

### 3. 2. 5 津波波源モデル・震源断層モデルの構築

#### 3. 2. 5. 1 断層モデルの構築

## 目 次

### (1) 業務の内容

- (a) 業務題目
- (b) 担当者
- (c) 業務の目的
- (d) 8か年の年次実施計画（過去年度は、実施業務の要約）
  - 1) 平成25年度
  - 2) 平成26年度
  - 3) 平成27年度
  - 4) 平成28年度
  - 5) 平成29年度
  - 6) 平成30年度
  - 7) 平成31年度
  - 8) 平成32年度
- (e) 平成28年度業務目的

### (2) 平成28年度の成果

- (a) 業務の要約
- (b) 業務の実施方法と成果
- (c) 結論ならびに今後の課題
- (d) 引用文献
- (e) 成果の論文発表・口頭発表等
- (f) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

### (3) 平成29年度業務計画案

## (1) 業務の内容

### (a) 業務題目:

#### 2.5.1 断層モデルの構築

### (b) 担当者

所属機関	役職	氏名
東京大学地震研究所	教授	佐藤 比呂志
	助教	石山 達也
	特任研究員	加藤 直子
	特任研究員	橋間 昭徳
	特任研究員	Anne Van Horne
国立研究開発法人海洋研究開発機構地震津波海域観測研究開発センタープレート構造研究グループ	技術研究員	野 徹雄
横浜国立大学大学院環境情報研究院	教授	石川 正弘
国立研究開発法人防災科学技術研究所地震津波防災研究部門	主任研究員	松原 誠
岩手大学工学部	教授	越谷 信
新潟大学理学部	教授	豊島 剛志

### (c) 業務の目的

サブテーマ 2 で得られる成果と日本海とその沿岸における既存の資料を総合させて、津波及び強震動の予測に必要な断層の形状モデルを構築する。初年度に初期モデルを構築し、調査の進展に従い逐次更新する。サブテーマ 3 の津波予測・強震動予測の結果と、サブサブテーマ 2.1 の歴史地震・古津波調査の結果を総合に検討し、妥当な震源断層モデルを構築する。

### (d) 8 か年の年次実施計画

#### 1) 平成 25 年度:

「ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究」プロジェクトで収集したデータを含め、石油公団・産総研の反射法地震探査資料・海底地形データを含めて、海域の津波波源・震源断層の主要断層線と傾斜を推定し、日本海とその沿岸域の断層の初期モデルを構築した。

#### 2) 平成 26 年度:

平成 25 年度に実施した沿岸および海陸統合構造調査の成果を、日本海と沿岸域の断層の初期モデルに反映させた。地震活動の情報(サブサブテーマ 2.5.2)、構成岩石モデル(サブサブテーマ 2.5.3)の成果とともに、断層モデルを更新した。佐渡海峡～富山トラフ、能

登半島西方海域において、収集した沿岸反射法地震探査結果、飛騨山脈北縁から能登半島北方海域の海陸統合構造調査に基づいて、波源断層および震源断層モデルを構築した。

3) 平成27年度:

平成26年度に実施した沿岸および海陸統合構造調査の成果を、日本海と沿岸域の断層の初期モデルに反映させた。地震活動の情報(サブサブテーマ2.5.2)、構成岩石モデル(サブサブテーマ2.5.3)の成果とともに、断層モデルを更新した。

4) 平成28年度:

山口県～九州北部沖から対馬に至る海域において、断層モデルを更新した。

5) 平成29年度:

島根県沿岸から対馬海盆南部、大和海盆において、構造調査データに基づいて断層モデルを修正する。北陸沖から西南日本全域にかけての断層モデルをとりまとめる。

6) 平成30年度:

北海道北部日本海域と沿岸において、断層モデルを修正する。

7) 平成31年度:

北海道南部沖日本海域と沿岸において、断層モデルを修正する。東北日本沖と東北日本の沿岸域の断層モデルを修正し、日本海および沿岸域の波源・震源断層モデルを作成する。

8) 平成32年度:

他項目の検討結果を反映させ、日本海および沿岸域の波源・震源断層モデルを完成させる。

(e) 平成28年度業務目的

山口県～九州北部沖から対馬に至る海域において、断層モデルを更新する。

**(2) 平成28年度の成果**

(a) 業務の要約

山口県～九州北部沖から対馬に至る海域において、断層モデルを更新した。

(b) 業務の実施方法と成果

日本海には多数の活断層が存在し、津波の波源となっている。また、海陸境界部には活断層が分布することが多く、震源断層のモデル化は重要な課題である。平成25年度には、国土交通省・内閣府・文部科学省が事務局を務める「日本海における大規模地震に関する調査検討会」(以下「日本海検討会」と呼ぶ。)と共同して、産業技術総合研究所および地質調査所、石油公団、海洋研究開発機構のデータなどを基に、日本海全域についての矩形

モデルを作成した<sup>1)</sup>。この報告では、特に、地震発生層の深さは、地震波トモグラフィや地質構造に基づく構成岩石の推定と、それらのレオロジー特性を基に推定した。また、地震観測から推定されている応力状態をもとに、断層面のすべり角を求めた<sup>2,3)</sup>。本プロジェクトでは、調査の伸展に併せて断層モデルを更新していくものとし、平成28年度には、平成27年度にデータを取得した山口沖から九州北部沖までの海底活断層に対して総合的に検討を加えた。

本プロジェクトで取得できた調査測線は、検討すべき断層群の広がりに対して不十分であり、とくに島根沖についてのデータが取得できなかったことから、既存の構造探査資料を基に断層の連続性・形状の判断を行った。参照したデータは、石油公団が実施した基礎物理探査と新日本石油開発(株)の資料群である。これらはいずれも時間断面であるため、断層の傾斜については、深度変換断面に基づくものに比べて精度が低下する。また、測線間隔が粗いため断層や地質構造の連続性に対しては、岡村・他(2014)<sup>4)</sup>・Okamura(2016)<sup>5)</sup>などの浅層高分解能・高密度測線のデータに比べると分解能が低下している。従って、基本的には活断層の分布については、岡村・他(2014)<sup>4)</sup>の成果に従い、その深部形状については既存の調査結果を含む反射法地震探査資料で検討を加えた(図1、2)。

地質構造の観点から、福井沖から鳥取沖の領域においては、いわゆる **thick-skinned tectonics** が卓越し日本海形成期の正断層が反転して形成された構造が基本的であり、堆積層の基盤にいたる断層の形状が比較的単純な形状として判断できた<sup>6)</sup>。これに対して、島根沖の地質構造には、**thin-skinned tectonics** の変形様式が卓越している地域が認められる。**thin-skinned tectonics** とは、堆積層中で水平方向への移動が生じて、デタッチメントと呼ばれる垂直方向に変形が連続しない構造が発生する。こうした変形が卓越する地域では、基盤岩中の断層の形状を、直接地表近傍の変形から推定することが難しくなる。図4に **thin-skinned tectonics** の例として新潟県の中越沖地震震源周辺の地質構造の解釈図を示す<sup>6)</sup>。この地域では七谷層や寺泊層などの間隙水圧の高い泥岩中で、水平方向に移動しやすい変形が形成されている。島根沖の海域は、日本海形成運動終了後から後期中新世にかけて強い水平短縮変形を被り、宍道褶曲帯と呼ばれる褶曲帯が形成された。この褶曲帯の一部では **thin-skinned tectonics** が卓越し、浅層部の断層が直接、震源域の断層と連続しない変形様式を示している。活断層と判断された断層周辺の地下構造を検討し、変形様式がこうした **thin-skinned tectonics** が卓越していると判断された断層については、地質構造から通常の断層と区別した。こうした断層については、矩形モデルを作成した場合でもその信頼性が低下する。また、断層の地下深部への連続性が確認できない場合があり、こうした断層については、矩形断層モデルの作成は困難であった。日本海検討会(2014)<sup>1)</sup>では、東西走向の断層群については60度の傾斜を与えている。これは主として中新世初期に形成された正断層が逆断層として再活動する事例など実際に判明している傾斜を基に推定した他、60度の傾斜角の断層では正断層・逆断層、または横ずれ断層として活動させることが容易であり、かつ津波高も大きくなるということが背景にあった。本報告では、判定がとくに困難と思われる **thin-skinned tectonics** が卓越する領域の基盤岩中の断層形状については、不明とした。この判断は、災害想定を前提とした日本海検討会(2014)<sup>1)</sup>の取り扱いを否定するものではない。

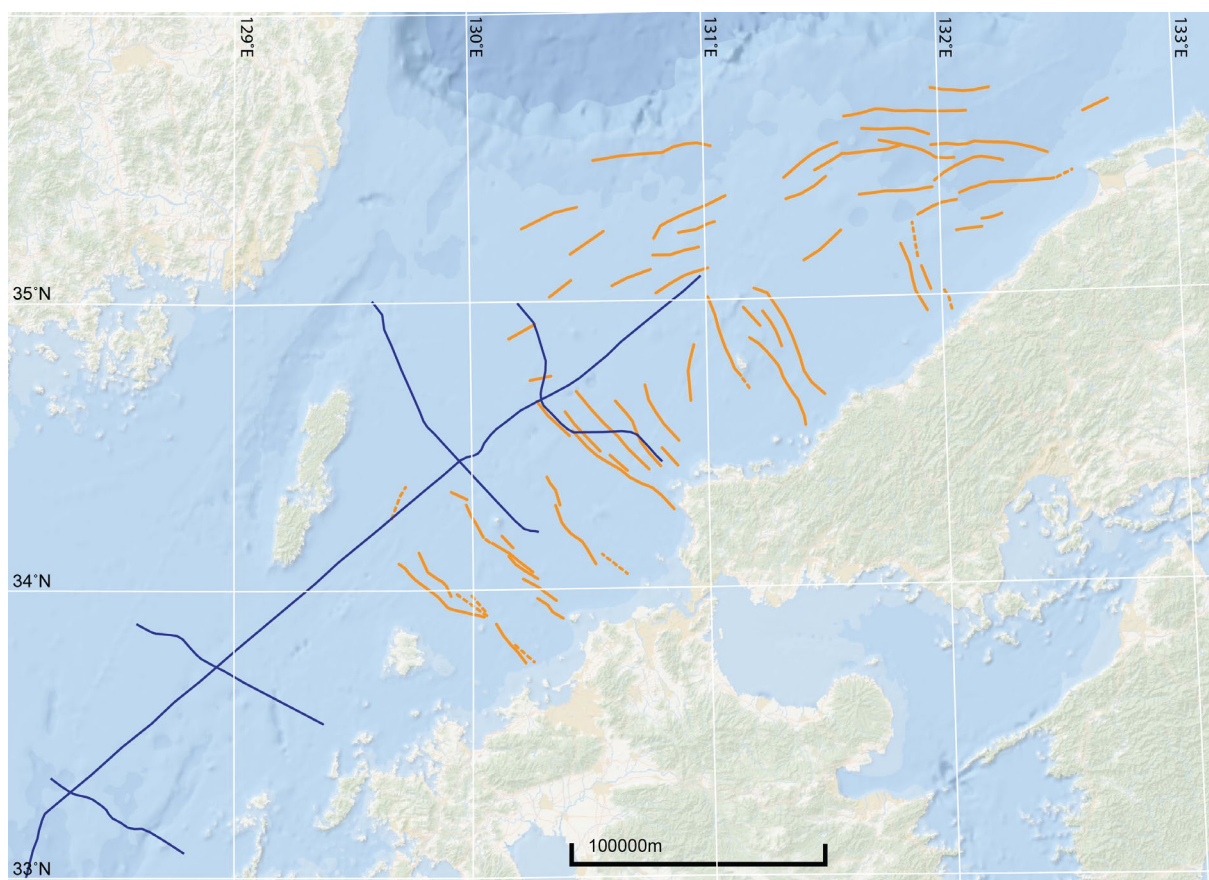


図 1 北九州沖から島根沖の地震探査測線と活断層分布。

青実線：平成 27 年に本プロジェクトで実施した反射法地震探査測線。赤実線：海底活断層トレース。日本海検討会（2014）<sup>1)</sup>、岡村・他（2014）<sup>4)</sup>、Okamura（2016）<sup>5)</sup>による。

通常の断層の深部形状が地下深部まで追跡できると判断できた断層については矩形モデルとして表現した。矩形モデルの作成にあたって、地震発生層の深さについては、日本海検討会（2014）<sup>1)</sup>と同様、レオロジー特性に基づく値<sup>2)</sup>を参考にした。矩形モデルについては、地域名を 2 文字のアルファベットで表し、番号をつけた。表現した断層の矩形は、地殻変動や津波波源を想定したもので、矩形断層の上端は、地震発生層の上端を意味するものではない。前述したような *thin-skinned tectonics* が卓越している場合は、断層名の後に **D** という記号をつけて区別した。地質構造上で共通の特徴から連続した構造であり、その中の一部で、最新期の堆積層に影響を与えている可能性のある断層については、構造の連続性から断層長を判断した。

日本海検討会（2014）<sup>1)</sup>では、日本海全体に影響を与える最大規模の津波想定のための波源断層を評価するために、同時に破壊すると考えられる長さ 40 km を越える断層帯を選

定し、単純な矩形で表現している。とくに断層傾斜角については、地域ごとに断層の傾斜は推定値として共通の値を想定しているが、ここでは可能な反射断面や周辺の地質構造に基づいて想定した。本調査で作成した矩形モデルでは、陸上の活断層の断層モデルと同様に、より細かな地質構造や断層の形状変化に対応した矩形モデルを作成した。したがって、全般的には日本海研究会<sup>1)</sup>が対象としなかった小規模な断層についても矩形として表現した。最大クラス津波高の算定に特化したものではないため、日本海検討会(2014)<sup>1)</sup>のモデルと比べ、断層の矩形の数が増大している。これは、断層の活動性・応力変化に伴う断層の動きやすさの評価などについて検討するための基礎として、細かい形状変化に対応させたことによる。

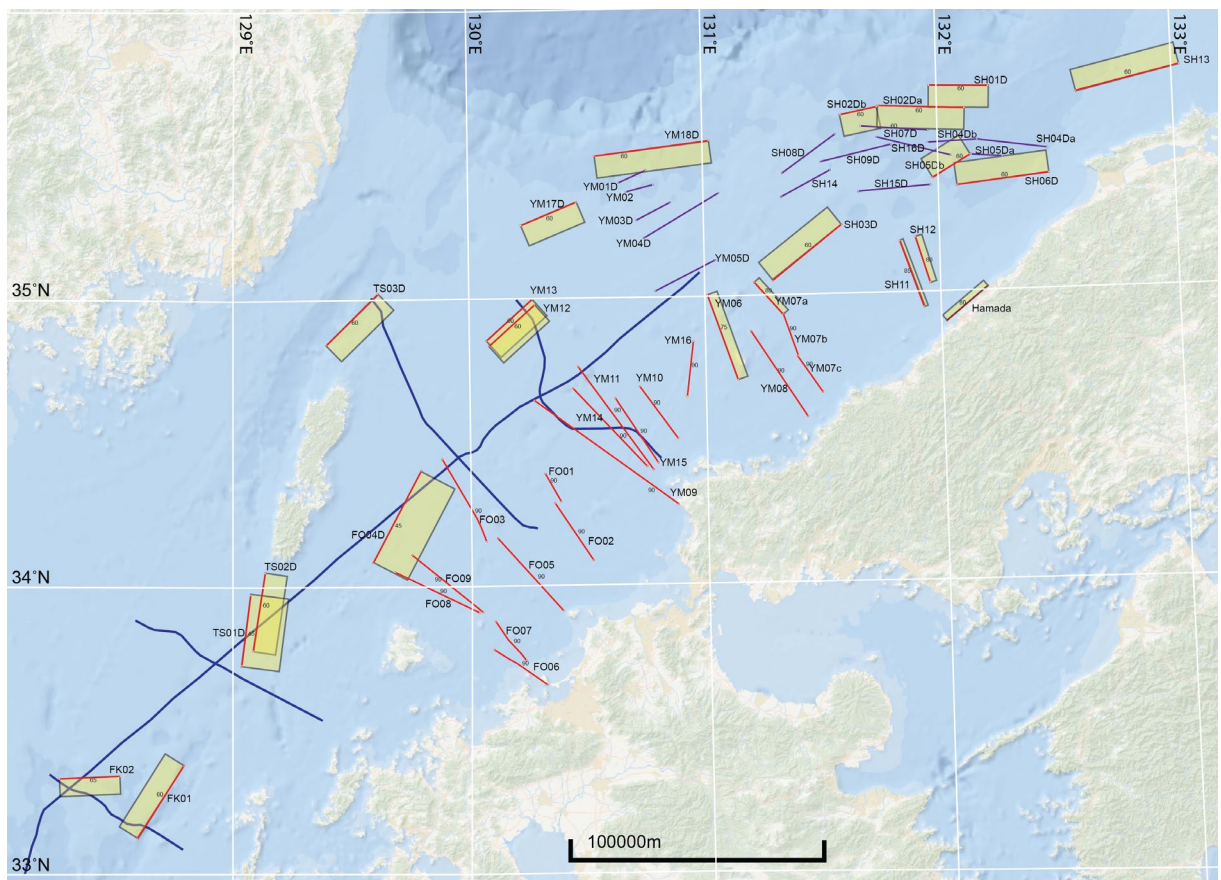


図2 北九州沖から島根沖の断層矩形モデル。

#### 凡例

太い赤実線：断層面上端(図2参照)、断層面が垂直の場合は、赤実線で断層面を表現。  
 黒実線の矩形(内部を黄色で塗色)：断層面の平面投影、黒色の文字：断層の記号、青色実線：平成27年度本プロジェクト構造探査重合測線、矩形内の数値：断層の傾斜(単位は度)。赤紫色実線：断層傾斜が不明な断層。本文参照。

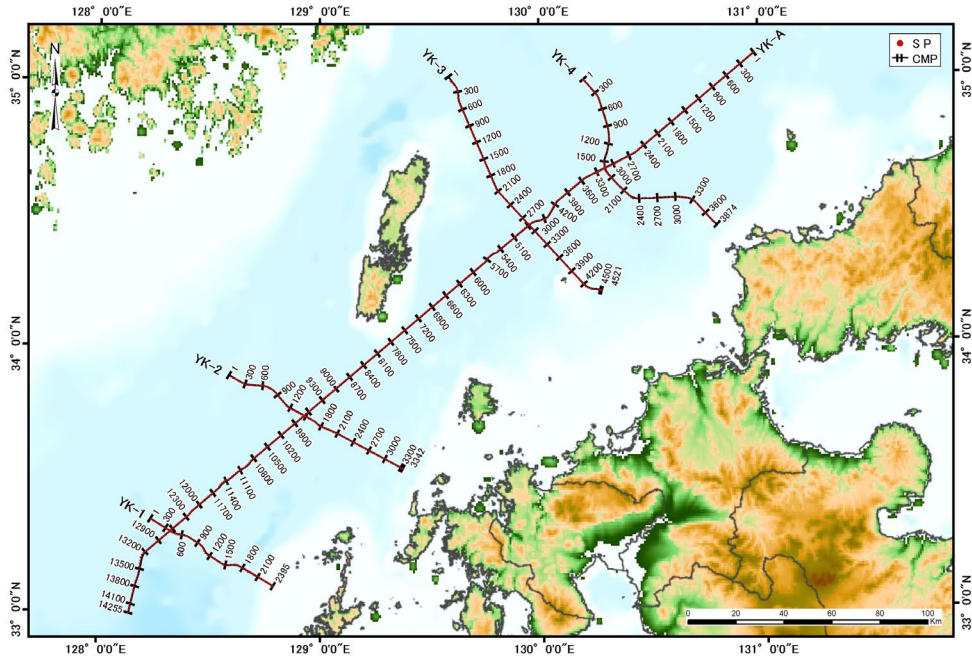


図3 山口-北九州沿岸測位置図。測線脇の番号は CDP 番号。国土交通省行政区域データ・海上保安庁水深線データを使用。

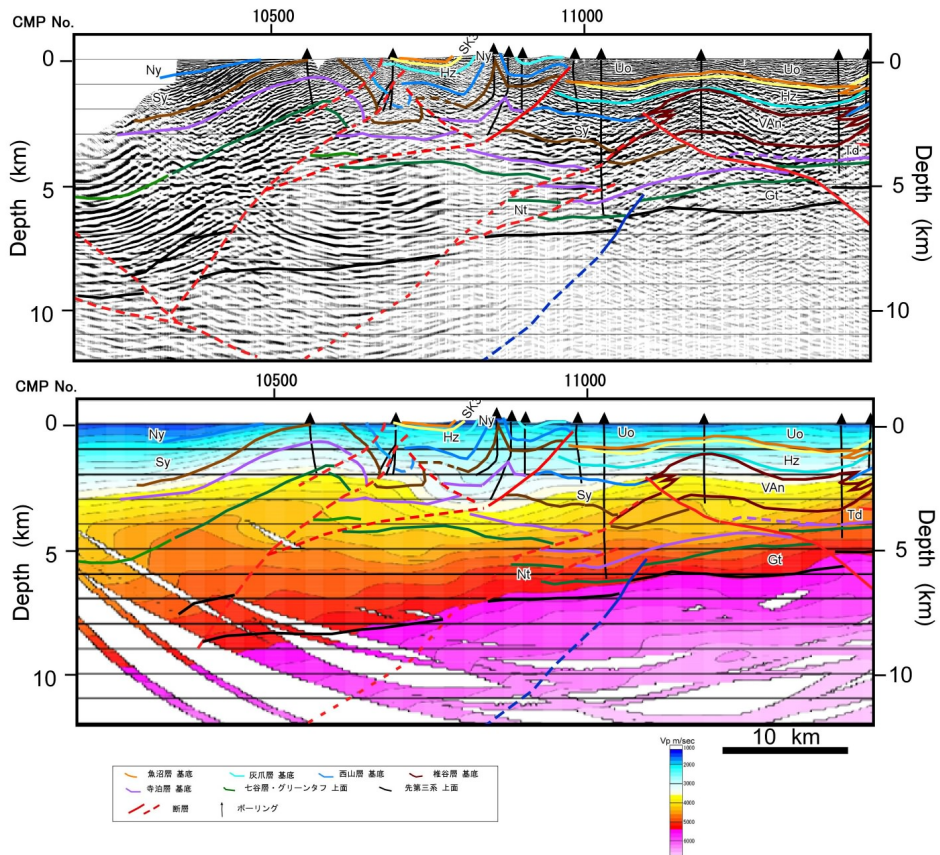


図4 Thin-skinned tectonics による変形の例(新潟、西山丘陵を横断する深部反射法地震探査断面とその地質学的解釈)<sup>7)</sup>。

1) 福江沖の断層 (FK01・FK02)

FK01：海底地形において、北東-南西走向の北西側隆起の海底地形を示し、横断する平成27年度のYK-1測線<sup>8)</sup>(図3)において、浅層部に地層の変位が認められることから活断層と判断した(図5)。断層の傾斜は60度(図6)、長さは海底地形による。

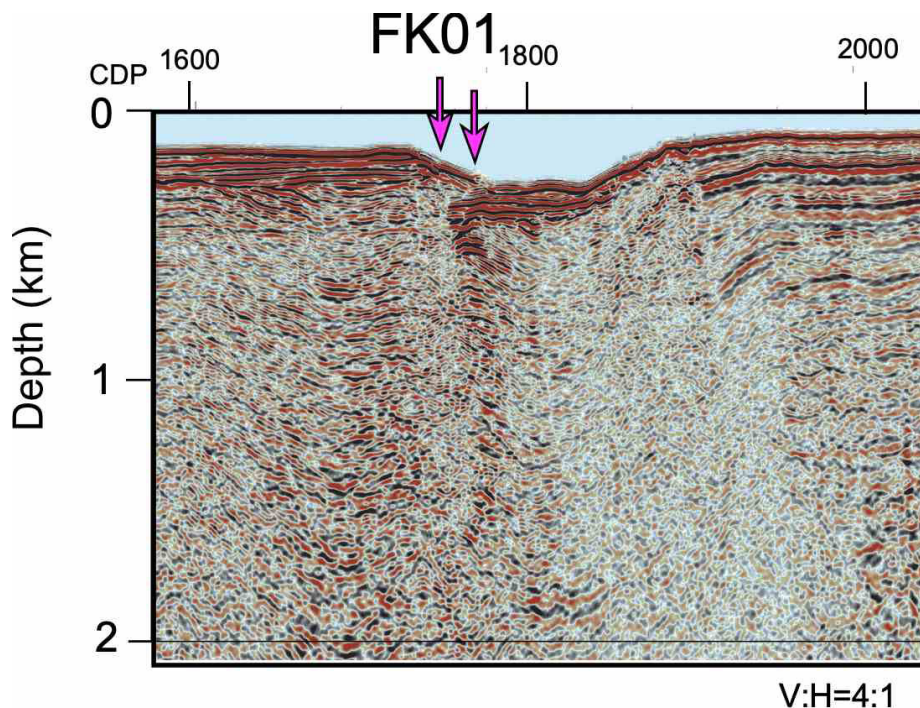


図5 YK-1測線(図3)の深度変換断面(縦横比4:1)<sup>8)</sup>における断層FK01。矢印は断層の位置。

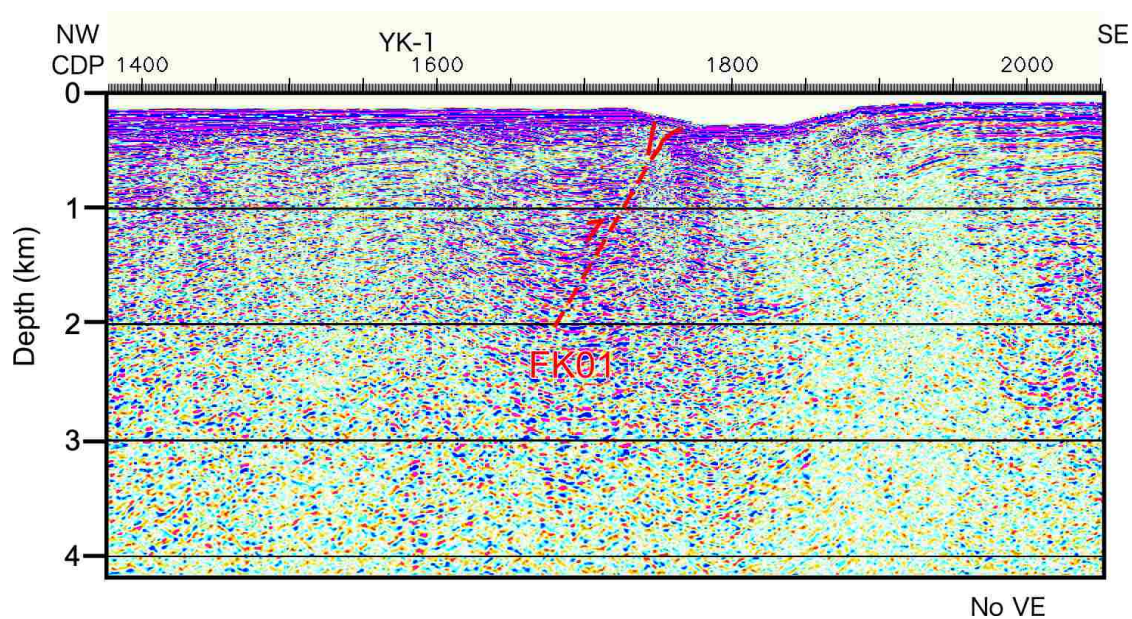


図6 YK-1測線(図3)の深度変換断面(垂直誇張なし)<sup>8)</sup>における断層FK01。赤波線は断層(推定)。



FK02：平成 27 年度の YK-A 測線<sup>8)</sup>（図 3）において CDP12400 に存在する断層（図 7、8）と、周辺の資源探査測線の結果も含めて、走向と傾斜を判断した。資源探査測線が少なく、断層長については精度が低い。

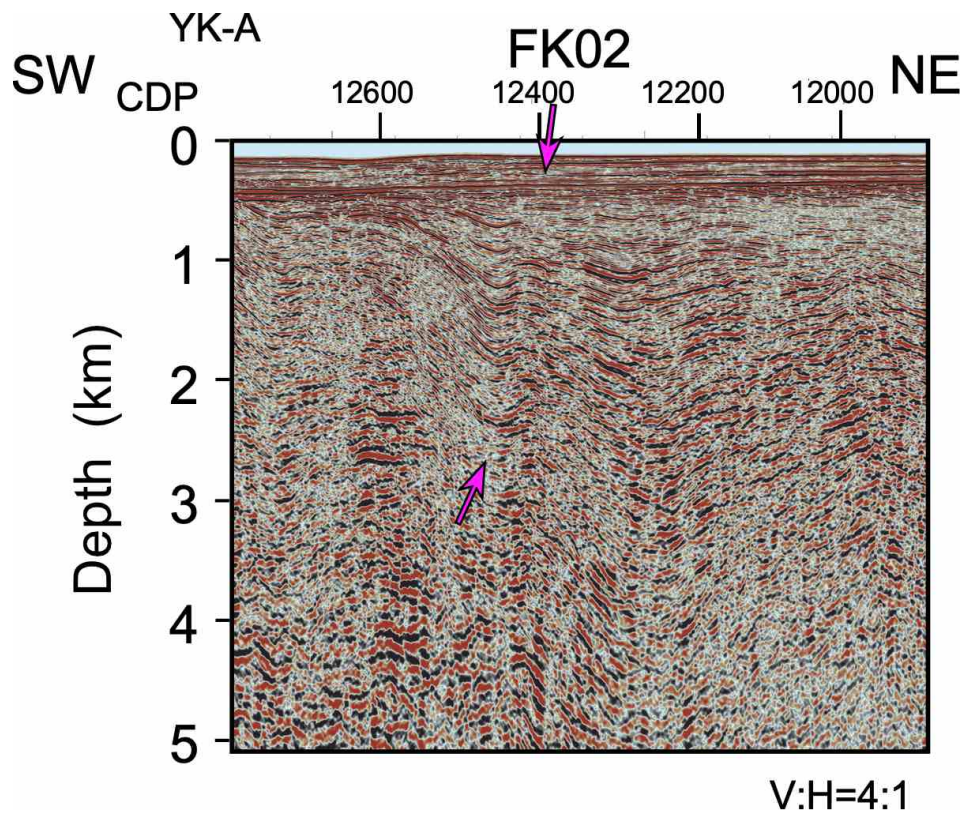


図 7 YK-A 測線（図 3）の深度変換断面（縦横比 4:1）<sup>8)</sup>における断層 FK02。矢印は、断層の位置。

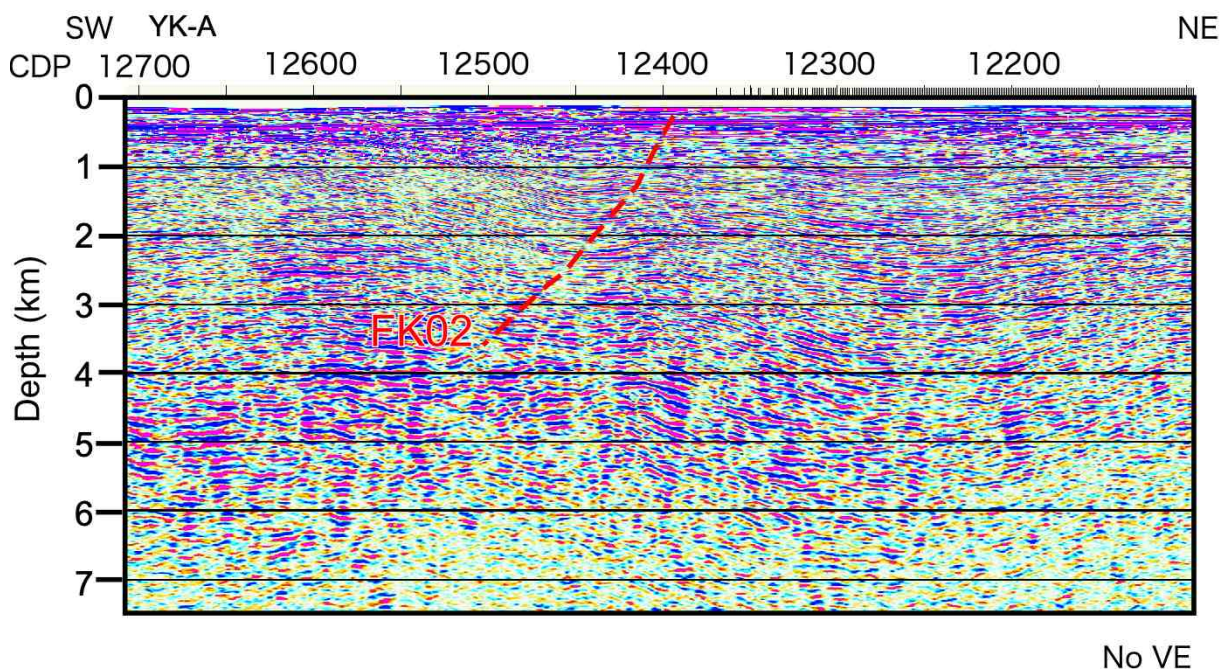


図 8 YK-A 測線（図 3）の深度変換断面（垂直誇張なし）<sup>8)</sup>における断層 FK02。赤波線は断層（推定）。

2) 対馬周辺の断層 (TS01・TS02・TS03)

TS01-TS02: 断層 TS01 は、平成 27 年度の YK-A 測線<sup>8)</sup> (図 3) において CDP9100 に存在する断層であり (図 9、10)、新期の地層まで層厚変化をもたらしている (図 9 の GS 部分)。東側隆起の断層でブーゲ異常から判断して、北北東に伸び対馬西側を通過する断層の延長部と見られる。周辺の資源探査測線の結果も含めて、走向と傾斜を判断した。

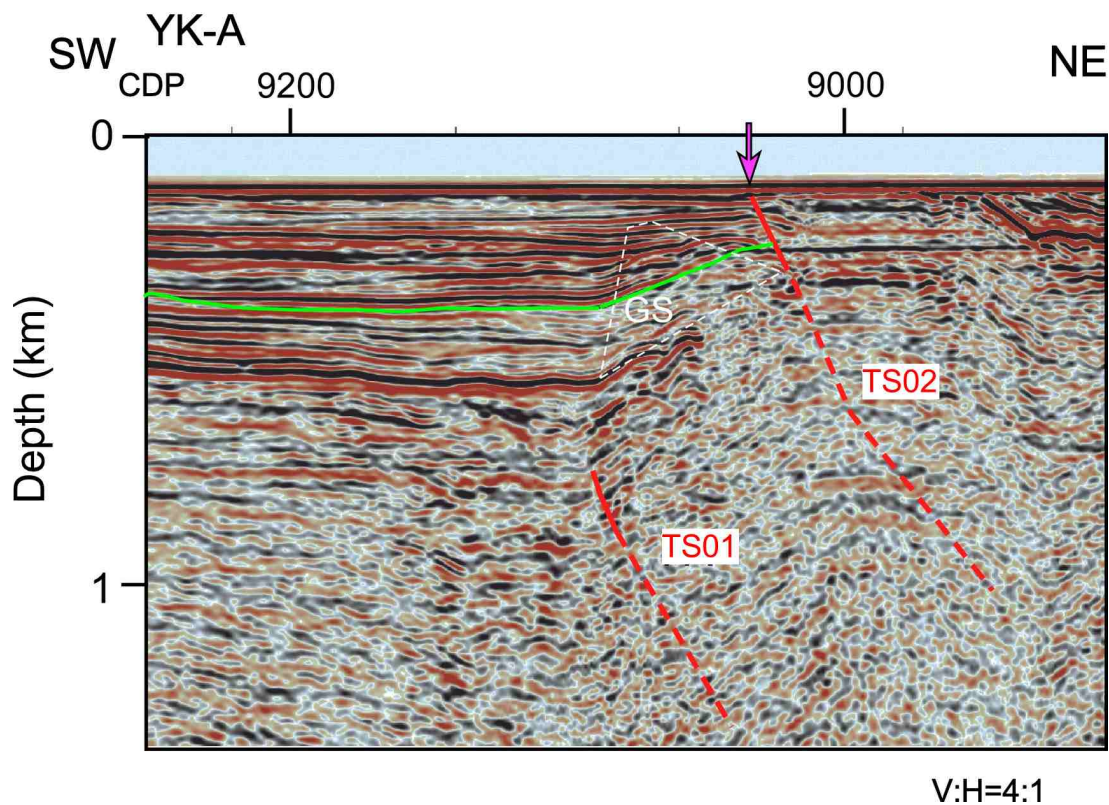


図 9 YK-A 測線 (図 3) の深度変換断面 (縦横比 4:1)<sup>8)</sup> における断層 TS01 と TS02。赤波線は断層(推定)。GS: 成長層、黄緑実線: D 層準。TS01、TS02: 推定活断層。

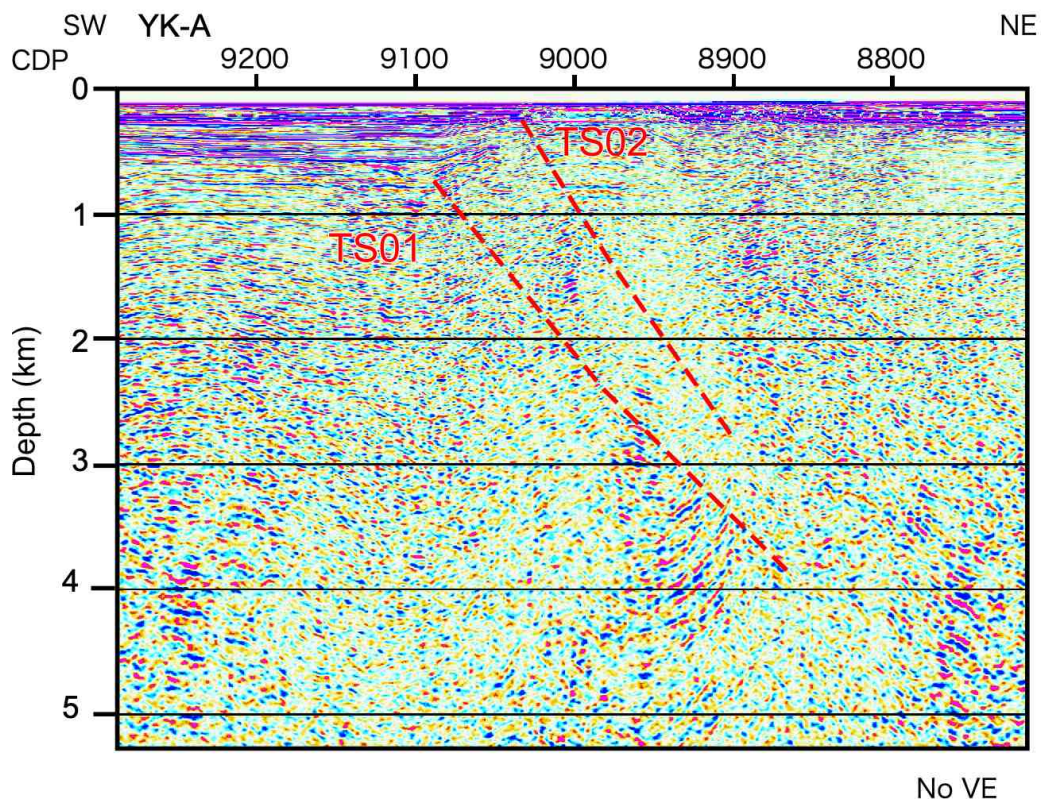


図 10 YK-A 測線 (図 3) の深度変換断面(垂直誇張なし)<sup>8)</sup>における断層 TS01 と TS02。赤波線は断層 (推定)。

TS03: 断層 TS03 は、いくつかの資源探査測線で浅部まで変位を与えており、活断層の可能性が高いと判断した。YK-3 測線 (図 3) では南東側の急傾斜から北西側の緩傾斜の領域に断層を推定した (図 11)。南東側隆起の逆断層である。

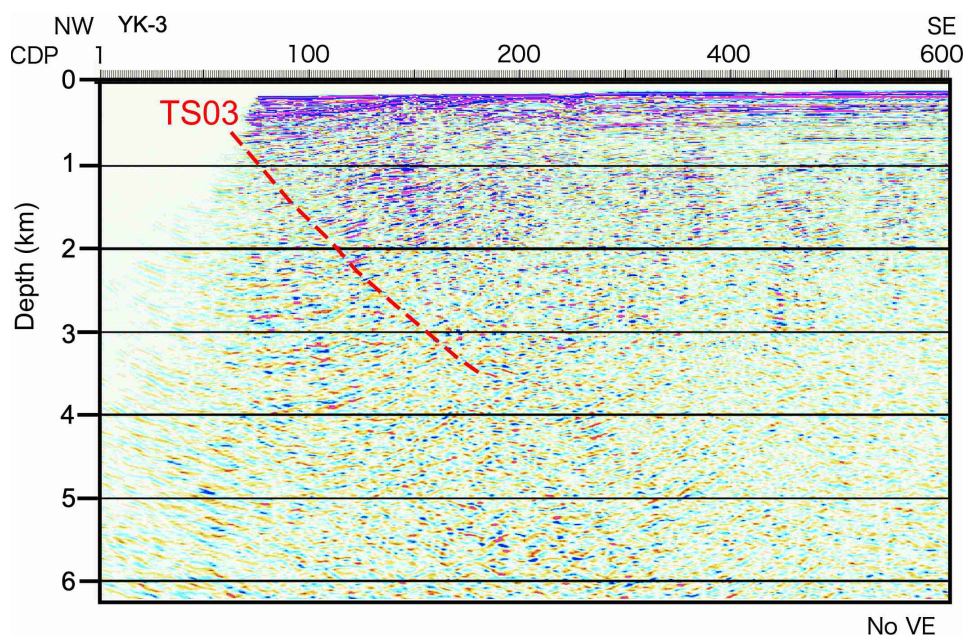


図 11 YK-3 測線 (図 3) の深度変換断面(垂直誇張なし)<sup>8)</sup>における断層 TS03。赤波線は断層 (推定)。

3) 北九州沖の断層 (FO01-08)

FO01・FO02：NNW-SSE 方向の走向を示す断層で、資源探査資料でもほぼ垂直の断層として認識できる。

西山断層帯(FO03、FO05)

FO3 については、平成 27 年測線 YK-A (図 3) において、変位量は小さいが岡村・他 (2014)<sup>4)</sup> の指摘する断層の北北西延長に断層が分布するため (図 12)、従来の指摘より断層長を延長させた。断層の傾斜はほぼ垂直である。

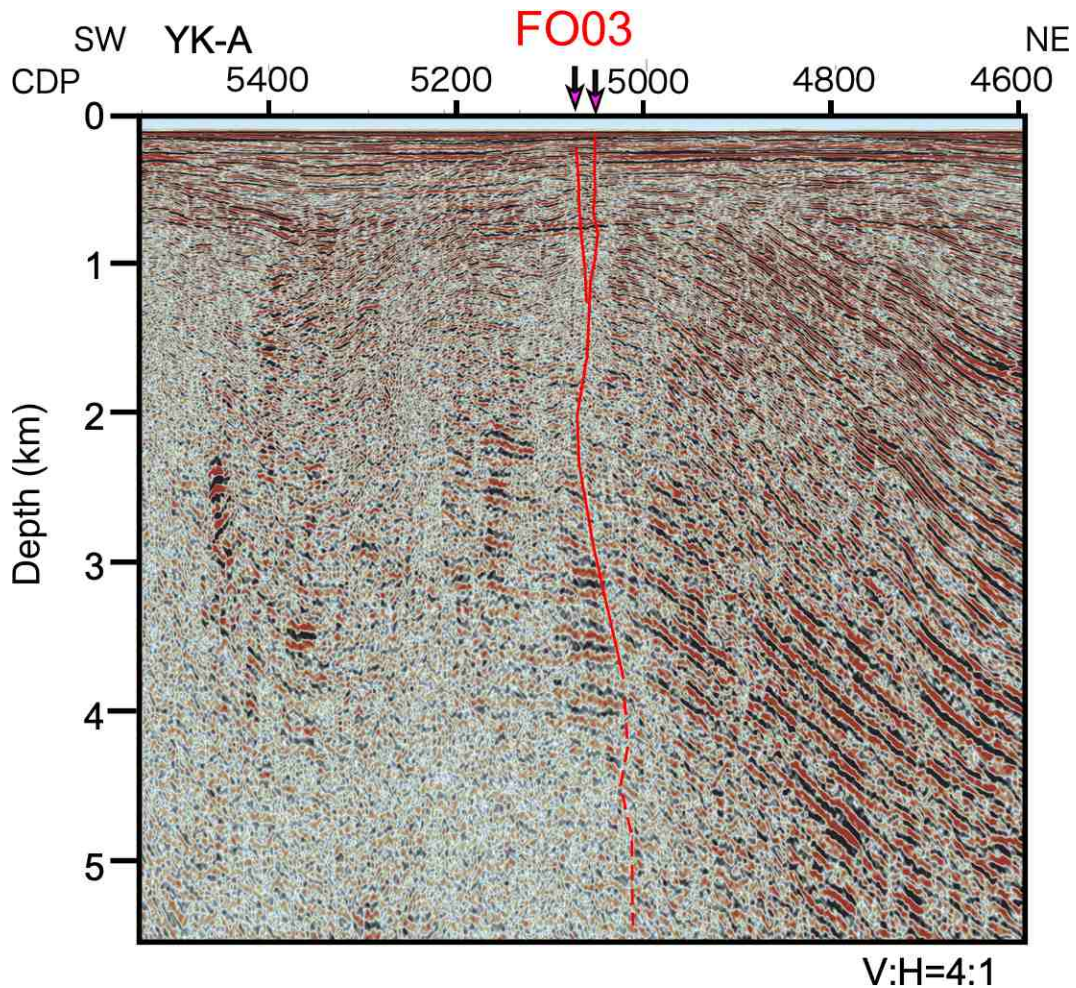


図 12 YK-A 測線 (図 3) の深度変換断面における断層 FO03<sup>8)</sup>。矢印は、活断層の位置、断層 FO03 の北端部に相当。赤波線は断層 (推定)。

FO05：岡村・他 (2014)<sup>4)</sup> では雁行する断層トレースからなる断層帯として表記されている。交差する複数の資源探査測線で確認でき、ほぼ垂直の傾斜を示す。

FO04：北東-南西走向の東傾斜の逆断層で (図 13、14)、平成 27 年測線 YK-A (図 3) の他、複数の資源探査測線でも確認でき、断層長については良好に把握可能である。

FO06、FO07、FO08、FO09：FO06のトレースは、福岡県西方沖の断層（地震調査委員会、2007）<sup>9)</sup>に相当する。資源関係の資料は得られていない。FO07については、資源関係の反射断面資料はないが、福岡県西方沖地震の断層と類似の走向を示すことから、ほぼ垂直の傾斜を有するものと推定した。

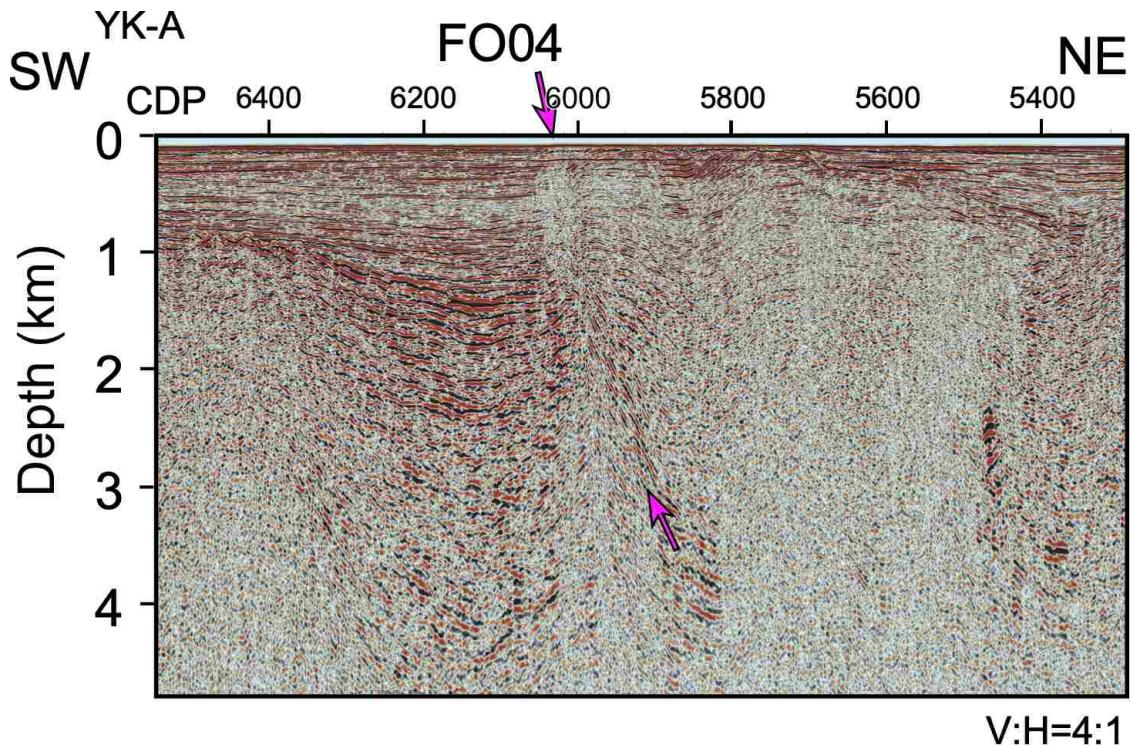


図 13 YK-A 測線（図 3）の深度変換断面（縦横比 4:1）<sup>8)</sup>における断層 FO04。矢印は、FO04 断層の位置。

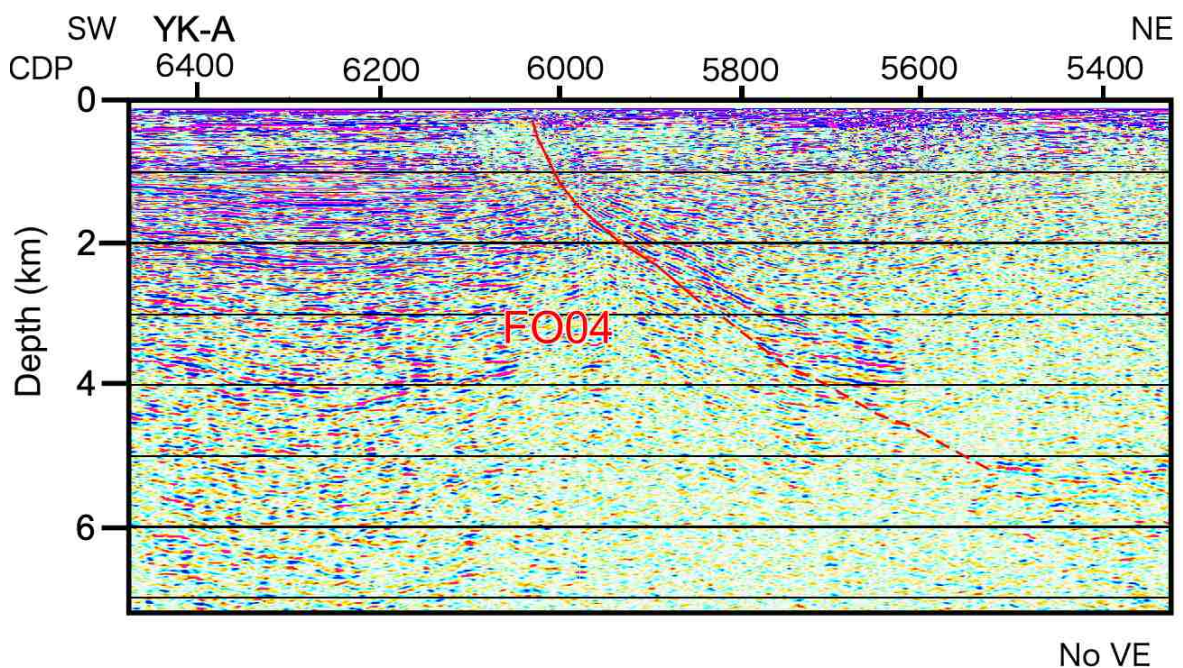


図 14 YK-A 測線（図 3）の深度変換断面（垂直誇張なし）<sup>8)</sup>における断層 FO04。赤波線は断層（推定）。

4) 山口沖の断層 (YM01-18)

YM09・10・11・14・15 は、岡村・他 (2014) <sup>4)</sup> の角島沖断層群に相当する。北北西-南南東方向に伸びるほぼ垂直の傾斜を有する活断層群である。菊川断層の海域延長である YM09 断層は、複数の資源関係断面や平成 27 年度の YK4 測線で明らかなように (図 15、16、17)、ほぼ垂直な形状を示す。海底面近傍まで変位を与えており、活断層と判断される。図 15 に示す反射断面では断層は正断層的な変位を示す向かい合う断層が地下で収れんし、中央部で低下する花弁状構造を示すことから、横ずれ断層である可能性が高い。

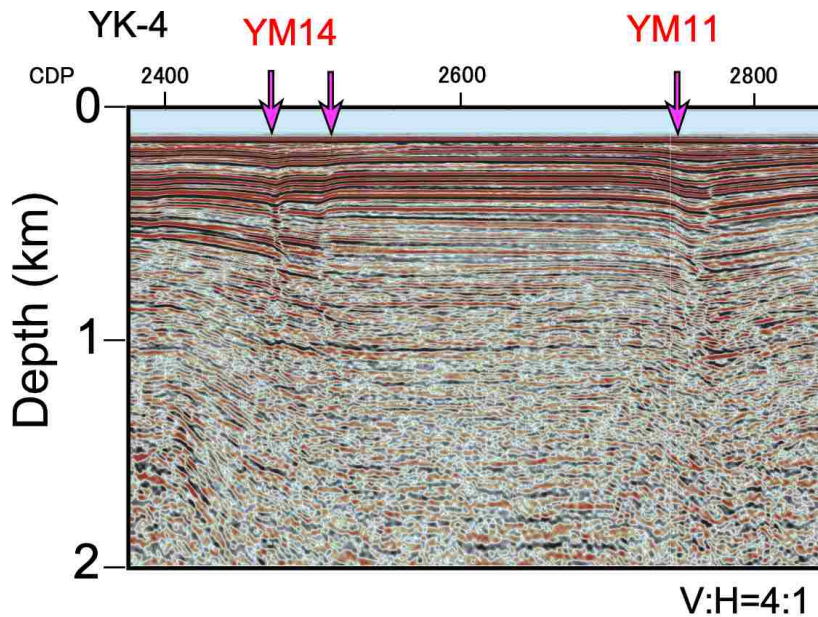


図 15 YK-4 測線 (図 3) の深度変換断面 (縦横比 4:1) <sup>8)</sup> における断層 YM14 と YM11。矢印は、断層の位置を示す。

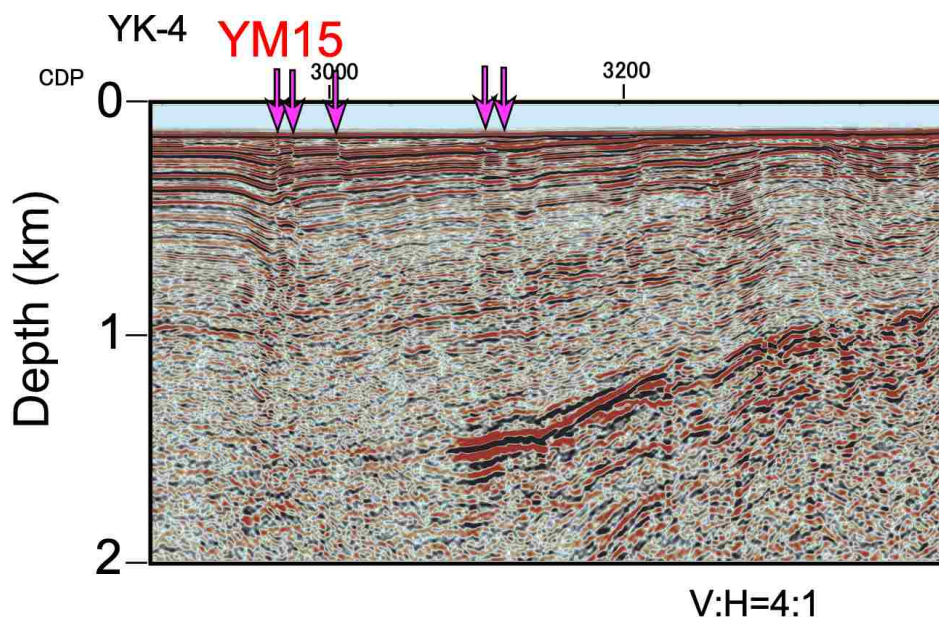


図 16 YK-4 測線 (図 3) の深度変換断面 (縦横比 4:1) <sup>8)</sup> における断層 YM15。矢印は、断層の位置を示す。地表近傍まで変位を与える断層は、YM15 の北東側にも存在するが、水平方向の広がり不明である。

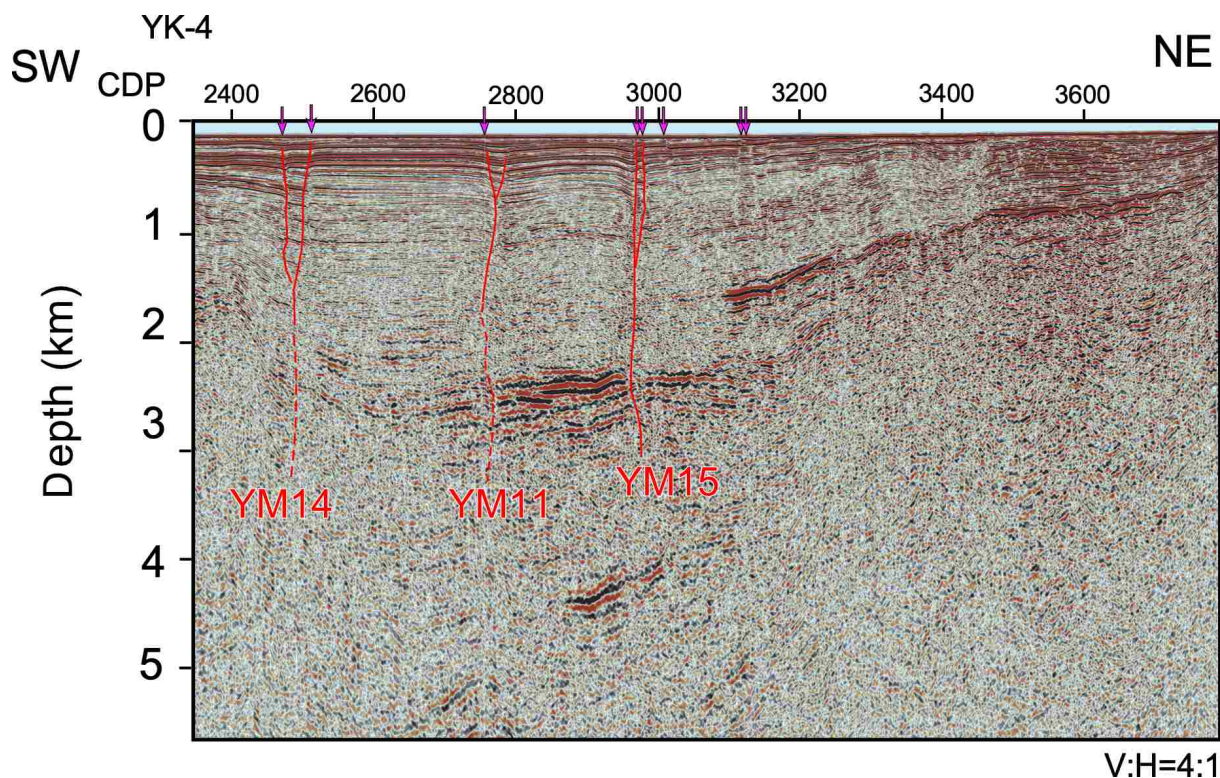


図 17 YK-4 測線（図 3）の深度変換断面（縦横比 4:1）<sup>8)</sup>における断層 YM11・YM14・YM15。

YM10、YM11、YM14、YM15 も NNW-SSE 方向の断層群であり、資源関係資料でもよく追跡される。断層の発達密度が高く、震源断層へのグルーピングについては今後の課題である。

YM06、YM07、YM08：岡村・他（2014）<sup>4)</sup>の見島断層群に相当する。これらの断層については、資源関係の反射法地震探査断面があり、複数の測線で確認できる。YM07については、地表の断層近傍で凸型の変形示す高角の形状を示し、圧縮性の横ずれ断層と推定される。YM08については垂直な断面形を示し、地表近傍での分岐は少ない。

YM16 は角島沖断層群と見島断層群の間に位置する、南北走向の断層で、複数の資源関係の断面でほぼ垂直な断層として追跡される。

YM01、YM02、YM03、YM04、YM05、YM12、YM13、YM17、YM18：岡村・他（2014）<sup>4)</sup>の千里が瀬西部断層群に相当する。東北東-西南西方向の走向を有する断層群である。YM01-05については、尖道褶曲帯の褶曲形成期に活動した断層が再活動し、鮮新世以降の地層に変位を与えているが、堆積層下の断層形状な点には不明な点が多く、断層モデルを構築できるだけの資料が得られていない。

### 5) 島根沖の断層群

SH01-14: 岡村・他 (2014) <sup>4)</sup> の出雲沖断層群に相当する。全体の走向はほぼ東西走向であり、西部の断層は東北東-西南西の走向となる。活断層の認定は、岡村・他 (2014) <sup>4)</sup> に従う。

島根沖の活断層の判定に当たっては、既存の資源探査資料と表層近傍の音波探査断面から推定されている断層の形状が問題なく連続する場合については、傾斜の判断を行った。ただし、活断層として報告されている断層の中には堆積層中で複雑な断層関連褶曲を構成している二次的な断層の構造が抽出されていると判断されるものが存在する。こうした構造の概念図を、図 18 に示す。基本的には日本海形成期の正断層群に規制されたハーフグラベン群がその後の短縮変形を被り、新第三系の堆積層中で断層関連褶曲が形成されている。浅層部から新期の地層を変位させる断層と判断されるものの、より深部では傾斜が反対方向に入れ替わる場合もあり、安定して深部形状が判断できない場合もある。また、楔状の逆断層の二次的な断層が、活断層となっている場合もある。これらの複雑な断層系の活動は後期中新世末期までには終了しているが、少数の断層は第四紀に再活動しているものと推定される。このような堆積層の複雑な変形のため基盤岩中の震源断層の特定と形状の推定は極めて困難であった。

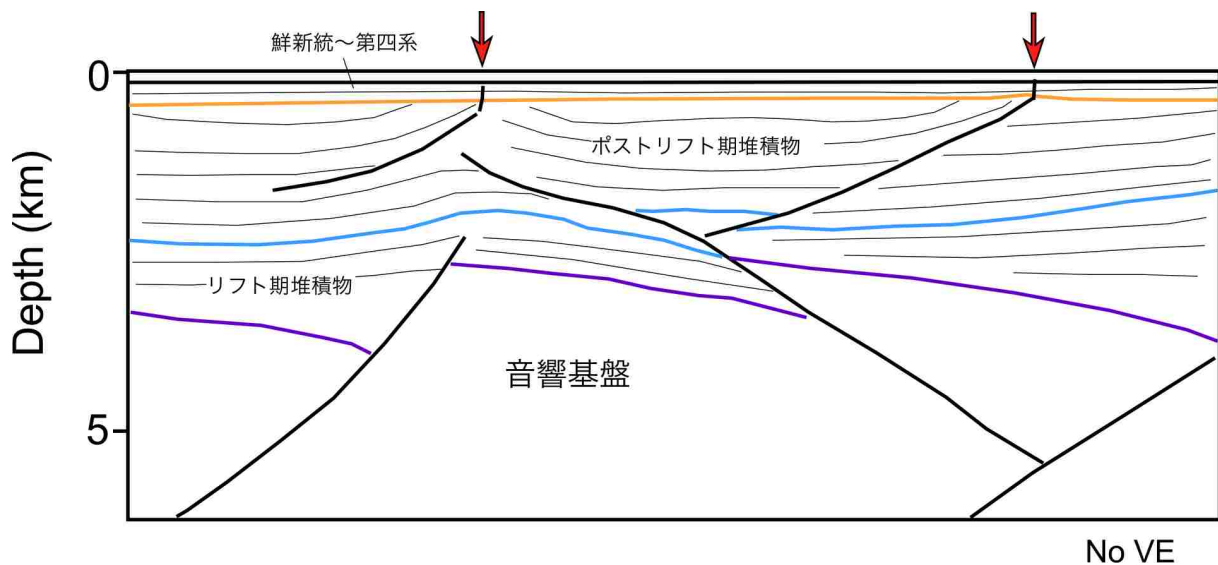


図 18 島根沖の地質構造概念図。

### 6) 1872 年島根県浜田地震の推定震源断層

1872 年に島根県浜田で発生した地震に対応する震源断層については、藤森・他 (1990) <sup>10)</sup> により、変動地形・リニアメントの他、地震後の地変についての報告 <sup>11, 12)</sup> などから総合的に検討されている。また、谷岡・他 (2004) <sup>13)</sup> は、浜田地震の前震についての断層モデルを推定しており、断層モデルの推定にあたっては、本震の断層についてもこの傾斜角を用いた。長さについては、藤森・他 (1990) <sup>10)</sup> が対応する可能性のあるとして指摘したリニアメントの情報を参照した。



## 7) 断層パラメータ

平成 28 年度には、平成 27 年度にデータを取得した山口沖から北九州沖海域までの活断層に対して総合的に検討を加えた。断層を矩形モデルで近似し、それらの上端座標を読み取り、推定した地震発生層中の傾斜と地震発生層の厚さをもとに、断層幅などを求めた。地震発生層の厚さは、地震波トモグラフィや地質構造に基づく構成岩石の推定と、それらのレオロジー特性を基に推定した<sup>2)</sup>。また、地震観測から推定されている応力状態をもとに、断層面のすべり角を求めた<sup>3)</sup>。得られた結果を表 1 に示す。尚、複雑な断層関連褶曲の結果、震源断層の形状の推定が困難な断層については、断層の傾斜の判断を行っていない。また、こうした断層については、その取り扱いには留意する必要がある。

今回の解析結果は、本プロジェクトにおける調査結果に基づくものであり、今後の調査研究によって変更される可能性もある。津波シミュレーション等に利用する際には、今回の断層モデルは変更の可能性があると留意が必要である。

表 1 断層の矩形モデルのパラメータ

断層名	始点座標		終点座標		走向 (度)	傾斜 (度)	断層長さ (km)	断層幅 (km)	地震発生層の深さ (km)	すべり角 (度)
	緯度 JGD2000 (度)	経度 JGD2000 (度)	緯度 JGD2000 (度)	経度 JGD2000 (度)						
	SH01D	35.72	131.97	35.71						
SH02Da	35.65	131.75	35.64	132.11	91	60	33.4	17.1	15	-155
SH02Db	35.63	131.58	35.65	131.74	77	60	14.4	17.1	15	-177
SH03D	35.24	131.58	35.05	131.28	230	60	34.3	17.2	15	157
SH04Da	35.53	132.16	35.49	132.46	96	-	27.2	-	15	-
SH04Db	35.52	131.95	35.53	132.16	87	-	19.1	-	15	-
SH05Da	35.47	132.27	35.47	132.14	273	-	11.9	-	15	-
SH05Db	35.47	132.13	35.40	131.97	238	60	16.9	17.1	15	162
SH06D	35.40	132.46	35.37	132.07	262	60	35.6	17.2	15	178
SH07D	35.59	131.67	35.56	131.96	94	-	26.1	-	15	-
SH08D	35.43	131.33	35.56	131.56	53	-	25.2	-	15	-
SH09	35.52	131.80	35.46	131.49	256	-	28.1	-	15	-
SH11	34.95	131.92	35.18	131.82	340	85	27.3	14.9	15	6
SH12	35.03	131.95	35.19	131.89	342	80	18.4	15.1	15	14
SH13	35.76	133.03	35.68	132.59	255	60	41.2	17.2	15	-176
SH14	35.34	131.33	35.43	131.54	61	-	21.5	-	15	-
SH15D	35.37	131.96	35.36	131.65	265	-	28.0	-	15	-
SH16D	35.47	132.05	35.55	131.74	284	-	29.5	-	15	-
YM04D	35.36	131.06	35.21	130.74	239	-	33.4	-	15	-
YM05D	35.13	131.04	35.03	130.79	243	-	25.8	-	15	-
YM06	34.71	131.13	35.01	131.00	340	75	35.0	15.4	15	42
YM07a	34.93	131.32	35.05	131.20	318	80	16.6	15.1	15	-9
YM07b	34.79	131.38	34.93	131.32	340	90	17.1	14.9	15	-17
YM07c	34.66	131.48	34.79	131.38	324	90	16.9	14.9	15	-5
YM08	34.58	131.42	34.88	131.19	326	90	39.7	14.9	15	0
YM09	34.28	130.87	34.65	130.27	306	90	68.7	14.9	15	-12
YM10	34.51	130.87	34.69	130.71	324	90	24.9	14.9	15	-3
YM11	34.40	130.77	34.77	130.45	324	90	49.4	14.9	15	-12
YM12	34.84	130.08	34.98	130.27	48	60	23.6	17.2	15	-163
YM13	34.86	130.07	35.00	130.26	48	60	23.5	17.2	15	-163
YM14	34.41	130.74	34.69	130.43	316	90	41.6	14.9	15	-8
YM15	34.43	130.79	34.65	130.61	326	90	30.0	14.9	15	-8
YM16	34.65	130.91	34.85	130.94	6	90	21.5	14.9	15	148
YM17D	35.26	130.22	35.34	130.46	67	60	23.3	17.2	15	-109
YM18D	35.50	130.53	35.55	131.02	82	60	44.6	17.1	15	-86
FO01	34.39	130.31	34.30	130.38	150	90	12.3	14.9	15	21
FO02	34.29	130.35	34.09	130.51	146	90	26.6	14.9	15	34
FO03	34.16	130.06	34.45	129.88	332	90	36.4	14.5	15	-21
FO05	34.17	130.11	33.91	130.38	138	90	37.7	14.9	15	38
FO06	33.78	130.09	33.66	130.31	123	90	24.5	15.0	15	1
FO07	33.88	130.10	33.74	130.22	142	90	19.2	15.0	15	11
FO08	34.05	129.68	33.91	130.03	116	90	36.4	14.9	15	2
FO09	34.11	129.75	33.91	130.05	129	90	35.2	14.9	15	-3
FO04D	34.09	129.59	34.41	129.79	27	45	40.1	21.2	15	176
TS01D	33.73	129.04	33.97	129.08	7	45	27.4	21.2	15	147
TS02D	33.78	129.09	34.05	129.14	9	60	30.5	17.1	15	169
TS03D	34.85	129.40	35.03	129.61	45	60	28.0	17.1	15	179
FK01	33.38	128.80	33.13	128.61	212	65	33.2	16.4	15	-166
FK02	33.33	128.28	33.34	128.54	87	60	23.7	17.1	15	-29
Hamada	35.02	132.19	34.90	132.01	230	80	20.7	15.2	15	154

(c) 結論ならびに今後の課題

平成 27 年度の山口から北九州沖にいたる反射法地震探査結果と、既存の資料をもとに同海域の波源矩形モデルを作成した。また、平成 28 年度に調査ができなかった島根沖の断層モデルについても、既存の資料をもとに断層モデルの構築に努めた。ただし、とくに山陰西部の沖合海域については、顕著な断層関連褶曲が発達し、堆積層中での複雑な変形によって、地表近傍での地下の震源断層にいたる関連性の把握が困難な場合がある。地表から地下深部への断層の連続が、明瞭ではないため断層モデルを提示できない断層群が残った。こうした断層群については、問題点を把握し今後、十分な調査が必要である。

(d) 引用文献

- 1) 日本海における大規模地震に関する調査検討会：日本海における大規模地震に関する調査検討会報告書，43p., 2014.
- 2) 佐藤比呂志・石山達也・加藤直子・野 徹雄・石川正弘・武田哲也・越谷 信・豊島剛志・工藤 健：断層モデルの構築，平成 25 年度「日本海地震・津波調査プロジェクト」成果報告書，203-216，2014.
- 3) 武田哲也・浅野陽一・汐見勝彦・松本拓己・木村尚紀・松澤孝紀・上野友岳・木村武志：沿岸域の地震活動の把握，平成 25 年度「日本海地震・津波調査プロジェクト」成果報告書，217-232，2014.
- 4) 岡村行信・井上卓彦・阿部信太郎：山陰西部および九州北部沖の第四紀断層・活断層・古地震研究報告，14,157-177，2014.
- 5) Okamura, Y.: Active tectonics around the junction of Southwest Japan and Rykyu arcs: Control by subducting plate geometry and pre-Quaternary geologic structure. *Island Arc*, 25, 287-297, 2016.
- 6) 佐藤 比呂志・石山達也・加藤直子・野 徹雄・石川正弘・武田 哲也・越谷 信・豊島剛志・工藤 健，断層モデルの構築，平成 26 年度「日本海地震・津波調査プロジェクト」成果報告書，237-268，2015 .
- 7) 佐藤比呂志・岩崎貴哉・石山達也・加藤直子，東山-三島測線地殻構造探査，ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究(平成 22 年度)成果報告書，182-227，2011.
- 8) 佐藤比呂志・岩崎貴哉・石山達也・蔵下英司・加藤直子・Claringbould, Johan S.・田中 伸一・宮川幸治・田上貴代子・辻浩渡辺 茂・坂 守・安藤 美和子 越谷 信 戸田 茂 豊島剛志・小林 健太：沿岸海域および海陸統合構造調査，平成 26 年度「日本海地震・津波調査プロジェクト」成果報告書，148-222，2016.
- 9) 地震調査委員会：警固断層帯の評価，地震調査研究推進本部，32p., 2007.
- 10) 藤森孝俊・蒔苗耕司・山口勝・川口隆・太田陽子：島根県浜田地震(1872 年)の地形学的検討. *地学雑誌*，99， 2， 167-181， 1990.
- 11) 今村明恒：明治五年ノ浜田地震. 震災予防調査会報告，77，43-77， 1913.
- 12) 島根県浜田測候所：明治五年旧二月六日 浜田地震. 島根県立浜田測候所，41p., 1912.
- 13) 谷岡勇市郎・神定健二：1872 年浜田地震前兆現象の津波によるモデル化. *北海道大学地球物理学研究報告*，67，337-345，2004.

## (e) 成果の論文発表・口頭発表等

著者	題名	発表先	発表年月日
Ishiyama, T., Sato, H., Kato, N., Koshiya, S., Abe, S., Shiraishi, K., and Matsubara, M.	Structures and active tectonics of compressionally reactivated back-arc failed rift across the Toyama trough in the Sea of Japan, revealed by multiscale seismic profiling (論文発表)	Tectonophysics	印刷中 (Web 掲載：平成 28年9月25 日)
Hiroshi Sato, Johan S. Claringbould, Tatsuya Ishiyama , Naoko Kato, Shinji Kawasaki, Susumu Abe	Back-arc basin opening and closure along the southern margin of the Sea of Japan (ポスター発表)	European Geosciences Union General Assembly 2016	平成 28 年 4 月 20 日
Sato, H., T. Ishiyama, S. Abe, N. Kato, A. Van Horne, J.S. Claringbould, T. Iwasaki, M. Matsubara & T. Takeda	Structure and evolution of backarc marginal rifts in Japanese island arcs (口頭発表)	17th International Seismix Symposium	平成 28 年 5 月 15-20 日
Johan Claringbould, Hiroshi Sato , Tatsuya Ishiyama, Naoko Kato , Shinji Kawasaki , Susumu Abe	Structural evolution of the southern margin of the Sea of Japan: implications from recently obtained seismic data (ポスター発表)	日本地球惑星科学連 合 2016 年大会	平成 28 年 5 月 22-26 日

佐藤比呂志	日本海の地質構造と震源断層（招待講演）	日本地質学会第 123 年学術大会	平成 28 年 9 月 12 日
佐藤比呂志・石山達也・橋間昭徳	沈み込み帯地震発生モデルの構築に向けて（招待講演）	日本活断層学会 2016 年秋季大会	平成 29 年 10 月 29 日
Hashima, A., H. Sato, and T. Ishiyama	Simulation for Inland Stress accumulation due to Interseismic Coupling in the Southwest Japan Arc（ポスター発表）	American Geophysical Union Fall Meeting, 2016	平成 28 年 12 月 12 日
Van Horne, A., H. Sato, and T. Ishiyama	Some fundamental questions about the evolution of the Sea of Japan back-arc（ポスター発表）	American Geophysical Union Fall Meeting, 2016	平成 28 年 12 月 12 日

(f) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

(3) 平成 29 年度業務計画案

西南日本において取得した資料を既存資料も含めて統合し、日本海と沿岸域の断層モデルを構築する。地震活動の情報（サブサブテーマ 2.5.2）、構成岩石モデル（サブサブテーマ 2.5.3）の成果とともに、断層モデルを更新する。