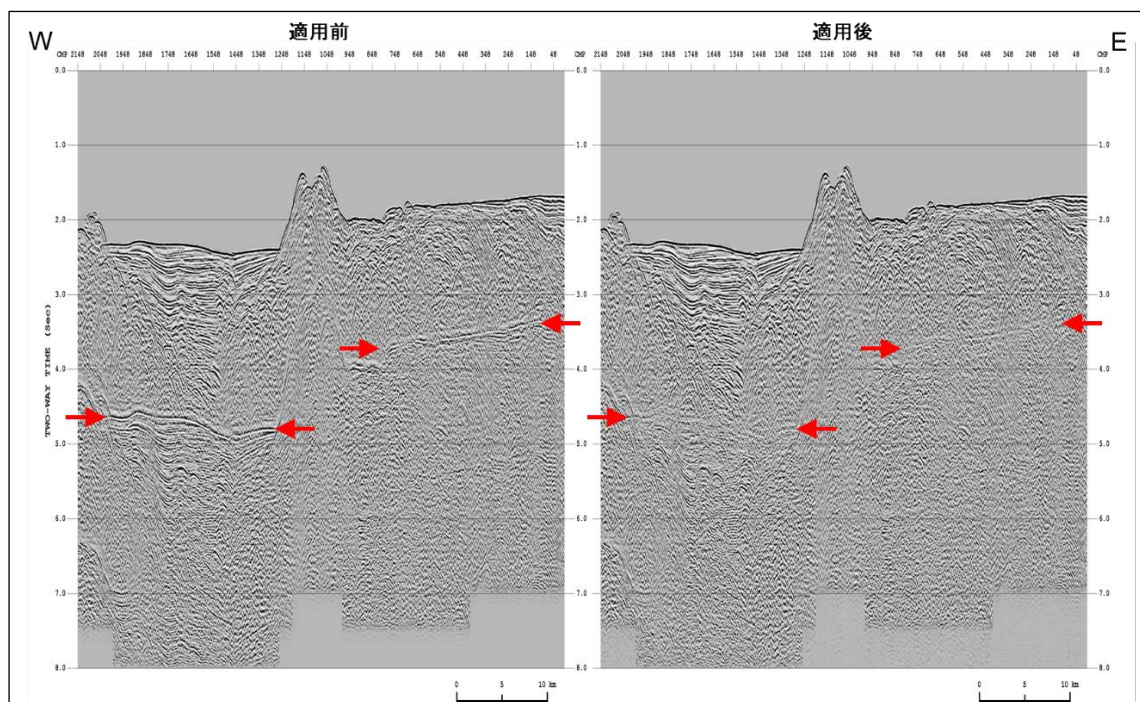


図37 重合後多重反射波抑制処理の適用前後の比較（重合記録）

#### ⑥ 重合後時間マイグレーション（Post-Stack Time Migration）

「i）標準解析」の「㊦重合後時間マイグレーション」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については、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。JOGMEC から提供された基礎物理探査データでは、対象測線で再処理を実施しているため、再処理で求めた重合速度を採用した。一方 JAPEX から提供された既存結果では、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 フォーマットファイルに出力した。

#### ⑦ 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。深度変換速度については、「⑥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 フォーマット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 38 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 39 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 40 に示す。



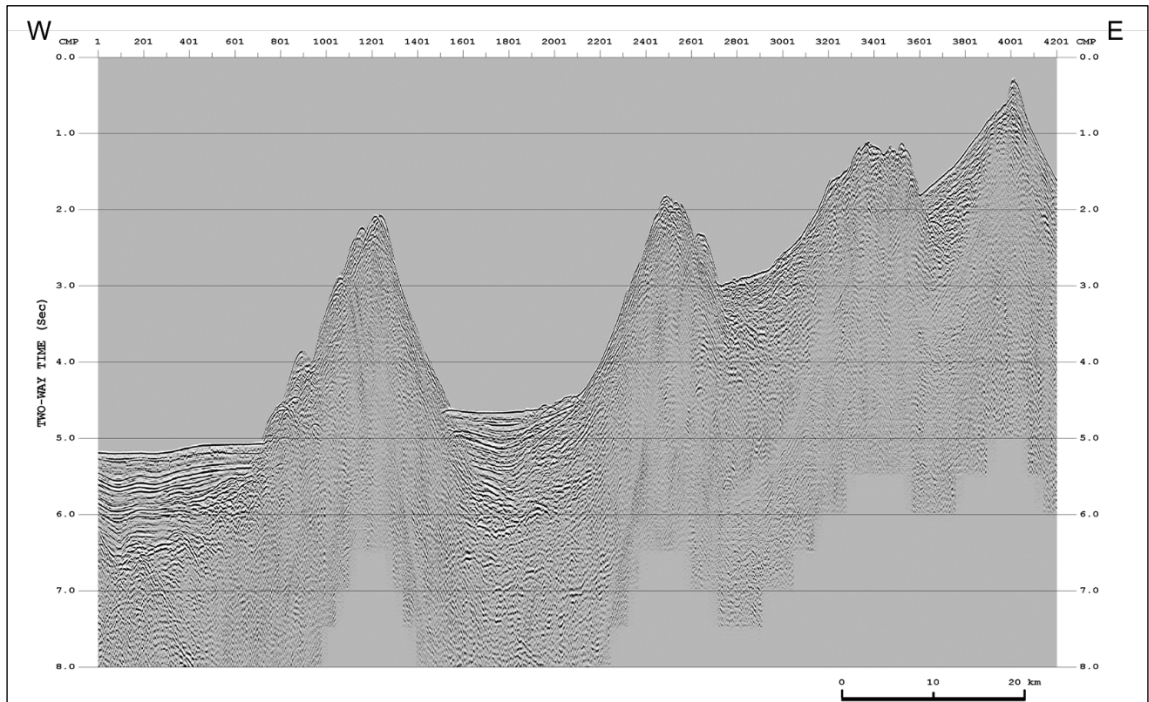


図38 ベクトル化処理の重合時間断面図の例

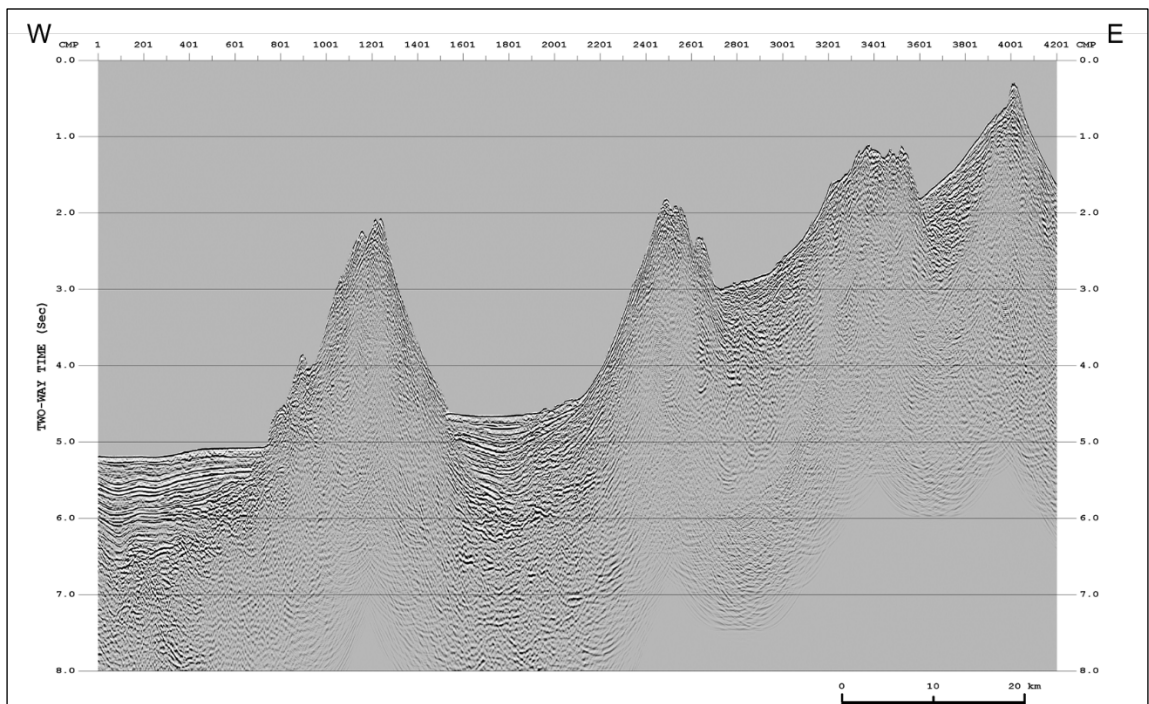


図39 ベクトル化処理の重合後時間マイグレーション時間断面図の例

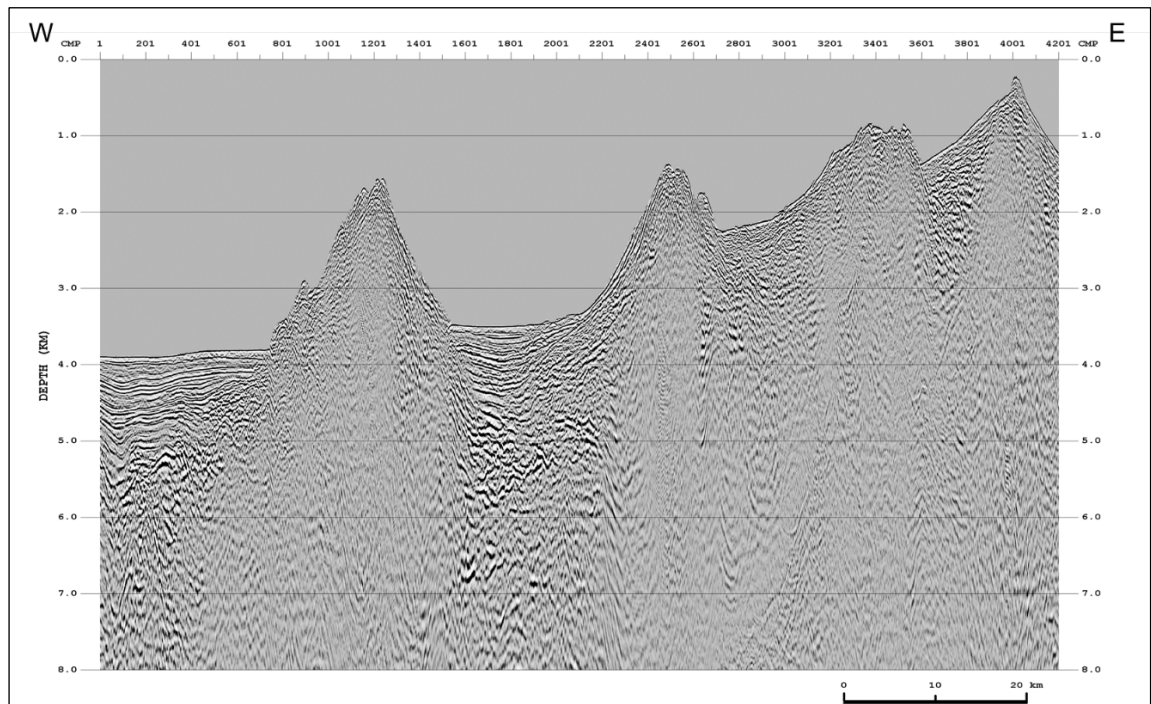


図40 ベクトル化処理の重合後時間マイグレーション深度断面図の例

#### d) SCSデータの再処理

本作業は、AIST より借用した SCS データについて再処理を行い、断層や地質構造の解釈に使用する際の利便性を向上させることが目的である。

伊豆・小笠原海域の AIST の SCS データは、10 調査・473 測線で総測線長は約 62,000 km にもおよぶ。これらのうち、1 調査については既に海底面よりも上部のミュートが行われており再処理の必要は無かったが、残りの 9 調査の 413 測線・測線長約 54,300 km について再処理を実施した。なお、測線長については、測線数ごとの発振点数から換算した。また、今回対象とした調査の発振点間隔は距離ではなく、一定時間である（発振が一定時間間隔ごとに行われている）ため、再処理の際、発振点間隔は 25m とした。

今回処理した SCS データの仕様は、以下のとおりである。

- ・ 受振点数 : 1
- ・ 発振点間隔 : 25 m
- ・ 総発振点数 : 2,480,304
- ・ 総測線長 : 約 62,000 km
- ・ サンプル間隔 : 2 msec

今回使用した測線の中には、位置情報が水深情報（後述 118 ページ記載の水深データリスト参照）と合わない部分があり、そのような測線については、再処理は行ったが解釈には使用しないこととした。

本作業では Landmark 社製 SeisSpace を使用し、フォーマット変換、トレースエディット、帯域通過フィルター、F-X 予測フィルター、振幅補償およびミュートを実施した。図 41 に処理フローを示す。

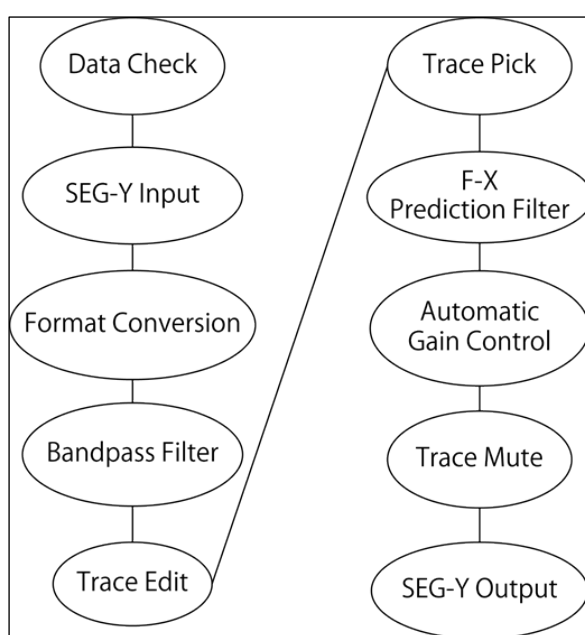


図41 AISTのSCSデータに対する処理フロー

① データチェックおよびフォーマット変換

既存データのチェックを行い、調査ごとにノイズやデータの欠損などを確認した。確認後、SeisSpace で使用できる形式にフォーマット変換を行った。

② トレースエディット

データ欠損のあるチャンネルを除去して、以降の処理に影響が出ないようにした。また、海底面のデータテーブルの作成を行い、この後のミュート処理で使用するミュートテーブルを作成した。

③ 帯域通過フィルター

今回処理した調査の中には全体的に低周波のノイズがのった測線があり、これらについては帯域通過フィルターを用いて、ノイズの除去を行った。ここでは、5 Hz 以下の低周波部分についてフィルターをかけて除去したが、一部の調査測線については除去し切れなかったため、より高周波成分の 8 ～10Hz 以下についてもフィルターを適用した。なお、事前に周波数解析を行い、本処理が反射波に影響の無いことを確認している。

④ F-X予測フィルター

本処理は水平方向の位相の連続性を改善するフィルターであり、ランダムノイズの抑制のために適用した。

⑤ 振幅補償

減衰した振幅を補償し、データの振幅の一様性を回復するため、ゲート長 800 msec の自動振幅補正（AGC）を適用した。

⑥ ミュート

解釈に使用する際に、海底面より上位にノイズがあると見づらく解釈効率に影響するため、海底面より上位部分をミュートした。本処理により、断層解釈、海底面や地質ホライズンなどの追跡が容易となる。

以上の解析手順に従って作成した時間断面図の例を図 42～図 45 に示す。

伊豆・小笠原海域において網羅的に存在する AIST の SCS データは、JOGMEC や JAMSTEC などの MCS データと比べて、断面深部の反射波は不明瞭となるものの測線数が大変多くかつ測線密度も高いため、断層の空間的分布の解析（断層追跡）には不可欠である。また、断面の浅部においては明瞭な反射波が認められるため、海底面付近の地層のずれの確認に有用である。上記のフロー（図 41）に従って処理した結果、堆積層内の変形や層序を解釈しやすい断面を得ることができた。

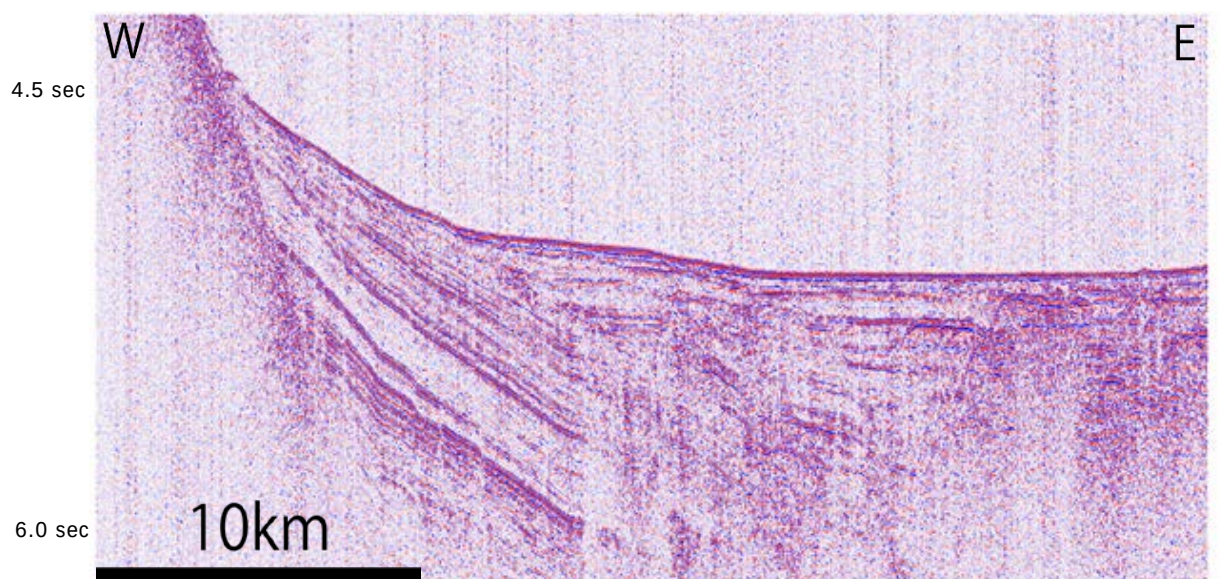


図 42 AIST の SCS 時間断面図の例（処理前）

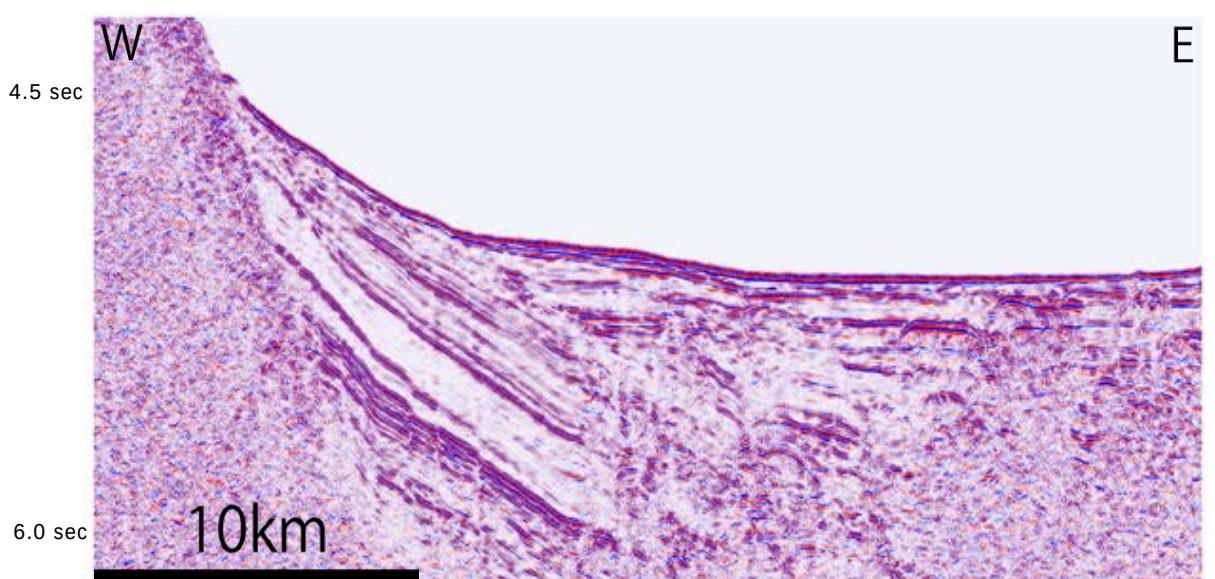


図 43 AIST の SCS 時間断面図の例（処理後）



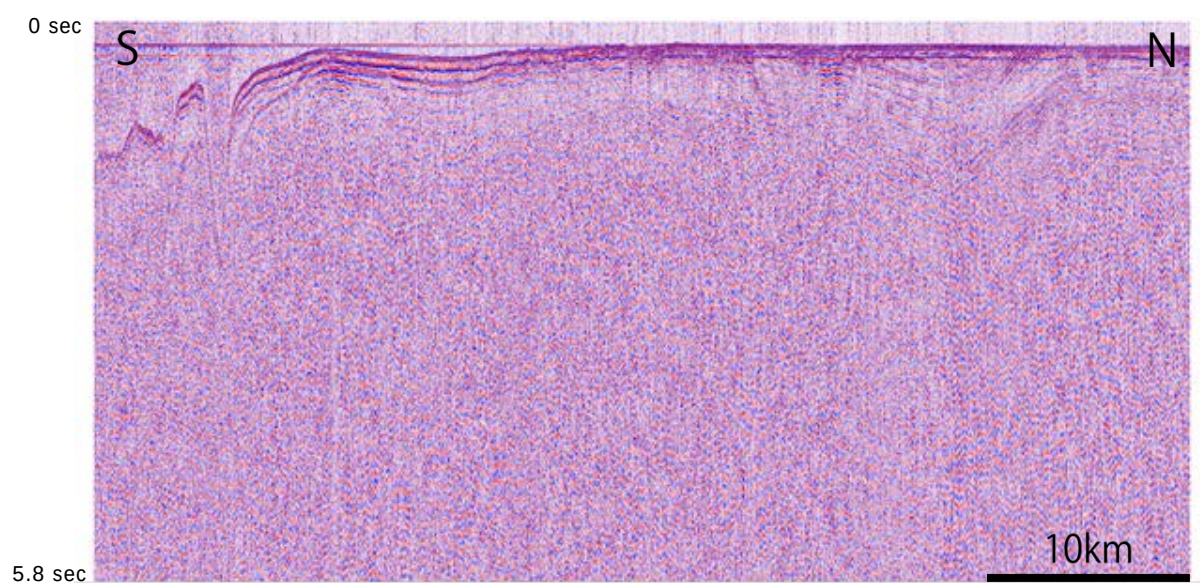


図 44 AIST の SCS 時間断面図の例（処理前）

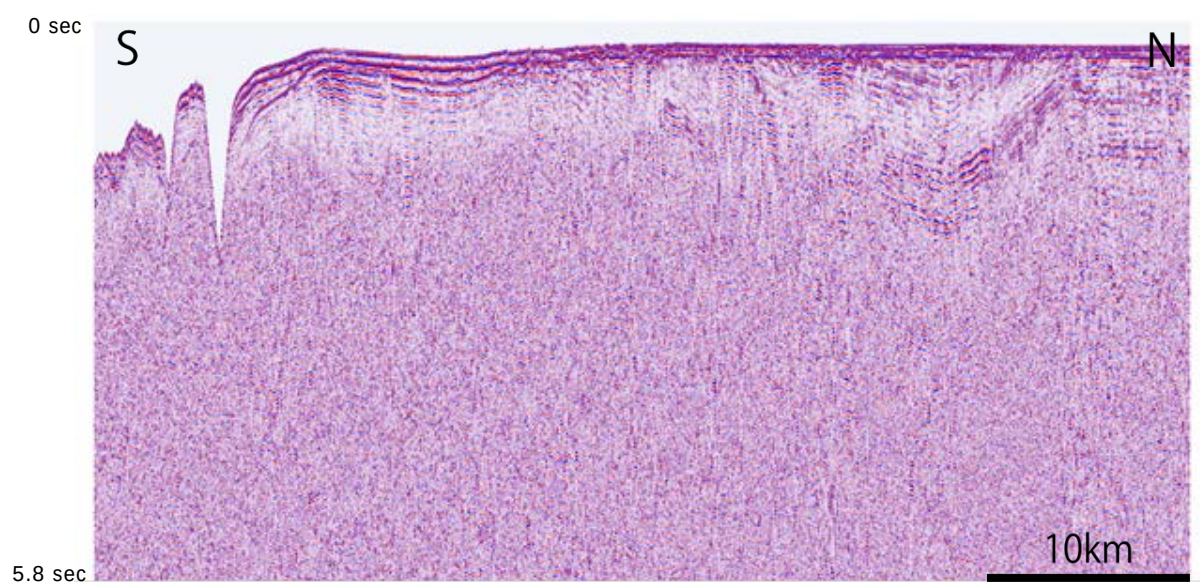


図 45 AIST の SCS 時間断面図の例（処理後）

## 2) 三次元速度構造モデルの作成

様々な機関で取得された反射法データについて、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ことが必要である。速度構造モデルを作成することで、過去に取得され現在時間断面しか存在しない MCS データや SCS データについても、それぞれ深度ドメインへの変換（深度断面の作成）が可能となる。また、速度構造モデルにより断層情報（形状や深さ方向への広がり等）を時間ドメインから深度ドメインに変換することで、断層の詳細な評価や断層モデルについて議論することができる。

平成 29 年度は、伊豆・小笠原海域全域（図 46）を対象とし、まず、海底面、音響基盤面、コンラッド面およびモホ面の反射波ホライズン、ならびにフィリピン海プレートと太平洋プレートの構造について解釈を行った。その後、これらのホライズン解釈結果に基づき三次元の層構造を作成し、各層構造に速度関数を与え、水平方向 1 km グリッド・鉛直方向 100 m 間隔の解像度で、三次元速度構造モデルを作成した。なお、速度データとしては、反射法データの処理過程で使われる重合速度、OBS 探査で得られた速度情報、および論文などで公表されている速度情報を使用した。最後に、構築した三次元速度構造モデルを用いて、反射法データおよび断層情報の深度変換を行った。

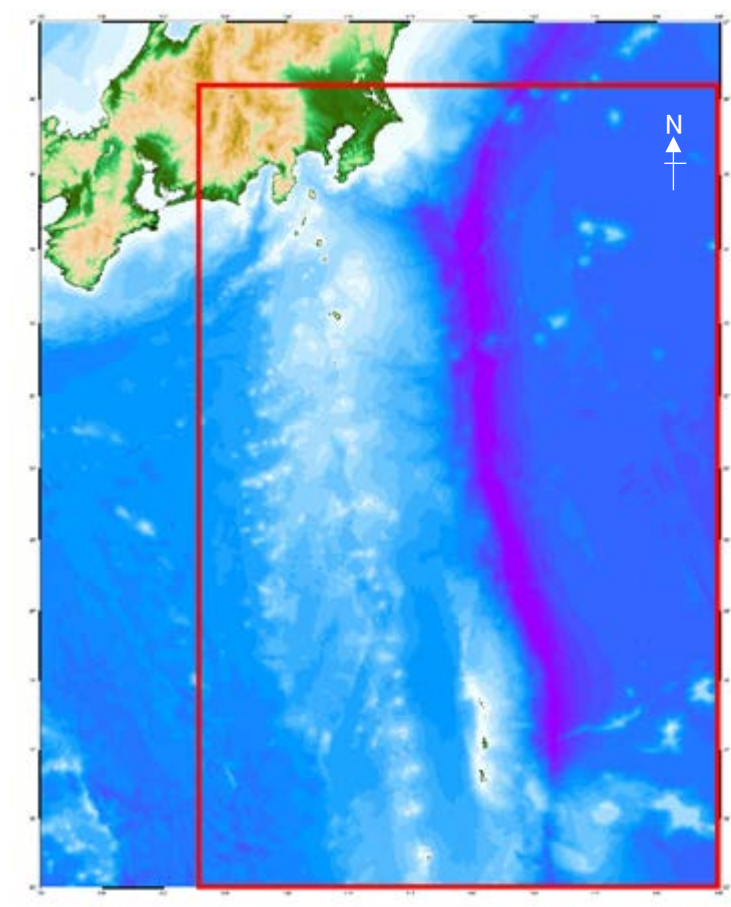


図 46 三次元速度構造モデル作成領域（赤枠）



a) 反射波ホライズン解釈及び地質構造・プレート構造解釈（層構造の作成）

JAMSTEC、JOGMEC、AIST、JCG などの様々な機関から提供された反射法データを使用し、まず、海底面および音響基盤面の解釈を行った（図 47）。海底面については全ての測線で追跡し、音響基盤面については深部まで反射波が明瞭に見えている MCS 測線で解釈を行った。

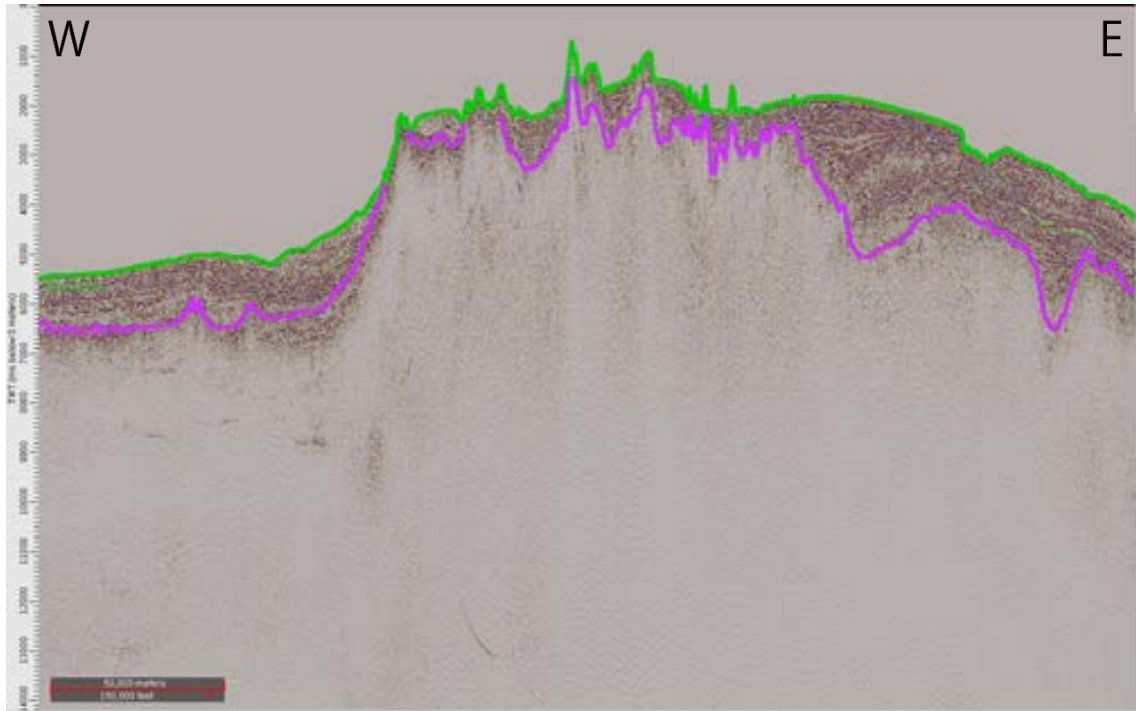


図 47 反射記録断面上でのホライズン解釈の例  
（緑線が海底面、紫線が音響基盤面を示す）

音響基盤面以深のコンラッド面およびモホ面の構造については、既存の論文（Hirata et al., 1991、Iwasaki et al., 1990、金田, 2014、金田・他, 2015、木崎編, 1985、Kodaira et al., 1996、Kodaira et al., 2002、Kodaira et al., 2007、Kodaira et al., 2008、Kodaira et al., 2010、松本・他, 2007、Nagumo et al., 1986、Nakahigashi et al., 2012、Nishizawa et al., 2011、野田・他, 2007、及川・他, 2008、Sato et al., 2013、田賀・他, 2008、Takahashi et al., 2009、Takahashi et al., 2011、高橋・他, 2015、田中・他, 2007、Terakawa and Matsu'ura, 2010、徳山・他, 2001）や地殻構造探査として実施された OBS 調査測線の速度データ（図 48）を基に作成した。ここで、コンラッド面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定義し、その深度構造については OBS 調査の速度情報や論文を基に決定し、情報のないエリアのコンラッド面については上位の音響基盤面に平行となるように作成した。モホ面は下部地殻とマントルとの境界であり、その深度構造についてはコンラッド面と同様に、OBS 調査の速度構造や論文などの情報を参考に作成した。

これらの各ホライズンの構造解釈結果から、1 km グリッドの層構造を作成した（図 49～図 54）。

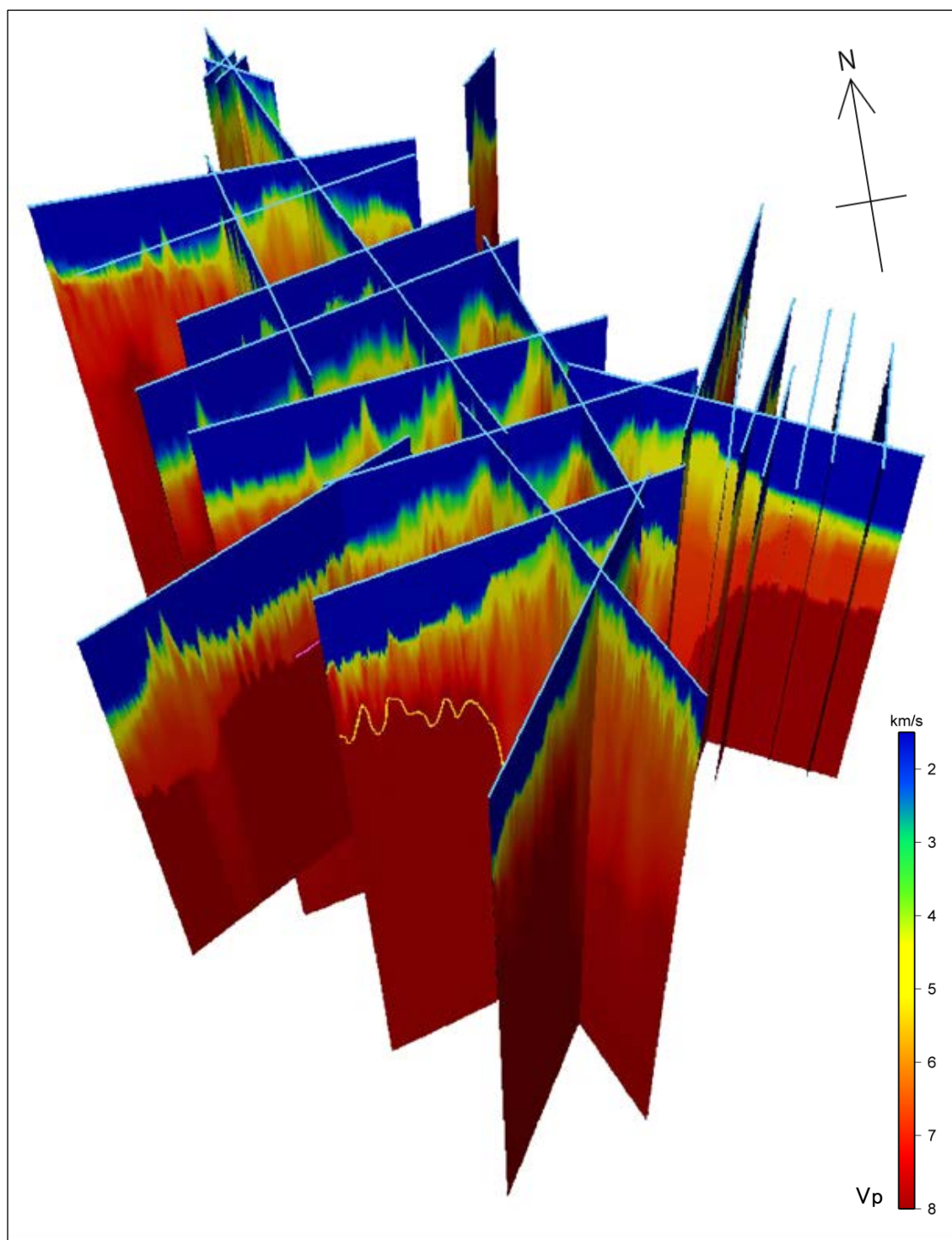


図 48 OBS 調査で得られた P 波速度 ( $V_p$ ) 情報の例

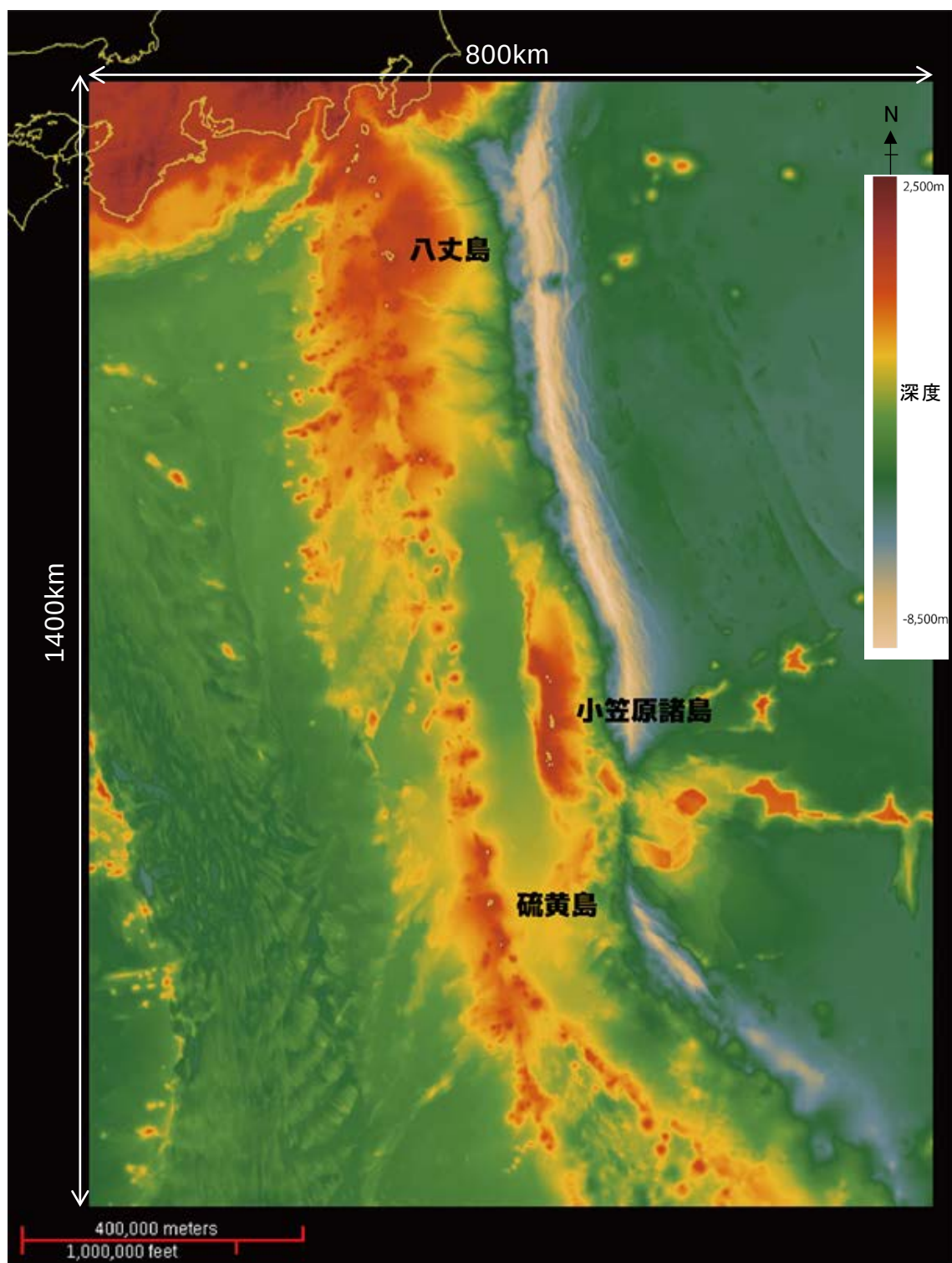


図 49 海底面のホライズン解釈結果から作成した層構造平面図



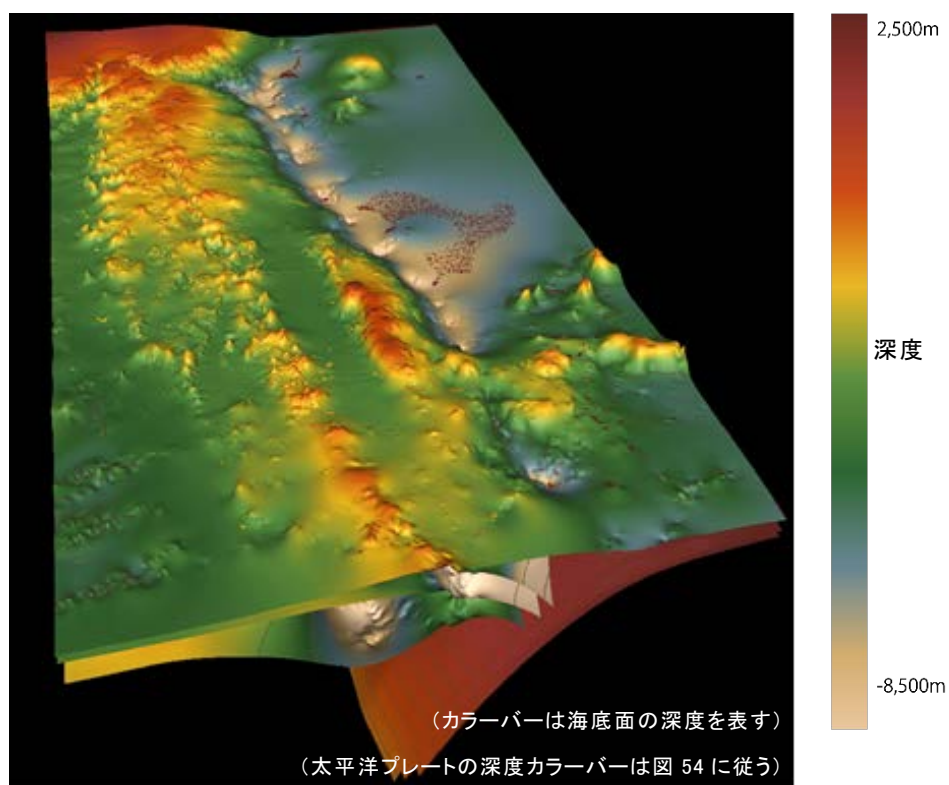


図 50 三次元層構造（最上位は海底面の構造、奥方向が北）

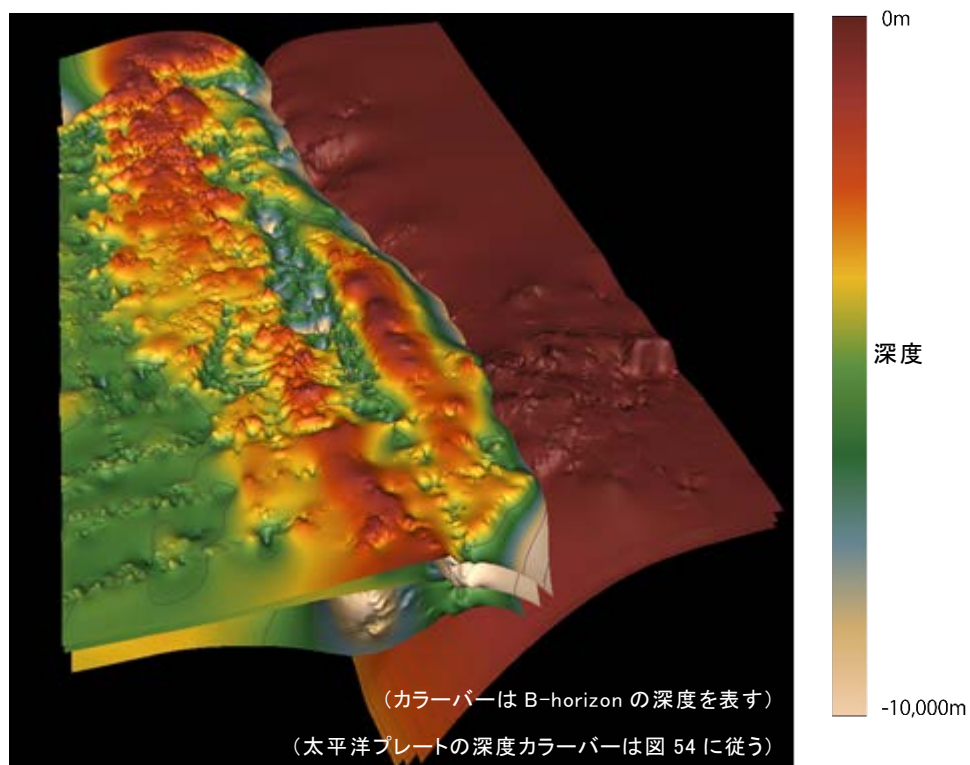


図 51 三次元層構造（最上位は音響基盤面の構造、奥方向が北）

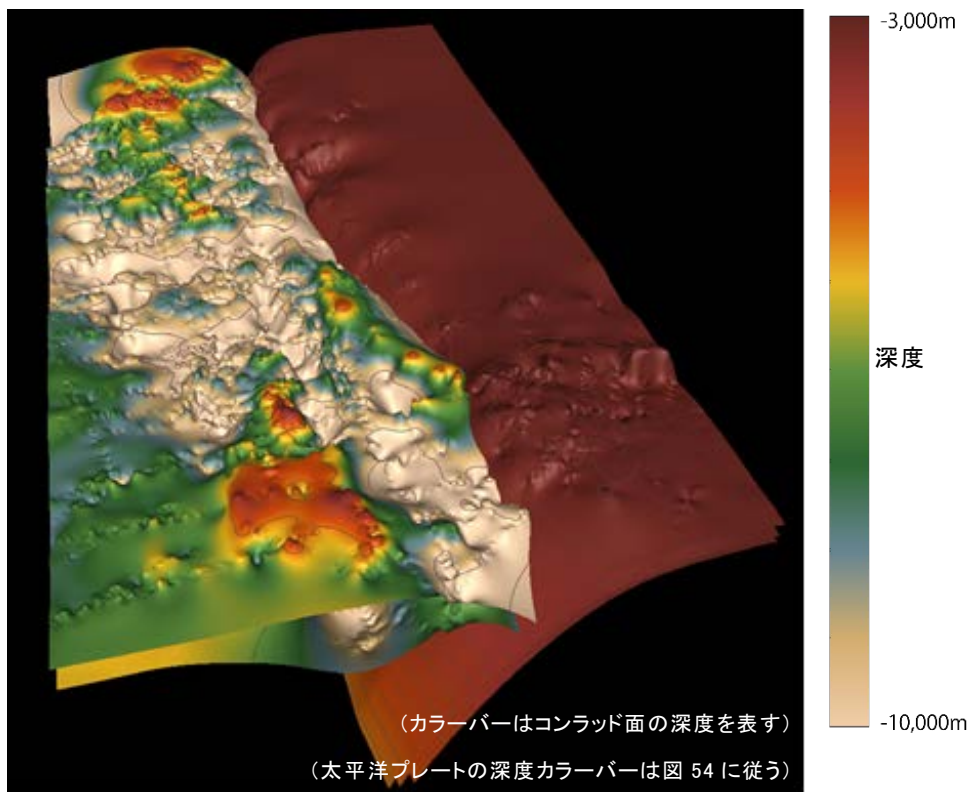


図 52 三次元層構造（最上位はコンラッド面の構造、奥方向が北）

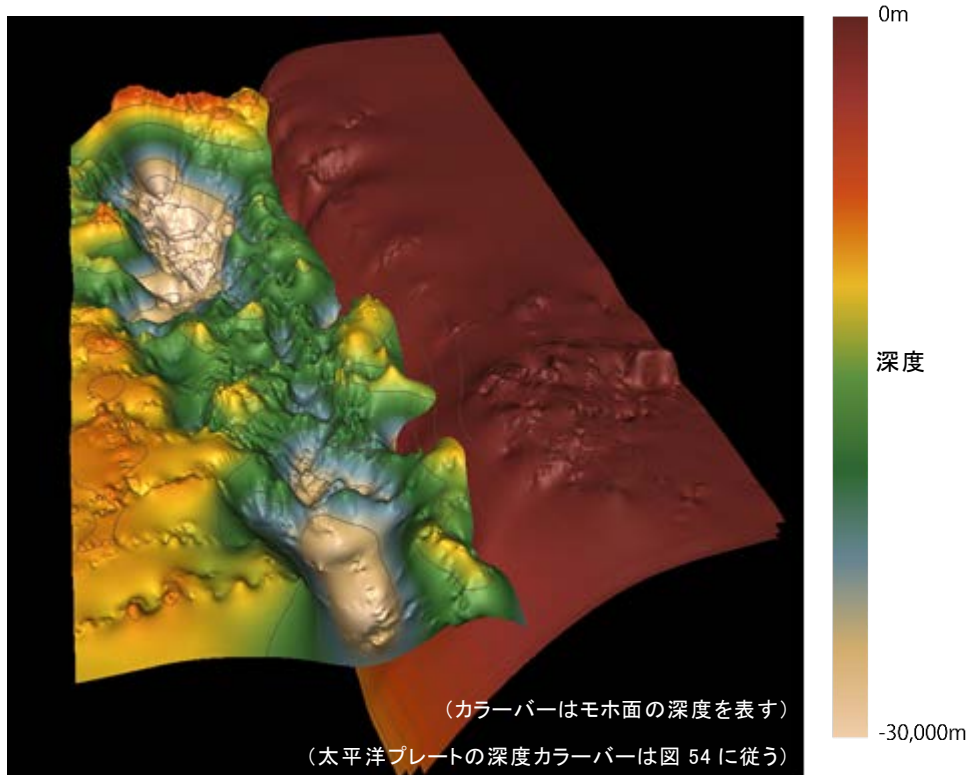


図 53 三次元層構造（最上位はモホ面の構造、奥方向が北）

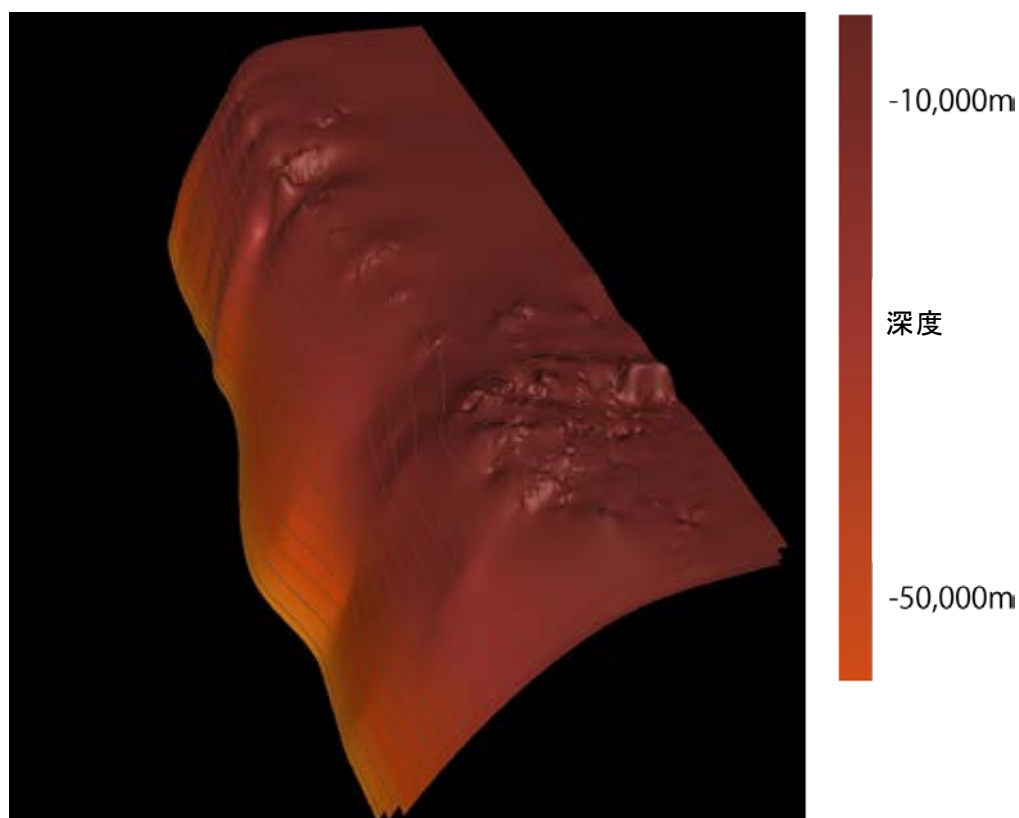


図 54 沈み込む太平洋プレートの構造（奥方向が北）

#### b) 速度構造モデルの作成

作成した各ホライズンの層構造に基づき、伊豆・小笠原海域におけるフィリピン海プレート側と太平洋プレート側とで、2種類の速度構造を作成した（図 55）。ここでは、フィリピン海プレートとユーラシアプレートはそれぞれの堆積層と上部地殻を互いに共有しているという仮定のもと、ユーラシアプレート側の上部地殻については設定していない。したがって、速度の層構造は図 55 に示すように、フィリピン海プレート側で下位より、マントル・下部地殻（コンラッド面[C-horizon-1]ーモホ面[Moho-2]間）・上部地殻（音響基盤面[B-horizon]ーコンラッド面[C-horizon-2]間）・堆積層（海底面ー音響基盤面[B-horizon]間）・海水、太平洋プレート側で下位より、マントル・下部地殻（コンラッド面「C-horizon-1ーモホ面[Moho-1]間）・上部地殻（上部地殻上限ーコンラッド面[C-horizon-1]間）・堆積層（海底面ー上部地殻上限間）・海水となっており、太平洋プレート側の上部地殻・下部地殻・マントルがフィリピン海プレートの下に沈み込む構造を呈している。なお、作成した速度モデルの境界は、地震波速度の差異に注目して設定したため、必ずしも地質的な境界とは一致しない場合もある。

ここでは、各層の速度について OBS 速度情報や既存論文(Hirata et al., 1991 等)などを参考に、Sea Water を 1,500 m/sec 一定値、上部地殻下面を 6,200m/sec、下部地殻上面を 6,580 m/sec と仮定した。また、マントルの地震波速度については 8,000 m/sec 一定値と仮定した。

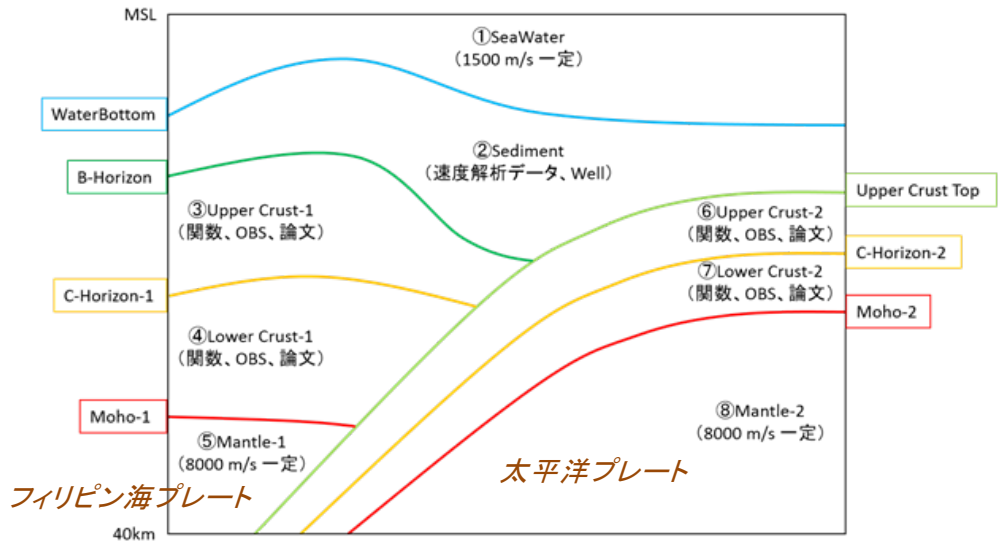


図 55 地震波速度の層構造概念図

引き続き、以下の要領にて三次元速度構造モデルの作成を行った。コンラッド面やモホ面の情報の多くが深度ドメインのデータであるのに対し、今回解釈を行った海底面と音響基盤面は時間ドメインのデータであったため、この2つのホライズンを深度変換するために、ここでは2段階に分けて速度構造モデルを作成した。まず、海水 (Sea Water) と堆積層 (Sediment) のみの速度モデルを作成し、このモデルを使用して時間ドメインであった海底面および音響基盤面を深度ドメインに変換した。その後、マントルまでの最終速度モデルを深度ドメインで作成した。このようにして作成した速度構造モデルを、最終三次元速度構造モデル (図 56) とし、反射法データおよび断層情報の深度変換に供した。

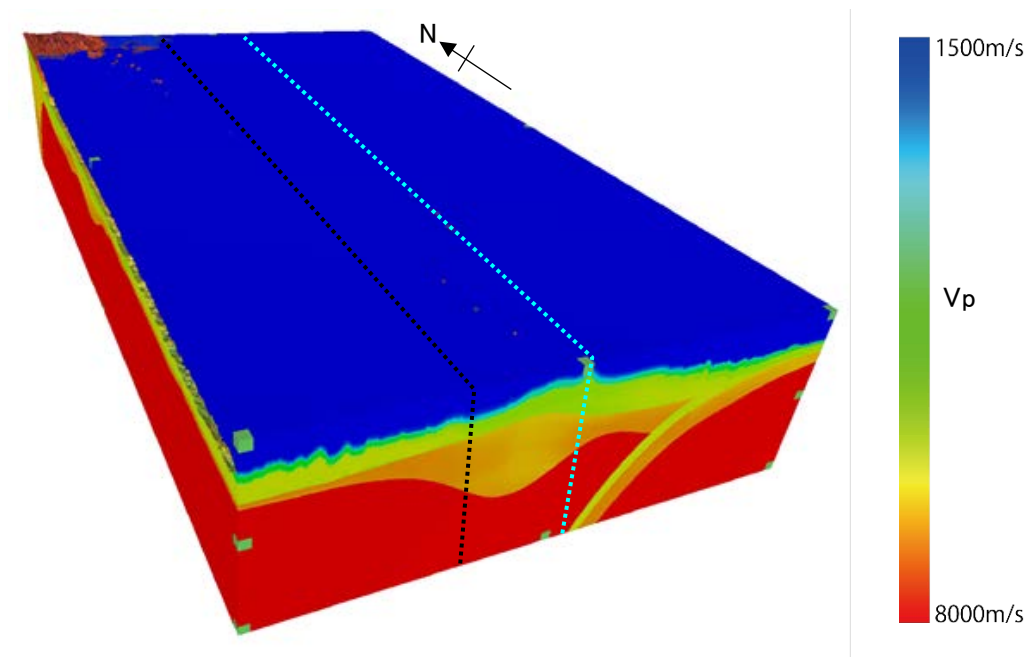


図 56 作成した三次元速度構造モデル

また、図 57 と図 58 にはそれぞれ、最終三次元速度構造モデル（図 56）を中央やや西側で切った断面、中央やや東側で切った断面を示し、西から東にかけて速度構造が変化している様子がモデル化されている。

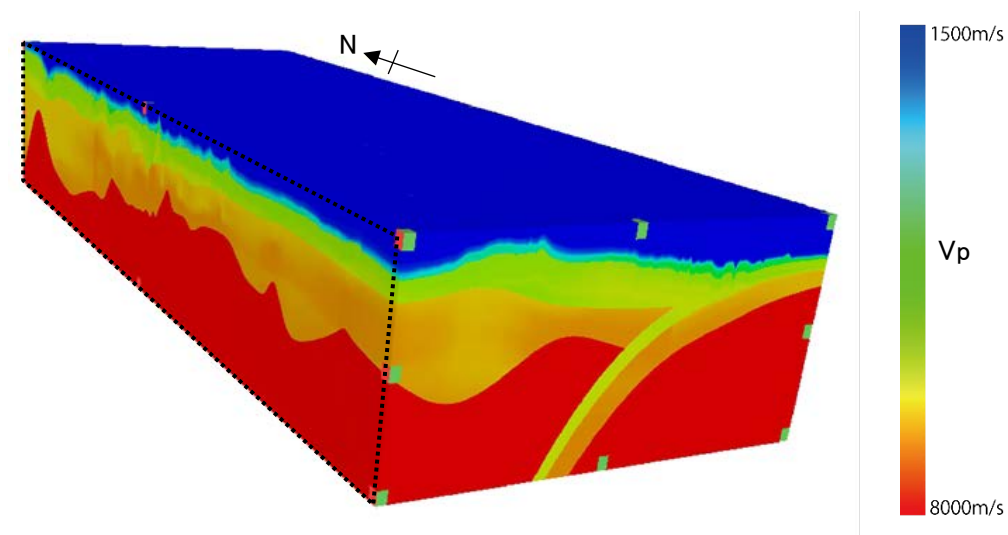


図 57 三次元速度構造モデル（中央やや西側部分：図 56 黒点線の断面表示）

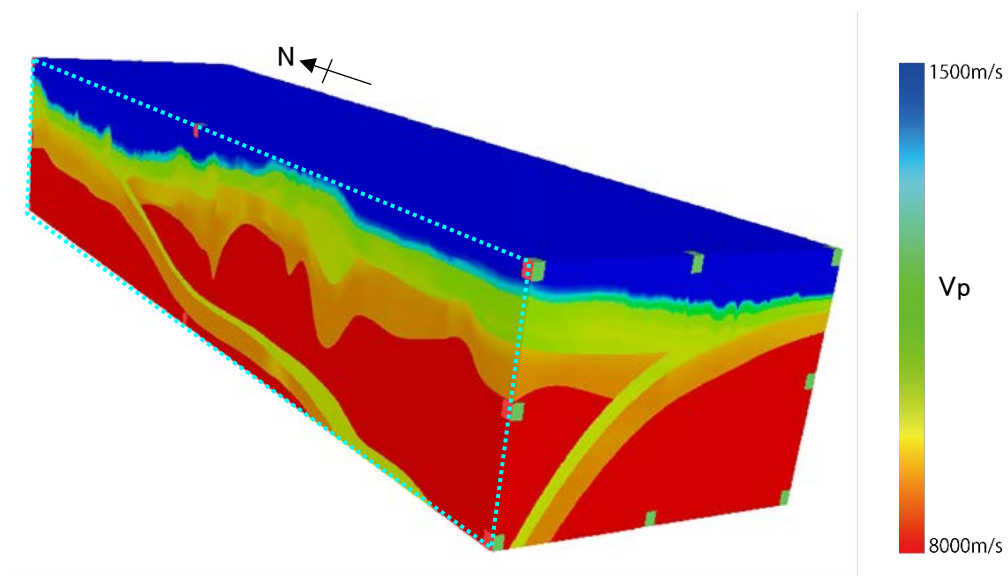


図 58 三次元速度構造モデル（中央やや東側部分：図 56 水色点線の断面表示）



### 3) 統一的断層解釈

#### a) 解釈対象海域の概要

平成 29 年度の断層解釈の対象は、伊豆・小笠原諸島周辺海域である。伊豆諸島は伊豆大島、八丈島、青ヶ島等の有人島、および鳥島や嬬婦岩等の無人島を含む島嶼からなる。小笠原諸島は父島や母島を含む小笠原群島と、最南に有人島の硫黄島を含む火山列島から構成される（図 59）。当該海域はフィリピン海プレート、北米プレートおよび太平洋プレートの 3 つのプレートが存在する領域で、その北部で相模トラフと三重会合点を経て、さらに南へ伸びる伊豆・小笠原海溝がプレート境界として知られている。

当該海域においては、JAMSTEC はじめ、経済産業省／JOGMEC、JCG、AIST 等の各種公的機関および民間企業が長年調査・探査してきており、ここでは、各機関により取得・保有されている数多くの地質データや反射法データを借用・収集し、それらを断層解釈作業に供した。なお、断層の解釈・特定は、主として相模湾、房総沖、伊豆・小笠原弧島弧域および伊豆・小笠原海溝域の 4 海域別に行った。

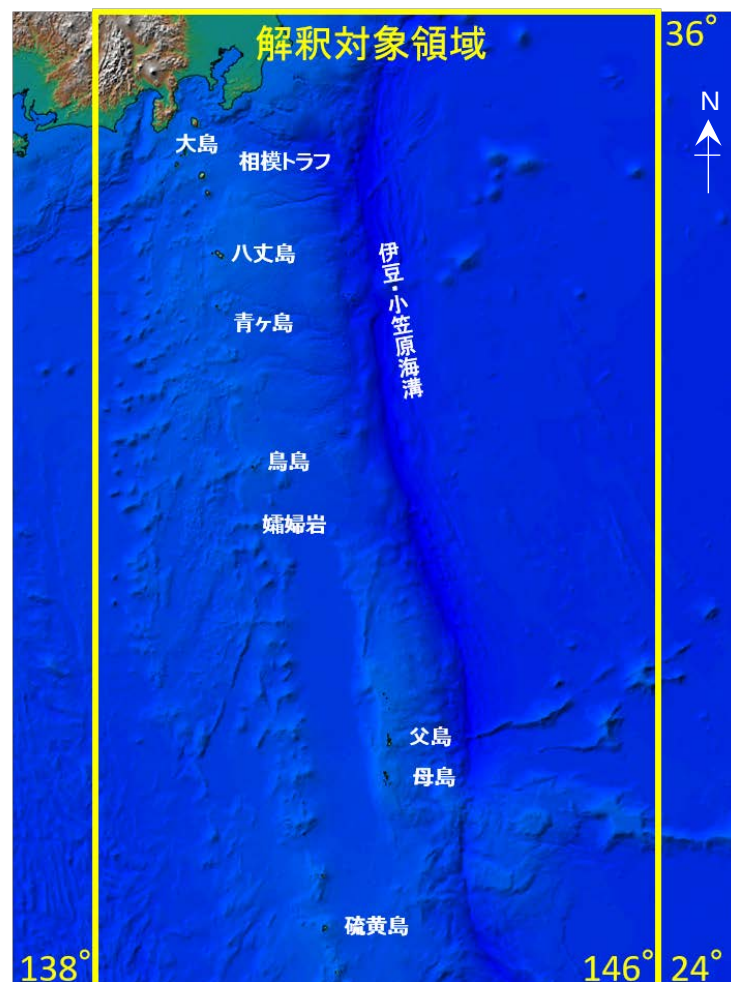


図 59 伊豆・小笠原海域解釈対象領域

b) 地形概要

伊豆・小笠原弧の地形について、図 60 の赤色立体地形図を参照し、以下にその概要を述べる。

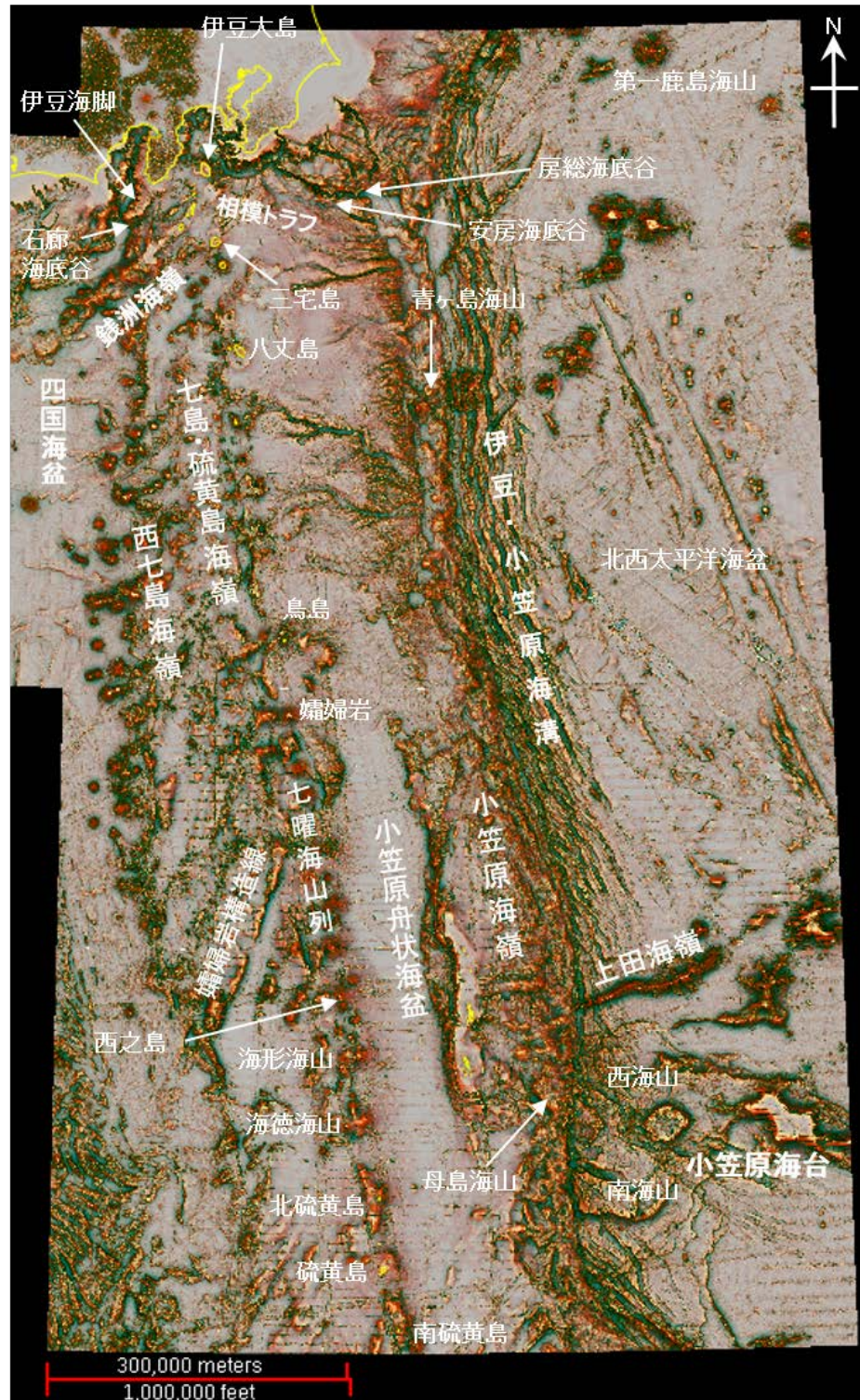


図60 伊豆・小笠原弧の地形

伊豆・小笠原弧はフィリピン海の東縁に位置し、北は本州中部の高まりに、南はマリアナ弧へ続く（図 60）。島弧の規模は、南北延長約 1,100 km、幅 300～400 km に達し、その大きさは本州に匹敵する。島弧の東側には水深 9,000 m を超える伊豆・小笠原海溝が並走し、北西太平洋海盆と四国海盆を分けている。伊豆・小笠原弧には、東から小笠原海嶺、七島・硫黄島海嶺および西七島海嶺の三列の海嶺列と、その間を隔てるトラフと海盆（リフト）が帯状に配列する。小笠原海嶺は、島弧の南半分に位置する前弧の非火山性海嶺であり、西側に直線的な急崖を有する。現在の火山フロントである七島・硫黄島海嶺は、活動的な火山列からなり、伊豆大島、三宅島、八丈島をはじめとする伊豆諸島から鳥島、西之島、海形海山、海德海山を経て、北硫黄島、硫黄島、南硫黄島へと連なる。さらに西側に位置する西七島海嶺は、密に存在する火山が全体で海嶺を形成しており、その北部で雁行状に配列する火山が特徴的である。大局的な地形的特徴に注目すると、伊豆・小笠原弧は火山フロントを境に、東側は前弧、西側は背弧に大別され、前弧は背弧に比べると地形がなだらかで、火山が存在しない。一方、背弧は断続する西七島海嶺に象徴されるような複雑な地形を示し、多くの火山を有する。

#### c) 地質概要

伊豆・小笠原弧の地質について、「日本の地形 4 関東・伊豆小笠原」（貝塚・他編，2007）を参照し、以下にその概要を述べる。

伊豆・小笠原弧の陸上にみられる最も古い岩石は古第三紀層であり、島弧としては新しく、その形態は島弧地形の一典型を示す。伊豆・小笠原海溝は、北端を第一鹿島海山、南端を小笠原海台によって区切られる。同海溝の陸側斜面は前弧の一部であり、そこに青ヶ島海山や母島海山など特異な海山や海丘が存在する。これらの海山については、実際に超塩基性岩の蛇紋岩が採取されていることもあり、海洋プレートの沈み込みによりかんらん岩が水と反応して蛇紋岩化し、上昇して形成されたと考えられている。伊豆・小笠原前弧の南部には小笠原海嶺があり、その頂上には古第三紀の火山活動によって形成された島弧火山である小笠原群島が存在する。火山フロントに位置する第四紀の火山島と海山は七島・硫黄島海嶺をなし、北端の伊豆大島から南端の南硫黄島まではほぼ一列に並んでいる。火山フロント西側（七島・硫黄島海嶺と西七島海嶺の間）には、小規模の海盆や海丘群が多数存在する。このゾーンは幅約 100 km で南北に延び、断続する凹地は背弧海盆形成の初期段階、すなわち島弧のリフティングにより形成されたと考えられている。このリフト帯に位置するスミスリフトは、南北に伸長する水深 2,000～2,300 m の海盆で、南北に延びる正断層群によって東西を限られている。また、海盆内にも南北に延びる正断層が多数認められる（岡村・他，1991）。なお、海盆内で実施された深海掘削（ODP Leg 126, 1989）により、軽石層を主体とする厚さ数百 m の堆積層が確認されており、このことから同海盆周辺域では 50～100 万年前に活発な火山活動があったと考えられている。西七島海嶺は、伊豆半島から南へ北緯 27 度付近まで、長さ約 750km にわたって発達する主に海山からなり、特徴として北東－南西方向あるいは東北東－西南西方向の海山列が雁行する。西七島海嶺北端には、北東－南西方向に海山列が伸長する最大規模の銭州海嶺が



あり、銭州海嶺の北には石廊海底谷を隔てて、北東－南西方向～北北東－南南西方向に伊豆半島・伊豆海脚の高まりが並ぶ。これらの海山の多くは第三紀火山とされており、このように雁行配列する火山列は島弧の端によく見られ、プレートの斜めの沈み込みによる前弧と背弧の運動の違いによって生じたシワと考えられている。西七島海嶺南部では、北北東－南南西方向に伸びるトラフや海底谷が顕著で、これらは礫岩構造線と並行している。背弧域の火山群は、1,700 万年前から 300 万年前に東西圧縮の地殻応力場の下で雁行海山列が形成された後、伸張場に転じてリフト活動とともに活発となったと考えられている。西七島海嶺の西縁には南北に伸びる急崖、さらにその西側には四国海盆エプロン斜面が存在し、同斜面は起伏の激しい四国海盆とは対照的に堆積物に覆われた平坦な地形を示す。

相模トラフは、伊豆・小笠原弧を含むフィリピン海プレートが東北日本側のプレートの下に沈み込むプレート境界である。ただし、相模トラフの西縁では、伊豆半島が東北日本弧に接していることから、プレート境界部では沈み込みではなく、衝突が起きていると考えられている。また、相模トラフの中軸は、伊豆半島の付け根の衝突域を経て、相模湾の北西－南東方向に延びる深部トラフ底から房総半島南方の沖合を東南東に流下する房総海底谷と、さらにその南を流下する安房海底谷へと連続すると考えられている。

フィリピン海プレートは、現在の観測より、東北日本側のプレートに対し相対的に西北西方向に進んでおり、北西－南東方向のトラフ軸と斜交して移動していることが分かっている。このことから、相模湾中央部においてもプレートが沈み込んでいるのではなく、かつて沈み込んだプレートが現在抜け出している可能性が考えられている（中村・島崎，1981）。

#### d) 解釈方法

##### i) 断層の特定

本プロジェクトでは、断層特定の第一の基準を海底面下の地質構造における変位（堆積層のずれや撓曲など）の有無とし、第二の基準を海底地形における変位の有無とした。ただし、反射法データの測線密度が粗く、隣り合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が困難な場合や、断層が無数に存在するような特徴がある場合は、空間的な発達や分布域を特定することができない。そのような場合は、海底地形図を用いてリニアメントをマッピングする方法で特定できた断層の空間的連続性を判断した。

特定した断層に対し、断層面として空間的に連続するか否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。
- 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。

- 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。
- 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。
- 小規模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。
- 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。
- 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29年度の成果とした。

## ii) 断層のランク付け

本プロジェクトでは特定した断層モデルを作成する観点で、その断層が活断層であるか否か、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判断できる。一方、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剝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がある。また、海底地形に変位が無くとも、断層が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判断した。

伊豆・小笠原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。したがって、同海域の断層についてはさらに「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」を活断層の判断基準として加え、表9に示すようなランク付けを行った。

表9 断層の確実度のランク付け

|          | 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   |      |

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。

また、断層がどの深度まで延びているかのランクについて、層序区分で判定した。



ランク A : Sediment 1 (通常堆積物内に見られる不整合面より浅い堆積物の中まで)

ランク B : Sediment 2 (通常堆積物内の不整合面と音響基盤の間の堆積物の中まで)

ランク C : Upper Crust (上部地殻の中まで)

ランク D : Lower Crust (下部地殻の中まで)

表 10 は、断層に対し、その確実度 (I / I" / II) と延び (A/B/C/D) を考慮してランク付けした一覧表である。ここでは、断層と認定したすべての解釈断層に対し、表 10 に基づくランク付けを行い、取り纏めた。

表 10 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  |

### iii) 利用データとその特徴

伊豆・小笠原諸島海域の断層解釈作業に利用した反射法データは、JAMSTEC、JOGMEC、AIST および JCG の公的機関、ならびに JAPEX から提供されたものであり、MCS データと SCS データがある。

MCS データには JAMSTEC で取得されたものをはじめ、JOGMEC 基礎物理探査や JAPEX が保有する主に石油探査用のものと、JCG が保有する大陸棚調査用のものがある。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。
- ✓ データ処理の過程で、速度情報の入手が可能である。
- ✓ 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。

SCS データは AIST より提供された。その特徴は、以下のとおりである。

- ✓ ゼロオフセットへの補正がなされていないので、浅海部のデータでは、海底面が実際より深く出て、同地点における MCS データとのずれが大きい。
- ✓ 海底面からのマルチプル (多重反射波) の影響が顕著で、特に浅海域で取

得されたデータでの地層解釈が困難となる。一方、水深の深い所では比較的良好な反射波が得られる。

断層の認定作業では、海底地形図などの海底地形データと反射記録断面が示す海底の起伏が一致もしくは類似することが不可欠であり、そこにずれがある場合は断層の同定が困難となる。今回使用した SCS データの中には、図 61 のように、日本近海 30 秒グリッド水深データ (JT0P030) と反射記録断面上 (gh79332) で見られる海底の起伏が一致せず、両者に大きなずれが認められるものがあった。このようなケースでは、反射記録断面上で断層が確認できる場合でも海底地形との対比が難しく、今回はそれらの反射法データを利用した断層の認定作業は実施しなかった。このずれの原因については、データの取得年代が 70 年代と古いこともあり、収集した反射法データのナビゲーション情報に不備があったと考えられる。

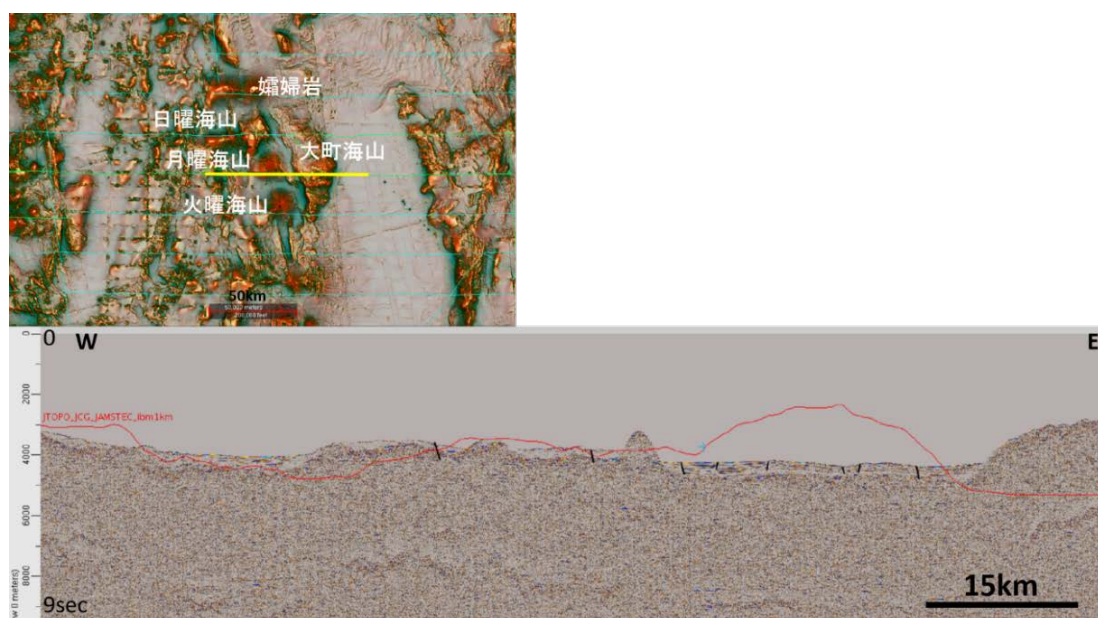


図61 水深データ (JT0P030) と SCSデータ (gh79332) が示す海底地形のずれ  
(上図の黄線はSCS断面図 (下図) の位置を示し、断面図上の赤線は水深データを示す。)

#### iv) 解釈ソフトウェア

平成 29 年度もこれまで同様、Landmark 社の地震探査解釈ソフトウェア DecisionSpaceGeoscience を用いて、断層解釈を行った。

#### v) 使用した資料等

断層解釈にあたっては、以下の海洋地質図、水深データおよび赤色立体地形図 (図 62) を参照した。なお、赤色立体地形図は、以下の水深データをもとに作成された海底地形図である。

○海洋地質図（産業技術総合研究所地質調査総合センター発行）

- 相模灘及付近海底地質図（1976）
- 西南日本外帯沖広域海底地質図（1977）
- 日本海溝千島海溝南部およびその周辺広域海底地質図（1978）
- 小笠原島弧北部広域海底地質図（1982）
- 小笠原島弧南部及びマリアナ島弧北部広域海底地質図（1982）
- 房総半島東方海底地質図（1983）
- 八丈島北東方海底地質図（1985）
- 駿河湾海底地質図（1999）

○水深データ

- シービームデータ（（国研）海洋研究開発機構）
- 水深グリッドデータ（海上保安庁）
- 日本周辺の 500m メッシュ海底地形データ（J-EGG500）（海上保安庁）
- JODC 統合水深データセット（J-BIRD）（海上保安庁）
- 海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ（（一財）日本水路協会）
- マルチビームデータ（NOAA：アメリカ海洋大気庁）
- SRTM15 Plus（NOAA：アメリカ海洋大気庁）
- GEBCO-2014（GEBCO：General Bathymetric Chart of the Oceans）

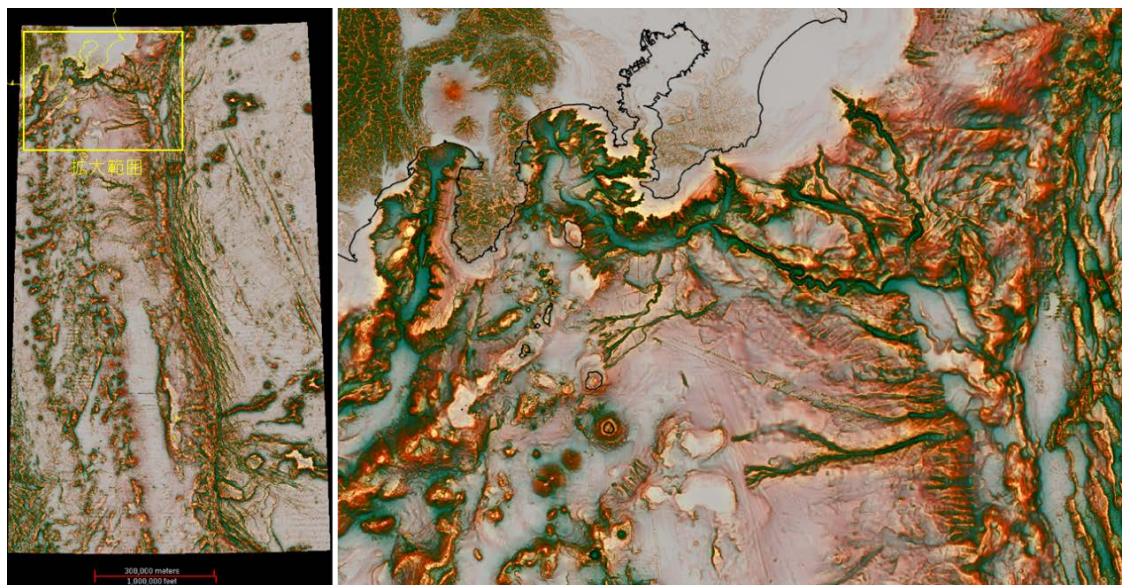


図 62 赤色立体地形図（伊豆諸島周辺海域～房総沖の例）

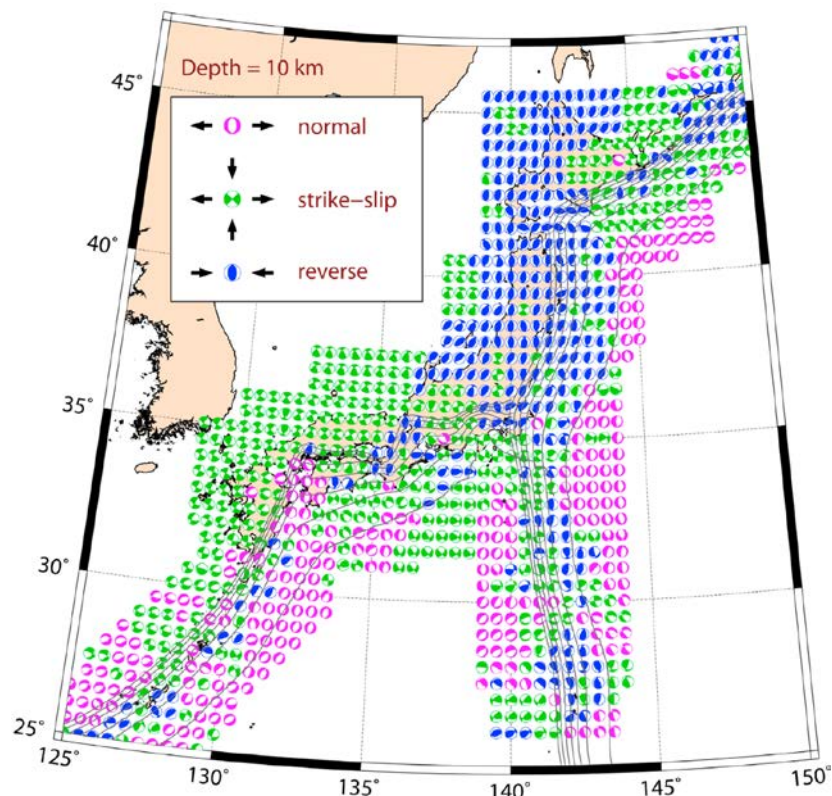
海底地形データを赤色立体地図の手法で表示したこの地形図は、斜度をグレースケールで表し、崖や谷などの地形の起伏を明暗で識別できるようにしたものであり、この図を平面的に見ても地形が容易に判読できる。別の手法で作成された地形図として陰影図があるが、この図は方向依存性が高く、特定の地形だけを強調、または無視できてしまう。したがって、斜度によって地形を表す赤色立体地図は地形判読



のより適当な手法であると考えられる。また、赤色立体地図をアナグリフ等と組み合わせることで、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を特定できるようになった。

#### e) 解釈対象海域の応力パターン

断層の種類（正／逆断層、横ずれ断層）・規模・空間的分布を支配する主要な要因として、地殻にかかる応力（Tension／Compression）の大きさ・方向が挙げられる。以下に、伊豆・小笠原諸島周辺海域における広域的な応力パターン（図 63、Terakawa and Matsu'ura, 2010）について述べる。



(Terakawa and Matsu'ura, 2010)

図63 CMTデータインバージョン法解析による応力パターン

相模トラフを含む相模湾～房総沖には、北西－南東から東西方向に圧縮軸を持つ横ずれ断層の応力パターンが卓越している。この応力場は相模トラフを北縁とし、伊豆大島から神津島、新島のある銭洲海嶺の南方までの領域で同様のパターンで分布している。

火山フロントである八丈島・青ヶ島～鳥島周辺、および北緯 30 度より南の火山フロントとその背弧域ではそれぞれ、東西方向の張力軸、北西－南東方向の張力軸を持つ正断層や横ずれ断層の応力パターンが支配的である。

しかし、それらの傾向は一樣ではなく、北緯 27 度より南の硫黄島海嶺周辺では北西－南東方向の逆断層型と横ずれ断層型の応力パターンが卓越する。さらに、海溝軸

より西の沈み込み帯においても東西方向に圧縮軸をもつ逆断層型と横ずれ断層型の応力パターンが支配的で、このパターンは小笠原海嶺にまで及んでいる。

一方、海溝軸海側では、ほぼ東西方向から北東－南西方向の張力軸をもつ正断層型の応力パターンが優勢となる。

ここでは、このような応力パターンを理解する上で、さらに図 64 に示す防災科学技術研究所が提供する 1997 年～2016 年の 20 年間に発生した F-net による地震のメカニズム解から深度 10km 以浅のデータを参考にして、地震活動と整合する断層解釈を行った。

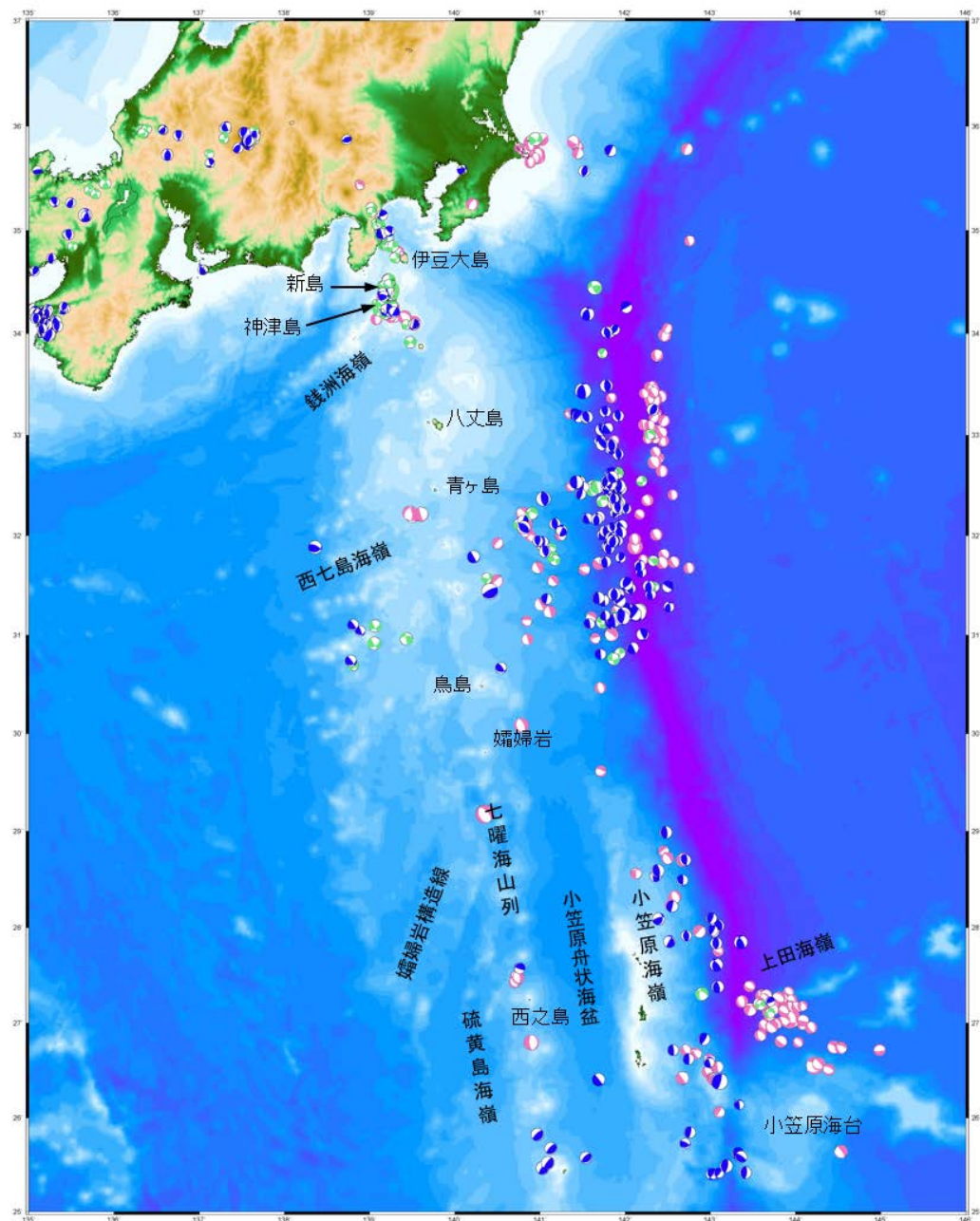


図64 F-net（防災科学技術研究所）による地震のメカニズム解

f) 断層解釈結果



伊豆・小笠原海域南部の断層分布について、図 65 と図 66 のように解釈され、次のように概観できる。

海溝陸側斜面では、太平洋プレートの沈み込みによる圧縮応力の影響で逆断層が付加体に発達している。一方、海溝海側斜面では太平洋プレートが沈み込むために湾曲し、同プレート表面に張力により形成されたと考えられる正断層が発達する。火山フロントから背弧域では、島弧成長に関連して背弧側のリフティング活動により発達する正断層が優勢となる。

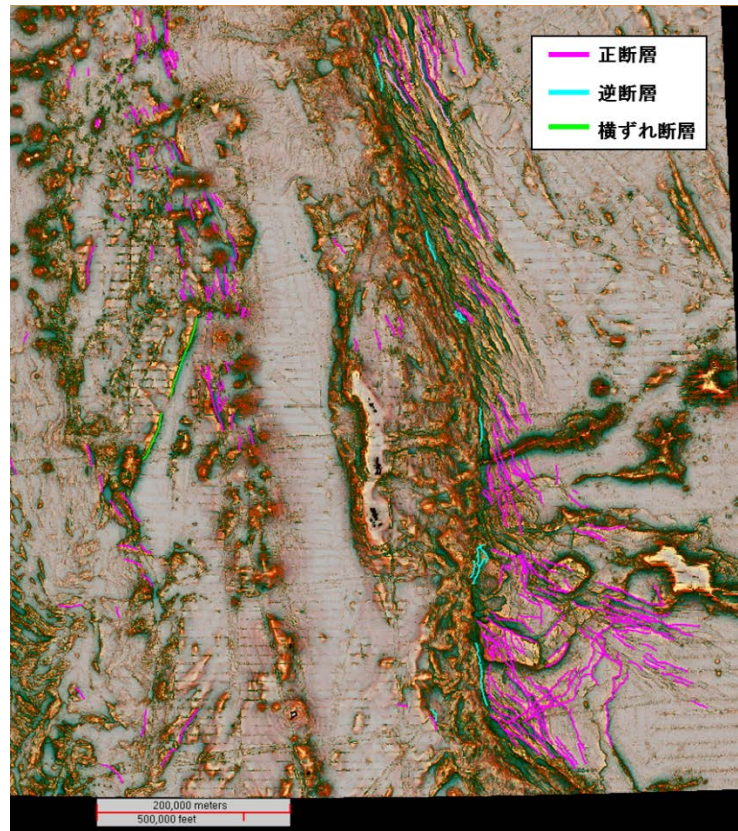


図65 伊豆・小笠原海域南部の断層分布

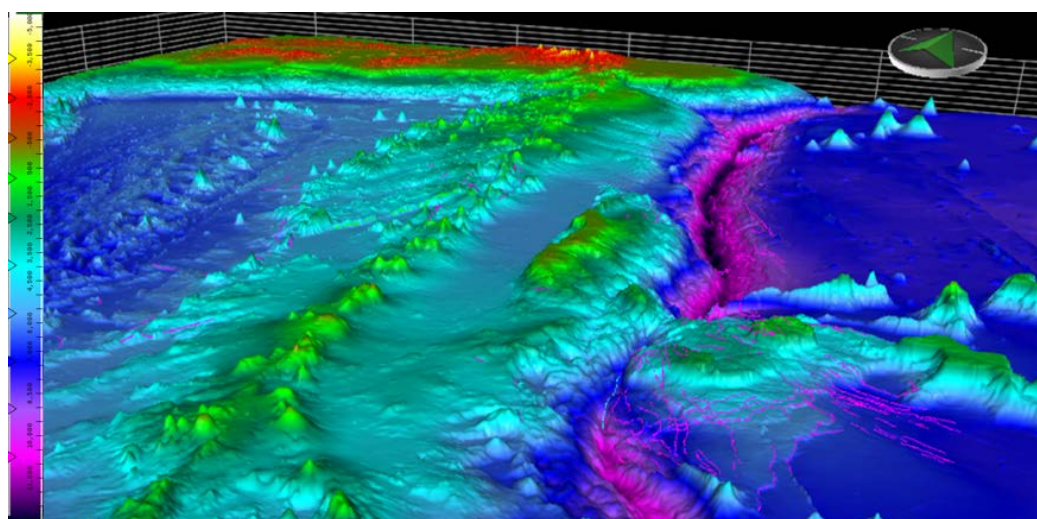


図66 伊豆・小笠原海域南部の断層分布（3D表示）

以下に、各海域別に、地質・プレート構造および断層解釈結果について述べる。

i) 相模トラフ

相模湾にはほぼ中心部に北西－南東方向の相模トラフ中軸が分布しており、トラフの海側はトラフ底より緩やかな斜面を呈し、陸側は沖ノ山堆列の急崖となっており、トラフ海側陸側両斜面により非対称な地形を成している（図 67）。なお、ここでのフィリピン海プレート上面と考えられる反射面はトラフに向かって北東に傾斜しているが、トラフ軸より陸側の三浦海丘の下では不明瞭になっており、同プレートの沈み込んだ後の構造は認められない（図 68）。Sato et al. (2005) は、相模湾岸地殻構造探査による反射記録断面を用いて、相模湾域のフィリピン海プレート上面が 4 km から 11 km の深さの北東に傾斜する反射波（図 69 の断面図の黒矢印）にイメージングされることを示した。このような構造探査を主とした先行研究を参考に、相模湾内のプレート構造や運動に伴って発達する断層構造を解釈した。

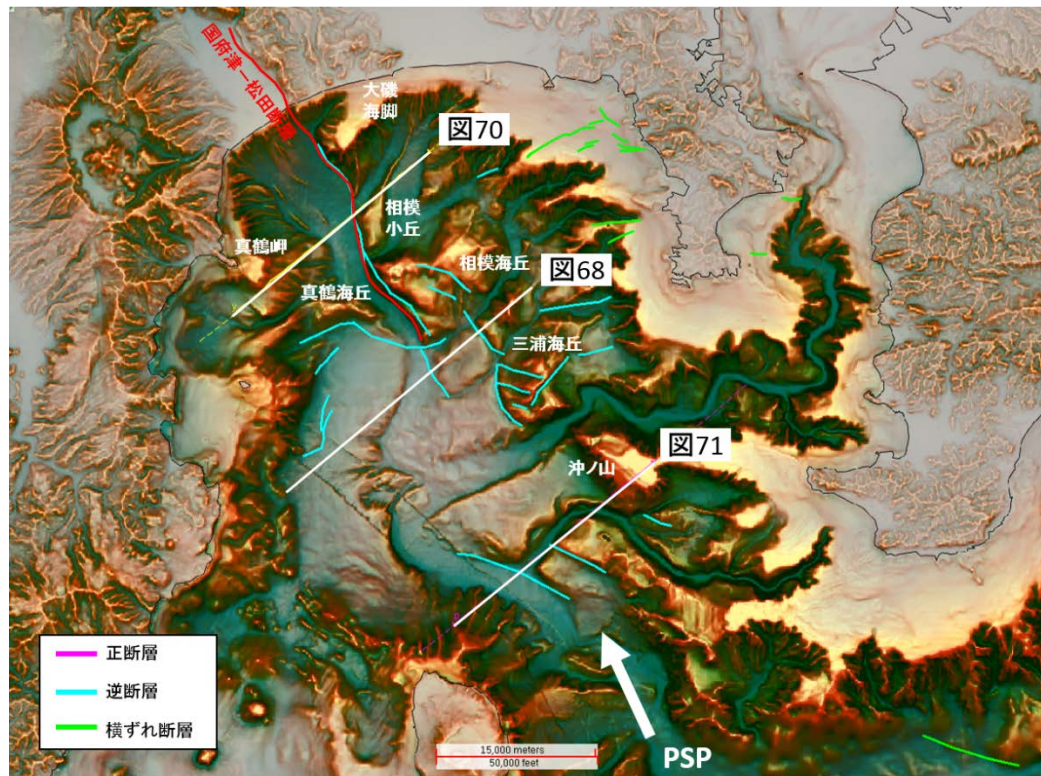


図67 相模湾の断層分布

（白矢印はフィリピン海プレートのトラフにおける相対的な移動方向を示す。）（Nishimura, 2011）

（国府津－松田断層の位置は、地震調査委員会（2015）による。）



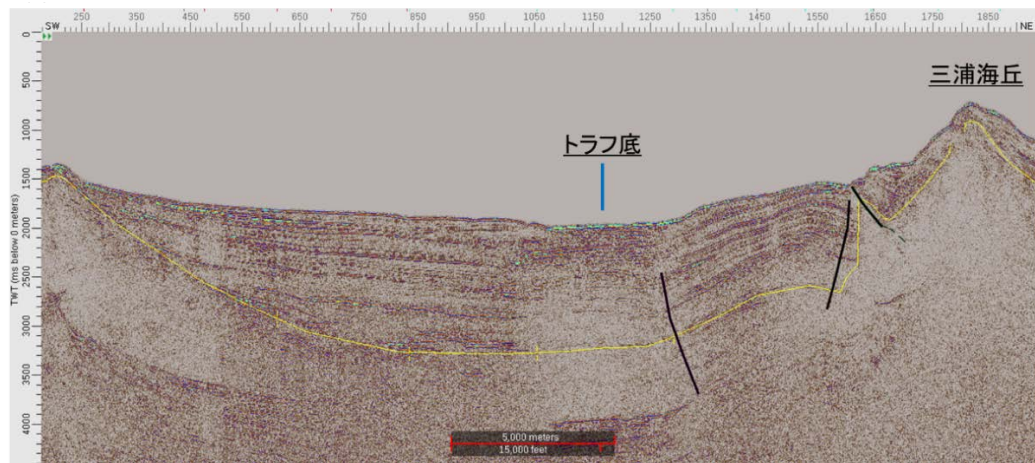
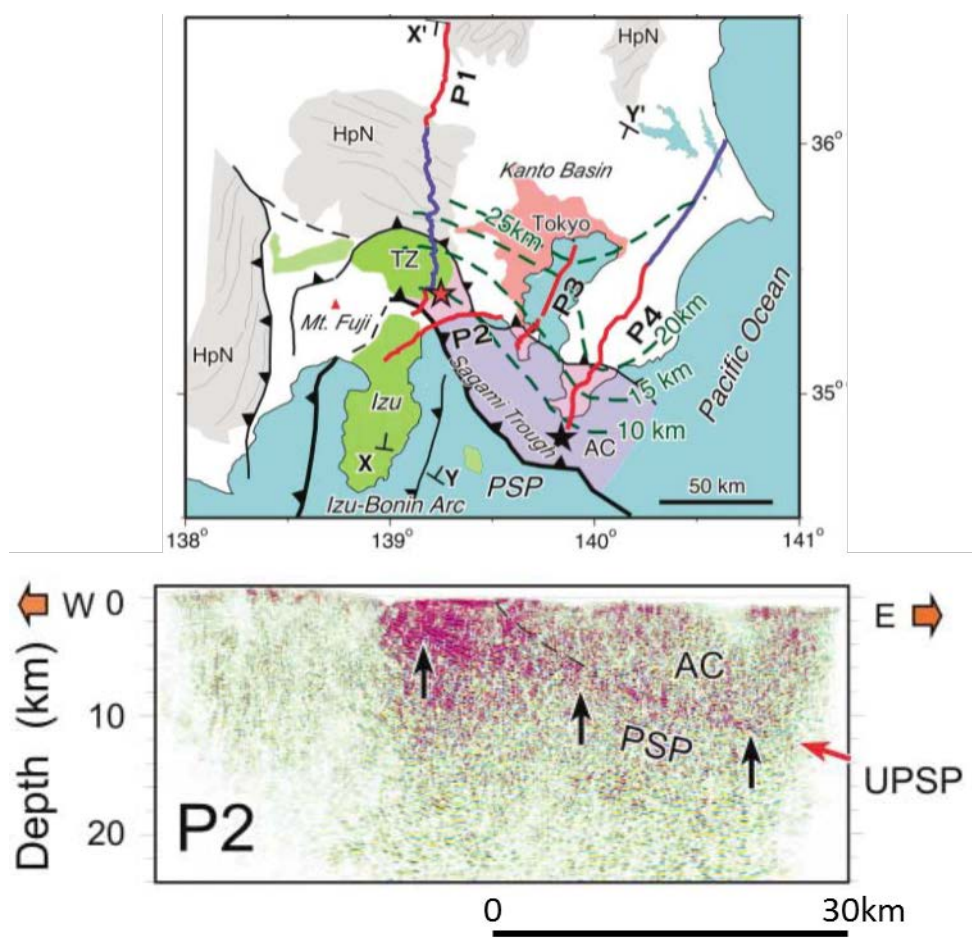


図68 相模湾中部の反射記録（時間）断面図



Sato et al. (2005) による図を一部修正

図 69 相模湾岸地殻構造探査 P 2 測線と反射断面

（上図の緑破線はフィリピン海プレートの上面の等深線を示す。）

沖ノ山堆列の北西延長には、フィリピン海プレートと東北日本側プレートの沈み込み境界から分岐したと考えられる国府津－松田断層の海域延長部が存在する（地震調査委員会，2015）。この海域では、大磯海脚から相模海丘まで北北西－南南東

方向に伸長する北西側隆起の逆断層が国府津－松田断層に相当すると考えられる（図 70）。沖ノ山堆列の相模海丘や三浦海丘等の高まりにも北西－南東から西北西－東南東走向の逆断層構造が複数発達しており、急峻な地形を形成している。これらの逆断層構造は、国府津－松田断層と同じく、プレート境界近傍の堆積層にプレートの沈み込みによる圧力が生じて変形・隆起し、形成されたと考えられる。また、トラフ底直下には堆積層を緩やかな南西傾斜に変形させる構造が認められることから（図 70、図 71）、トラフ近傍でプレートの沈み込みによる圧力が働いている可能性が示唆される。

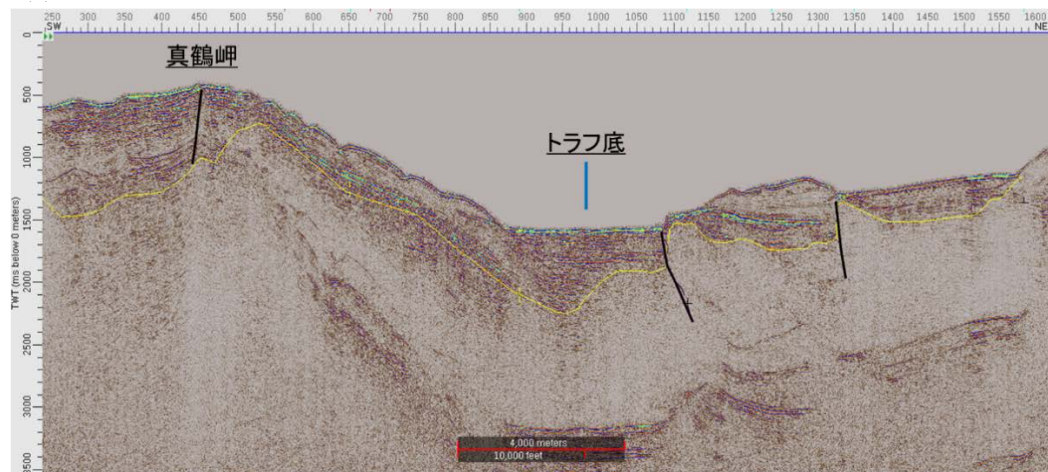


図70 相模湾北部の反射記録（時間）断面図

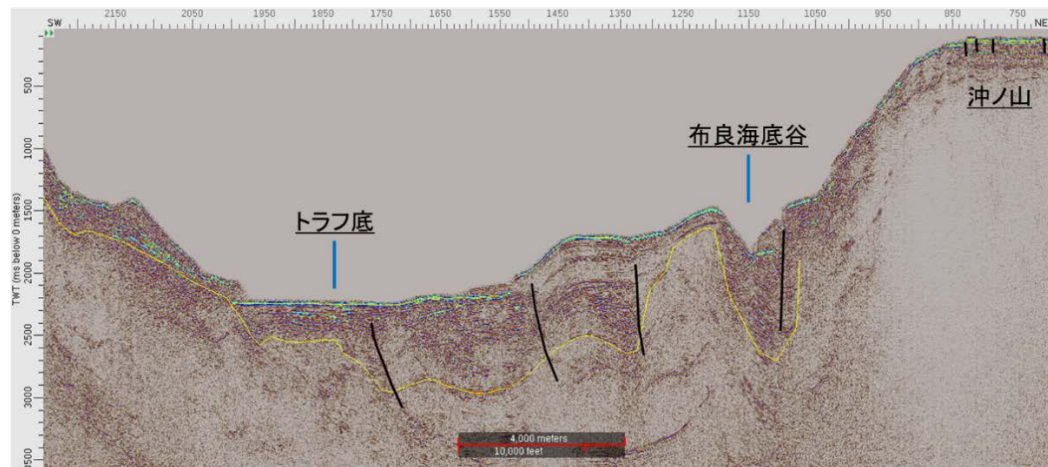


図71 相模湾南部の反射記録（時間）断面図

トラフ沿いに明瞭に現れている地形は、フィリピン海プレートが東北日本側のプレートに向かって北へ沈み込んでいた時代に発達した断層によって形成されたもので、その構造トレンドは東－西ではなく北西－南東の傾向を示している。これについては、本州に衝突する島弧の地殻が東側で薄くなることや北西－南東方向のトラフ軸などが要因となり、沈み込み方向と斜交しながら構造が発達したと考えられる。

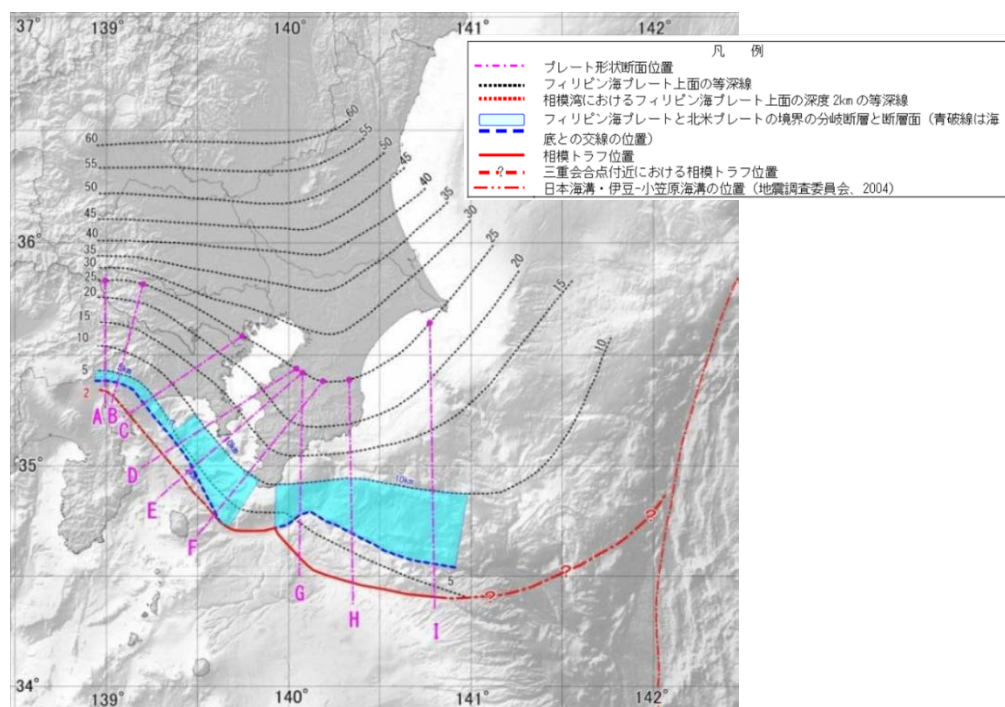


現在のフィリピン海プレートの相模トラフにおける相対的な運動方向については、N25°Wを示すことが Loveless and Meade (2010) や Nishimura (2011) によって明らかにされている。つまり、フィリピン海プレートの沈み込む方向と相模トラフの軸はほぼ平行しており、このことから沖ノ山堆列の付加された地塊は N25°W 方向に圧縮を受けていると考えられる。また、No et al. (2014) は、真鶴海丘南斜面基部の断層はフィリピン海プレートが同海丘の軸に垂直に沈み込んだ際に発達したもので、海丘西側が S 字に屈曲した成因は現在の相模トラフにおける N25°W 方向のプレートの相対運動によるものと結論づけている。さらにこの断層は、国府津－松田断層の南端部分を取り込んで同断層を吸収している（合流し 1 つになっている）可能性があるとしている。これらについては、本断層解釈においても褶曲構造を示す東北東－西南西方向の逆断層が確認されていることから、相模湾周辺海域で現在のプレート運動のテクトニクスによる断層活動が存在する可能性があるといえる。

## ii) 房総沖

房総沖周辺海域の断層分布を特定するためには、フィリピン海プレートと東北日本側のプレートの境界やそのテクトニクスの理解を深めることが重要である。

房総沖にはプレート会合三重点があり、房総半島南方沖に発達してきた相模トラフはさらに東へ延び、伊豆・小笠原海溝と合流する。首都直下地震モデル検討会(2013)によると、相模トラフは房総半島南方から南へ凸の弧を描き、北東方向へ延びて伊豆・小笠原海溝へ合流し、フィリピン海プレートは北西方向に緩やかに傾斜している（図 72）。本作業では、フィリピン海プレートの基盤反射面（プレート上面に対応する反射波）を読み取り、プレート上位に発達する断層または構造を解釈した。



（首都直下地震モデル検討会，2013）

図72 フィリピン海プレート上面の形状と分岐断層



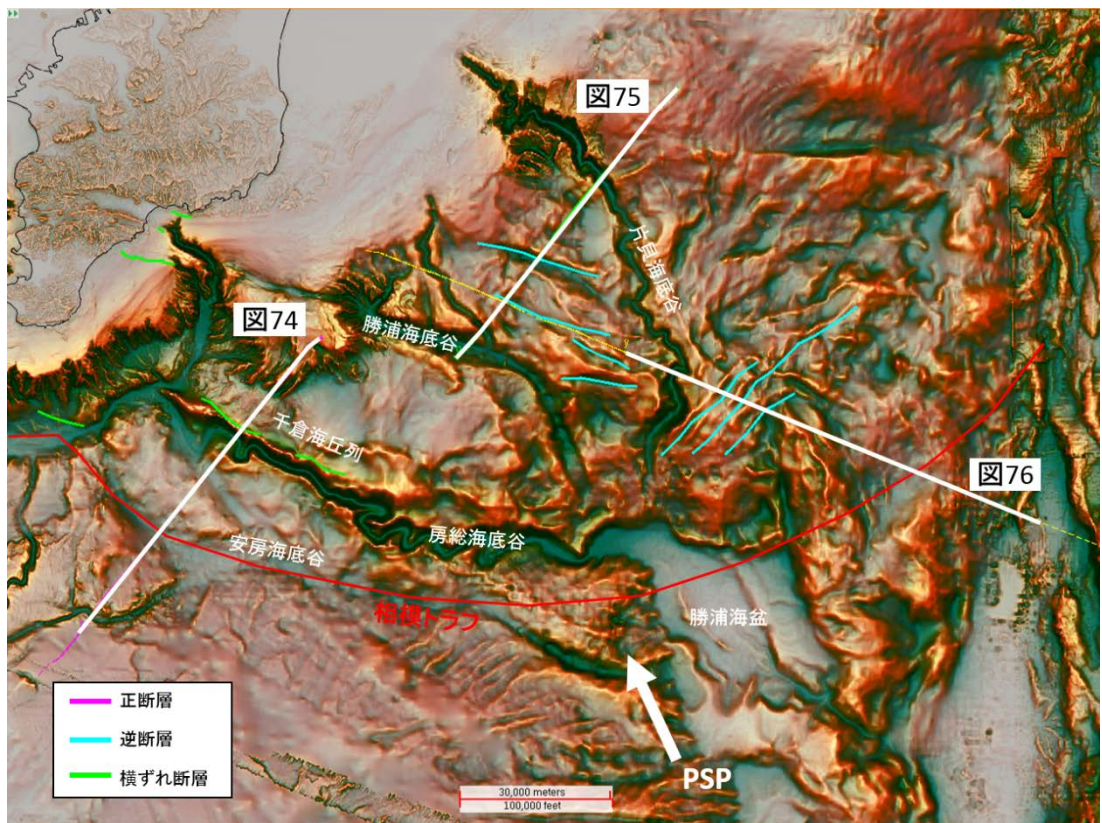


図73 房総沖の断層分布

(白矢印はフィリピン海プレートのトラフにおける相対的な移動方向を示す。) (Nishimura, 2011)

(相模トラフの位置(赤線)は、首都直下地震モデル検討会(2013)による。)

房総沖海域の赤色立体地形図(図73)を判読すると、相模トラフ沿いには房総海底谷と安房海底谷が存在する。前者は、急峻な谷壁を持ち蛇行しながら流下する谷であるのに対して、後者は、緩やかな斜面を持つ浅い谷である。ここで、トラフを北東-南西方向に横切る測線(図74)を見ると、フィリピン海プレート上面の反射波が北東方向に傾斜しており、被覆する堆積物はトラフ中軸に向かって厚くなり、プレート収束域で楔形の構造が発達している。安房海底谷直下では緩やかな褶曲構造が発達しており、プレートの沈み込みによって堆積層内に圧力(圧縮応力)が生じていると考えられる。また、房総海底谷では、谷の両岸の隆起地塊(千倉海丘列等)を含む海底面下の構造が堆積構造は勿論、圧縮構造も判読できないほど変位を受けている。これは圧縮場で形成された付加体が横ずれの変位を受けたものと考えられ、移動するプレートの上に横ずれ型の断層活動があることを示唆している。

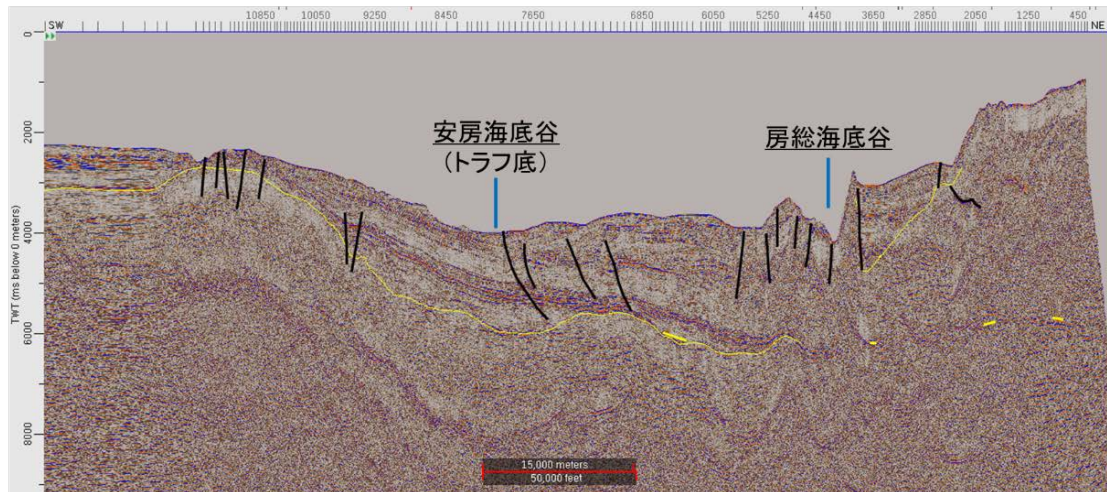


図74 相模トラフを横切る反射記録（時間）断面図

房総沖の前弧域には、東南東方向に流下する勝浦海底谷と南東方向に流下する片貝海底谷がある。双方の海底谷は、房総海底谷に合流する約 30 km 手前で流路を南方へ曲げられており、周囲の構造の影響を受けたものと考えられる。また、両海底谷に挟まれた領域では西北西－東南東方向の背斜軸をもつ褶曲構造が発達しており（図 75）、勝浦海底谷もこの褶曲構造に支配された流路を成しているが、片貝海底谷の東側は西側の構造とは相違し、北東－南西方向の背斜軸をもつ褶曲構造と逆断層が発達している（図 76）。これらの海底谷の流路が南方へ屈曲した原因は、北西－南東方向の圧縮応力により周辺の地塊が押し上げられ、南東方向に流下していた谷が流路を塞がれ、南方へ曲げられたためと考えられる。図 76 の反射記録断面には、逆断層の下端に西へ緩やかに傾斜する強い反射面（黄色線）が現れており、これがプレート境界からの分岐断層と考えると、図 72 の青破線で示された分岐断層はさらに北東に延長し、断層長が増長する可能性がある。

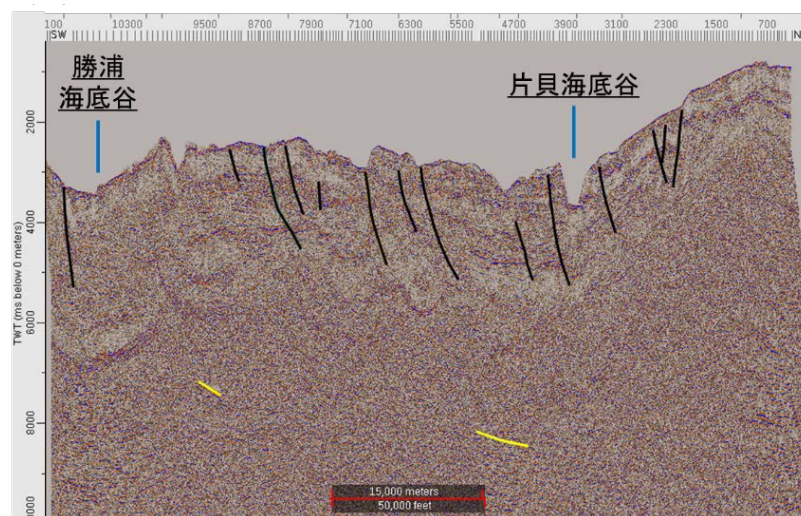


図75 前弧域を横切る反射記録（時間）断面図



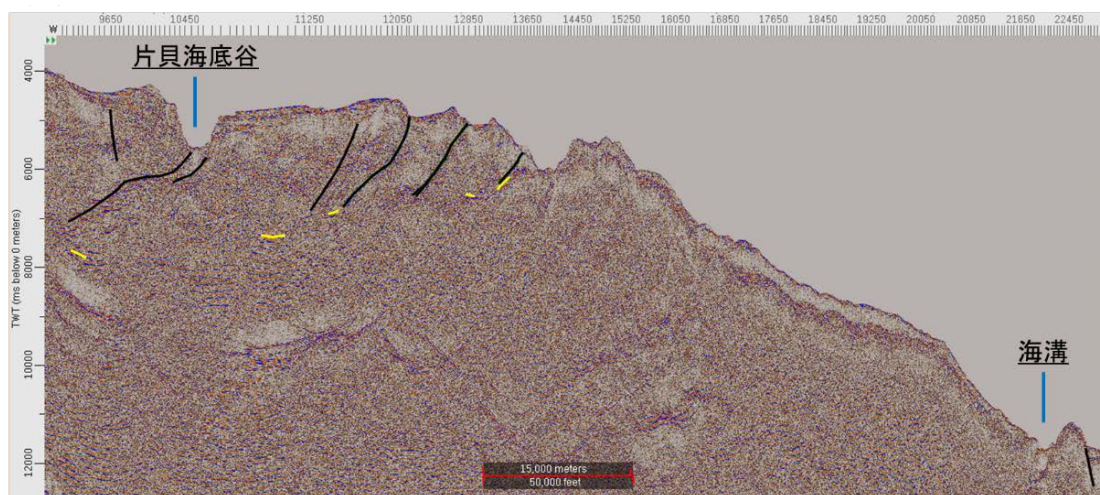


図76 前弧から海溝陸側斜面の反射記録（時間）断面図

iii) 火山フロント～背弧域（伊豆諸島海域）

八丈島、スミスカルデラ、鳥島および孀婦岩までの火山フロントのすぐ背弧側には、東西を正断層によって区切られ、南北に細長く断続的に凹地（グラーベン）が存在する（図 77）。

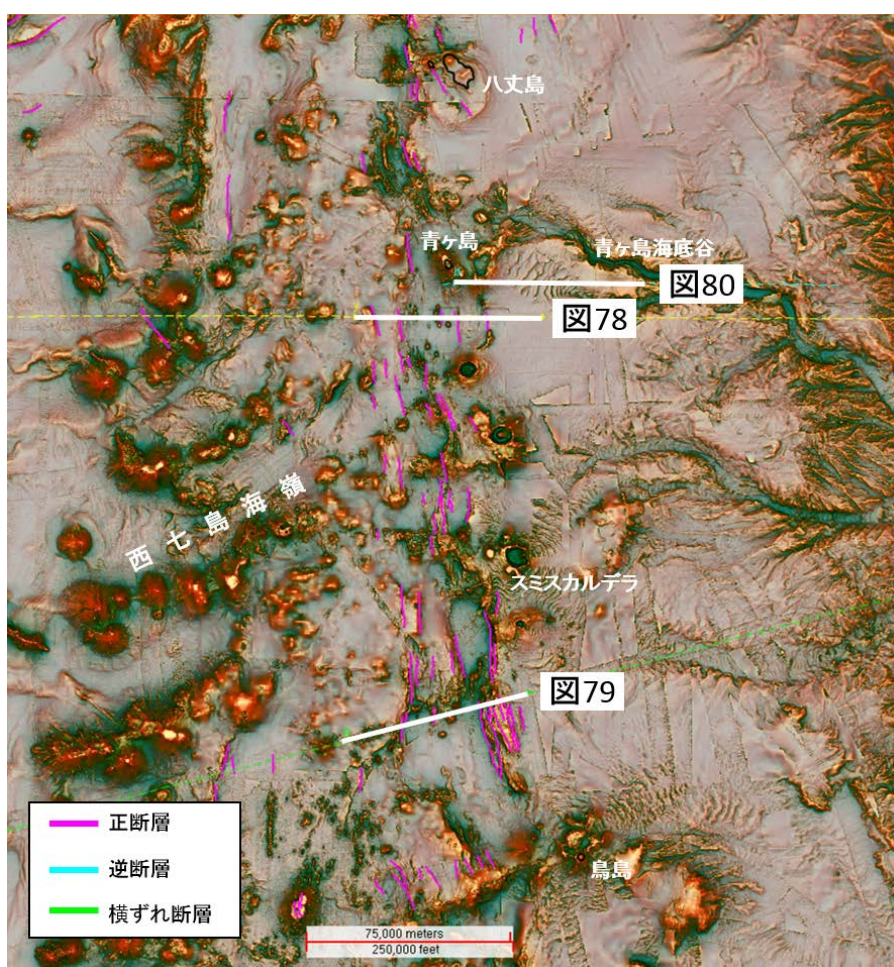


図77 伊豆諸島周辺海域の断層分布



赤色立体地形図（図 77）において、海底面に現れた正断層によるこうしたステップ状の地形（凹地）を判読することができる。これらの正断層は長さが 10 km 未満の小規模なものが多く、それらが密に分布し、リフトを形成している。

いずれの海盆も低地は堆積物で覆われているが、堆積層内には断層による累積変位が見られることから、現在もリフト活動は進行していると考えられる（図 78、図 79）。また、背弧凹地には、火山活動によって火山岩が断層面に沿って貫入して形成された南北方向のリニアメントを持つ火山群が認められ、青ヶ島に代表される火山島や海山が発達している。

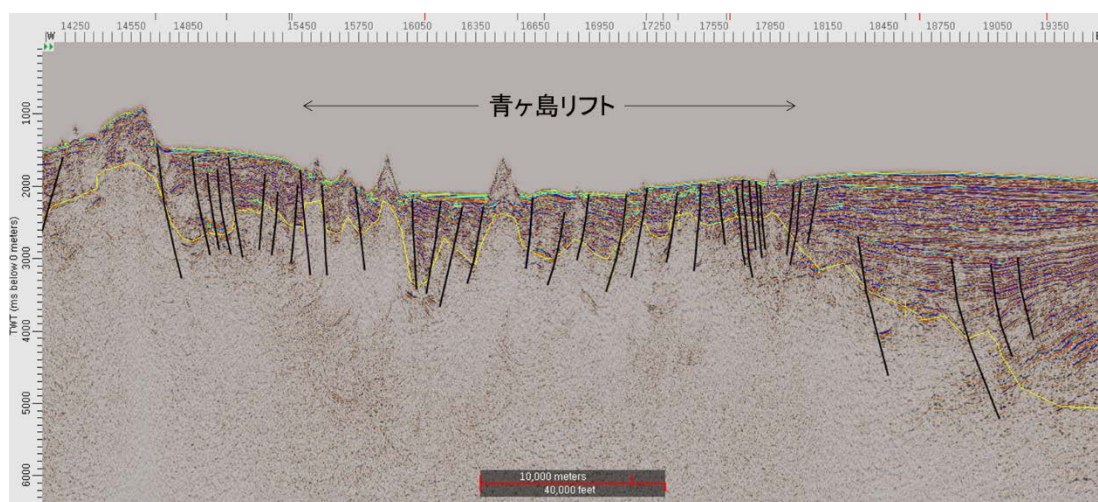


図78 青ヶ島リフトを横切る反射記録（時間）断面図

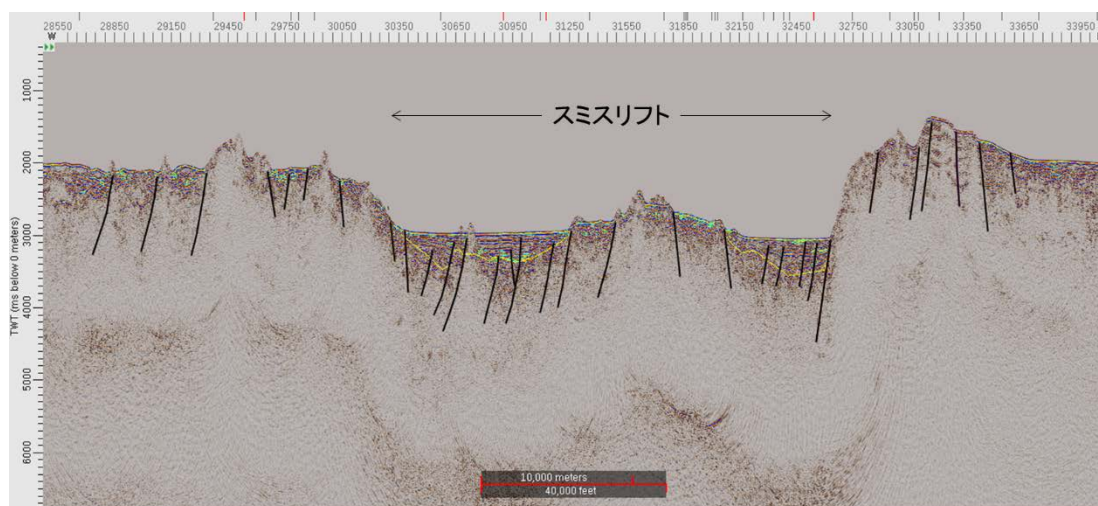


図79 スミスリフトを横切る反射記録（時間）断面図

青ヶ島東方の青ヶ島海底谷が東へ流下する前弧域には、東傾斜の正断層によってハーフグラabenが発達している（図 80）。これらの正断層群や厚い堆積物は、漸新世の島弧発達に伴う背弧拡大によるもので、過去に伸張場であったことを示している（高橋・他，2015）。



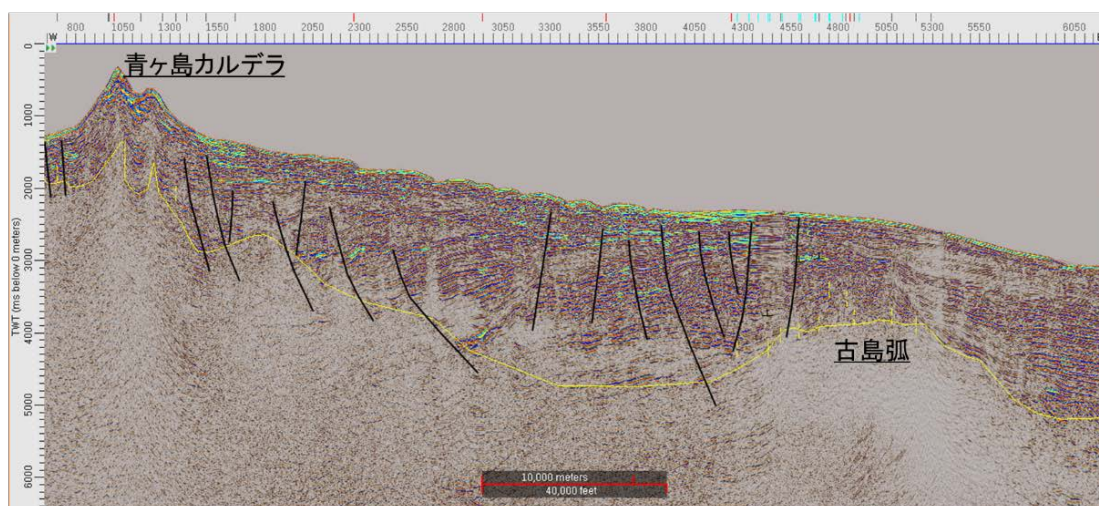


図80 前弧域を横切る反射記録（時間）断面図

iv) 火山フロント～背弧域（嬬婦岩以南）

海底地形図の解像度が比較的良好だったことから、火山フロントでは、海底面の変位が明瞭に観察できる七曜海山列を中心に、北北西－南南東走向に並走する直線的な正断層群が確認された（図 81、図 82）。

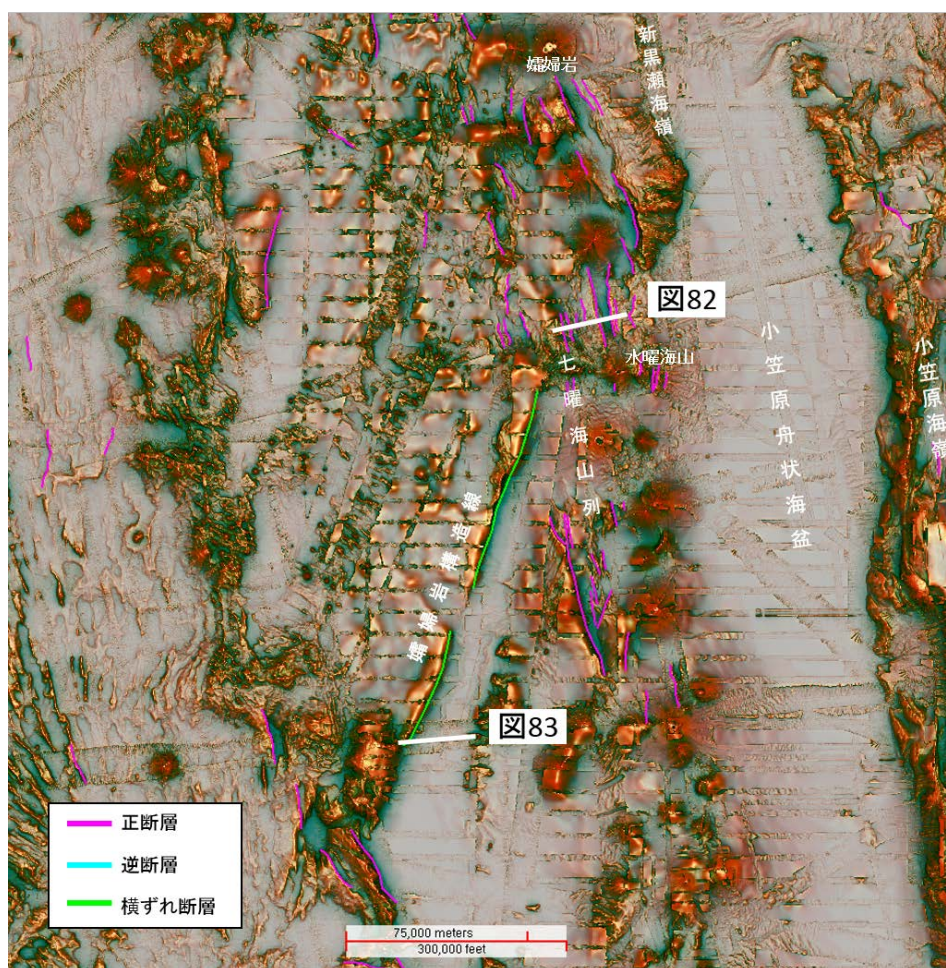


図81 小笠原海嶺周辺の断層分布



これらの正断層は、主として上盤が東側で、長さが10～20 km（最長70 km）と小規模なものが多い。また、海山周辺には、長さ10 kmに満たない断層も多く存在し、正断層が数km以下の間隔で密に分布している。これらの断層が、図82の反射記録断面において、海山の縁をなす（海山を切る）海底面の変位として認められる。

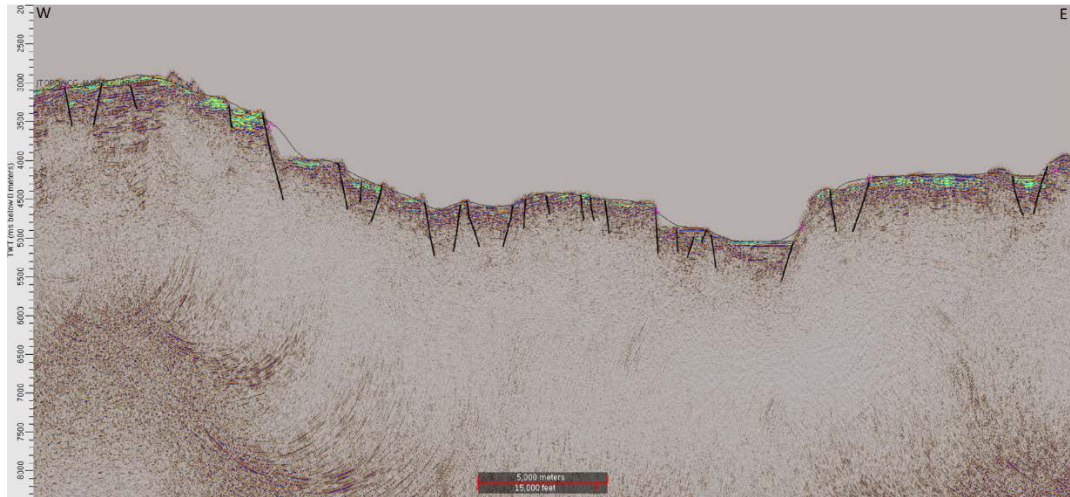


図 82 水曜海山北側の反射記録（時間）断面図

嬬婦岩構造線は、その西部で背弧雁行山脈群の南端を限り、東部で新黒瀬海嶺の南端および小笠原海嶺の北端を限っている。火山フロントを構成する火山群の分布は、嬬婦岩構造線にほぼ平行する北北東－南南西方向の直線的な構造にコントロールされているように見える。反射記録断面図上（図83）では、正断層性の変位を伴う断層として確認でき、フラワー構造のように副次断層を複数伴うため、横ずれ断層の可能性も考えられる（図81、図83）。

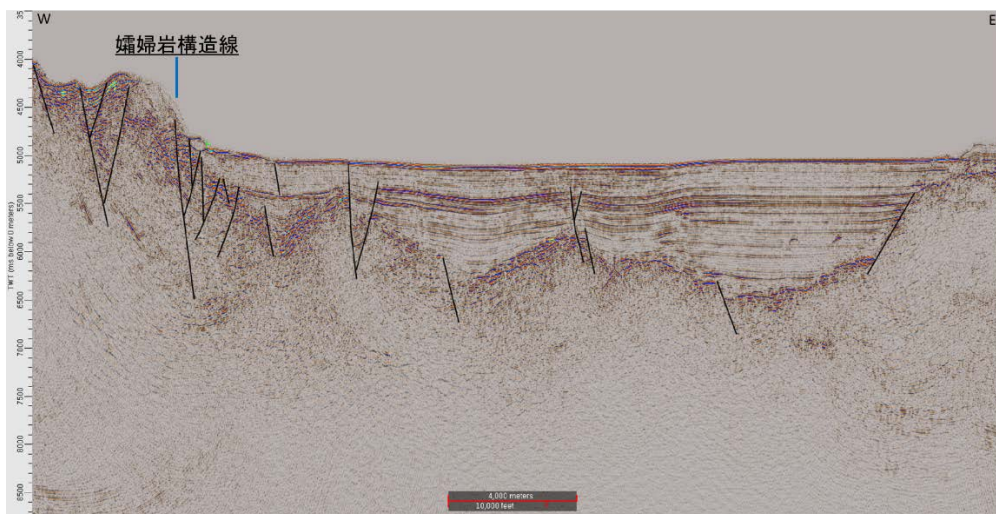


図 83 嬬婦岩構造線の反射記録（時間）断面図

v) 伊豆・小笠原海溝

伊豆・小笠原海溝の海側斜面には、海溝軸より東側の幅 60～80 km の範囲に長さ 20～50 km（最長 150 km 以上）の正断層が密に発達する（図 84、図 85）。これらの正断層は、走向が南－北から北北西－南南東方向であり、海溝軸の方向にほぼ一致するため、プレート境界近傍での沈み込むプレートの湾曲により、プレート表面に張力が生じて形成されたと考えられる。また、この正断層群により、海底には幅 3～5 km の地塁・地溝が多く発達しており、伊豆・小笠原海溝海側斜面の海底地形を特徴づけている。なお、上田海嶺の南側では 2010 年に、マグニチュード 7.4、震源の深さが 8 km の地震が発生しており、この地震は今回確認された断層群と同じ傾向を示す北西－南東走向の正断層に起因するものと推測されている（気象庁、2010）。

伊豆・小笠原海溝の海溝陸側斜面、特に海溝底と陸側斜面との境界には、プレートの沈み込みに関連した逆断層の存在が想定される。泉・他（2015）は、北緯 27 度 30 分から 29 度 30 分の間に、海底地形に地すべりによって修飾された幅数 km 以下のステップ（階段状の地形）が海溝軸に平行に複数発達することから、大規模な逆断層が存在する可能性を示唆した。今回収集した反射法データのうち、海溝軸を横切る反射記録断面（図 86）において、海溝陸側斜面基部にこのような長さ 10～35 km の逆断層が確認できる。

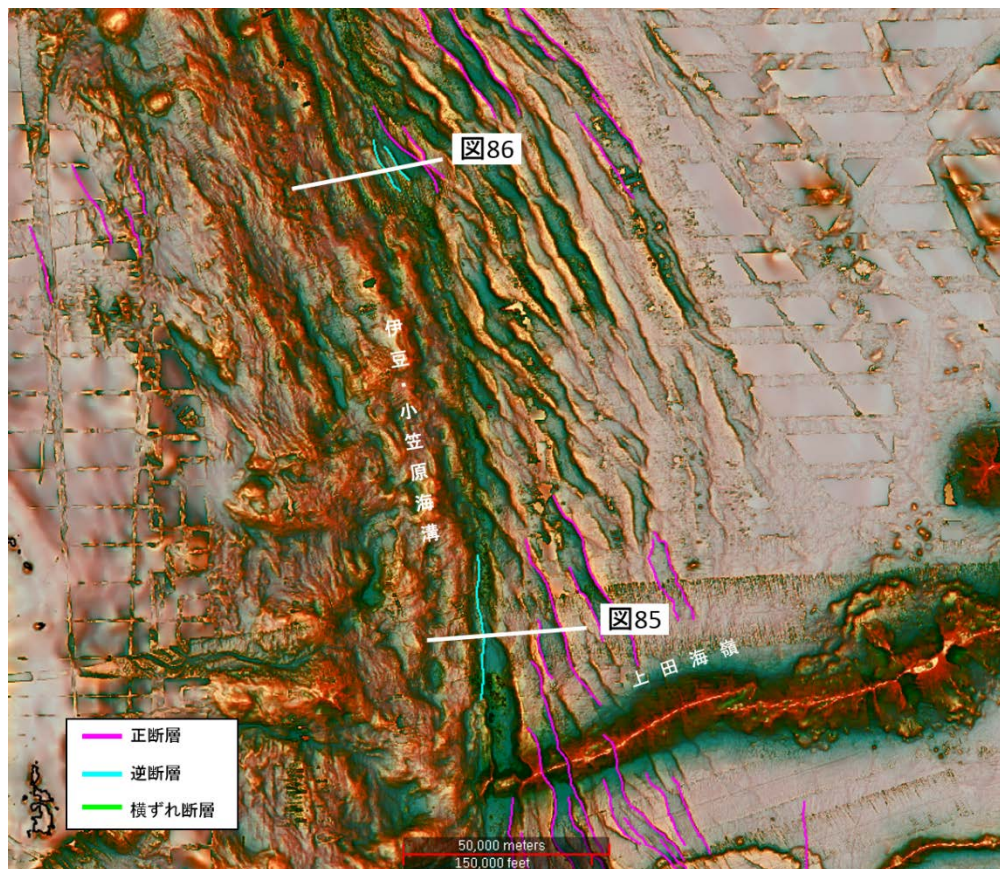


図84 伊豆・小笠原海溝周辺の断層分布



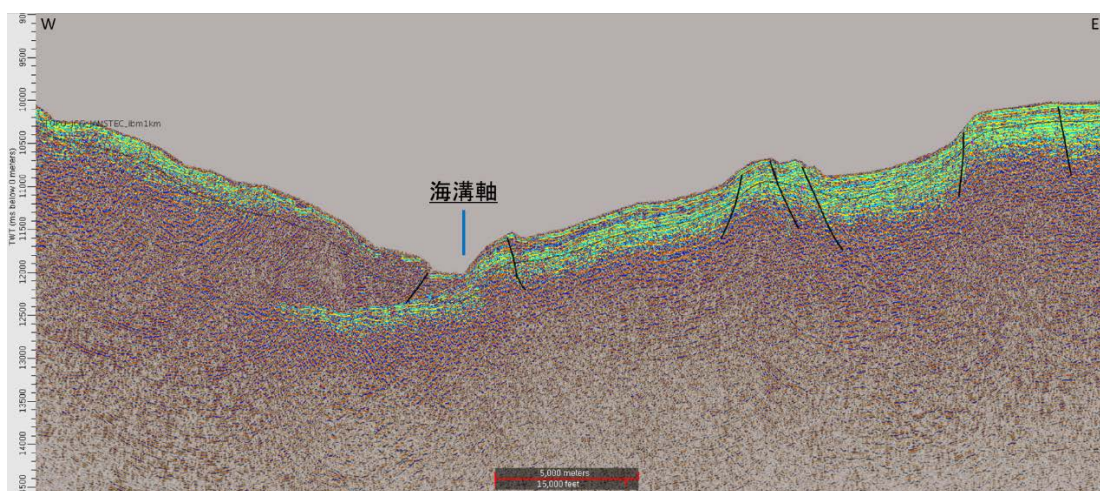


図85 海溝海側斜面の反射記録（時間）断面図

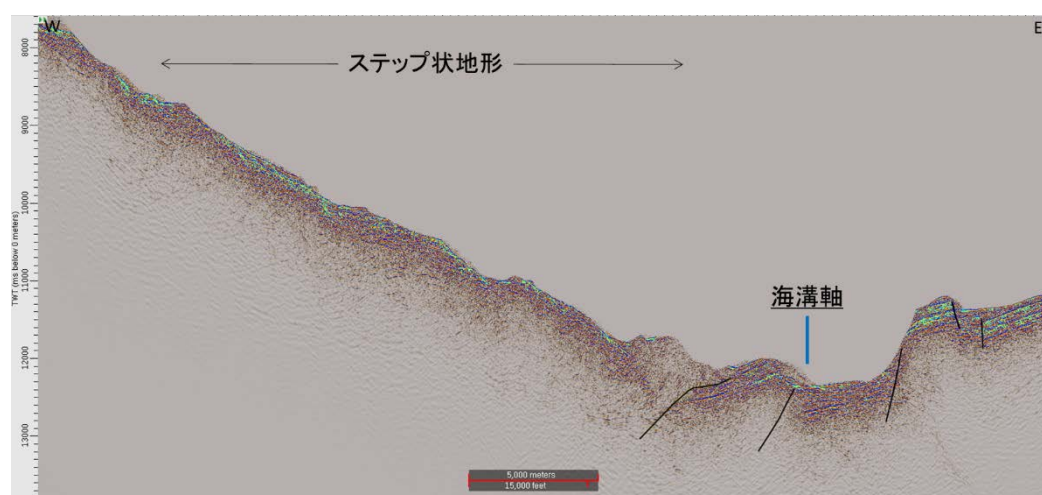


図86 海溝陸側斜面の反射記録（時間）断面図

#### vi) 小笠原海台周辺海域

小笠原海台は、伊豆・小笠原海溝とマリアナ海溝の会合部において、沈み込む太平洋プレート上に位置する大型の海山である。小笠原海台の西部は、伊豆・小笠原弧と衝突しており、フィリピン海プレート下への沈み込みに伴い、その一部が陸側斜面基部に付加されている。一方、海溝海側の小笠原海台周辺海域では、海底を変形させる多数の正断層が発達する。それらの断層は発達する領域によって走向が異なり、以下の3タイプ（A、B、C）に分類できる（図87）。

- A：海溝軸にほぼ平行な走向を持ち、海溝軸から東側80 km前後までの領域に分布する断層群（図88）
- B：北西－南東から西北西－東南東方向の走向を持ち、西海山の北側から東南東方向に大洋底まで分布する断層群（図88）
- C：北東－南西方向の走向を持ち、南海山の東縁から東側100 kmの領域に分布する断層群（図89）



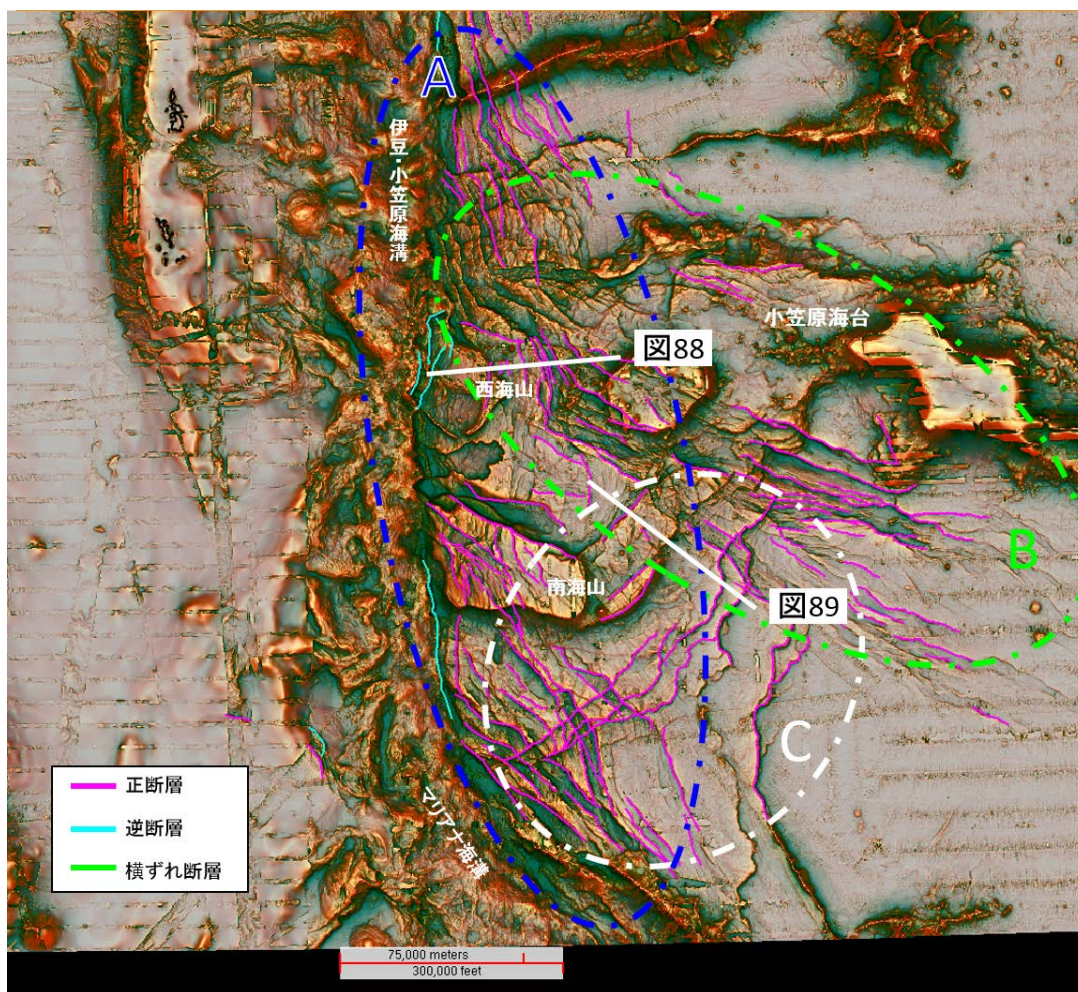


図87 小笠原海台周辺の断層分布

(青楕円は断層タイプA、緑楕円はタイプB、白楕円はタイプCを示す。)

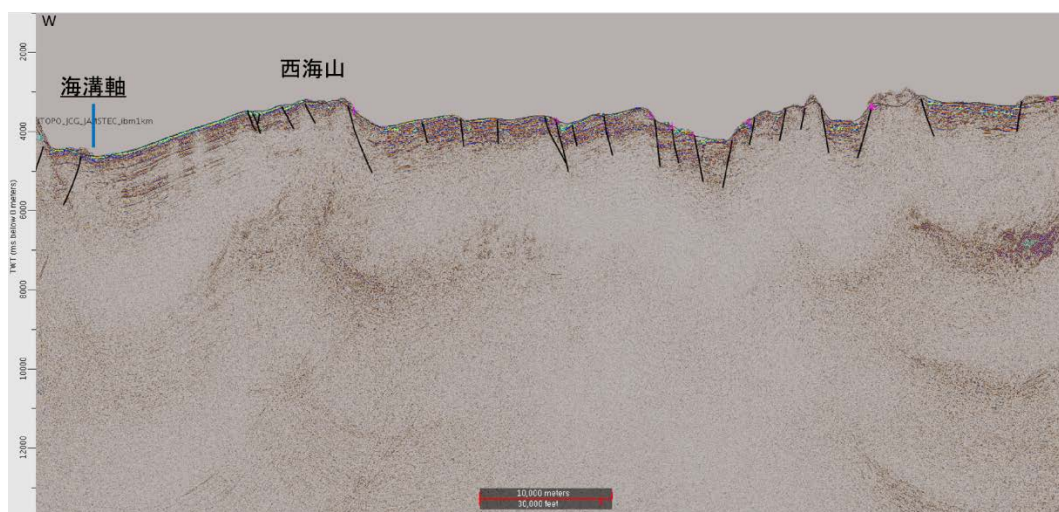


図88 小笠原海台の反射記録（時間）断面図



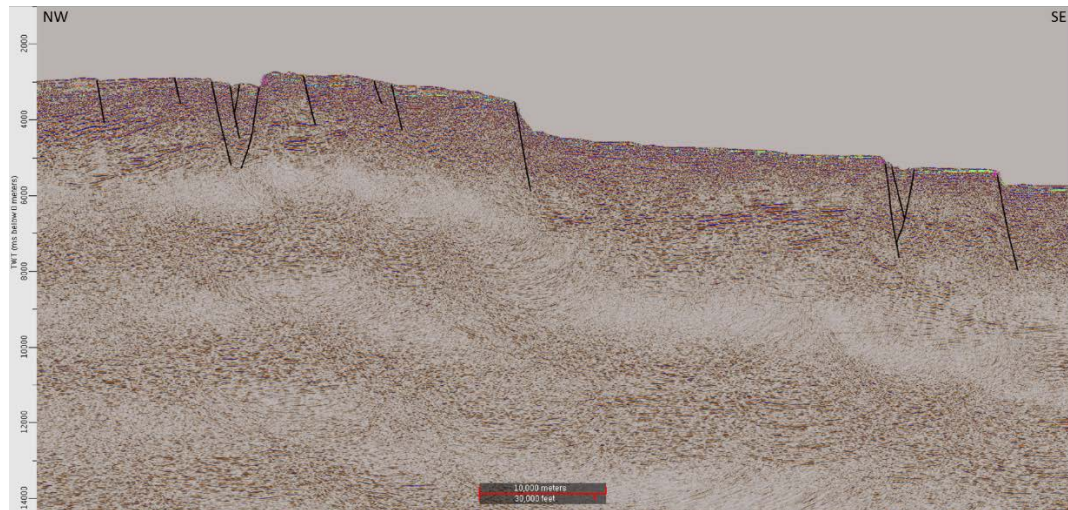


図89 小笠原海台の反射記録（時間）断面図

いずれの断層群も正断層により構成されており、この海域における広域応力場（図 63）と地震の発震機構（図 64）に整合的である。Aのタイプは、伊豆・小笠原海溝の海側斜面ほぼ全域で共通して認められ、沈み込む太平洋プレートの曲げ張力に起因する断層と考えられる。一方、BとCのタイプは、海溝軸に対して高角度の走向を持ち、海溝軸から離れた領域にまで分布する点で、Aとは異なる。BとCの成因については不明であるが、それらの断層は小笠原海台と島弧の衝突によって生じたプレート境界の屈曲部に位置し、異なる方向の沈み込み境界（伊豆・小笠原セグメントとマリアナセグメント）に向かうプレートのベンディング（湾曲）を受けて海台周辺はドーム状に隆起しているため、このような構造配置がこれらの断層形成に大きく関係していると考えられている（森下，2009）。

#### vii) 小笠原海嶺

小笠原海嶺において、反射法データが少なく海底地形図の解像度も低いため、特定できた断層数は7と少ない。特に小笠原群島周辺は、反射法データの測線間隔が10～25 km（MCS データの間隔は30～100 km）と粗く、測線上で断層が確認されたものの、断層の同定には至っていない。

小笠原海嶺は、全体として緩やかに東に傾斜しており、その西縁には水深 4,000 m の小笠原舟状海盆と境をなす比高 3,500 m の直線的な急崖が連なる。また、海嶺西縁は正断層により構造的に低い位置にあると考えられているが、今回の断層解釈作業ではそれが確認できなかった。

小笠原海嶺北部には、長さが10～20 km、北北東－南南西走向の正断層が分布する（図 90、図 91）。海嶺北部の緩傾斜面では南北～北北西－南南東方向のリニアメントを多数確認できるため、今回同定した断層と同規模以上の断層が分布する可能性がある。

海嶺の西側に存在する小笠原舟状海盆は、前弧のリフトが開始した後期始新世から第四紀までの堆積物によって厚く埋積されており（星・他，2015）、海底地形にリニアメントは認められず、海底面に変形を及ぼすような断層は同定されなかった。

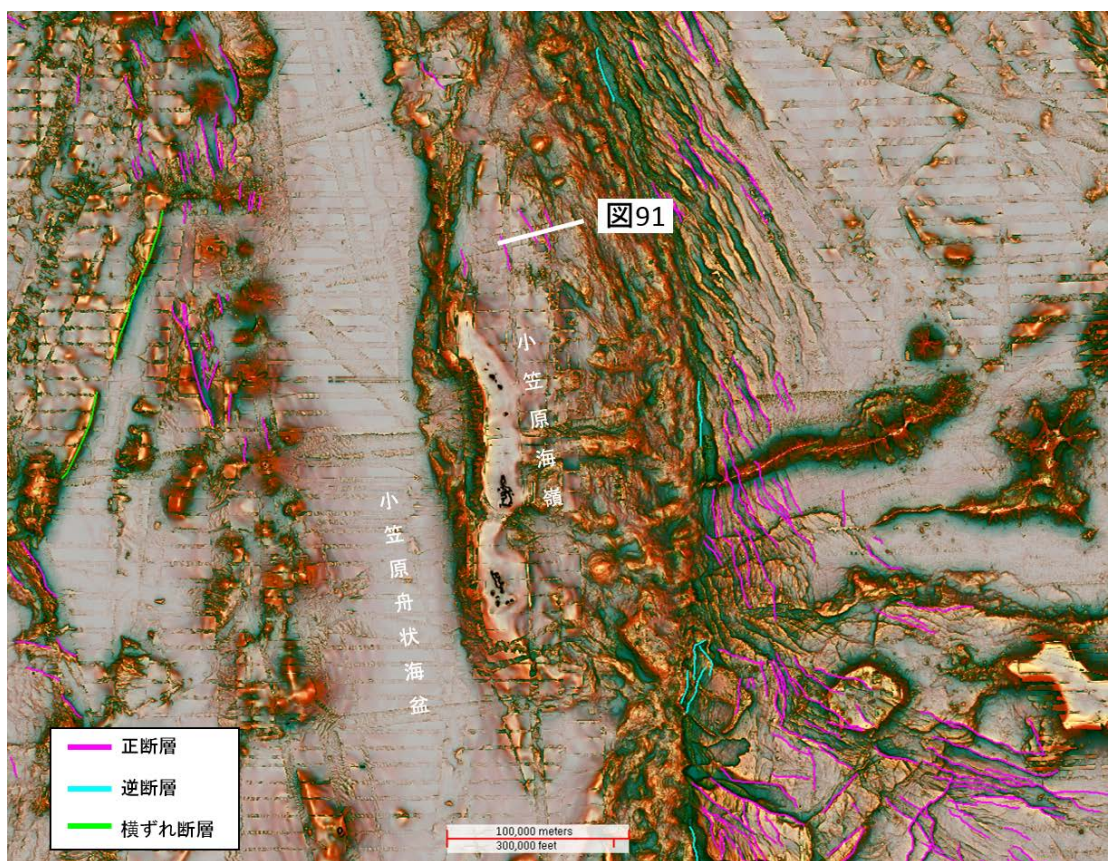


図90 小笠原海嶺周辺の断層分布

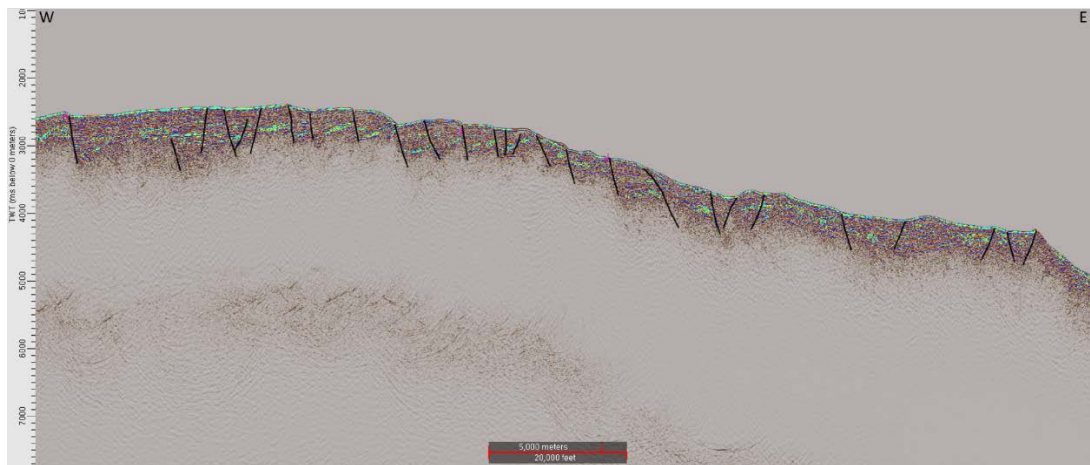


図91 小笠原海嶺北部の反射記録（時間）断面図



#### (d) 結論ならびに今後の課題

##### 1) データ再解析

平成29年度は、伊豆・小笠原諸島海域の既往探査データの再解析（MCS/SCSデータ再処理・ベクトル化）を実施した。対象となったデータは、JOGMECが1979年度に取得した基礎物理探査のMCSデータ、AISTのSCSデータ、およびJAPEXから提供された七島沖と小笠原沖のMCSのフィルム断面図であった。これらのうち、JOGMEC基礎物理探査のデータについてはこれまで同様のデータ再処理フローに基づき実施し、MCSデータの品質向上を図ることができた。データ欠損箇所（重合記録紙面あり）やJAPEXのフィルム断面図については、ベクトル化処理を行い、フィルム・紙イメージからデジタル化の処理を実施した。また、AISTのSCSデータについてもノイズ除去等の処理を実施し、データ品質の向上を図った。これらの再解析により、高品質の反射法データをデータベース化することができ、また同データを断層解釈へ提供し、効率的作業の実施に貢献した。

##### 2) 三次元速度構造モデルの構築

平成29年度は、伊豆・小笠原海域全域を対象とした三次元速度構造モデルの構築を行った。反射法データを用いて、海底面、音響基盤面、コンラッド面およびモホ面を解釈し、フィリピン海プレートと太平洋プレートを含む三次元の層構造を作成し、さらに各層構造に速度関数を与えることによって、速度構造モデルを構築した。速度データとしては、反射法データの処理過程で使われる重合速度、OBS探査で得られた速度情報、および論文などで公表されている速度情報を使用した。

速度情報が得られるOBS調査は、小笠原海台周辺および小笠原海盆周辺で多く実施されているものの、それ以外の海域では少ないか、もしくは全く実施されていない。また、反射法データ再処理を実施した測線も、一部の海域に偏っている。特に、伊豆七島周辺や太平洋プレート側の小笠原海台を除いた海域については、ほとんど速度に関するデータが存在しない。したがって、今回の三次元速度構造モデルは、データ・情報量が極めて偏在している中で作成されたものであり、今後、OBS調査が当該海域で実施され速度データが新規に入手できれば、その都度、モデルを精度の高いものへと改良・更新していく必要がある。

##### 3) 統一的断層解釈

平成29年度は、相模湾、房総沖、伊豆諸島、小笠原諸島および伊豆・小笠原海溝周辺海域の非常に広範囲に亘る断層解釈作業を行った。JAMSTECのデータをはじめ、JOGMEC基礎物理探査（一部再解析実施）、JCGの大陸棚調査、JAPEXの石油探査（ベクトル化実施）など当該海域を広域にカバーしたMCSデータに加え、AISTのSCSデータも併せて、解釈に十分有効なデータを収集でき、それらを使用して断層を特定することができた。その結果として、伊豆・小笠原諸島海域での断層分布図（図92）をマッピングするという成果を得ることができた。

既往の海底地形調査や構造調査において断層のマッピングはこれまでも報告されているが、今回データ再処理や正確な座標系の変換作業を行ったことで、断層の深部の形状

やその空間的広がりが明らかになり、より位置データに依拠した正確な情報を示すことができた。なお、当該海域で特定された断層については、ランク分けを行いデータベース化した。これらは断層モデル構築の際に、モデルの規模や連動パターンの検討に有効に利用できると考える。

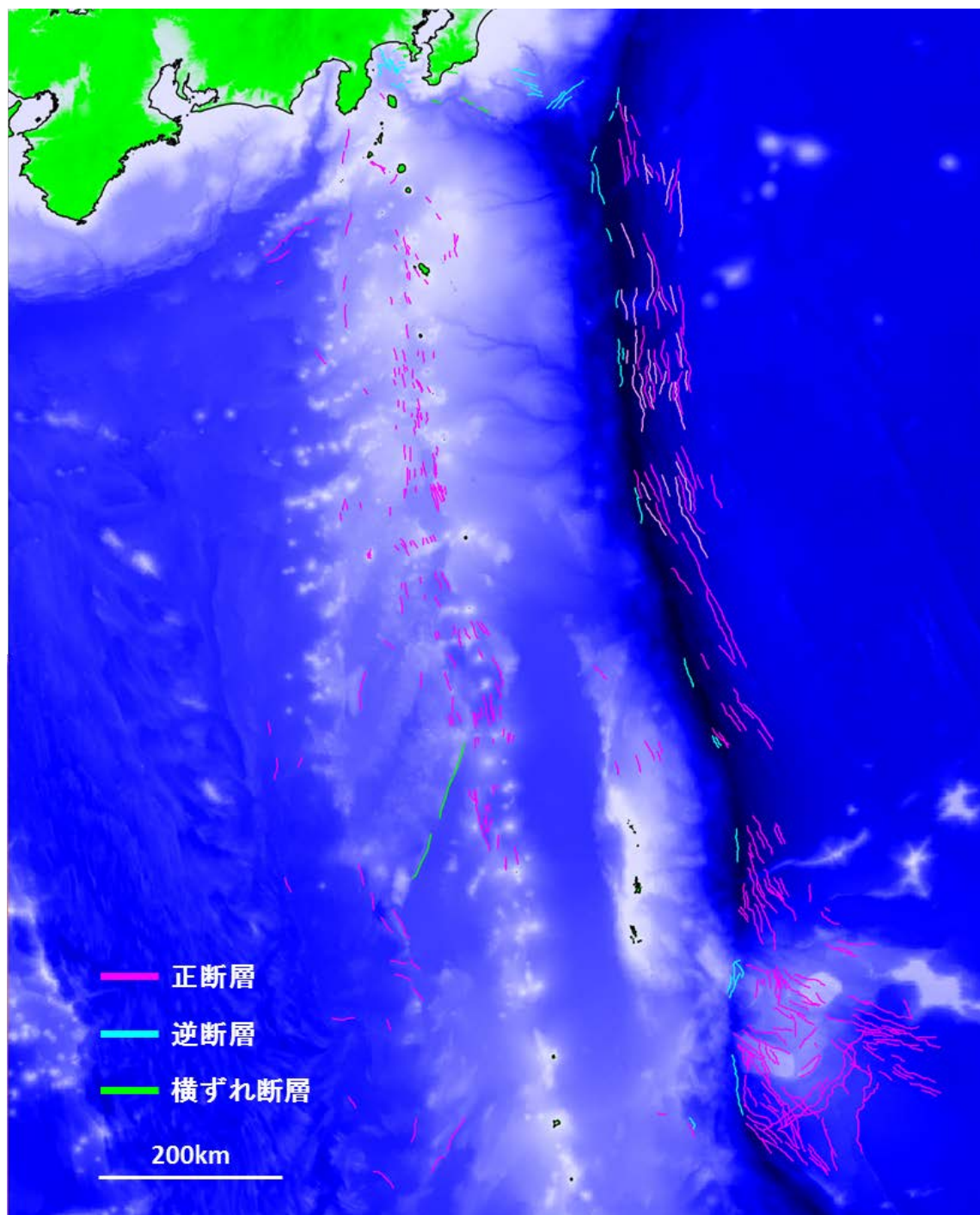


図 92 伊豆・小笠原海域の断層分布図

表11は、平成29年度の断層解釈結果を、海域別に要約したものである。



表 11 伊豆・小笠原諸島海域における断層解釈結果

| 海域         | 断層数 | 断層の特徴・傾向                                 |
|------------|-----|------------------------------------------|
| 相模湾        | 33  | 相模トラフの陸側に横ずれ成分を持つ逆断層が発達                  |
| 房総沖        | 16  | 相模トラフの陸側にプレート境界からの分岐断層が発達、トラフ底には横ずれ断層が発達 |
| 火山フロント／背弧域 | 199 | 北部では背弧リフトを形成する正断層が発達、南部では海底火山山体に正断層が発達   |
| 伊豆・小笠原海溝   | 224 | 太平洋プレート内に正断層が海溝と同方向に発達                   |

今回の解釈対象領域には、反射法地震探査測線密度の低いエリアが存在した。測線が全くないエリアでは、海底地形には明瞭なリニアメントが現れておりそれが断層である可能性があっても、断層特定に至っていない。今後、最近の新規に取得された新しい調査データが加わり解釈することで、新たな断層分布が明らかになるとともに、既往の断層の形状や位置データの精度が上がるなど、ここで構築された断層データベースの更新が行われれば、断層モデルのさらなる詳細検討にも有益になると考える。

#### (e) 参考文献

- Hirata, N., H. Kinoshita, H. Katao, H. Baba, Y. Kaiho, S. Koresawa, Y. Ono, and K. Hayashi, Report on DELP 1988 Cruises in the Okinawa Trough, Part3. Crustal structure of the southern Okinawa Trough, Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo, 66, 37-70, 1991.
- 星 一良, 柳本 裕, 秋葉文雄, 神田慶太, 反射法地震探査解釈による伊豆・小笠原弧堆積盆の地質構造と発達史, 地学雑誌, 124(5), 847-876, 2015.
- Iwasaki, T., N. Hirata, T. Kanazawa, J. Melles, K. Suyehiro, T. Urabe, L. Moller, J. Makris, and H. Shimamura, Crustal and upper mantle structure in the Ryukyu Island Arc deduced from deep seismic sounding, Geophys. J. Int., 102, 631-651, 1990.
- 泉 紀明, 西澤あずさ, 及川光弘, 木戸ゆかり, 後藤秀照, 渡辺満久, 鈴木康弘, 中田 高, 150m グリッド DEM から作成した伊豆・小笠原海溝周辺の 3D 海底地形, 海洋情報部研究報告, 52, 2015.
- 地震調査委員会, 塩沢断層帯・平山－松田北断層帯・国府津－松田断層帯(神縄・国府津－松田断層帯)の長期評価(第二版), 地震調査研究推進本部, 2015.

- 貝塚爽平, 小池一之, 遠藤邦彦, 山崎晴雄, 鈴木毅彦編, 日本の地形 4 関東・伊豆小笠原, 東京大学出版会, 2007.
- 金田謙太郎, 小笠原海台南東海域における下部地殻内低速度構造, 海洋情報部研究報告, 海上保安庁, 2014.
- 金田謙太郎, 西澤あずさ, 及川光弘, 太平洋プレート北西部およびフィリピン海プレートにおける大規模な地震波速度構造探査, 地学雑誌, 124, 787-811, 2015.
- 気象庁, 平成 22 年 12 月地震・火山月報 (防災編), 2010.
- 木崎甲子郎編, 「琉球弧の地質史」, 沖縄タイムス社, 11-18, 1985.
- Kodaira, S., T. Iwasaki, T. Urabe, T. Kanazawa, F. Egloff, J. Makris, and H. Shimamura, Crustal structure across the middle Ryukyu trench obtained from ocean bottom seismographic data, *Tectonophysics*, 263, 39-60, 1996.
- Kodaira, S., N. Noguchi, N. Takahashi, O. Ishizuka, and Y. Kaneda, Evolution from forearc oceanic crust to island arc crust: a seismic study along the Izu-Bonin forearc, *J. Geophys. Res.*, 115, 2010.
- Kodaira, S., T. Sato, N. Takahashi, S. Miura, Y. Tamura, Y. Tatsumi, Y. Kaneda, New seismological constraints on growth of continental crust in the Izu-Bonin intra-oceanic arc, *Geology*, 35, 1031-1034, 2007.
- Kodaira, S., T. Sato, N. Takahashi, M. Yamashita, T. No, and Y. Kaneda, Seismic imaging of a possible paleo-arc in the Izu-Bonin intraoceanic arc and its implications for arc evolution processes, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 9, 2008.
- Kodaira, S., K. Uhira, T. Tsuru, H. Sugioka, K. Suyehiro, and Y. Kaneda, Seismic image and its implications for an earthquake swarm at an active volcanic region off the Miyakejima-Kozu-shima, *Geophys. Res. Lett.*, 29, 2002.
- Loveless, J. P. and M. J. Meade, Geodetic imaging of plate motions, slip rates, and partitioning of deformation in Japan, *Journal of Geophysical Research*, 115, B02410, DOI:10.1029/2008JB006248, 2010.
- 松本正純, 野田直樹, 西下厚志, 河原木一, 小澤誠志, 田中喜年, 飯塚正城, 金田謙太郎, 斉藤昭則, 熊川浩一, 加藤正治, 泉紀明, 南鳥島周辺海域 (MTr7, MTr5), 九州・パラオ海嶺 (SPr11, KPr6), 及び大東海嶺 (ODr9) における精密地殻構造探査概要, 海洋情報部技報, 海上保安庁, 2007.
- 森下泰成, 小笠原海台の島弧への衝突, 水路新技術講演集, 23, 2009.
- Nagumo, S., H. Kinoshita, J. Kasahara, T. Ouchi, H. Tokuyama, T. Asamura, S. Koresawa, and H. Akiyoshi, Report on DELP 1984 Cruises in the Middle Okinawa Trough, Part2. Seismic Structural Studies, *Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo*, 61, 167-202, 1986.
- Nakahigashi, K., M. Shinohara, K. Mochizuki, T. Yamada, R. Hino, T. Sato, K. Uehira, …, and T. Kanazawa, P-wave velocity structure in the southernmost source region of the 2011 Tohoku earthquakes, off the Boso Peninsula, deduced by an ocean bottom seismographic survey, *Earth Planets and Space*, 2012.

- 中村一明, 島崎邦彦, 相模・駿河トラフとプレート沈み込み, 科学, 51, 490-498, 1981.
- Nishimura, T., Back-arc spreading of the northern Izu-Ogasawara (Bonin) Islands arc clarified by GPS data, Tectonophysics, 512, 60-67, 2011.
- Nishizawa, A., K. Kaneda, and M. Oikawa, Backarc basin oceanic crust and uppermost mantle seismic velocity structure of the Shikoku Basin, south of Japan, Earth Planets Space, 63, 151-155, 2011.
- No, T., N. Takahashi, S. Miura, M. Yamashita, Y. Kido, and S. Kodaira, Deformation of the Manazuru Knoll in Sagami Bay, central Japan, associated with subduction of the Philippine Sea plate, Planets Earth and Space, 66:109, 2014.
- 野田直樹, 松本正純, 小澤誠志, 田中喜年, 及川光弘, 阿部則幸, 丸山章子, 杉村哲也, 小山あずさ, 南鳥島北西方海域における精密地殻構造探査～2005年度第13 - 15次大陸棚調査～ MTr6 測線, 海洋情報部技報, 海上保安庁, 2007.
- 及川光弘, 道順茂, 田中喜年, 野田直樹, 倉持幸志, 小笠原海台周辺における地殻構造探査(OGr15 測線及び OgmA - OGmF 測線)の速報, 海洋情報部技報, 海上保安庁, 2008.
- 岡村行信, 村上文敏, 西村昭, スミスリフトの第四紀後期の堆積過程と断層運動, 地学雑誌, 100(4), 464-474, 1991.
- Sato, H., N. Hirata, K. Koketsu, D. Okaya, S. Abe, R. Kobayashi, M. Matsubara, …… S. Harder, Earthquake Source Fault Beneath Tokyo, Science, 309(5733), 2005.
- Sato, T., G. Fujie, S. Kodaira, K. Shiraishi, S. Abe, and E. Asakawa, Crustal imaging by pre-stack depth migration using integrated data from MCS and OBS survey, Proc. of the 11th SEGJ International Symposium, 2013.
- 首都直下地震モデル検討会, 首都直下のM7クラスの地震及び相模トラフ沿いのM8クラスの地震等の震源断層モデルと震度分布・津波高等に関する報告書図表集, 内閣府, 2013.
- 田賀傑, 西下厚志, 木場辰人, 福山一郎, 河本行弘, 加藤正治, 熊川浩一, 九州パラオ海嶺南部及び小笠原海台周辺における精密地殻構造探査, 海洋情報部技報, 海上保安庁, 2008.
- Takahashi, N., S. Kodaira, Y. Tatsumi, M. Yamashita, T. Sato, Y. Kaiho, S. Miura, T. No, K. Takizawa, and Y. Kaneda, Structural variations of arc crusts and rifted margins in the southern Izu-Ogasawara arc-back arc system, Geochem. Geophys. Geosyst., 10, 2009.
- 高橋成実, 小平秀一, 佐藤壮, 山下幹也, 海宝由佳, 三浦誠一, 野徹雄, …… 金田義行, 伊豆・小笠原島弧の速度構造, 地学雑誌, 124, 813-827, 2015.
- Takahashi, N., M. Yamashita, S. Kodaira, S. Miura, T. Sato, T. No, K. Takizawa, Y. Tatsumi, and Y. Kaneda, Rifting structure of central Izu-Ogasawara (Bonin)

- arc crust: Results of seismic crustal imaging, Springer book, Accretionary Prisms and Convergent Margin Tectonics in the Northwest Pacific Basin, 2011.
- 田中喜年, 小澤誠志, 宮寄進, パレスベラ海盆メガムリオン域における精密地殻構造調査～2005年度第9-11次大陸棚調査(SPr6, SPr8及びSPr9測線)～, 海洋情報部技報, 海上保安庁, 2007.
- 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, ……., 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, 13, 27-53, 2001.
- Wessel, P. and W. H. F. Smith, Free software helps map and display data, Eos Trans. AGU, 72, 441, 445-446, 1991.



### 3. 3 海域における断層モデルの構築

#### (1) 業務の内容

(a) 業務題目 海域における断層モデルの構築

(b) 担当者

| 所属機関              | 役職      | 氏名    |
|-------------------|---------|-------|
| 国立研究開発法人防災科学技術研究所 | 部門長     | 藤原 広行 |
|                   | 総括主任研究員 | 平田 賢治 |
|                   | 総括主任研究員 | 高橋 成実 |
|                   | 主任研究員   | 中村 洋光 |
|                   | 主幹研究員   | 大角 恒雄 |
|                   | 主任研究員   | 森川 信之 |
|                   | 主任研究員   | 前田 宜浩 |
|                   | 主任研究員   | 河合 伸一 |

(c) 業務の目的

サブテーマ(2)で再解析・解釈して求めた日本周辺海域の三次元断層分布から、断層面の広がり大きい主断層を抽出し、断層モデルを構築する。M7程度以上であると推定されるもので、かつ、津波や地震動の記録が存在する地震の震源断層と考えられるものについては、地震動と津波のシミュレーションを行うことにより、構築した断層モデルの妥当性を検証する。モデル構築及びシミュレーションについては、必要に応じて地震本部地震調査委員会の下に設置された評価部会等に報告し、その議論も踏まえて進める。また、断層分布と地殻内の変形構造との整合性を確認する。

(d) 7ヵ年の年次実施業務の要約

1) 平成 25 年度：

サブテーマ(1)でのデータベース（以下、DB）構築と平行して、断層モデルの構築手法を検討した。

2) 平成 26 年度：

解釈を終えた日本海の断層分布から主断層を抽出、津波や地震動の記録が存在するM7程度以上の断層モデルについて、強震動や津波のハザード評価に資する検討を行った。

3) 平成 27 年度：

解釈を終えた日本海の断層分布から主断層を抽出、津波や地震動の記録が存在するM7程度以上の断層モデルについて、強震動や津波のハザード評価に資する検討を行った。

4) 平成 28 年度：

解釈を終えた南西諸島海域の断層分布から主断層を抽出、津波や地震動の記録が存在するM7程度以上の断層モデルについて、強震動や津波のハザード評価に資する検討を行った。断層モデル例を公開システムの仕様検討担当のサブテーマ(1)に提供を行った。

5) 平成 29 年度：

解釈を終えた南西諸島海域の断層分布から主断層を抽出、津波や地震動の記録が存在するM7程度以上の断層モデルについて、強震動や津波のハザード評価に資する検討を行った。

6) 平成 30 年度：

解釈を終えた伊豆・小笠原海域の断層分布から主断層を抽出、津波や地震動の記録が存在するM7程度以上の断層モデルについて、強震動や津波のハザード評価に資する検討を行う。

7) 平成 31 年度：

解釈を終えた南海トラフ域の断層分布から主断層を抽出、津波や地震動の記録が存在するM7以上の断層モデルについて、強震動や津波のハザード評価に資する検討を行う。評価した断層モデル全体をとりまとめ、データ公開システム上での検索・表示内容の検証を行う。

## (2) 平成 29 年度の成果

### (a) 業務の要約

平成 29 年度においては、平成 28 年度に実施した南西諸島南部海域を除く南西諸島海域及び九州西岸地域の断層モデルの構築と検証を目的とした。当該年度業務では、平成 28 年度にサブテーマ（２）において解釈された断層データに、平成 27 年度に検討した津波及び地震動の波源となる断層モデルの構築手法を適用することで断層モデルの構築を行い、南西諸島北部海域及び九州西岸海域の 249 断層について断層下端深度の設定方法が異なる 2 パターン、合計 498 の断層モデルを設定した。断層モデルの構築にあたっては、データの特徴や地域性等の違いを考慮し、また地震調査研究推進本部で実施されている津波評価部会、長期評価部会、海域活断層評価手法等検討分科会の議論等を踏まえ、断層パラメータの設定方法の再検討と見直しを行った。断層モデルの構築に加え、サブテーマ（３）では、平成 30 年度に断層データのモデル化の対象とされている伊豆・小笠原地域における地震・津波に関する歴史資料及び観測資料の収集整理を行った。

### (b) 業務の実施方法

今年度の対象としている南西諸島北部海域及び九州西岸海域の断層データのモデル化にあたって、基本的な断層モデル構築手法は平成 27 年度に検討した手法を適用することとした。しかし、海域によってサブテーマ（１）及び（２）で得られるデータの特徴も解釈の手法も異なり、各海域の地域的な特性も異なることから、それらを踏まえた検討が必要となる。

また、地震調査研究推進本部における各部会及び分科会での議論も踏まえていく必要があることから、個々の断層パラメータ設定手法について再検討を行った。具体的には、奄美大島西方沖に位置する密集した断層群について、反射断面を見直し、背斜構造の特徴から主断層を抽出する方法について、サブテーマ（２）と合わせて検討した。

断層下端深度の設定方法については、津波予測計算によるパラメータスタディを実施することで、設定方法のちがいによる影響についての感度解析を行うことで検討した。具体的には「海域活断層評価手法等検討分科会」での議論を踏まえ、過年度業務と共通した考え方である断層下端をコンラッド面として設定する方法に加え、断層下端をコンラッド面とした場合の断層幅に 5 km を加算したときの深度を断層下端深度として設定することで認識論的不確定性を考慮した。パラメータの設定に含まれる偶然的な不確定性としては、断層面積とモーメント量の経験的關係から求められるすべり量に  $+1\sigma$  程度のデータのばらつきを考慮した。以上のように、パラメータの不確定性を考

慮することで、南西諸島北部海域及び九州西岸海域で起こり得る地震及び津波の規模を包含できる断層モデル群となるように設定する方法をとりまとめた。



(c) 業務の成果

1) 伊豆・小笠原地域における断層モデル構築事前準備

a) 既往資料の収集整理

i) 既往地震及び津波の事例収集

① 1974 年伊豆半島沖地震

1974 年 5 月 9 日 8 時 33 分頃に伊豆半島南部で被害をともなう地震が発生した。震源は松田・田村 (1974) によると石廊崎沖の南南西約 5 km とされ、土・宇津 (1975) では松田・田村 (1974) による震源のやや北方の南伊豆町の海岸付近であるとされている。気象庁地震課・他 (1975) によると震源の深さは 10 km、マグニチュードは Mj6.9 である。

・気象庁地震課・他, 1975 : 「1974 年伊豆半島沖地震調査報告」

気象庁地震課・他 (1975) によると、この地震の傾斜方向は節面 A が N57° W で傾斜角 70°、節面 B が N34° W で傾斜角 81° となっている (図 1)。また、津波の発生が確認されているが、震央付近でわずかに記録される程度で被害はなかったとされる。津波記録があった験潮所は、南伊豆と御前崎のみである (表 1)。

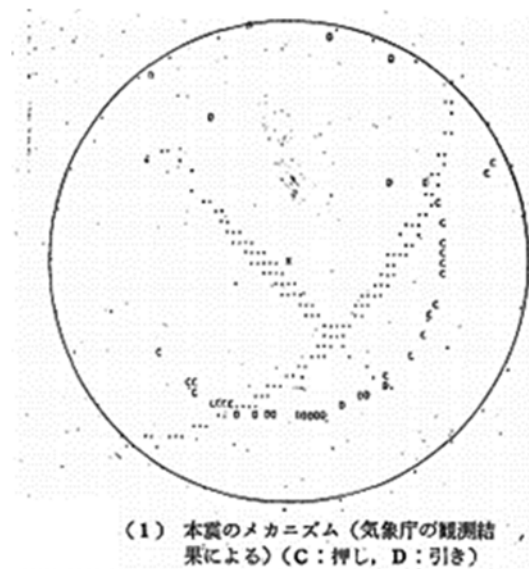


図 1 1974 年伊豆半島沖地震の初動の押し引き解 (気象庁地震課・他, 1975)

表 1 1974 年伊豆半島沖地震の験潮記録の読み取り結果（気象庁地震課・他，1975）

| 験潮記録の読みとり結果 |                   |             |                     |                           |                 |                       |          |         |              |             |
|-------------|-------------------|-------------|---------------------|---------------------------|-----------------|-----------------------|----------|---------|--------------|-------------|
| 験潮所         | 第 一 波 (初 動)       |             |                     |                           | 最 大 波 高 (最大全振幅) |                       |          |         | 記 事          |             |
|             | 到 着<br>時 刻<br>(a) | 走<br>時<br>時 | 山 谷<br>の 出 現<br>時 刻 | 押し(+)<br>引き(-)<br>の 大 き さ | 発 現 時 刻<br>(c)  | 至 過<br>時 間<br>(c)-(a) | 波<br>高   | 周<br>期  | 所<br>属       | 験<br>潮<br>器 |
| 南 伊 豆       | 時 分<br>08 39      | 分<br>06     | 時 分<br>08 41        | cm<br>-14                 | 時 分<br>08 39    | 分<br>00               | cm<br>11 | 分<br>10 | 海 上<br>保 安 庁 | フース         |
| 御 前 崎       | 08 48             | 15          | 08 52               | + 8                       | 09 26           | 38                    | 15       | 12      | 気 象 庁        | フース         |

・多田，1976：「1974 年伊豆半島沖地震の測地学的断層モデル」

この地震の断層は、村井・金子（1973）により空中写真判読から活断層であると推定されていた断層が活動したとされ、注目される地震であった。国土地理院では地震後に水準測量を実施し伊豆半島南部の地殻変動量の推定を行った。

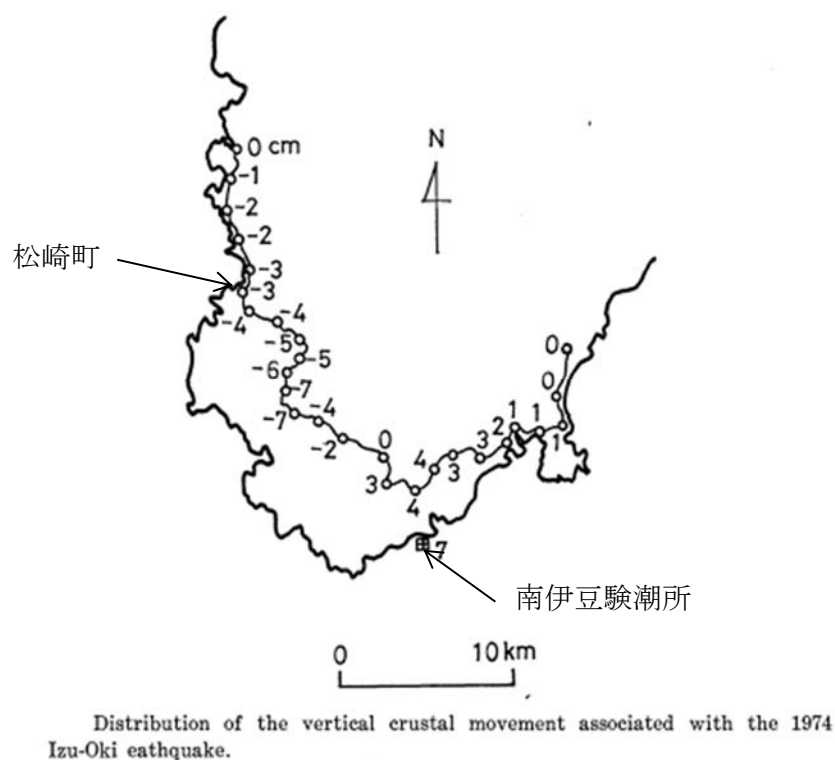
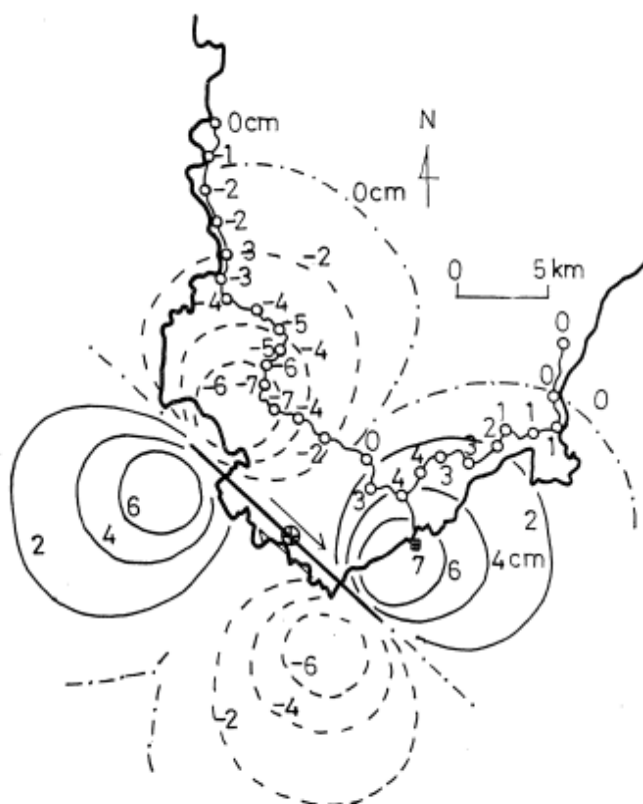


図 2 水準測量により推定された地殻変動量と水準測量の路線図の重ね合わせ（多田，1976 に加筆）

南伊豆験潮所の変動量を 7cm の隆起とすると、松崎町の南で約 6 cm の沈降が確認された(図 2)。主震の初動分布、余震分布及び地殻上下変動分布から、地震断層は北西-南東方向に走向をもち、北東方向に傾斜した右横ずれ断層であると推定できる。この結果推定

された断層モデルは、長さ=15 km、幅=8 km、傾斜角=75°、変位量=1.3m の右横ずれ断層モデルである。この断層モデルから計算される地殻上下変動を図3に示す。



Theoretical vertical crustal movement calculated by the assumed fault model. The assumed fault type is the right lateral pure strike and the fault parameters are as follows, fault length=15 km, fault width=8 km, dip angle=75° and displacement=130 cm.

図3 断層モデルから推定される地殻上下変動量（多田，1976）

この地震でできたとされる断層は石廊崎断層とされる。石廊崎断層は、地表で観測・観察された地変からは北落ちの右横ずれ断層であり、平均的な横ずれ量は 30cm、縦ずれ量は 15cm であると推定される（地質調査所，1974、東大地震研構造地質部門，1974）。しかし、地表にあらわれたこの地震断層では水準測量で得られた地殻変動を説明することはできない。

このように地表で観察された断層と理論的に求められた断層モデルが異なる原因として著者は次のような原因を挙げている。1) 地表で観察された断層は副次的なものであり、主断層はたとえば伊豆半島南端の海中にある、2) 断層変位が一様ではなく、断層深部ではここで推定したような動きであったが、地表付近では異なっている。著者はより有力な考え方として2) を妥当としている。

## ② 1978 年伊豆大島近海地震

気象庁の命名では 1978 年「伊豆大島近海の地震」であるが、多くの研究が「伊豆大島近海地震」の呼び名を使用しているため、ここでは先行研究のレビューの観点から伊豆大島近海地震と記述する。

伊豆大島近海地震は 1978 年 1 月 14 日 12 時 24 分頃に伊豆大島西岸沖の深さ約 15 km で発生し、Mj7.0 とされる（気象庁発表）。伊豆大島と神奈川県横浜市で震度 5 が観測され、静岡県賀茂郡東伊豆町では震度 6 相当の揺れがあったとされる。また、被害は伊豆大島よりも伊豆半島東部に集中している（村井・他，1978）。この地震は多重震源地震であり、本震の約 6 秒前の小破壊が伊豆大島と伊豆半島間の海底から西に伝播し、陸域で本震とされる 2 番目の地震が発生した。2 番目の震央の位置は伊豆半島内陸部の稲取岬の西側約 3 ～ 4 km 付近とされる（長宗，1980：図 4）。

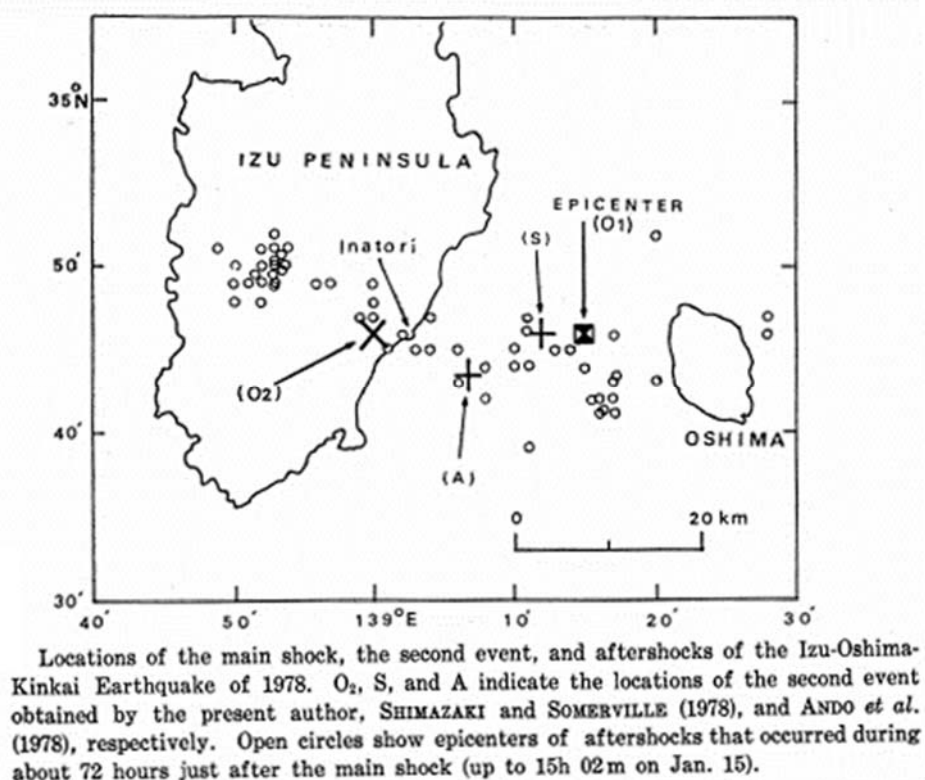


図 4 伊豆大島近海地震の本震余震分布（長宗，1980）

・岡田，1978：「地殻歪から見た 1978 年伊豆大島近海地震」

辺長測量と水準測量の観測データから著者は最小二乗法を用いたインバージョン的な方法で 1978 年伊豆大島近海地震の断層面の推定をおこなった。その結果、単純な 1 枚の断層モデルでは稲取から東方向に長さ 10～20 km の断層を設定し、2～3 m の右横ずれ変位を与えることにより観測データとよく一致するとしている。また、この結果は



Shimazaki and Somerville (1978)が地震波のデータを用いて推定した断層モデルともよく合っている。これらの断層モデルと想定される地殻変動量と観測された地殻変動量の比較を図5に示す。

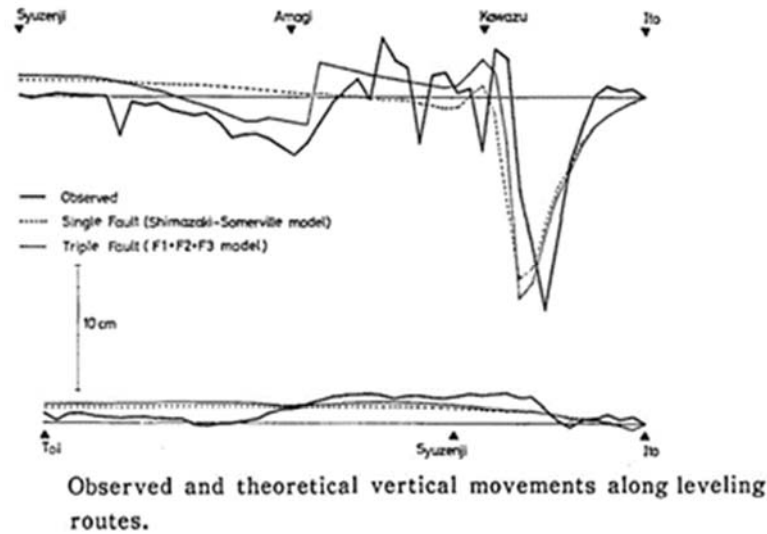


図5 岡田 (1978) 及び Shimazaki and Somerville (1978)により推定された断層モデルから想定される地殻変動量と観測地殻変動量の比較 (岡田, 1978)

しかし、Shimazaki and Somerville (1978)では修善寺から天城に向かう水準路線で観測された沈降が説明できていないなど、相違点があり、著者らはより詳しい断層モデルの設定を検討した。その結果、図6に示すような主に3枚の断層を想定すると地殻変動分布をよく説明できると結論づけた。

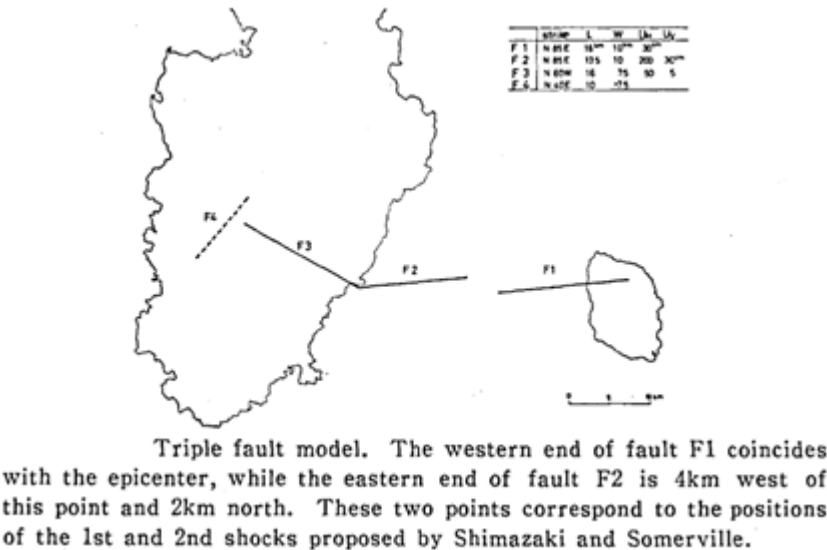


図6 岡田 (1978) による断層モデル

図 6 の F1～F3 の断層は垂直の断層である。F1 は西端を本震位置に設定し、走向N85° E、長さ 16 km、幅 10 kmである。F2 は2つ目の震央位置と稲取を結んだものであり、走向N85° E、長さ 13.5 km、幅 10 kmである。F3 は稲取から内陸へ、走向N60° Wとし、長さは余震分布から 16 km、幅は余震の震度方向の分布から 7.5 kmとした。ずれの量は F1 が右横ずれ 30cm、F2 が右横ずれ 200cm、北落ち 30cm、F3 右横ずれ 50cm、北落ち 5 cmとした。

### ③ 1953、1984 年房総沖地震

#### 【1953 年房総沖地震】

地震調査研究推進本部地震調査委員会（2011）の長期評価によると、1953 年の房総沖の地震はプレート内正断層の地震である。この地震は 1953 年 11 月 26 日に発生し、深さ 39 km、M7.4 と推定されている（気象庁震度データベース，2018 年 3 月閲覧）。千葉県及び東京都（三宅村）で最大震度 5 が観測されているほか、北海道から四国にかけての広い範囲で揺れが観測されている。

・井上，1954：「房総沖地震調査報告」

1927 年 8 月に同様の場所で地震があり、規模も大きかったことから銚子及び布良で小津波が発生していた。中央气象台はこの地震についても津波の発生を予測し、千葉県、茨城県、神奈川県、静岡県、静岡県、静岡県、静岡県の海岸について津波警報を発表した。しかし、干潮時であったことと、震源の深さが比較的深かったため、津波は銚子で約 3 m、富崎で 1.8 m、その他では 1 m 足らずにとどまった（表 2）。

表 2 1953 年房総沖地震による津波の観測値（井上，1954）

| 観測所         | 緯度(北) | 経度(東)  | 第 1 波 |      |     |      | 最 大 波 |     |     |      | 地震から第 1 波までの時間差 |    | 検潮儀の型 |
|-------------|-------|--------|-------|------|-----|------|-------|-----|-----|------|-----------------|----|-------|
|             |       |        | 到着時刻  | 山時の間 | 振幅  | 周期   | 時刻    | 振幅  | 周期  | 時刻   | 振幅              | 周期 |       |
| 宮古名小布伊      | 39 38 | 141 58 | 3 55  | 4 03 | 1.5 | —    | —     | —   | —   | —    | —               | —  | F     |
|             | 38 18 | 141 31 | 3 54  | 4 00 | 32  | 10   | 4 05  | 39  | 8   | 1 06 | —               | —  | F     |
|             | 36 57 | 140 53 | 3 15  | 3 25 | 2   | 15   | 5 23  | 15  | 12  | 0 27 | —               | —  | F     |
|             | 34 55 | 139 50 | —     | —    | —   | —    | 4 41  | 48  | 8   | —    | —               | —  | N.K.  |
| 内大舞阪(浜松)小松島 | 34 58 | 139 06 | 3 06  | 3 09 | 4   | 6    | 5 46  | 14  | 10  | 0 18 | —               | —  | F     |
|             | 35 01 | 138 54 | 3 38  | 3 46 | 13  | 12   | 第 1 波 | —   | —   | 0 50 | —               | —  | F     |
|             | 34 47 | 139 24 | 3 10  | —    | 4   | —    | 3 10  | 17  | 7   | 0 22 | —               | —  | F     |
|             | 34 41 | 137 37 | 5 10  | 5 19 | —   | —    | 8 35  | 8   | 17  | 2 22 | —               | —  | F     |
| 小松島         | 34 29 | 136 51 | 5 10  | 5 20 | 1ca | 20ca | 8 08  | 5ca | 7ca | 2 22 | —               | —  | F     |
|             | 33 59 | 134 37 | 4 55  | 5 00 | 1.5 | 10   | 5 20  | 5   | 13  | 2 07 | —               | —  | F     |
| 浦中清水        | 33 33 | 135 54 | 4 13  | 4 18 | 27  | 16   | 第 1 波 | —   | —   | 1 25 | —               | —  | F     |
|             | 33 27 | 135 46 | 4 10  | 4 15 | 20  | 12   | 5 10  | 37  | 15  | 1 22 | —               | —  | F     |
|             | 32 47 | 132 58 | 4 42  | 4 17 | 12  | 15   | 5 08  | 24  | 10  | 1 54 | —               | —  | N.K.  |

注 F : Fuess N.K. : New Kelvin

銚子付近では、外川港の港内で1～1.5m程度の引き波があり、また港内の船引台や伝馬船が流出するなどの被害があった。犬若付近の砂浜では2～3m程度の海面の上昇があったとみられる。八丈島の波浪計には、振幅1.5m程度の津波が記録された（図7）。

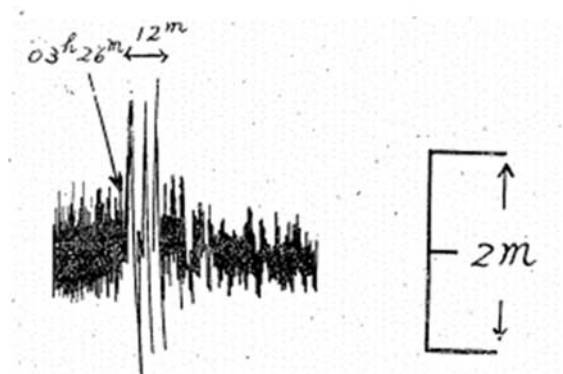
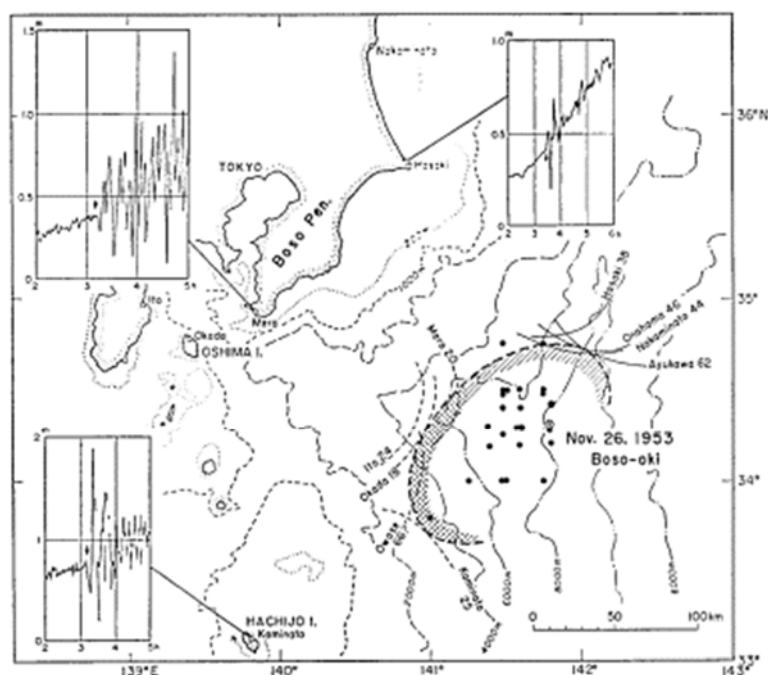


図7 八丈島測候所の波浪計記録（井上，1954）

・羽鳥，1975「房総沖における津波の波源－延宝（1677年）・元禄（1703年）、1953年房総沖津波の規模と波源域の推定－」

1953年房総沖地震により発生した津波の験潮記録を収集した（図8）。



. Estimated source area of the 1953 Boso-oki tsunami, distribution of aftershocks (closed circles), and the principal tide gauge records. The last wave fronts of the inverse refraction diagram are shown with the names of the tide stations and the travel times (min). The senses, up and down, of the initial motion of the tsunami are indicated by solid and broken lines respectively.

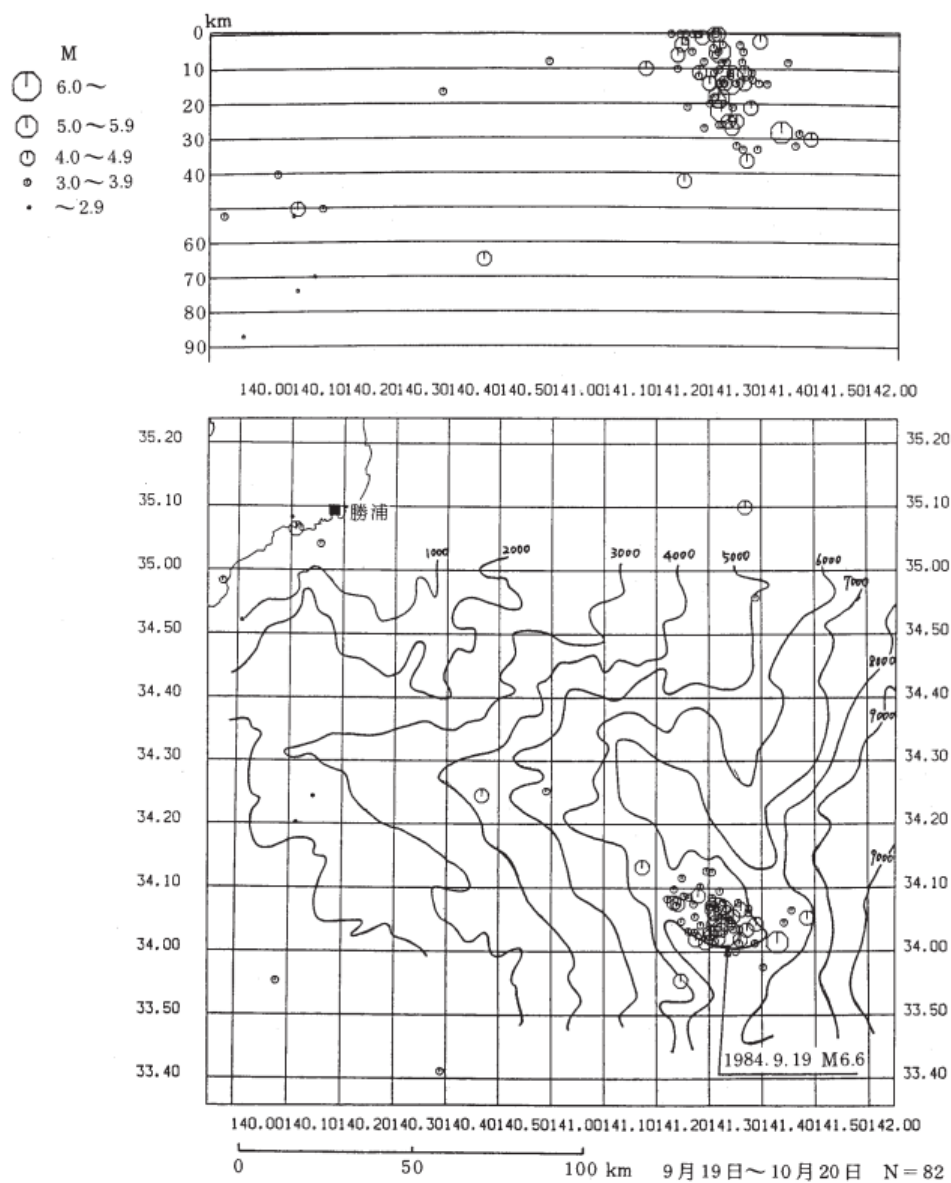
図8 1953年房総沖地震の験潮記録と逆伝播図の最終波面（羽鳥，1975）

津波の押し引き初動分布は東西の観測点で明瞭に分かれ、波源域の海底変動は西側で沈降、東側で隆起していることが考えられる。一方、地震の長周期波の解析（安藤，1971）から得られた正断層モデルも、津波データからみた海底変動パターンと調和的である。また、波源域は余震域ともよく合っており、海溝の会合点付近から日本海溝に沿って長さ150 km、面積にして  $9.5 \times 10^3 \text{ km}^2$  程度と推定される。

#### 【1984 年房総沖地震】

1984 年 9 月 19 日 2 時 2 分頃に房総半島南東沖で発生し、深さ 13 km、M6.6 と推定されている（気象庁地震予知情報課，1985）。館山、三宅島、八丈島で震度 4、北海道から中部地方までの範囲で揺れが観測されている。また、余震域は北西 - 南東方向に 35 km、幅約 15 km の範囲で、東側に向かうほど震源が深くなる特徴がある。この地震は、1953 年房総沖地震と同様の位置で発生した地震である（図 9）。この地震もまた、1953 年の地震と似たメカニズムであり、正断層の地震である（図 10）。





第2図 1984年9月19日房総半島南東沖の地震の余震分布

Epicenter distribution of aftershocks of the earthquake off southeast coast of the Boso Peninsula, September 19, 1984.

図9 1984年房総半島南東沖の地震の余震分布（気象庁地震予知課，1985）

19 SEP. 1984 2 2  
 LON. = 141 33 LAT. = 34 3 H = 13 MAG. = 6.6  
 DIP DIR. = 28 DIP. = 43 DIP DIR. = 145 DIP. = 67  
 P AZ = 100 IN = 37 T AZ = 351 IN = 76  
 TYPE NORMAL  
 S - S D - S

26 NOV. 1953 2 48  
 LON. = 141 43 LAT. = 33 56 H = 60 MAG. = 7.4  
 DIP DIR. = 10 DIP. = 30 DIP DIR. = 135 DIP. = 70  
 P AZ = 90 IN = 45 T AZ = 345 IN = 80  
 TYPE NORMAL  
 S - S D - S

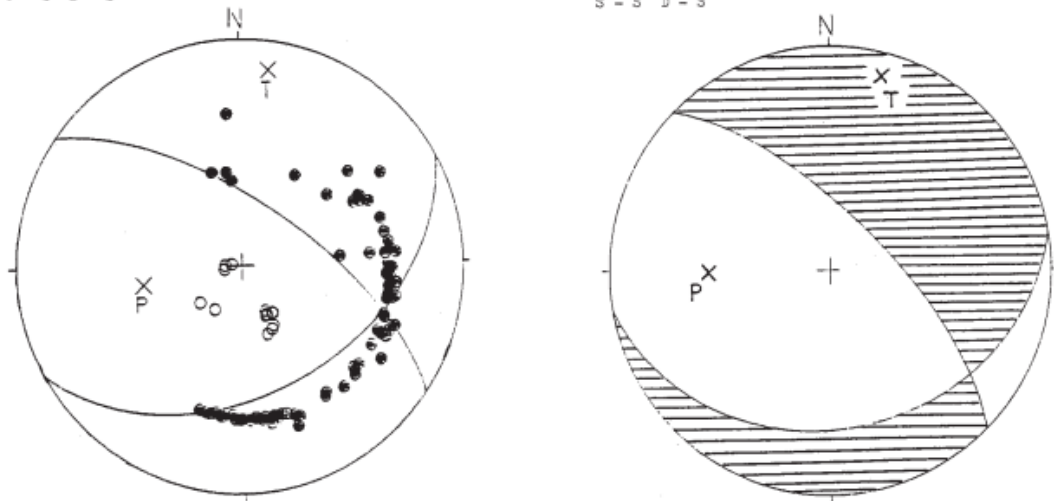


図4 1984年9月19日房総半島南東沖の地震と1953年11月26日房  
 総沖地震のメカニズムの比較（上半球投影）

Fig. 4 Comparison of focal mechanisms of the earthquake off southeast coast of the Boso Peninsula Occurred on September 19, 1984 and November 26, 1953. (projected on upper hemisphere)

図10 1984年及び1953年の地震のメカニズム解の比較（気象庁地震予知課，1985）

・羽鳥，1987：「房総沖における津波の規模－1984年9月19日房総半島南東沖津波－」

著者は1927～1984年に発生した房総沖及び八丈島東方沖の津波について規模及び波源域を解析し、この海域の地震で発生した津波の特性について考察している。

1984年房総沖津波は、房総半島南東の約200 km沖合の海溝三重点付近で発生した。この地震により、北海道から四国にかけての太平洋側に津波注意報が出され、三陸から四国沿岸の各地の験潮所で津波が観測された（表3）。

験潮記録を用いて逆伝播図から波源域を推定すると、各観測点からの最終波面は図11のようになる。波源域は余震域とおおむね一致しており、海溝三重点に位置し、1953年房総沖津波の波源域内にある。波源の長さ35 km、幅20 kmと推定される。

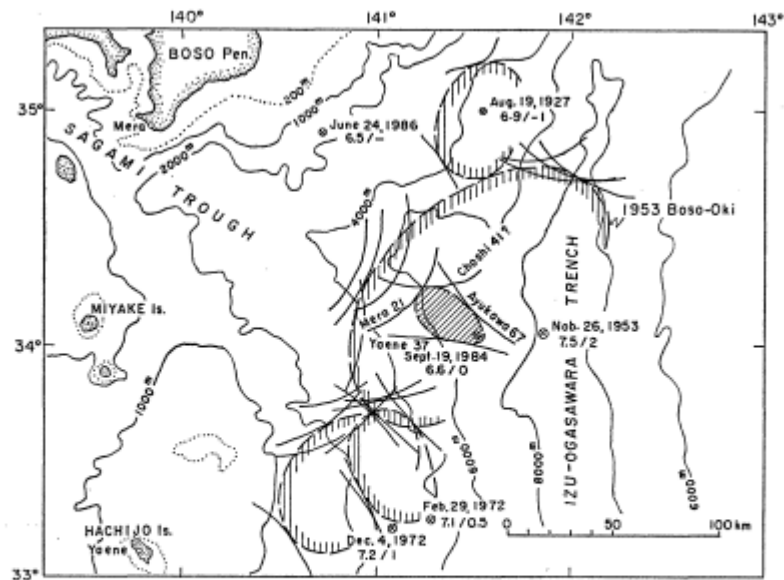
表4に1927年から1984年までに発生した津波をともなう房総沖地震のデータを示す。表面波マグニチュード $M_s$ の値はAbe（1981）及びSeno and Takano（1987）から引用している。発震機構のデータは安藤（1971）、吉井（1979）、牧（1975）、Seno and Takano（1987）による。これらの地震の特徴として、断層の傾斜角が $34\sim 74^\circ$ と高角であり、震源の深さが1984年は30 km、他は50～70 kmと、津波をともなう地震としては比較的深い。

表3 1984年房総沖津波の読み取り値(羽鳥, 1987)

The tsunami generated off southeast coast of Boso Peninsula at 02:03 (JST), Sept. 19, 1984, as recorded by tide-gauges. Wave originated near the epicenter ( $34^{\circ}03.1'N$ ,  $141^{\circ}33.1'E$ ,  $d=13$  km,  $M=6.6$ , JMA).

| Tide station  | Initial wave |      |        | Maximum wave |  |              |
|---------------|--------------|------|--------|--------------|--|--------------|
|               | Travel time  | Rise | Period | $\tau$       |  | Double ampl. |
|               | (min)        | (cm) | (min)  | (h) (m)      |  | (cm)         |
| Miyako        | No evidence  |      |        |              |  | 5            |
| Ofunato       | 67?          | 3    | 6      | 0 20         |  | 8            |
| Ayukawa       | 67           | 4    | 5      | 0 43         |  | 9            |
| Onahama       | 63?          | 4    | 8      | 1 03         |  | 10           |
| Choshi        | 41?          | 2    | 6      | 0 26         |  | 6            |
| Mera          | 21           | 8    | 8      | 0 41         |  | 22           |
| Yaene         | 37           | 11   | 5      | 0 03         |  | 24           |
| (Hachijo Is.) |              |      |        |              |  |              |
| Maisaka       | No evidence  |      |        |              |  |              |
| Urakami       | 71           | 3    | 10     | 0 18         |  | 6            |
| Muroto        | 89?          | 2    | 8      | 0 30         |  | 9            |
| Tosa-Shimizu  | 114?         | 2    | 8      | 0 20         |  | 8            |

$\tau$ : Time interval between the arrival of front and maximum wave.



Estimated source area of the 1984 Boso-Oki tsunami and its neighboring tsunami sources. The last wave fronts of the inverse refraction diagram are shown with the names of tide stations and travel times (min). Dates, the earthquake magnitudes,  $M$  (JMA) and the tsunami magnitudes of Imamura-Iida scale,  $m$ , are indicated.

図11 1984年房総沖津波の波源域(羽鳥, 1987)

表 4 1927 年から 1984 年に発生した津波をともなう地震のデータ (羽鳥, 1987)

| Data of tsunamigenic earthquakes occurred off Boso Peninsula. |            |                    |                   |       |                   |                               |       |
|---------------------------------------------------------------|------------|--------------------|-------------------|-------|-------------------|-------------------------------|-------|
| Date                                                          | Earthquake |                    |                   |       | Tsunami           |                               |       |
|                                                               | $M$        | $M_S$              | Depth (km)        | Fault | $m$               | $S$ (km <sup>2</sup> )<br>L×W |       |
|                                                               |            |                    |                   |       | $\delta$          |                               |       |
| 1927 Aug. 19                                                  | 6.9        | 7.0                |                   |       | -1                | 55×40                         |       |
| 1953 Nov. 26                                                  | 7.5        | 7.9                | 50                | N DS  | 2                 | 150×80                        |       |
| 1972 Feb. 29                                                  | 7.1        | 7.4                | 70                | R DS  | 0.5               | 55×35                         |       |
| 1972 Dec. 4                                                   | 7.2        | 7.5                | 50                | R DS  | 1                 | 80×50                         |       |
|                                                               |            |                    |                   | R DS  |                   |                               |       |
| 1984 Sept. 19                                                 | 6.6        | 6.7 <sup>(4)</sup> | 30 <sup>(4)</sup> | N DS  | 74 <sup>(4)</sup> | 0                             | 35×20 |
| 1986 June 24                                                  | 6.5        |                    | 73                |       |                   | No tsunami                    |       |

$M$ : JMA magnitude.  $M_S$ : Surface-wave magnitude [ABE (1981)]. N: Normal fault. R: Reverse fault. DS: Dip-slip.  $\delta$ : Dip angle.  $m$ : Tsunami magnitude of Imamura-Iida scale.  $S$ : Source area of tsunami. Ref.: (1) ANDO (1971). (2) YOSHII (1979). (3) MAKI (1975). (4) SENO and TAKANO (1987).

#### ④ 2010 年父島近海地震

2010 年 12 月 22 日 2 時 20 分頃に発生した地震で、震源の深さ 8 km、 $M_j 7.8$  と推定されている (気象庁震度データベース, 2018 年 3 月閲覧)。小笠原諸島父島の東側約 170 km の位置で発生した。東京都小笠原村で震度 4 が観測されたほか、岩手県から関東、沖縄にかけての太平洋側で揺れが観測された。発震機構は西北西から東南東の走向であり、北東 - 南西方向に張力軸を持つ、右横ずれ成分をともなう正断層タイプの地震で、伊豆小笠原海溝の海溝軸東側の太平洋プレート内部で発生したアウターライズ地震であるとされる (気象庁, 2010 : 図 12)。

気象庁はこの地震に対して、津波の発生を予測し小笠原諸島に津波警報を発表し、伊豆諸島から奄美諸島・トカラ諸島にかけての沿岸に津波注意報を発表した。津波は八丈島で 0.5m、父島で 22cm であり、東北地方から関東、沖縄地方にかけて観測された (図 13)。



震央分布図(1997年10月1日～2010年12月31日、  
深さ0～200km、 $M \geq 4.0$ )  
2010年12月1日以降の地震を濃く表示  
発震機構はCMT解

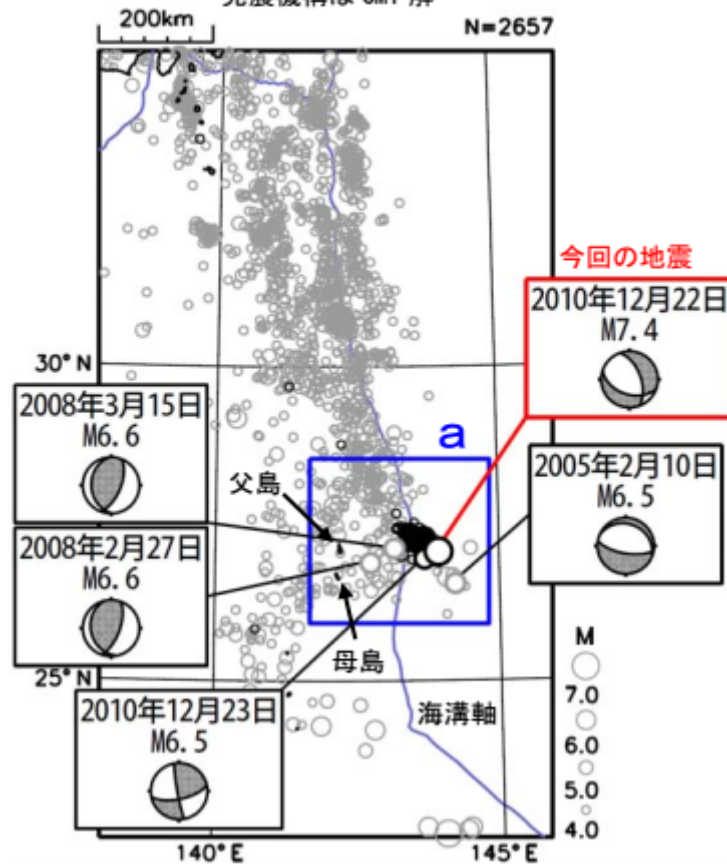


図12 震央分布及び周辺で発生した地震のCMT解(気象庁, 2010)

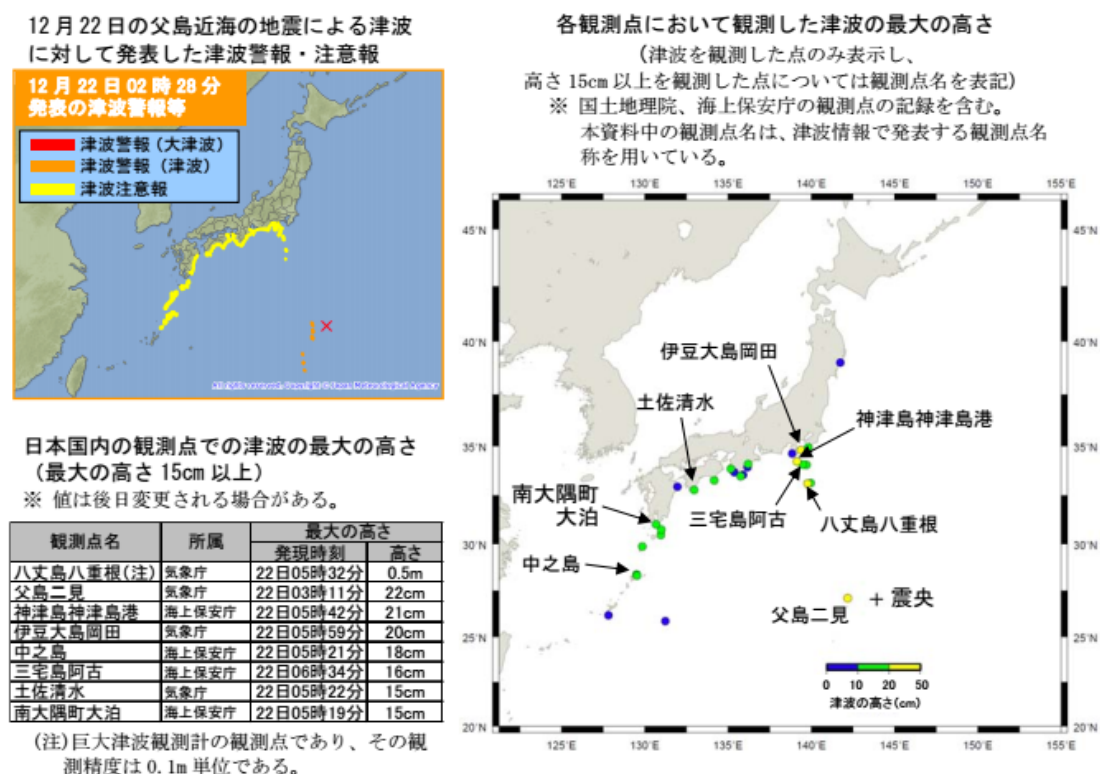


図13 2010年父島近海地震による津波（気象庁，2010）

## ii) 伊豆・小笠原地域における活断層の既往評価

### ① 石廊崎断層の長期評価

1974年伊豆半島沖地震の震源断層であるとされる。この断層についての地震調査研究推進本部の長期評価（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2015a）について示す。

石廊崎断層は伊豆半島南端部の陸域及びその東西沖に延びている北西－南東走向の右横ずれ断層であり、地表に見える長さは約8kmである（図14）。断層面の地下形状はほぼ垂直で、北東傾斜が約80°である。震源インバージョン解析や余震分布から推定される地下の断層の長さは約20km程度で断層の幅は10km程度の可能性がある。

この断層の平均的なずれの速度や平均活動間隔は不明である。地震時の活動規模は1974年伊豆半島沖地震がM6.9であった。一方、断層の長さの経験式からはM7.0程度と推定されることから、活動時の地震規模はM6.9～M7.0程度であると推定される。

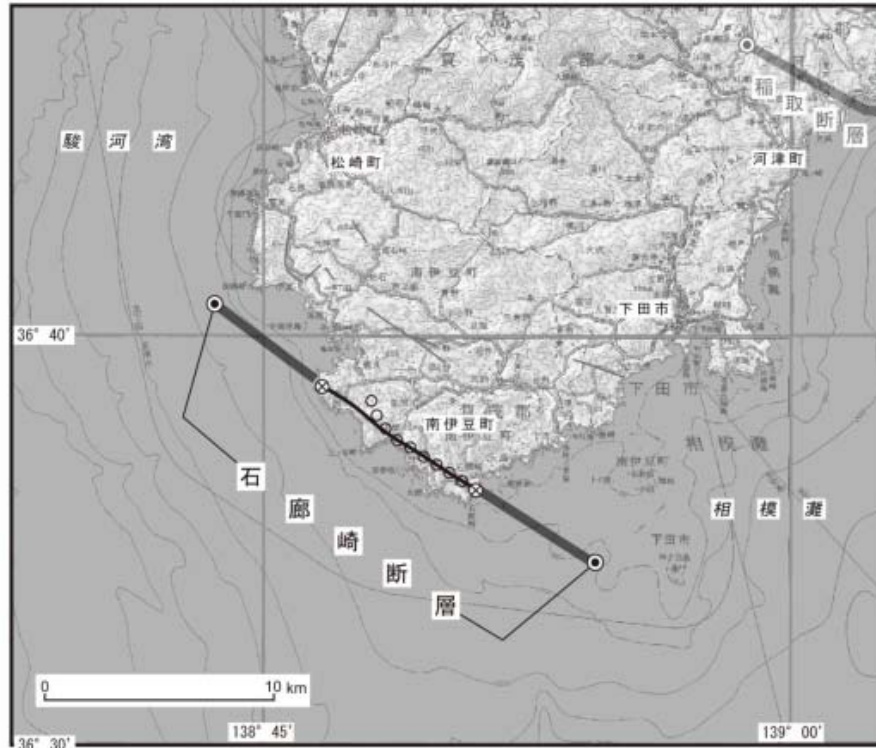


図 1 石廊崎断層の位置

● : 断層の端点    ⊗ : 陸域部の端点

○ : 1974 年伊豆半島沖地震による地表地震断層

基図は国土地理院発行数値地図 200000 「静岡」、「横須賀」、「御前崎」、「三宅島」

図 14 石廊崎断層の位置（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2015a）

## ② 稲取断層帯の長期評価

1978 年伊豆大島近海地震の震源断層であるとされる。この断層についての地震調査研究推進本部の長期評価（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2015b）について示す。

稲取断層帯は伊豆半島の東端部から伊豆大島西方沖にかけて分布し、おおむね東西方向に延びる右横ずれ断層を主帯とする断層であり、地表で確認できる長さは約 3 km である（図 15）。断層面の地下形状は 1978 年伊豆大島近海地震の地震断層の調査結果や震源インバージョン解析の結果から、ほぼ鉛直であると推定されている。また地下の断層の長さは約 23 km であり、うち海域部は約 17 km、陸域部は約 6 km であると推定されている。断層面の幅は 10 km 程度であると推定される。

この断層の活動による 1 回の変位量は 1 ～ 2 m 程度と見積もられているが、平均的なずれの速度、平均活動間隔は不明である。活動時の地震規模は、1978 年伊豆大島近海地震が M7.0 であり、M7.0 程度と推定されている。

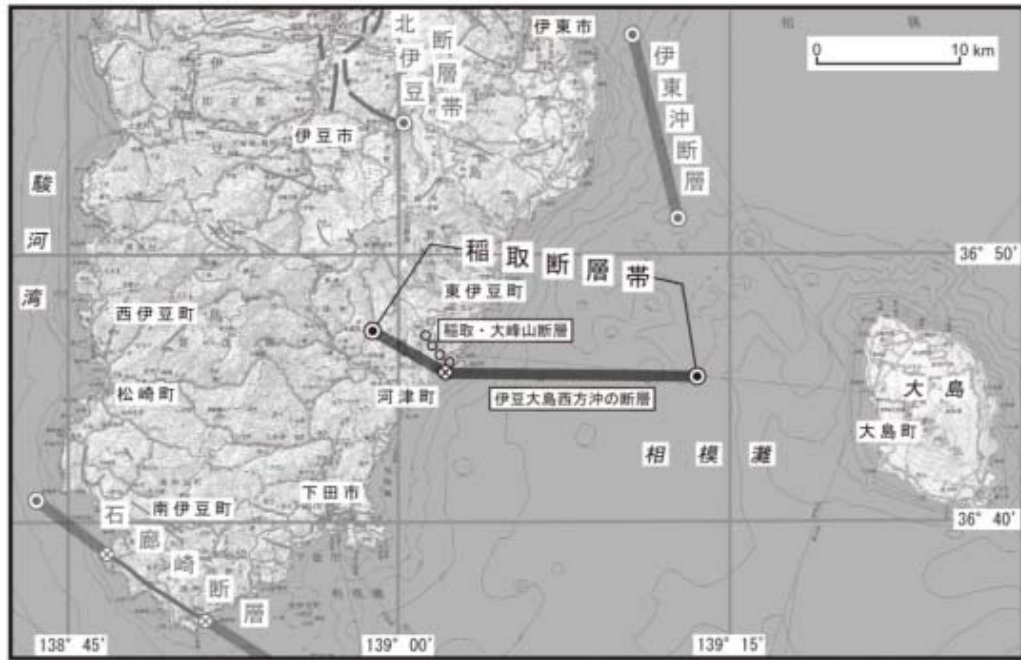


図 1 稲取断層帯の位置

グレーの太線は稲取断層帯の地下形状を表す。白丸は 1978 年伊豆大島近海の地震により地表に現れた稲取・大峰山断層を表す。

●：断層帯の端点    ⊗：屈曲点

基図は国土地理院発行数値地図 200000「静岡」、「横須賀」、「御前崎」、「三宅島」

図 15 稲取断層帯の位置（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2015b）

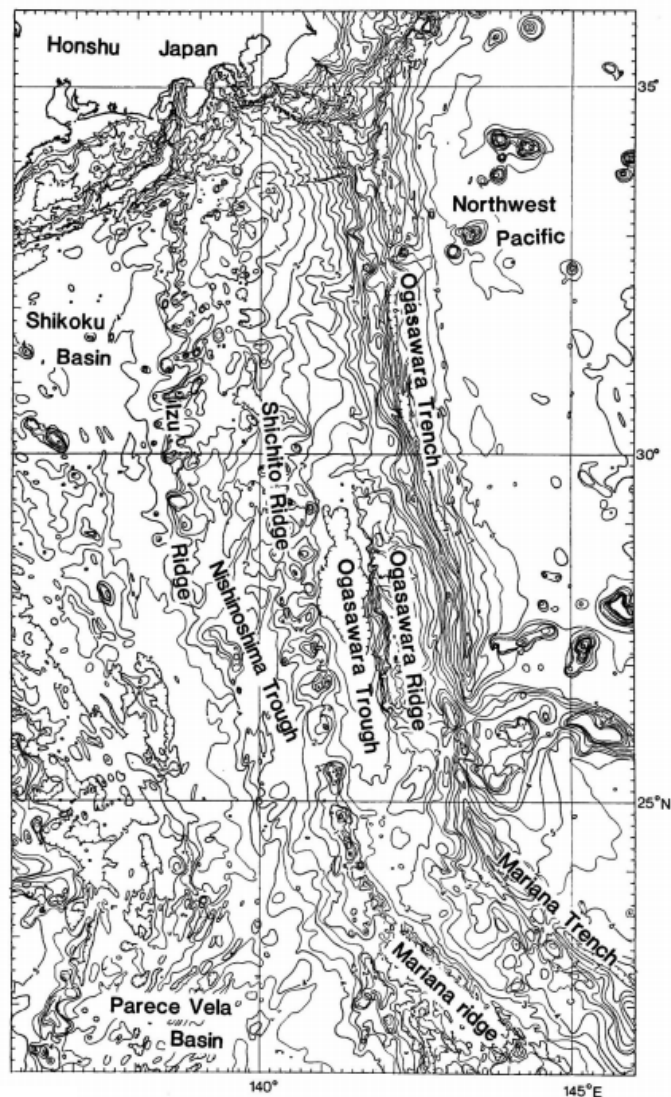
### iii) 同種の特徴を有する地域についての資料収集

伊豆・小笠原・マリアナ島弧として、伊豆半島・伊豆大島からミクロネシアのヤップ島まで約 2800 kmにおよぶ一連の島弧であり、太平洋プレートがフィリピン海プレートの下へ沈み込むことにともなう島弧である。このような大規模な島弧は世界的にも少ない。また、火山活動が活発であり、伊豆・小笠原・マリアナ弧には伊豆諸島、硫黄列島、マリアナ諸島の火山島を含んでいる。海溝は、伊豆・小笠原海溝とマリアナ海溝の境界が小笠原諸島の東部の母島海山周辺にあると考えられている。マリアナ諸島の西側には三日月型の背弧海盆であるマリアナトラフが発達している。このことから、伊豆・小笠原周辺海域とマリアナ周辺海域では似た特徴をもつ部分がある。その代表例として、一つは背弧が新しく活動的であること、もう一つは地形の高まりや断層が海溝軸に雁行することが挙げられる。しかし、雁行する地形や断層の成因は同じでない可能性がある。

・湯浅・村上，1985：「小笠原弧の地形・地質と礫岩構造線」

現在、活動的な背弧海盆としては、マリアナ弧では約 500 万年前から拡大を開始したとされるマリアナトラフ (Hussong and Uyeda, 1982)、小笠原弧では火山フロントである七島海嶺の西側に南北方向に分布する小海盆列 (背弧凹地) がそれにあたる可能性があると考えられる (Karig and Moore, 1975、玉木・他, 1981)。

小笠原弧は伊豆大島、八丈島をはじめとする第四紀火山島を中軸に連ね、南に向かって延び、南硫黄島の南でマリアナ弧と会合している。小笠原弧は西から伊豆海嶺 (西七島海嶺)、七島海嶺 (七島－硫黄島海嶺)、小笠原海嶺からなる (図 16)。



小笠原弧の海底地形図 (海上保安庁水路部海洋データセンターによりデジタル化された等深線データによる) 等深線の数字は1000m 単位, 間隔は500m

図 16 小笠原弧の海底地形図 (湯浅・村上, 1985)



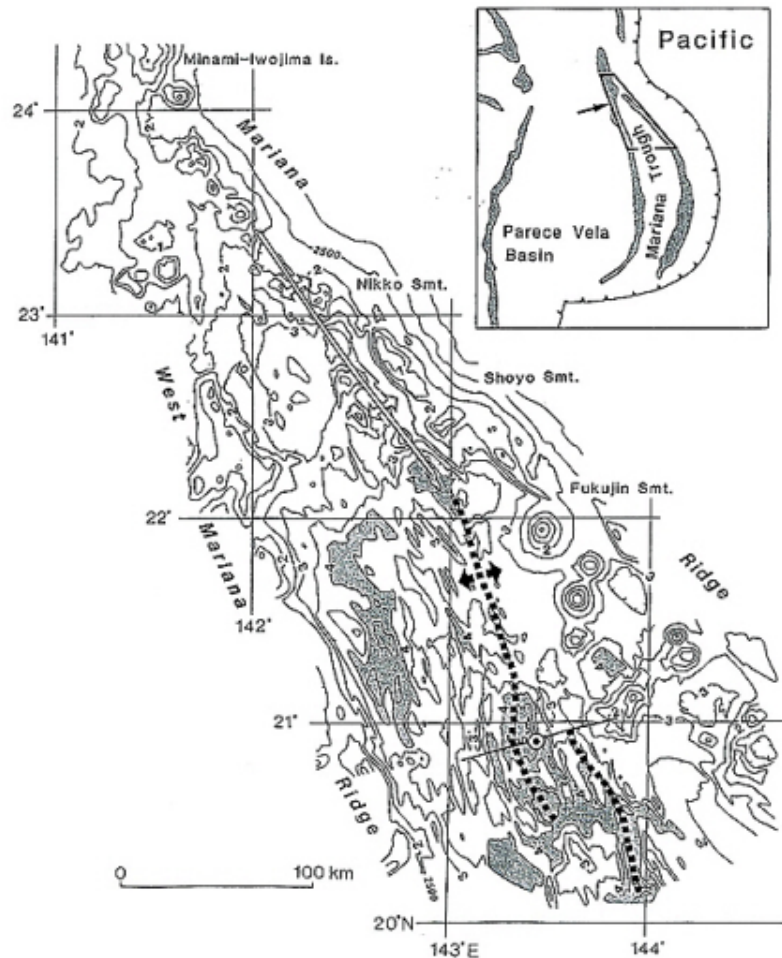
これら3つの海嶺は小笠原弧の南部では高まりが南北に平行し、その間に小笠原トラフと西之島トラフが発達する北部では海嶺の高まりはあまり顕著ではなく、伊豆海嶺については南部にみられるような南北の海山列ではなく、北東—南西方向のセンスをもち、雁行している（著者らはこれを背弧雁行山脈群と呼んでいる）。

小笠原弧のもう一つの地形的特徴である背弧凹地は、七島海嶺の西側に断続的に分布する小海盆列である。Karig and Moore (1975)及び玉木 (1981)はこれらは、新たに形成されつつある海盆である可能性を指摘している。特に、玉木 (1981)はこれらがマリアナ弧におけるマリアナトラフに相当する背弧海盆の初期の姿であると推測し、“back-arc depression (背弧凹地)”と呼んだ。このような小海盆は小笠原弧の北部に集中して存在し、西之島—南硫黄島間には存在していない。玉木・他 (1981)はこの原因について、小笠原海台の衝突によって海溝域に伸張応力場が形成されにくいためであると指摘している。

・山崎・湯浅, 1993: 「マリアナ・トラフ北部の拡大過程の研究—「しんかい6500」第142潜航概要報告—」※「マリアナ・トラフ」について、以下では本報告書の前編における他の類似した呼称と統一し、「マリアナトラフ」と記述する。

深海底掘削等、近年の詳しい調査により背弧海盆の形成過程におけるリフティングによる大陸・島弧地殻の伸張・薄化の過程が知られるようになった（玉木, 1992 など）。

マリアナトラフは活動的な背弧であると言われ (Karig, 1971)、拡大速度が遅い海底拡大系に分類されている (Hussong and Uyeda, 1982)。マリアナトラフの北端は伊豆・小笠原弧の火山フロントの南硫黄島のすぐ南に位置する。南に向かってリフティングし、トラフの幅が最大となる北緯18度付近で海洋底が拡大していると考えられている。北部マリアナトラフの北緯20度以北における測深、音波探査、重力異常等の調査から、北部マリアナトラフの北寄りの領域はリフティングの状態にあり、トラフ底は断層で切られた島弧地殻からなることが明らかになった。また、リフトは非対称な構造をもち、トラフ東縁が地殻の伸張、薄化の集中するリフト軸となっていることが明らかになった (Yamazaki et al., 1992: 図17)。



北部マリアナ・トラフの20°Nから24°Nの地形及び構造の概略。等深線は500m間隔。水深4,000m以深には影をつけてある。等深線上の太数字は水深(×1,000)。北緯22°以北の二重線は、現在地殻の伸張・薄化の集中しているリフト軸の位置を示す。太破線は磁気異常及び地質構造から推定した海底拡大軸の位置を示す(Yamazaki et al., 1993)。二重丸は「しんかい6500」第142潜航の位置を示し、そこを通る直線は図2に示した音波探査記録の位置を示す。

図 17 北部マリアナトラフの構造の概略(山崎・湯浅, 1993)

・中西, 2017: 「北西太平洋の海溝付近における海洋プレートの屈曲によって生じる断層地形」

多くの海溝においてはアウターライズの海溝側斜面から海溝軸までの間には正断層起源の崖や高まりなどの地形(断層地形)が発達している。断層地形の走向は、先行研究によれば海洋底拡大に起因する構造的弱線(アビサルヒルや断裂帯)と海溝軸のいずれかと平行であるとされる(Masson, 1991)。Masson(1991)によれば海溝軸とアビサルヒルがなす角度が $25^{\circ}$ ~ $30^{\circ}$ であれば、アビサルヒルが再活動して断層地形が形成されるとした。著者は、千島海溝西部から伊豆・小笠原海溝北部までの海側に存在する断層地形の分布と走向について紹介し、その他の太平洋の海溝に存在する断層地形の特徴と比較した。

千島海溝西部から伊豆・小笠原海溝北部の海側の断層地形の走向は、海溝軸と平行なものだけでなく、海洋底拡大に起因する構造的弱線と平行なものもある(図 18)。伊豆・

小笠原海溝北部における断層地形の走向の特徴は以下になる。第一鹿島海山の南に位置する伊豆・小笠原海溝の北端部の断層地形の多くは海山の北側と同様に  $N20^{\circ}E$  の走向をもつ。一方、海溝軸の走向が変化する北緯 50 度 10 分付近よりも南では断層地形の走向は  $N20^{\circ}W$  に変化する（図 18、図 19）。この走向は伊豆・小笠原海溝の東側にある鹿島断裂帯など、断裂帯の走向と同じである。また、北緯 35 度付近の海溝軸から東に離れたところでは  $N40^{\circ}E$  の走向をもつ断層地形が多い。この付近は北東 - 南西方向の中央海嶺伝播の痕跡に起因する構造がある。

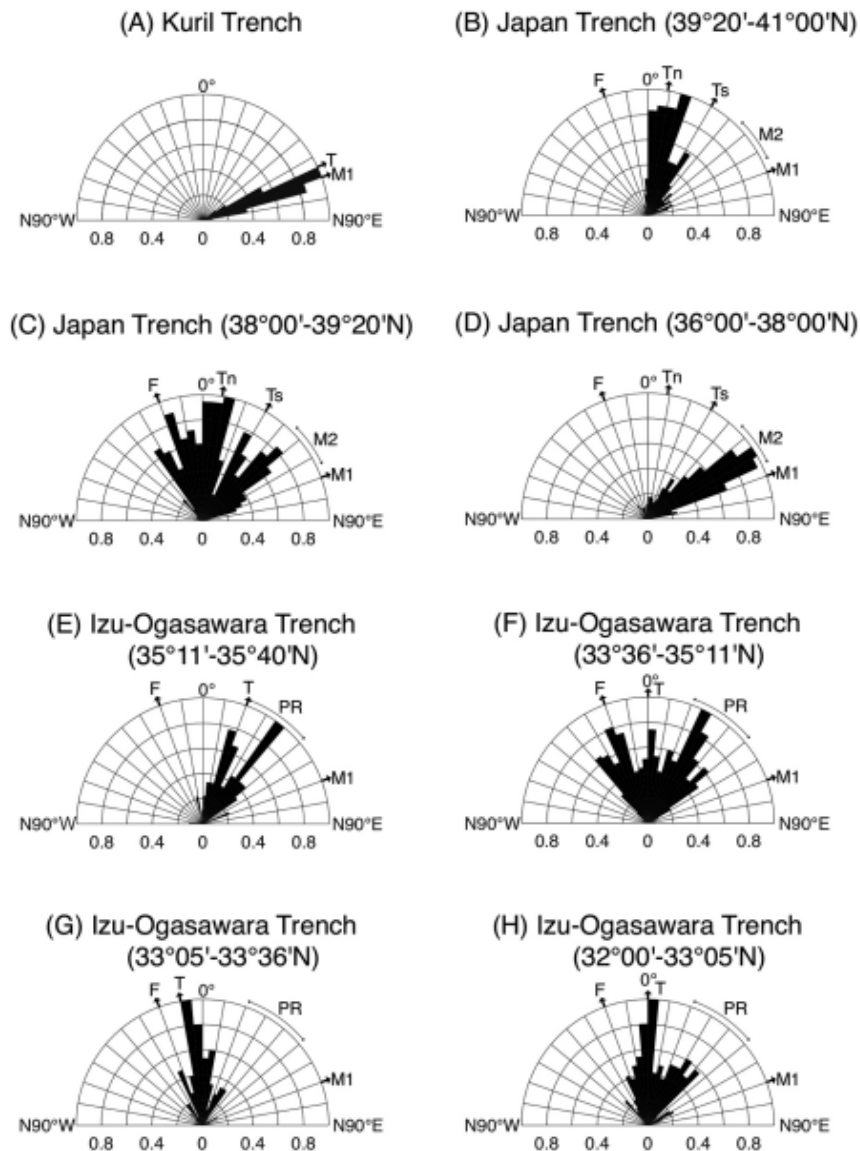


図 18 断層地形の走向をしめすローズダイアグラム (Nakanishi, 2011). F: 断層帯の走向, M1: 中生代磁気異常の走向, M2: 北緯 38 度付近の中生代磁気異常の走向, PR: 北緯 34 度 30 分付近に存在する中央海嶺伝播の痕跡, T: 海溝軸の走向, Tn: 北緯 38 度より北側の日本海溝の走向, Ts: 北緯 38 度より南側の日本海溝の走向. アグラムは最頻値が 1 になるように正規化されている.

図 18 断層地形の走向をしめすローズダイアグラム (中西, 2017)

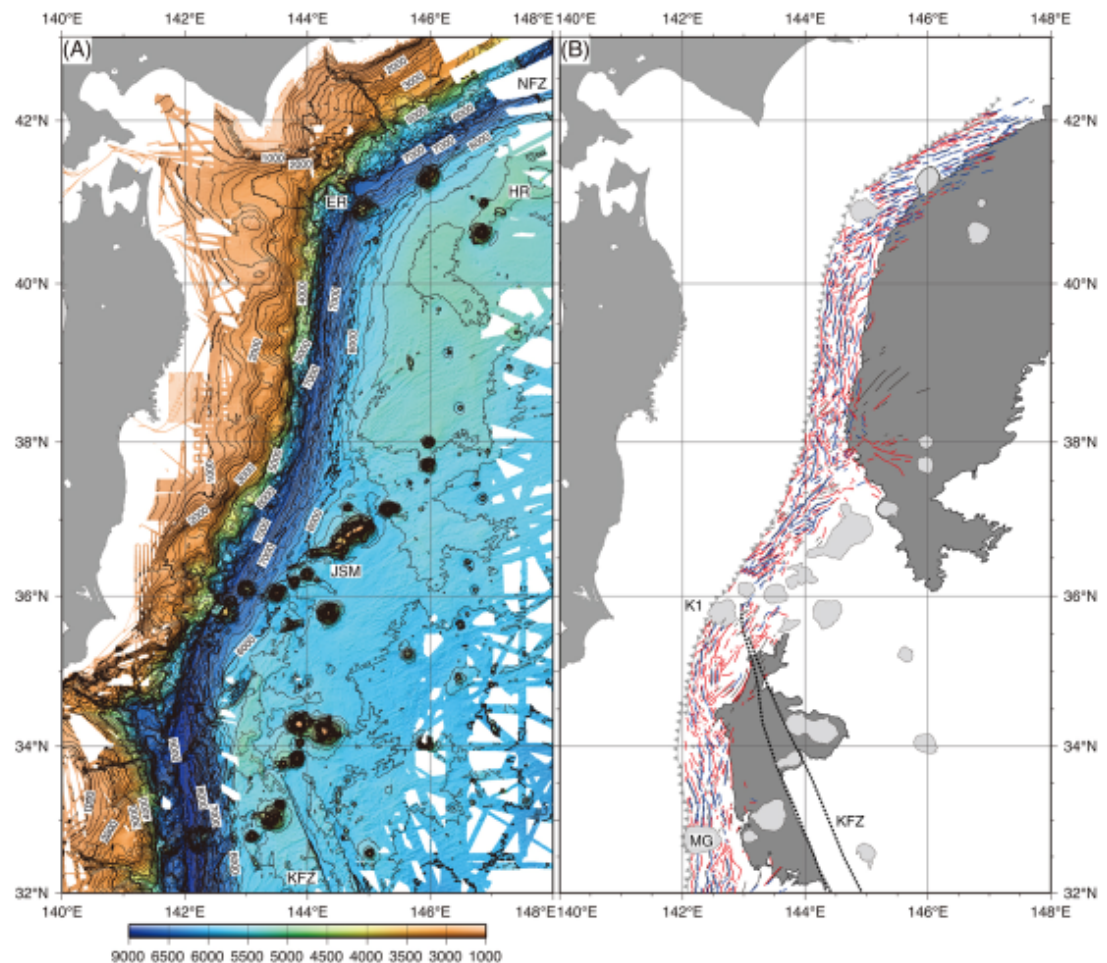


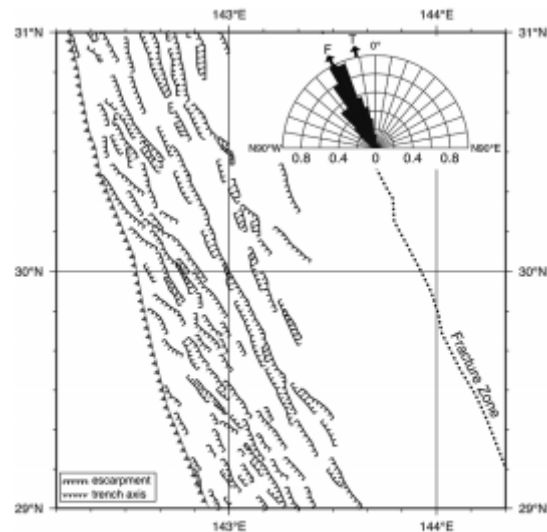
図3 Nakanishi (2011) の研究対象海域の海底地形図 (A) と断層地形の記載結果 (B)。等深線の間隔は 100 m である。赤色の実線、青色の実線、黒色の実線は、それぞれ陸側傾斜の断層地形、海側傾斜の断層地形、直線的に伸びる高まりを示す。薄い灰色の部分は海山などの高まりを示す。濃い灰色の部分は 5600 m より浅いところを示す。HR: 北海道海影, ER: 襟裳海山, K1: 第一鹿島海山, MG: 茂木海山, JSM: 常磐海山列, NFZ: 納沙布断裂帯, KFZ: 鹿島断裂帯。

図 19 海底地形図と断層地形の記載結果 (中西, 2017)

伊豆・小笠原海溝南部については、北緯 28 度～32 度では断層地形の走向は NS から N20° W に徐々に変化する。小笠原海台が衝突する北緯 26 度～北緯 28 度までは走向はほぼ NS である。北緯 29 度より北側では、海溝軸から東に 40 km 以上離れた場所で N20° W の走向がみられ、これはその東の断裂帯の走向と同じである (図 20)。一方、海溝軸付近の断層地形の走向は N30° W であり、この形成には小笠原海台の衝突が関係している可能性がある。

マリアナ海溝周辺の断層地形の特徴は、北緯 12 度～北緯 21 度では、海山が海溝に隣接もしくは、衝突している所が多く、海溝軸とほぼ平行する断層地形が多い (眞鍋, 2012)。北緯 16 度 20 分～北緯 17 度 20 分までの海溝側には海山はなく、海溝軸と平行な断層地形がある (図 21)。しかし、海溝軸からある程度離れると、断層地形の走向は N20° E から N30° E となり、海溝軸及び海洋底拡大に起因する構造的弱線とは平行でない。この走向はその南にある海山が衝突している海溝軸付近の断層地形の走向とほぼ同じである。

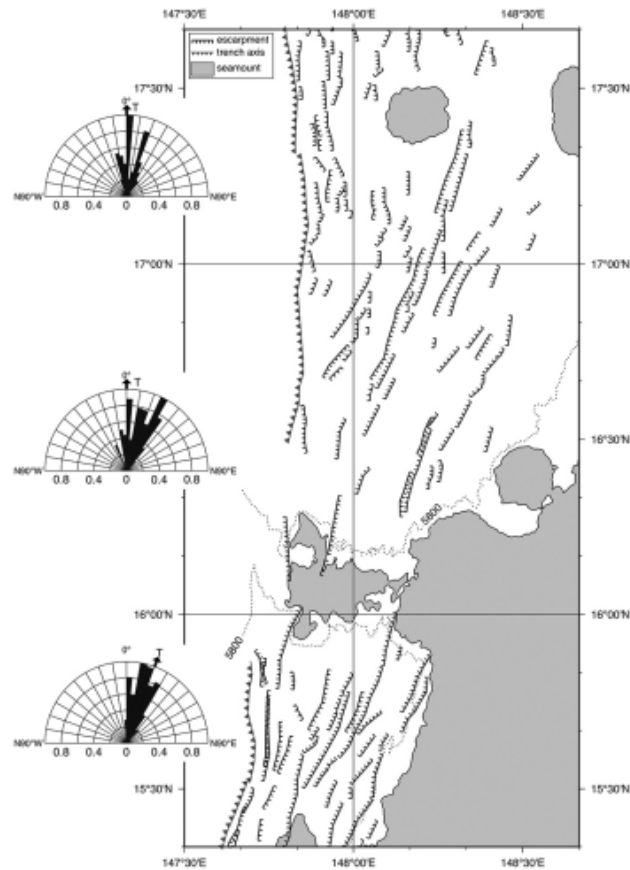
千島海溝西部から伊豆・小笠原海溝北部においては、海洋底拡大過程に起因する構造的弱線と海溝軸のなす角度が  $30^\circ$  以内の場合は、海洋底拡大過程に起因する構造的弱線が再活動する (Nakanishi, 2011)。しかし、この関係は海溝軸が大きく湾曲するマリアナ海溝中部等では成り立っていない。



伊豆・小笠原海溝中部の断層地形の分布図. 眞鍋 (2012) の記載結果を用いて作成. 断層地形の走向に関するローズダイアグラムは図5と同じ様式で作成. 凡例は図6と同じ.

図 20 伊豆・小笠原海溝中部の断層地形分布とローズダイアグラム (中西, 2017)





マリアナ海溝中部の断層地形分布図。眞鍋（2012）の記載結果を用いて作成。断層地形の走向に関するローズダイアグラムは図5と同じ様式で作成。凡例は図6と同じ。

図 21 マリアナ海溝中部の断層地形分布とローズダイアグラム（中西，2017）

#### b) 地震津波事例の選定

前述の情報から、断層モデルの妥当性評価のための地震津波事例について検討する。

1953 年房総沖地震では、やや高い津波が観測されているがこの地震及び 1984 年の地震についてはプレート内正断層の、比較的深い場所で発生した地震であるため、サブテーマ（2）で収集されているデータには含まれないと考えられることから、断層モデルの妥当性評価に用いる津波事例としては検討対象としない。

津波が観測された地震として内陸活断層の延長で発生した 1974 年伊豆大島近海地震とアウターライズで発生した 2010 年父島近海地震は検討の対象として適していると考えられるが、既存のデータベースとして、東北大学により運営されている「津波痕跡高データベース」で痕跡高を検索したところ、現時点で収録されているデータは存在しなかった。しかし、既往研究や調査に示される験潮記録等を用いた比較検討は行うことができる可能性がある。

## 2) 南西諸島海域の断層モデル構築

本検討の主目的である、サブテーマ（２）において解析・解釈が行われた南西諸島北部海域及び九州西岸地域の断層データを整理し、断層モデルの構築を行った。断層モデルの構築に必要なパラメータの設定方法について検討し、断層モデルの設定について検討した。

なお本業務の成果である断層モデルは、断層パラメータの設定方法を検討する過程での検討事例である。感度解析等の比較検討で設定する断層モデルは、アドバイザー会議において、パラメータを変えることで最大波高がどのように変化するかを把握することが重要との指摘を受け、その基本方針に則して設定したものである。

### a) 断層モデルの設定

本検討において断層モデルは、サブテーマ（２）における調査結果に基づいて設定する。サブテーマ（２）の断層データから設定する断層モデルを「基本モデル」とする。断層モデルの設定範囲は、背弧域、島弧域、前弧域及び九州西岸地域とし、海溝軸付近の逆断層については、プレート境界の分岐断層であると考え、南海トラフ等の分岐断層の検討を踏まえてモデル化することとし、今年度の作業とはしていない。震源として考える場合には、分岐断層を独立した震源と考えなくても、プレート境界ないしプレート内の地震の評価で包含できると考えられる。しかし、津波の波源としては、プレート境界と位置がずれることから、分岐断層について何らかの評価が必要である。南海トラフでは、アウターリッジが分岐断層を規定しているように見える場合があるが、本海域でもアウターリッジの位置や分布も踏まえた総合的な検討が必要である。

ここでは、サブテーマ（２）で示された分岐断層と考えられる断層を除く、主に南西諸島海域の島弧域及び背弧域、九州西岸域について断層モデルを設定することとする。図 22 にサブテーマ（２）による断層分布を示す。

津波波源断層モデルの設定として、断層の巨視的特性をあらわすパラメータと設定方法について検討した。サブテーマ（２）の地質学的・地球物理学的知見によるデータに基づいて断層パラメータを設定する際には、データをもとに設定することができるパラメータと、データのみでは確定することができないパラメータがある。そのため、データが得られていないパラメータについては、先行研究例や既往の断層モデルの設定方針をもとに設定する。ここでは主に「震源断層を特定した地震の強震動評価手法（「レシピ」）」（以降「強震動レシピ」：地震調査研究推進本部地震調査委員会，2009）を参照し設定している。また、③及び④で述べるような断層情報の不完全さやパラメータのバラツキの観点から、不確定性を考慮した設定としている。以下にそれぞれの断層パラメータの設定方法について記す。

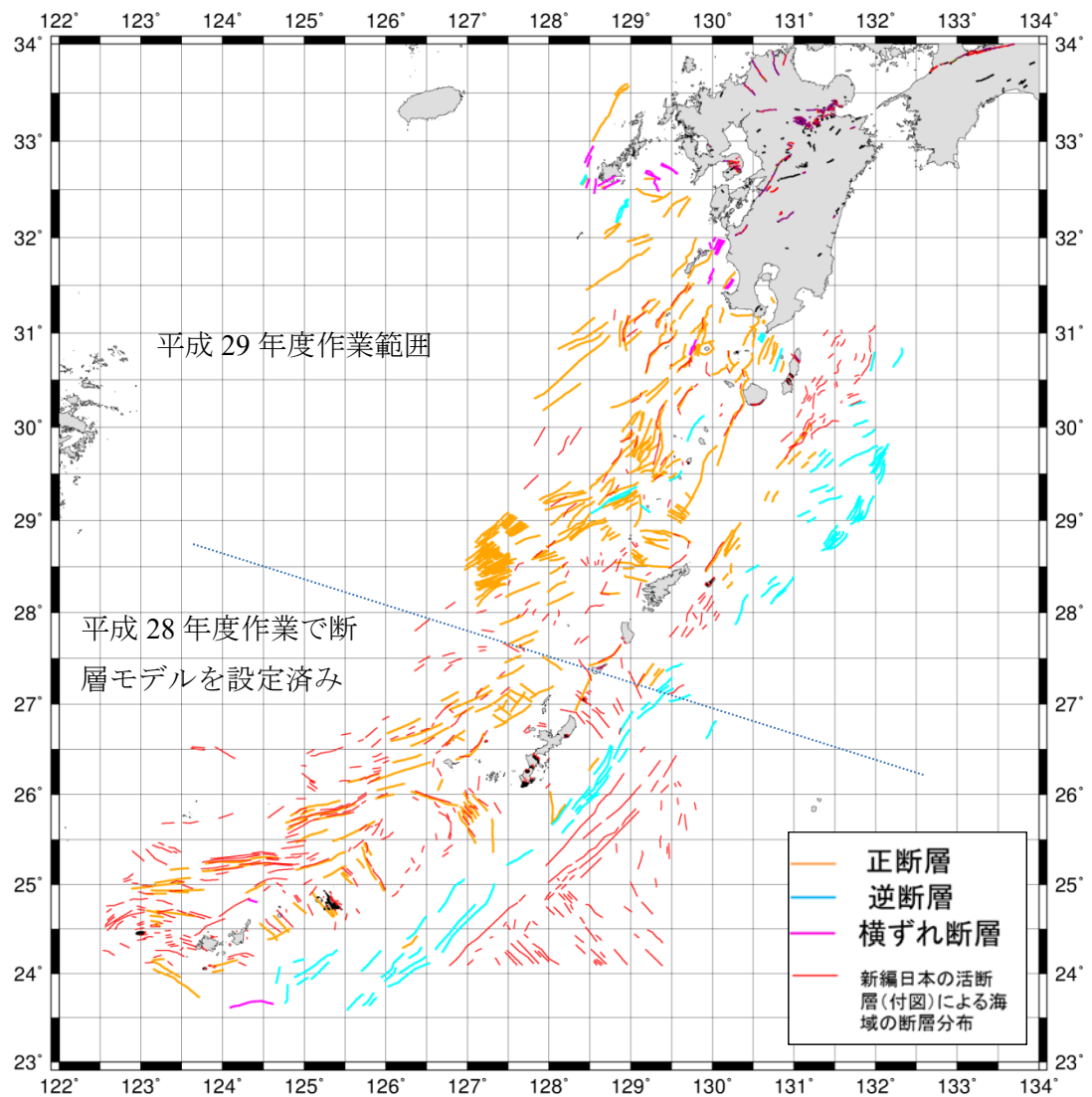


図 22 サブテーマ（２）により得られた南西諸島海域及び九州西岸海域の断層分布

#### i) 断層の位置、長さ、走向

断層モデルの上端の位置はサブテーマ（２）において整理された音波探査で得られた断層の海底面との交点の位置で設定する。音波探査断面による断層と海底面との交点のデータをつないで表現したものを断層トレースとし、これを１枚ないし複数枚の矩形で近似したものを断層面とする。断層トレースが途中で大きく向きを変える場合には複数枚の断層面を設定することとするが、今年度の対象とする海域のデータでは多くが直線的な断層であったため、１枚の矩形断層モデルとして設定した。断層の長さは矩形の上端部の長さを合計したものとした。走向は矩形の上端部の方向を走向とする。これら、断層の位置や長さの情報については、堆積層内部での断層の分岐や消滅などから、断層の連続性や不連続性が不確かである可能性もある。特に断層端部の位置については判断が難しく、不確定性の大きな要素となる。サブテーマ（２）のデータにおける断層の連続性及び断層端部の位置については、海底地形データから判断されており、ある程度の連続性が考慮されたものであると言える（図 22）。

「活断層の長期評価手法」報告書（暫定版）（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2010）では「地表に変位が現れている活断層については、最低限考慮すべき地震規模としてM6.8を設定する。」としており、「「短い活断層」と判断する「起震断層」の長さは15～18 km程度を目安とする。」としている。この考えを踏まえて、音波探査端面に変位が確認された断層は、断層の長さが18 km以下のものについても18 kmになるように断層の両端部を延長し検討することとした。

#### ii) 断層上端深度の設定

断層上端深度は基本的に海底面（0 km）として設定する。以下、深度に関する表記はすべて海底面からの深さとして記述する。

サブテーマ（２）のデータにおいて、多くの断層で海底面付近までのデータが得られているため、断層上端深度は浅いと言える。また、本プロジェクトにおけるこれまでの不確定性の評価の結果で断層上端深度の設定は沿岸の津波高さに大きく影響しないことが示されていることから、断層上端は海底面として設定した。

#### iii) 断層傾斜角の設定

サブテーマ（２）で得られたデータの平均的な値を考慮し、正断層を $60^{\circ}$ 、逆断層を $45^{\circ}$ 、横ずれ断層を $90^{\circ}$ として設定した。

既往報告の日本海海域に設定した断層モデルでは、断層の深部に至るまでの3次元構造がわかるデータが含まれていたことから、認識論的不確定性を考慮して2種類のモデルを設定した。

① 断層上端から下端までをひとつの標準的な傾斜角（逆断層 45°、正断層 60°、横ずれ断層 90°）で近似する設定

② 断層浅部では見かけ傾斜角の値を採用し高角、深部では低角となるように浅部と深部で傾斜角を分けた設定

しかし、南西諸島海域ではこのような深部の構造がわかるデータが見られなかったため、浅部と深部の傾斜角を分けるような設定は行わないこととした。

#### iv) 断層下端深度の設定

断層下端深度は、サブテーマ（2）で得られた 3 次元速度構造データから設定する。

既往報告において断層下端深度の設定は、サブテーマ（2）で得られた 3 次元速度構造データにおけるコンラッド面深度分布を基本とし、認識論的不確定性を考慮し、より深い断層下端深度についても設定することで複数パターンの断層モデルを検討してきた。平成 28 年度に実施した南西諸島南部の断層モデルの検討ではコンラッド面深度を断層下端とする場合とモホ面深度を下端とする場合の 2 通りについて断層パラメータを設定した。平成 29 年度の南西諸島北部及び九州西岸海域の断層モデルでは、断層下端をコンラッド面として設定した場合に加えて、断層下端をコンラッド面として計算したときの断層幅に 5 km を加算した場合の深さを断層下端とした断層モデル群も設定した。これについて、詳細は後述する。図 23 にサブテーマ（2）によるコンラッド面の深度分布を示す。



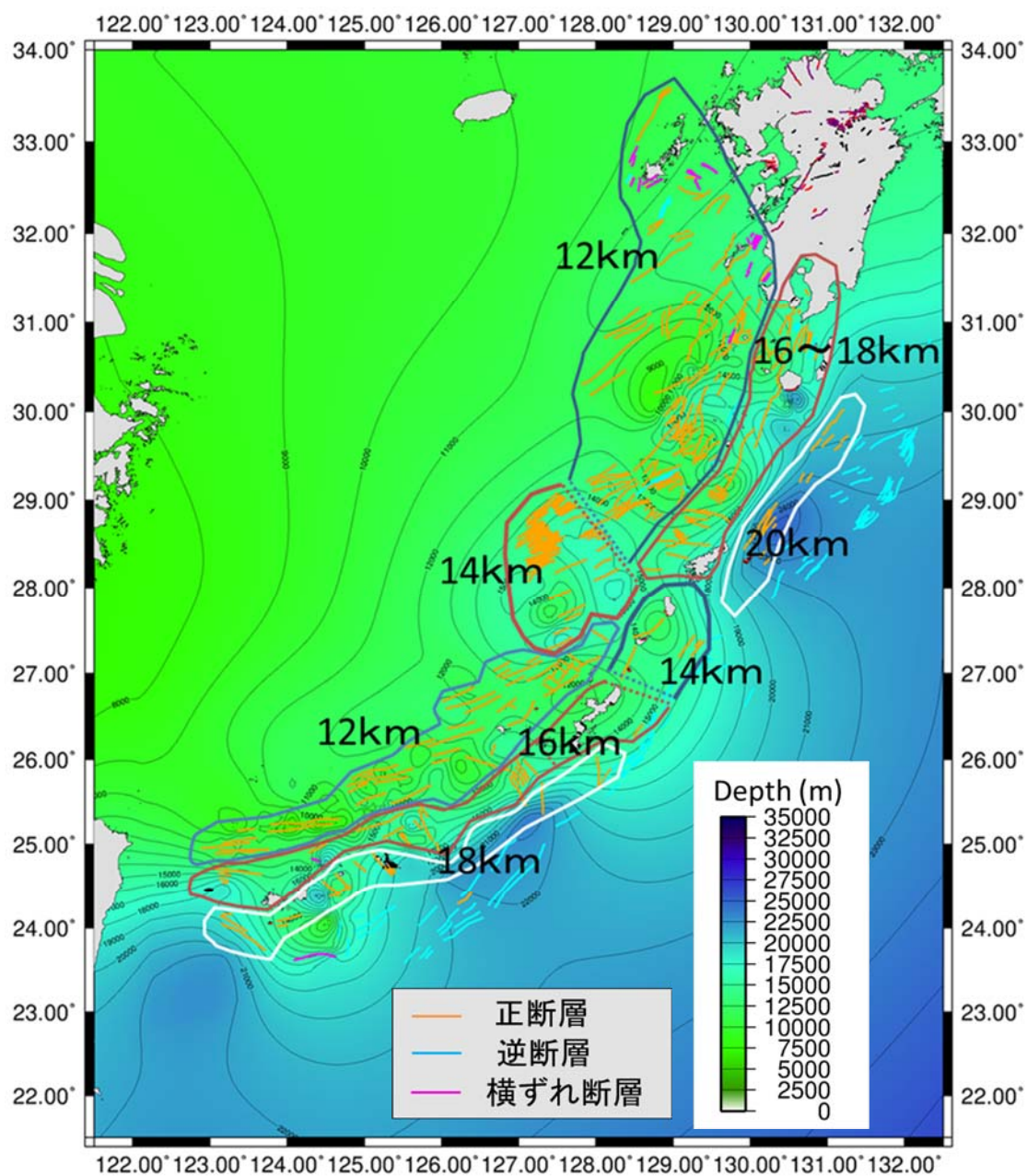


図 23 サブテーマ（2）によるコンラッド面深度分布。断層分布及びコンラッド面深度分布からエリア分けし、各エリアにおける断層下端の設定深度を示した。

v) 断層幅の設定

断層上端深度及び下端深度と傾斜角の関係から設定する。短い断層については長さ  
と幅のアスペクト比が 1 : 1 となるように断層下端深度を設定する。

vi) すべり角の設定

サブテーマ（2）において、すべり角を推定できるようなデータが得られていないた  
め、「強震動レシピ」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2009）の考え方から、正  
断層 270°、逆断層 90°、右横ずれ断層 180°、左横ずれ断層 0° として設定する。

vii) すべり量の設定

断層面積とモーメント量の経験的關係を示すスケーリング則から設定し、偶然的な不確  
定性を考慮する。断層面積をもとに、入倉・三宅(2001)のスケーリング則の平均的な値と  
して設定し、+1  $\sigma$  程度のバラツキの範囲を考慮することで観測データ及び実際の断層に  
含まれるバラツキを包含することとする。

ここで述べた方法により、南西諸島北部海域及び九州西岸海域の断層データについて  
モデル化を行った。断層モデルは断層下端深度をコンラッド面とする場合と、断層下端深  
度をコンラッド面として計算したときの断層幅に 5 km を加算したときの深度とした場合  
との 2 通りで設定した。設定した断層モデルの形状及びモデルパラメータを図 24 と表 5  
に示す。

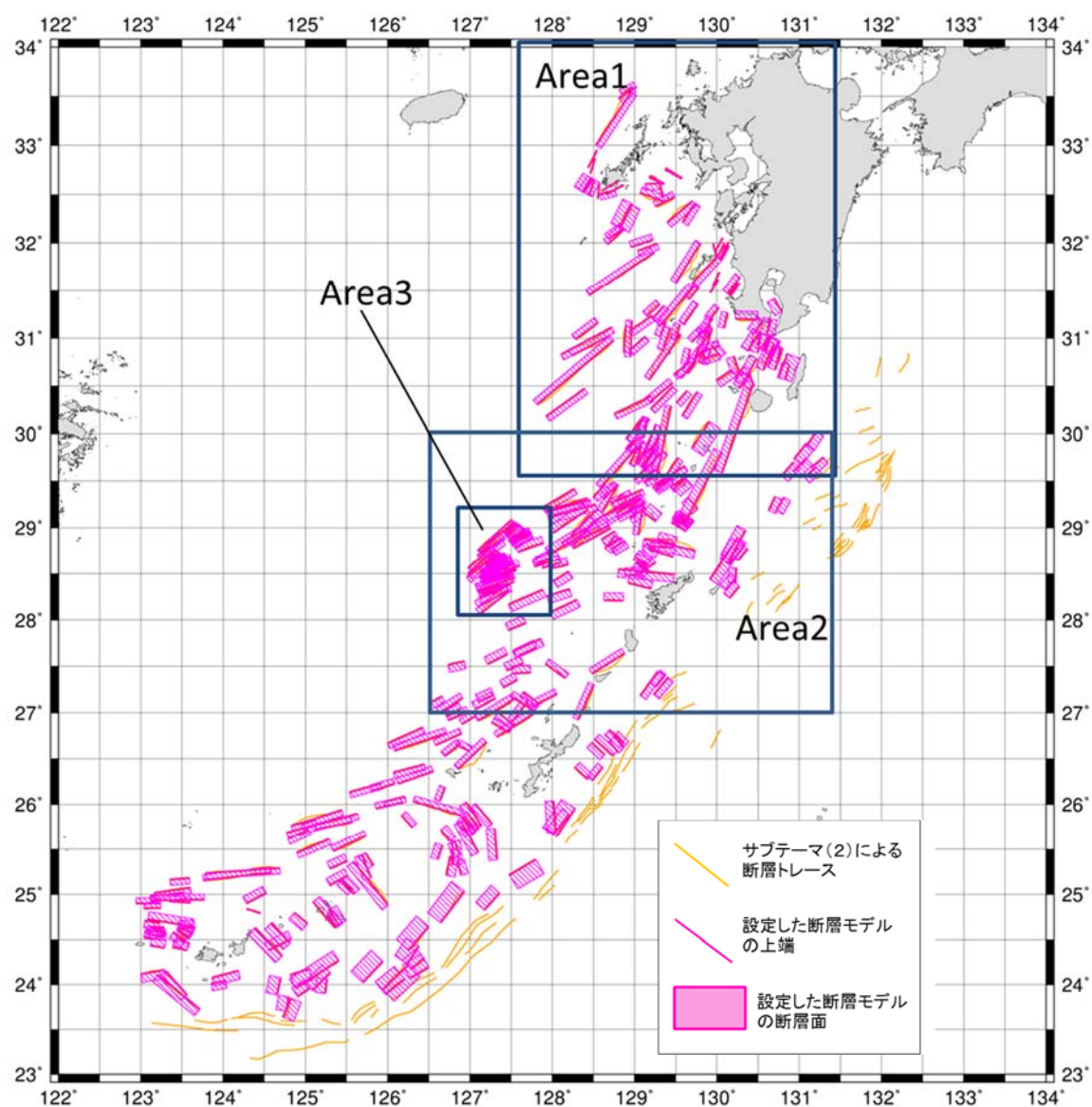


図 24 (a) サブテーマ (2) のデータから設定した断層モデル群 (全体図)

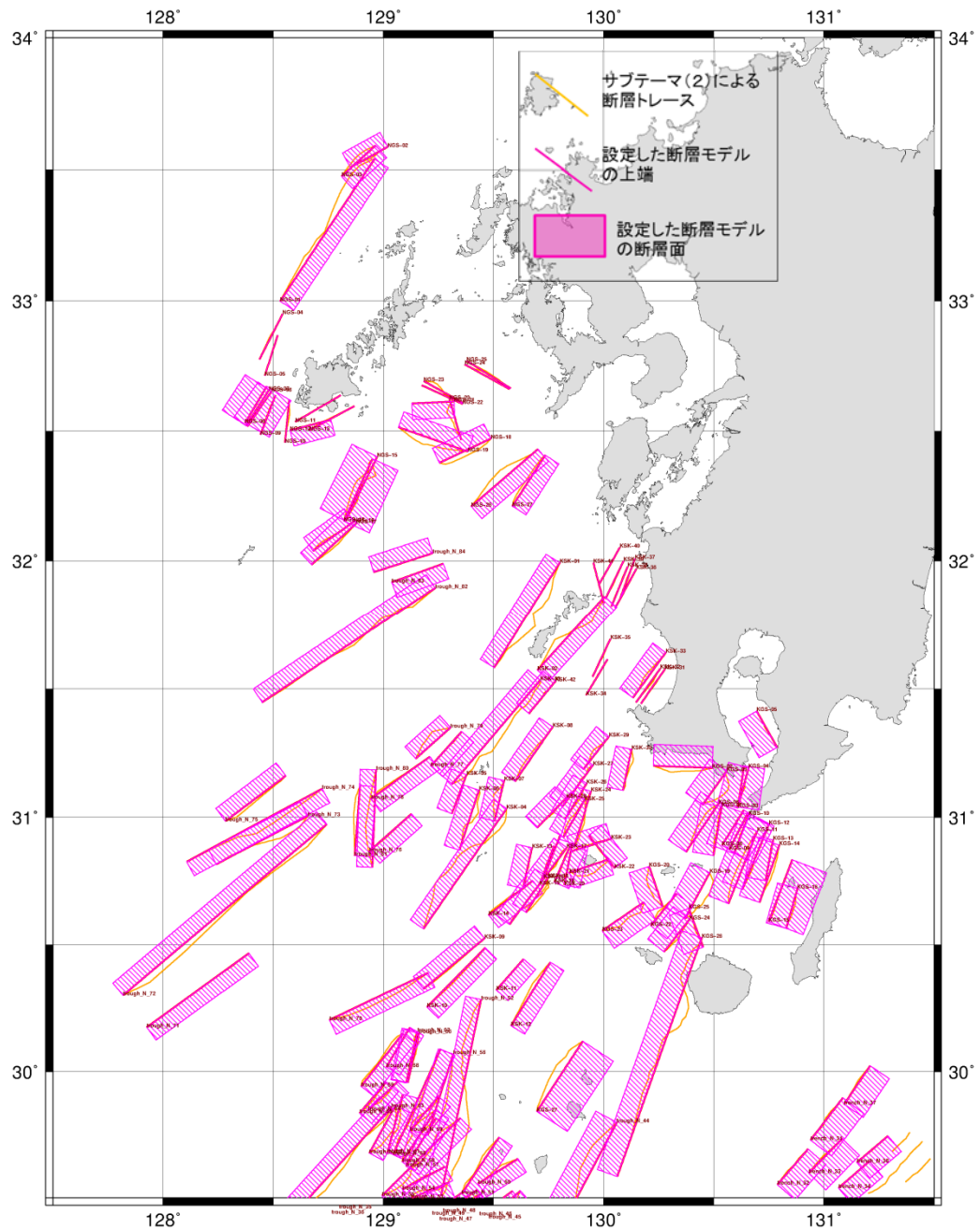


図 24 (b) サブテーマ (2) のデータから設定した断層モデル群 (Area 1)

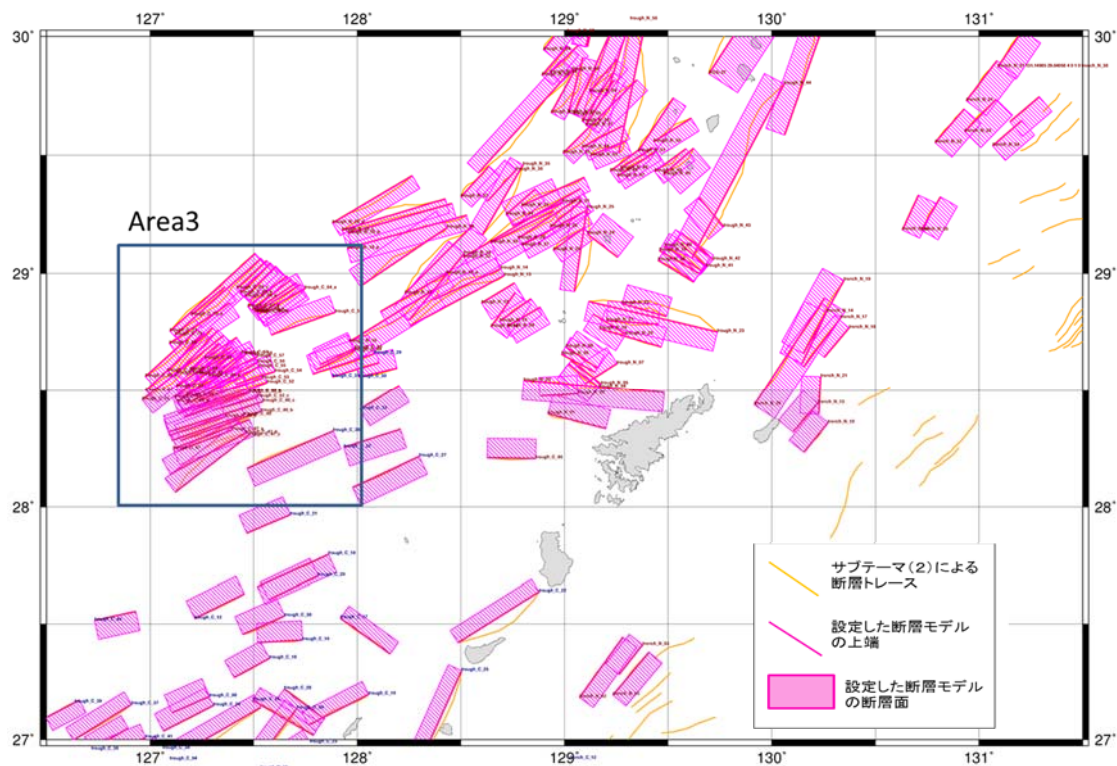


図 24 (c) サブテーマ (2) のデータから設定した断層モデル群 (Area 2)

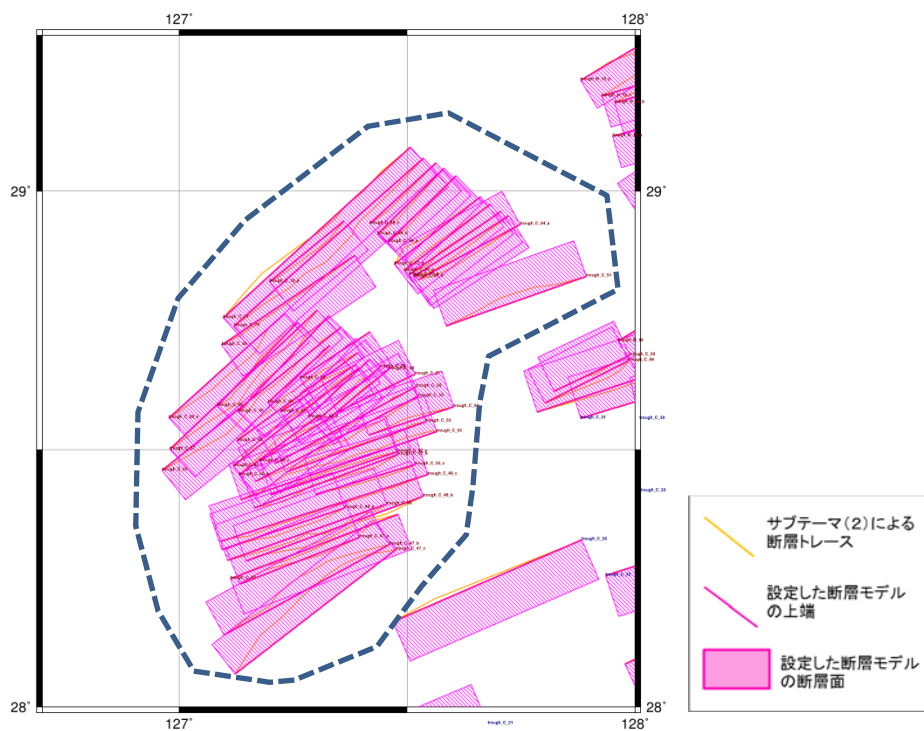


図 24 (d) サブテーマ (2) のデータから設定した断層モデル群 (Area 3)



b) 活断層の運動の可能性の検討

沖縄トラフ周辺の奄美大島の西方沖に、互いに平行し複雑に重なり合う断層群（以下、「断層群」）がある。この章では図 24（d）の中の水点線で囲んだ断層について検討する。この断層群をすべてモデル化した場合の断面を図 25 に示す。

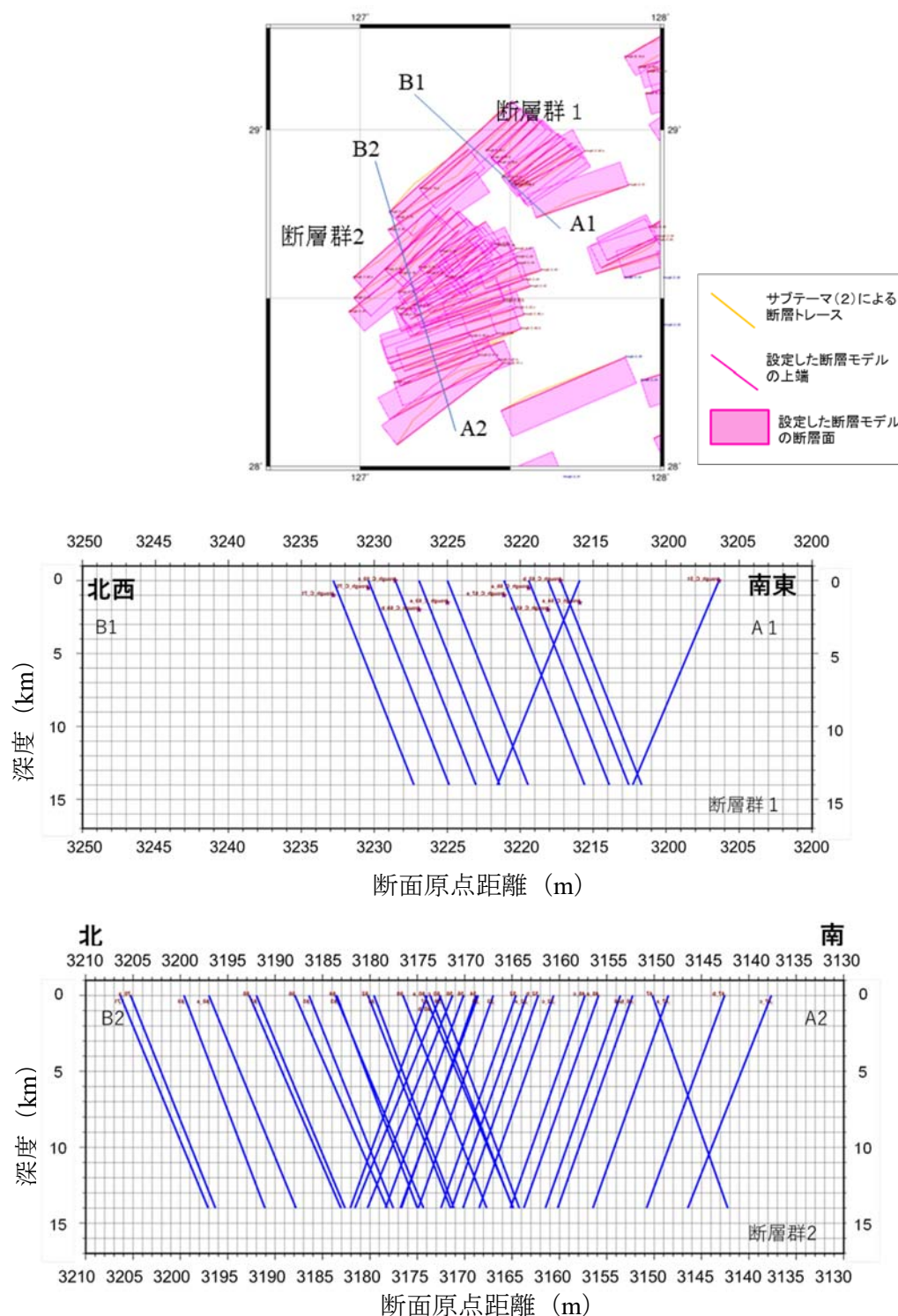


図 25 奄美大島西方沖の断層群の断面図

海底面に投影したときに重なり合っている断層は、断面図（図 25）において北傾斜の断層と南傾斜の断層が複雑にクロスしている。これらの断層がすべて、地震を起こすような構造を持つ断層であるとは考えにくいことから、この範囲の断層分布をいくつかの断層モデルに代表させることとした。

サブテーマ（2）の反射断面からは、これらの断層群の一部において比較的明瞭な背斜構造が見られる箇所があった。よってここでは、背斜構造の両翼を限る断層を主断層と判断することとした。加えて、両翼の断層に挟まれた断層の中から特に明瞭である断層を、この断層群の特徴を示す断層として抽出し、主断層とした。断層群について、抽出した主断層を図 26 に示す。但し、図 26 において、北東側の断層群 1 では背斜構造との関係は不明瞭であり、主断層を特定することは難しい。

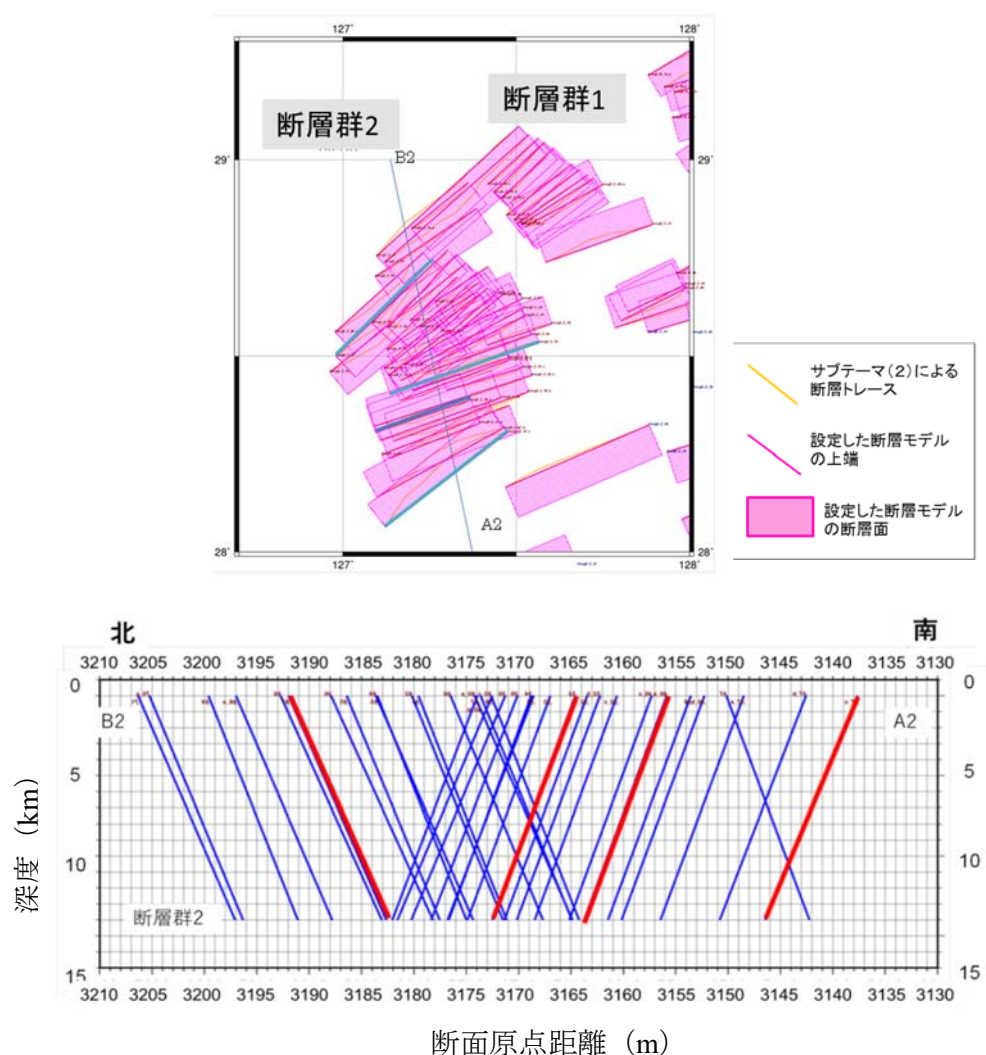


図 26 奄美大島西方沖の断層群から、この領域の特徴を示す主断層として抽出した断層。平面図中の青線は主断層となる断層トレースの上端部を示す。断面図中の赤線は主断層となる断層モデルの地下形状を示す。

西側に位置する断層群2については背斜構造の両翼部に位置する断層を主断層とし、またその間に挟まれた断層の中で反射断面に明瞭に表れていた断層を、この領域の特徴を形成する断層としてモデル化した。このとき、断層面の平面投影及び断面で断層同士が重なり合ったり、クロスすることの無いことを確認している。また、背斜構造との関係が不明瞭な断層群1については評価の対象としない。ただし、Area3の全断層についての断層モデルは断層群の分布範囲や長さのばらつきをしめす参考情報として取り扱うこととした。

奄美大島西方沖の断層群を含む全断層で設定した断層モデルのパラメータ表を表5にまとめた。

表5(a) 設定した断層パラメータの一覧 ①

合計 249 断層 (Area3 の断層を整理した後は 211 断層)

|             | 緯度      | 経度       | 断層上端<br>深度(km) | 断層下端<br>深度(km) | 走向    | 傾斜角 | すべり角 | 断層長さ<br>(km) | 断層幅<br>(km) | モーメント<br>量 (Nm) | Mw   | 平均すべり<br>量 (m) |
|-------------|---------|----------|----------------|----------------|-------|-----|------|--------------|-------------|-----------------|------|----------------|
| trough_C 46 | 28.2074 | 128.8602 | 0              | 16             | 271.1 | 60  | 270  | 22.89        | 18.48       | 1.00E+19        | 6.60 | 0.69           |
| trough_C 47 | 28.2489 | 127.1127 | 0              | 14             | 69.7  | 60  | 270  | 38.67        | 16.17       | 2.20E+19        | 6.82 | 1.01           |
| trough_C 48 | 28.3940 | 127.4552 | 0              | 14             | 251.3 | 60  | 270  | 36.26        | 16.17       | 1.90E+19        | 6.79 | 0.95           |
| trough_C 49 | 28.6720 | 127.9866 | 0              | 14             | 243.8 | 60  | 270  | 20.15        | 16.17       | 5.60E+18        | 6.43 | 0.50           |
| trough_C 50 | 28.6826 | 127.9891 | 0              | 14             | 245.1 | 60  | 270  | 18.00        | 16.17       | 4.70E+18        | 6.38 | 0.47           |
| trough_C 51 | 28.8350 | 127.8934 | 0              | 14             | 251.1 | 60  | 270  | 31.82        | 16.17       | 1.50E+19        | 6.71 | 0.83           |
| trough_C 52 | 28.5348 | 127.5650 | 0              | 14             | 251.6 | 60  | 270  | 44.44        | 16.17       | 2.90E+19        | 6.91 | 1.17           |
| trough_C 53 | 28.5540 | 127.5415 | 0              | 14             | 250.9 | 60  | 270  | 32.03        | 16.17       | 1.50E+19        | 6.72 | 0.84           |
| trough_C 54 | 28.5826 | 127.6024 | 0              | 14             | 252.3 | 60  | 270  | 19.26        | 16.17       | 5.20E+18        | 6.41 | 0.49           |
| trough_C 55 | 28.6034 | 127.5249 | 0              | 14             | 243.1 | 60  | 270  | 39.44        | 16.17       | 2.30E+19        | 6.84 | 1.03           |
| trough_C 56 | 28.6218 | 127.5201 | 0              | 14             | 242.2 | 60  | 270  | 34.42        | 16.17       | 1.70E+19        | 6.76 | 0.90           |
| trough_C 57 | 28.6459 | 127.5175 | 0              | 14             | 244.6 | 60  | 270  | 18.55        | 16.17       | 4.90E+18        | 6.40 | 0.48           |
| trough_C 58 | 28.6555 | 127.4603 | 0              | 14             | 231.5 | 60  | 270  | 18.00        | 16.17       | 4.70E+18        | 6.38 | 0.47           |
| trough_C 59 | 28.6598 | 127.4413 | 0              | 14             | 230.5 | 60  | 270  | 18.00        | 16.17       | 4.70E+18        | 6.38 | 0.47           |
| trough_C 60 | 28.4678 | 127.1191 | 0              | 14             | 52.8  | 60  | 270  | 34.32        | 16.17       | 1.70E+19        | 6.76 | 0.90           |
| trough_C 61 | 28.5732 | 127.2229 | 0              | 14             | 58.7  | 60  | 270  | 19.00        | 16.17       | 5.10E+18        | 6.41 | 0.49           |
| trough_C 62 | 28.5170 | 127.1276 | 0              | 14             | 54.7  | 60  | 270  | 32.10        | 16.17       | 1.50E+19        | 6.72 | 0.84           |
| trough_C 63 | 28.6380 | 127.2651 | 0              | 14             | 57.2  | 60  | 270  | 18.00        | 16.17       | 4.70E+18        | 6.38 | 0.47           |
| trough_C 64 | 28.5911 | 127.1955 | 0              | 14             | 47.9  | 60  | 270  | 18.00        | 16.17       | 4.70E+18        | 6.38 | 0.47           |
| trough_C 65 | 28.4594 | 126.9628 | 0              | 14             | 52.2  | 60  | 270  | 49.18        | 16.17       | 3.50E+19        | 6.96 | 1.29           |
| trough_C 66 | 28.5732 | 127.1304 | 0              | 14             | 44.2  | 60  | 270  | 28.25        | 16.17       | 1.20E+19        | 6.64 | 0.74           |
| trough_C 67 | 28.5003 | 126.9798 | 0              | 14             | 47.5  | 60  | 270  | 43.46        | 16.17       | 2.70E+19        | 6.89 | 1.14           |
| trough_C 68 | 28.5846 | 127.0842 | 0              | 14             | 44.6  | 60  | 270  | 24.76        | 16.17       | 8.90E+18        | 6.57 | 0.65           |
| trough_C 69 | 28.7025 | 127.0939 | 0              | 14             | 56.9  | 60  | 270  | 34.33        | 16.17       | 1.70E+19        | 6.76 | 0.90           |
| trough_C 70 | 28.7392 | 127.1211 | 0              | 14             | 49.2  | 60  | 270  | 54.11        | 16.17       | 4.30E+19        | 7.02 | 1.42           |
| trough_C 71 | 28.7547 | 127.0970 | 0              | 14             | 48.4  | 60  | 270  | 54.22        | 16.17       | 4.30E+19        | 7.02 | 1.42           |

※前述のArea3の断層を赤枠で囲んで示す。また、Area3の断層の中から、断面でクロスする断層と平面でクロスする断層を整理して残ったものに色をつけて示す。



表 5(b) 設定した断層パラメータの一覧 ②

|               | 緯度      | 経度       | 断層上端<br>深度(km) | 断層下端<br>深度(km) | 走向    | 傾斜角 | すべり角 | 断層長さ<br>(km) | 断層幅<br>(km) | モーメント<br>量(Nm) | Mw   | 平均すべ<br>り量(m) |
|---------------|---------|----------|----------------|----------------|-------|-----|------|--------------|-------------|----------------|------|---------------|
| trough_C 47_a | 28.3295 | 127.3956 | 0              | 14             | 249.5 | 60  | 270  | 27.57        | 16.17       | 1.10E+19       | 6.63 | 0.72          |
| trough_C 47_b | 28.3156 | 127.4611 | 0              | 14             | 242.1 | 60  | 270  | 40.56        | 16.17       | 2.40E+19       | 6.85 | 1.06          |
| trough_C 47_c | 28.3058 | 127.4759 | 0              | 14             | 233.1 | 60  | 270  | 43.82        | 16.17       | 2.80E+19       | 6.90 | 1.15          |
| trough_C 48_a | 28.3867 | 127.3631 | 0              | 14             | 252.1 | 60  | 270  | 27.87        | 16.17       | 1.10E+19       | 6.64 | 0.73          |
| trough_C 48_b | 28.4092 | 127.5357 | 0              | 14             | 250.7 | 60  | 270  | 40.54        | 16.17       | 2.40E+19       | 6.85 | 1.06          |
| trough_C 48_c | 28.4515 | 127.5458 | 0              | 14             | 252.9 | 60  | 270  | 46.80        | 16.17       | 3.20E+19       | 6.94 | 1.23          |
| trough_C 52_a | 28.4958 | 127.4794 | 0              | 14             | 252.0 | 60  | 270  | 28.66        | 16.17       | 1.20E+19       | 6.65 | 0.75          |
| trough_C 52_b | 28.4902 | 127.4798 | 0              | 14             | 250.4 | 60  | 270  | 32.83        | 16.17       | 1.60E+19       | 6.73 | 0.86          |
| trough_C 52_c | 28.4709 | 127.5182 | 0              | 14             | 254.1 | 60  | 270  | 22.36        | 16.17       | 6.50E+18       | 6.48 | 0.53          |
| trough_C 60_a | 28.5628 | 127.2836 | 0              | 14             | 47.5  | 60  | 270  | 18.00        | 16.17       | 4.70E+18       | 6.38 | 0.47          |
| trough_C 60_b | 28.4502 | 127.1316 | 0              | 14             | 54.2  | 60  | 270  | 21.56        | 16.17       | 6.20E+18       | 6.46 | 0.52          |
| trough_C 60_c | 28.4773 | 127.1775 | 0              | 14             | 58.9  | 60  | 270  | 18.00        | 16.17       | 4.70E+18       | 6.38 | 0.47          |
| trough_C 64_a | 28.9354 | 127.7481 | 0              | 14             | 242.1 | 60  | 270  | 24.84        | 16.17       | 9.00E+18       | 6.57 | 0.65          |
| trough_C 65_a | 28.8382 | 127.5043 | 0              | 14             | 56.1  | 60  | 270  | 23.93        | 16.17       | 7.20E+18       | 6.51 | 0.54          |
| trough_C 65_b | 28.8347 | 127.5144 | 0              | 14             | 58.1  | 60  | 270  | 24.17        | 16.17       | 7.30E+18       | 6.51 | 0.55          |
| trough_C 66_a | 28.8458 | 127.4944 | 0              | 14             | 52.9  | 60  | 270  | 23.26        | 16.17       | 6.90E+18       | 6.49 | 0.54          |
| trough_C 67_a | 28.8586 | 127.4724 | 0              | 14             | 52.6  | 60  | 270  | 23.41        | 16.17       | 7.00E+18       | 6.50 | 0.54          |
| trough_C 68_a | 28.5611 | 126.9780 | 0              | 14             | 48.8  | 60  | 270  | 33.43        | 16.17       | 1.60E+19       | 6.74 | 0.88          |
| trough_C 69_a | 28.9018 | 127.4589 | 0              | 14             | 46.5  | 60  | 270  | 20.26        | 16.17       | 5.60E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough_C 69_b | 28.9168 | 127.4359 | 0              | 14             | 46.0  | 60  | 270  | 19.97        | 16.17       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough_C 69_c | 28.9368 | 127.4186 | 0              | 14             | 48.1  | 60  | 270  | 19.20        | 16.17       | 5.20E+18       | 6.41 | 0.49          |
| trough_C 70_a | 28.8241 | 127.1985 | 0              | 14             | 51.5  | 60  | 270  | 20.63        | 16.17       | 5.80E+18       | 6.44 | 0.51          |

※前述の Area 3 の断層を赤枠で囲んで示す。また、Area 3 の断層の中から、断面でクロスする断層と平面でクロスする断層を整理して残ったものに色をつけて示す。

表 5(c) 設定した断層パラメータの一覧 ③

|             | 緯度      | 経度       | 断層上端<br>深度(km) | 断層下端<br>深度(km) | 走向    | 傾斜角 | すべり角 | 断層長さ<br>(km) | 断層幅<br>(km) | モーメント<br>量(Nm) | Mw   | 平均すべ<br>り量(m) |
|-------------|---------|----------|----------------|----------------|-------|-----|------|--------------|-------------|----------------|------|---------------|
| trough_N 01 | 28.3359 | 129.1990 | 0              | 16             | 284.5 | 60  | 270  | 28.16        | 18.48       | 1.50E+19       | 6.72 | 0.84          |
| trough_N 02 | 28.4851 | 129.0643 | 0              | 16             | 266.9 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough_N 03 | 28.5441 | 128.8033 | 0              | 16             | 95.0  | 60  | 270  | 66.64        | 18.48       | 8.40E+19       | 7.22 | 2.00          |
| trough_N 04 | 28.6141 | 129.0196 | 0              | 16             | 127.4 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough_N 05 | 28.6287 | 129.0310 | 0              | 16             | 127.6 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough_N 06 | 28.5802 | 129.1485 | 0              | 16             | 298.0 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough_N 07 | 28.6165 | 129.2534 | 0              | 16             | 237.4 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough_N 08 | 28.5966 | 129.1607 | 0              | 16             | 304.1 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough_N 09 | 28.7749 | 128.7234 | 0              | 16             | 60.0  | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough_N 10 | 28.7972 | 128.6884 | 0              | 16             | 54.4  | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough_N 11 | 28.7737 | 128.6460 | 0              | 16             | 35.5  | 60  | 270  | 19.42        | 18.48       | 6.50E+18       | 6.47 | 0.52          |
| trough_N 12 | 28.8747 | 128.6006 | 0              | 16             | 58.9  | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough_N 13 | 28.9904 | 128.7090 | 0              | 16             | 242.2 | 60  | 270  | 50.04        | 18.48       | 4.80E+19       | 7.05 | 1.50          |
| trough_N 14 | 29.0201 | 128.6929 | 0              | 16             | 245.4 | 60  | 270  | 34.67        | 18.48       | 2.30E+19       | 6.84 | 1.04          |
| trough_N 15 | 29.0828 | 128.5151 | 0              | 16             | 219.9 | 60  | 270  | 40.50        | 18.48       | 3.10E+19       | 6.93 | 1.21          |
| trough_N 16 | 28.7098 | 127.9631 | 0              | 16             | 58.7  | 60  | 270  | 47.12        | 18.48       | 4.20E+19       | 7.02 | 1.41          |
| trough_N 17 | 28.9152 | 128.2307 | 0              | 16             | 45.2  | 60  | 270  | 44.98        | 18.48       | 3.80E+19       | 6.99 | 1.35          |
| trough_N 18 | 29.1940 | 128.4343 | 0              | 16             | 236.4 | 60  | 270  | 49.22        | 18.48       | 4.60E+19       | 7.04 | 1.47          |
| trough_N 19 | 28.6878 | 129.4670 | 0              | 16             | 286.3 | 60  | 270  | 30.24        | 18.48       | 1.70E+19       | 6.76 | 0.91          |
| trough_N 20 | 28.8275 | 129.1395 | 0              | 16             | 121.7 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough_N 21 | 28.7841 | 129.4545 | 0              | 16             | 273.8 | 60  | 270  | 24.55        | 18.48       | 1.10E+19       | 6.64 | 0.74          |
| trough_N 22 | 28.8172 | 129.4922 | 0              | 16             | 286.0 | 60  | 270  | 21.73        | 18.48       | 9.00E+18       | 6.57 | 0.65          |
| trough_N 23 | 28.8806 | 129.1169 | 0              | 16             | 103.1 | 60  | 270  | 62.23        | 18.48       | 7.40E+19       | 7.18 | 1.86          |
| trough_N 24 | 29.0684 | 129.2569 | 0              | 12             | 307.7 | 45  | 90   | 18.00        | 16.97       | 5.10E+18       | 6.40 | 0.48          |
| trough_N 25 | 29.2772 | 129.1090 | 0              | 12             | 188.6 | 60  | 270  | 39.63        | 13.86       | 1.70E+19       | 6.75 | 0.89          |
| trough_N 26 | 29.0987 | 128.9464 | 0              | 12             | 54.0  | 60  | 270  | 18.00        | 13.86       | 3.70E+18       | 6.32 | 0.44          |
| trough_N 27 | 29.1188 | 128.7951 | 0              | 12             | 61.6  | 60  | 270  | 33.88        | 13.86       | 1.20E+19       | 6.66 | 0.76          |
| trough_N 28 | 29.1967 | 128.9315 | 0              | 12             | 50.3  | 60  | 270  | 18.93        | 13.86       | 4.00E+18       | 6.34 | 0.45          |
| trough_N 29 | 29.1481 | 128.7758 | 0              | 12             | 56.3  | 60  | 270  | 34.76        | 13.86       | 1.30E+19       | 6.67 | 0.78          |
| trough_N 30 | 29.1299 | 128.6458 | 0              | 12             | 63.2  | 60  | 270  | 33.00        | 13.86       | 1.20E+19       | 6.64 | 0.74          |
| trough_N 31 | 29.3017 | 128.9906 | 0              | 12             | 244.7 | 45  | 90   | 25.95        | 16.97       | 1.10E+19       | 6.62 | 0.71          |
| trough_N 32 | 29.0684 | 128.5133 | 0              | 12             | 59.7  | 45  | 90   | 63.68        | 16.97       | 6.50E+19       | 7.14 | 1.75          |
| trough_N 33 | 29.2859 | 128.7930 | 0              | 12             | 65.7  | 60  | 270  | 32.24        | 13.86       | 1.10E+19       | 6.63 | 0.72          |
| trough_N 34 | 29.2487 | 128.7188 | 0              | 12             | 48.9  | 60  | 270  | 18.00        | 13.86       | 3.70E+18       | 6.32 | 0.44          |
| trough_N 35 | 29.4586 | 128.8000 | 0              | 12             | 210.3 | 60  | 270  | 38.14        | 13.86       | 1.60E+19       | 6.73 | 0.86          |
| trough_N 36 | 29.4370 | 128.7653 | 0              | 12             | 222.4 | 60  | 270  | 19.66        | 13.86       | 4.30E+18       | 6.35 | 0.46          |
| trough_N 37 | 29.3237 | 128.5003 | 0              | 12             | 42.8  | 60  | 270  | 19.47        | 13.86       | 4.20E+18       | 6.35 | 0.45          |
| trough_N 38 | 28.9630 | 129.6246 | 0              | 16             | 301.2 | 60  | 270  | 19.68        | 18.48       | 6.60E+18       | 6.48 | 0.53          |
| trough_N 39 | 28.9974 | 129.6547 | 0              | 16             | 299.7 | 60  | 270  | 22.02        | 18.48       | 9.20E+18       | 6.58 | 0.66          |
| trough_N 40 | 29.0082 | 129.6654 | 0              | 16             | 303.7 | 60  | 270  | 21.39        | 18.48       | 7.50E+18       | 6.52 | 0.55          |

表 5(d) 設定した断層パラメータの一覧 ④

|               | 緯度      | 経度       | 断層上端<br>深度(km) | 断層下端<br>深度(km) | 走向    | 傾斜角 | すべり角 | 断層長さ<br>(km) | 断層幅<br>(km) | モーメント<br>量(Nm) | Mw   | 平均すべ<br>り量(m) |
|---------------|---------|----------|----------------|----------------|-------|-----|------|--------------|-------------|----------------|------|---------------|
| trough N 41   | 29.1432 | 129.5375 | 0              | 16             | 131.4 | 60  | 270  | 19.13        | 18.48       | 6.30E+18       | 6.47 | 0.52          |
| trough N 42   | 29.1694 | 129.5663 | 0              | 16             | 129.7 | 60  | 270  | 19.18        | 18.48       | 6.30E+18       | 6.47 | 0.52          |
| trough N 43   | 29.3218 | 129.6480 | 0              | 16             | 139.3 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough N 44   | 29.7995 | 130.0602 | 0              | 18             | 207.5 | 60  | 270  | 92.26        | 20.78       | 3.00E+20       | 7.58 | 4.49          |
| trough N 45   | 29.4184 | 129.4783 | 0              | 12             | 48.7  | 45  | 90   | 18.55        | 16.97       | 5.30E+18       | 6.42 | 0.49          |
| trough N 46   | 29.4311 | 129.4363 | 0              | 12             | 53.7  | 60  | 270  | 18.00        | 13.86       | 3.70E+18       | 6.32 | 0.44          |
| trough N 47   | 29.4105 | 129.2556 | 0              | 12             | 57.3  | 60  | 270  | 21.75        | 13.86       | 5.00E+18       | 6.40 | 0.48          |
| trough N 48   | 29.4439 | 129.2716 | 0              | 12             | 57.0  | 60  | 270  | 18.00        | 13.86       | 3.70E+18       | 6.32 | 0.44          |
| trough N 49   | 29.4328 | 129.2212 | 0              | 12             | 53.4  | 60  | 270  | 18.00        | 13.86       | 3.70E+18       | 6.32 | 0.44          |
| trough N 50   | 29.5566 | 129.4310 | 0              | 12             | 57.7  | 60  | 270  | 20.61        | 13.86       | 4.60E+18       | 6.37 | 0.47          |
| trough N 51   | 29.5163 | 129.3560 | 0              | 12             | 33.3  | 60  | 270  | 29.76        | 13.86       | 9.50E+18       | 6.58 | 0.67          |
| trough N 52   | 30.2849 | 129.4440 | 0              | 12             | 191.4 | 60  | 270  | 87.73        | 13.86       | 8.20E+19       | 7.21 | 1.97          |
| trough N 53   | 29.4982 | 129.1256 | 0              | 12             | 67.3  | 60  | 270  | 18.00        | 13.86       | 3.70E+18       | 6.32 | 0.44          |
| trough N 54   | 29.5334 | 129.0863 | 0              | 12             | 61.9  | 60  | 270  | 21.37        | 13.86       | 4.80E+18       | 6.39 | 0.48          |
| trough N 55   | 29.5084 | 128.9937 | 0              | 12             | 45.2  | 60  | 270  | 48.49        | 13.86       | 2.50E+19       | 6.87 | 1.09          |
| trough N 56   | 30.0703 | 129.3177 | 0              | 12             | 197.4 | 60  | 270  | 37.36        | 13.86       | 1.50E+19       | 6.72 | 0.84          |
| trough N 57   | 29.6259 | 129.1038 | 0              | 12             | 31.8  | 60  | 270  | 24.89        | 13.86       | 6.10E+18       | 6.46 | 0.51          |
| trough N 58   | 29.6426 | 129.0858 | 0              | 12             | 32.6  | 60  | 270  | 27.05        | 13.86       | 6.90E+18       | 6.49 | 0.54          |
| trough N 59   | 29.7669 | 129.1211 | 0              | 12             | 39.6  | 60  | 270  | 19.47        | 13.86       | 4.20E+18       | 6.35 | 0.45          |
| trough N 60   | 29.6714 | 129.0446 | 0              | 12             | 24.1  | 60  | 270  | 50.75        | 13.86       | 2.80E+19       | 6.89 | 1.14          |
| trough N 61   | 29.6792 | 129.0189 | 0              | 12             | 14.7  | 60  | 270  | 26.52        | 13.86       | 6.70E+18       | 6.48 | 0.53          |
| trough N 62   | 29.6782 | 128.9368 | 0              | 12             | 28.8  | 60  | 270  | 23.97        | 13.86       | 5.70E+18       | 6.44 | 0.50          |
| trough N 63   | 29.8593 | 129.0370 | 0              | 12             | 222.4 | 60  | 270  | 65.01        | 13.86       | 4.50E+19       | 7.04 | 1.46          |
| trough N 64   | 29.8475 | 128.9313 | 0              | 12             | 45.8  | 60  | 270  | 18.00        | 13.86       | 3.70E+18       | 6.32 | 0.44          |
| trough N 65   | 29.8363 | 128.8924 | 0              | 12             | 40.5  | 60  | 270  | 18.00        | 13.86       | 3.70E+18       | 6.32 | 0.44          |
| trough N 66   | 30.1519 | 129.1619 | 0              | 12             | 192.6 | 60  | 270  | 22.19        | 13.86       | 5.10E+18       | 6.41 | 0.49          |
| trough N 67   | 30.1585 | 129.1555 | 0              | 12             | 192.4 | 60  | 270  | 23.07        | 13.86       | 5.40E+18       | 6.42 | 0.49          |
| trough N 68   | 30.0189 | 129.0142 | 0              | 12             | 30.7  | 60  | 270  | 20.07        | 13.86       | 4.40E+18       | 6.36 | 0.46          |
| trough N 69   | 29.9427 | 128.8994 | 0              | 12             | 38.4  | 60  | 270  | 29.43        | 13.86       | 9.30E+18       | 6.58 | 0.66          |
| trough N 70   | 30.2040 | 128.7557 | 0              | 12             | 64.5  | 60  | 270  | 47.66        | 13.86       | 2.40E+19       | 6.86 | 1.07          |
| trough N 71   | 30.1757 | 127.9264 | 0              | 12             | 54.6  | 60  | 270  | 54.99        | 13.86       | 3.20E+19       | 6.94 | 1.24          |
| trough N 72   | 30.9727 | 128.7437 | 0              | 12             | 230.3 | 60  | 270  | 115.72       | 13.86       | 1.40E+20       | 7.37 | 2.60          |
| trough N 73   | 31.0049 | 128.6577 | 0              | 12             | 242.5 | 60  | 270  | 44.92        | 13.86       | 2.20E+19       | 6.82 | 1.01          |
| trough N 74   | 30.8261 | 128.1079 | 0              | 12             | 62.0  | 60  | 270  | 66.67        | 13.86       | 4.70E+19       | 7.05 | 1.50          |
| trough N 75   | 31.1620 | 128.5573 | 0              | 12             | 233.4 | 60  | 270  | 32.66        | 13.86       | 1.10E+19       | 6.64 | 0.73          |
| trough N 76   | 30.8669 | 128.9365 | 0              | 12             | 48.4  | 60  | 270  | 24.44        | 13.86       | 5.90E+18       | 6.45 | 0.51          |
| trough N 77   | 31.2003 | 129.2161 | 0              | 12             | 41.7  | 60  | 270  | 19.97        | 13.86       | 4.40E+18       | 6.36 | 0.46          |
| trough N 78   | 31.0722 | 128.9444 | 0              | 12             | 54.3  | 60  | 270  | 31.31        | 13.86       | 1.00E+19       | 6.61 | 0.70          |
| trough N 79   | 31.3502 | 129.3053 | 0              | 12             | 228.1 | 60  | 270  | 20.16        | 13.86       | 4.40E+18       | 6.36 | 0.46          |
| trough N 80   | 31.1848 | 128.9672 | 0              | 12             | 182.2 | 60  | 270  | 42.25        | 13.86       | 1.90E+19       | 6.79 | 0.95          |
| trough N 81   | 30.8499 | 128.8707 | 0              | 12             | 4.3   | 60  | 270  | 30.44        | 13.86       | 9.90E+18       | 6.60 | 0.68          |
| trough N 82   | 31.8947 | 129.2352 | 0              | 12             | 236.5 | 60  | 270  | 89.33        | 13.86       | 8.50E+19       | 7.22 | 2.01          |
| trough N 83   | 31.9180 | 129.0385 | 0              | 12             | 70.1  | 60  | 270  | 23.51        | 13.86       | 5.60E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough N 84   | 32.0302 | 129.2242 | 0              | 12             | 252.1 | 60  | 270  | 26.53        | 13.86       | 6.70E+18       | 6.48 | 0.53          |
| trough N 16 a | 28.8375 | 128.1125 | 0              | 12             | 60.4  | 60  | 270  | 35.74        | 13.86       | 1.40E+19       | 6.69 | 0.80          |
| trough N 18 a | 29.1055 | 127.9512 | 0              | 12             | 74.8  | 60  | 270  | 58.19        | 13.86       | 3.60E+19       | 6.97 | 1.31          |
| trough N 18 b | 29.1700 | 127.9557 | 0              | 12             | 74.4  | 60  | 270  | 50.69        | 13.86       | 2.70E+19       | 6.89 | 1.14          |
| trough N 18 c | 29.1829 | 127.9273 | 0              | 12             | 73.5  | 60  | 270  | 50.49        | 13.86       | 2.70E+19       | 6.89 | 1.13          |

表 5(e) 設定した断層パラメータの一覧 ⑤

|               | 緯度      | 経度       | 断層上端<br>深度(km) | 断層下端<br>深度(km) | 走向    | 傾斜角 | すべり角 | 断層長さ<br>(km) | 断層幅<br>(km) | モーメント<br>量(Nm) | Mw   | 平均すべ<br>り量(m) |
|---------------|---------|----------|----------------|----------------|-------|-----|------|--------------|-------------|----------------|------|---------------|
| trough N 18 d | 29.2134 | 127.8812 | 0              | 12             | 59.8  | 60  | 270  | 43.40        | 13.86       | 2.00E+19       | 6.80 | 0.98          |
| trench N 02   | 27.1815 | 129.0731 | 0              | 14             | 35.6  | 60  | 270  | 35.42        | 16.17       | 1.80E+19       | 6.77 | 0.93          |
| trench N 03   | 27.4090 | 129.3770 | 0              | 14             | 218.3 | 60  | 270  | 18.00        | 16.17       | 4.70E+18       | 6.38 | 0.47          |
| trench N 05   | 27.1926 | 129.2348 | 0              | 14             | 39.9  | 60  | 270  | 26.70        | 16.17       | 1.00E+19       | 6.61 | 0.70          |
| trench N 10   | 28.3604 | 130.2717 | 0              | 20             | 218.5 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trench N 13   | 28.4449 | 130.2226 | 0              | 20             | 219.7 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trench N 14   | 28.8366 | 130.2649 | 0              | 20             | 204.8 | 60  | 270  | 26.83        | 23.09       | 2.10E+19       | 6.82 | 1.00          |
| trench N 17   | 28.8101 | 130.3325 | 0              | 20             | 216.4 | 60  | 270  | 28.86        | 23.09       | 2.50E+19       | 6.86 | 1.08          |
| trench N 18   | 28.7682 | 130.3730 | 0              | 20             | 219.4 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trench N 19   | 28.9706 | 130.3487 | 0              | 20             | 208.4 | 60  | 270  | 39.47        | 23.09       | 4.60E+19       | 7.04 | 1.48          |
| trench N 20   | 28.4376 | 129.9164 | 0              | 20             | 32.6  | 60  | 270  | 60.46        | 23.09       | 1.10E+20       | 7.29 | 2.26          |
| trench N 21   | 28.5605 | 130.2363 | 0              | 20             | 182.0 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trench N 31   | 29.7292 | 130.9398 | 0              | 20             | 36.4  | 60  | 270  | 23.41        | 23.09       | 1.60E+19       | 6.74 | 0.88          |
| trench N 32   | 29.5530 | 130.7890 | 0              | 20             | 40.0  | 60  | 270  | 20.64        | 20.64       | 1.00E+19       | 6.60 | 0.69          |
| trench N 33   | 29.5986 | 130.9315 | 0              | 20             | 43.3  | 60  | 270  | 21.11        | 21.11       | 1.10E+19       | 6.63 | 0.72          |
| trench N 34   | 29.5393 | 131.0667 | 0              | 20             | 48.1  | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trench N 35   | 29.1828 | 130.7229 | 0              | 20             | 28.9  | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trench N 36   | 29.1837 | 130.6307 | 0              | 20             | 24.0  | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trench N 37   | 29.8713 | 131.0920 | 0              | 20             | 33.0  | 60  | 270  | 20.37        | 20.37       | 9.60E+18       | 6.59 | 0.67          |
| trench N 38   | 29.6406 | 131.1499 | 0              | 20             | 48.5  | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |



表 5(f) 設定した断層パラメータの一覧 ⑥

|        | 緯度      | 経度       | 断層上端<br>深度(km) | 断層下端<br>深度(km) | 走向    | 傾斜角 | すべり角  | 断層長さ<br>(km) | 断層幅<br>(km) | モーメント<br>量(Nm) | Mw   | 平均すべ<br>り量(m) |
|--------|---------|----------|----------------|----------------|-------|-----|-------|--------------|-------------|----------------|------|---------------|
| NGS-01 | 32.9993 | 128.5319 | 0              | 12             | 33.7  | 60  | 270   | 72.17        | 13.86       | 5.60E+19       | 7.10 | 1.62          |
| NGS-02 | 33.5874 | 129.0205 | 0              | 12             | 241.3 | 60  | 270   | 18.00        | 13.86       | 3.70E+18       | 6.32 | 0.44          |
| NGS-03 | 33.4756 | 128.8103 | 0              | 12             | 47.9  | 60  | 270   | 19.37        | 13.86       | 4.20E+18       | 6.35 | 0.45          |
| NGS-04 | 32.9502 | 128.5429 | 0              | 12             | 207.4 | 90  | 180/0 | 21.63        | 12.00       | 4.00E+18       | 6.33 | 0.45          |
| NGS-05 | 32.7144 | 128.4622 | 0              | 12             | 18.0  | 90  | 180/0 | 18.00        | 12.00       | 3.00E+18       | 6.25 | 0.41          |
| NGS-06 | 32.5333 | 128.3727 | 0              | 12             | 31.0  | 45  | 90    | 18.00        | 16.97       | 5.10E+18       | 6.40 | 0.48          |
| NGS-07 | 32.6588 | 128.4808 | 0              | 12             | 213.3 | 45  | 90    | 18.00        | 16.97       | 5.10E+18       | 6.40 | 0.48          |
| NGS-08 | 32.6534 | 128.4921 | 0              | 12             | 214.9 | 60  | 270   | 18.00        | 13.86       | 3.70E+18       | 6.32 | 0.44          |
| NGS-09 | 32.4878 | 128.4426 | 0              | 12             | 21.0  | 90  | 180/0 | 18.00        | 12.00       | 3.00E+18       | 6.25 | 0.41          |
| NGS-10 | 32.4560 | 128.5538 | 0              | 12             | 5.9   | 90  | 180/0 | 18.00        | 12.00       | 3.00E+18       | 6.25 | 0.41          |
| NGS-11 | 32.5369 | 128.6008 | 0              | 12             | 59.9  | 90  | 180/0 | 22.40        | 12.00       | 4.20E+18       | 6.35 | 0.45          |
| NGS-12 | 32.5043 | 128.5766 | 0              | 12             | 75.7  | 60  | 270   | 18.00        | 13.86       | 3.70E+18       | 6.32 | 0.44          |
| NGS-13 | 32.5040 | 128.6038 | 0              | 12             | 62.0  | 90  | 180/0 | 21.88        | 12.00       | 4.00E+18       | 6.34 | 0.45          |
| NGS-14 | 32.1544 | 128.8210 | 0              | 12             | 24.7  | 45  | 90    | 29.31        | 16.97       | 1.40E+19       | 6.69 | 0.81          |
| NGS-15 | 32.4024 | 128.9724 | 0              | 12             | 206.5 | 45  | 90    | 30.61        | 16.97       | 1.50E+19       | 6.72 | 0.84          |
| NGS-16 | 32.1516 | 128.8654 | 0              | 12             | 234.5 | 60  | 270   | 21.34        | 13.86       | 4.80E+18       | 6.39 | 0.48          |
| NGS-17 | 32.1459 | 128.8779 | 0              | 12             | 227.4 | 60  | 270   | 26.12        | 13.86       | 6.50E+18       | 6.48 | 0.53          |
| NGS-18 | 32.4721 | 129.4884 | 0              | 12             | 244.5 | 60  | 270   | 24.27        | 13.86       | 5.90E+18       | 6.45 | 0.51          |
| NGS-19 | 32.4223 | 129.3841 | 0              | 12             | 289.2 | 60  | 270   | 31.37        | 13.86       | 1.10E+19       | 6.61 | 0.70          |
| NGS-20 | 32.6232 | 129.3004 | 0              | 12             | 163.5 | 90  | 180/0 | 18.00        | 12.00       | 3.00E+18       | 6.25 | 0.41          |
| NGS-21 | 32.6076 | 129.1295 | 0              | 12             | 87.2  | 60  | 270   | 18.00        | 13.86       | 3.70E+18       | 6.32 | 0.44          |
| NGS-22 | 32.6057 | 129.3599 | 0              | 12             | 294.4 | 90  | 180/0 | 19.11        | 12.00       | 3.30E+18       | 6.28 | 0.42          |
| NGS-23 | 32.6934 | 129.1836 | 0              | 12             | 119.0 | 90  | 180/0 | 19.24        | 12.00       | 3.30E+18       | 6.28 | 0.42          |
| NGS-24 | 32.7573 | 129.3699 | 0              | 12             | 118.6 | 90  | 180/0 | 21.71        | 12.00       | 4.00E+18       | 6.33 | 0.45          |
| NGS-25 | 32.7710 | 129.3787 | 0              | 12             | 121.8 | 90  | 180/0 | 22.06        | 12.00       | 4.10E+18       | 6.34 | 0.45          |
| NGS-26 | 32.2113 | 129.4000 | 0              | 12             | 49.0  | 60  | 270   | 37.48        | 13.86       | 1.50E+19       | 6.72 | 0.84          |
| NGS-27 | 32.2123 | 129.5862 | 0              | 12             | 32.5  | 60  | 270   | 25.88        | 13.86       | 6.40E+18       | 6.47 | 0.52          |

表 5(g) 設定した断層パラメータの一覧 ⑦

|        | 緯度      | 経度       | 断層上端<br>深度(km) | 断層下端<br>深度(km) | 走向    | 傾斜角 | すべり角  | 断層長さ<br>(km) | 断層幅<br>(km) | モーメント<br>量(Nm) | Mw   | 平均すべ<br>り量(m) |
|--------|---------|----------|----------------|----------------|-------|-----|-------|--------------|-------------|----------------|------|---------------|
| KSK-01 | 31.9932 | 129.8009 | 0              | 12             | 211.5 | 60  | 270   | 53.46        | 13.86       | 3.10E+19       | 6.92 | 1.20          |
| KSK-02 | 31.5733 | 129.6998 | 0              | 12             | 41.7  | 60  | 270   | 43.14        | 13.86       | 2.00E+19       | 6.80 | 0.97          |
| KSK-03 | 31.5342 | 129.7122 | 0              | 12             | 220.0 | 60  | 270   | 58.81        | 13.86       | 3.70E+19       | 6.98 | 1.32          |
| KSK-04 | 31.0336 | 129.5594 | 0              | 12             | 214.5 | 60  | 270   | 63.43        | 13.86       | 4.30E+19       | 7.02 | 1.43          |
| KSK-05 | 31.1662 | 129.3777 | 0              | 12             | 200.4 | 60  | 270   | 18.00        | 13.86       | 3.70E+18       | 6.32 | 0.44          |
| KSK-06 | 31.1063 | 129.4342 | 0              | 12             | 197.9 | 60  | 270   | 27.39        | 13.86       | 7.00E+18       | 6.50 | 0.54          |
| KSK-07 | 31.1434 | 129.5485 | 0              | 12             | 193.0 | 60  | 270   | 18.00        | 13.86       | 3.70E+18       | 6.32 | 0.44          |
| KSK-08 | 31.3526 | 129.7686 | 0              | 12             | 214.3 | 60  | 270   | 28.57        | 13.86       | 7.50E+18       | 6.52 | 0.55          |
| KSK-09 | 30.5256 | 129.4601 | 0              | 12             | 230.2 | 60  | 270   | 34.58        | 13.86       | 1.30E+19       | 6.67 | 0.78          |
| KSK-10 | 30.2553 | 129.1985 | 0              | 12             | 44.4  | 60  | 270   | 36.23        | 13.86       | 1.40E+19       | 6.70 | 0.81          |
| KSK-11 | 30.3222 | 129.5133 | 0              | 12             | 41.1  | 60  | 270   | 18.00        | 13.86       | 3.70E+18       | 6.32 | 0.44          |
| KSK-12 | 30.1811 | 129.5804 | 0              | 12             | 31.3  | 60  | 270   | 32.59        | 13.86       | 1.10E+19       | 6.64 | 0.73          |
| KSK-13 | 30.8809 | 129.6756 | 0              | 12             | 192.3 | 60  | 270   | 18.10        | 13.86       | 3.80E+18       | 6.32 | 0.44          |
| KSK-14 | 30.6168 | 129.4790 | 0              | 12             | 51.6  | 60  | 270   | 24.26        | 13.86       | 5.90E+18       | 6.44 | 0.51          |
| KSK-15 | 30.7362 | 129.7094 | 0              | 12             | 20.1  | 90  | 180/0 | 18.00        | 12.00       | 3.00E+18       | 6.25 | 0.41          |
| KSK-16 | 30.7625 | 129.7280 | 0              | 12             | 20.8  | 90  | 180/0 | 19.65        | 12.00       | 3.40E+18       | 6.29 | 0.43          |
| KSK-17 | 30.8809 | 129.8329 | 0              | 12             | 216.4 | 60  | 270   | 41.65        | 13.86       | 1.90E+19       | 6.78 | 0.94          |
| KSK-18 | 30.7645 | 129.7490 | 0              | 12             | 211.9 | 60  | 270   | 18.00        | 13.86       | 3.70E+18       | 6.32 | 0.44          |
| KSK-19 | 30.7459 | 129.7763 | 0              | 12             | 23.3  | 60  | 270   | 18.00        | 13.86       | 3.70E+18       | 6.32 | 0.44          |
| KSK-20 | 30.7344 | 129.8222 | 0              | 12             | 10.4  | 60  | 270   | 18.00        | 13.86       | 3.70E+18       | 6.32 | 0.44          |
| KSK-21 | 30.7834 | 129.8449 | 0              | 12             | 71.0  | 60  | 270   | 18.00        | 13.86       | 3.70E+18       | 6.32 | 0.44          |
| KSK-22 | 30.8015 | 130.0505 | 0              | 12             | 321.0 | 60  | 270   | 18.00        | 13.86       | 3.70E+18       | 6.32 | 0.44          |
| KSK-23 | 30.9157 | 130.0337 | 0              | 12             | 251.8 | 60  | 270   | 18.00        | 13.86       | 3.70E+18       | 6.32 | 0.44          |
| KSK-24 | 31.1011 | 129.9429 | 0              | 12             | 196.3 | 60  | 270   | 23.84        | 13.86       | 5.70E+18       | 6.44 | 0.50          |
| KSK-25 | 31.0668 | 129.9132 | 0              | 12             | 209.2 | 60  | 270   | 18.31        | 13.86       | 3.80E+18       | 6.32 | 0.44          |
| KSK-26 | 31.1325 | 129.9233 | 0              | 12             | 210.5 | 60  | 270   | 18.00        | 13.86       | 3.70E+18       | 6.32 | 0.44          |
| KSK-27 | 31.2039 | 129.9520 | 0              | 12             | 216.0 | 60  | 270   | 21.98        | 13.86       | 5.00E+18       | 6.40 | 0.48          |
| KSK-28 | 31.0755 | 129.8307 | 0              | 12             | 224.0 | 60  | 270   | 18.00        | 13.86       | 3.70E+18       | 6.32 | 0.44          |
| KSK-29 | 31.3153 | 130.0243 | 0              | 12             | 217.5 | 60  | 270   | 18.00        | 13.86       | 3.70E+18       | 6.32 | 0.44          |
| KSK-30 | 31.2652 | 130.1272 | 0              | 12             | 191.2 | 60  | 270   | 18.15        | 13.86       | 3.80E+18       | 6.32 | 0.44          |
| KSK-31 | 31.5770 | 130.2780 | 0              | 12             | 214.2 | 90  | 180/0 | 18.00        | 12.00       | 3.00E+18       | 6.25 | 0.41          |
| KSK-32 | 31.5796 | 130.2577 | 0              | 12             | 215.1 | 90  | 180/0 | 18.00        | 12.00       | 3.00E+18       | 6.25 | 0.41          |
| KSK-33 | 31.6419 | 130.2822 | 0              | 12             | 215.3 | 60  | 270   | 24.07        | 13.86       | 5.80E+18       | 6.44 | 0.51          |
| KSK-34 | 31.4761 | 129.9210 | 0              | 12             | 30.2  | 90  | 180/0 | 18.00        | 12.00       | 3.00E+18       | 6.25 | 0.41          |
| KSK-35 | 31.6950 | 130.0311 | 0              | 12             | 204.7 | 90  | 180/0 | 18.00        | 12.00       | 3.00E+18       | 6.25 | 0.41          |
| KSK-36 | 31.9695 | 130.1487 | 0              | 12             | 207.8 | 90  | 180/0 | 19.09        | 12.00       | 3.30E+18       | 6.28 | 0.42          |
| KSK-37 | 32.0094 | 130.1425 | 0              | 12             | 199.8 | 90  | 180/0 | 18.00        | 12.00       | 3.00E+18       | 6.25 | 0.41          |
| KSK-38 | 31.9790 | 130.1093 | 0              | 12             | 201.4 | 90  | 180/0 | 18.61        | 12.00       | 3.20E+18       | 6.27 | 0.41          |
| KSK-39 | 32.0007 | 130.0909 | 0              | 12             | 204.9 | 90  | 180/0 | 18.00        | 12.00       | 3.00E+18       | 6.25 | 0.41          |
| KSK-42 | 31.5305 | 129.7814 | 0              | 12             | 219.0 | 60  | 270   | 18.00        | 13.86       | 3.70E+18       | 6.32 | 0.44          |
| KSK-40 | 32.0518 | 130.0735 | 0              | 12             | 209.0 | 90  | 180/0 | 18.00        | 12.00       | 3.00E+18       | 6.25 | 0.41          |
| KSK-41 | 31.9928 | 129.9538 | 0              | 12             | 164.7 | 90  | 180/0 | 18.00        | 12.00       | 3.00E+18       | 6.25 | 0.41          |

表 5(h) 設定した断層パラメータの一覧 ⑧

|        | 緯度      | 経度       | 断層上端<br>深度(km) | 断層下端<br>深度(km) | 走向    | 傾斜角 | すべり角 | 断層長さ<br>(km) | 断層幅<br>(km) | モーメント<br>量(Nm) | Mw   | 平均すべ<br>り量(m) |
|--------|---------|----------|----------------|----------------|-------|-----|------|--------------|-------------|----------------|------|---------------|
| KGS-01 | 31.1805 | 130.5599 | 0              | 16             | 214.9 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-02 | 31.1929 | 130.4932 | 0              | 16             | 271.3 | 60  | 270  | 25.50        | 18.48       | 1.20E+19       | 6.66 | 0.76          |
| KGS-03 | 31.0400 | 130.6107 | 0              | 16             | 7.3   | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-04 | 31.1932 | 130.6584 | 0              | 16             | 194.2 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-05 | 31.4140 | 130.6953 | 0              | 16             | 149.6 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-06 | 31.0530 | 130.5221 | 0              | 16             | 213.4 | 60  | 270  | 25.21        | 18.48       | 1.20E+19       | 6.65 | 0.76          |
| KGS-07 | 31.0424 | 130.5367 | 0              | 16             | 188.7 | 60  | 270  | 21.60        | 18.48       | 8.90E+18       | 6.57 | 0.65          |
| KGS-08 | 30.8904 | 130.5377 | 0              | 16             | 31.0  | 45  | 90   | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-09 | 30.8728 | 130.5699 | 0              | 16             | 26.2  | 45  | 90   | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-10 | 31.0095 | 130.6590 | 0              | 16             | 199.8 | 45  | 90   | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-11 | 30.9456 | 130.6970 | 0              | 16             | 200.8 | 60  | 270  | 33.82        | 18.48       | 2.20E+19       | 6.82 | 1.01          |
| KGS-12 | 30.9726 | 130.7508 | 0              | 16             | 201.4 | 60  | 270  | 30.61        | 18.48       | 1.80E+19       | 6.77 | 0.92          |
| KGS-13 | 30.9114 | 130.7697 | 0              | 16             | 189.6 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-14 | 30.8910 | 130.7980 | 0              | 16             | 198.2 | 60  | 270  | 26.34        | 18.48       | 1.30E+19       | 6.68 | 0.79          |
| KGS-15 | 30.5908 | 130.7498 | 0              | 16             | 19.9  | 45  | 90   | 28.79        | 22.63       | 2.40E+19       | 6.85 | 1.06          |
| KGS-16 | 30.7208 | 130.8803 | 0              | 16             | 194.9 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-19 | 30.7824 | 130.4814 | 0              | 16             | 207.5 | 60  | 270  | 22.49        | 18.48       | 9.60E+18       | 6.59 | 0.67          |
| KGS-20 | 30.8077 | 130.2070 | 0              | 16             | 160.7 | 60  | 270  | 18.40        | 18.40       | 5.90E+18       | 6.45 | 0.51          |
| KGS-22 | 30.5744 | 130.2152 | 0              | 16             | 37.8  | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-23 | 30.5551 | 129.9942 | 0              | 16             | 55.0  | 60  | 270  | 22.00        | 18.48       | 9.20E+18       | 6.58 | 0.66          |
| KGS-24 | 30.6001 | 130.3903 | 0              | 16             | 217.5 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-25 | 30.6428 | 130.3868 | 0              | 16             | 158.8 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-26 | 30.5274 | 130.4463 | 0              | 16             | 198.9 | 60  | 270  | 110.80       | 18.48       | 3.20E+20       | 7.60 | 4.49          |
| KGS-27 | 29.8427 | 129.6970 | 0              | 16             | 32.8  | 45  | 90   | 36.75        | 22.63       | 3.80E+19       | 6.99 | 1.35          |

表 5(h) 設定した断層パラメータの一覧 ⑧

|        | 緯度      | 経度       | 断層上端<br>深度(km) | 断層下端<br>深度(km) | 走向    | 傾斜角 | すべり角 | 断層長さ<br>(km) | 断層幅<br>(km) | モーメント<br>量(Nm) | Mw   | 平均すべ<br>り量(m) |
|--------|---------|----------|----------------|----------------|-------|-----|------|--------------|-------------|----------------|------|---------------|
| KGS-01 | 31.1805 | 130.5599 | 0              | 16             | 214.9 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-02 | 31.1929 | 130.4932 | 0              | 16             | 271.3 | 60  | 270  | 25.50        | 18.48       | 1.20E+19       | 6.66 | 0.76          |
| KGS-03 | 31.0400 | 130.6107 | 0              | 16             | 7.3   | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-04 | 31.1932 | 130.6584 | 0              | 16             | 194.2 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-05 | 31.4140 | 130.6953 | 0              | 16             | 149.6 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-06 | 31.0530 | 130.5221 | 0              | 16             | 213.4 | 60  | 270  | 25.21        | 18.48       | 1.20E+19       | 6.65 | 0.76          |
| KGS-07 | 31.0424 | 130.5367 | 0              | 16             | 188.7 | 60  | 270  | 21.60        | 18.48       | 8.90E+18       | 6.57 | 0.65          |
| KGS-08 | 30.8904 | 130.5377 | 0              | 16             | 31.0  | 45  | 90   | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-09 | 30.8728 | 130.5699 | 0              | 16             | 26.2  | 45  | 90   | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-10 | 31.0095 | 130.6590 | 0              | 16             | 199.8 | 45  | 90   | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-11 | 30.9456 | 130.6970 | 0              | 16             | 200.8 | 60  | 270  | 33.82        | 18.48       | 2.20E+19       | 6.82 | 1.01          |
| KGS-12 | 30.9726 | 130.7508 | 0              | 16             | 201.4 | 60  | 270  | 30.61        | 18.48       | 1.80E+19       | 6.77 | 0.92          |
| KGS-13 | 30.9114 | 130.7697 | 0              | 16             | 189.6 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-14 | 30.8910 | 130.7980 | 0              | 16             | 198.2 | 60  | 270  | 26.34        | 18.48       | 1.30E+19       | 6.68 | 0.79          |
| KGS-15 | 30.5908 | 130.7498 | 0              | 16             | 19.9  | 45  | 90   | 28.79        | 22.63       | 2.40E+19       | 6.85 | 1.06          |
| KGS-16 | 30.7208 | 130.8803 | 0              | 16             | 194.9 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-19 | 30.7824 | 130.4814 | 0              | 16             | 207.5 | 60  | 270  | 22.49        | 18.48       | 9.60E+18       | 6.59 | 0.67          |
| KGS-20 | 30.8077 | 130.2070 | 0              | 16             | 160.7 | 60  | 270  | 18.40        | 18.40       | 5.90E+18       | 6.45 | 0.51          |
| KGS-22 | 30.5744 | 130.2152 | 0              | 16             | 37.8  | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-23 | 30.5551 | 129.9942 | 0              | 16             | 55.0  | 60  | 270  | 22.00        | 18.48       | 9.20E+18       | 6.58 | 0.66          |
| KGS-24 | 30.6001 | 130.3903 | 0              | 16             | 217.5 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-25 | 30.6428 | 130.3868 | 0              | 16             | 158.8 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-26 | 30.5274 | 130.4463 | 0              | 16             | 198.9 | 60  | 270  | 110.80       | 18.48       | 3.20E+20       | 7.60 | 4.49          |
| KGS-27 | 29.8427 | 129.6970 | 0              | 16             | 32.8  | 45  | 90   | 36.75        | 22.63       | 3.80E+19       | 6.99 | 1.35          |

### c) 断層情報が不完全な場合の断層モデルの設定

サブテーマ(2)の観測データから得られる断層情報にはどれも不完全さやバラツキが含まれ、それらは断層パラメータの設定においては、認識論的不確定性ないし偶然的不確定性として扱うこととしている。断層位置や形状、断層の長さ、走向、傾斜角、断層上端及び下端深度等、すべての情報は偶然的不確定性を持つデータである。また、本検討では、断層面上のすべり角はそれを推定できるデータが得られていないことから、「強震動レシピ」(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2009)の考えに従い、断層タイプとすべり角の幾何学的関係から一定値として設定している。断層下端深度については、認識論的不確定性を考慮し、コンラッド面として設定する場合と、コンラッド面を下端とした場合の断層幅に 5 km を加算した場合の 2 通りで設定している。これらの不確定性はその大きさや影響の度合いを評価する必要がある。ここでは、断層下端深度についてのデータの不完全さと断層パラメータの不確定性の評価について述べる。

#### i) 断層下端深度の考え方

本プロジェクトにおいて、サブテーマ(3)では断層下端深度の設定として、地震発生層の下端をコンラッド面とし、それに対して認識論的不確定性を考慮した、より安全側の深度を設定することを、日本海海域、南西諸島海域のこれまでの断層モデルの設定で共通して行ってきた。一方、内陸の活断層の評価では断層下端深度は地震発生層の下端を微小地震の震源分布の D90 深度ないし D95 深度(ある範囲内に含まれる地震の深さ方向の分布が 90%ないし 95%含まれる深度)として設定している。しかし、どちらの考え方においても、地震発生層の下端、つまり起こり得る地震の震源の深さとして考えており、実際に断層面上ですべりが起こる範囲としては一致しているとは言えない。断層モデルの設定において、断層下端深度は、地震発生層内で発生した地震のすべりの限界として設定したほうが、地震によるすべりをより現実的にモデル化することができると考えられる。以下に、地震発生層下端と断層面の下端の関係及び断層下端深度の不確かさを示す例として 2016 年熊本地震の例を挙げる。

#### ii) 2016 年熊本地震の例による断層下端深度

ここでは、2016 年熊本地震についての既往研究における震源インバージョン等による断層の下端深度と既往の評価における地震発生層の下端について比較する。なお、熊本地震の主な 2 つの地震は研究によって、「前震・本震」等の言い方がされるが、ここでは「4 月 14 日の地震・4 月 16 日の地震」という呼び方に統一して記載する。

① 久保・他, 2016: 「近地強震記録を用いた平成 28 年 (2016 年) 熊本地震 (4 月 16 日 1 時 25 分、M7.3) の震源インバージョン解析 (2016/8/9 再改定版)」

- ・観測点: 防災科研 K-NET13 点、KiK-net 地中観測点 9 点、地表観測点 2 点、F-net 3 点、合計 27 観測点の強震加速度波形を積分して得られた速度波形。
- ・断層面、断層モデル: 余震分布、地表地震断層分布、地殻変動分布を参考に設定。上端長さ 53 km、幅 24 km の曲面断層面として設定 (図 27、図 28)。

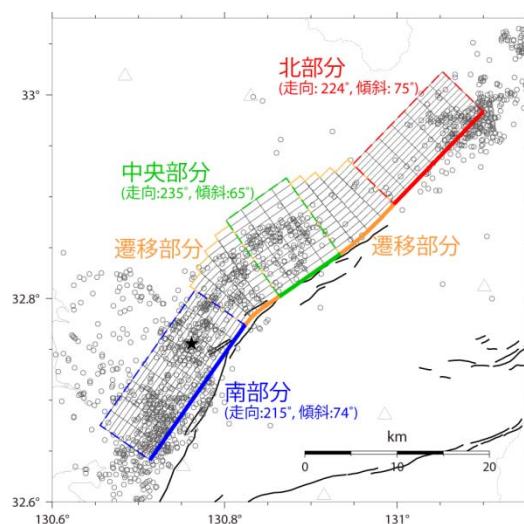


図 27 久保・他 (2016)による曲面断層モデル。断層下端深度は 22.6 km 程度。

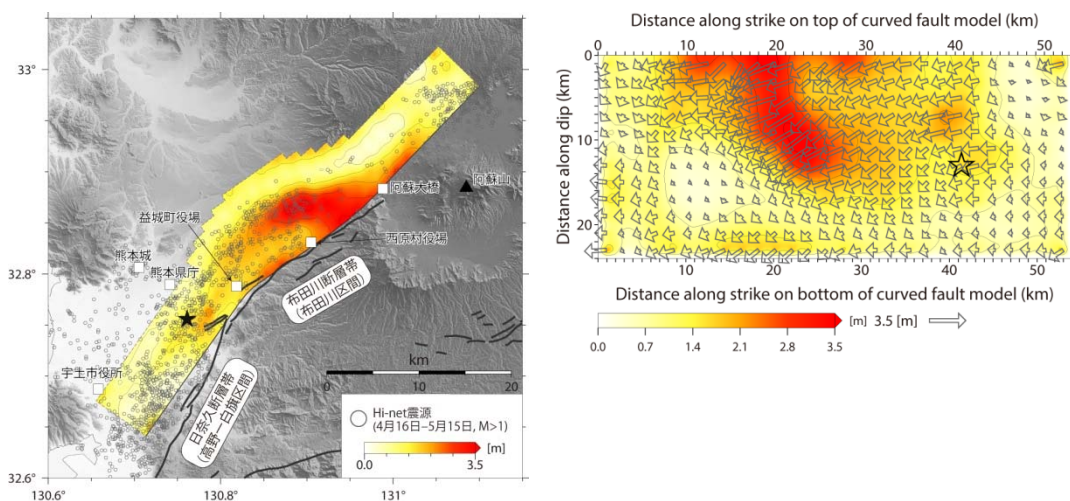


図 28 久保・他 (2016)によって計算されたすべり分布



② 瀬瀬・他，2016：「2016 年 4 月 14・16 日熊本地震の震源過程」

【4 月 14 日の地震】

- ・観測点：K-net 及び KiK-net の観測点 12 点の加速度記録を積分して得た速度波形。
- ・断層面、断層モデル：Hi-net の自動処理震源をもとに設定した  $18 \times 16.5$  km の断層面。F-net 解から、走向  $211^\circ$ 、傾斜角  $87^\circ$  と設定。（断層下端深度は約 16.5 km）（図 29）。

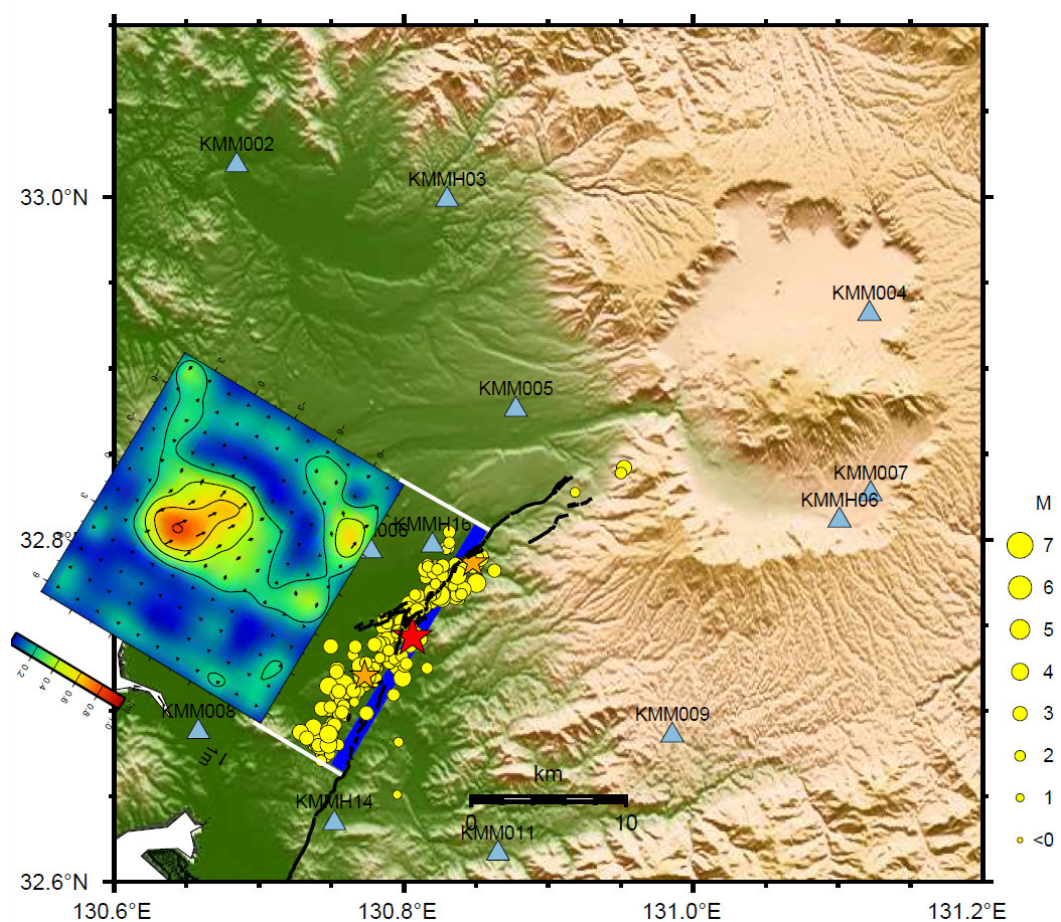


図 29 瀬瀬・他（2016）による 14 日の地震の震源インバージョン結果

【4 月 16 日の地震】

- ・観測点：K-net 及び KiK-net の観測点 14 点の加速度記録を積分して得た速度波形。
- ・断層面、断層モデル：Hi-net の自動処理震源をもとに設定した  $54 \times 16.5$  km の断層面。F-net 解をもとに、走向  $224^\circ$ 、傾斜角  $75^\circ$  として設定。（断層下端深度は約 15.9 km）（図 30）。



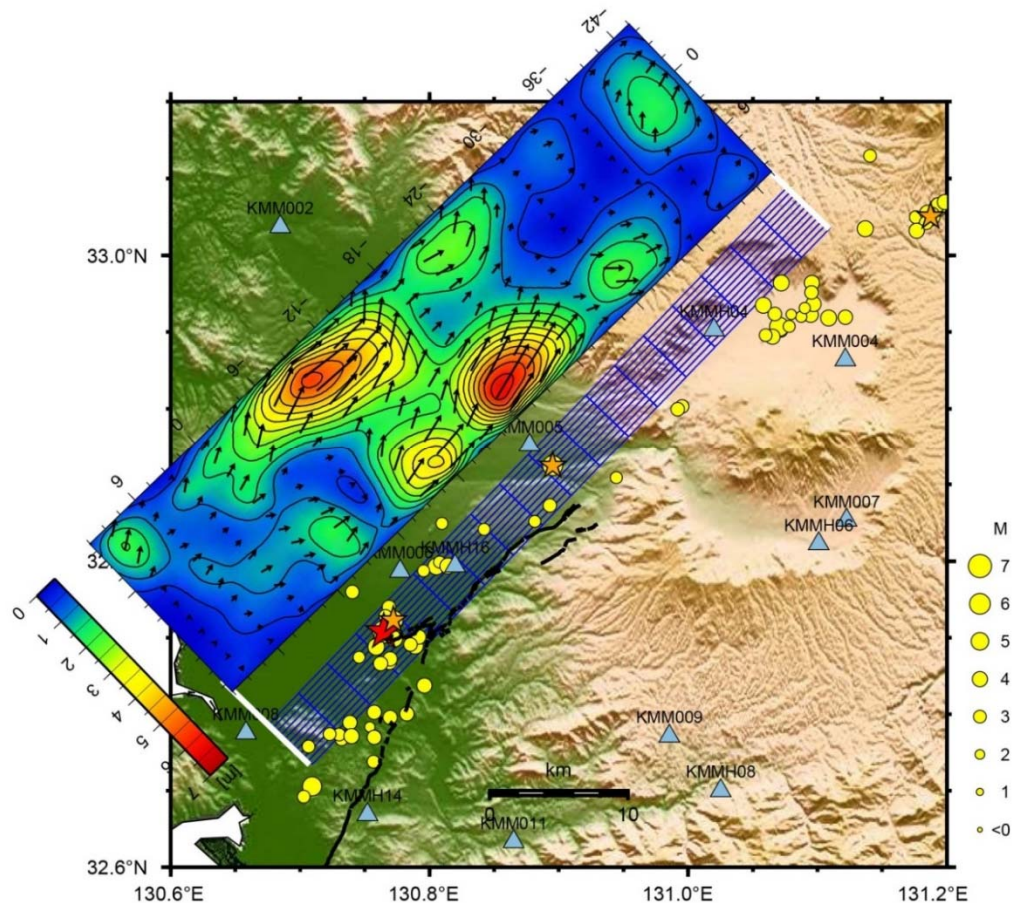


図 30 瀬戸・他 (2016)による 16 日の地震の震源インバージョン結果

③ Asano and Iwata, 2016 : “Source rupture processes of the foreshock and mainshock in the 2016 Kumamoto earthquake sequence estimates from the kinematic waveform inversion of strong motion data”

・観測点：防災科研の K-NET、KiK-net、F-net 観測点及び気象庁の震度観測網のデータを使用。F-net 以外は加速度波形を積分して得た速度波形を使用、F-net は、観測で得られた速度波形を使用。14 日の地震波 13 観測点、16 日の地震は 15 観測点のデータを使用し、インバージョンを行っている。

・断層面、断層モデル：断層モデルは表 6 に示す。またインバージョン結果を図 31 に示す。

表 6 の記述より、断層傾斜角と断層幅から計算できる断層下端深度は、14 日の地震が約 13 km、16 日の地震が約 16～17 kmである。

表 6 波形解析に使用した断層情報 (Asano and Iwata, 2016)

**Table 1 Summary of settings in waveform inversion analysis**

|                                    | Foreshock              | Mainshock              |             |
|------------------------------------|------------------------|------------------------|-------------|
| Origin time <sup>a</sup>           | 2016/04/14 21:26:34.43 | 2016/04/16 01:25:05.47 |             |
| Epicenter <sup>a</sup>             | 32.7417°N, 130.8087°E  | 32.7545°N, 130.7630°E  |             |
| Hypocenter depth <sup>a</sup>      | 11.39 km               | 12.45 km               |             |
| Fault segment                      |                        | #1                     | #2          |
| Strike/dip                         | 212°/89°               | 205°/72°               | 235°/65°    |
| Rake angle variation               | -164° ± 45°            | -142° ± 45°            | -142° ± 45° |
| Length                             | 14 km                  | 14 km                  | 28 km       |
| Width                              | 13 km                  | 18 km                  | 18 km       |
| Subfault size                      | 1 km × 1 km            | 2 km × 2 km            |             |
| Number of subfaults                | 182                    | 63                     | 126         |
| Number of time windows             | 5                      | 9                      |             |
| Duration/time-shift of time window | 1.0 s/0.5 s            | 1.0 s/0.5 s            |             |
| Target frequency range             | 0.05–1 Hz              | 0.05–0.5 Hz            |             |
| Resampling of data                 | 10 Hz                  | 5 Hz                   |             |
| Number of stations                 | 13                     | 15                     |             |

<sup>a</sup> Origin time and hypocenter were taken from the JMA unified earthquake catalog

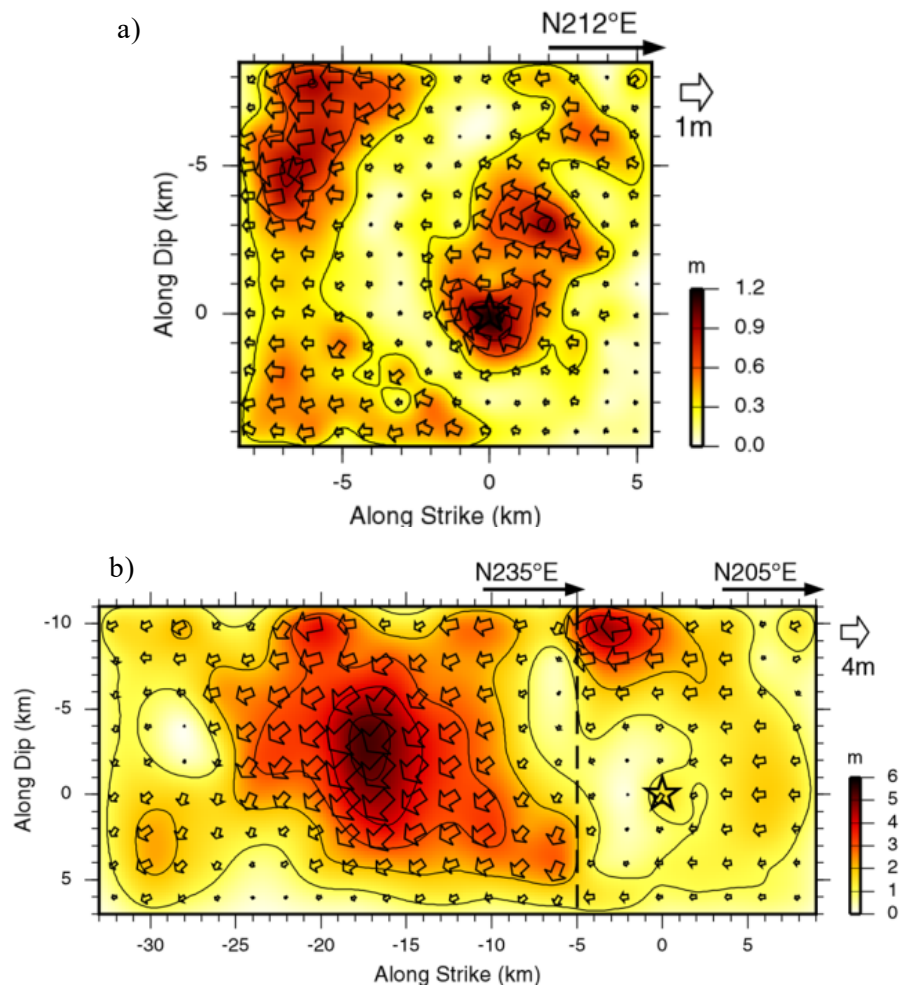


図 31 Asano and Iwata (2016) のインバージョン結果。a) 4 月 14 日の地震、b) 4 月 16 日の地震。

④ Yoshida et al., 2017 : “Source process of the 2016 Kumamoto earthquake (Mj7.3) inferred from kinematic inversion of strong-motion records”

- ・データ：K-net 及び KiK-net の観測点合計 20 点の強震波形を使用。
- ・断層面、断層モデル：断層モデルは 4 つのセグメントとして設定し、これらは余震分布、産総研の断層トレース及び InSAR で観測された地殻変動を参照している（表 7、図 32）。表 7 の記載より、断層幅及び断層傾斜角から計算できる断層下端深度は約 16.3～17.5 km である。

表 7 各セグメントの長さ、幅、走向、傾斜角（Yoshida et al., 2017 から引用）

**Initial model parameters of fault planes assumed in the waveform inversion**

| Segment | Length (km) | Width (km) | Strike (°)   | Dip (°)  |
|---------|-------------|------------|--------------|----------|
| F1      | 12          | 18         | N40E (N220E) | 75 (105) |
| F2      | 12          | 18         | N236E        | 65       |
| F3      | 12          | 18         | N226E        | 77       |
| H       | 16          | 18         | N205E        | 72       |

Reversed strike and dip angles of the F1 segment are also shown in addition to the conventional dip angle (0°–90°) and strike

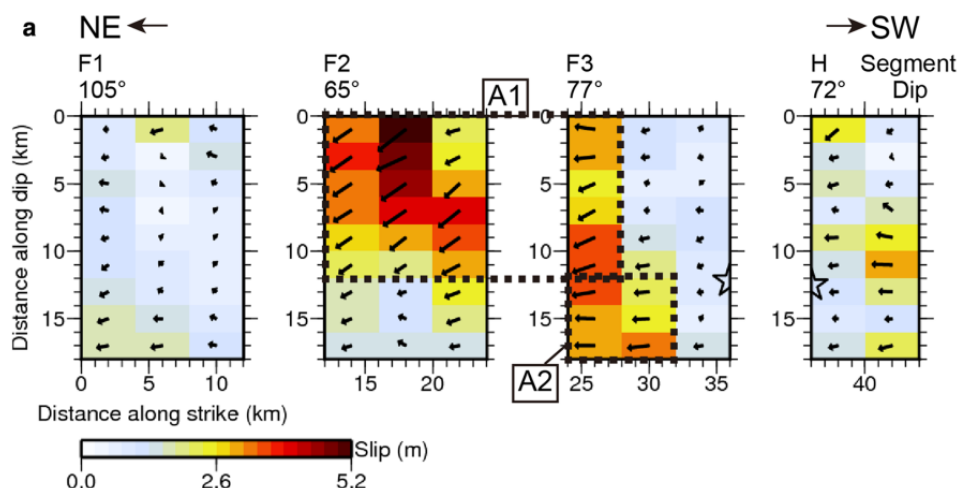


図 32 Yoshida et al. (2017)で計算されたすべり分布。すべり分布は 2 ステップの震源インバージョンによって推定されたものであり、1 回目のインバージョンにおいて、すべりが 0 となったグリッドをトリミングすることで、断層面積の推定精度を良くしている。

⑤ 防災科研，2016：第 211 回地震予知連絡会活動報告（2016 年 5 月 18 日）

【4月14日の地震】

- ・データ：K-NET、KiK-net、F-net の 16 観測点の強震波形記録のうち S 波部分を使用。
- ・断層面、断層モデル：F-net 解から、走向  $212^{\circ}$ 、傾斜角  $89^{\circ}$  として設定。断層長さ 22 km、断層幅 12 km。断層下端深度は約 12 km（図 33）。

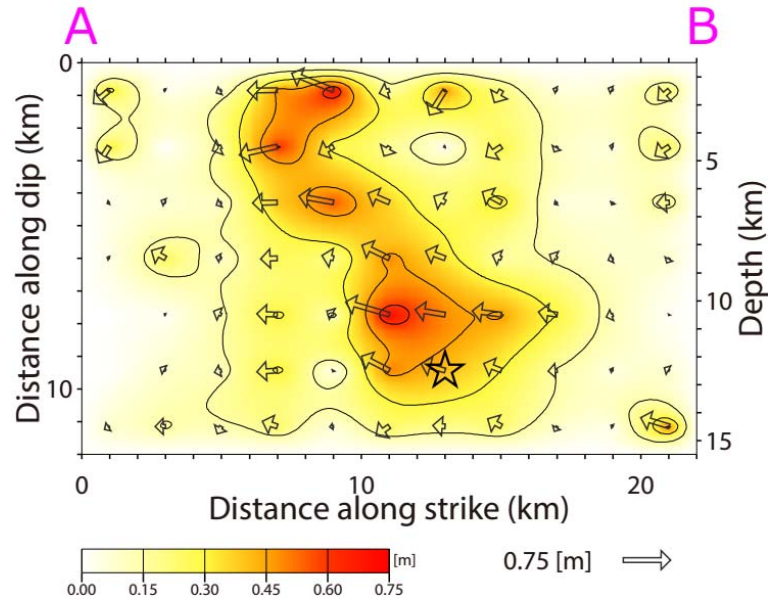


図 33 防災科研(2016)による断層面上の最終すべり分布。ベクトルは上盤のすべり方向とすべり量を示し、☆は破壊開始点を示す。

【4月16日の地震】

- ・データ：K-NET、KiK-net、F-net の 27 観測点の強震波形記録のうち S 波部分を使用。
- ・断層面、断層モデル：走向  $226^{\circ}$ （F-net 解）、傾斜角  $65^{\circ}$ （試行錯誤的に決定）として設定。断層長さ 56 km、断層幅 24 km。断層下端深度は約 21.8 km（図 34）。

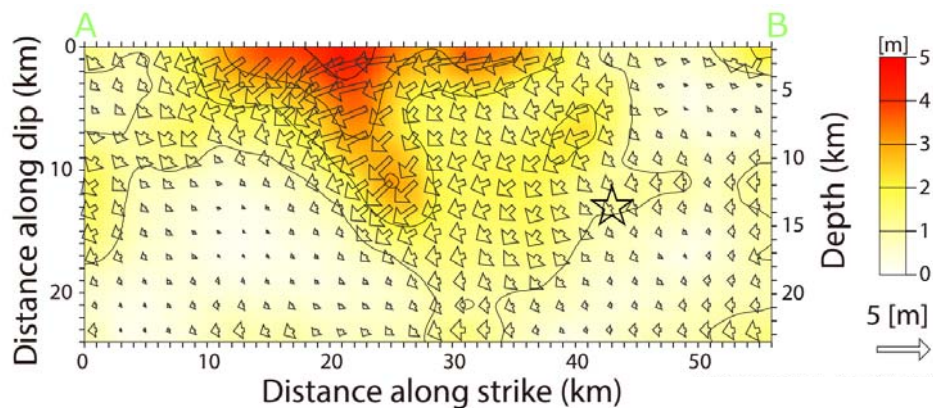




図 34 防災科研 (2016)による断層面上の最終すべり分布。ベクトルは上盤のすべり方向とすべり量を示し、☆は破壊開始点を示す。

⑥ Fukahata and Hashimoto, 2016 : “Simultaneous estimation of the dip angles and slip distribution on the faults of the 2016 Kumamoto earthquake through a weak nonlinear inversion of InSAR data”

・データ：InSAR による測地データ。ALOS-2/PALSAR-2 の 23.6cm 波長、L バンドのデータを熊本地震の前後に撮影されたアセンディング軌道データの 2 パス使用 (図 35、表 8)。

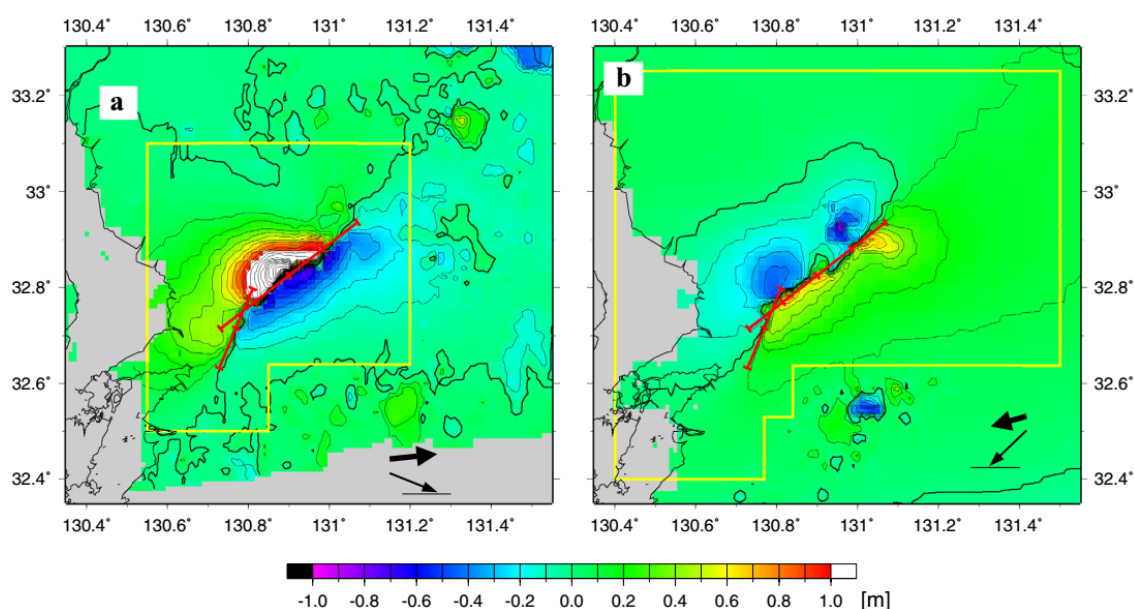


図 35 InSAR データから得られた地殻変動分布。(a) 右方向を見るデータ、(b) 左方向を見るデータ。どちらも、アセンディング軌道 (Fukahata and Hashimoto, 2016)。

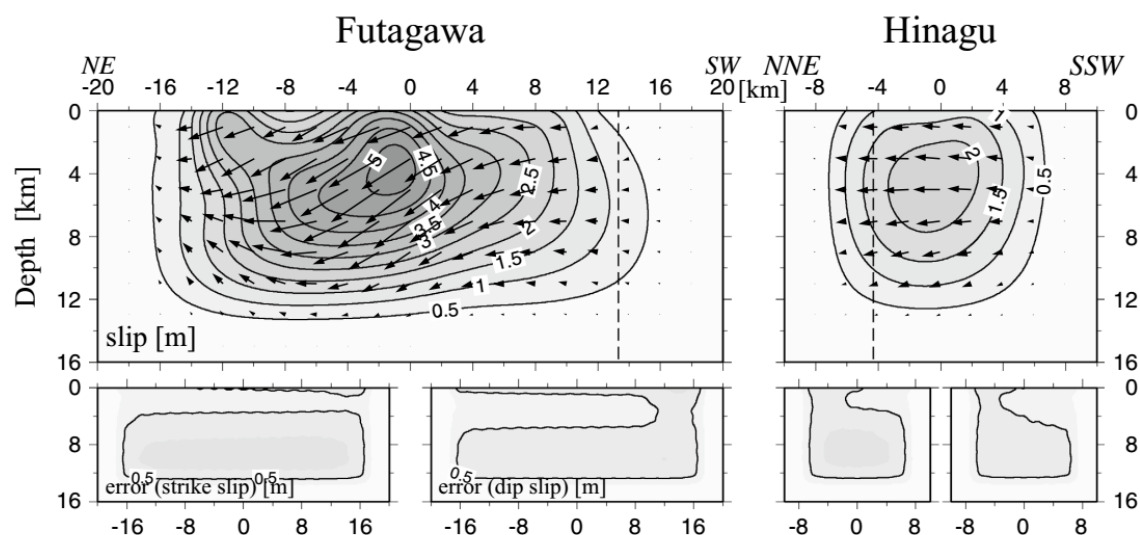
表 8 使用したパスの概要。path135-650 が図 37 (a)に、path124-700 が図 37 (b)に対応する。

**Table 1** Statistic of ALOS-2/PALSAR-2 ScanSAR images used in this study

| Path/frame      | Pre-event acquisition | Postevent acquisition | Perpendicular baseline (m) | Heading (°)                | Incidence angle (°)   |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|
| 135-650 (sw5-7) | February 9, 2015      | April 18, 2016        | 56.5 (sw5)-44.8 (sw7)      | -6.3 (sw5) to -5.4 (sw7)   | 65.9 (sw5)-65.4 (sw7) |
| 124-700 (sw3-5) | January 26, 2016      | April 19, 2016        | 188 (sw3)-187 (sw5)        | -15.3 (sw3) to -16.1 (sw5) | 39.0 (sw3)-41.2 (sw5) |



- ・断層面、断層モデル：InSAR データの解析から得られた値として、布田川断層は走向  $232^{\circ}$ 、長さ 40 km、断層下端深度 16 km と設定、日奈久断層は走向  $203^{\circ}$ 、長さ 20 km、断層下端深度 16 km と設定した。震源インバージョンの ABIC 最小化により計算された傾斜角は、布田川断層が  $61 \pm 6^{\circ}$ 、日奈久断層が  $74 \pm 12^{\circ}$  となっている（図 36）。



**Fig. 4** Slip distribution of the Kumamoto earthquake. Slip on the Futagawa fault (left) and the Hinagu fault (right) projected onto a vertical plane is shown. The standard deviation of each fault slip is also shown at the bottom left (strike-slip component) and right (dip-slip component) diagrams. The contour interval for both the slip and standard deviation is 0.5 m. Vertical broken lines show the location of intersection with the other fault. NE and SW denote northeast and southwest, respectively

図 36 布田川・日奈久断層のすべり分布。14 日及び 16 日の地震とそれに関する地殻変動から推定されたすべり量の合計を示す（Fukahata and Hashimoto, 2016）。

#### ⑦ Kato et al., 2016 : “The 2016 Kumamoto earthquake sequence”

- ・データ：GNSS 及び InSAR の測地データ
- ・断層面、断層モデル：測地データから設定。断層下端深度は、前震が約 7.8 km、本震＋前震の A1 が約 11.4 km、A2 が約 6.0km、B が約 13.2km（表 9、図 37）。

本章で紹介した既往研究の断層モデルの主なパラメータを表 10 にまとめる。既往の震源インバージョン結果における断層下端深度は、浅いものでは 15 km 前後、深いものは 20 km より深くなるなど、研究によって大きなばらつきを持っていることが分かる。

表 9 地殻変動データから設定された断層パラメータ (Kato et al., 2016)

able 1. Fault parameters for the foreshock and mainshock ruptures estimated by the geodetic measurements (Figs. 8 and 10)

| Foreshock           |            |           |                          |             |            |            |               |          |         |      |
|---------------------|------------|-----------|--------------------------|-------------|------------|------------|---------------|----------|---------|------|
|                     | Longitude* | Latitude* | Depth of fault top (km)* | Length (km) | Width (km) | Strike (°) | Dip angle (°) | Rake (°) | Slp (m) | Mw** |
|                     | 130.806    | 32.784    | 1.4                      | 12.8        | 6.4        | 205        | 83            | 173      | 1.1     | 6.23 |
| Mainshock+Foreshock |            |           |                          |             |            |            |               |          |         |      |
|                     | Longitude* | Latitude* | Depth of fault top (km)* | Length (km) | Width (km) | Strike (°) | Dip angle (°) | Rake (°) | Slp (m) | Mw** |
| Fault A1            | 130.996    | 32.878    | 0.6                      | 20.0        | 12.5       | 235        | 60            | 209      | 4.1     | 6.96 |
| Fault A2            | 130.975    | 32.883    | 0.2                      | 5.1         | 6.6        | 56         | 62            | 178      | 3.8     | 6.36 |
| Fault B             | 130.807    | 32.770    | 0.8                      | 10.2        | 13.0       | 205        | 72            | 176      | 2.7     | 6.65 |

\*Locations point to a left corner of an upper edge of a rectangular fault.

\*\*Rigidity is assumed to be 34 GPa.

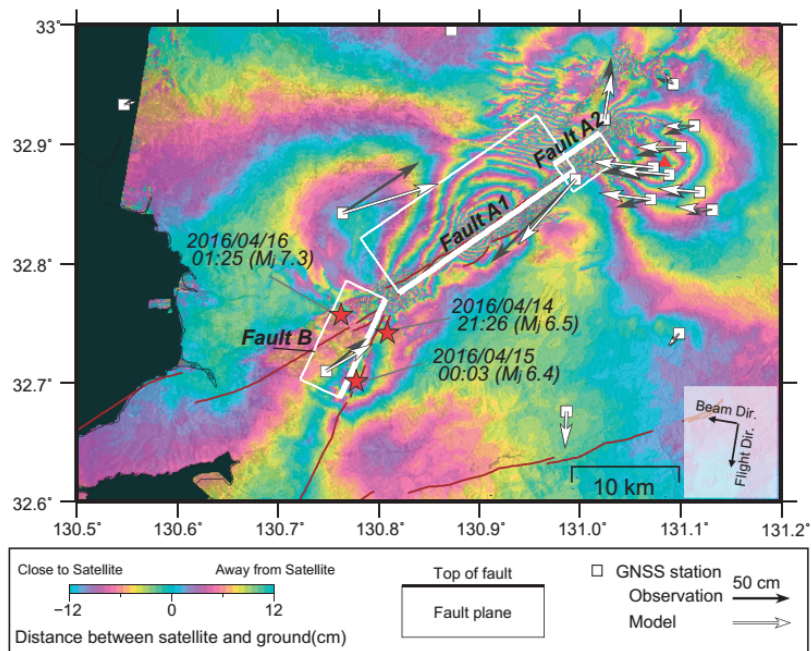


図 37 Kato et al. (2016)による断層分布と地殻変動量分布

表 10 断層ジオメトリのまとめ

| 出典                            | 地震または断層の表記 | Strike(deg.) | Dip(deg.) | L(km) | W(km)         | Bottom(km)    | Top(km) |
|-------------------------------|------------|--------------|-----------|-------|---------------|---------------|---------|
| 久保・他, 2016                    | 北部         | 224          | 75        | 53    | 24.0          | ~22.6         | 0.0     |
|                               | 中部         | 235          | 65        |       |               |               |         |
|                               | 南部         | 215          | 74        |       |               |               |         |
| 瀬戸・他, 2016                    | 4/14       | 211          | 87        | 18    | 16.5          | 16.5          | 0.0     |
|                               | 4/16       | 224          | 75        | 54    | 16.5          | 15.9          | 0.0     |
| Asano and Iwata., 2016        | 4/14       | 212          | 89        | 14    | 13.0          | 13.0          | 0.0     |
|                               | 4/16       | 205          | 72        | 14    | 18.0          | 16.0~         | 0.0     |
|                               |            | 235          | 35        | 28    | 18.0          | 17.0          |         |
| Yoshida et al., 2017          | F1         | 40           | 75        | 12    | 18.0          | 16.3~<br>17.5 | 0.0     |
|                               | F2         | 236          | 65        | 12    | 18.0          |               |         |
|                               | F3         | 226          | 77        | 12    | 18.0          |               |         |
|                               | H          | 205          | 72        | 16    | 18.0          |               |         |
| 防災科研, 2016                    | 4/14       | 212          | 89        | 22    | 12.0          | 12.0          | 0.0     |
|                               | 4/16       | 226          | 65        | 56    | 24.0          | 21.8          |         |
| Fukahata and Hashimoto., 2016 | Futagawa   | 232          | 61±6      | 40    | 17.4~<br>18.3 | 16.0          | 0.0     |
|                               | Hinagu     | 203          | 74±12     | 20    | 16.0<br>16.6  | 16.0          |         |
| Kato et al., 2016             | 4/14のみ     | 205          | 83        | 12.8  | 6.4           | 7.8           | 1.4     |
|                               | 4/14, 16   | 235          | 60        | 20    | 12.5          | 11.4          | 0.6     |
|                               |            | 56           | 62        | 5.1   | 6.6           | 6.0           | 0.2     |
|                               |            | 205          | 72        | 10.2  | 13.0          | 13.2          | 0.8     |

※ 表中の赤枠で囲んだ値は、各文献に示されていないため、記載されたパラメータから推定した値である。

次に、既往の評価における九州内陸部の地震発生層下端深度を表 11 に示す。ここでまとめた既往研究においては、設定されている断層形状（断層面積、傾斜角等）に大きなばらつきがある。また、断層面上のすべり量に着目すると、多くの震源インバージョンでは、あらかじめ断層面の位置や大きさ等を仮定するが、仮定された断層面の下端に至るまで大きなすべり量が分布する場合には、そのすべりの面的な広がり実際に断層面の外ではゼロになるか不明である。一方、ある程度の余裕をもって断層面にすべり量が分布しているインバージョンでも、多くの場合はすべり量がゼロのときのコンターが示されないため、すべり量をゼロとする基準を定めることは難しい。震源インバージョンの結果が、断層モデルの仮定に影響される可能性もある。

表 11 既往の評価における九州内陸部の地震発生層下端深度

|             | 深さ（k m）     |
|-------------|-------------|
| 地震調査委員会 D90 | 10～18（内陸全域） |
| 川内発電所 D95   | 13（敷地周辺）    |
| 玄海発電所 D95   | 15（敷地周辺）    |

#### d) 断層パラメータの不確定性の影響度評価

断層下端深度については、現在、地震調査研究推進本部の「長期評価部会」及び「海域活断層評価手法等検討分科会」で設定方法が議論されている。熊本地震では、九州地方の活断層長期評価において想定されていた断層下端よりも深い場所まで、余震が発生していたことが推定され（図 38）、このような過小評価の可能性を解決していくために、断層下端深度に対して不確定性を考慮することが検討されている。

地震調査研究推進本部の長期評価（地震調査研究推進本部，2013a）による断層下端深度を表 12 にまとめる。長期評価では断層幅のみが示されており，断層傾斜角はどちらも「高角」と記載されていたことから，傾斜角を  $70^{\circ}$  と仮定し断層下端深度を計算した。また，断層幅に 5 km を加算した場合の断層下端深度も示した。熊本地震の余震分布は、おおむね 20 km 以浅となっていることから断層幅に 5 km を加算することでこれらの発生深度はカバーされている。

このような観測例を考慮し、微小地震や余震の震源分布から推定された断層幅に対して、幅を 5 km 延長したときの断層端の深さを断層下端深度とすることが検討されている（図 39）。



以下では、これらの議論に基づき、断層幅の不確定性の範囲を+5 kmと仮定し、断層下端深度の変化や沿岸での津波高さへの影響について検討を行った。また、断層下端深度の不確定性を考慮した断層モデルの設定を行った。

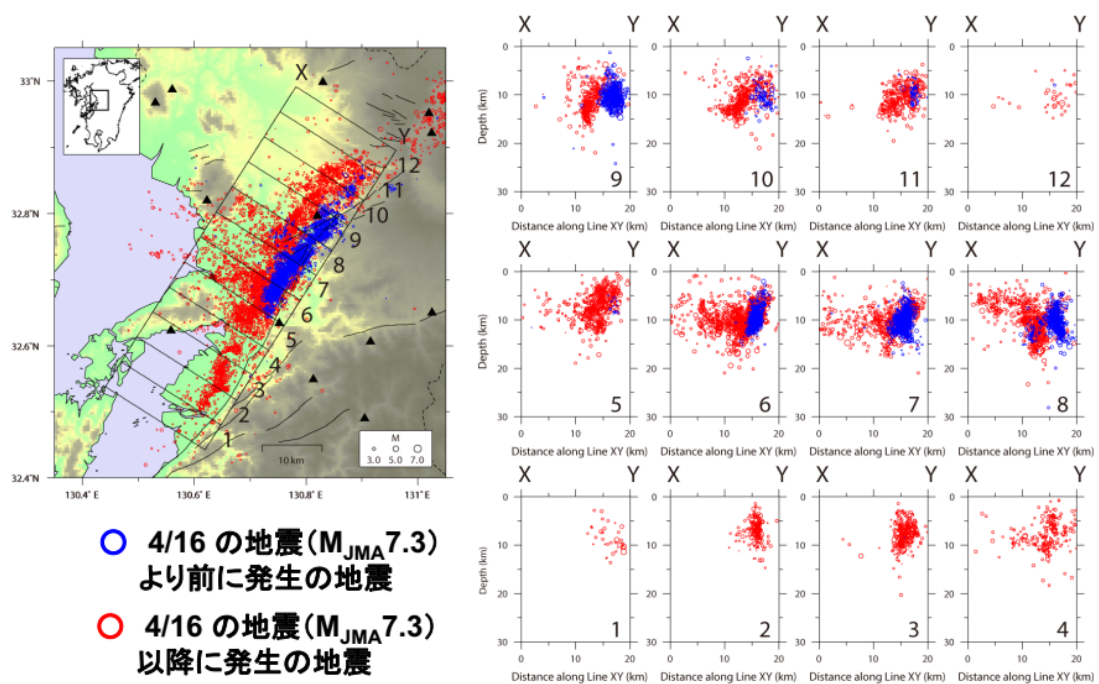


図 38 熊本地震による余震の震源分布（青井，2016）

表 12 布田川断層帯・日奈久断層帯の長期評価における断層下端深度と断層幅に 5 kmを加算した場合の断層下端深度

(a) 布田川断層帯

|              | 幅<br>(最小) | 幅<br>(最大) | 下端<br>(最小) | 下端<br>(最大) | 幅<br>(最小<br>+5 km) | 幅<br>(最大<br>+5 km) | 下端<br>(最小<br>+) | 下端<br>(最大<br>+) |
|--------------|-----------|-----------|------------|------------|--------------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| 布田川<br>区間    | 11.00     | 17.00     | 10.34      | 15.97      | 16.00              | 22.00              | 15.04           | 20.67           |
| 宇土区間         | 14.00     | 17.00     | 13.16      | 15.97      | 19.00              | 22.00              | 17.85           | 20.67           |
| 宇土半島<br>北岸区間 | 14.00     | 17.00     | 13.16      | 15.97      | 19.00              | 22.00              | 17.85           | 20.67           |

(b) 日奈久断層帯

|             | 幅<br>(最小) | 幅<br>(最大) | 下端<br>(最小) | 下端<br>(最大) | 幅<br>(最小<br>+5 km) | 幅<br>(最大<br>+5 km) | 下端<br>(最小<br>+) | 下端<br>(最大<br>+) |
|-------------|-----------|-----------|------------|------------|--------------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| 高野－白<br>旗区間 | 13.00     | 13.00     | 12.22      | 12.22      | 18.00              | 18.00              | 16.91           | 16.91           |
| 日奈久<br>区間   | 11.00     | 18.00     | 10.34      | 16.91      | 16.00              | 23.00              | 15.04           | 21.61           |
| 八代海<br>区間   | 11.00     | 12.00     | 10.34      | 11.28      | 16.00              | 17.00              | 15.04           | 15.97           |

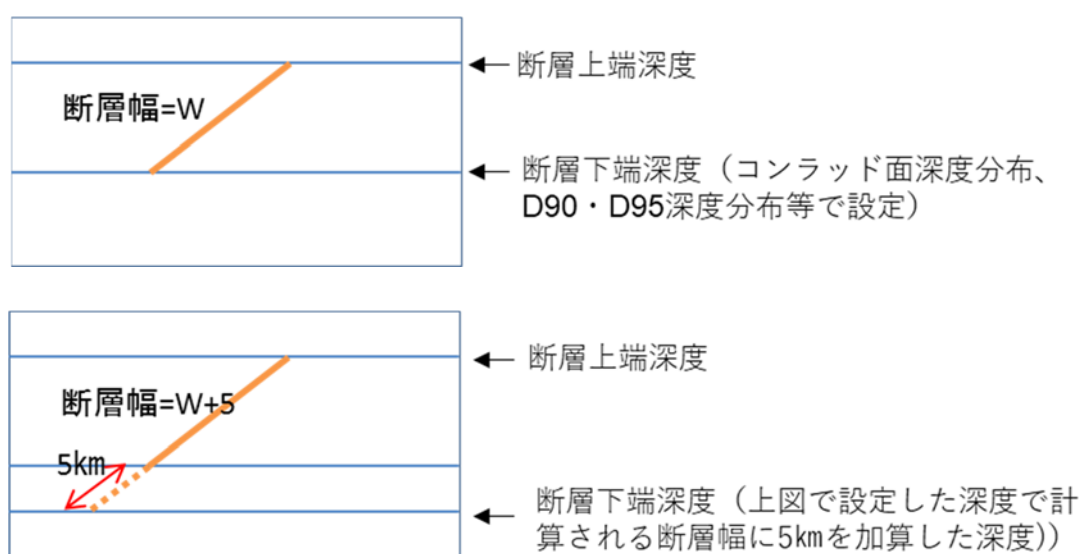


図 39 断層下端深度の設定方法の概念図

i) 甌島南部の断層を例とした感度解析

甌島南部に位置する断層（図 40）を例に津波予測計算を使用した検討を行った。検討では、前述した方法（断層モデルの設定）により設定した例として断層下端深度をコンラッド面とした場合と、既往の研究事例による値として地震発生層下端を D95 深度分布から求め、さらに安全側の値として設定した九州電力による設定事例の値について比較した（付録）。なお、断層モデルは甌島南部の断層によるローカルな影響を見積もるという目的のため、より細分化した形状で設定している。

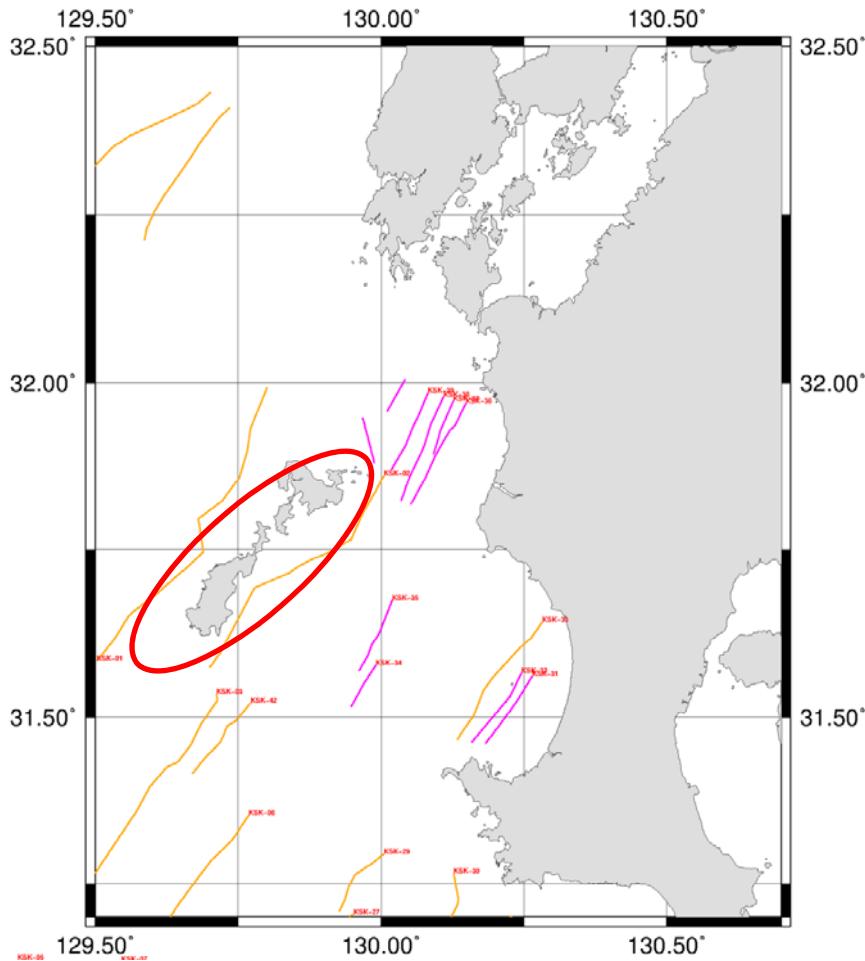


図 40 計算の対象とした断層の位置

① 検討用断層モデルの設定

甌島の南部にある断層は有人島に近接する断層であり、東側は九州西岸に近く、また比較的大きな断層であるため、比較検討の例としては適している。この断層をモデル化するにあたっては、甌島南部及び九州西岸地域におけるローカルな影響を見るという目的から、断層モデルの形状はサブテーマ（2）の断層トレースに沿わせる形で3つの矩形に分割した形状として設定した（図 41）。これらの矩形は地質学的な境界を示す断層セグメントという位置づけではなく、断層データを

近似する上での表現上の分割であるため、ひとつの断層として扱い、スケールリング則を適用する際には3つの矩形断層の合計面積を用いる。断層面積を求める際の断層幅は断層上端および下端深度と断層傾斜角の関係から計算し、断層幅が合計断層長を上回らないような設定とする。ただし、今回、感度解析に使用する断層は合計断層長が比較的長い断層であり断層下端深度をコンラッド面よりも深く設定しても幅が断層長を上回ることには無い。断層下端は、①断層下端深度をコンラッド面として設定した場合、②断層下端深度をコンラッド面として設定したときの断層幅に5 kmを加算したときの深さとした場合、③九州電力により推定された断層下端深度として設定した場合、④九州電力により推定された断層下端深度として設定したときの断層幅に5 kmを加算したときの深さとした場合の4通りについて津波予測計算を行った（表 13）。断層長さは音波探査断面の解析や海底地形等からおおむね特定することが可能なパラメータであるが、断層幅は既存の観測データから特定することが困難なパラメータである。断層幅を設定するために必要な断層傾斜角、断層上端深度、断層下端深度の3つのパラメータのうち、特に断層下端深度については既往のデータや調査、研究から一義的に設定することが難しいことは、前述の熊本地震の震源断層の推定例（表 10）にも示される通りである。そのため、ここでは断層下端深度の異なる複数の断層モデルを提示し、その断層モデルから予測される沿岸での津波高さを比較することにより、影響度評価を行う。設定した断層モデルのマグニチュードは  $M_w6.83 \sim 7.10$  である。この断層に相当するものとして、地震調査研究推進本部地震調査委員会（2013b）による長期評価の甕断層帯甕区間では、単独で地震を起こす場合に  $M7.5$  という規模が示されている。武村（1998）の式によりモーメントマグニチュードに換算すると  $M_w6.93$  であり、今回設定した断層モデルの規模は  $M_w-0.1 \sim +0.17$  の範囲にあり、極端に異なる規模とはなっていない。ただし、ここで示す断層モデルは感度解析に用いる一例として示すものであり、その妥当性を議論するものではない。

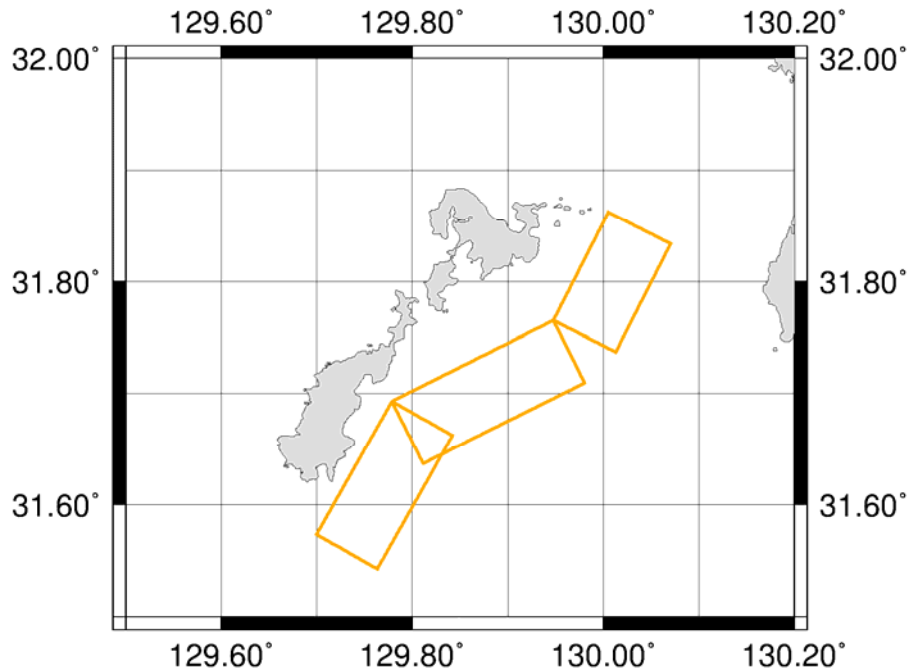


図 41 津波予測計算に使用した断層モデル形状の例。断層下端深度をコンラッド面（12 km）として設定した場合。

表 13 津波予測計算を行った断層モデルのパラメータ

| モデル名                              | lat.(deg) | lon.(deg) | top(km) | bottom(km) | strike(deg) | dip(deg) | rake(deg) | L(km) | W(km) | total L(km) | total S(km**2) | D(m) | Mw   |
|-----------------------------------|-----------|-----------|---------|------------|-------------|----------|-----------|-------|-------|-------------|----------------|------|------|
| モデル1)ケース①<br>KSK-02-3f-N-bot12km  | 31.57328  | 129.6998  | 0       | 12         | 29.1        | 60       | 270       | 15.18 | 13.86 | 45.15       | 625.779        | 0.99 | 6.83 |
|                                   | 31.69252  | 129.7786  |         |            | 62.9        |          |           | 17.93 |       |             |                |      |      |
|                                   | 31.76499  | 129.9478  |         |            | 26.4        |          |           | 12.04 |       |             |                |      |      |
|                                   | 31.57328  | 129.6998  |         |            | 29.1        |          |           | 15.18 |       |             |                |      |      |
| モデル1)ケース②<br>KSK-02-3f-N-bot12pls | 31.69252  | 129.7786  | 0       | 16.33      | 62.9        | 60       | 270       | 17.93 | 18.86 | 45.15       | 851.529        | 1.35 | 7.00 |
|                                   | 31.76499  | 129.9478  |         |            | 26.4        |          |           | 12.04 |       |             |                |      |      |
|                                   | 31.57328  | 129.6998  |         |            | 29.1        |          |           | 15.18 |       |             |                |      |      |
|                                   | 31.69252  | 129.7786  |         |            | 62.9        |          |           | 17.93 |       |             |                |      |      |
| モデル2)ケース①<br>KSK-02-3f-N-bot15km  | 31.57328  | 129.6998  | 0       | 15         | 29.1        | 60       | 270       | 15.18 | 17.32 | 45.15       | 781.998        | 1.24 | 6.95 |
|                                   | 31.69252  | 129.7786  |         |            | 62.9        |          |           | 17.93 |       |             |                |      |      |
|                                   | 31.76499  | 129.9478  |         |            | 26.4        |          |           | 12.04 |       |             |                |      |      |
|                                   | 31.57328  | 129.6998  |         |            | 29.1        |          |           | 15.18 |       |             |                |      |      |
| モデル2)ケース②<br>KSK-02-3f-N-bot15pls | 31.69252  | 129.7786  | 0       | 19.33      | 62.9        | 60       | 270       | 17.93 | 22.32 | 45.15       | 1007.748       | 1.60 | 7.10 |
|                                   | 31.76499  | 129.9478  |         |            | 26.4        |          |           | 12.04 |       |             |                |      |      |
|                                   | 31.57328  | 129.6998  |         |            | 29.1        |          |           | 15.18 |       |             |                |      |      |
|                                   | 31.69252  | 129.7786  |         |            | 62.9        |          |           | 17.93 |       |             |                |      |      |

## ② 津波予測計算の計算条件

津波予測計算は表 14 に示す条件で実施した。最小格子サイズを 150 m とする概略計算である。



表 14 津波予測計算の計算条件

| 計算条件    |                            |
|---------|----------------------------|
| 支配方程式   | 非線形長波理論                    |
| 数値解法    | Staggered Leap-frog 差分スキーム |
| 計算時間    | 12 時間                      |
| 境界条件    | 陸側：陸域への遡上計算<br>海側：完全無反射で透過 |
| 計算格子サイズ | 1350m, 450m, 150m （概略計算）   |
| 地形データ   | 南西諸島海域の地形（後述）              |
| 建物条件    | 各種施設は考慮しない                 |
| 潮位      | T. P. $\pm 0$ m            |
| 粗度係数    | 0.025                      |

### ③ 津波予測計算に使用した地形モデル

#### ・ 計算領域

津波予測計算の計算領域は、図 42 に示すとおり南西諸島周辺を含む範囲とした。南西諸島周辺に設定する計算領域については、外洋から沿岸に近づくほど細かい格子サイズとなるように 1 対 3 の割合で計算領域を細分化し、各計算領域の格子サイズを外洋部から順に 1,350 m、450 m、150 m、50 m で設定した。これらの計算領域は、震源域から沿岸域までを一括して計算するため、異なる格子サイズの領域間で接続される。領域数は、外洋の 1,350 m 格子領域が 1 領域、450 m 格子領域が 5 領域、150 m 格子領域が 12 領域、沿岸の 50 m 格子領域が 28 領域である。50 m 格子領域までの位置図を図 43 に示す（ただし、今回は最小格子サイズ 150 m で計算）。

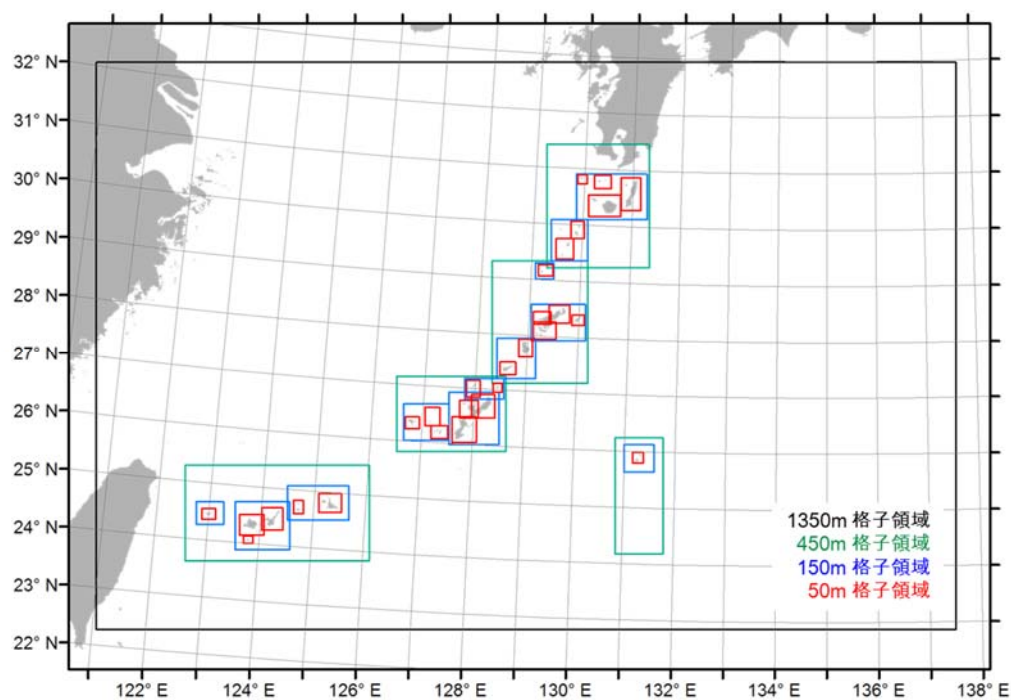


図 42 計算領域の位置

・地形モデル

使用した地形モデルの諸元を表 15 に示す。地形モデルの範囲、格子サイズ、領域数はそれぞれの計算領域と同じである。地形モデルの標高・水深は、表 16 に示したデータソースを参考にし、本検討用の座標系（UTM53 帯）と格子サイズへ変換した値である。

表 15 地形モデルの諸元

| 領域番号     | 格子サイズ<br>(m) | 領域南西端<br>UTM53_E(m) | 領域南西端<br>UTM53_N(m) | 格子数<br>x 方向 | 格子数<br>y 方向 | 上位接続<br>領域番号 |
|----------|--------------|---------------------|---------------------|-------------|-------------|--------------|
| 1350-001 | 1,350        | -945,000            | 2,530,000           | 1,300       | 830         | -            |
| 0450-001 | 450          | -769,500            | 2,665,000           | 811         | 421         | 1350-001     |
| 0450-002 | 450          | 81,000              | 2,678,500           | 210         | 510         | 1350-001     |
| 0450-003 | 450          | -351,000            | 2,881,000           | 480         | 330         | 1350-001     |
| 0450-004 | 450          | -162,000            | 3,016,000           | 420         | 540         | 1350-001     |
| 0450-005 | 450          | -54,000             | 3,245,500           | 450         | 540         | 1350-001     |
| 0150-001 | 150          | -747,000            | 2,737,000           | 360         | 300         | 0450-001     |

|          |     |           |             |     |        |          |
|----------|-----|-----------|-------------|-----|--------|----------|
| 0150-002 | 150 | -670, 500 | 2, 687, 500 | 720 | 630    | 0450-001 |
| 0150-003 | 150 | -567, 000 | 2, 746, 000 | 810 | 450    | 0450-001 |
| 0150-004 | 150 | 99, 000   | 2, 840, 500 | 390 | 360    | 0450-002 |
| 0150-005 | 150 | -337, 500 | 2, 903, 500 | 600 | 480    | 0450-003 |
| 0150-006 | 150 | -247, 500 | 2, 894, 500 | 660 | 690    | 0450-003 |
| 0150-007 | 150 | -216, 000 | 2, 984, 500 | 510 | 270    | 0450-003 |
| 0150-008 | 150 | -153, 000 | 3, 025, 000 | 510 | 540    | 0450-004 |
| 0150-009 | 150 | -85, 500  | 3, 101, 500 | 720 | 480    | 0450-004 |
| 0150-010 | 150 | -76, 500  | 3, 223, 000 | 240 | 210    | 0450-004 |
| 0150-011 | 150 | -45, 000  | 3, 259, 000 | 480 | 540    | 0450-005 |
| 0150-012 | 150 | 4, 500    | 3, 340, 000 | 930 | 600    | 0450-005 |
| 0050-001 | 50  | -736, 500 | 2, 747, 500 | 540 | 420    | 0150-001 |
| 0050-002 | 50  | -654, 000 | 2, 699, 500 | 360 | 300    | 0150-002 |
| 0050-003 | 50  | -661, 500 | 2, 716, 000 | 960 | 810    | 0150-002 |
| 0050-004 | 50  | -618, 000 | 2, 726, 500 | 840 | 870    | 0150-002 |
| 0050-005 | 50  | -555, 000 | 2, 758, 000 | 390 | 540    | 0150-003 |
| 0050-006 | 50  | -505, 500 | 2, 761, 000 | 900 | 750    | 0150-003 |
| 0050-007 | 50  | -334, 500 | 2, 926, 000 | 570 | 480    | 0150-005 |
| 0050-008 | 50  | -295, 500 | 2, 932, 000 | 600 | 720    | 0150-005 |
| 0050-009 | 50  | -283, 500 | 2, 906, 500 | 660 | 510    | 0150-005 |
| 0050-010 | 50  | -241, 500 | 2, 899, 000 | 960 | 1, 020 | 0150-006 |
| 0050-011 | 50  | -226, 500 | 2, 947, 000 | 720 | 690    | 0150-006 |
| 0050-012 | 50  | -202, 500 | 2, 947, 000 | 900 | 930    | 0150-006 |
| 0050-013 | 50  | -213, 000 | 2, 989, 000 | 540 | 660    | 0150-007 |
| 0050-014 | 50  | 115, 500  | 2, 858, 500 | 420 | 420    | 0150-004 |
| 0050-015 | 50  | -160, 500 | 2, 998, 000 | 360 | 360    | 0150-007 |
| 0050-016 | 50  | -147, 000 | 3, 032, 500 | 630 | 510    | 0150-008 |
| 0050-017 | 50  | -109, 500 | 3, 068, 500 | 540 | 720    | 0150-008 |
| 0050-018 | 50  | -81, 000  | 3, 104, 500 | 900 | 690    | 0150-009 |
| 0050-019 | 50  | -81, 000  | 3, 134, 500 | 690 | 480    | 0150-009 |
| 0050-020 | 50  | -49, 500  | 3, 136, 000 | 810 | 720    | 0150-009 |
| 0050-021 | 50  | -4, 500   | 3, 131, 500 | 480 | 420    | 0150-009 |
| 0050-022 | 50  | -70, 500  | 3, 229, 000 | 570 | 450    | 0150-010 |
| 0050-023 | 50  | -36, 000  | 3, 262, 000 | 690 | 810    | 0150-011 |

|          |    |         |             |        |        |          |
|----------|----|---------|-------------|--------|--------|----------|
| 0050-024 | 50 | -6, 000 | 3, 302, 500 | 510    | 690    | 0150-011 |
| 0050-025 | 50 | 28, 500 | 3, 346, 000 | 1, 260 | 840    | 0150-012 |
| 0050-026 | 50 | 93, 000 | 3, 358, 000 | 780    | 1, 290 | 0150-012 |
| 0050-027 | 50 | 40, 500 | 3, 401, 500 | 660    | 510    | 0150-012 |
| 0050-028 | 50 | 7, 500  | 3, 410, 500 | 360    | 360    | 0150-012 |

表 16 地形モデルのデータソース

| 刊行者                  | 刊行物                            |
|----------------------|--------------------------------|
| 内閣府                  | 南海トラフの巨大地震モデル検討会（第二次報告），2012 年 |
| アメリカ海洋大気庁 (NOAA)     | ETOP02, 2001 年                 |
| イギリス海洋データセンター (BODC) | GEBCO One Minute Grid, 2008 年  |

#### ④ 鹿児島県西岸及び甑島南部における最大水位上昇量の比較

甑島南部に設定した断層モデルを用いた津波予測計算により図 43 及び図 44 に示す結果が得られた。

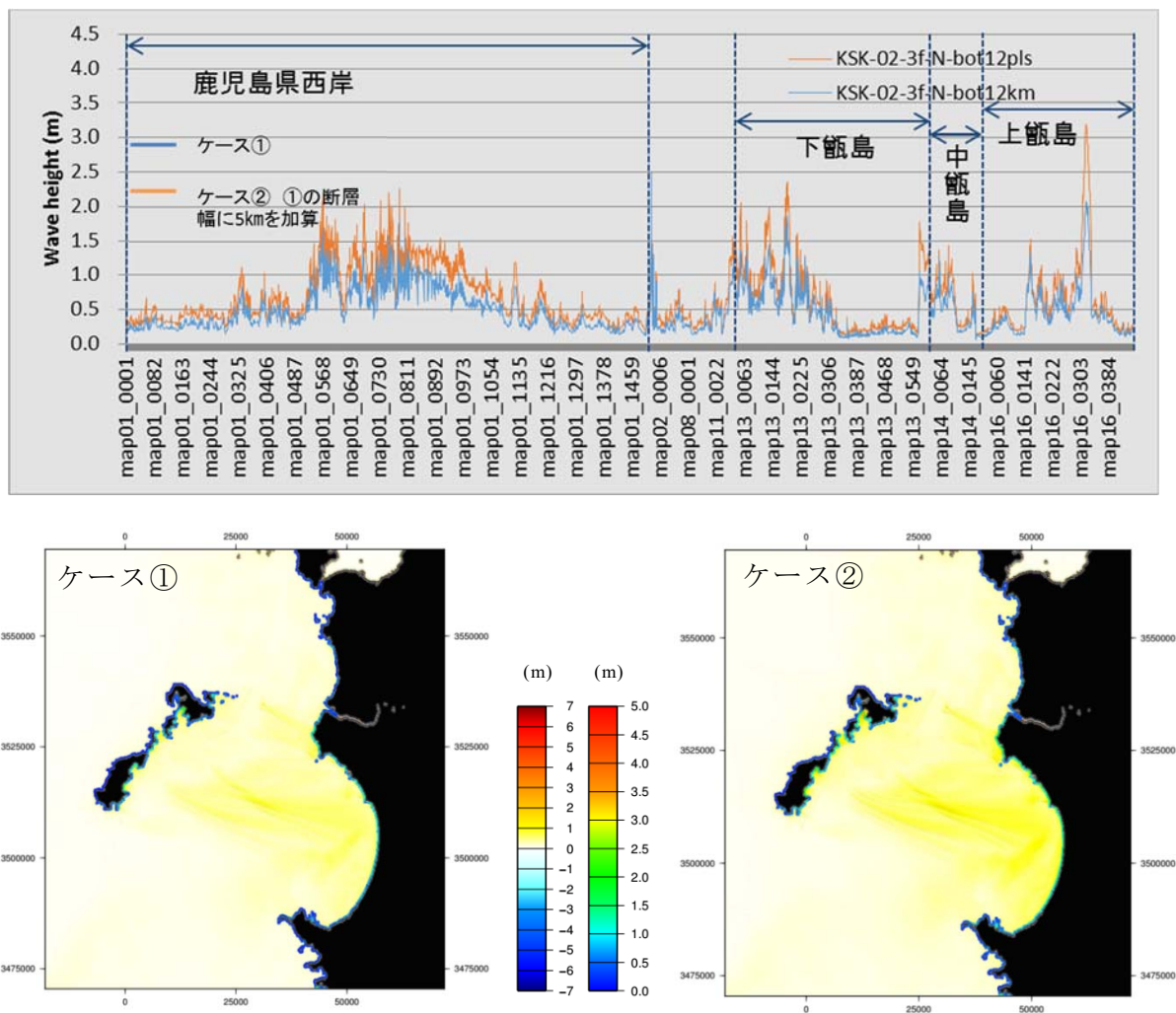


図 43 モデル 1 の最大水位上昇量の比較。ケース①は断層下端深度をコンラッド面とした場合、ケース②は下端をコンラッドとしたときの断層幅に 5 km を加算した場合を示す。



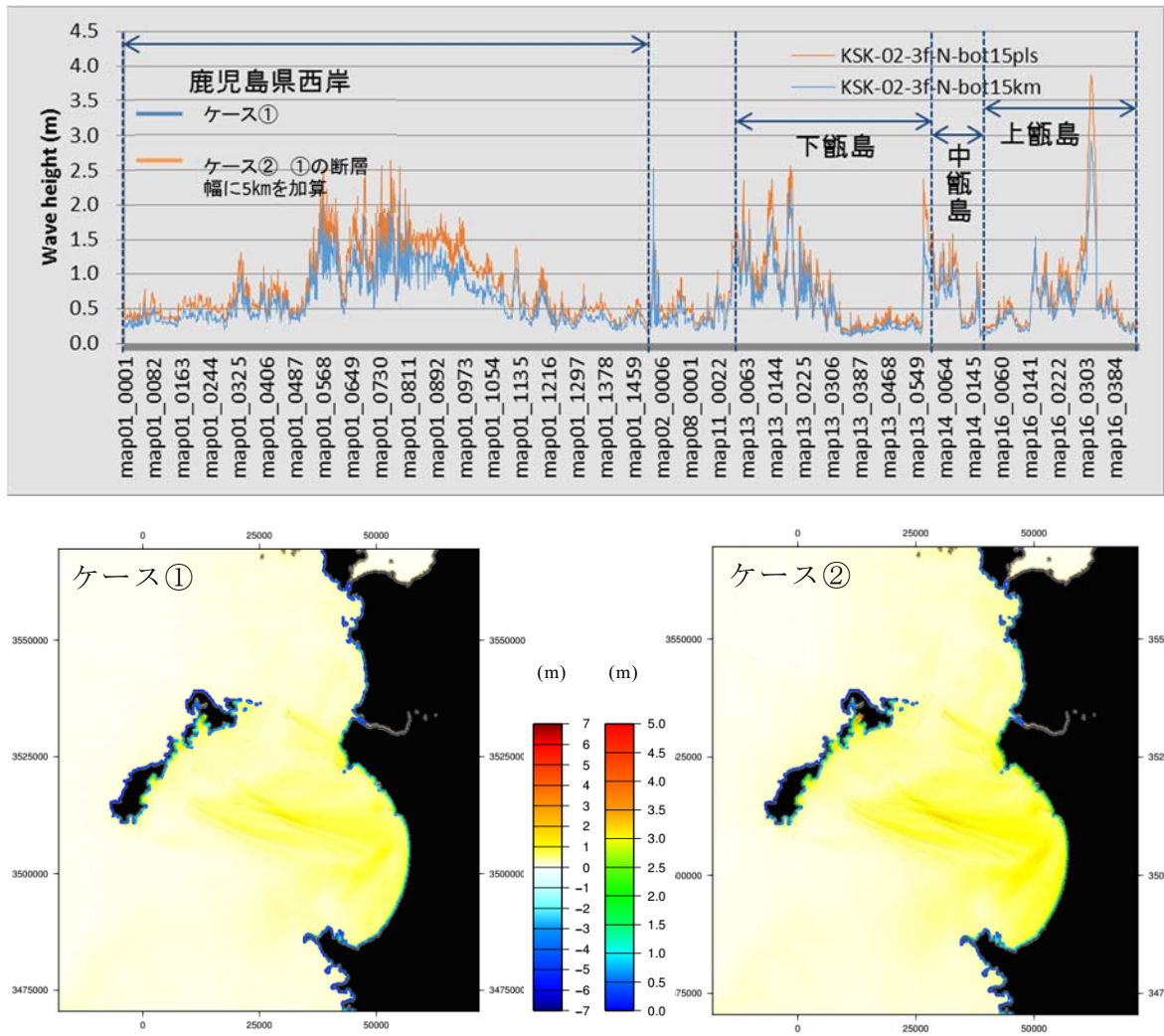


図 44 モデル 2 の最大水位上昇量の比較。ケース①は断層下端深度を D95 とした場合、ケース②は下端をコンラッドとしたときの断層幅に 5 km を加算した場合を示す。

#### ④ まとめと考察・課題

本検討では、断層面上の平均すべり量を断層面積とモーメント量の経験的關係から計算している。そのため、断層幅が増えることは、面積が増え、モーメント量が大きくなり、モーメント量と断層面積から計算する平均すべり量が増えることになる。このパラメータスタディでは純粋に断層下端深度の影響を比較するのではなく、断層下端深度が深くなることによって大きくなる平均すべり量の影響を評価していることになる。表 17 に断層下端深度、断層幅、面積及びモーメント量、平均すべり量の変化の關係と津波予測計算から求めた最大水位上昇量を示す。

断層下端深度の設定に関わらず一律に断層幅に 5 km を加算していることから、断層幅、断層面積及び平均すべり量は、元のモデルの下端深度が 12 km の場合は 1.36 倍、15 km の場合には 1.29 倍となる。また、モーメント量は  $M_0 = \mu DS$  として

計算していることから断層幅や面積の増加率の2乗として増加する。よって、断層下端深度が12 kmの場合には $1.36^2$ より1.85倍、 $1.29^2$ より1.66倍となる。

沿岸での津波による最大水位上昇量の平均値は、元の断層下端深度が12 kmのとき1.4倍、15 kmのとき1.3倍となる。この変化率は「断層幅の変化の割合=断層面積の変化の割合=平均すべり量の変化の割合」に近い値であるが、それよりもやや大きい値である。沿岸付近での津波伝播における非線形効果の影響が考えられる。

次に、沿岸の各地域における最大水位上昇量の比較を表18に示す。図43、図44における沿岸の最大水位上昇量が大きかった吹上浜、久志湾、下甕島、上甕島の各エリアにおける最大値を比較している。

各地域の沿岸における最大水位上昇量（地域最大値）の変化は、最大水位上昇量の大小にかかわらず、ケース①とケース②の差が大きい地域と、ほとんど変わらない地域があり、断層幅及び断層下端深度の変化による影響の感度は場所によって異なる。海岸の形状や断層との位置等に関係する可能性がある。

断層下端深度の設定における不確定性を、断層幅に5 kmを加算して考慮する際には、ここで示したような変化の傾向を踏まえる必要がある。また、断層下端深度の設定が浅い場合のほうが影響は大きくなることも留意すべき点である。

表 17 断層幅と地震規模の関係及び最大水位上昇量

| モデル名                               | Bottom(km) |        | W(km) |        | total S(km**2) |        | Mo(Nm)  |        | D(m) |        | 最大水位上昇量<br>(計算範囲の平均) |        |
|------------------------------------|------------|--------|-------|--------|----------------|--------|---------|--------|------|--------|----------------------|--------|
|                                    |            | ②/①(倍) |       | ②/①(倍) |                | ②/①(倍) |         | ②/①(倍) |      | ②/①(倍) |                      | ②/①(倍) |
| モデル1) ケース①<br>KSK-02-3f-N-bot12km  | 12.00      | 1.36   | 13.86 | 1.36   | 625.78         | 1.36   | 2.2E+19 | 1.85   | 0.99 | 1.36   | 0.47                 | 1.40   |
| モデル1) ケース②<br>KSK-02-3f-N-bot12pls | 16.33      |        | 18.86 |        | 851.53         |        | 4E+19   |        | 1.35 |        | 0.66                 |        |
| モデル2) ケース①<br>KSK-02-3f-N-bot15km  | 15.00      | 1.29   | 17.32 | 1.29   | 782.00         | 1.29   | 3.4E+19 | 1.66   | 1.24 | 1.29   | 0.60                 | 1.30   |
| モデル2) ケース②<br>KSK-02-3f-N-bot15pls | 19.33      |        | 22.32 |        | 1007.75        |        | 5.6E+19 |        | 1.60 |        | 0.78                 |        |

表 18 沿岸の各地域における最大水位上昇量の比較

| モデル名                               | 吹上浜  |      | 久志湾  |      | 下甕島  |      | 上甕島  |      |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                    |      | ②/①  |      | ②/①  |      | ②/①  |      | ②/①  |
| モデル1) ケース①<br>KSK-02-3f-N-bot12km  | 1.81 | 1.25 | 2.48 | 1.01 | 1.87 | 1.26 | 2.08 | 1.53 |
| モデル1) ケース②<br>KSK-02-3f-N-bot12pls | 2.27 |      | 2.51 |      | 2.36 |      | 3.18 |      |
| モデル2) ケース①<br>KSK-02-3f-N-bot15km  | 2.14 | 1.23 | 2.49 | 1.02 | 2.22 | 1.13 | 2.93 | 1.32 |
| モデル2) ケース②<br>KSK-02-3f-N-bot15pls | 2.64 |      | 2.54 |      | 2.51 |      | 3.86 |      |

e) 断層下端深度の不確定性を考慮した波源断層モデルの設定

南西諸島北部海域及び九州西岸海域におけるサブテーマ（２）によるコンラッド面の分布（図 45）では、九州西岸の地域では北西側で 12 km、南東側で 16～18 km と大きな差がある。断層下端深度が 18 km の場合の断層幅は 20.78 km であり、5 km を加算する（25.78 km）と約 1.24 倍となる。前述の感度解析結果を踏まえると、断層幅の設定の違いによる影響は、元の断層下端深度が 12 km の場合のほうが 18 km の場合よりも大きくなる。断層下端深度によらず一律に断層幅に 5 km を加算することについては、現時点ではまだ検討の余地があるが、今年度の作業のまとめとしては、不確定性を考慮した断層モデルとして、断層幅に 5 km を加算した断層モデル群を設定した。

断層下端深度の不確定性を考慮し、下端をコンラッド面として設定したときの断層幅に 5 km を加算し、深度を断層下端深度とした場合の断層モデルを図 46 及び表 19 に示す。断層分布と矩形の形状の変化の例として、九州西岸周辺の断層分布を図 46 に示す。

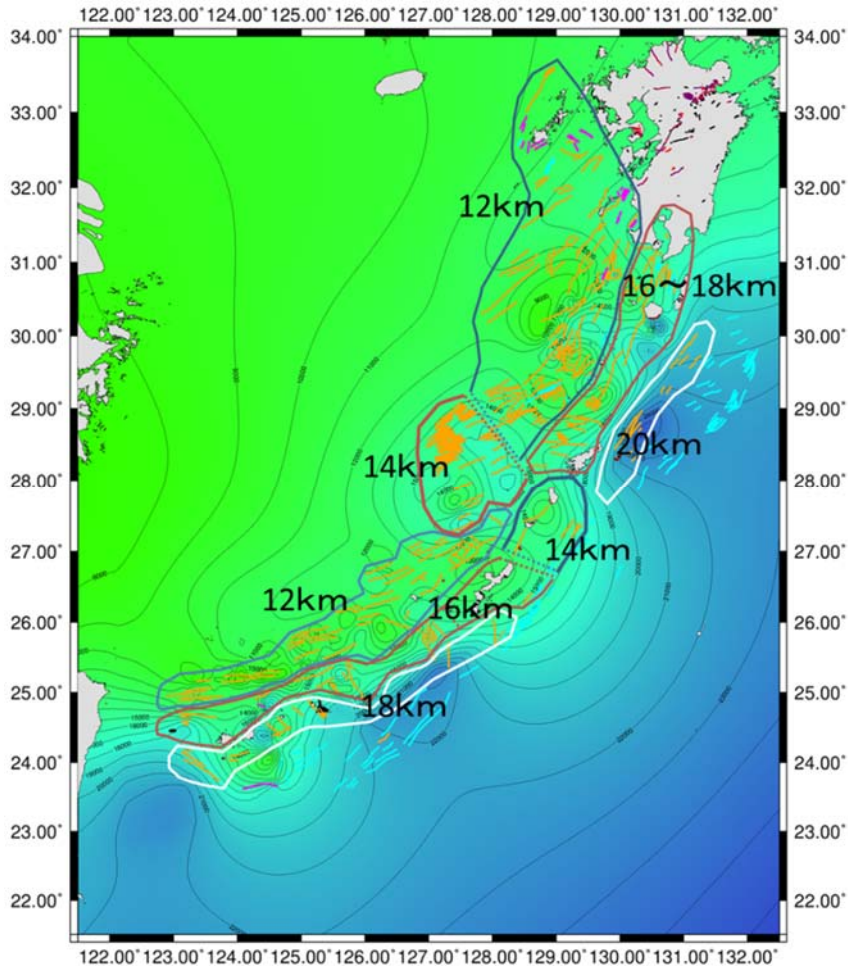
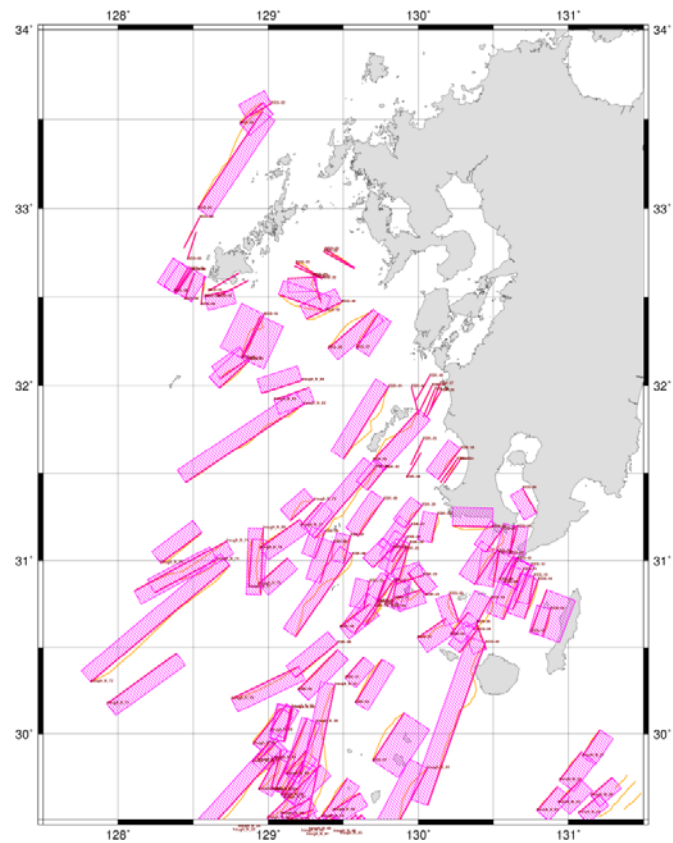
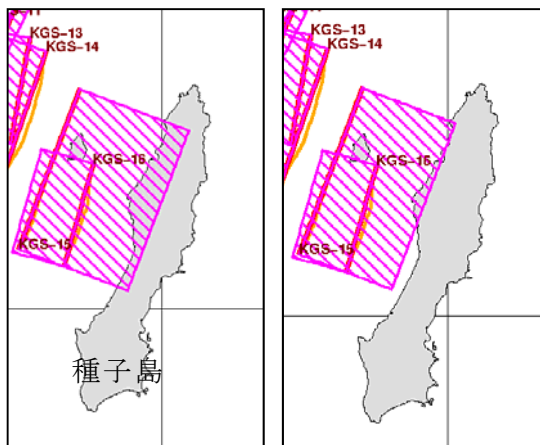


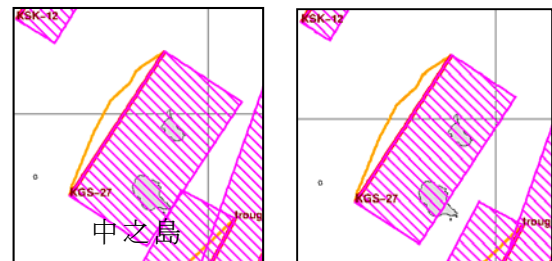
図 45 サブテーマ（２）によるコンラッド面深度分布（図 23 の再掲）



(a) 九州西岸域の断層分布（断層幅に 5 kmを加算した場合）



(b) 種子島の西側にある断層についての比較（断層幅に 5 kmを加算した場合・断層下端深度をコンラッド面とした場合）



(c) 中之島の西側にある断層についての比較（断層幅に 5 kmを加算した場合・断層下端深度をコンラッド面とした場合）

図 46 九州西岸周辺の断層分布と不確定性を考慮した断層モデルの比較



図 46 で示したように、個々の断層について詳しく見ると、断層幅に 5 km を加算することで断層が少し大きくなり、近接する島嶼との関係がやや変化することが分かる。前項のパラメータスタディの結果から、断層下端深度をコンラッド面とした場合と、下端をコンラッド面として計算した断層幅に 5 km を加算した深度とした場合で 1.29 ～ 1.36 倍の変化があることが示された。断層下端深度の設定方法の違いが、予測される沿岸の最大水位上昇量に与える影響も、平均すると断層下端深度のばらつきの範囲と同程度であることが示された。但し、図 46 のように、島に近接し、島のほうに傾斜した断層である場合、断層下端深度を深くすることにより、断層の下端部は、より島に近づくことから、平均的な影響度合いより大きく影響することになると予想される。以下、表 19 にこれらの断層モデル群のパラメータを示す。

表 19 (a) 設定した断層パラメータの一覧 ① (合計 249 断層、Area 3 の断層を整理した後は 211 断層)

|             | 緯度      | 経度       | 断層上端<br>深度(km) | 断層下端<br>深度(km) | 走向    | 傾斜角 | すべり角 | 断層長さ<br>(km) | 断層幅<br>(km) | モーメント<br>量(Nm) | Mw   | 平均すべ<br>り量(m) |
|-------------|---------|----------|----------------|----------------|-------|-----|------|--------------|-------------|----------------|------|---------------|
| trough C 46 | 28.2074 | 128.8602 | 0              | 20.3           | 271.1 | 60  | 270  | 22.89        | 22.89       | 1.50E+19       | 6.72 | 0.85          |
| trough C 47 | 28.2489 | 127.1127 | 0              | 18.3           | 69.7  | 60  | 270  | 38.67        | 21.17       | 3.70E+19       | 6.98 | 1.33          |
| trough C 48 | 28.3940 | 127.4552 | 0              | 18.3           | 251.3 | 60  | 270  | 36.26        | 21.17       | 3.30E+19       | 6.94 | 1.24          |
| trough C 49 | 28.6720 | 127.9866 | 0              | 18.3           | 243.8 | 60  | 270  | 20.15        | 20.15       | 9.20E+18       | 6.58 | 0.66          |
| trough C 50 | 28.6826 | 127.9891 | 0              | 18.3           | 245.1 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough C 51 | 28.8350 | 127.8934 | 0              | 18.3           | 251.1 | 60  | 270  | 31.82        | 21.17       | 2.50E+19       | 6.87 | 1.09          |
| trough C 52 | 28.5348 | 127.5650 | 0              | 18.3           | 251.6 | 60  | 270  | 44.44        | 21.17       | 4.90E+19       | 7.06 | 1.53          |
| trough C 53 | 28.5540 | 127.5415 | 0              | 18.3           | 250.9 | 60  | 270  | 32.03        | 21.17       | 2.60E+19       | 6.87 | 1.10          |
| trough C 54 | 28.5826 | 127.6024 | 0              | 18.3           | 252.3 | 60  | 270  | 19.26        | 19.26       | 6.80E+18       | 6.49 | 0.53          |
| trough C 55 | 28.6034 | 127.5249 | 0              | 18.3           | 243.1 | 60  | 270  | 39.44        | 21.17       | 3.90E+19       | 6.99 | 1.35          |
| trough C 56 | 28.6218 | 127.5201 | 0              | 18.3           | 242.2 | 60  | 270  | 34.42        | 21.17       | 3.00E+19       | 6.91 | 1.18          |
| trough C 57 | 28.6459 | 127.5175 | 0              | 18.3           | 244.6 | 60  | 270  | 18.55        | 18.55       | 6.10E+18       | 6.45 | 0.51          |
| trough C 58 | 28.6555 | 127.4603 | 0              | 18.3           | 231.5 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough C 59 | 28.6598 | 127.4413 | 0              | 18.3           | 230.5 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough C 60 | 28.4678 | 127.1191 | 0              | 18.3           | 52.8  | 60  | 270  | 34.32        | 21.17       | 2.90E+19       | 6.91 | 1.18          |
| trough C 61 | 28.5732 | 127.2229 | 0              | 18.3           | 58.7  | 60  | 270  | 19.00        | 19.00       | 6.50E+18       | 6.48 | 0.53          |
| trough C 62 | 28.5170 | 127.1276 | 0              | 18.3           | 54.7  | 60  | 270  | 32.10        | 21.17       | 2.60E+19       | 6.87 | 1.10          |
| trough C 63 | 28.6380 | 127.2651 | 0              | 18.3           | 57.2  | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough C 64 | 28.5911 | 127.1955 | 0              | 18.3           | 47.9  | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough C 65 | 28.4594 | 126.9628 | 0              | 18.3           | 52.2  | 60  | 270  | 49.18        | 21.17       | 6.00E+19       | 7.12 | 1.69          |
| trough C 66 | 28.5732 | 127.1304 | 0              | 18.3           | 44.2  | 60  | 270  | 28.25        | 21.17       | 2.00E+19       | 6.80 | 0.97          |
| trough C 67 | 28.5003 | 126.9798 | 0              | 18.3           | 47.5  | 60  | 270  | 43.46        | 21.17       | 4.70E+19       | 7.05 | 1.49          |
| trough C 68 | 28.5846 | 127.0842 | 0              | 18.3           | 44.6  | 60  | 270  | 24.76        | 21.17       | 1.50E+19       | 6.72 | 0.85          |
| trough C 69 | 28.7025 | 127.0939 | 0              | 18.3           | 56.9  | 60  | 270  | 34.33        | 21.17       | 2.90E+19       | 6.91 | 1.18          |
| trough C 70 | 28.7392 | 127.1211 | 0              | 18.3           | 49.2  | 60  | 270  | 54.11        | 21.17       | 7.30E+19       | 7.18 | 1.86          |
| trough C 71 | 28.7547 | 127.0970 | 0              | 18.3           | 48.4  | 60  | 270  | 54.22        | 21.17       | 7.30E+19       | 7.18 | 1.86          |

※前述の Area 3 の断層を赤枠で囲んで示す。また、Area 3 の断層の中から、断面でクロスする断層と平面でクロスする断層を整理して残ったものを色を付して示す。

※範囲としては表 5 の断層モデルと同じであるが、断層幅に 5 km を加算することで断層下端深度を深くした断層モデル群である。

表 19 (b) 設定した断層パラメータの一覧 ②



|               | 緯度      | 経度       | 断層上端<br>深度(km) | 断層下端<br>深度(km) | 走向    | 傾斜角 | すべり角 | 断層長さ<br>(km) | 断層幅<br>(km) | モーメント<br>量(Nm) | Mw   | 平均すべ<br>り量(m) |
|---------------|---------|----------|----------------|----------------|-------|-----|------|--------------|-------------|----------------|------|---------------|
| trough C 47 a | 28.3295 | 127.3956 | 0              | 18.3           | 249.5 | 60  | 270  | 27.57        | 21.17       | 1.90E+19       | 6.78 | 0.95          |
| trough C 47 b | 28.3156 | 127.4611 | 0              | 18.3           | 242.1 | 60  | 270  | 40.56        | 21.17       | 4.10E+19       | 7.01 | 1.39          |
| trough C 47 c | 28.3058 | 127.4759 | 0              | 18.3           | 233.1 | 60  | 270  | 43.82        | 21.17       | 4.80E+19       | 7.05 | 1.50          |
| trough C 48 a | 28.3867 | 127.3631 | 0              | 18.3           | 252.1 | 60  | 270  | 27.87        | 21.17       | 1.90E+19       | 6.79 | 0.96          |
| trough C 48 b | 28.4092 | 127.5357 | 0              | 18.3           | 250.7 | 60  | 270  | 40.54        | 21.17       | 4.10E+19       | 7.01 | 1.39          |
| trough C 48 c | 28.4515 | 127.5458 | 0              | 18.3           | 252.9 | 60  | 270  | 46.80        | 21.17       | 5.50E+19       | 7.09 | 1.61          |
| trough C 52 a | 28.4958 | 127.4794 | 0              | 18.3           | 252.0 | 60  | 270  | 28.66        | 21.17       | 2.00E+19       | 6.81 | 0.98          |
| trough C 52 b | 28.4902 | 127.4798 | 0              | 18.3           | 250.4 | 60  | 270  | 32.83        | 21.17       | 2.70E+19       | 6.89 | 1.13          |
| trough C 52 c | 28.4709 | 127.5182 | 0              | 18.3           | 254.1 | 60  | 270  | 22.36        | 21.17       | 1.20E+19       | 6.66 | 0.77          |
| trough C 60 a | 28.5628 | 127.2836 | 0              | 18.3           | 47.5  | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough C 60 b | 28.4502 | 127.1316 | 0              | 18.3           | 54.2  | 60  | 270  | 21.56        | 21.17       | 1.20E+19       | 6.64 | 0.74          |
| trough C 60 c | 28.4773 | 127.1775 | 0              | 18.3           | 58.9  | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough C 64 a | 28.9354 | 127.7481 | 0              | 18.3           | 242.1 | 60  | 270  | 24.84        | 21.17       | 1.50E+19       | 6.72 | 0.85          |
| trough C 65 a | 28.8382 | 127.5043 | 0              | 18.3           | 56.1  | 60  | 270  | 23.93        | 21.17       | 1.40E+19       | 6.70 | 0.82          |
| trough C 65 b | 28.8347 | 127.5144 | 0              | 18.3           | 58.1  | 60  | 270  | 24.17        | 21.17       | 1.50E+19       | 6.71 | 0.83          |
| trough C 66 a | 28.8458 | 127.4944 | 0              | 18.3           | 52.9  | 60  | 270  | 23.26        | 21.17       | 1.30E+19       | 6.69 | 0.80          |
| trough C 67 a | 28.8586 | 127.4724 | 0              | 18.3           | 52.6  | 60  | 270  | 23.41        | 21.17       | 1.40E+19       | 6.69 | 0.80          |
| trough C 68 a | 28.5611 | 126.9780 | 0              | 18.3           | 48.8  | 60  | 270  | 33.43        | 21.17       | 2.80E+19       | 6.90 | 1.15          |
| trough C 69 a | 28.9018 | 127.4589 | 0              | 18.3           | 46.5  | 60  | 270  | 20.26        | 20.26       | 9.40E+18       | 6.58 | 0.67          |
| trough C 69 b | 28.9168 | 127.4359 | 0              | 18.3           | 46.0  | 60  | 270  | 19.97        | 19.97       | 8.90E+18       | 6.56 | 0.65          |
| trough C 69 c | 28.9368 | 127.4186 | 0              | 18.3           | 48.1  | 60  | 270  | 19.20        | 19.20       | 6.70E+18       | 6.48 | 0.53          |
| trough C 70 a | 28.8241 | 127.1985 | 0              | 18.3           | 51.5  | 60  | 270  | 20.63        | 20.63       | 1.00E+19       | 6.60 | 0.69          |

※前述の Area 3 の断層を赤枠で囲んで示す。また、Area 3 の断層の中から、断面でクロスする断層と平面でクロスする断層を整理して残ったものに色を付して示す。

表 19 (c) 設定した断層パラメータの一覧 ③

|             | 緯度      | 経度       | 断層上端<br>深度(km) | 断層下端<br>深度(km) | 走向    | 傾斜角 | すべり角 | 断層長さ<br>(km) | 断層幅<br>(km) | モーメント<br>量(Nm) | Mw   | 平均すべ<br>り量(m) |
|-------------|---------|----------|----------------|----------------|-------|-----|------|--------------|-------------|----------------|------|---------------|
| trough N 01 | 28.3359 | 129.1990 | 0              | 20.3           | 284.5 | 60  | 270  | 28.16        | 23.48       | 2.40E+19       | 6.86 | 1.07          |
| trough N 02 | 28.4851 | 129.0643 | 0              | 19.9           | 266.9 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough N 03 | 28.5441 | 128.8033 | 0              | 20.3           | 95.0  | 60  | 270  | 66.64        | 23.48       | 1.40E+20       | 7.36 | 2.54          |
| trough N 04 | 28.6141 | 129.0196 | 0              | 19.9           | 127.4 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough N 05 | 28.6287 | 129.0310 | 0              | 19.9           | 127.6 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough N 06 | 28.5802 | 129.1485 | 0              | 19.9           | 298.0 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough N 07 | 28.6165 | 129.2534 | 0              | 19.9           | 237.4 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough N 08 | 28.5966 | 129.1607 | 0              | 19.9           | 304.1 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough N 09 | 28.7749 | 128.7234 | 0              | 19.9           | 60.0  | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough N 10 | 28.7972 | 128.6884 | 0              | 19.9           | 54.4  | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough N 11 | 28.7737 | 128.6460 | 0              | 20.3           | 35.5  | 60  | 270  | 19.42        | 19.42       | 7.00E+18       | 6.49 | 0.54          |
| trough N 12 | 28.8747 | 128.6006 | 0              | 19.9           | 58.9  | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough N 13 | 28.9904 | 128.7090 | 0              | 20.3           | 242.2 | 60  | 270  | 50.04        | 23.48       | 7.70E+19       | 7.19 | 1.91          |
| trough N 14 | 29.0201 | 128.6929 | 0              | 20.3           | 245.4 | 60  | 270  | 34.67        | 23.48       | 3.70E+19       | 6.98 | 1.32          |
| trough N 15 | 29.0828 | 128.5151 | 0              | 20.3           | 219.9 | 60  | 270  | 40.50        | 23.48       | 5.00E+19       | 7.07 | 1.54          |
| trough N 16 | 28.7098 | 127.9631 | 0              | 20.3           | 58.7  | 60  | 270  | 47.12        | 23.48       | 6.80E+19       | 7.16 | 1.79          |
| trough N 17 | 28.9152 | 128.2307 | 0              | 20.3           | 45.2  | 60  | 270  | 44.98        | 23.48       | 6.20E+19       | 7.13 | 1.71          |
| trough N 18 | 29.1940 | 128.4343 | 0              | 20.3           | 236.4 | 60  | 270  | 49.22        | 23.48       | 7.40E+19       | 7.18 | 1.87          |
| trough N 19 | 28.6878 | 129.4670 | 0              | 20.3           | 286.3 | 60  | 270  | 30.24        | 23.48       | 2.80E+19       | 6.90 | 1.15          |
| trough N 20 | 28.8275 | 129.1395 | 0              | 19.9           | 121.7 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough N 21 | 28.7841 | 129.4545 | 0              | 20.3           | 273.8 | 60  | 270  | 24.55        | 23.48       | 1.80E+19       | 6.78 | 0.93          |
| trough N 22 | 28.8172 | 129.4922 | 0              | 20.3           | 286.0 | 60  | 270  | 21.73        | 21.73       | 1.20E+19       | 6.66 | 0.77          |
| trough N 23 | 28.8806 | 129.1169 | 0              | 20.3           | 103.1 | 60  | 270  | 62.23        | 23.48       | 1.20E+20       | 7.32 | 2.37          |
| trough N 24 | 29.0684 | 129.2569 | 0              | 15.5           | 307.7 | 45  | 90   | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough N 25 | 29.2772 | 129.1090 | 0              | 16.3           | 188.6 | 60  | 270  | 39.63        | 18.86       | 3.10E+19       | 6.93 | 1.21          |
| trough N 26 | 29.0987 | 128.9464 | 0              | 16.3           | 54.0  | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough N 27 | 29.1188 | 128.7951 | 0              | 16.3           | 61.6  | 60  | 270  | 33.88        | 18.86       | 2.30E+19       | 6.84 | 1.04          |
| trough N 28 | 29.1967 | 128.9315 | 0              | 16.3           | 50.3  | 60  | 270  | 18.93        | 18.86       | 6.40E+18       | 6.47 | 0.52          |
| trough N 29 | 29.1481 | 128.7758 | 0              | 16.3           | 56.3  | 60  | 270  | 34.76        | 18.86       | 2.40E+19       | 6.85 | 1.06          |
| trough N 30 | 29.1299 | 128.6458 | 0              | 16.3           | 63.2  | 60  | 270  | 33.00        | 18.86       | 2.20E+19       | 6.82 | 1.01          |
| trough N 31 | 29.3017 | 128.9906 | 0              | 15.5           | 244.7 | 45  | 90   | 25.95        | 21.98       | 1.80E+19       | 6.77 | 0.92          |
| trough N 32 | 29.0684 | 128.5133 | 0              | 15.5           | 59.7  | 45  | 90   | 63.68        | 21.98       | 1.10E+20       | 7.29 | 2.27          |
| trough N 33 | 29.2859 | 128.7930 | 0              | 16.3           | 65.7  | 60  | 270  | 32.24        | 18.86       | 2.10E+19       | 6.81 | 0.99          |
| trough N 34 | 29.2487 | 128.7188 | 0              | 16.3           | 48.9  | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough N 35 | 29.4586 | 128.8000 | 0              | 16.3           | 210.3 | 60  | 270  | 38.14        | 18.86       | 2.90E+19       | 6.91 | 1.17          |
| trough N 36 | 29.4370 | 128.7653 | 0              | 16.3           | 222.4 | 60  | 270  | 19.66        | 18.86       | 6.80E+18       | 6.49 | 0.53          |
| trough N 37 | 29.3237 | 128.5003 | 0              | 16.3           | 42.8  | 60  | 270  | 19.47        | 18.86       | 6.70E+18       | 6.48 | 0.53          |
| trough N 38 | 28.9630 | 129.6246 | 0              | 20.3           | 301.2 | 60  | 270  | 19.68        | 19.68       | 7.20E+18       | 6.51 | 0.54          |
| trough N 39 | 28.9974 | 129.6547 | 0              | 20.3           | 299.7 | 60  | 270  | 22.02        | 22.02       | 1.30E+19       | 6.68 | 0.79          |
| trough N 40 | 29.0082 | 129.6654 | 0              | 20.3           | 303.7 | 60  | 270  | 21.39        | 21.39       | 1.20E+19       | 6.64 | 0.74          |

表 19 (d) 設定した断層パラメータの一覧 ④

|               | 緯度      | 経度       | 断層上端<br>深度(km) | 断層下端<br>深度(km) | 走向    | 傾斜角 | すべり角 | 断層長さ<br>(km) | 断層幅<br>(km) | モーメント<br>量(Nm) | Mw   | 平均すべ<br>り量(m) |
|---------------|---------|----------|----------------|----------------|-------|-----|------|--------------|-------------|----------------|------|---------------|
| trough N 41   | 29.1432 | 129.5375 | 0              | 20.3           | 131.4 | 60  | 270  | 19.13        | 19.13       | 6.60E+18       | 6.48 | 0.53          |
| trough N 42   | 29.1694 | 129.5663 | 0              | 20.3           | 129.7 | 60  | 270  | 19.18        | 19.18       | 6.70E+18       | 6.48 | 0.53          |
| trough N 43   | 29.3218 | 129.6480 | 0              | 19.9           | 139.3 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough N 44   | 29.7995 | 130.0602 | 0              | 22.3           | 207.5 | 60  | 270  | 92.26        | 25.78       | 3.70E+20       | 7.64 | 4.49          |
| trough N 45   | 29.4184 | 129.4783 | 0              | 15.5           | 48.7  | 45  | 90   | 18.55        | 18.55       | 6.10E+18       | 6.45 | 0.51          |
| trough N 46   | 29.4311 | 129.4363 | 0              | 16.3           | 53.7  | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough N 47   | 29.4105 | 129.2556 | 0              | 16.3           | 57.3  | 60  | 270  | 21.75        | 18.86       | 9.40E+18       | 6.58 | 0.67          |
| trough N 48   | 29.4439 | 129.2716 | 0              | 16.3           | 57.0  | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough N 49   | 29.4328 | 129.2212 | 0              | 16.3           | 53.4  | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough N 50   | 29.5566 | 129.4310 | 0              | 16.3           | 57.7  | 60  | 270  | 20.61        | 18.86       | 7.30E+18       | 6.51 | 0.55          |
| trough N 51   | 29.5163 | 129.3560 | 0              | 16.3           | 33.3  | 60  | 270  | 29.76        | 18.86       | 1.80E+19       | 6.76 | 0.91          |
| trough N 52   | 30.2849 | 129.4440 | 0              | 16.3           | 191.4 | 60  | 270  | 87.73        | 18.86       | 1.50E+20       | 7.39 | 2.68          |
| trough N 53   | 29.4982 | 129.1256 | 0              | 16.3           | 67.3  | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough N 54   | 29.5334 | 129.0863 | 0              | 16.3           | 61.9  | 60  | 270  | 21.37        | 18.86       | 9.00E+18       | 6.57 | 0.65          |
| trough N 55   | 29.5084 | 128.9937 | 0              | 16.3           | 45.2  | 60  | 270  | 48.49        | 18.86       | 4.60E+19       | 7.04 | 1.48          |
| trough N 56   | 30.0703 | 129.3177 | 0              | 16.3           | 197.4 | 60  | 270  | 37.36        | 18.86       | 2.80E+19       | 6.89 | 1.14          |
| trough N 57   | 29.6259 | 129.1038 | 0              | 16.3           | 31.8  | 60  | 270  | 24.89        | 18.86       | 1.20E+19       | 6.66 | 0.76          |
| trough N 58   | 29.6426 | 129.0858 | 0              | 16.3           | 32.6  | 60  | 270  | 27.05        | 18.86       | 1.40E+19       | 6.71 | 0.83          |
| trough N 59   | 29.7669 | 129.1211 | 0              | 16.3           | 39.6  | 60  | 270  | 19.47        | 18.86       | 6.70E+18       | 6.48 | 0.53          |
| trough N 60   | 29.6714 | 129.0446 | 0              | 16.3           | 24.1  | 60  | 270  | 50.75        | 18.86       | 5.10E+19       | 7.07 | 1.55          |
| trough N 61   | 29.6792 | 129.0189 | 0              | 16.3           | 14.7  | 60  | 270  | 26.52        | 18.86       | 1.40E+19       | 6.70 | 0.81          |
| trough N 62   | 29.6782 | 128.9368 | 0              | 16.3           | 28.8  | 60  | 270  | 23.97        | 18.86       | 1.10E+19       | 6.64 | 0.73          |
| trough N 63   | 29.8593 | 129.0370 | 0              | 16.3           | 222.4 | 60  | 270  | 65.01        | 18.86       | 8.40E+19       | 7.21 | 1.99          |
| trough N 64   | 29.8475 | 128.9313 | 0              | 16.3           | 45.8  | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough N 65   | 29.8363 | 128.8924 | 0              | 16.3           | 40.5  | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trough N 66   | 30.1519 | 129.1619 | 0              | 16.3           | 192.6 | 60  | 270  | 22.19        | 18.86       | 9.70E+18       | 6.59 | 0.68          |
| trough N 67   | 30.1585 | 129.1555 | 0              | 16.3           | 192.4 | 60  | 270  | 23.07        | 18.86       | 1.10E+19       | 6.61 | 0.71          |
| trough N 68   | 30.0189 | 129.0142 | 0              | 16.3           | 30.7  | 60  | 270  | 20.07        | 18.86       | 7.00E+18       | 6.50 | 0.54          |
| trough N 69   | 29.9427 | 128.8994 | 0              | 16.3           | 38.4  | 60  | 270  | 29.43        | 18.86       | 1.70E+19       | 6.76 | 0.90          |
| trough N 70   | 30.2040 | 128.7557 | 0              | 16.3           | 64.5  | 60  | 270  | 47.66        | 18.86       | 4.50E+19       | 7.04 | 1.46          |
| trough N 71   | 30.1757 | 127.9264 | 0              | 16.3           | 54.6  | 60  | 270  | 54.99        | 18.86       | 6.00E+19       | 7.12 | 1.68          |
| trough N 72   | 30.9727 | 128.7437 | 0              | 16.3           | 230.3 | 60  | 270  | 115.72       | 18.86       | 3.40E+20       | 7.62 | 4.49          |
| trough N 73   | 31.0049 | 128.6577 | 0              | 16.3           | 242.5 | 60  | 270  | 44.92        | 18.86       | 4.00E+19       | 7.00 | 1.37          |
| trough N 74   | 30.8261 | 128.1079 | 0              | 16.3           | 62.0  | 60  | 270  | 66.67        | 18.86       | 8.80E+19       | 7.23 | 2.04          |
| trough N 75   | 31.1620 | 128.5573 | 0              | 16.3           | 233.4 | 60  | 270  | 32.66        | 18.86       | 2.10E+19       | 6.82 | 1.00          |
| trough N 76   | 30.8669 | 128.9365 | 0              | 16.3           | 48.4  | 60  | 270  | 24.44        | 18.86       | 1.20E+19       | 6.65 | 0.75          |
| trough N 77   | 31.2003 | 129.2161 | 0              | 16.3           | 41.7  | 60  | 270  | 19.97        | 18.86       | 6.90E+18       | 6.49 | 0.54          |
| trough N 78   | 31.0722 | 128.9444 | 0              | 16.3           | 54.3  | 60  | 270  | 31.31        | 18.86       | 1.90E+19       | 6.79 | 0.96          |
| trough N 79   | 31.3502 | 129.3053 | 0              | 16.3           | 228.1 | 60  | 270  | 20.16        | 18.86       | 7.00E+18       | 6.50 | 0.54          |
| trough N 80   | 31.1848 | 128.9672 | 0              | 16.3           | 182.2 | 60  | 270  | 42.25        | 18.86       | 3.50E+19       | 6.97 | 1.29          |
| trough N 81   | 30.8499 | 128.8707 | 0              | 16.3           | 4.3   | 60  | 270  | 30.44        | 18.86       | 1.80E+19       | 6.78 | 0.93          |
| trough N 82   | 31.8947 | 129.2352 | 0              | 16.3           | 236.5 | 60  | 270  | 89.33        | 18.86       | 1.60E+20       | 7.40 | 2.73          |
| trough N 83   | 31.9180 | 129.0385 | 0              | 16.3           | 70.1  | 60  | 270  | 23.51        | 18.86       | 1.10E+19       | 6.63 | 0.72          |
| trough N 84   | 32.0302 | 129.2242 | 0              | 16.3           | 252.1 | 60  | 270  | 26.53        | 18.86       | 1.40E+19       | 6.70 | 0.81          |
| trough N 16 a | 28.8375 | 128.1125 | 0              | 16.3           | 60.4  | 60  | 270  | 35.74        | 18.86       | 2.50E+19       | 6.87 | 1.09          |
| trough N 18 a | 29.1055 | 127.9512 | 0              | 16.3           | 74.8  | 60  | 270  | 58.19        | 18.86       | 6.70E+19       | 7.15 | 1.78          |
| trough N 18 b | 29.1700 | 127.9557 | 0              | 16.3           | 74.4  | 60  | 270  | 50.69        | 18.86       | 5.10E+19       | 7.07 | 1.55          |
| trough N 18 c | 29.1829 | 127.9273 | 0              | 16.3           | 73.5  | 60  | 270  | 50.49        | 18.86       | 5.00E+19       | 7.07 | 1.54          |

表 19 (e) 設定した断層パラメータの一覧 ⑤

|               | 緯度      | 経度       | 断層上端<br>深度(km) | 断層下端<br>深度(km) | 走向    | 傾斜角 | すべり角 | 断層長さ<br>(km) | 断層幅<br>(km) | モーメント<br>量(Nm) | Mw   | 平均すべ<br>り量(m) |
|---------------|---------|----------|----------------|----------------|-------|-----|------|--------------|-------------|----------------|------|---------------|
| trough N 18 d | 29.2134 | 127.8812 | 0              | 16.3           | 59.8  | 60  | 270  | 43.40        | 18.86       | 3.70E+19       | 6.98 | 1.33          |
| trench N 02   | 27.1815 | 129.0731 | 0              | 18.3           | 35.6  | 60  | 270  | 35.42        | 21.17       | 3.10E+19       | 6.93 | 1.22          |
| trench N 03   | 27.4090 | 129.3770 | 0              | 18.3           | 218.3 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trench N 05   | 27.1926 | 129.2348 | 0              | 18.3           | 39.9  | 60  | 270  | 26.70        | 21.17       | 1.80E+19       | 6.77 | 0.92          |
| trench N 10   | 28.3604 | 130.2717 | 0              | 19.9           | 218.5 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trench N 13   | 28.4449 | 130.2226 | 0              | 19.9           | 219.7 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trench N 14   | 28.8366 | 130.2649 | 0              | 24.3           | 204.8 | 60  | 270  | 26.83        | 26.83       | 2.90E+19       | 6.91 | 1.17          |
| trench N 17   | 28.8101 | 130.3325 | 0              | 24.3           | 216.4 | 60  | 270  | 28.86        | 28.09       | 3.70E+19       | 6.98 | 1.31          |
| trench N 18   | 28.7682 | 130.3730 | 0              | 19.9           | 219.4 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trench N 19   | 28.9706 | 130.3487 | 0              | 24.3           | 208.4 | 60  | 270  | 39.47        | 28.09       | 6.80E+19       | 7.16 | 1.80          |
| trench N 20   | 28.4376 | 129.9164 | 0              | 24.3           | 32.6  | 60  | 270  | 60.46        | 28.09       | 2.60E+20       | 7.55 | 4.49          |
| trench N 21   | 28.5605 | 130.2363 | 0              | 19.9           | 182.0 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trench N 31   | 29.7292 | 130.9398 | 0              | 24.3           | 36.4  | 60  | 270  | 23.41        | 23.41       | 1.70E+19       | 6.75 | 0.89          |
| trench N 32   | 29.5530 | 130.7890 | 0              | 22.2           | 40.0  | 60  | 270  | 20.64        | 20.64       | 1.00E+19       | 6.60 | 0.69          |
| trench N 33   | 29.5986 | 130.9315 | 0              | 22.6           | 43.3  | 60  | 270  | 21.11        | 21.11       | 1.10E+19       | 6.63 | 0.72          |
| trench N 34   | 29.5393 | 131.0667 | 0              | 19.9           | 48.1  | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trench N 35   | 29.1828 | 130.7229 | 0              | 19.9           | 28.9  | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trench N 36   | 29.1837 | 130.6307 | 0              | 19.9           | 24.0  | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| trench N 37   | 29.8713 | 131.0920 | 0              | 22.0           | 33.0  | 60  | 270  | 20.37        | 20.37       | 9.60E+18       | 6.59 | 0.67          |
| trench N 38   | 29.6406 | 131.1499 | 0              | 19.9           | 48.5  | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |

表 19 (f) 設定した断層パラメータの一覧 ⑥

|        | 緯度      | 経度       | 断層上端<br>深度(km) | 断層下端<br>深度(km) | 走向    | 傾斜角 | すべり角  | 断層長さ<br>(km) | 断層幅<br>(km) | モーメント<br>量(Nm) | Mw   | 平均すべ<br>り量(m) |
|--------|---------|----------|----------------|----------------|-------|-----|-------|--------------|-------------|----------------|------|---------------|
| NGS-01 | 32.9993 | 128.5319 | 0              | 16.3           | 33.7  | 60  | 270   | 72.17        | 18.86       | 1.00E+20       | 7.28 | 2.21          |
| NGS-02 | 33.5874 | 129.0205 | 0              | 16.3           | 241.3 | 60  | 270   | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| NGS-03 | 33.4756 | 128.8103 | 0              | 16.3           | 47.9  | 60  | 270   | 19.37        | 18.86       | 6.60E+18       | 6.48 | 0.53          |
| NGS-04 | 32.9502 | 128.5429 | 0              | 17.0           | 207.4 | 90  | 180/0 | 21.63        | 17.00       | 6.70E+18       | 6.48 | 0.53          |
| NGS-05 | 32.7144 | 128.4622 | 0              | 17.0           | 18.0  | 90  | 180/0 | 18.00        | 17.00       | 5.10E+18       | 6.40 | 0.48          |
| NGS-06 | 32.5333 | 128.3727 | 0              | 15.5           | 31.0  | 45  | 90    | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| NGS-07 | 32.6588 | 128.4808 | 0              | 15.5           | 213.3 | 45  | 90    | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| NGS-08 | 32.6534 | 128.4921 | 0              | 16.3           | 214.9 | 60  | 270   | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| NGS-09 | 32.4878 | 128.4426 | 0              | 17.0           | 21.0  | 90  | 180/0 | 18.00        | 17.00       | 5.10E+18       | 6.40 | 0.48          |
| NGS-10 | 32.4560 | 128.5538 | 0              | 17.0           | 5.9   | 90  | 180/0 | 18.00        | 17.00       | 5.10E+18       | 6.40 | 0.48          |
| NGS-11 | 32.5369 | 128.6008 | 0              | 17.0           | 59.9  | 90  | 180/0 | 22.40        | 17.00       | 7.10E+18       | 6.50 | 0.54          |
| NGS-12 | 32.5043 | 128.5766 | 0              | 16.3           | 75.7  | 60  | 270   | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| NGS-13 | 32.5040 | 128.6038 | 0              | 17.0           | 62.0  | 90  | 180/0 | 21.88        | 17.00       | 6.80E+18       | 6.49 | 0.53          |
| NGS-14 | 32.1544 | 128.8210 | 0              | 15.5           | 24.7  | 45  | 90    | 29.31        | 21.98       | 2.30E+19       | 6.84 | 1.04          |
| NGS-15 | 32.4024 | 128.9724 | 0              | 15.5           | 206.5 | 45  | 90    | 30.61        | 21.98       | 2.50E+19       | 6.87 | 1.09          |
| NGS-16 | 32.1516 | 128.8654 | 0              | 16.3           | 234.5 | 60  | 270   | 21.34        | 18.86       | 9.00E+18       | 6.57 | 0.65          |
| NGS-17 | 32.1459 | 128.8779 | 0              | 16.3           | 227.4 | 60  | 270   | 26.12        | 18.86       | 1.30E+19       | 6.69 | 0.80          |
| NGS-18 | 32.4721 | 129.4884 | 0              | 16.3           | 244.5 | 60  | 270   | 24.27        | 18.86       | 1.20E+19       | 6.64 | 0.74          |
| NGS-19 | 32.4223 | 129.3841 | 0              | 16.3           | 289.2 | 60  | 270   | 31.37        | 18.86       | 1.90E+19       | 6.79 | 0.96          |
| NGS-20 | 32.6232 | 129.3004 | 0              | 17.0           | 163.5 | 90  | 180/0 | 18.00        | 17.00       | 5.10E+18       | 6.40 | 0.48          |
| NGS-21 | 32.6076 | 129.1295 | 0              | 16.3           | 87.2  | 60  | 270   | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| NGS-22 | 32.6057 | 129.3599 | 0              | 17.0           | 294.4 | 90  | 180/0 | 19.11        | 17.00       | 5.60E+18       | 6.43 | 0.50          |
| NGS-23 | 32.6934 | 129.1836 | 0              | 17.0           | 119.0 | 90  | 180/0 | 19.24        | 17.00       | 5.60E+18       | 6.43 | 0.50          |
| NGS-24 | 32.7573 | 129.3699 | 0              | 17.0           | 118.6 | 90  | 180/0 | 21.71        | 17.00       | 6.70E+18       | 6.49 | 0.53          |
| NGS-25 | 32.7710 | 129.3787 | 0              | 17.0           | 121.8 | 90  | 180/0 | 22.06        | 17.00       | 6.90E+18       | 6.49 | 0.54          |
| NGS-26 | 32.2113 | 129.4000 | 0              | 16.3           | 49.0  | 60  | 270   | 37.48        | 18.86       | 2.80E+19       | 6.90 | 1.15          |
| NGS-27 | 32.2123 | 129.5862 | 0              | 16.3           | 32.5  | 60  | 270   | 25.88        | 18.86       | 1.30E+19       | 6.68 | 0.79          |

表 19 (g) 設定した断層パラメータの一覧 ⑦

|        | 緯度      | 経度       | 断層上端<br>深度(km) | 断層下端<br>深度(km) | 走向    | 傾斜角 | すべり角  | 断層長さ<br>(km) | 断層幅<br>(km) | モーメント<br>量(Nm) | Mw   | 平均すべ<br>り量(m) |
|--------|---------|----------|----------------|----------------|-------|-----|-------|--------------|-------------|----------------|------|---------------|
| KSK-01 | 31.9932 | 129.8009 | 0              | 16.3           | 211.5 | 60  | 270   | 53.46        | 18.86       | 5.70E+19       | 7.10 | 1.63          |
| KSK-02 | 31.5733 | 129.6998 | 0              | 16.3           | 41.7  | 60  | 270   | 43.14        | 18.86       | 3.70E+19       | 6.98 | 1.32          |
| KSK-03 | 31.5342 | 129.7122 | 0              | 16.3           | 220.0 | 60  | 270   | 58.81        | 18.86       | 6.80E+19       | 7.16 | 1.80          |
| KSK-04 | 31.0336 | 129.5594 | 0              | 16.3           | 214.5 | 60  | 270   | 63.43        | 18.86       | 8.00E+19       | 7.20 | 1.94          |
| KSK-05 | 31.1662 | 129.3777 | 0              | 16.3           | 200.4 | 60  | 270   | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KSK-06 | 31.1063 | 129.4342 | 0              | 16.3           | 197.9 | 60  | 270   | 27.39        | 18.86       | 1.50E+19       | 6.71 | 0.84          |
| KSK-07 | 31.1434 | 129.5485 | 0              | 16.3           | 193.0 | 60  | 270   | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KSK-08 | 31.3526 | 129.7686 | 0              | 16.3           | 214.3 | 60  | 270   | 28.57        | 18.86       | 1.60E+19       | 6.74 | 0.87          |
| KSK-09 | 30.5256 | 129.4601 | 0              | 16.3           | 230.2 | 60  | 270   | 34.58        | 18.86       | 2.40E+19       | 6.85 | 1.06          |
| KSK-10 | 30.2553 | 129.1985 | 0              | 16.3           | 44.4  | 60  | 270   | 36.23        | 18.86       | 2.60E+19       | 6.88 | 1.11          |
| KSK-11 | 30.3222 | 129.5133 | 0              | 16.3           | 41.1  | 60  | 270   | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KSK-12 | 30.1811 | 129.5804 | 0              | 16.3           | 31.3  | 60  | 270   | 32.59        | 18.86       | 2.10E+19       | 6.81 | 1.00          |
| KSK-13 | 30.8808 | 129.6756 | 0              | 16.3           | 192.3 | 60  | 270   | 18.10        | 18.10       | 5.60E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KSK-14 | 30.6168 | 129.4790 | 0              | 16.3           | 51.6  | 60  | 270   | 24.26        | 18.86       | 1.20E+19       | 6.64 | 0.74          |
| KSK-15 | 30.7362 | 129.7094 | 0              | 17.0           | 20.1  | 90  | 180/0 | 18.00        | 17.00       | 5.10E+18       | 6.40 | 0.48          |
| KSK-16 | 30.7625 | 129.7280 | 0              | 17.0           | 20.8  | 90  | 180/0 | 19.65        | 17.00       | 5.80E+18       | 6.44 | 0.51          |
| KSK-17 | 30.8809 | 129.8329 | 0              | 16.3           | 216.4 | 60  | 270   | 41.65        | 18.86       | 3.40E+19       | 6.96 | 1.27          |
| KSK-18 | 30.7645 | 129.7490 | 0              | 16.3           | 211.9 | 60  | 270   | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KSK-19 | 30.7459 | 129.7763 | 0              | 16.3           | 23.3  | 60  | 270   | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KSK-20 | 30.7344 | 129.8222 | 0              | 16.3           | 10.4  | 60  | 270   | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KSK-21 | 30.7834 | 129.8449 | 0              | 16.3           | 71.0  | 60  | 270   | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KSK-22 | 30.8015 | 130.0505 | 0              | 16.3           | 321.0 | 60  | 270   | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KSK-23 | 30.9157 | 130.0337 | 0              | 16.3           | 251.8 | 60  | 270   | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KSK-24 | 31.1011 | 129.9429 | 0              | 16.3           | 196.3 | 60  | 270   | 23.84        | 18.86       | 1.10E+19       | 6.63 | 0.73          |
| KSK-25 | 31.0668 | 129.9132 | 0              | 16.3           | 209.2 | 60  | 270   | 18.31        | 18.31       | 5.80E+18       | 6.44 | 0.51          |
| KSK-26 | 31.1325 | 129.9233 | 0              | 16.3           | 210.5 | 60  | 270   | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KSK-27 | 31.2039 | 129.9520 | 0              | 16.3           | 216.0 | 60  | 270   | 21.98        | 18.86       | 9.60E+18       | 6.59 | 0.67          |
| KSK-28 | 31.0755 | 129.8307 | 0              | 16.3           | 224.0 | 60  | 270   | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KSK-29 | 31.3153 | 130.0243 | 0              | 16.3           | 217.5 | 60  | 270   | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KSK-30 | 31.2652 | 130.1272 | 0              | 16.3           | 191.2 | 60  | 270   | 18.15        | 18.15       | 5.70E+18       | 6.44 | 0.50          |
| KSK-31 | 31.5770 | 130.2780 | 0              | 17.0           | 214.2 | 90  | 180/0 | 18.00        | 17.00       | 5.10E+18       | 6.40 | 0.48          |
| KSK-32 | 31.5796 | 130.2577 | 0              | 17.0           | 215.1 | 90  | 180/0 | 18.00        | 17.00       | 5.10E+18       | 6.40 | 0.48          |
| KSK-33 | 31.6419 | 130.2822 | 0              | 16.3           | 215.3 | 60  | 270   | 24.07        | 18.86       | 1.10E+19       | 6.64 | 0.74          |
| KSK-34 | 31.4761 | 129.9210 | 0              | 17.0           | 30.2  | 90  | 180/0 | 18.00        | 17.00       | 5.10E+18       | 6.40 | 0.48          |
| KSK-35 | 31.6950 | 130.0311 | 0              | 17.0           | 204.7 | 90  | 180/0 | 18.00        | 17.00       | 5.10E+18       | 6.40 | 0.48          |
| KSK-36 | 31.9695 | 130.1487 | 0              | 17.0           | 207.8 | 90  | 180/0 | 19.09        | 17.00       | 5.60E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KSK-37 | 32.0094 | 130.1425 | 0              | 17.0           | 199.8 | 90  | 180/0 | 18.00        | 17.00       | 5.10E+18       | 6.40 | 0.48          |
| KSK-38 | 31.9790 | 130.1093 | 0              | 17.0           | 201.4 | 90  | 180/0 | 18.61        | 17.00       | 5.30E+18       | 6.42 | 0.49          |
| KSK-39 | 32.0007 | 130.0909 | 0              | 17.0           | 204.9 | 90  | 180/0 | 18.00        | 17.00       | 5.10E+18       | 6.40 | 0.48          |
| KSK-42 | 31.5305 | 129.7814 | 0              | 16.3           | 219.0 | 60  | 270   | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KSK-40 | 32.0518 | 130.0735 | 0              | 17.0           | 209.0 | 90  | 180/0 | 18.00        | 17.00       | 5.10E+18       | 6.40 | 0.48          |
| KSK-41 | 31.9928 | 129.9538 | 0              | 17.0           | 164.7 | 90  | 180/0 | 18.00        | 17.00       | 5.10E+18       | 6.40 | 0.48          |

表 19 (h) 設定した断層パラメータの一覧 ⑧



|        | 緯度      | 経度       | 断層上端<br>深度(km) | 断層下端<br>深度(km) | 走向    | 傾斜角 | すべり角 | 断層長さ<br>(km) | 断層幅<br>(km) | モーメント<br>量(Nm) | Mw   | 平均すべ<br>り量(m) |
|--------|---------|----------|----------------|----------------|-------|-----|------|--------------|-------------|----------------|------|---------------|
| KGS-01 | 31.1805 | 130.5599 | 0              | 19.9           | 214.9 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-02 | 31.1929 | 130.4932 | 0              | 20.3           | 271.3 | 60  | 270  | 25.50        | 23.48       | 2.00E+19       | 6.80 | 0.97          |
| KGS-03 | 31.0400 | 130.6107 | 0              | 19.9           | 7.3   | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-04 | 31.1932 | 130.6584 | 0              | 19.9           | 194.2 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-05 | 31.4140 | 130.6953 | 0              | 19.9           | 149.6 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-06 | 31.0530 | 130.5221 | 0              | 20.3           | 213.4 | 60  | 270  | 25.21        | 23.48       | 1.90E+19       | 6.79 | 0.96          |
| KGS-07 | 31.0424 | 130.5367 | 0              | 20.3           | 188.7 | 60  | 270  | 21.60        | 21.60       | 1.20E+19       | 6.66 | 0.76          |
| KGS-08 | 30.8904 | 130.5377 | 0              | 16.3           | 31.0  | 45  | 90   | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-09 | 30.8728 | 130.5699 | 0              | 16.3           | 26.2  | 45  | 90   | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-10 | 31.0095 | 130.6590 | 0              | 16.3           | 199.8 | 45  | 90   | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-11 | 30.9456 | 130.6970 | 0              | 20.3           | 200.8 | 60  | 270  | 33.82        | 23.48       | 3.50E+19       | 6.96 | 1.29          |
| KGS-12 | 30.9726 | 130.7508 | 0              | 20.3           | 201.4 | 60  | 270  | 30.61        | 23.48       | 2.90E+19       | 6.91 | 1.17          |
| KGS-13 | 30.9114 | 130.7697 | 0              | 19.9           | 189.6 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-14 | 30.8910 | 130.7980 | 0              | 20.3           | 198.2 | 60  | 270  | 26.34        | 23.48       | 2.10E+19       | 6.82 | 1.00          |
| KGS-15 | 30.5908 | 130.7498 | 0              | 19.5           | 19.9  | 45  | 90   | 28.79        | 27.63       | 3.50E+19       | 6.96 | 1.29          |
| KGS-16 | 30.7208 | 130.8803 | 0              | 19.9           | 194.9 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-19 | 30.7824 | 130.4814 | 0              | 20.3           | 207.5 | 60  | 270  | 22.49        | 22.49       | 1.40E+19       | 6.70 | 0.82          |
| KGS-20 | 30.8077 | 130.2070 | 0              | 20.3           | 160.7 | 60  | 270  | 18.40        | 18.40       | 5.90E+18       | 6.45 | 0.51          |
| KGS-22 | 30.5744 | 130.2152 | 0              | 19.9           | 37.8  | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-23 | 30.5551 | 129.9942 | 0              | 20.3           | 55.0  | 60  | 270  | 22.00        | 22.00       | 1.30E+19       | 6.68 | 0.78          |
| KGS-24 | 30.6001 | 130.3903 | 0              | 19.9           | 217.5 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-25 | 30.6428 | 130.3868 | 0              | 19.9           | 158.8 | 60  | 270  | 18.00        | 18.00       | 5.50E+18       | 6.43 | 0.50          |
| KGS-26 | 30.5274 | 130.4463 | 0              | 20.3           | 198.9 | 60  | 270  | 110.80       | 23.48       | 4.00E+20       | 7.67 | 4.49          |
| KGS-27 | 29.8427 | 129.6970 | 0              | 19.5           | 32.8  | 45  | 90   | 36.75        | 27.63       | 5.70E+19       | 7.11 | 1.65          |

#### (d) 今年度成果と今後の課題

##### 1) 平成 29 年度成果

南西諸島北部海域及び九州西岸地域における断層モデルの設定方法について検討し、断層モデルの構築を行った。これにより、南西諸島海域及び九州西岸海域の断層モデルの設定が完了した。但し、プレート沈み込みに関係すると思われる断層（分岐断層）については、南海トラフ等の分岐断層の検討を踏まえてモデル化するため今年度の作業としては実施していない。また、サブテーマ（２）によりデータが追加・更新された場合には断層モデルもそれにともない、追加・更新する予定である。具体的な成果については次の通りである。

- ・ 南西諸島北部～九州西岸海域の断層モデル群を作成した（211 断層、2 パターン：断層下端深度をコンラッド面とした場合及び不確定性を考慮して断層幅に 5 km を加算した場合）。
- ・ 奄美大島西方沖に位置する密集した断層群について、主断層の抽出方法とモデル化方法を検討し、代表モデルを作成した。
- ・ 断層下端深度の不確定性の検討を踏まえた波源断層モデル群を作成し、甕島付近の断層を例に、沿岸への津波の影響（sensitivity）を評価した。

以上により、断層下端は熊本地震の震源断層モデルを基に、地震本部の「長期評価部会」及び「海域活断層評価手法等検討分科会」で議論された断層下端深度の設定方法について、考え方を整理した。また、下端深度をコンラッド面として設定した場合と断層幅に 5 km を加算して下端深度を設定した場合それぞれにおける津波高さの感度解析を実施した。感度解析の結果、断層下端深度が浅い断層のほうが断層幅に 5 km を加算する影響が大きい。今回の検討では、断層下端深度によらず、断層幅に 5 km を加算した断層モデルを認識論的不確定性として考慮した。一方、偶然的な不確定性としては、平均すべり量にスケーリング平均値 $+\sigma$ を考慮した。

なお、ここで設定した断層モデルは、サブテーマ（１）のデータベース作成のために整理し提供する予定である。

##### 2) 平成 30 年度予定

平成 29 年度にサブテーマ（２）で断層の抽出が行われた伊豆・小笠原海域、相模トラフ、三重会合点周辺の領域から、プレート沈み込みに関係していると思われる断層を除き、断層モデルの設定方法の検討及び断層モデルの構築を行う。具体的には以下のような作業内容とする。

- ・ 断層モデルを設定する範囲としては島弧及び火山フロント、小笠原海嶺、小笠原諸島、銭洲海嶺の周辺を主とし、相模湾西側の断層、三浦半島及び鴨川低地の陸域断層の海域延長についても検討の対象とする。



- ・ 小笠原海溝の OUTER LAIDS の断層及び前述のモデル化の対象については、その地域の断層の特徴を代表するもので、規模が比較的大きなものを選び、周辺の有人島の沿岸に対する津波の影響について評価を行う。

#### (e) 引用文献

- Abe, K., Magnitudes of Large Shallow Earthquakes from 1904 to 1980, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 27, 72-92, 1981.
- 安藤雅孝, 房総沖地震 (1953) の断層モデル, 地震学会講演予稿集, 2, 49, 1971.
- 青井真, 地震観測データから見た熊本地震, 「平成 28 年 (2016 年) 熊本地震」緊急報告会～防災科学技術研究所 この 1 週間の取り組み～ (平成 28 年 4 月 24 日開催), 講演資料, 2016. <http://www.bosai.go.jp/event/2016/20160424.html>
- Asano, K. and T. Iwata., Source rupture processes of the foreshock and mainshock in the 2016 Kumamoto earthquake sequence estimates from the kinematic waveform inversion of strong motion data, *Earth, Planets and Space*, 68:147, 2016.
- 防災科学技術研究所資料, 第 211 回地震予知連絡会の活動報告 (2016 年 5 月 18 日), 2016. <http://cais.gsi.go.jp/YOCHIREN/activity/211/211.html>
- 地質調査所, 1974 年伊豆半島沖地震の断層とその地震後の運動 (中間報告), 地震予知連絡会会報, 12, 93-98, 1974.
- Fukahata, Y. and M. Hashimoto, Simultaneous estimation of the dip angles and slip distribution on the faults of the 2016 Kumamoto earthquake through a weak nonlinear inversion of InSAR data, *Earth, Planets and Space*, 68:204, 2016.
- 羽鳥徳太郎, 房総沖における津波の規模-1984 年 9 月 19 日房総半島南東沖津波-, 地震, 2, 40, 205-211, 1987.
- 羽鳥徳太郎, 房総沖における津波の波源-延宝 (1677 年)・元禄 (1703 年)・1953 年房総沖津波の規模と波源域の推定-, 地震研究所彙報, 50, 83-91, 1975.
- Hussong, D. M. and S., Uyeda, Tectonic processes and the history of the Mariana Arc: a synthesis of the results of Deep Sea Drilling Project Leg 60. In *Init. Repts. DSDP*, 60; Washington (U.S. Govt. Printing Office), 909-929, 1982.
- 井上宇胤, 房総沖地震調査報告, 験震時報, 19, 2, 42-70. 1954.
- 入倉孝次郎, 三宅弘恵, シナリオ地震の強震動予測, 地学雑誌, 110, 849-875, 2001.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 石廊崎断層の長期評価, 4p, 2015a.

地震調査研究推進本部地震調査委員会，稲取断層帯の長期評価，2015b.

地震調査研究推進本部地震調査委員会，布田川断層帯・日奈久断層帯の長期評価，2013a.

地震調査研究推進本部地震調査委員会，甕断層帯の長期評価，2013b.

地震調査研究推進本部地震調査委員会，「活断層の長期評価手法」報告書（暫定版），117，2010.

地震調査研究推進本部地震調査委員会，三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価（第二版）について，2011.

地震本部地震調査委員会，震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）（平成 21 年 12 月 21 日改定），2009.

Karig, D.E., Structural history of the Mariana Island Src system. Geol. Soc. Amer. Bull., 82, 323-344, 1971.

Karig, D.E. and G.F., Moore, Tectonic complexities in the Bonin arc system. Tectonophys. 27, 97-118, 1975.

Kato, A., K. Nakamura, and Y., Hiyama, The 2016 Kumamoto earthquake sequence, Proc. Jpn. Acad., Ser. B 92, 358-371, 2016.

気象庁，地震火山月報（防災編），2010.

気象庁地震課，静岡地方気象台，石廊崎測候所，1974 年伊豆半島沖地震調査報告，駿震時報, 39, 89-120, 1975.

気象庁地震予知情報課，1984 年 9 月 19 日房総半島南東沖の地震，地震予知連絡会会報, 33, 111-115, 1985.

額田一起，小林広明，三宅弘恵，2016 年 4 月 14・16 日熊本地震の震源過程，2016.

<http://taro.eri.u-tokyo.ac.jp/saigai/2016kumamoto/index.html>

久保久彦，鈴木亘，青井真，関口春子，近地強震記録を用いた平成 28 年（2016 年）熊本地震（4 月 16 日 1 時 25 分、M7.3）の震源インバージョン解析（2016/8/9 再改定版），2016.

[http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/topics/Kumamoto\\_20160416/inversion/](http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/topics/Kumamoto_20160416/inversion/)

牧正，1972 年 12 月 4 日八丈島東方沖地震のメカニズム，地震学会講演予稿集, No. 2, 96, 1975.

- 眞鍋勇, 沈み込み帯の海側斜面に発達する活構造 -伊豆・小笠原海溝とマリアナ海溝を例に-, 千葉大学理学部卒業論文, 2012.
- Masson, D.C., Fault patterns at outer trench walls. *Marine Geophysical Research*, 13, 209-225, 1991.
- 松田磐余, 田村俊和, 1974 年伊豆半島沖地震の地震断層とそれにもなう被害, *地学雑誌*, 83, 270-276, 1974.
- 村井勇、角田信子、辻村芳子, 1978 年伊豆大島近海地震の被害・深度と震源断層, *地震研究所彙報*, 53, 1025-1068, 1978.
- 村井勇, 金子史郎, 南関東のネオテクトニクス・ノート, 関東大地震 50 周年論文集, 東京大学地震研究所, 125-145, 1973.
- 長宗留男, 1978 年伊豆大島近海地震の震源過程, *地震*, 2, 33, 71-78, 1980.
- 中西正男, 北西大西洋の海溝付近における海洋プレートの屈曲によって生じる断層地形, *地学雑誌*, 126, 2, 125-146, 2017.
- Nakanishi, M., Bending-related topographic structures of the subducting plate in the northwestern Pacific Ocean. in *Accretionary Prisms and Convergent Margin Tectonics in the Northwest Pacific Basin* edited by Ogawa, Y., Anma, R. and Dilek, Y., *Modern Approaches in Solid Earth Sciences*, Springer Science+Business Media B.V., 1-38, 2011.
- 岡田義光, 地殻歪から見た 1978 年伊豆大島近海地震, *地震研究所彙報*, 53, 823-840, 1978.
- Seno, T. and T. Takano, Seismotectonics at the Trench Triple Junction off Central Honshu, *Pure Appl. Geophys*, 1987.
- Shimazaki, K. and Paul Somerville, Summary of the Static and Dynamic Parameters of the Izu-Oshima-Kikai Earthquake of January 14, 1978. *Bull. Earthq. Res. Inst.*, 53, 613-628, 1978.
- 多田堯, 1974 年伊豆半島沖地震の測地学的断層モデル, *地震*, 2, 29, 117-126, 1976.
- 武村雅之, 日本列島における地殻内地震のスケーリング則 - 地震断層の影響および地震被害との関連 -, *地震*, 2, 51, 211-228, 1998.
- 玉木賢策, 日本海の形成機構 -新しい背弧海盆拡大モデル-, *科学*, 62, 720-729, 1992.
- 玉木賢策, 井上英二, 湯浅真人, 棚橋学, 本座栄一, 小笠原弧の第四紀背弧拡大活動の可能性について, *地球*, 3, 421-432, 1981.
- 東京大学地震研究所構造地質部門, 伊豆半島の地震断層, *地震予知連絡会会報*, 12, 86-92, 1974.

土隆一， 宇津徳治， 1974 年伊豆半島沖地震について - 地震と災害の特徴-, 静岡大学地球科学研究報告 1, 11-21, 1975.

Yamazaki, T., F. Murakami and E. Saito, Asymmetric rifting of the northern Mariana Trough. 29th IGC, Abstracts, 124, 1992.

山崎俊嗣， 湯浅真人， マリアナ・トラフ北部の拡大過程の研究-「しんかい 6500」第 142 潜航概要報告-, しんかいシンポジウム報告書, 151-159, 1993.

Yoshida, F., K., Miyakoshi, K., Somei and K. Irikura, “Source process of the 2016 Kumamoto earthquake (Mj7.3) inferred from kinematic inversion of strong-motion records”, Earth, Planets and Space, 64-69, 2017.

吉井敏剋， 日本列島付近の地球物理データのコンパイル（I）, 東大地震研彙報, 54, 75-117, 1979.

湯浅真人， 村上文敏， 小笠原弧の地形・地質と孺婦岩構造線, 地学雑誌, 94-2, 47-65, 1985.

## 付録： 甌島南部の断層モデルについての検討

### 1. 検討概要

九州内陸及び陸域に近い海域では、地震調査研究推進本部の長期評価による断層トレースが公表されている。また、原子力発電所の評価において調査された断層トレースも電力会社によって公表されている。九州西岸において、断層モデルを設定する際には、これら既往の断層との関係を把握し、陸域の断層との連動性についても検討していく必要がある。特に、サブテーマ（２）では、水深の浅い海域でのデータが得られていないため、これら、既往調査の結果を踏まえておく必要がある。

地震本部による九州地方の長期評価、甌断層帯及び市来断層帯の長期評価、九州電力による甌島及び鹿児島県西岸周辺の断層調査の結果と本プロジェクトの断層データの比較を行った（図 1）。図 1 の赤枠で示した範囲について、サブテーマ（２）による断層データと地震本部による市来断層帯及び甌断層帯の長期評価（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2013a 及び 2013b）、九州電力による川内原発周辺の活断層調査結果（九州電力，2014b）との比較を図 2 に示す。図 2 から確認できる各断層トレースの特徴の違いをまとめる。







### 【甌断層帯】

- ・サブテーマ（２）において長期評価の上甌島北東沖区間と対応する断層は設定されていない。
- ・サブテーマ（２）において、長期評価の辻の堂断層を含む区間と対応する断層は設定されていない。ただし、サブテーマ（２）では上甌島北東沖区間及び辻の堂断層を含む区間の近傍に平行して存在する横ずれ断層が設定されており、横ずれ断層は、長期評価における上甌島北東沖区間と同様に、おおむね北東―南西の走向である。なお、この部分には長期評価及び九州電力の断層は設定されていない。
- ・長期評価の甌区間については、ほぼ一致する断層がサブテーマ（２）においても確認されている。ただし、断層の南西端の位置は長期評価及び九州電力の調査結果より長く延びており、北東端は走向が異なっている。
- ・サブテーマ（２）では甌島の西側に長い正断層が確認されているが、この部分には長期評価及び九州電力の断層は設定されていない。

### 【市来断層帯】

- ・長期評価の甌海峡中央区間については、この区間の中央部から南西側にかけてはサブテーマ（２）において断層が確認されているが、サブテーマ（２）では北側には断層は確認されていない。
- ・長期評価の市来区間の東端は陸域にあり、西側は海域に延長しているが、この海域部分について、サブテーマ（２）の断層は確認されていない。
- ・長期評価の吹上浜西方沖区間にはこれと一致するような正断層がサブテーマ（２）で確認されている。それに加えてサブテーマ（２）ではその正断層の近傍に２条の横ずれ断層が確認されている。

この海域の活断層について、津波や地震動の影響を評価した、九州電力による川内発電所の基準地震動及び基準津波の検討がある（九州電力 2013, 2014a 及び 2014b）。この検討に用いられた断層分布とサブテーマ（２）による断層分布の比較を次の図 3 に示す。



## 2. 九州電力 川内原子力発電所設置許可変更申請における基準津波の策定

※以下、「川内原子力発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書（1号及び2号発電用原子炉施設の変更）」（九州電力，2013）及び「原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合」（九州電力，2014a 及び 2014b）を引用し、まとめる。

### （1）海域活断層による地殻内地震に伴う津波

#### （a）海域活断層

海域活断層による地殻内地震に伴う津波については、九州電力の調査結果及び地震本部における評価に基づき、津波波源を設定し、簡易予測式による津波高の検討から、発電所に及ぼす影響が大きいと考えられる津波波源を抽出することとしている。抽出した津波波源について、不確かさを考慮したパラメータスタディにより、安全側の津波高を評価する。発電所敷地周辺の海域活断層の津波波源を図4に示す。



敷地周辺の海域活断層の津波波源

図4 敷地周辺の海域活断層の津波波源（九州電力，2013）



(b) 簡易予測式による津波高の検討

Abe(1989)の簡易予測式による津波高の比較により、発電所に及ぼす影響が大きいと考えられる津波波源を抽出する。具体的には、市来断層帯市来区間、甕断層帯甕区間① ②、市来断層帯甕海峡中央区間、甕島北方断層、甕島西方断層及び長崎海脚断層による地震を、数値シミュレーションによる津波評価の検討対象として抽出している（表 1）。

表 1 Abe(1989)の簡易予測式による推定津波高（九州電力，2013）

表 阿部(1989)の簡易予測式による推定津波高

| 断層名               | 断層長さ<br>(km) | 断層幅<br>(km) | すべり量<br>(m) | 地震<br>モーメント<br>(N・m)  | モーメント<br>マグニチュード | 津波の<br>伝播距離<br>(km) | 推定<br>津波高<br>(m) |
|-------------------|--------------|-------------|-------------|-----------------------|------------------|---------------------|------------------|
| 市来断層帯<br>市来区間     | 24.6         | 15.0        | 2.04        | $1.22 \times 10^{19}$ | 6.7              | 11                  | 1.1              |
| 甕断層帯<br>甕区間①      | 40.8         | 15.0        | 3.39        | $7.26 \times 10^{19}$ | 7.2              | 26                  | 1.6              |
| 甕断層帯<br>甕区間②      | 42.8         | 15.0        | 3.56        | $8.01 \times 10^{19}$ | 7.2              | 25                  | 1.8              |
| 市来断層帯<br>甕海峡中央区間  | 37.8         | 15.0        | 3.14        | $6.22 \times 10^{19}$ | 7.1              | 28                  | 1.3              |
| 市来断層帯<br>吹上浜西方沖区間 | 20.2         | 13.5        | 1.68        | $1.60 \times 10^{19}$ | 6.7              | 30                  | 0.5              |
| F-E 断層            | 9.1          | 6.0         | 0.75        | $1.45 \times 10^{18}$ | 6.0              | 22                  | 0.1              |
| F-F 断層            | 18.0         | 12.0        | 1.49        | $1.13 \times 10^{19}$ | 6.6              | 27                  | 0.5              |
| 甕島北方断層            | 28.1         | 15.0        | 2.34        | $3.45 \times 10^{19}$ | 7.0              | 34                  | 0.8              |
| 甕島西方断層            | 65.9         | 15.0        | 5.48        | $1.90 \times 10^{20}$ | 7.5              | 57                  | 1.4              |
| 長崎海脚断層            | 86.3         | 15.0        | 7.18        | $3.25 \times 10^{20}$ | 7.6              | 80                  | 1.4              |
| 男女海盆北方断層          | 50.0         | 15.0        | 4.15        | $1.09 \times 10^{20}$ | 7.3              | 103                 | 0.5              |
| 男女海盆断層            | 51.0         | 15.0        | 4.24        | $1.14 \times 10^{20}$ | 7.3              | 105                 | 0.5              |

:数値シミュレーション対象断層

(c) 津波波源の設定とパラメータスタディ

検討対象として抽出した津波波源について、土木学会（2002）を参考に、不確かさを考慮したパラメータスタディを実施している。

すべり量については、断層長さから、武村（1998）及び Kanamori（1977）を基に算出することとしている。傾斜角は、調査結果に基づき設定し、不明な場合は  $45^{\circ} \sim 90^{\circ}$

として設定している。すべり角は、広域応力場の T 軸（135° ～180° ）及び傾斜角・走向から、高角となるすべり角を設定する。断層上端深度は、0 km を基本ケースとし、最大水位変動量が最も大きいケースにおいては、0 km 及び 2.5km を設定している（図 5）。

## 参考 パラメータスタディ

o 数値シミュレーションによるパラメータスタディは以下の方法により実施した。

| 項目    | 内容                                                                                   |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| ①傾斜角  | 調査結果に基づき設定、不明な場合は45° ～90°                                                            |
| ②すべり角 | 広域応力場T軸(135° ～180° )及び傾斜角・走向から、高角となるすべり角を設定                                          |
| ③上縁深さ | 0kmを基本ケースとし、パラメータスタディの最大ケースについて2.5kmで実施(5kmについては既往の評価結果から0km、2.5kmに比べ十分小さいことから実施しない) |

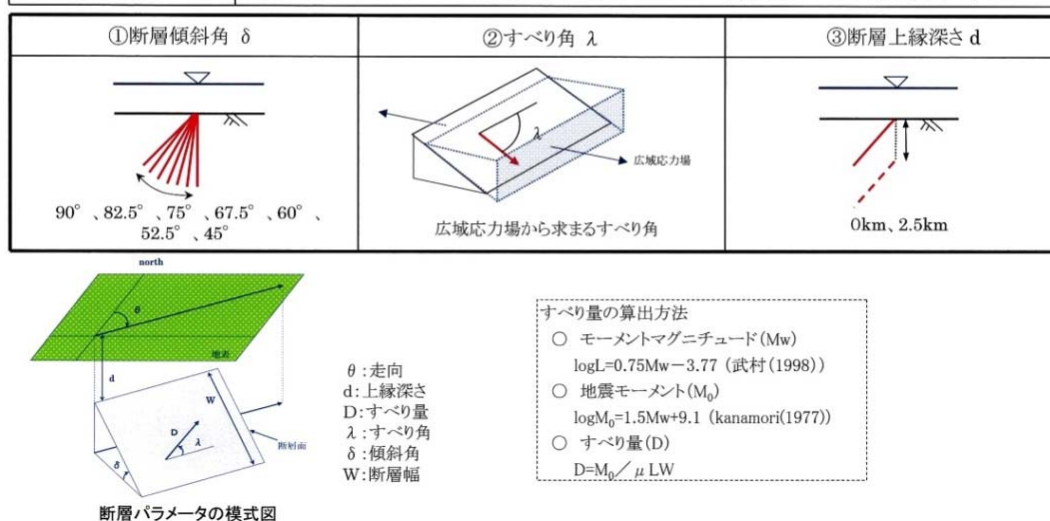


図 5 九州電力の検討における断層パラメータの設定方法

### (d) 数値シミュレーション

九州電力の検討では弾性体理論により海面変位を算定し、非線形長波理論に基づき平面二次元の差分法を用いて数値シミュレーションにより津波計算を行っている。

パラメータスタディの結果、海域活断層の中では、長崎海脚断層が最大津波高を示し、甕断層帯による津波高(表 2 中の青枠)は長崎海脚断層(表 2 中の赤枠(最大値))の 7 割程度にとどまっている。

表2 海域活断層の地震による津波の評価結果（九州電力，2014a）

## 海域活断層の地震による津波の評価結果

o 不確かさを考慮したパラメータスタディから、海域活断層による地殻内地震に伴う地震による津波のうち、長崎海脚断層による地殻内地震に伴う津波が、最も安全側となった。

## パラメータスタディの結果

| 断層名<br>(長さ)                          | 落ちの<br>方向<br>(走向)                      | 傾斜角<br>(°) | T 軸<br>(°) | すべり量<br>(cm) | 取水口位置での<br>最大水位変動量<br>(初期潮位: T.P. ± 0.00m) |       |                    |  |
|--------------------------------------|----------------------------------------|------------|------------|--------------|--------------------------------------------|-------|--------------------|--|
|                                      |                                        |            |            |              | 上緑深さ<br>(km)                               |       | 上昇側(m)      下降側(m) |  |
|                                      |                                        |            |            |              |                                            |       |                    |  |
| 市来<br>断層帯<br>市来区間<br>(24.6km)        | 南<br>(90.43°)                          | 90         | 135-180    | 204          | 0.0                                        | +0.79 | -0.96              |  |
|                                      |                                        | 82.5       |            | 202          | 0.0                                        | +0.82 | -1.02              |  |
|                                      |                                        | 75         |            | 197          | 0.0                                        | +0.81 | -0.99              |  |
|                                      |                                        | 67.5       |            | 189          | 0.0                                        | +0.78 | -0.91              |  |
|                                      |                                        | 60         |            | 177          | 0.0                                        | +0.73 | -0.80              |  |
|                                      |                                        | 52.5       |            | 162          | 0.0                                        | +0.67 | -0.68              |  |
|                                      |                                        | 45         |            | 144          | 0.0                                        | +0.58 | -0.55              |  |
| 氈断層帯<br>氈区間①<br>(40.8km)             | 東<br>(56.17°)<br>(32.97°)<br>(83.74°)  | 90         | 135-180    | 339          | 0.0                                        | +1.27 | -1.22              |  |
|                                      |                                        | 82.5       |            | 336          | 0.0                                        | +1.50 | -1.17              |  |
|                                      |                                        | 75         |            | 328          | 0.0                                        | +1.72 | -1.28              |  |
|                                      |                                        | 67.5       |            | 313          | 0.0                                        | +1.78 | -1.35              |  |
|                                      |                                        | 60         |            | 294          | 0.0                                        | +1.81 | -1.39              |  |
|                                      |                                        | 52.5       |            | 269          | 0.0                                        | +1.79 | -1.39              |  |
|                                      |                                        | 45         |            | 240          | 0.0                                        | +1.68 | -1.34              |  |
| 氈断層帯<br>氈区間②<br>(42.8km)             | 東<br>(56.17°)<br>(33.02°)<br>(101.07°) | 90         | 135-180    | 356          | 0.0                                        | +1.43 | -1.18              |  |
|                                      |                                        | 82.5       |            | 353          | 0.0                                        | +1.63 | -1.32              |  |
|                                      |                                        | 75         |            | 344          | 0.0                                        | +1.74 | -1.39              |  |
|                                      |                                        | 67.5       |            | 329          | 0.0                                        | +1.78 | -1.39              |  |
|                                      |                                        | 60         |            | 308          | 0.0                                        | +1.78 | -1.38              |  |
|                                      |                                        | 52.5       |            | 283          | 0.0                                        | +1.75 | -1.36              |  |
|                                      |                                        | 45         |            | 252          | 0.0                                        | +1.68 | -1.30              |  |
| 市来<br>断層帯<br>氈海峡<br>中央区間<br>(37.8km) | 東<br>(31.46°)                          | 90         | 135-180    | 314          | 0.0                                        | +1.16 | -1.27              |  |
|                                      |                                        | 82.5       |            | 311          | 0.0                                        | +1.38 | -1.42              |  |
|                                      |                                        | 75         |            | 303          | 0.0                                        | +1.45 | -1.46              |  |
|                                      |                                        | 67.5       |            | 290          | 0.0                                        | +1.41 | -1.40              |  |
|                                      |                                        | 60         |            | 272          | 0.0                                        | +1.35 | -1.33              |  |
|                                      |                                        | 52.5       |            | 249          | 0.0                                        | +1.27 | -1.24              |  |
|                                      |                                        | 45         |            | 222          | 0.0                                        | +1.13 | -1.10              |  |

| 断層名<br>(長さ)        | 落ちの<br>方向<br>(走向)                        | 傾斜角<br>(°) | T 軸<br>(°) | すべり量<br>(cm) | 取水口位置での<br>最大水位変動量<br>(初期潮位: T.P. ± 0.00m) |       |                    |  |
|--------------------|------------------------------------------|------------|------------|--------------|--------------------------------------------|-------|--------------------|--|
|                    |                                          |            |            |              | 上緑深さ<br>(km)                               |       | 上昇側(m)      下降側(m) |  |
|                    |                                          |            |            |              |                                            |       |                    |  |
| 氈島北方断層<br>(28.1km) | 西<br>(225.88°)                           | 90         | 135-180    | 234          | 0.0                                        | +1.31 | -1.38              |  |
|                    |                                          | 82.5       |            | 232          | 0.0                                        | +1.58 | -1.59              |  |
|                    |                                          | 75         |            | 226          | 0.0                                        | +1.75 | -1.73              |  |
|                    |                                          | 67.5       |            | 216          | 0.0                                        | +1.77 | -1.68              |  |
|                    |                                          | 60         |            | 202          | 0.0                                        | +1.75 | -1.59              |  |
|                    |                                          | 52.5       |            | 185          | 0.0                                        | +1.69 | -1.46              |  |
|                    |                                          | 45         |            | 165          | 0.0                                        | +1.53 | -1.26              |  |
| 氈島西方断層<br>(65.9km) | 西<br>(188.31°)<br>(214.94°)<br>(245.13°) | 90         | 135-180    | 548          | 0.0                                        | +1.64 | -1.48              |  |
|                    |                                          | 82.5       |            | 544          | 0.0                                        | +1.72 | -1.66              |  |
|                    |                                          | 75         |            | 530          | 0.0                                        | +1.78 | -1.71              |  |
|                    |                                          | 67.5       |            | 506          | 0.0                                        | +1.72 | -1.65              |  |
|                    |                                          | 60         |            | 475          | 0.0                                        | +1.66 | -1.62              |  |
|                    |                                          | 52.5       |            | 435          | 0.0                                        | +1.59 | -1.54              |  |
|                    |                                          | 45         |            | 388          | 0.0                                        | +1.51 | -1.46              |  |
| 長崎海脚断層<br>(86.3km) | 東<br>(40.41°)                            | 90         | 135-180    | 718          | 0.0                                        | +1.96 | -1.34              |  |
|                    |                                          | 82.5       |            | 712          | 0.0                                        | +2.03 | -1.69              |  |
|                    |                                          | 75         |            | 693          | 0.0                                        | +2.13 | -1.92              |  |
|                    |                                          | 67.5       |            | 2.5          | +2.24                                      | —     |                    |  |
|                    |                                          | 60         |            | 663          | 0.0                                        | +2.09 | -1.98              |  |
|                    |                                          | 52.5       |            | 622          | 0.0                                        | +2.00 | -2.06              |  |
|                    |                                          | 45         |            | 570          | 0.0                                        | +1.93 | -2.10              |  |
|                    | 2.5                                      | —          | -2.21      |              |                                            |       |                    |  |
|                    | 45                                       | 508        | 0.0        | +1.87        | -2.09                                      |       |                    |  |

最大ケース

## (2) 基準津波の策定

九州電力ではこの他にプレート境界地震による津波として、南海トラフと琉球海溝の境界で発生する地震による津波について検討している（図6）。

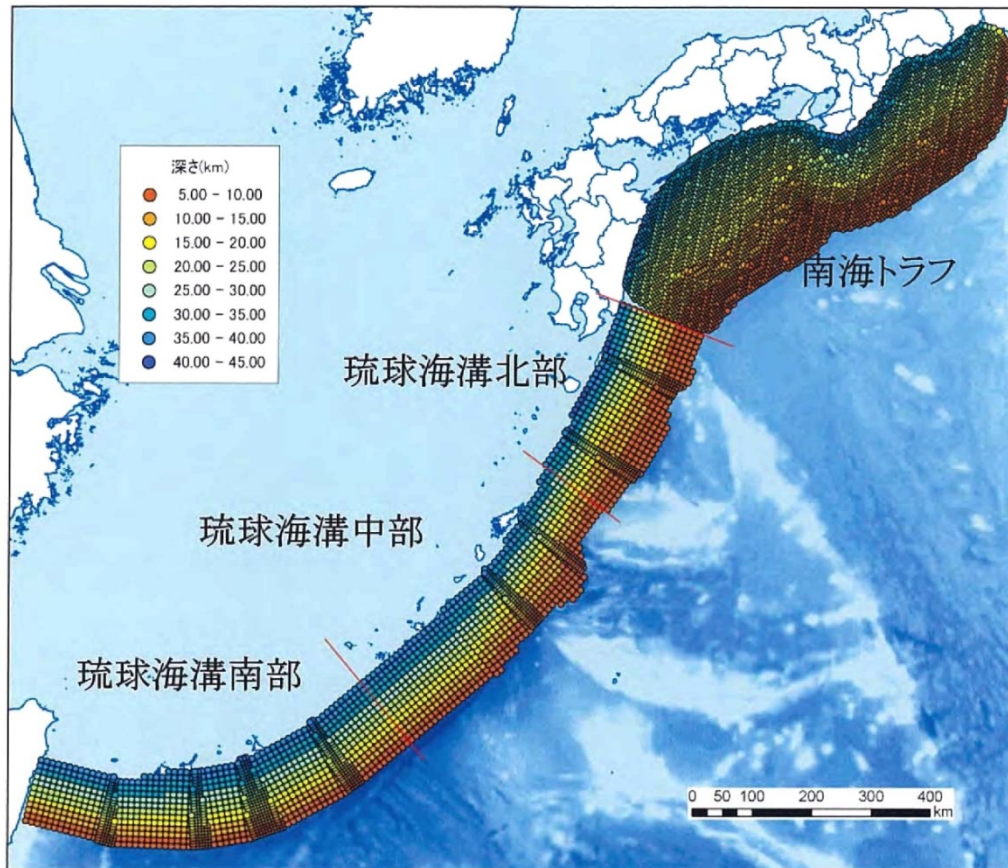
南海トラフ領域および琉球海溝領域のプレート面形状については表 3（九州電力、2014a）のように設定している。

表3 琉球海溝領域のプレート面形状の設定（九州電力，2014a）

- 南海トラフ領域のプレート面形状は、内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会(2012)」に基づき設定する。
- 琉球海溝領域のプレート面形状は、下表により設定する。

|         |                                                                                                  |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 海溝軸     | 日向灘および南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価について(地震調査研究推進本部, H16.2)                                                  |
| 50km深度  | 地震ハザードステーションJ-SHIS(防災科学技術研究所(NIED))                                                              |
| プレート面形状 | 北側は海洋研究開発機構(JAMSTEC)、南側は海溝軸深度を6kmとして深度50kmまでの距離から求まる傾斜角を深さ方向に一律に設定。北側と南側の間はプレート形状が滑らかに入り合うように設定。 |
| 小断層サイズ  | (南海トラフ領域)概ね5km×5km、(琉球海溝領域)概ね10km×10km、及び5km×5km                                                 |





南海トラフ～琉球海溝におけるスラブ面形状

図6 南海トラフ～琉球海溝におけるスラブ面形状と地域区分

#### (a) プレート境界で発生する地震の検討

破壊様式は、断層面の同時破壊を基本とし、不確かさとして破壊伝播を考慮した検討を行っている（ケース②）。その際の破壊開始点については、大すべり域における中心位置及び発電所から遠い位置に設定している。想定規模としては、琉球海溝の海溝軸付近での固着域が東北地方太平洋沖地震規模の大きさを破壊する場合を想定し、琉球海溝北部～ 琉球海溝中部までの範囲を断層面積とした津波波源を設定している。

#### (b) 基準津波の策定

想定した海域活断層の地震及びプレート境界の地震による津波のうち、発電所に大きな影響を及ぼす恐れがある津波として、琉球海溝におけるプレート間地震（Mw9.1）に伴う津波を選定し、基準津波とした（表4）。

表 4 想定した津波ごとの最大水位変動量（九州電力，2013）

第 7.7.6.1 表 想定した津波毎の最大水位変動量

| 津波波源                           | 取水口位置での最大水位変動量<br>(初期潮位:T.P.±0.00m) |         |
|--------------------------------|-------------------------------------|---------|
|                                | 上昇側 (m)                             | 下降側 (m) |
| プレート間地震<br>(琉球海溝(Mw9.1))       | +3.52                               | -3.80   |
| 海域活断層<br>(長崎海脚断層)              | +2.24                               | -2.21   |
| 海底地すべり                         | +0.34                               | -0.36   |
| 海域活断層(長崎海脚断層)と<br>海底地すべりの組み合わせ | +2.26                               | -2.19   |

このような既往の検討事例やサブテーマ（２）による断層分布を踏まえ、想定される津波の影響について検討する。



### 3. 甕断層帯の北方海域の横ずれ断層群について

サブテーマ（２）で示された断層トレースで、既往調査による断層分布と異なる点のうち特徴的なものの一つとして、甕断層帯の北方の海域に北北東－南南西走向の横ずれ断層群が示されていることが挙げられる（図２：青い点線枠）。この周辺の九州電力による評価を図７に示す。

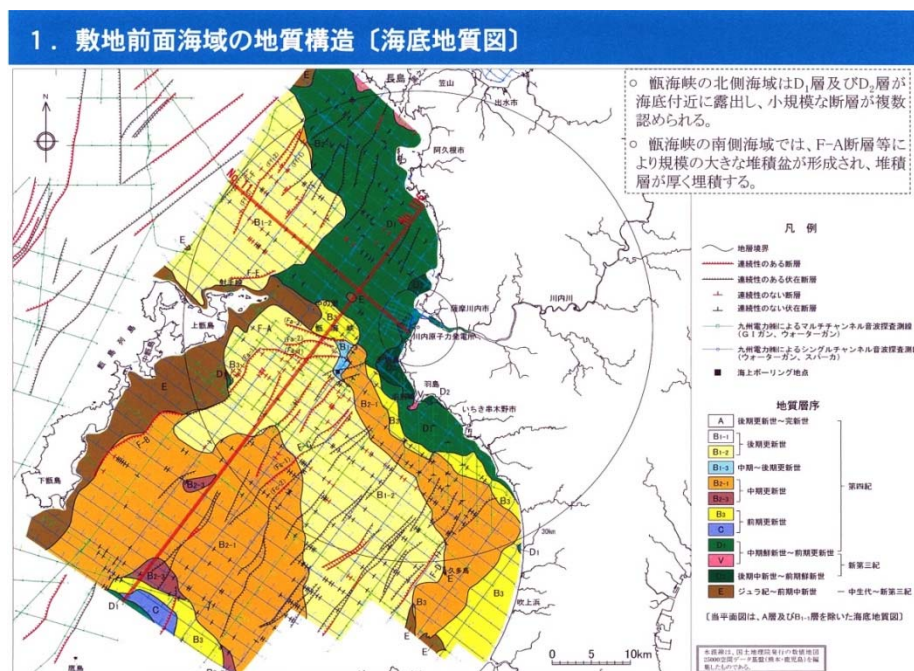


図７ 九州電力による断層分布図及び側線図（九州電力，2014b）

九州電力による評価では、サブテーマ（２）の横ずれ断層群の分布域には、連続性のない断層が分布するのみであるとしている。

横ずれ断層群についての、サブテーマ（２）と九州電力の扱い方の違いについては、断層認定に使用しているデータの性格・質・量により、判断が異なることが考えられる。これは、認識論的不確定性として扱うべき課題であると考えられる。

#### ・考慮すべき断層が「ある」とする場合の理由づけ

九州電力は海底面下の浅部を対象とした探査で連続性のない断層と評価しているが、サブテーマ（２）で、より深い探査断面で断層が確認されているということを前提として考えるならば、「震源ないし波源として考慮すべき連続した活断層は存在するが、全域では

海底面直下までは延びていない」あるいは「考慮すべき断層は存在するが砂堆形成のような後からの堆積物の擾乱により、全域の海底面直下で確認することは難しい」と考える。

- ・ 考慮すべき断層が「ない」とする場合の理由づけ

九州電力は海底面下の浅部を対象とした探査で連続性のない断層と評価していること、実施された探査の測線がそれなりに密であることを前提とするならば、それに対して、探査深度は大きくても、密度が低い測線のデータをもとに、「考慮すべき連続性のある活断層が存在すると判断することは難しい」と考える。

これら、横ずれ断層群を考慮すべきか否かの認識論的不確定性の影響も含め、次の章で述べる津波予測計算で検討し、比較した。

#### 4. 断層モデルを用いた津波の試計算

##### (1) 津波予測計算

津波予測計算は表 1 に示すように最小 150m メッシュの地形モデルで実施した。

津波予測計算の評価点（図 8）は川内発電所近傍の海岸における 1 地点とした。

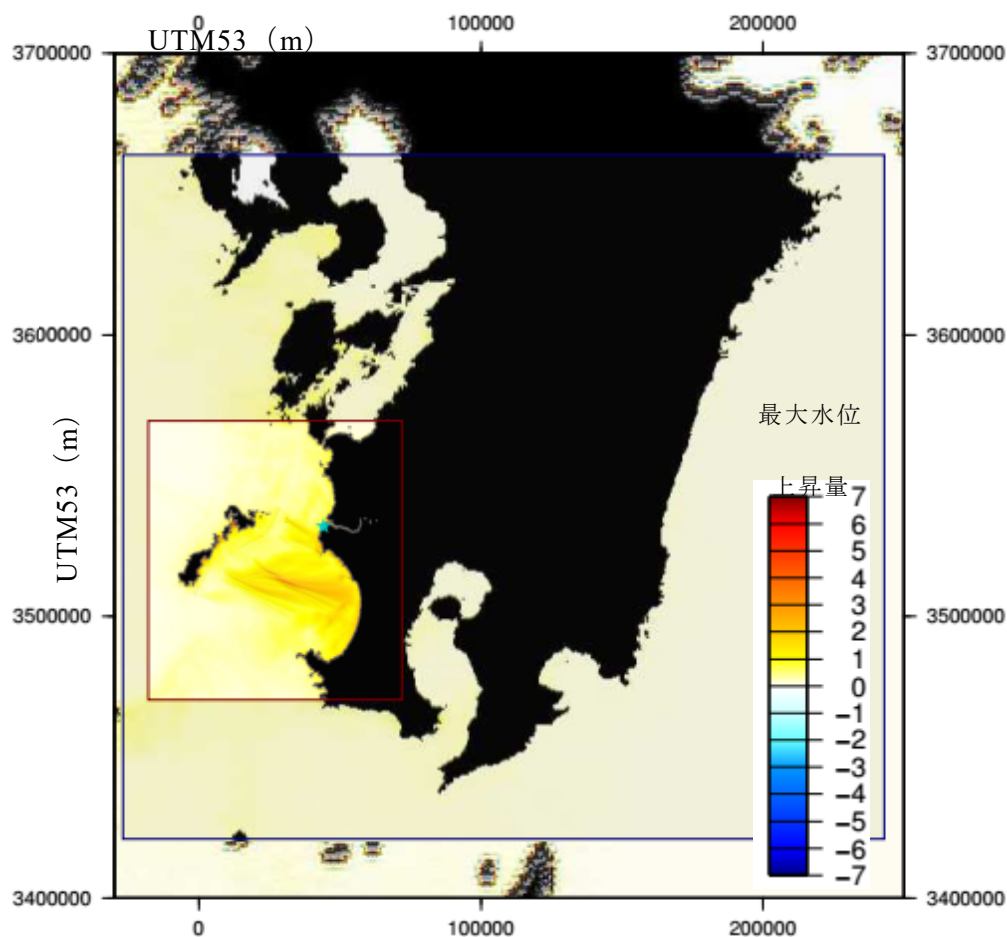


図 8 津波予測計算の評価点と最大水位上昇量分布の例

計算に用いた断層モデルは表 5 に示す 26 モデルであり、このうち KSK から始まるモデルはサブテーマ（2）から設定するモデル、Koshiki から始まるモデルは九州電力の断層モデルを参照したものである。

表5 計算を実施した断層モデル

| モデル名                     | lat.(deg) | lon.(deg) | top(km) | bottom(km) | strike(deg) | dip(deg) | rake(deg) | L(km) | W(km) | total L(km) | total S(km**2) | D(m) | Mw   |
|--------------------------|-----------|-----------|---------|------------|-------------|----------|-----------|-------|-------|-------------|----------------|------|------|
| KSK-02-1f-N-irikura      | 31.57328  | 129.6998  | 0       | 15         | 41.7        | 60       | 270       | 43.14 | 17.32 | 43.14       | 747.1848       | 1.19 | 6.93 |
| KSK-02-1f-N-takemura     | 31.57328  | 129.6998  | 0       | 15         | 41.7        | 60       | 270       | 43.14 | 17.32 | 43.14       | 747.1848       | 3.11 | 7.21 |
| KSK-02-3f-N-irikura      | 31.57328  | 129.6998  | 0       | 15         | 29.1        | 60       | 270       | 15.18 | 17.32 | 45.15       | 781.998        | 1.24 | 6.95 |
|                          | 31.69252  | 129.7786  | 0       | 15         | 62.9        | 60       | 270       | 17.93 | 17.32 |             |                | 1.24 |      |
|                          | 31.76499  | 129.9478  | 0       | 15         | 28.4        | 60       | 270       | 12.04 | 17.32 |             |                | 1.24 |      |
| KSK-02-3f-N-takemura     | 31.57328  | 129.6998  | 0       | 15         | 29.1        | 60       | 270       | 15.18 | 17.32 | 45.15       | 781.998        | 3.25 | 7.23 |
|                          | 31.69252  | 129.7786  | 0       | 15         | 62.9        | 60       | 270       | 17.93 | 17.32 |             |                | 3.25 |      |
|                          | 31.76499  | 129.9478  | 0       | 15         | 28.4        | 60       | 270       | 12.04 | 17.32 |             |                | 3.25 |      |
| KSK-39-irikura           | 31.87006  | 130.0179  | 0       | 15         | 24.9        | 90       | 180       | 14.1  | 15    | 14.1        | 211.5          | 0.39 | 6.24 |
| KSK-39-takemura          | 31.87006  | 130.0179  | 0       | 15         | 24.9        | 90       | 180       | 14.1  | 15    | 14.1        | 211.5          | 1.17 | 6.56 |
| KSK-02-1f-SS-irikura     | 31.57328  | 129.6998  | 0       | 15         | 41.7        | 90       | 180       | 43.14 | 15    | 43.14       | 647.1          | 1.03 | 6.84 |
| KSK-02-1f-SS-takemura    | 31.57328  | 129.6998  | 0       | 15         | 41.7        | 90       | 180       | 43.14 | 15    | 43.14       | 647.1          | 3.59 | 7.21 |
| KSK-02-3f-SS-irikura     | 31.57328  | 129.6998  | 0       | 15         | 29.1        | 90       | 180       | 15.18 | 15    | 45.15       | 677.25         | 1.08 | 6.87 |
|                          | 31.69252  | 129.7786  | 0       | 15         | 62.9        | 90       | 180       | 17.93 | 15    |             |                | 1.08 |      |
|                          | 31.76499  | 129.9478  | 0       | 15         | 28.4        | 90       | 180       | 12.04 | 15    |             |                | 1.08 |      |
| KSK-02-3f-SS-takemura    | 31.57328  | 129.6998  | 0       | 15         | 29.1        | 90       | 180       | 15.18 | 15    | 45.15       | 677.25         | 3.75 | 7.23 |
|                          | 31.69252  | 129.7786  | 0       | 15         | 62.9        | 90       | 180       | 17.93 | 15    |             |                | 3.75 |      |
|                          | 31.76499  | 129.9478  | 0       | 15         | 28.4        | 90       | 180       | 12.04 | 15    |             |                | 3.75 |      |
| KSK-02-1f-N-39-irikura   | 31.57328  | 129.6998  | 0       | 15         | 41.7        | 60       | 270       | 43.14 | 17.32 | 43.14       | 747.1848       | 1.19 |      |
|                          | 31.87006  | 130.0179  | 0       | 15         | 24.9        | 90       | 180       | 14.1  | 15    | 14.1        | 211.5          | 0.39 |      |
| KSK-02-1f-N-39-takemura  | 31.57328  | 129.6998  | 0       | 15         | 41.7        | 60       | 270       | 43.14 | 17.32 | 43.14       | 747.1848       | 3.11 |      |
|                          | 31.87006  | 130.0179  | 0       | 15         | 24.9        | 90       | 180       | 14.1  | 15    | 14.1        | 211.5          | 1.17 |      |
| KSK-02-3f-N-39-irikura   | 31.57328  | 129.6998  | 0       | 15         | 29.1        | 60       | 270       | 15.18 | 17.32 | 45.15       | 781.998        | 1.24 | 6.98 |
|                          | 31.69252  | 129.7786  | 0       | 15         | 62.9        | 60       | 270       | 17.93 | 17.32 |             |                | 1.24 |      |
|                          | 31.76499  | 129.9478  | 0       | 15         | 28.4        | 60       | 270       | 12.04 | 17.32 |             |                | 1.24 |      |
|                          | 31.87006  | 130.0179  | 0       | 15         | 24.9        | 90       | 180       | 14.1  | 15    | 14.1        | 211.5          | 0.39 |      |
| KSK-02-3f-N-39-takemura  | 31.57328  | 129.6998  | 0       | 15         | 29.1        | 60       | 270       | 15.18 | 17.32 | 45.15       | 781.998        | 3.25 | 7.26 |
|                          | 31.69252  | 129.7786  | 0       | 15         | 62.9        | 60       | 270       | 17.93 | 17.32 |             |                | 3.25 |      |
|                          | 31.76499  | 129.9478  | 0       | 15         | 28.4        | 60       | 270       | 12.04 | 17.32 |             |                | 3.25 |      |
|                          | 31.87006  | 130.0179  | 0       | 15         | 24.9        | 90       | 180       | 14.1  | 15    | 14.1        | 211.5          | 1.17 |      |
| KSK-02-1f-SS-39-irikura  | 31.57328  | 129.6998  | 0       | 15         | 41.7        | 90       | 180       | 43.14 | 15    | 43.14       | 647.1          | 1.03 |      |
|                          | 31.87006  | 130.0179  | 0       | 15         | 24.9        | 90       | 180       | 14.1  | 15    | 14.1        | 211.5          | 0.39 |      |
| KSK-02-1f-SS-39-takemura | 31.57328  | 129.6998  | 0       | 15         | 41.7        | 90       | 180       | 43.14 | 15    | 43.14       | 647.1          | 3.59 |      |
|                          | 31.87006  | 130.0179  | 0       | 15         | 24.9        | 90       | 180       | 14.1  | 15    | 14.1        | 211.5          | 1.17 |      |
| KSK-02-3f-SS-39-irikura  | 31.57328  | 129.6998  | 0       | 15         | 29.1        | 90       | 180       | 15.18 | 15    | 45.15       | 677.25         | 1.08 | 6.90 |
|                          | 31.69252  | 129.7786  | 0       | 15         | 62.9        | 90       | 180       | 17.93 | 15    |             |                | 1.08 |      |
|                          | 31.76499  | 129.9478  | 0       | 15         | 28.4        | 90       | 180       | 12.04 | 15    |             |                | 1.08 |      |
|                          | 31.87006  | 130.0179  | 0       | 15         | 24.9        | 90       | 180       | 14.1  | 15    | 14.1        | 211.5          | 0.39 |      |
| KSK-02-3f-SS-39-takemura | 31.57328  | 129.6998  | 0       | 15         | 29.1        | 90       | 180       | 15.18 | 15    | 45.15       | 677.25         | 3.75 | 7.26 |
|                          | 31.69252  | 129.7786  | 0       | 15         | 62.9        | 90       | 180       | 17.93 | 15    |             |                | 3.75 |      |
|                          | 31.76499  | 129.9478  | 0       | 15         | 28.4        | 90       | 180       | 12.04 | 15    |             |                | 3.75 |      |
|                          | 31.87006  | 130.0179  | 0       | 15         | 24.9        | 90       | 180       | 14.1  | 15    | 14.1        | 211.5          | 1.17 |      |
| Koshiki-1f-SS-irikura    | 31.64917  | 129.7536  | 0       | 15         | 60.8        | 90       | 180       | 38.94 | 15    | 38.94       | 584.1          | 0.93 | 6.79 |
| Koshiki-1f-SS-takemura   | 31.64917  | 129.7536  | 0       | 15         | 60.8        | 90       | 180       | 38.94 | 15    | 38.94       | 584.1          | 3.24 | 7.15 |
| Koshiki-3f-SS-irikura    | 31.64917  | 129.7536  | 0       | 15         | 55.9        | 90       | 180       | 20.53 | 15    | 40.84       | 612.6          | 0.97 | 6.81 |
|                          | 31.75194  | 129.9339  | 0       | 15         | 32.6        | 90       | 180       | 6.98  | 15    |             |                | 0.97 |      |
|                          | 31.80472  | 129.9742  | 0       | 15         | 83.2        | 90       | 180       | 13.33 | 15    |             |                | 0.97 |      |
| Koshiki-3f-SS-takemura   | 31.64917  | 129.7536  | 0       | 15         | 55.9        | 90       | 180       | 20.53 | 15    | 40.84       | 612.6          | 3.40 | 7.17 |
|                          | 31.75194  | 129.9339  | 0       | 15         | 32.6        | 90       | 180       | 6.98  | 15    |             |                | 3.40 |      |
|                          | 31.80472  | 129.9742  | 0       | 15         | 83.2        | 90       | 180       | 13.33 | 15    |             |                | 3.40 |      |
| Koshiki-1f-N-irikura     | 31.64917  | 129.7536  | 0       | 15         | 60.8        | 60       | 270       | 38.94 | 17.32 | 38.94       | 674.4408       | 1.07 | 6.87 |
| Koshiki-1f-N-takemura    | 31.64917  | 129.7536  | 0       | 15         | 60.8        | 60       | 270       | 38.94 | 17.32 | 38.94       | 674.4408       | 2.80 | 7.15 |
| Koshiki-3f-N-irikura     | 31.64917  | 129.7536  | 0       | 15         | 55.9        | 60       | 270       | 20.53 | 17.32 | 40.84       | 707.3488       | 1.12 | 6.90 |
|                          | 31.75194  | 129.9339  | 0       | 15         | 32.6        | 60       | 270       | 6.98  | 17.32 |             |                | 1.12 |      |
|                          | 31.80472  | 129.9742  | 0       | 15         | 83.2        | 60       | 270       | 13.33 | 17.32 |             |                | 1.12 |      |
| Koshiki-3f-N-takemura    | 31.64917  | 129.7536  | 0       | 15         | 55.9        | 60       | 270       | 20.53 | 17.32 | 40.84       | 707.3488       | 2.94 | 7.17 |
|                          | 31.75194  | 129.9339  | 0       | 15         | 32.6        | 60       | 270       | 6.98  | 17.32 |             |                | 2.94 |      |
|                          | 31.80472  | 129.9742  | 0       | 15         | 83.2        | 60       | 270       | 13.33 | 17.32 |             |                | 2.94 |      |

断層モデルの設定は以下の方法で行った。

- ・断層の位置：サブテーマ（2）の観測データ及び九州電力の採用する値から設定。
- ・断層の長さ：表6の通り設定。断層の形状は1枚ないし3枚の矩形として近似し形状及び長さが異なることの影響について検討する。

表 6 設定した断層モデルの総断層長

|      |                 | サブテーマ（２） | 九州電力     |
|------|-----------------|----------|----------|
| ケース① | １枚モデル           | 43.14 km | 38.94 km |
| ケース② | ３枚モデル           | 45.15 km | 40.94 km |
| ケース③ | 甕区間（３枚）<br>＋横ずれ | 59.25 km | ×        |

- ・断層上端深度：海底面として設定。
- ・断層下端深度：15 kmとして設定（九州電力が D95 深度分布から設定した値）。
- ・断層傾斜角：正断層は 60°、横ずれ断層は 90° とし、甕区間に相当する断層については正断層と横ずれ断層の２通りの想定を行った（サブテーマ（２）においては東傾斜の正断層としており、九州電力では右横ずれ断層としているが、九州電力は不確定性の考慮として東傾斜の断層を想定している。）
- ・すべり角：正断層は 270°、右横ずれ断層は 180° として設定。九州電力では、すべり角について、広域応力場と断層の走向及び傾斜角から個別に設定しているが、今回は単純化した値として設定した。
- ・平均すべり量：武村（1998）による式と入倉・三宅（2001）による式の２通りで設定し比較。
- ・剛性率： $\mu = 3.50 \times 10^{10} \text{ Nm}$ （九州電力による値）

サブテーマ（２）の断層モデルについては、甕区間に相当する断層の北東側に近接して位置する横ずれ断層群から代表的なものを選び、その断層との連動的破壊を想定した計算も実施した。断層タイプが異なるため、一連の断層とは考えず、別々の断層の破壊と考え、破壊様式はカスケード的な破壊を想定した。

津波予測計算は表 7 の条件で実施した。



表 7 津波予測計算の計算条件

| 計算条件    |                            |
|---------|----------------------------|
| 支配方程式   | 非線形長波理論                    |
| 数値解法    | Staggered Leap-frog 差分スキーム |
| 計算時間    | 6 時間                       |
| 境界条件    | 陸側：陸域への遡上計算<br>海側：完全無反射で透過 |
| 計算格子サイズ | 1350m, 450m, 150m （概略計算）   |
| 地形データ   | 南西諸島海域の地形                  |
| 建物条件    | 各種施設は考慮しない                 |
| 潮位      | T. P. $\pm 0$ m            |
| 粗度係数    | 0.025                      |

計算を実施した 26 断層モデルの津波予測計算の結果を図 9 に示す。

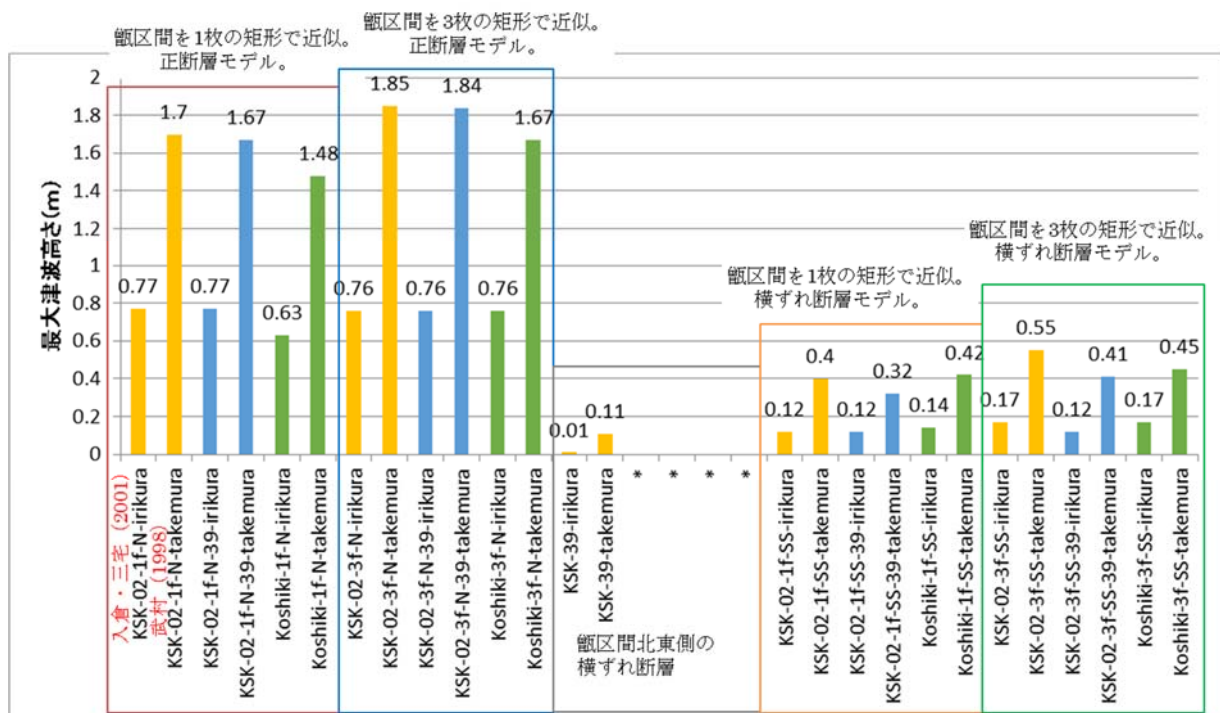


図9 津波予測計算の結果。本プロジェクトの断層と九州電力による断層帯断層間との比較。黄色の棒グラフはサブテーマ（2）の断層モデルで断層間のみが破壊する場合、青の棒グラフはサブテーマ（2）の断層モデルで断層間と北東側の横ずれ断層が連動して破壊する場合、緑の棒グラフは九州電力の断層を示している。

## (2) まとめ

九州電力による川内原子力発電所の基準津波の策定における検討例を踏まえ、サブテーマ（２）及び九州電力により設定された断層トレースをもとに、検討用の断層モデルを設定し、パラメータスタディを行った。

津波予測計算の結果は、甕区間を１枚の断層で近似するよりも３枚の断層で近似するほうが最大水位上昇量は高くなった。これは、３枚断層モデルのほうが断層長さ及び面積が大きいため、そこから推定される平均すべり量が大きくなることによる。加えて、サブテーマ（２）の断層は、九州電力の断層よりも断層長さが１枚断層の場合でも３枚断層の場合でもともに約４.２km長くなっており、そのモーメント量に応じて、津波予測計算の結果は九州電力の断層を使用した場合よりも最大水位上昇量は高くなった。

また甕区間の北東側の横ずれ断層は陸域に近接しているにもかかわらず、影響はほとんど無いことが示された。ここで実施している津波予測計算の手法は、断層の横ずれ成分に対する影響についても考慮しているが、横ずれ成分の津波高さへの寄与は小さいため、陸域に影響を与えなかったと考えられる。更に今回の検討では横ずれ断層の断層モデルに対して縦ずれ成分を考慮していなかったことも、陸域に影響を与えなかった原因であると考えられる。なお、甕区間北方の横ずれ断層は、今回の計算においては影響が小さかったものの、サブテーマ（２）のデータに基づき、断層モデルを設定するという方針から、今回設定した断層モデル群には含まれている。理由として次の点が挙げられる。①これらの横ずれ断層が「活断層ではない」とは断言できない、②今回の計算条件では陸域への影響は小さかったが、傾斜角等の条件が異なれば陸域に影響を与える可能性があり、防災上の観点からは排除できない。この２点の理由から、甕区間の北東側の横ずれ断層については、ハザード評価として検討する場合には、活動の可能性および甕区間との連動についても不確定性のひとつとして考慮する必要があると考えられる。

## 5. まとめと課題

### (1) まとめ

九州西岸の陸域に近接する断層について、サブテーマ（２）による断層トレースと既往調査による断層トレースを比較した。また、この地域の海域活断層による地震津波の検討事例として九州電力による川内原子力発電所の基準津波の策定について資料を収集し、断層モデルを比較するとともに、これらの断層解釈や断層モデルの違いにより、沿岸で予想される津波高さがどのように変化するかについて検討した。

### (2) 課題

サブテーマ（２）による断層トレースは音波探査断面や海底地形で確認できたものが整理されている。しかし、陸域に近接した場所などは観測データがなく、評価がされていないものもある。ハザード評価の観点からは、既往の評価等で断層モデルが作成されている断層で、サブテーマ（２）では整理されていないものについては、検討の上追加の必要がある可能性もある。

## 6. 引用文献

Abe, K., Estimate of tsunami heights from magnitudes of earthquake and tsunami, Bull. Earthquake Res. Inst. Tokyo Univ., 64, 51-69, 1989.

土木学会, 原子力発電所の津波評価技術, 2002.

入倉孝次郎, 三宅弘恵, シナリオ地震の強震動予測, 地学雑誌, 110, 849-875, 2001.

地震調査研究推進本部地震調査委員会, 市来断層帯長期評価, 2013a.

地震調査研究推進本部地震調査委員会, 甕断層帯の長期評価, 2013b.

地震調査研究推進本部地震調査委員会, 九州地域の活断層の長期評価 (第一版), 2013c.

Kanamori, H., The energy release in great earthquakes, J. of Geophys. Res. 82, 2981-2987, 1977.

九州電力, 川内原子力発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書 (1号及び2号発電用原子炉施設の変更) 平成25年7月8日 (平成26年4月30日一部補正・平成26年6月24日一部補正), 2013.

九州電力, 原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合 (第107回) 平成26年4月23日 資料1-6 川内原子力発電所 津波について, 2014a.

九州電力, 原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合 (第74回) 平成26年1月29日 資料1-3 川内原子力発電所 地震動・津波評価について (コメント回答), 2014b.

武村雅之, 日本列島における地殻内地震のスケーリング則 -地震断層の影響及び地震被害との関連-, 地震, 2, 51, 211-228, 1998.



#### 4. 全体成果概要

平成 29 年度、海域断層に関する既往調査結果の収集及び海域断層データベースの構築（サブテーマ 1）では、房総半島～伊豆・小笠原諸島周辺海域の反射法地震探査データ、OBS 探査データ、地質構造・速度情報・活断層・プレート構造他に関する公刊文献等を収集し、反射法地震探査データならびに OBS 探査データについてはそれらの品質管理を行うとともに既存の管理用データベース・システムに登録した。データベースの公開に向けて平成 28 年度に作成した公開用データベース・システムのプロトタイプについては、様々な収集データおよび解析データの表示項目、表示方法等を再検討し整備・改良を行い、試験的運用版のデータベース・システムへとアップグレードした。また、JAMSTEC サーバーと外部の間にネットワーク・セキュリティを構築し、公開対象を地震本部に限定した本データベース・システムの試験的運用を開始した。

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（サブテーマ 2）では、反射法地震探査データの一部の再解析（データの再処理・ベクトル化）を行うとともに、収集した房総半島～伊豆・小笠原諸島周辺海域の全ての反射法地震探査データを用いて、断層解釈作業を行った。また、ホライズンも解釈し当該海域の地質構造ならびにプレート構造を推定したうえで、論文に掲載されている速度データや OBS 探査、反射法地震探査データの再解析の過程で得られた速度情報をもとに、三次元速度構造モデルを作成した。さらに、解釈した断層についてこの速度構造モデルを用いて深度変換を行い、その情報をカタログ化した。断層カタログは公開用データベース・システムへ登録（サブテーマ 1）されるとともに、サブテーマ 3 の担当者である国立研究開発法人防災科学技術研究所へ提供された。

海域における断層モデルの構築（サブテーマ 3）では、平成 28 年度のサブテーマ 2 の成果である南西諸島海域（北部）～九州西岸海域を対象とした統一的断層解釈結果に基づき、同海域の断層モデルの設定および構築方法について検討を行った。その結果、合計 208 の断層モデルを構築し、これらはサブテーマ 1 で構築中の公開用データベース・システムへ登録されるべく JAMSTEC へ提供された。構築された断層モデルのうち、奄美大島西方沖に位置する密集した断層群から主断層を抽出し波源断層モデル群を作成するとともに、甕島南部の断層を例とし津波や地震動のシミュレーションを行い、沿岸への津波の影響について感度解析を実施し評価した。また、それらのシミュレーション結果を基に、構築した断層モデルの妥当性およびその検証方法について検討した。

## 5. 成果の論文発表・口頭発表等

### (1) 海域断層に関する既往調査結果の収集及び海域断層データベースの構築

#### (a) 成果の論文発表・口頭発表等

| 著 者                                                          | 題 名                         | 発 表 先                               | 発表年月日            |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|------------------|
| 新井 麗・清水 祥四郎・<br>佐藤 伸明・勝山 美奈子・<br>安藤 五郎・高橋 成実・<br>田中 恵介・金田 義行 | 南西諸島北部海域<br>の断層分布と構造<br>的特徴 | 日本地球惑星科学<br>連合 2017 年大会<br>(口頭発表)   | 2017 年 5 月 24 日  |
| 佐藤 伸明・清水 祥四郎・<br>高橋 成実・新井 麗・<br>安藤 五郎・勝山 美奈子・<br>田中 恵介・金田 義行 | 南西諸島周辺海域<br>における断層分布        | 日本地球惑星科学<br>連合 2017 年大会<br>(ポスター発表) | 2017 年 5 月 24 日  |
| 勝山 美奈子・清水 祥四<br>郎・新井 麗・佐藤 伸明<br>・<br>田中 恵介・高橋 成実・<br>金田 義行   | 南西諸島周辺海域<br>の三次元速度構造        | 日本地球惑星科学<br>連合 2017 年大会<br>(ポスター発表) | 2017 年 5 月 24 日  |
| 高橋 成実・清水 祥四郎<br>・佐藤 伸明・勝山 美奈<br>子・新井 麗・田中 恵介<br>・<br>金田 義行   | 南西諸島海域の断<br>層分布             | 日本地震学会<br>2017 年度秋季大会<br>(ポスター発表)   | 2017 年 10 月 25 日 |

#### (b) 特許出願，ソフトウェア開発，仕様・標準等の策定

##### 1) 特許出願

なし

##### 2) ソフトウェア開発

なし

##### 3) 仕様・標準等の策定

なし

(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

(a) 成果の論文発表・口頭発表等

(1) と同様

(b) 特許出願，ソフトウェア開発，仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

### (3) 海域における断層モデルの構築

#### (a) 成果の論文発表・口頭発表等

| 著 者                                                  | 題 名                                                                                                                   | 発 表 先                                     | 発表年月日            |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------|
| 大角 恒雄                                                | 南西諸島海域における断層モデルの構築                                                                                                    | 土木学会第 72 回<br>年次学術講演会<br>(口頭発表)           | 2017 年 9 月 11 日  |
| 大角 恒雄                                                | 1983 年日本海中部地震の波源断層モデルの検証                                                                                              | 土木学会第 37 回<br>地震工学研究発表<br>会 (口頭発表)        | 2017 年 10 月 12 日 |
| 乗松 君衣・松山 尚典・<br>齊藤 龍・阿部 雄太・<br>大角 恒雄・藤原 広行・<br>高橋 成実 | 南西諸島海域における波源断層モデルの構築と津波・地震動の島嶼部への影響の評価                                                                                | 日本地震学会<br>2017 年度秋季大会<br>(ポスター発表)         | 2017 年 10 月 25 日 |
| Tsuneo Ohsumi and<br>Hiroyuki Fujiwara               | Investigation of<br>Offshore Fault<br>Modeling for a<br>Source Region<br>Related to the<br>Shakotan-Oki<br>Earthquake | Journal of<br>Disaster Research<br>(論文発表) | 2017 年 9 月 20 日  |

#### (b) 特許出願，ソフトウェア開発，仕様・標準等の策定

##### 1) 特許出願

なし

##### 2) ソフトウェア開発

なし

##### 3) 仕様・標準等の策定

なし

## 6. むすび

平成 25 年度に開始した本プロジェクトは、本年度で 5 年を経過した。

サブテーマ 1「海域断層に関する既往調査結果の収集及び海域断層データベースの構築」ではこれまで、日本海、南西諸島、伊豆・小笠原諸島および南海トラフ（一部）の海域において取得された地震探査データ等の収集を行い、断層解釈や速度構造モデリング、サブテーマ 3 で作成した断層モデル等の結果とともにそれらのデータベースを作成し、本年度、公開 DB（運用版）の一部が完成した。

サブテーマ 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」では、サブテーマ 1 で収集された反射法地震探査データ等に対し再処理、速度解析等の再解析と断層解釈を実施し、これまで日本海、南西諸島および伊豆・小笠原諸島海域に分布する断層の同定とその情報カタログ作成を行った。

サブテーマ 3「海域における断層モデルの構築」では、サブテーマ 2 が提供する断層カタログに基づき、これまでに日本海と南西諸島海域を対象に断層モデルの設定および構築方法について検討を行った。

以上のように、本プロジェクトは順調に推進され、サブテーマ 1、2、3 いずれの業務も事業計画どおり進捗している。



## 7. 委員会・会議

### (1) 運営委員会

#### (a) 設置趣旨及び役割

国立研究開発法人海洋研究開発機構において、文部科学省からの受託事業「海域における断層情報総合評価プロジェクト」を円滑に推進するため、「海域における断層情報総合評価プロジェクト」運営委員会（以下、「運営委員会」）を設置する。

運営委員会は、受託事業「海域における断層情報総合評価プロジェクト」に関し、次の各号に掲げる事項を行う。

- ・事業実施の全体計画および個別年度計画の検討、ならびに進捗状況の評価
- ・年度成果報告の検討および評価
- ・文部科学省が行う中間評価および事後評価における評価資料の取り纏め
- ・その他、事業を推進するために必要な事案の検討

#### (b) 活動報告

##### 1) 「海域における断層情報総合評価プロジェクト」第9回運営委員会

- a) 日時： 平成 29 年 9 月 13 日（水）14:00～16:00
- b) 開催場所： 海洋研究開発機構 東京事務所 共用会議室 A・B
- c) 議事：

議題 1 プロジェクト概要

議題 2 海域断層に関する既往調査結果の収集及び海域断層データベースの構築  
進捗状況報告

議題 3 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 進捗状況報告

議題 4 海域における断層モデルの構築 進捗状況報告

議題 5 総合討論

##### 2) 「海域における断層情報総合評価プロジェクト」第10回運営委員会

- a) 日時： 平成 30 年 3 月 2 日（金）14:00～16:00
- b) 開催場所： 海洋研究開発機構 東京事務所 共用会議室 A・B
- c) 議事：

議題 1 プロジェクト概要

議題 2 海域断層に関する既往調査結果の収集及び海域断層データベースの構築  
進捗状況報告

議題 3 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 進捗状況報告

議題 4 海域における断層モデルの構築 進捗状況報告

議題 5 総合討論

#### (c) 構成員

<委員長>

|       |                                     |
|-------|-------------------------------------|
| 佐竹 健治 | 東京大学 地震火山史料連携研究機構 地震研究所 教授          |
| <委員>  |                                     |
| 加藤 幸弘 | 海上保安庁 海洋情報部 技術・国際課 課長               |
| 加藤 史訓 | 国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部<br>海岸研究室 室長 |
| 佃 榮吉  | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所<br>特別顧問・名誉リサーチャー |
| 市川 真  | 独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 理事           |
| 横田 崇  | 内閣府本府政策参与（非常勤）政策統括官（防災担当）付          |

## (2) 評価助言委員会

### (a) 設置趣旨及び役割

国立研究開発法人海洋研究開発機構において、文部科学省からの受託事業「海域における断層情報総合評価プロジェクト」を円滑に推進するため、「海域における断層情報総合評価プロジェクト」評価助言委員会（以下、「評価助言委員会」）を設置する。

評価助言委員会は、受託事業「海域における断層情報総合評価プロジェクト」の主に事業推進に関し、次の各号に掲げる事項を行う。

- ・研究実施計画の年次計画及び当該年度計画への評価及び助言
- ・解析されたデータに関する評価及び助言
- ・その他、研究開発を推進するために必要な事項の評価及び助言

### (b) 活動報告

#### 1) 「海域における断層情報総合評価プロジェクト」第9回評価助言委員会

- 日時： 平成 29 年 9 月 13 日（水）10:00～12:00
- 開催場所： 海洋研究開発機構 東京事務所 共用会議室 A・B
- 議事：
  - 議題 1 海域断層に関する既往調査結果の収集及び海域断層データベースの構築進捗状況報告
  - 議題 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 進捗状況報告
  - 議題 3 海域における断層モデルの構築 進捗状況報告
  - 議題 4 総合討論

#### 2) 「海域における断層情報総合評価プロジェクト」第10回評価助言委員会

- 日時： 平成 30 年 3 月 2 日（金）10:00～12:00
- 開催場所： 海洋研究開発機構 東京事務所 共用会議室 A・B
- 議事：
  - 議題 1 海域断層に関する既往調査結果の収集及び海域断層データベースの構築進捗状況報告

- 議題 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 進捗状況報告
- 議題 3 海域における断層モデルの構築 進捗状況報告
- 議題 4 総合討論

(c) 構成員

＜委員長＞

今村 文彦 東北大学 災害科学国際研究所 所長・教授

＜委員＞

大堀 道弘 福井大学 附属国際原子力工学研究所 原子炉構造システム・  
廃止措置部門 准教授

篠原 雅尚 東京大学 地震研究所 観測開発基盤センター 教授

日野 亮太 東北大学 大学院理学研究科 地震・噴火予知研究観測センター  
沈み込み帯物理学分野 教授

古村 孝志 東京大学 地震研究所 災害科学系研究部門 教授

土田 邦博 独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 探査部  
基礎調査課 課長

(3) アドバイザー会議

(a) 設置趣旨及び役割

国立研究開発法人海洋研究開発機構において、文部科学省からの受託事業「海域における断層情報総合評価プロジェクト」を円滑に推進するため、「海域における断層情報総合評価プロジェクト」アドバイザー会議（以下、「アドバイザー会議」）を設置する。

アドバイザー会議は、受託事業「海域における断層情報総合評価プロジェクト」の主に研究開発に関し、次の各号に掲げる事項を行う。

- ・研究実施計画の年次計画及び当該年度計画へのアドバイス
- ・解析されたデータに関するアドバイス
- ・その他、研究開発を推進するために必要な事項のアドバイス

(b) 活動報告

1) 「海域における断層情報総合評価プロジェクト」第 16 回アドバイザー会議

a) 日時： 平成 29 年 5 月 17 日（水）13:00～17:00

b) 開催場所： 海洋研究開発機構 東京事務所 共用会議室 A・B

c) 議事：

議題 1 海域断層に関する既往調査結果の収集及び海域断層データベースの構築  
進捗状況報告

議題 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 進捗状況報告

議題 3 海域における断層モデルの構築 進捗状況報告

議題 4 総合討論

2) 「海域における断層情報総合評価プロジェクト」第 17 回アドバイザー会議

a) 日時： 平成 29 年 8 月 7 日（月）13:00～17:00

b) 開催場所： 海洋研究開発機構 東京事務所 共用会議室 A・B

c) 議事：

議題 1 海域断層に関する既往調査結果の収集及び海域断層データベースの構築  
進捗状況報告

議題 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 進捗状況報告

議題 3 海域における断層モデルの構築 進捗状況報告

議題 4 総合討論

3) 「海域における断層情報総合評価プロジェクト」第 18 回アドバイザー会議

a) 日時： 平成 29 年 11 月 13 日（月）13:00～17:00

b) 開催場所： 海洋研究開発機構 東京事務所 共用会議室 A・B

c) 議事：

議題 1 海域断層に関する既往調査結果の収集及び海域断層データベースの構築  
進捗状況報告

議題 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 進捗状況報告

議題 3 海域における断層モデルの構築 進捗状況報告

議題 4 総合討論

4) 「海域における断層情報総合評価プロジェクト」第 19 回アドバイザー会議

a) 日時： 平成 30 年 1 月 29 日（月）13:00～17:00

b) 開催場所： 海洋研究開発機構 東京事務所 共用会議室 A・B

c) 議事：

議題 1 海域断層に関する既往調査結果の収集及び海域断層データベースの構築  
進捗状況報告

議題 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 進捗状況報告

議題 3 海域における断層モデルの構築 進捗状況報告

議題 4 総合討論

(c) 構成員

芦 寿一郎 東京大学 大学院新領域創成科学研究科 准教授

今泉 俊文 東北大学 大学院理学研究科 教授

岡村 行信 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター  
活断層・火山研究部門 首席研究員

加藤 幸弘 海上保安庁 海洋情報部 技術・国際課 課長

鳥海 光弘 国立研究開発法人 海洋研究開発機構

海洋科学技術イノベーション推進本部 研究推進担当役