

地震本部 ニュース

2021
夏

The Headquarters for Earthquake Research Promotion News

令和3年8月13日発行（年4回発行）第14第1号

地震調査研究推進本部 …… 2

「全国地震動予測地図 2020年版」の概要

地震調査研究推進本部 …… 4

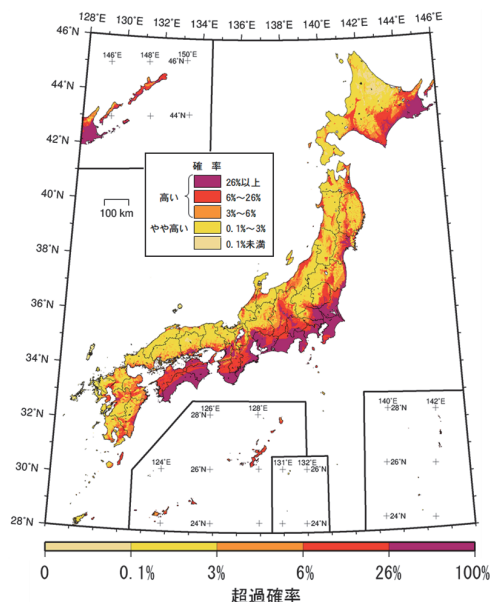
2020年の主な地震活動の評価

地震調査研究の最前線 …… 6

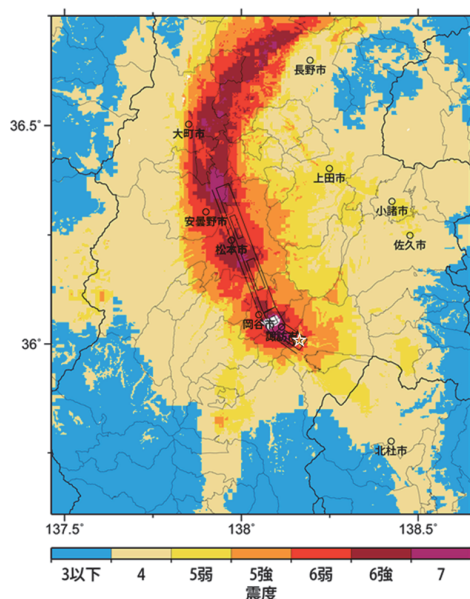
東北沖地震震源域の拡がりを規定する地下構造を解明 プレート境界浅部の厚い堆積層がすべりの特性をコントロール

地震調査研究推進本部 …… 10

2021年2月13日福島県沖の地震及び
2021年3月20日宮城県沖の地震



今後30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率



糸魚川-静岡構造線断層帯中北部区間が活動する地震による震度の分布の例（詳細法）。☆は破壊開始点位置を示す。

「全国地震動予測地図 2020年版」の概要

1 はじめに

地震調査研究推進本部（地震本部）地震調査委員会は、2005年公表の「全国を概観した地震動予測地図」から、国民の防災意識の向上や効果的な地震防災対策を検討する上での基礎資料として活用されることを目的に、地震動予測地図を更新し公表してきました。近年では、2011年東北地方太平洋沖地震（2011年3月11日・マグニチュード9.0）の発生を受けて指摘された確率論的地震動予測地図の諸課題のうち、特に大規模・低頻度の地震を考慮するための検討等に重点的に取り組み、その成果をまとめて、2014年12月に「全国地震動予測地図 2014年版～全国の地震動ハザードを概観して～」を公表し、その後も、活断層や海溝型地震の長期評価の更新により得られた知見に基づいて、全国地震動予測地図を更新し、公表してきました。

2019年2月には「日本海溝沿いの地震活動の長期評価」、2020年1月には「南海トラフ沿いで発生する大地震の確率論的津波評価」が公表されたことから、この間に得られた新たな知見に基づいて全国地震動予測地図を更新し、2021年3月に「全国地震動予測地図 2020年版」として公表しました。

2 主な更新の内容

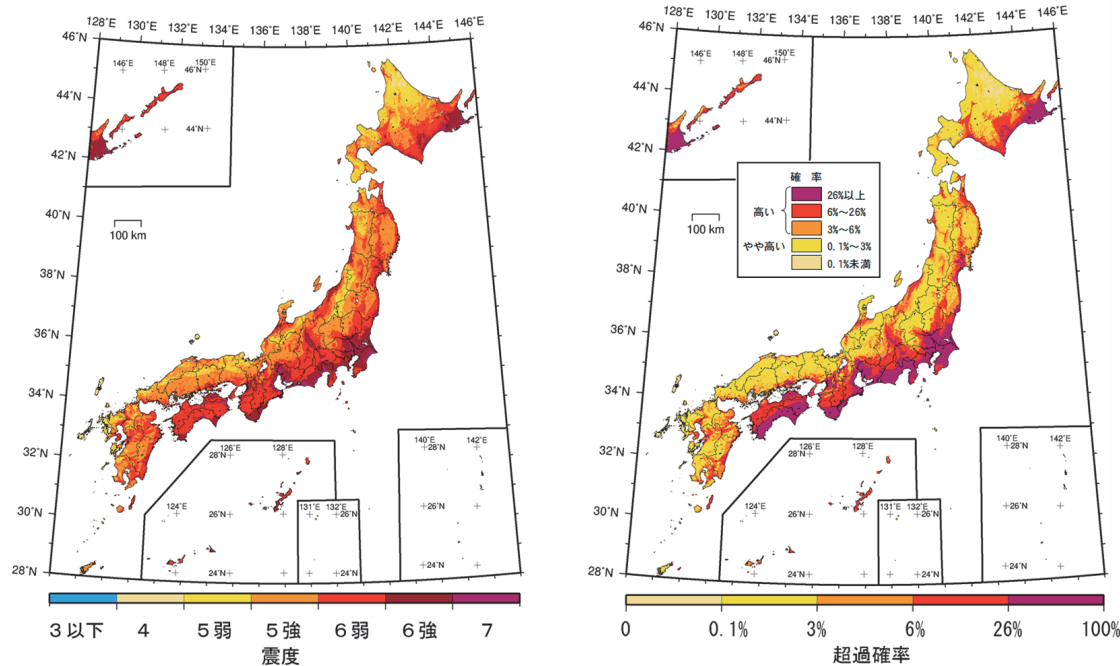
大きく分けて二種類の地図からなる全国地震動予測地図のうち、「確率論的地震動予測地図」に関しては、最新の長期評価や津波評価に基づいて日本海溝沿いのプレー

ト間巨大地震や南海トラフ沿いで発生する大地震について従来よりも震源域の多様性を考慮したモデルに変更するとともに、震源断層を予め特定しにくい地震のモデルの改良や浅部地盤構造モデルの改良を行いました。なお、地震発生確率の評価基準日は2020年1月1日としました。

もう一方の種類の地図、「震源断層を特定した地震動予測地図（シナリオ地震動予測地図）」に関しては、関東地方においては浅部・深部統合地盤構造モデル（2021年版）の活用、関東地方以外においては微地形区分の見直しに対応した浅部地盤増幅率の改良に伴い、既往の全国地震動予測地図に掲載していた活断層帯を対象に詳細法および簡便法による再評価を行いました。更に、全国地震動予測地図 2018年版と同様に、従来からの震度分布の地図に加えて、全国地震動予測地図を利用した被害対策への橋渡しとなる「震度曝露人口」の地図も作成しました。また、地震動予測地図の配色についても、色の規格や色の統一化に関する国内外の動向や多様な色覚に対応した配色の在り方の検討を踏まえて地震本部政策委員会が策定した配色方針（詳細は「地震本部ニュース 令和2年（2020年）春号」を参照）に基づき、従来の配色から変更しています。

3 更新結果

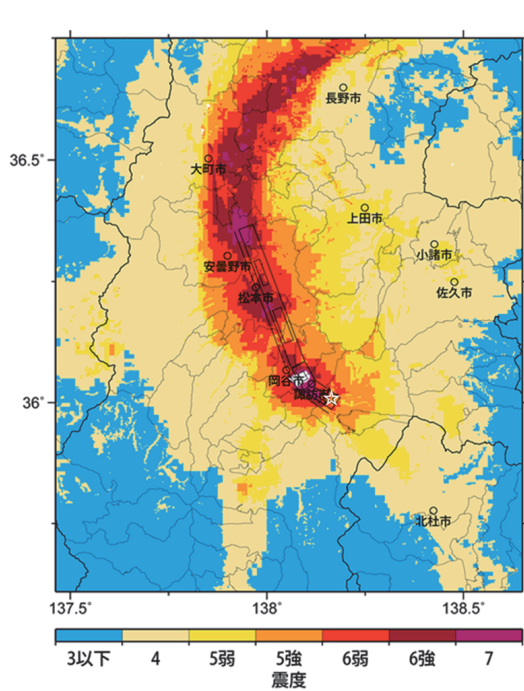
全国地震動予測地図 2020年版の確率論的地震動予測地図の例を図1に、シナリオ地震動予測地図の例を図2に、それぞれ示します。



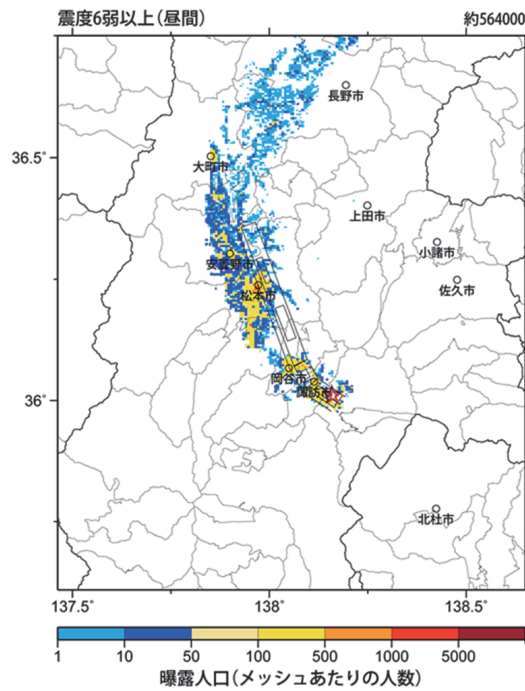
(a) 今後30年間にその値以上の揺れに見舞われる確率が3%となる震度

(b) 今後30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率

図1 確率論的地震動予測地図の例（平均ケース・全地震）



(a) 糸魚川－静岡構造線断層帯中北部区間が活動する地震による震度の分布の例（詳細法）。☆は破壊開始点位置を示す。



(b) 糸魚川－静岡構造線断層帯中北部区間で発生する地震で震度6弱以上の揺れにさらされる人口の分布（詳細法）。☆は破壊開始点位置を示す。右肩数字は図域内の曝露人口総数。

図2 シナリオ地震動予測地図の例

「確率論的地震動予測地図」では、現時点で考慮し得るすべての地震の位置・規模・発生確率に基づき、各地点がどの程度の確率でどの程度揺れるのかを計算し、揺れの強さ、期間、確率のうち2つを固定して残りを地図に示すなど、様々な種類を作成しました。図1(a)ではそれらのうち期間と確率を固定した場合の例を、図1(b)では期間と揺れの強さを固定した場合の例を示しています。図1(b)の「今後30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率」の地図では、北海道南東部や仙台平野の一部、首都圏、東海～四国地域の太平洋側および糸魚川－静岡構造線断層帯の周辺地域などの確率が高くなっています。中でも人口や産業が集中している堆積平野内の地域では、一般に地震動の増幅が大きく、強い揺れに見舞われる確率が高い傾向があります。全国地震動予測地図2018年版と比べて、今回の確率論的地震動予測地図では、震源断層を予め特定しにくい地震のモデル化において東北地方太平洋沖地震後の地震活動を考慮したことによる影響が東北地方や関東地方北部の太平洋側に、増幅率の計算に用いる浅部地盤構造モデルを改良したことによる影響が関東地方などで見られます。また、南海トラフ沿いで発生する大地震について従来よりも震源域の多様性を考慮したことによる影響が、山梨県・静岡県・長野県東部で見られます。「シナリオ地震動予測地図」では、ある特定の震源断層において、地震が発生した場合の各地点の揺れを計算してその強さの分布を示しています。図2では糸魚川－静岡構造線断層帯中北部区間が活動する地震のうち、断層破壊が南から北側へ進むケースを例として示しております。図2(a)で震度6強以上の揺れが計算されている地域は、主に主要な破壊領域の直上周辺や地盤が揺れやすい地域に見られます。また、図2(b)では、震度6弱以上にさらされる人口の概数とその分布を把握することができます。

図1および図2のような情報は、防災科学技術研究所のwebサイトである地震ハザードステーション(J-SHIS)を用いて、お住まいの地域を拡大して調べることが可能です。揺れの強さは表層地盤などによって変わるため、同一市町村内でも、強い揺れに見舞われる確率や揺れの強さは一律ではありません。是非詳しく調べて全国地震動予測地図を防災対策に活用して頂きたいです。また、地震ハザードステーション(J-SHIS)では、地震ハザードに対してどのような地震が相対的に大きな影響を及ぼしているか、確認することもできます。地域によって確率が低い場所もありますが、確率が低いからといって安全とは限りません。日本は世界的にみると地震により大きな揺れに見舞われる危険性が非常に高く、日本国内で相対的に確率が低い地域でも、過去に大きな地震が発生し、強い揺れに見舞われたことがあります。また、今後、新たな知見が得られた場合、確率が上がる可能性もあります。

4 今後に向けて

地震本部では、今後とも、新たな情報・知見の蓄積とそれに基づく様々な評価結果に応じて、全国地震動予測地図を随時更新していくと共に、地震動予測結果の説明のわかりやすさの向上にも取り組んでいく予定です。今後の地震動予測地図にも是非ご期待ください。

本検討結果は、地震本部のwebサイト上の全国地震動予測地図のページ(https://www.jishin.go.jp/evaluation/seismic_hazard_map/shm_report/)で公表されています。その他の計算結果や、その詳細なデータや関連情報は防災科学技術研究所のwebサイトの地震ハザードステーションJ-SHIS(<https://www.j-shis.bosai.go.jp/>)でも公開されています。

2020年の主な地震活動の評価

石川県能登地方の地震活動 【マグニチュード (M)5.5・ 最大震度 5 強】

3月13日に石川県能登地方の深さ約10kmでM5.5の地震が発生した。この地震の発震機構は西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、地殻内で発生した地震である。この地震は、平成19年(2007年)能登半島地震の活動域の東端で発生した。GNSS観測の結果によると、今回の地震に伴う有意な地殻変動は観測されていない。
<令和2年4月10日地震調査委員会定例会>

千葉県東方沖の地震活動 【M6.1・最大震度 5 弱】

6月25日に千葉県東方沖の深さ約35kmでM6.1の地震が発生した。この地震の発震機構は南北方向に圧力軸を持つ逆断層型であった。GNSS観測の結果によると、今回の地震に伴う有意な地殻変動は観測されていない。
<令和2年7月9日地震調査委員会定例会>

福井県嶺北の地震活動 【M5.0・最大震度 5 弱】

9月4日に福井県嶺北の深さ約5kmでM5.0の地震が発生した。この地震の発震機構は西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、地殻内で発生した地震である。GNSS観測の結果によると、今回の地震に伴う有意な地殻変動は観測されていない。
<令和2年10月9日地震調査委員会定例会>

茨城県沖の地震活動 【M5.7・最大震度 5 弱】

11月22日に茨城県沖の深さ約45kmでM5.7の地震が発生した。この地震の発震機構は西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した地震である。GNSS観測の結果によると、今回の地震に伴う有意な地殻変動は観測されていない。
<令和2年12月9日地震調査委員会定例会>



注：GNSSとは、GPSをはじめとする衛星測位システム全般をしめす呼称である。

2020年の主な地震活動の評価

岩手県沖の地震活動 【M5.6・最大震度5弱】

12月12日に岩手県沖の深さ約50kmでM5.6の地震が発生した。この地震の発震機構は東西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した地震である。GNSS観測の結果によると、今回の地震に伴う有意な地殻変動は観測されていない。

<令和3年1月13日地震調査委員会定例会>

新島・神津島近海*の 地震活動 【M5.0・最大震度5弱】

12月18日18時09分に新島・神津島近海*の深さ約10kmでM5.0の地震が発生した。この地震の発震機構は北北西-南南東方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型で、フィリピン海プレートの地殻内で発生した地震である。この地震の震源付近では、同日20時36分にM4.6、1月1日01時53分にM4.7の地震が発生した。12月15日から1月3日

までに、最大震度1以上を観測する地震が39回発生した。GNSS観測の結果によると、今回の地震活動に伴う有意な地殻変動は観測されていない。

*：気象庁が情報発表で用いた震央地域名は「伊豆大島近海」である。

<令和3年1月13日地震調査委員会定例会>

青森県東方沖の地震活動 【M6.5・最大震度5弱】

12月21日に青森県東方沖の深さ約45kmでM6.5の地震が発生した。この地震の発震機構は西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した地震である。GNSS観測の結果によると、今回の地震に伴う有意な地殻変動は観測されていない。

<令和3年1月13日地震調査委員会定例会>

東北沖地震震源域の拡がりを規定する 地下構造を解明

プレート境界浅部の厚い堆積層がすべりの特性をコントロール

1 はじめに

2011年東北地方太平洋沖地震（マグニチュードMw9.0、以下、「東北沖地震」という）の巨大な断層すべり域は、地震・測地観測データ解析から、日本海溝中部（宮城県沖）の海溝近くのプレート境界の浅い部分に推定されています。海底堆積物の調査などからは、過去にも同地域を震源とした同規模の地震があったことが明らかになってきています。一方、日本海溝南部（福島県沖）の海溝近くの浅い部分では、東北沖地震直後から、余効すべりというゆっく

りとした変動が発生しています [Iinuma et al., 2016]。海底地殻変動観測データは、余効すべりが、東北沖地震から約7年経過した時点においてもなお継続していることを示唆しています [本荘他, 2021]。また、低周波微動や超低周波地震など、スロー地震と呼ばれる現象も、余効すべり域とほぼ同じエリアで発生していることが知られています。重力観測の結果は、大すべり域の南限にあたる福島県沖を境に、残差重力異常が大きく変化し [Bassett et al., 2016]、中部で正、南部で負の値をとる地域が広がっていることを示しています（図1）。海底下構造探査によって得られている地震波速度構造 [Tsuru et al., 2002; Miura et al., 2003; 2005] からは、福島県沖のプレート境界にそって、地震波速度が遅くて柔らかい、チャンネル層と呼ばれる厚い堆積層が分布していることが示されています（図2, 図3(a)）。このように、日本海溝では、地震学・測地学・海洋地球物理学・地質学などの異なる観測データから、中部と南部では、断層すべりだけでなく、海底下の地震波速度・密度構造の特徴も大きく変化していることがわかっています。

このような違いがどのようなメカニズムに起因するのか、東北沖地震の巨大すべりがなぜ中部のみで発生したか、は不明でした。そこで、我々の研究グループでは、なぜ東北沖地震の大すべりが南部へ広がらな

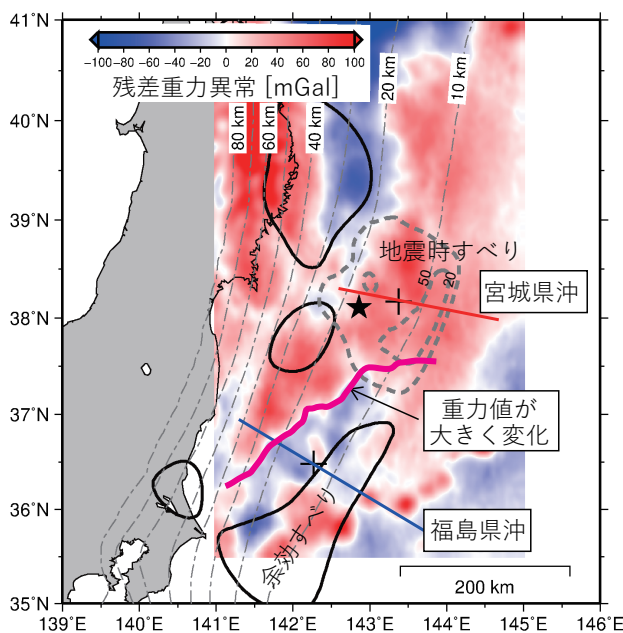


図1：残差重力異常の分布 [modified from Bassett et al., 2016]。ピンク色の線を境に、残差重力値が正から負に大きく変化している。灰色点線は、東北沖地震時の大すべり域 [Iinuma et al., 2012]。黒線は余効すべり域 [Iinuma et al., 2016]。赤線（宮城県沖）と青線（福島県沖）は図3(a)のおおよその位置を示す。

かったかを明らかにするために、プレート境界のチャンネル層に着目して2つの解析を行いました [Nakata et al., 2021]。1つは、チャンネル層と負の残差重力異常を示す領域との空間的な重なり、および中部と南部での地震波速度構造の違いを考慮したプレート境界面近くの密度構造モデルの構築です。もう1つは、チャンネル層の有無による摩擦特性の変化を仮定した断層すべりの数値シミュレーションです。

2 密度構造モデル

日本海溝中部と南部で、P波速度構造に明らかな違いがみられる深さ範囲と、その速度差を参考に、速度構造モデル（図2）と矛盾しないような密度構造モデルを構築しました。チャンネル層とは、堆積物からなる層で、海山を載せた海洋プレートの沈み込みに伴う侵食作用によって、プレート境界面上に形成されたと考えられています。

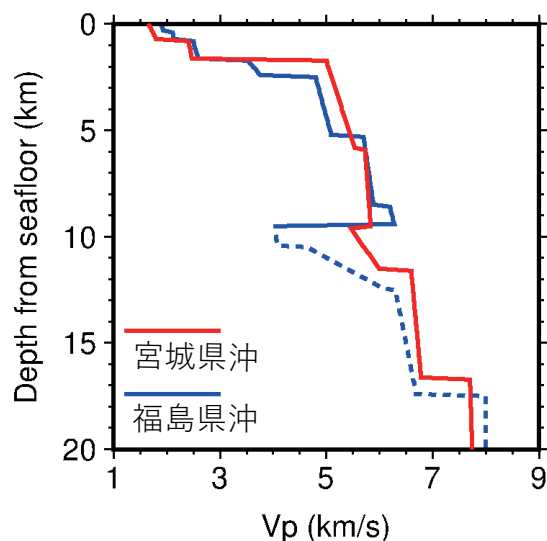


図2：宮城県沖（赤線）と福島県沖（青線）で推定された地震波速度構造。

チャンネル層が周囲の地殻よりも低密度であることを考慮して、南部のプレート境界浅部に厚さ1 kmの低密度層を仮定した2次元の構造モデルを用いて重力異常の計算を行ったところ、東北沖地震の震源域である日本海溝中部と余効すべりが卓越する南部の間でみられる重力異常の相違が説明できることが示されました。

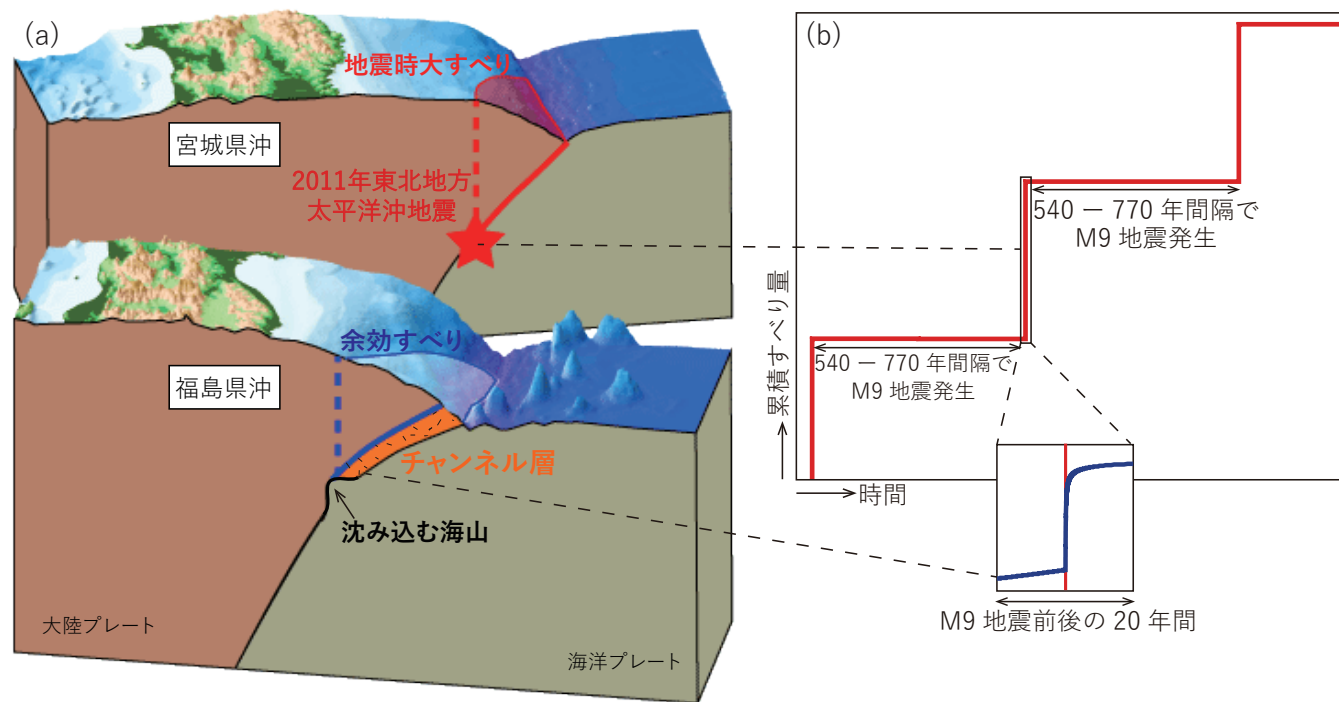


図3：(a) 日本海溝中部（上）と南部（下）の地形の鳥瞰図と、断面図。中部は東北沖地震時の大すべり域であり、赤星印は震源を示す。余効すべりが発生している南部のプレート境界には、沈み込む海山によって形成されたチャンネル層（オレンジの部分）が存在する。この模式図では高さ方向を強調している。(b) 地震発生サイクルシミュレーションで得られた中部（赤線）と南部（拡大図の青線）での累積すべり量の時間変化。

3 地震発生サイクルシミュレーション

チャンネル層の内部では、様々な変形が生じていると考えられており、非地震性すべりを起こしやすい性質を持つとされています。そこで、チャンネル層の有無に起因する中部と南部での断層すべりに関する摩擦特性の違いをモデル化して、速度・状態依存摩擦則を用いた地震発生サイクルの数値シミュレーションを実施しました。日本海溝での構造探査にもとづいて設定された3次元のプレート境界面を約12.7万要素に細かく離散化した上で、海溝近くの浅い部分を北部・中部・南部の3つの領域に分割し、それぞれに異なる摩擦特性を仮定しました。中部は東北沖地震の大すべり域とほぼ同じエリア、南部は厚いチャンネル層が分布するエリアです。特徴的すべり量（摩擦パラメタの一種で、大きいとゆっくりすべり、小さいと地震性の高速すべりを起こしやすい特性になる）と呼ばれる摩擦パラメタの値を、中部よりも南部で大きめに仮定した摩擦モデル（図4(a)）を用いて、約5000年間に

わたる大規模計算を実施したところ、日本海溝中部の海溝近くでM8.9–9.1の巨大地震が約540–770年という長い繰り返し間隔で発生し（図3(b):赤線, 図4(b):暖色部）、南部の海溝近くで余効すべりが10年以上継続する（図3(b):青線, 図4(b):青線）という、地球物理観測・地質学調査の結果が示す特徴を再現することができました。

4 おわりに

これらの結果は、日本海溝南部のプレート境界面沿いの海溝近く（沈み込んでから100 km程度）に分布するチャンネル層が巨大地震の発生を抑制し、非地震性すべりが起こりやすい原因となっていることを示唆しています。つまり、プレート境界面沿いのチャンネル層の存在が、2011年東北沖地震の大規模なすべりが南部へ拡大するのを妨げたと考えられます。従って、今後も、日本海溝南部の海溝近くが東北沖地震のような巨大地震の震源域になる可能性は低いと言えます。チャンネル層の形成には沈み込む海山が関与すると考えられるため、日本

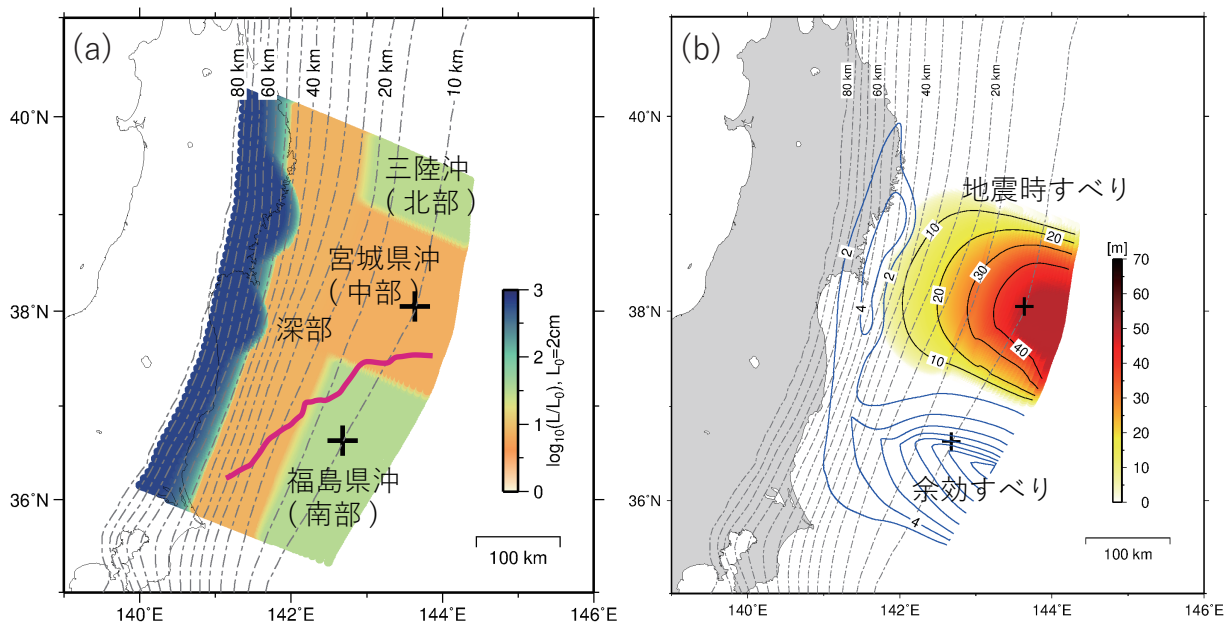


図4：(a) チャンネル層を考慮した摩擦分布モデル。

(b) 数値シミュレーションで得られたM9クラス地震時のすべり（暖色）と余効すべり（青線）の空間分布。

海溝だけでなく、世界各地の海山が沈み込んでいるような地域でも、巨大地震は起こりにくいと言えるかもしれません。

現在は、日本海溝北部の三陸沖を対象として、2011年東北沖地震や1896年明治三陸地震による断層すべり分布などの観測事実を再現する地震発生サイクルシミュレーションモデルの構築を進めています。これらの研究成果は、日本海溝全域におけるひずみ解消過程の理解につながると期待されます。

【謝辞】

本研究の一部は、JSPS 科研費 Grant Number JP19H05596、JP19H00708、JP26000002、文部科学省による委託業務「南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト」の助成を受けて実施されたものです。本研究のシミュレーション結果は、JAMSTEC のスーパーコンピュータ「地球シミュレータ」を利用して得られたものです。

【引用文献】

Bassett, D., D. T. Sandwell, Y. Fialko, & A. B. Watts, Upper-plate controls on coseismic slip in the 2011 magnitude 9.0 Tohoku-Oki earthquake, *Nature*, 531, 92–96 (2016).

本荘千枝・木戸元之・富田史章・日野亮太, 2011年東北地方太平洋沖地震後の海底上下動分布と三陸沖海溝軸近傍の隆起傾向, 日本地球惑星科学連合2021年大会, SCG54-P03 (2021).

linuma, T. et al., Coseismic slip distribution of the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake (M9.0) refined by means of seafloor geodetic data, *J. Geophys. Res.*, 117, B07409 (2012).

linuma, T. et al., Seafloor observations indicate spatial separation of coseismic and postseismic slips in the 2011 Tohoku earthquake, *Nat. Comms.*, 7, 13506 (2016).

Miura, S. et al., Structural characteristics controlling the seismicity of southern Japan Trench fore-arc region, revealed by ocean bottom seismographic data, *Tectonophys.*, 363, 79–102 (2003).

Miura, S. et al., Structural characteristics off Miyagi forearc region, the Japan Trench seismogenic zone, deduced from a wide-angle reflection and refraction study, *Tectonophys.*, 407, 165–188 (2005).

Nakata, R., T. Hori, S. Miura, & R. Hino, Presence of interplate channel layer controls of slip during and after the 2011 Tohoku-Oki earthquake through the frictional characteristics, *Sci. Rep.*, 11, 6480 (2021).

Tsuru, T., et al., Along-arc structural variation of the plate boundary at the Japan Trench margin: Implication of interplate coupling., *J. Geophys. Res.*, 107(B12), 2357 (2002).

著者プロフィール

中田 令子 (なかた りょうこ)

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助教。専門は地球物理学。広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻修了。博士(理学)。海洋研究開発機構を経て、2020年より現職。南海トラフや日本海溝での(巨)大地震やスロー地震を対象とした地震発生サイクルの数値シミュレーションを用いた研究に取り組んでいる。



2021年2月13日福島県沖の地震及び 2021年3月20日宮城県沖の地震

地震調査委員会臨時会の開催

令和3年2月13日23時07分に福島県沖でマグニチュード（M）7.3の地震が発生し、宮城県と福島県で震度6強、北海道から中国地方にかけて震度6弱から震度1を観測しました。この地震に伴い宮城県と福島県で津波を観測しました。また、令和3年3月20日18時09分に宮城県沖でM6.9の地震が発生し、宮城県で震度5強、北海道から近畿地方にかけて震度5弱から震度1を観測しました。これらの地震を受けて、地震調査委員会は、地震発生直後の2月14日と3月22日に臨時の委員会を開催し、どのような地震であったのかを評価するための議論を行いました。また、3月9日と4月9日の定例の委員会でも、議論しました。臨時及び定例の委員会での議論の結果は、それぞれその日のうちに「2021年2月13日福島県沖の地震の評価」、「2021年3月20日宮城県沖の地震の評価」として公表しました。

地震調査委員会では、2月13日福島県沖の地震について、地震調査委員会が評価した「日本海溝沿いの地震活動の長期評価（平成31年2月26日公表）」（以下、長期評価）との関係について議論しました。その結果、今回の地震は、震源位置、発震機構、Mの大きさなどから、想定していた沈み込んだプレート内の地震（青森県東方沖及び岩手県沖北部～茨城県沖）であると考えられる、と評価しました。3月20日宮城県沖の地震については、今回の地震の付近では、これまでに1978年宮城県沖地震（M7.4）等、規模の大きな地震が発生していることから、地震活動の分布や地殻変動観測及び地震波の解析結果から得られた今回の地震の震源域と、周辺で発生した過去の地震の震源域との関係を議論しました。その結果、今回の地震の震源域は、1978年宮城県沖地震（M7.4）の震源域の西側の一部に重なると考えられるが、同地震や2005年の宮城県沖の地震（M7.2）の震源域全体には及んでいない、と評価しました。

また、2月13日福島県沖の地震、3月20日宮城県沖の地震はともに、「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震」（以下、東北地方太平洋沖地震）の余震域で発生しました。地震調査委員会では、今後も長期間にわたって東北地方太平洋沖地震の余震域や内陸を含むその周辺で規模の大きな地震が発生し、強い揺れや高い津波に見舞われる可能性があることに注意が必要である、と評価しました。

編集・発行

地震調査研究推進本部事務局（文部科学省研究開発局地震・防災研究課）
東京都千代田区霞が関 3-2-2

※本誌を無断で転載することを禁じます。
※本誌で掲載した論文等で、意見にわたる部分は、筆者の個人的意見であることをお断りします。

地震本部のホームページはコチラ▶ [地震本部](https://www.jishin.go.jp)

地震調査研究推進本部が
公表した資料の詳細は、
地震本部のホームページで
見ることができます。
(<https://www.jishin.go.jp>)

