

### 3. 2. 6 海溝型地震と内陸沿岸地震の関連メカニズムの評価準備

#### 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 ヶ年の年次実施計画（過去年度は、実施業務の要約）
- (e) 平成 31 年度（令和元年度）業務目的

##### (2) 平成 31 年度（令和元年度）の成果

- (a) 業務の要約
- (b) 業務の実施方法
  - 1) 日本列島域の各プレート境界プロセスによる震源断層の応力変化
  - 2) 日本列島域の三次元有限要素モデルの更新
- (c) 業務の成果
  - 1) 日本列島域の応力変化
  - 2) 日本列島域の三次元有限要素モデルの更新
- (d) 結論ならびに今後の課題
- (e) 引用文献
- (f) 成果の論文発表・口頭発表等
- (g) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

##### (3) 令和 2 年度業務計画案

## (1) 業務の内容

### (a) 業務題目

#### 2.6 海溝型地震と内陸沿岸地震の関連メカニズムの評価準備

### (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
	准教授	石山 達也
	特任助教	橋間 昭徳
	特任研究員	加藤 直子
地震予知総合研究振興会	主任研究員	岩崎 貴哉
University of Southern California	Associate Professor	David Okaya

### (c) 業務の目的

海域・海陸統合構造調査などによって得られるデータ（サブサブテーマ 2.2、2.3）や、構成岩石モデル（サブサブテーマ 2.5.3）から得られるレオロジー特性を反映させ、より現実的な日本海周辺域の構造を反映した構造モデルを構築する。この構造モデル内に、断層の形状モデル（サブサブテーマ 2.5.1）を取り入れ、プレート境界での変位に伴う内陸の断層面上での応力変化を求めることにより、海溝型地震と内陸沿岸地震の関連メカニズムの評価準備を行う。

### (d) 8 ヶ年の年次実施計画（過去年度は、実施業務の要約）

#### 1) 平成 25 年度：

構成岩石の暫定モデル（サブサブテーマ 2.5.3）に基づいて、日本海海域周辺のリソスフェア構造を日本列島の三次元モデルに反映させるための、デジタルデータを作成した。

#### 2) 平成 26 年度：

日本海および沿岸域の断層形状モデル（サブサブテーマ 2.5.1）と構成岩石の初期モデル（サブサブテーマ 2.5.3）に基づいて、日本海海域周辺の粘弾性モデル（初期モデル）を作成し、東北地方太平洋沖地震後の応力緩和に対応した断層面に作用するクーロン応力変化を求めた。

#### 3) 平成 27 年度：

平成 26 年度に作成した粘弾性モデル（初期モデル）の入力信号として、2011 年東北地方太平洋沖地震以前の巨大地震も合わせて考慮し、巨大地震の発生前と発生後の内陸断層のクーロン応力変化を共に評価した。

#### 4) 平成 28 年度：

平成 27 年度までに作成した粘弾性モデルの想定すべり領域を拡張し、南海トラフや千島海溝における巨大地震による応力変化の計算を可能にした。

5) 平成 29 年度 :

平成 28 年度までに作成した粘弾性モデルに基づいて、南海トラフ等のプレート境界プロセスによる日本海南部および西南日本沿岸に分布する震源断層面上のクーロン応力変化を検討した。

6) 平成 30 年度 :

千島弧のすべり欠損の増大に伴う内陸・海域の断層群周辺の応力変化を求め、プレート境界での応力蓄積に伴う内陸での地震の起こりやすさについて、定量的に明らかにした。

7) 平成 31 年度 (令和元年度) :

東北地方太平洋沖地震後の粘性緩和に伴う応力変化と、千島海溝・南海トラフ沿いのすべり欠損の増大に伴う応力蓄積の効果を取り入れた上盤プレート内の地震の発生のし易さについて評価を試みた。

8) 令和 2 年度 :

前年度までに検討した千島海溝、日本海溝、南海トラフの個々のプレート境界過程による応力蓄積の知見を総合し、本プロジェクトの断層モデルを用いて、今後数十年間の日本海と沿岸域の上盤プレート内地震についての評価方法と問題点を取りまとめる。

(e) 平成 31 年度 (令和元年度) 業務目的

東北地方太平洋沖地震後の粘性緩和に伴う応力変化と、千島海溝・南海トラフ沿いのすべり欠損の増大に伴う応力蓄積の効果を取り入れた上盤プレート内の地震の発生のし易さについて評価を試みる。

**(2) 平成 31 年度 (令和元年度) の成果**

(a) 業務の要約

平成 30 年度までに行った 2011 年東北沖地震による余効変動、南海トラフと千島海溝における固着の効果を統合し、日本海沿岸域の震源断層にかかる応力を計算した。日本海海域においては、数十年にわたり東北沖地震の影響が残る。東北地方西岸の震源断層においては、東北沖地震により震源断層の活動は抑制されるが、千島海溝の固着の効果が無視できない。また、以上の計算に用いた日本列島域の三次元有限要素モデルを、最新のプレート境界形状モデルを取り入れて更新し、より現実的な地殻構造を取り入れることを可能にした。

(b) 業務の実施方法

現在、日本列島周辺で進行している主なプレート境界プロセスとして、2011 年東北沖地

震とその余効すべり（日本海溝）、南海トラフ下の固着と琉球海溝の海溝後退、千島海溝下の固着があげられる。本プロジェクトでは、日本海沿岸域の断層に対するそれぞれの寄与を、平成 26、27、29、30 年度に見積もった。しかし、距離的に見ると、北海道南西－東北地方北部の日本海側は千島と日本海溝、新潟－北陸の沿岸域は日本海溝と南海トラフの影響を共に受けていると考えられ、それらの重ね合わせの効果を考える必要がある。この間、サブサブテーマ 2.5.1 でも新たな日本海沿岸域の震源断層モデルが追加されてきた。そこで、本年度研究では、これまでに行った研究を統合し、日本海沿岸域の各断層に対し、改めてどのプレート境界プロセスが支配的な影響を及ぼしうるのか、あるいは相互作用しているのかを検討する。

上に述べた相互作用を検討するにあたっては、モデルで採用するパラメータ、特に地殻構造が少なからぬ影響を及ぼす。本プロジェクトの期間でも地殻構造に関する知見の進展が見られ、それらを取り込みより柔軟なモデルを構築する必要が生じた。本項では、そのモデル構築の進展状況を記す。

#### 1) 日本列島域の各プレート境界プロセスによる震源断層の応力変化

昨年度までに作成した日本列島域の三次元有限要素モデル (FEM) <sup>1,2,3)</sup> を使用し、プレート境界プロセスによる日本海沿岸域における応力場  $\sigma_{ij}$  を求める。プレート境界プロセスとして、日本海溝における 2011 年東北沖地震までの固着（すべり速度欠損分布）、その破壊と余効すべり、南海トラフの固着、千島海溝の固着を考える。それぞれのプレート境界プロセスは国土地理院の GNSS 観測網による測地データのインバージョンにより求めた。この際、アセノスフェアの粘弾性緩和の影響も考慮されている。FEM および各プレート境界プロセスの詳細については、Becker et al. (2018) <sup>3)</sup>、Hashima et al. (2018, 2019) <sup>4,5)</sup> および平成 26、27、29、30 年度報告書 <sup>6,7,8,9)</sup> に詳述されている。注記すべき点は、三者の固着分布の求め方の違いである。千島、南海においては固着分布を GNSS データからインバージョンで直接求めた。一方、日本海溝では、まず東北沖地震のすべり分布を GNSS データインバージョンによって求め、このすべり分布が前回の M9 地震以降の固着を解消したと仮定して逆算したという違いがある。東北沖地震の固着期間は 500 年 <sup>10, 11)</sup> とした。

震源断層にかかる応力成分は、断層における応力テンソル  $\sigma_{ij}$ 、震源断層の法線ベクトル  $n_i$ 、すべり方向ベクトル  $v_i$  ( $i, j = 1, 2, 3$ ) を用いて表すことができる。外部からかかる応力による断層のすべりやすさの指標であるクーロン破壊応力  $\Delta CFS$  は以下の式で表される。

$$\Delta CFS = \tau_s + \mu \sigma_n \quad (1)$$

$\sigma_n$  は法線応力成分（正は伸張）、 $\tau_s$  は剪断応力成分、 $\mu$  は見かけの摩擦係数である。各応力成分はそれぞれ

$$\sigma_n = \sigma_{ij} n_i n_j, \quad \tau_s = \sigma_{ij} n_i v_j \quad (2)$$

と表される（総和規約を適用）。

断層面にかかる応力は、断層面の中央における値で代表させる。プレート境界プロセスによる日本海沿岸域の応力場は 100 km 以上の長波長分布になるので、矩形断層上の位置による応力値の変化は無視できる。断層のすべり方向ベクトル  $v_i$  は、Wallace-Bott 仮説 <sup>12, 13)</sup> に基づき、震源メカニズム解のカタログから求めた広域応力場 <sup>14)</sup> による断層面上の最

大剪断応力方向であると仮定する。見かけの摩擦係数 $\mu$ は多くの研究で標準的に用いられる値 0.4 を仮定する。震源断層としてはサブサブテーマ 2.5.1 で得られた東北地方西岸の矩形形状モデルを用いる。図 1 に示すように、この地域の震源断層のほとんどは南北走向の逆断層であり、地質学的に見られる東西短縮<sup>15)</sup>と調和的である。

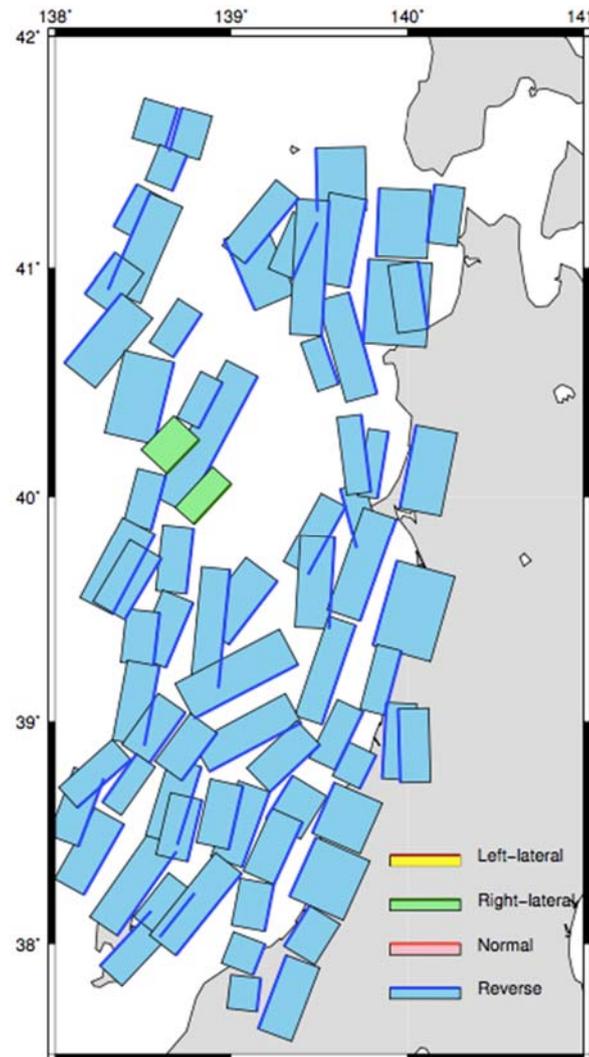


図 1 サブサブテーマ 2.5.1 による東北地方西岸の震源断層モデル。ほとんどは逆断層（青）であり、右横ずれ断層（緑）がわずかに含まれる。

## 2) 日本列島域の三次元有限要素モデルの更新

Iwasaki et al. (2015)<sup>16)</sup> は、最新の地震分布データに基づき、日本列島下に沈み込んでいる太平洋とフィリピン海プレート上面の形状モデル<sup>16, 17)</sup>を作成した。本年度は、本研究 FEM に、このプレート境界モデルを取り入れるとともに、内部の構造分割もマントル対流パターン、日本海下の海洋地殻、スラブにより冷却された上盤マントルの先端部分（Cold Nose）などを考慮できるように明示的に行う。FEM の作成には Abaqus ソフトウェアを用いた ([www.3ds.com](http://www.3ds.com))。

本モデルは、東西 4,200 km、南北 3,800 km、深さ 600 km の直方体をモデル領域とす

る。原点を(135°E, 35°N)として正距方位図法によりデカルト座標系に変換する。プレート境界形状としては Iwasaki et al. (2015)<sup>16)</sup> を用いたが、このモデルでは伊勢湾下から若狭湾下にかけて沈み込んだフィリピン海プレートがほぼ水平になっている部分が表現できていない。そこで、この部分のみ Nakajima and Hasegawa (2007)<sup>18)</sup> によるプレート境界形状を用いた。モデル内のプレート境界は深さ 46 km 以浅は 5 km ごと、そこから深さ 106 km までは 10 km ごと、それ以深は 25~50 km ごとの等深線に基づいて作成する。深さ 86 km 以浅は脆性すべりが起こる領域とし、伊豆~小笠原~日本~千島海溝下を 167×12、南海トラフ~琉球海溝下を 94×12 枚の小断層に分割する。脆性すべりを表現するために、プレート境界は微小な間隔をおいた 2 枚の外部境界面とし、すべりに対応する相対変位条件を与える。一方、86 km 以深にはプレート境界面に沿った薄い層を設ける。この層を十分な低粘性とすれば、浅部の脆性すべりにともなう応力载荷による低速度のすべりが表現可能となる<sup>19)</sup>。

### (c) 業務の成果

#### 1) 日本列島域の応力変化

図 2a に千島、日本海溝と南海トラフにおける固着の効果を重ね合わせた応力速度場、図 2b に日本海溝の固着単独による応力速度場を、平均法線成分により示す。正の領域は体積膨張、負の領域は体積収縮的な応力速度場がかかっている。2003 年十勝沖地震、2011 年東北沖地震により、その周辺域の応力蓄積の様相は大きく変化した。したがって図 2a で示したのは 2003 年以前の応力速度場ということになる。日本海溝の固着は M9 東北沖地震に対応するが、図 2a の統合的な応力速度場に対する効果は限定的であり、過小評価であるように見える。これは、3 つのプロセスを別個に求めた故であると考えられる。

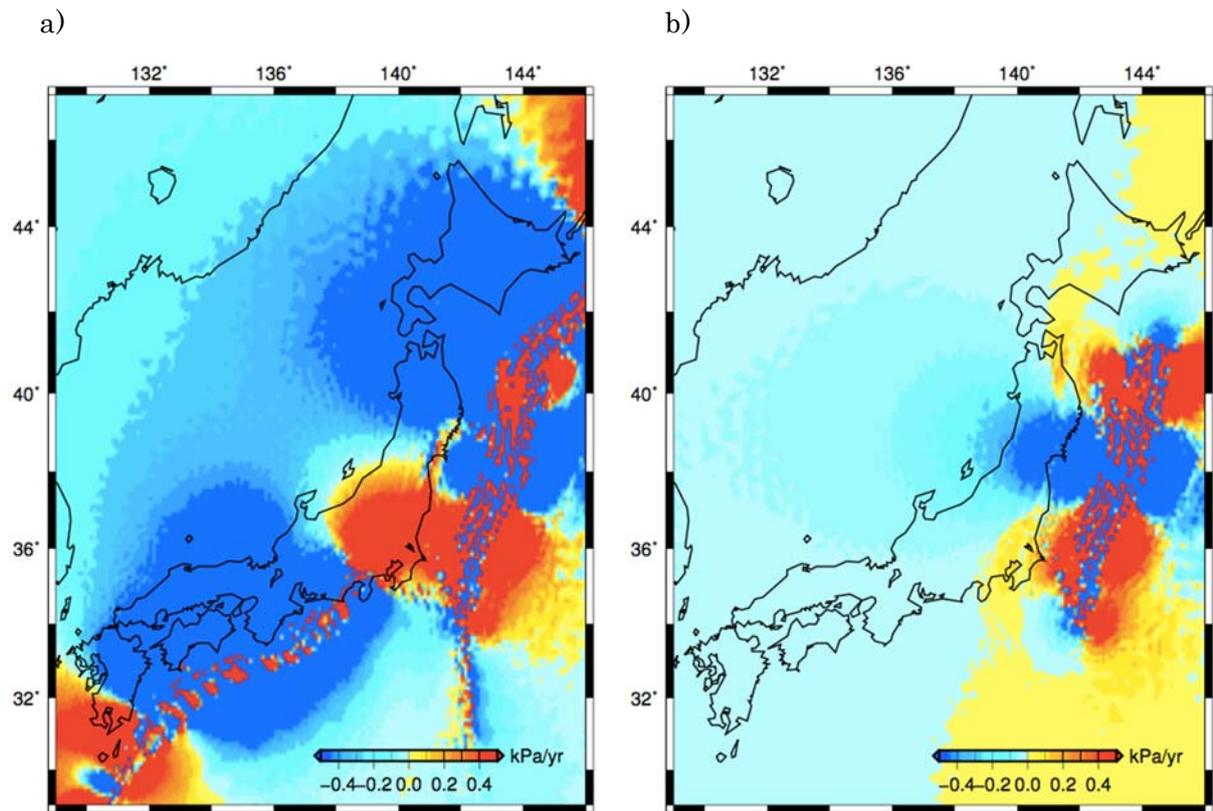


図2 日本列島域の応力速度場 a) 千島、日本海溝、南海トラフの固着の効果、b) 日本海溝のみの固着の効果。カラスケールは平均法線応力速度。黄色～赤は伸張的、水色～青は圧縮的。

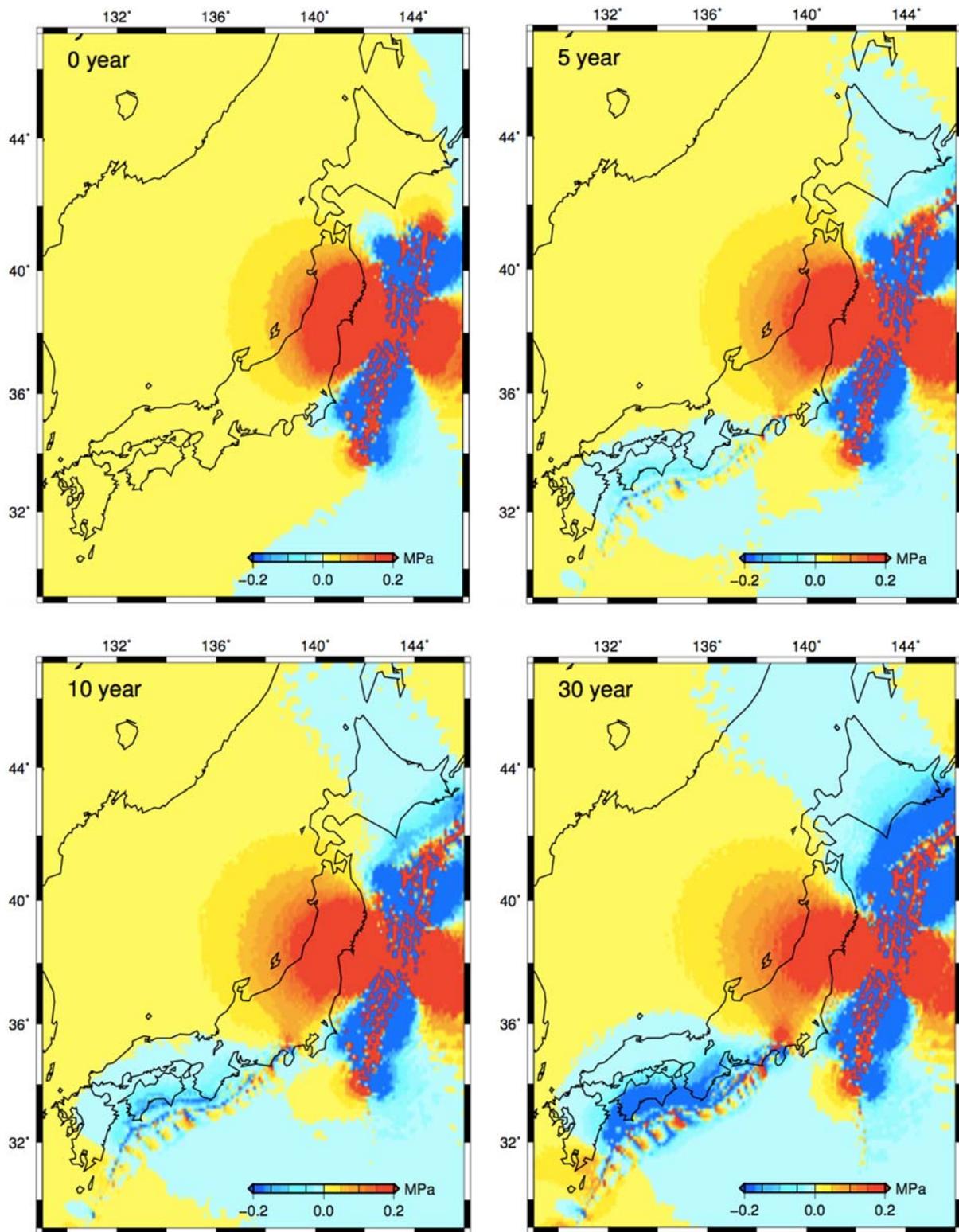


図3 東北沖地震の0、5、10、30年後の応力変化。カラスケールは平均法線応力変化。黄色～赤は伸張的、水色～青は圧縮的。

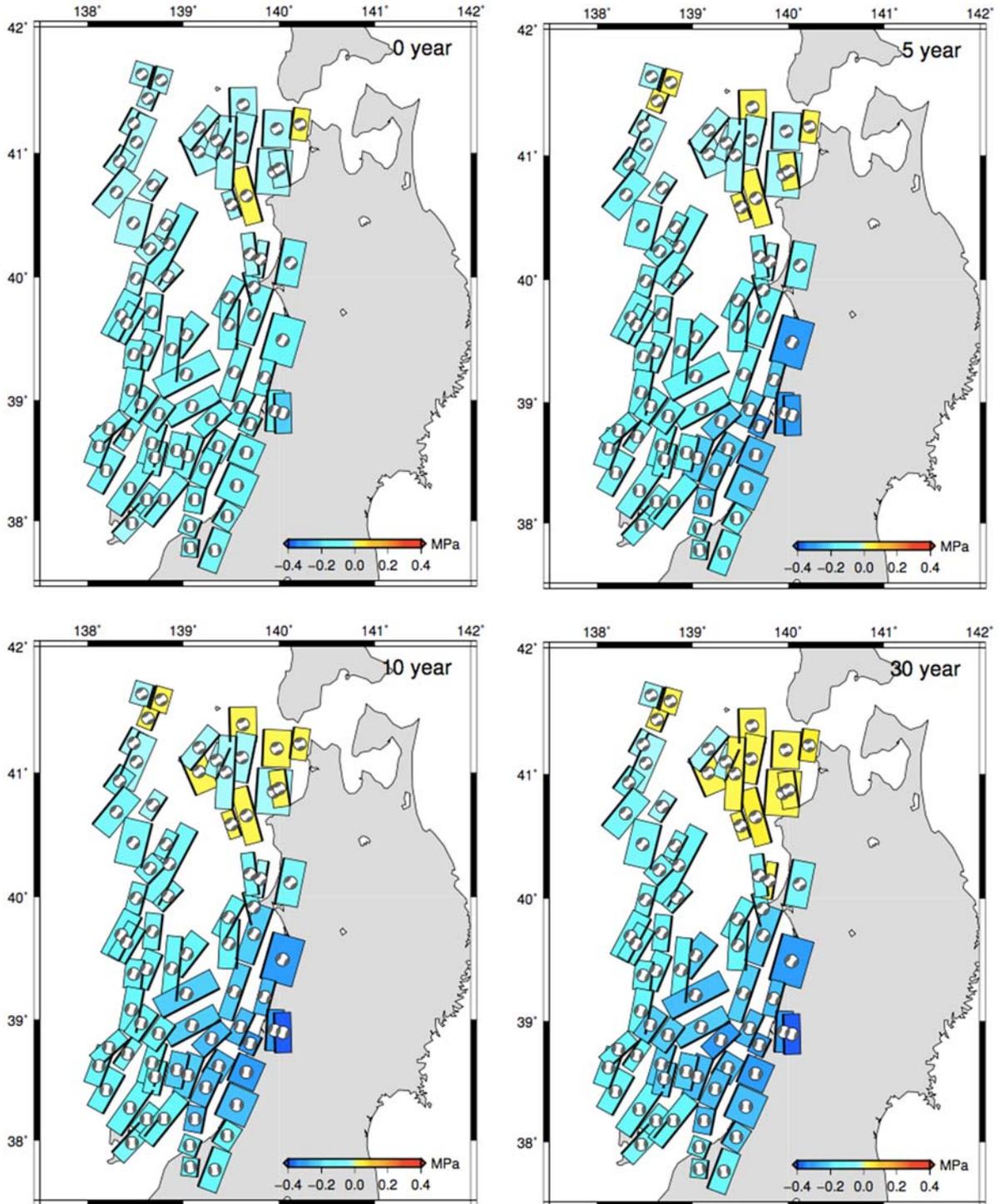


図 4 東北地方西岸の震源断層におけるクーロン応力変化。黄色～赤の応力は地震を起こしやすく、水色～青の応力は地震を起こしにくい。計算した応力のメカニズムを付した。

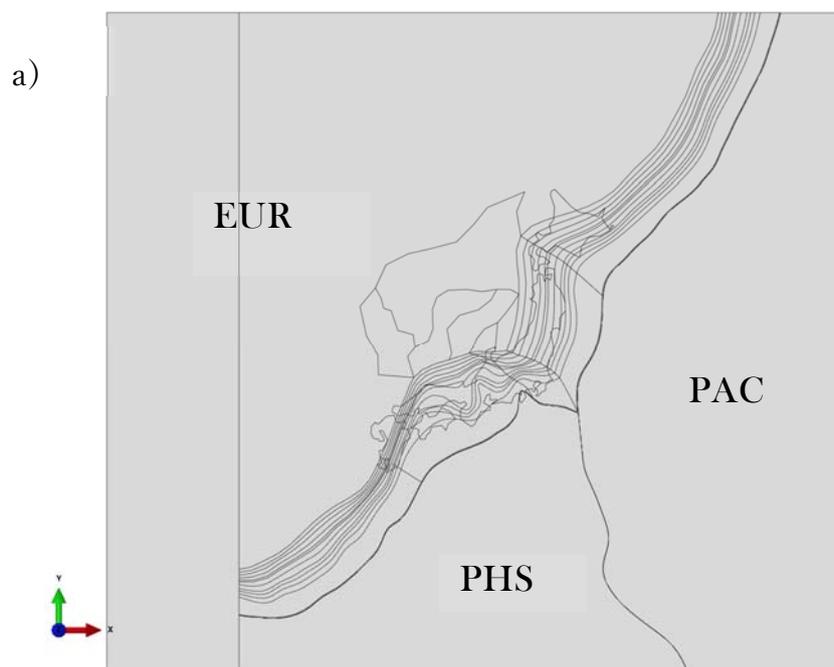
図 3 に東北沖地震後の応力の時間変化を示す。東北沖地震直前の応力状態を 0 とする。ここでは 2003 年十勝沖地震の余効変動の効果は無視し、千島海溝は十勝沖地震前の固着状態に戻っていると仮定した。東北沖地震の影響は、時間とともに東北地方から西方の日本海海域に伝播していく一方で、北海道、西南日本は特に影響されず、千島海溝、南海ト

ラフの固着に伴う応力蓄積が進展していく。この結果は東北地方から新潟、北陸沖まで数十年にわたり東北沖地震の影響が確実に残ることを示している。

図 4 に図 2 の応力場による東北地方西岸の震源断層（サブサブテーマ 2.5.1）上での  $\Delta$  CFS の結果を示す。東北沖地震直後はほぼ全域で  $\Delta$  CFS は負となる。この地域の震源断層は基本的に南北走向の逆断層なので、東北沖地震による東西伸張の応力変化は断層運動を抑制するように働く。これは平成 26 年度報告書の結果<sup>6)</sup>と同じである。その後、時間とともに山形沖を中心とした南部では、負の  $\Delta$  CFS の値が強まっていくが、同時に、北部の津軽沖の震源断層は正值に転ずる。これは千島海溝の固着の効果がこの地域まで及ぶためだと考えられる。

## 2) 日本列島域の三次元有限要素モデルの更新

図 5 に有限要素モデルにとりいれた内部形状を示す。日本列島とその周囲の千島、伊豆小笠原、琉球弧までがモデル領域内に含まれる（図 5a）。西方のモデル延長部はユーラシアプレートに含まれる。琉球弧の先の台湾とフィリピン海溝の形状は取り入れられていないが、台湾以南のユーラシア-フィリピン海プレートの境界は南方向に続くので、第 0 次近似として妥当であると言える。日本海海域は簡略化してあるものの、日本海盆、大和海盆、対馬海盆などの海洋地殻などを設定できる。図 5b、5c、5d はプレート境界面の詳細を示す。日本海溝は 20 km 程度のサイズの断層に分割される。Hashima et al. (2016, 2018, 2019) のモデル<sup>1,4,5)</sup>の断層が日本海溝で 30 km 程度、他地域は 60 km 以上であったので、解像度は全体として 2 倍程度上がった。図 5e はモデルを北から見た鉛直断面である。沈み込むスラブは上から 10 km ごとに分割し、マントル内部は 50~100 km ごとに分割した。深部構造は成層構造とマントル対流的な構造のどちらも設定可能である。また、上盤プレート先端部は海溝からの距離ごとに分割し、Cold Nose や島弧地殻の構造などを設定することができる。



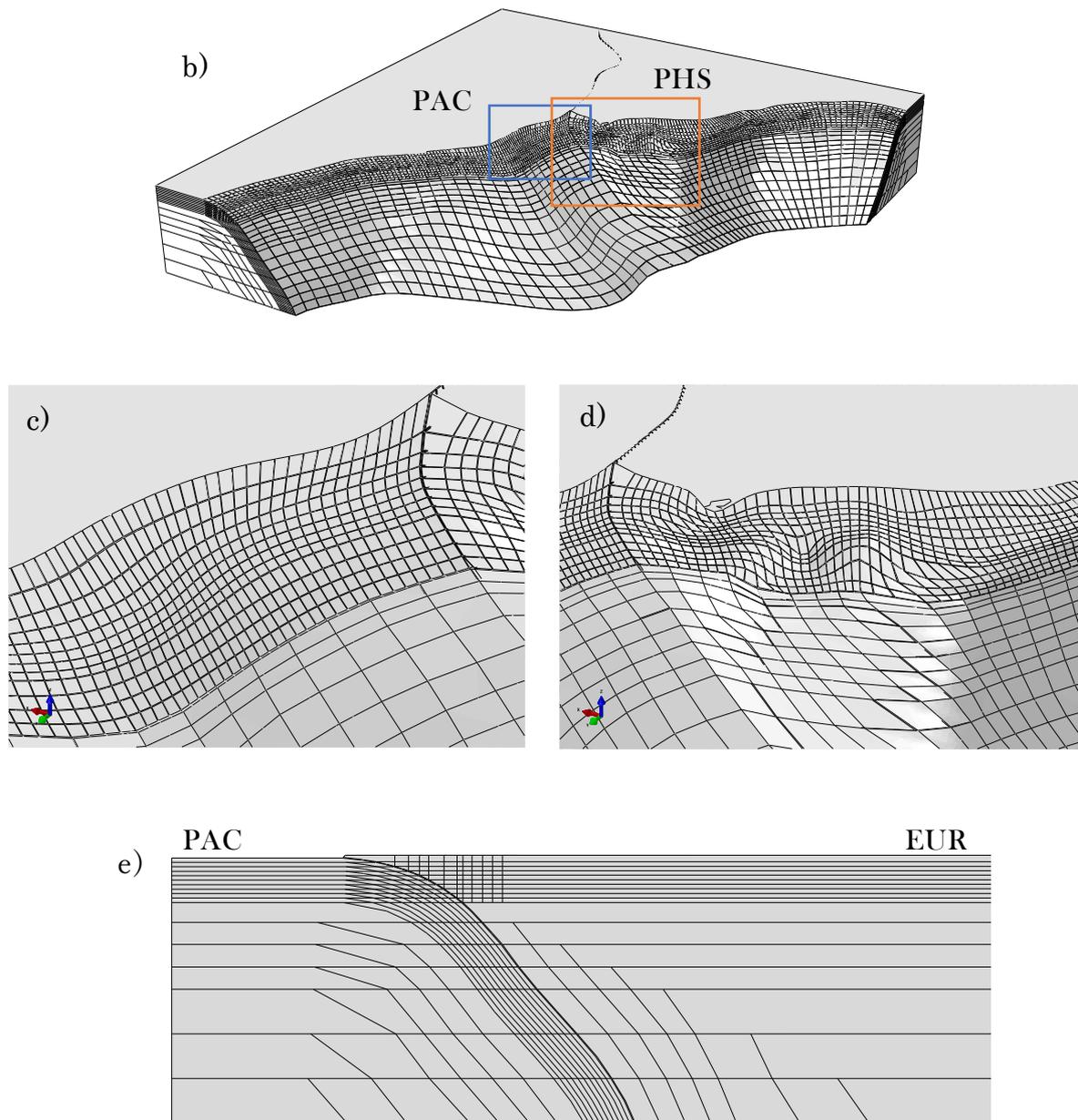


図5 日本列島域の三次元有限要素モデルの内部形状。a) 上から見た図。b) EURを除き、北西上方から見た図。青枠、赤枠内をc), d)に拡大して表示。e) 北から見た図。PAC: 太平洋プレート、EUR: ユーラシアプレート、PHS: フィリピン海プレート。

FEMの動作確認のため、暫定的にメッシュを与えて計算を行った。図6、7はその一例である。図6はメッシュを与えた図である。メッシュサイズは計算の効率を考え、東北沖地震の震源域付近で5 kmとし、遠方で100 kmになるようにした。東北沖地震の震源付近の小断層に10 mのすべりを与えたときの変位を図7に示す。この変位パターンは東北沖地震時の変動の特徴<sup>20)</sup>を定性的にはよく再現している。メッシュに関しては、細かいメッシュが太平洋プレート側にかたより、日本海側で計算精度が落ちやすくなっている。今後メッシュと物性構造の最適化を行い、日本海周辺域の応力計算に導入する予定である。

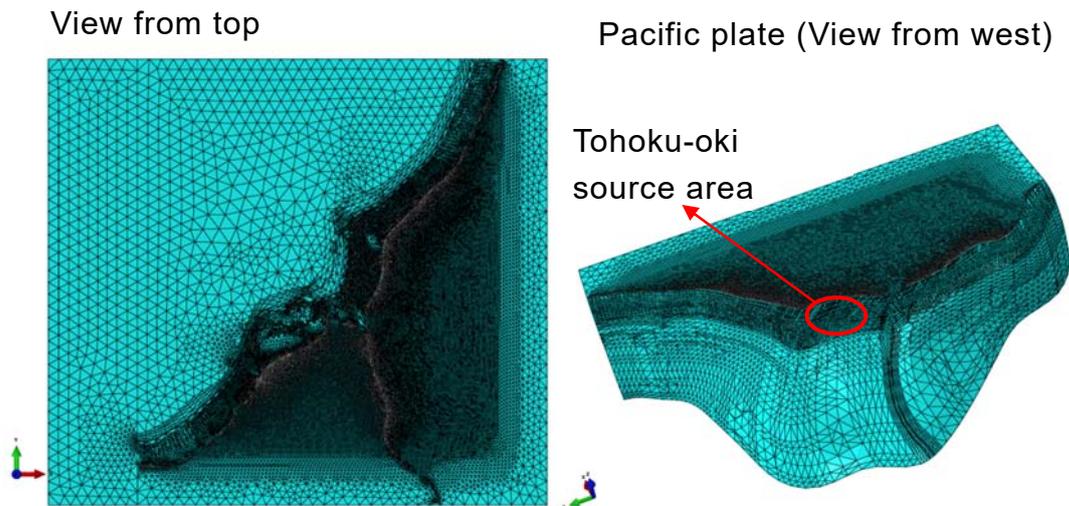


図 6 暫定メッシュ。左は上から見た図。右は太平洋プレートを西上方から見た図。赤丸は東北沖地震の震源域。

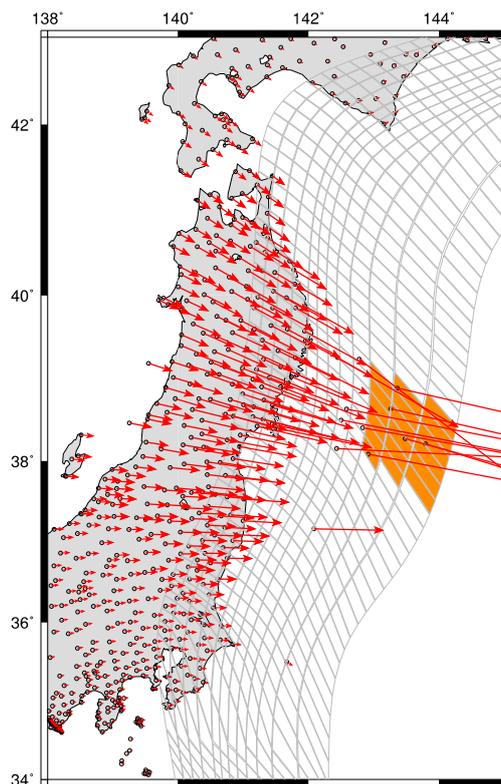


図 7 暫定メッシュによる変位計算結果。東北沖地震のすべりの大きかった部分（オレンジ色の小断層）に 10 m の逆断層成分のすべりを与えた。

(d) 結論ならびに今後の課題

昨年度までの日本海溝、南海トラフと千島海溝のプレート境界プロセスを統合し、日本海海域の応力場、日本海沿岸域の震源断層にかかる応力を計算した。日本海海域において

は、数十年にわたり東北沖地震の影響が残る。また、東北地方西岸の震源断層においては、東北沖地震により震源断層の活動は抑制されるが、千島海溝の固着の効果が無視できない。

上記の計算においては、日本海溝の影響が過小評価されている可能性がある。日本海溝の固着分布が南海トラフ・千島海溝の固着分布とは異なる手法で評価されているのが一因である。南海トラフと千島海溝の固着分布も異なる期間の測地データに基づいている。また、関東地震に対応する相模トラフの固着や 2003 年十勝沖地震の影響は考慮されていない。これらの影響は、検討した三者の影響と比して小さいものと考えられるが、有意な効果であるかどうかは今後検討する必要がある。理想的には、単一のモデルを用いて日本列島域の測地データを時間発展インバージョンし、プレート境界プロセスの変化を統一的に求め、その上で応力計算を行うのが望ましい。

この目的のために、日本列島域の三次元有限要素モデルを、最新のプレート境界形状モデルを取り入れて更新した。これまでのモデルに比べてプレート境界プロセスをよりよく（～2 倍）解像することができる。また、日本海海域の地殻構造、島弧地殻、マントル対流に対応する構造なども設定可能である。今後、メッシュと物性構造の最適化を行い、本研究モデルにとりいれる。

なお、本研究で用いたプレート境界モデル(Iwasaki et al., 2015)<sup>16)</sup> は、国土地理院の数値地図 250 m メッシュ（標高）、日本海洋データセンターによる 500 m メッシュ海底地形データ (J-EGG500、[http://www.jodc.go.jp/data\\_set/jodc/jegg\\_intro\\_j.html](http://www.jodc.go.jp/data_set/jodc/jegg_intro_j.html)) 及び Geographic Information Network of Alaska（アラスカ大学）の地形・水深データ (Lindquist et al., 2004)<sup>17)</sup> から作成したものである。記して感謝する。

#### (e) 引用文献

- 1) Hashima, A., Becker, T.W., Freed, A.M., Sato, H., Okaya, D.A.: Coseismic deformation due to the 2011 Tohoku earthquake: influence of 3-D elastic structure around Japan, *Earth, Planets and Space*, Vol.68, doi: 10.1186/s40623-016-0535-9, 2016.
- 2) Freed, A.M., Hashima, A., Becker, T.W., Okaya, D.A., Sato, H., Hatanaka, Y.: Resolving depth-dependent subduction zone viscosity and afterslip from postseismic displacements following the 2011 Tohoku-oki, Japan Earthquake, *Earth and Planetary Science Letters*, Vol.459, pp.279-290, 2017.
- 3) Becker, T.W., Hashima, A., Freed, A.M., Sato, H.: Stress change before and after the 2011 M9 Tohoku-oki earthquake, *Earth and Planetary Science Letters*, Vol.504, pp.174-184, 2018.
- 4) Hashima, A., Sato, H., Ishiyama, T., Freed, A.M., Becker, T.W.: Stress accumulation rate on source faults around the junction of Ryukyu and Southwest Japan arcs using finite element model, 2018 SCEC Annual Meeting, Poster #120, 2018.
- 5) Hashima, A., Sato, H., Ishiyama, T., Freed, A.M.: Crustal Deformation and Stress Accumulation on Source Faults around Hokkaido, Japan, due to Coupling at the Kuril trench, 2019 IUGG General Assembly, JS03p-366, 2019.
- 6) 佐藤比呂志, 岩崎貴哉, 石山達也, 橋間昭徳, 加藤直子: 海溝型地震と内陸沿岸地震の

- 関連メカニズムの評価準備, 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, 267-278, 2015.
- 7) 佐藤比呂志, 岩崎貴哉, 石山達也, 橋間昭徳, 加藤直子: 海溝型地震と内陸沿岸地震の関連メカニズムの評価準備, 平成 27 年度「日本海地震・津波調査プロジェクト」成果報告書, 299-310, 2016.
  - 8) 佐藤比呂志, 岩崎貴哉, 石山達也, 橋間昭徳, 加藤直子, D.A. Okaya: 海溝型地震と内陸沿岸地震の関連メカニズムの評価準備, 平成 29 年度「日本海地震・津波調査プロジェクト」成果報告書, 251-264, 2020.
  - 9) 佐藤比呂志, 岩崎貴哉, 石山達也, 橋間昭徳, 加藤直子, D.A. Okaya: 海溝型地震と内陸沿岸地震の関連メカニズムの評価準備, 平成 30 年度「日本海地震・津波調査プロジェクト」成果報告書, 2020 (印刷中).
  - 10) Sawai, Y., Namegaya, Y., Okamura, Y., Satake, K., Shishikura, M.: Challenges of anticipating the 2011 Tohoku earthquake and tsunami using coastal geology, *Geophysical Research Letters*, Vol.39, L21309, doi:10.1029/2012GL053692, 2012.
  - 11) Sawai, Y., Namegaya, Y., Tamura, T., Nakashima, R., Tanigawa, K.: Shorter intervals between great earthquakes near Sendai: Scour ponds and a sand layer attributable to A.D. 1454 overwash, *Geophysical Research Letters*, Vol.42, 4795-4800, doi:10.1002/2015GL064167, 2015.
  - 12) Wallace, R.E.: Geometry of Shearing Stress and Relation to Faulting, *The Journal of Geology*, Vol.59, pp.118-130, 1951.
  - 13) Bott, M.H.P.: The Mechanics of Oblique Slip Faulting, *Geological Magazine*, Vol.96, pp.109-117, 1959.
  - 14) Terakawa, T., Matsu'ura, M.: The 3-D tectonic stress fields in and around Japan inverted from centroid moment tensor data of seismic events, *Tectonics*, Vol.29, TC6008, doi:10.1029/2009TC002626, 2010.
  - 15) Sato, H.: The relationship between late Cenozoic tectonic events and stress field and basin development in northeast Japan, *Journal of Geophysical Research*, Vol.99, pp.22261-22274, 1994.
  - 16) Iwasaki, T., Sato, H., Shinohara, M., Ishiyama, T., Hashima, A.: Fundamental structure model of island arcs and subducted plates in and around Japan, 2015 Fall Meeting, American Geophysical Union, T31B-2878, 2015.
  - 17) Lindquist, K.G., Engle, K., Stahlke, D., Price, E.: Global Topography and Bathymetry Grid Improves Research Efforts, *Eos, Transactions American Geophysical Union*, Vol.85, pp.186, 2004.
  - 18) Nakajima, J., Hasegawa, A.: Subduction of the Philippine Sea plate beneath southwestern Japan: Slab geometry and its relationship to arc magmatism, *Journal of Geophysical Research*, Vol.112, B08306, doi:10.1029/2006JB004770, 2007.
  - 19) Wang, K., He, J., Dragert, H., James, S.: Three-dimensional viscoelastic interseismic deformation model for the Cascadia subduction zone, *Earth, Planets and Space*, Vol.53, pp.295-306, 2001.

- 20) Nishimura, T., Munekane, H., Yarai, H.: The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake and its aftershocks observed by GEONET, Earth, Planets and Space, Vol.63, pp.631-636, 2011.

(f) 成果の論文発表・口頭発表等

著者	題名	発表先	発表年月日
Wang, Q.-Y., M. Campillo, F. Brenguier, A. Lecointre, T. Takeda, and A. Hashima	Evidence of Changes of Seismic Properties in the Entire Crust Beneath Japan After the Mw 9.0, 2011 Tohoku-oki Earthquake (論文発表)	Journal of Geophysical Research, 124, 8924-8941	令和元年 8 月 13 日
橋間昭徳, 佐藤比呂志, 石山達也, A. M. Freed, and T. W. Becker	南海トラフの固着による西南日本の震源断層における応力蓄積 (論文発表)	地震予知連絡会会報, 102, 431-433	令和元年 11 月 19 日
橋間昭徳, 佐藤比呂志, 石山達也, A. M. Freed	千島海溝域の固着による北海道周辺域の地殻変動場と震源断層における応力蓄積 (口頭発表)	日本地球惑星科学連合 2019 年大会 (千葉市)	令和元年 5 月 29 日
Hashima, A., H. Sato, T. Ishiyama, and A. M. Freed	Crustal Deformation and Stress Accumulation on Source Faults around Hokkaido, Japan, due to Coupling at the Kuril trench (ポスター発表)	27th IUGG General Assembly (モンテリオール)	令和元年 7 月 14 日
橋間昭徳, 佐藤比呂志, 佐藤利典	房総半島下の正断層地震の発生メカニズム (口頭発表)	日本地震学会 2019 年度秋季大会 (京都市)	令和元年 9 月 17 日
橋間昭徳, 佐藤比呂志, 石山達也, A. M. Freed, and T. W. Becker	琉球-西南日本弧の震源断層における応力蓄積 (招待講演)	日本地質学会 2019 山口大会 (山口市)	令和元年 9 月 24 日
橋間昭徳, 佐藤比呂志, 石山達也, A. M. Freed, and T. W. Becker	2011 年東北沖地震による上盤プレート内の震源断層におけるターロン応力変化のモデリング (招待講演)	日本活断層学会 2019 年度秋季学術大会 (東京都文京区)	令和元年 10 月 6 日

橋間昭徳	3次元有限要素法を用いた2011年東北沖地震による地殻変動および内部応力のモデリング（招待講演）	第146回地球電磁気・地球惑星圏学会総会および講演会（熊本市）	令和元年 10月24日
Hashima, A., A. M. Freed, T. W. Becker, T. Ishiyama, and H. Sato	Modeling stress loading in the overriding plate due to the coupling of the megathrust around Japan（ポスター発表）	2019 AGU Fall Meeting（サンフランシスコ）	令和元年 12月13日

(g) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

(3) 令和2年度業務計画案

前年度までに検討した千島海溝、日本海溝、南海トラフの個々のプレート境界過程による応力蓄積の知見を総合し、本プロジェクトの断層モデルを用いて、今後数十年間の日本海と沿岸域の上盤プレート内地震についての評価方法と問題点を取りまとめる。