

(1) 実施機関名：

産業技術総合研究所

(2) 研究課題（または観測項目）名：

（和文）高分解能地殻応力場の解明と造構造場の研究

（英文）Study on high-resolution crustal stress fields and seismotectonics in the Japanese Islands

(3) 関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究

(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化

イ. 内陸地震

(4) その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究

(3) 地震発生過程の解明とモデル化

(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化

ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究

(4) 内陸で発生する被害地震

(5) 本課題の5か年の到達目標：

将来発生する地震の最大規模や発生様式の評価を行うため、現計画に引き続き、可能な限り小さな地震の発震機構解を推定し、高い空間分解能を有する地殻応力マップを整備する。現計画では日本列島陸域の地下20kmまでを推定したが、関東地域の深さ20km以深及びプレート境界にも対象を広げ、首都圏直下のやや深い地震や海溝型地震の評価に繋げる。さらに、大量で高精度な発震機構解から時間変化の抽出にも取り組む。様々なデータから地殻応力の時空間不均一の成因を明らかにし、数値シミュレーションを併用した連動性評価や活動性評価手法を提案する。

(6) 本課題の5か年計画の概要：

・ S-netやDONETのデータ解析により微小地震の発震機構解を推定し、日本海溝および南海トラフ沈み込み帯の応力マップを作成する。陸域においては、Hi-netの整備以後蓄積されている定常観測網のデータ解析により、関東地域の深さ20km以深の応力マップを作成する。この解析には大規模な地震データ処理を伴うことから、深層学習による自動処理化（Uchide, 2020）を行う。さらに相対モーメントテンソル法（Dahm, 1996; Imanishi and Uchide, 準備中）を用いて発震機構解の推定精度を向上させるとともに、推定可能なマグニチュードの下限を大幅に下げる。

・ 大量で高精度な発震機構解から地殻応力の微小な時間変化の抽出にも取り組む。特にこれまでほとんど報告されていない大地震発生前の時間変化に着目する。

・ 代表的な活断層帯を対象に、歪み場、3次元地殻構造、地質構造、応力降下量や地震活動の特性も含めて地殻応力の時空間不均一の成因を特定し、断層帯毎の応力載荷モデルを構築する。さらに、応力載荷モデルを組み込んだ数値シミュレーションにより、連動性評価や活動性評価手法を提案する。

・ 取り纏めた応力情報は産総研の地殻応力場データベース（<https://gbank.gsj.jp/crstress/>）において公開する。

(7) 令和7年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

(1) 日本列島内陸の地殻応力場の時間変化に関する研究

応力は地震発生の直接的な駆動力であり、将来の地震規模や発生確率の精度向上に不可欠な基礎情報である。日本列島の応力場は、発震機構解の蓄積により応力マップとして整備され、空間分布の詳細が明らかになってきたが、応力場の微小な時間変化については、いまだ十分に把握されていない。

今年度は、地震のすべり角と基準応力場から計算されるすべり角との差（ミスフィット角）の時間変化を追跡する手法（Terakawa et al., 2016）を用い、西南日本陸域の応力場変動の可視化を試みた（今西ほか, 2025a）。基準応力場はUchide et al. (2022)による0.2°グリッド応力場を用いた。また、発震機構解はUchide et al. (2022)によるカタログと気象庁一元化カタログを統合したものをを用いた。その結果、ミスフィット角は全体として小さく、基準応力場に調和的な地震が多く発生しているという、ある意味で妥当な結果が得られた。一方で、多くの地域において、ミスフィット角が周期性・季節性を伴って変動する傾向が認められた。これらのうち、季節性の変動については、積雪融解や降水に伴う地震活動の季節変動との関連が示唆されるが、数年スケールの周期変動については、その原因は現時点では明らかになっていない。地震発生過程の理解に重要な示唆を与える可能性があり、今後の詳細な検討が必要である。さらに、ミスフィット角の変動幅が小さい領域は、ひずみ集中帯とよく一致していることが明らかになった。これは、ひずみが集中する領域では応力がほぼ一定方向に蓄積し続け、応力場の擾乱が比較的小さいことを示唆している。また、M6以上の地震が発生する前のミスフィット角に着目すると、全期間平均より小さい傾向が認められ、本手法は大地震が発生しやすい時期の抽出に役立つ可能性がある。

(2) 群発地震の研究

2025年に発生したトカラ列島近海および山口県北部の群発地震を対象に、発震機構解と応力解析を用いた総合的な検討を行った。トカラ列島近海では、ミスフィット角を用いた応力モニタリング

（Terakawa et al., 2016）により、地震活動の活発化や地殻変動と同期して応力場が局所的に擾乱する様子が捉えられ、マグマ・流体・ゆっくりすべりなどの関与が示唆された（今西ほか, 2025b）。一方、山口県北部の深部群発地震では、正断層型・横ずれ型・逆断層型が混在する異常に多様な発震機構が確認され、均一応力場では説明できないことが明らかとなった（雨澤ほか, 2025；今西ほか, 2025c）。両事例は、群発地震が通常のテクトニック応力場だけでなく、流体や応力擾乱を伴う過程に強く支配されていることを示している。今後は、地殻変動や速度構造など他の観測データと統合した解析を進め、群発地震の発生過程の定量的理解と異常活動の評価精度向上を目指す。

(3) 2024年能登半島地震

2024年能登半島地震については、観測に基づく断層形状と広域応力場を用いた三次元動的破壊シミュレーションによる本震破壊過程の再現（Ando et al., 2025；UTS_04と連携）と、三次元速度構造による余震分布の再決定（Shiina et al., 2025）が国際誌に掲載された。

(4) 地震データと測地データを組み合わせたプレート境界における固着状態の推定

発震機構解とGNSSによる地殻変動データを統合した手法により、プレート境界の固着状態変化を推定する枠組みを昨年度までに開発・適用した。今年度はその成果を取りまとめ、2つの国際学会で発表するとともに（Imanishi and Noda, 2025a, b）、Journal of Geophysical Research誌に投稿した（現在、修正稿の査読中）。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

応力マップの対象地域を海域に広げるため、S-netを用いた発震機構解推定を継続して進めた（今西・阿部, 2025）。整備した応力マップを活用した数値シミュレーション手法を開発し、最大規模評価や活動性評価を行っていくことが重要である。

(8) 令和7年度の成果に関連の深いもので、令和7年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

Ando, R., Y. Fukushima, K. Yoshida, and K. Imanishi, 2025, Nonplanar 3D fault geometry controls the spatiotemporal distributions of slip and uplift: Evidence from the Mw7.5 2024 Noto Peninsula, Japan, earthquake, *Earth Planets Space*, 77, 53.
<https://doi.org/10.1186/s40623-025-02187-9>, 査読有, 謝辞有

Shiina, T., H. Horikawa, Y. Sawaki, K. Sagae, and K. Imanishi, 2025, Aftershock distribution of the 2024 Noto Peninsula earthquake, Japan, determined using a 3-D velocity structure and uncertainty quantification, *Earth Planets Space*, 77, 94.
<https://doi.org/10.1186/s40623-025-02227-4>, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

雨澤勇太・矢部 優・佐脇泰典・今西和俊・宮澤理穂・西川友章・西村卓也・長岡愛理・宮町凜太郎・大見士朗, 2025, 山口県北部群発地震：震源分布の複雑な時空間変化と駆動メカニズム, 日本地震学会2025年度秋季大会, S23-02

今西和俊・阿部信太郎, 2025, S-netデータを用いた微小地震のメカニズム解推定による東北地方沿岸域の正断層場生成機構の解明, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SSS12-P05

今西和俊・内出崇彦・椎名高裕・矢部 優, 2025a, 日本列島内陸の地殻応力変動, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SSS10-08

今西和俊・矢部 優・加藤愛太郎・八木原寛, 2025b, メカニズム解を用いた2025年トカラ列島近海群発地震の応力モニタリング, 日本地震学会2025年度秋季大会, S23-15

今西和俊・雨澤勇太・宮澤理穂・西川友章・西村卓也・長岡愛理・宮町凜太郎・大見士朗, 2025c, 山口県北部における深部群発地震のメカニズム解推定, 日本地震学会2025年度秋季大会, P23-03

Imanishi, K. and A. Noda, 2025a, Detection of annual-scale interplate coupling variations using intraplate earthquakes and geodetic data: Application to the Tohoku-Oki and Nankai regions, AOGS2025, SE11-A022

Imanishi, K. and A. Noda, 2025b, Detecting annual-scale interplate coupling variations by a method combining intraplate earthquakes and geodetic data: Case studies from Tohoku-Oki and Nankai, IAGA/IASPEI Joint Scientific Meeting 2025, A18c

Shiina, T., H. Horikawa, Y. Sawaki, K. Sagae, and K. Imanishi, 2025, Aftershock distribution of the 2024 Mw7.5 Noto Peninsula earthquake in Japan: Effects of velocity structure on inland stations, IAGA/IASPEI Joint Scientific Meeting 2025, AS25-1052.

(9) 令和7年度に実施した調査・観測や開発したソフトウェア等のメタ情報：

(10) 令和8年度実施計画の概要：

今年度に着手した陸域応力場の時間変化に関する研究手法を、来年度は東北地方に適用する。また、トカラ列島近海および山口県北部の群発地震の解析結果の論文化を進める。

(11) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

今西和俊（産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門）、内出崇彦（産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門）、椎名高裕（産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門）、浦田優美（産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門）

他機関との共同研究の有無：有

安藤亮輔（東京大学大学院理学系研究科）、大谷真紀子（京都大学理学研究科）

(12) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門

電話：

e-mail：

URL：

(13) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：今西和俊

所属：産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門