

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29年度業務目的

(2) 平成29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30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
	特任助教	橋間 昭徳
	特任研究員	加藤 直子
	特任研究員	Anne Van Horne
	特任研究員	Johan Steven Claringbould
	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
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
岩手大学理工学部	教授	越谷 信
新潟大学理学部	教授	豊島 剛志
	講師	小林 健太
弘前大学大学院理工学研究科	教授	小菅 正裕
中部大学工学部共通教育科	教授	工藤 健

(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した。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た。

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 29 年度業務目的

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。

(2) 平成 29 年度の成果

(a) 業務の要約

海洋研究開発機構の反射法地震探査結果、既存の資料をもとに北陸～鳥取沖の大和海盆・大和堆を含む海域において波源矩形モデルを作成した。また、平成 28 年度の倉吉沖の海陸統合地震探査結果も考慮して、断層モデルの検討を行った。これまでの成果をとりまとめ西南日本沖の日本海南部の断層モデルを作成した。

(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

1) 隠岐海嶺北縁の構造

隠岐海嶺の北縁には、大和海盆との境界部に顕著な地形境界がある。この地形境界を横断する海洋研究開発機構による反射法地震探査時間断面を図 2-4 に示す。これらの海底地形は、大和海盆の拡大期に形成された正断層が埋積されずに残存しているもので、正断層の周辺には堆積後の顕著な変形は認められない。

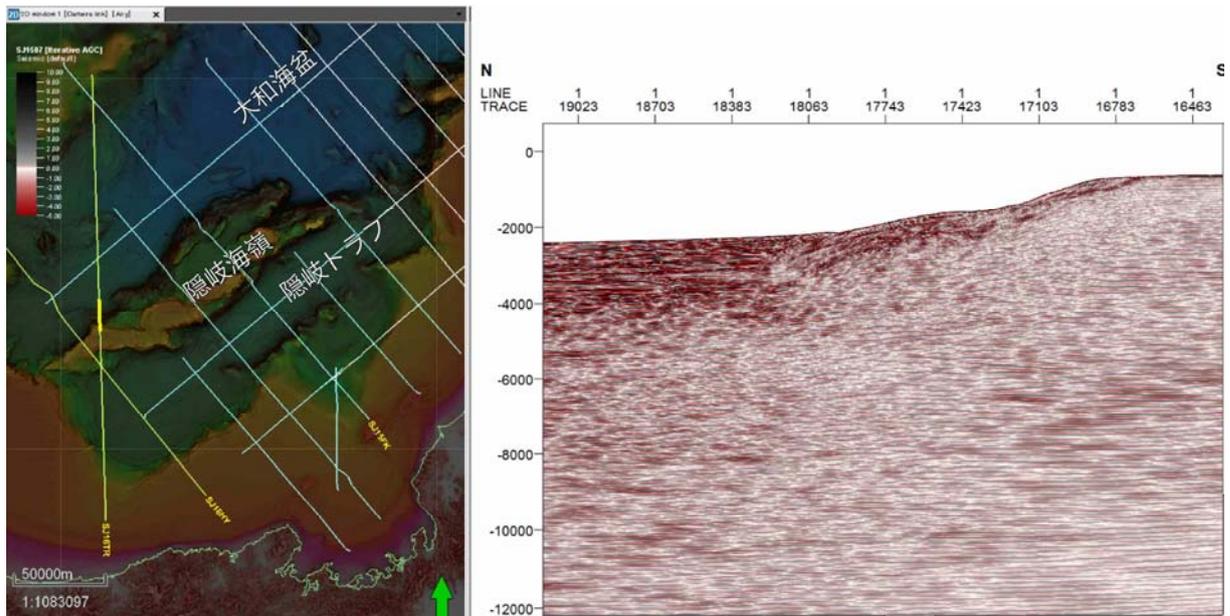


図 2 隠岐海嶺北西部、大和海盆との境界部の反射法地震探査時間断面（海洋研究開発機構による時間断面）。

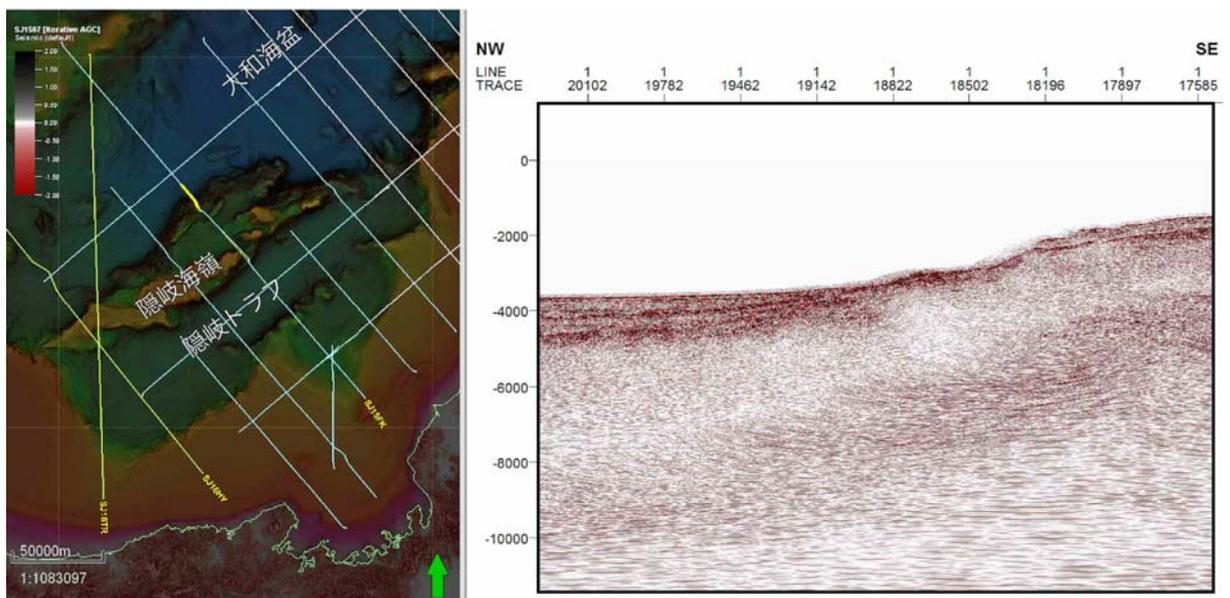


図 3 隠岐海嶺北部、大和海盆との境界部の反射法地震探査時間断面（海洋研究開発機構による時間断面）。

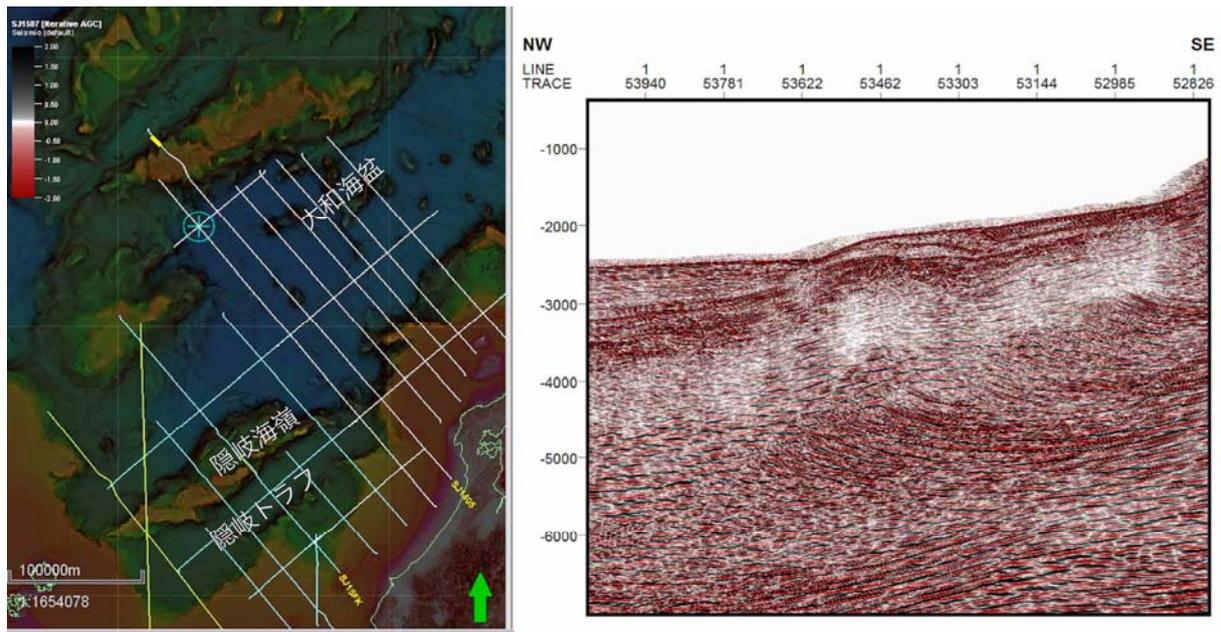


図 4 隠岐海嶺北部、大和海盆との境界部の反射法地震探査時間断面（海洋研究開発機構による時間断面）。

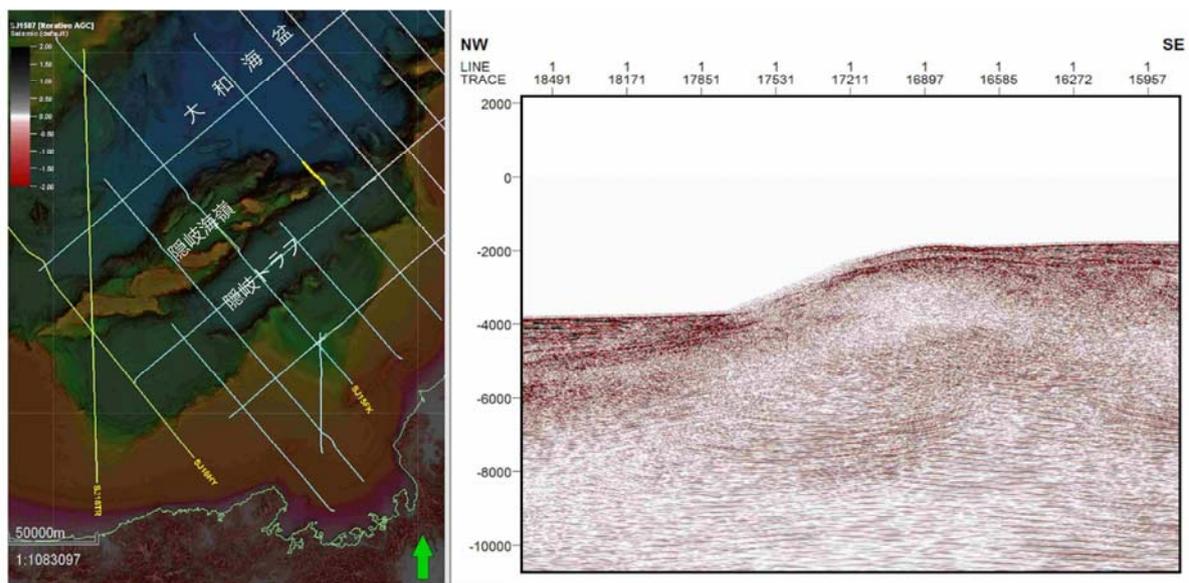


図 5 隠岐海嶺北東部、大和海盆との境界部の反射法地震探査時間断面（海洋研究開発機構による時間断面）。

2) 隠岐海嶺南縁の構造

隠岐海嶺南縁については北縁とは異なり、隠岐トラフ形成後に短縮変形を被った形跡が認められる。石油公団の測線では、地殻上部ではリフト軸（隠岐トラフ）方向に傾斜した正断層であるが、その深部では逆にリフト軸の外側に傾斜した断層となり、全体としては楔状の形状を示す。概念図を図 6 に示した。

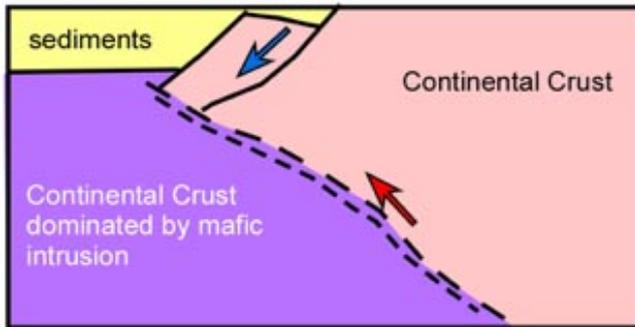


図 6 背弧海盆のリフト帯縁部の構造と再活動の概念図。リフト形成期の正断層は、リフト軸外側に傾斜する大陸地殻と苦鉄質な岩石の境界部に形成される逆断層により、楔状のブロックとして挙動する。

これらの逆断層による変形は、浅部まで及んでいるが、堆積物の給源と離れているため、堆積速度も小さいものと推定され、活動時期について特定することが困難である。石油公団資料より、断層長と傾斜角を推定した（表 1、OR1）。ほぼ東西方向の逆断層が活動したのは、宍道褶曲帯の形成時期であり、第四紀後期の活動として特定することが困難である。

3) 隠岐トラフ南縁の断層（OS1 と OS2）

隠岐トラフの南縁には、隠岐トラフ北縁の OR1 断層と類似の地質構造が見られる。石油公団測線から断層長さを推定した。海洋研究開発機構の断面でも北傾斜の逆断層が推定可能である（図 7）。

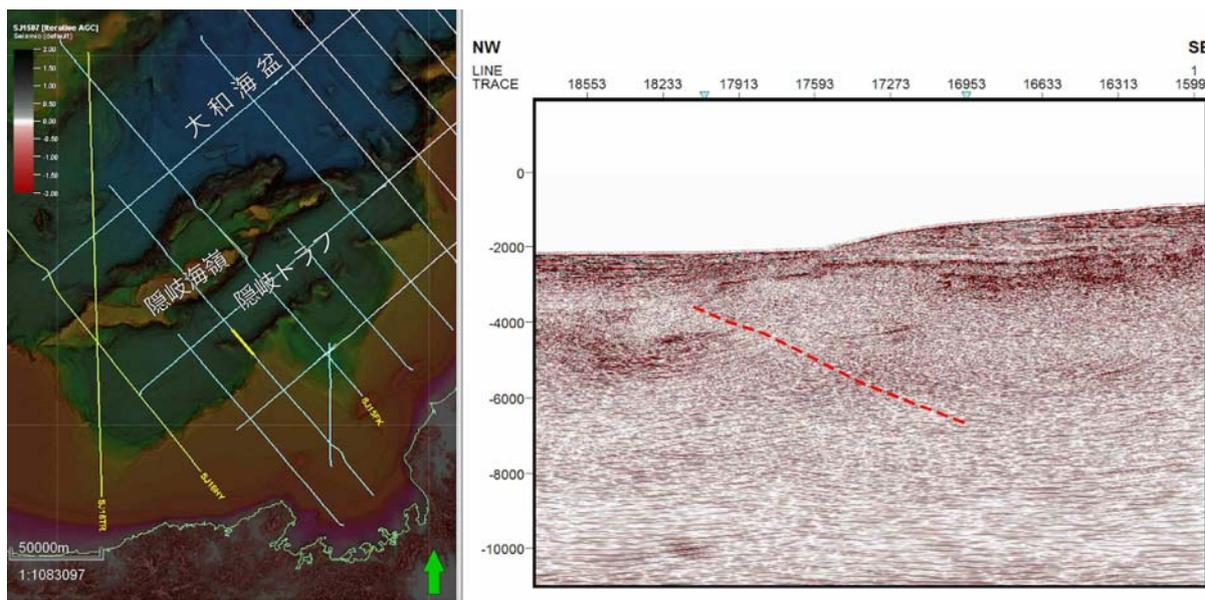


図 7 隠岐トラフ南縁部の OS1 断層を横切る反射法地震探査時間断面（海洋研究開発機構による時間断面）。赤波線は推定断層。

「海域における断層情報総合評価プロジェクト」⁴⁾では、リフト期の北傾斜の正断層を震源断層として、正断層変位の断層パラメータを推定している。しかしながら、本地域近傍の応力配置（例えば Terakawa and Matsu'ura, 2010）⁵⁾から考えて、この地域で大規模な正断層運動を想定することは困難である。逆断層トレースは、正断層の北側に分布する（図 8）。

「海域における断層情報総合評価プロジェクト」⁴⁾では、隠岐の北西海域に、北西方向の西傾斜の正断層を波源断層として記載している。この断層についても、古い正断層崖と判断され、正断層による波源断層運動を示唆するものではない。

4) 断層モデル

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）¹⁾と同様、レオロジー特性に基づく値²⁾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。

断層のすべり角については、日本海検討会（2014）¹⁾と同様、Terakawa and Matsu'ura (2010)⁵⁾による応力配置をもとに求めた。断層形状のパラメータ表は、表 1 に示した。

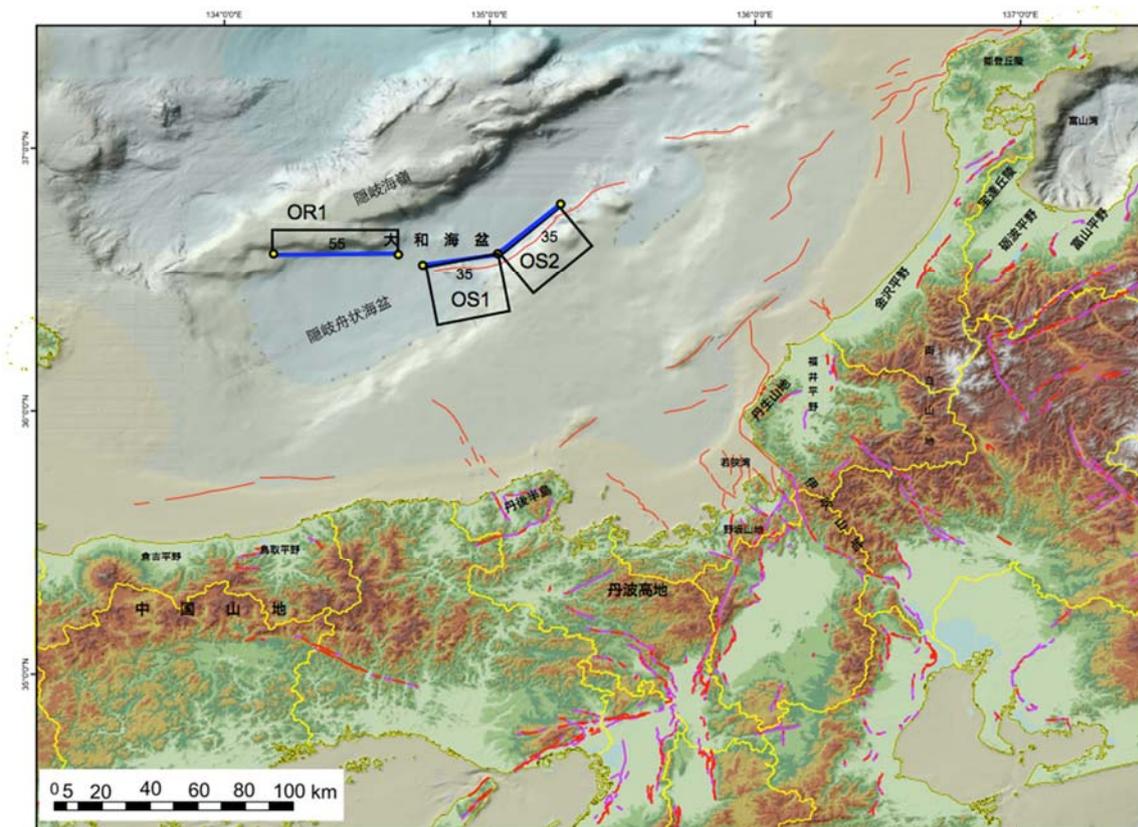


図 8 隠岐トラフ・大和堆周辺の波源断層の矩形モデル。断層の上端は、青実線。赤実線：海底活断層トレース。日本海検討会（2014）¹⁾、岡村・他（2014）⁶⁾、Okamura (2016)⁷⁾による。

表 1 断層のパラメータ

断層名.	始点座標		終点座標		上端深さ (km, TP-)	走向 (度)	傾斜 (度)	断層長さ (km)	断層幅 (km)	合計断層長さ (km)	地震発生層の深さ (km)	すべり角 (度)
	緯度	経度	緯度	経度								
	JGD2000 (度)	JGD2000 (度)	JGD2000 (度)	JGD2000 (度)								
OR1	36.5941	134.6573	36.5941	134.1854	0.5	270	55	42.2	17.7		15	-135
OS1	36.5526	134.7499	36.5989	135.0334	0.3	79	35	25.9	29.1		17	-61
OS2	36.5989	135.0334	36.7864	135.2704	0.3	45	35	29.7	25.6		15	-79

今年度は、西南日本の断層モデル構築についての最終年度であり、これまでの断層矩形モデルを図 9、10 に示す。報告した断層モデルからの変更はない。

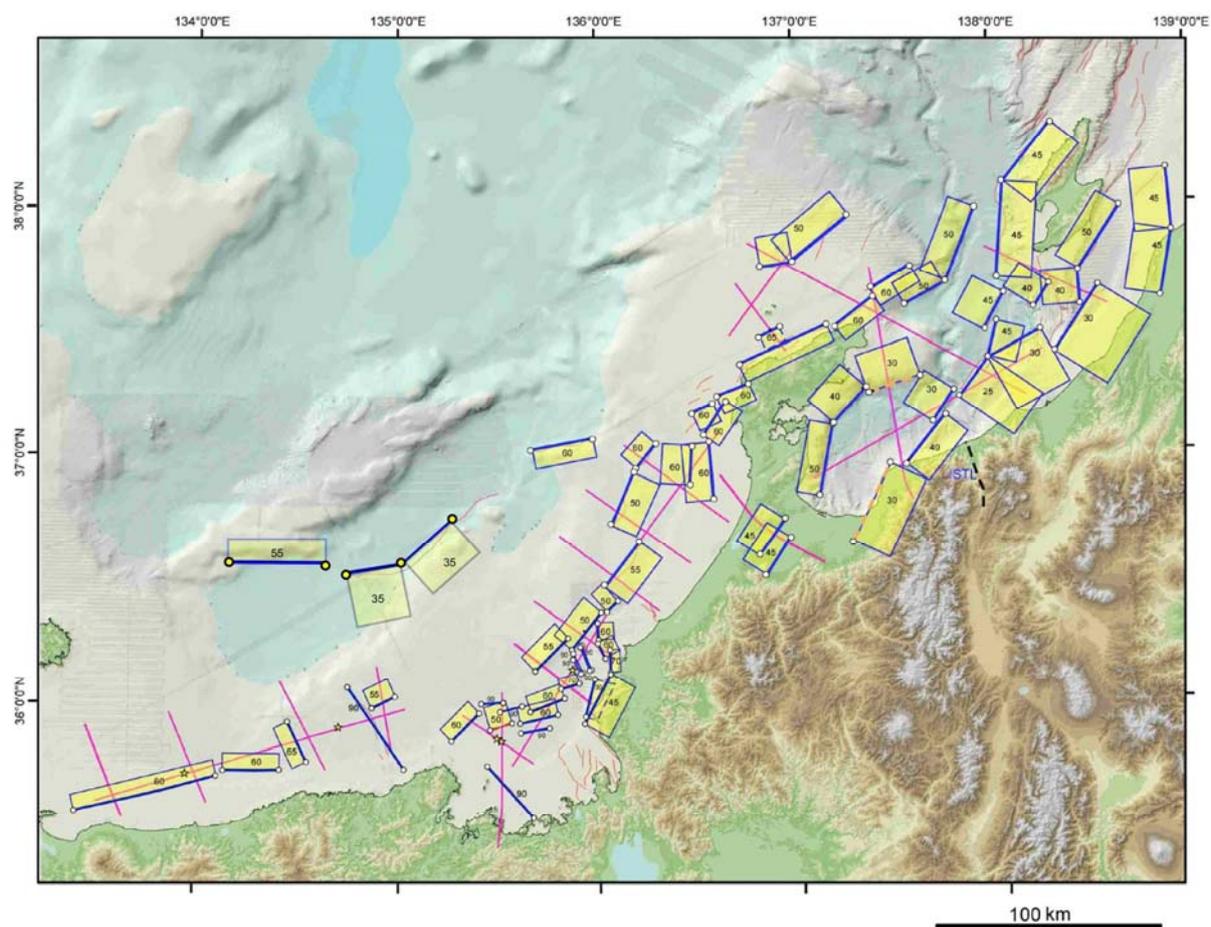


図 9 北陸-鳥取沖の断層矩形モデル。

凡例

太い青実線：断層面の先端、断層面が垂直の場合は、青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、赤紫実線：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）。

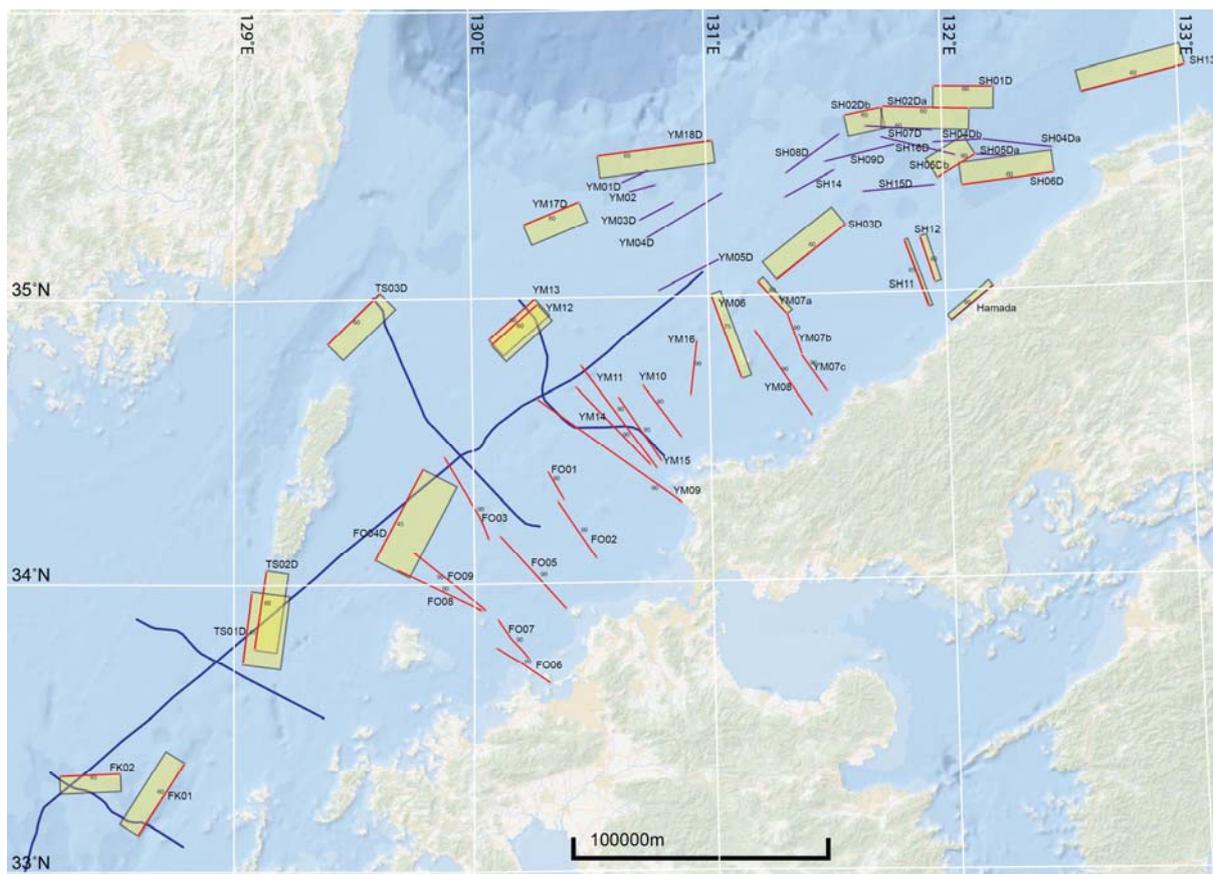


図 10 山陰-北九州沖断層矩形モデル。

凡例

太い赤実線：断層面上端、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。

(c) 結論ならびに今後の課題

海洋研究開発機構の反射法地震探査結果、既存の資料をもとに北陸～鳥取沖の大和海盆・大和堆を含む海域において波源矩形モデルを作成した。また、平成 28 年度の倉吉沖の海陸統合地震探査結果も考慮して、断層モデルの検討を行った。これまでの成果をとりまとめ西南日本沖の日本海南部の断層モデルを作成した。

大和海盆周辺海域については、堆積層の年代についての情報が欠如しているため、活構造としての把握精度が極めて悪い。

(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) 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 26 年度 成果報告書, 214p., 2014.
- 5) Terakawa, T. and Matsu'ura, M.: The 3-D tectonic stress fields in and around Japan inverted from centroid moment tensor data of seismic events. *Tectonics*, 29, TC6008, doi:10.1029/2009TC002626, 2010.
- 6) 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.
- 7) Okamura, Y.: Active tectonics around the junction of Southwest Japan and Ryukyu arcs: Control by subducting plate geometry and pre-Quaternary geologic structure. *Island Arc*, 25, 287-297, 2016.

(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
Johan Claringbould, Hiroshi Sato, Tatsuya Ishiyama, Naoko Kato, Shinji Kawasaki, Susumu Abe	Structural evolution of the Tsushima Strait, Southern Sea of Japan, and its role in active faulting. (口頭発表)	日本地球惑星科学連合 2017 年大会 (千葉市)	平成 29 年 5 月 23 日
石山達也, 佐藤比呂志, 加藤直子, 越谷信, 松原誠, 阿部進	背弧リフト系の構造に支配された北陸地域の活構造と地震発生様式 (口頭発表)	日本地質学会第 124 年学術大会 (松山市)	平成 29 年 9 月 18 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30年度業務計画案

北海道北部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。