

なみふる



2025.11

日本地震学会
広報紙

No.
143

Contents

- p2 南海トラフ地震に備えるための
新たな海底地震津波観測網N-net
- p4 シリーズ「阪神・淡路大震災から30年」その④
地震学と私の30年(上)
- p6 長野県西部地震はなぜ起こったのか?
ー41年目に深まった謎ー
- p8 イベント報告
・地震学夏の学校2025 開催報告
・教員サマースクール開催報告 みちのくで学ぶ大地の息吹
ー2008年岩手・宮城内陸地震の痕跡をめぐるー



クマザサをかきわけて観測点へ。詳しくは6-7ページをご覧ください▲



主な地震活動

2025年7月～2025年9月

気象庁地震火山部
増田 智彬

2025年7月～2025年9月に震度4以上を観測した地震は61回で、震度5弱以上を観測した地震は8回でした。図の範囲内でマグニチュード(M)5.0以上の地震は33回発生しました。

「震度5弱以上」、「被害を伴ったもの(国内)」、「津波を観測したもの」のいずれかに該当する地震の概要は次のとおりです。

①トカラ列島近海の地震活動(小宝島付近) (2025/7/3 16:13 M5.5)

陸のプレート内で発生した地震で、鹿児島県十島村(悪石島)で最大震度6弱を観測しました。この地震の発震機構は北北西-南南東方向に張力軸を持つ横ずれ断層型でした。この地震の震央付近では、6月21日から地震活動が活発になり、7月7日までの間に最大震度5弱以上を観測した地震が8回発生しました。その後、地震活動は7月20日頃から低下しました。6月21日から9月30日までに震度1以上を観測する地震が2,346回(震度6弱:1回、震度5強:3回、震度5弱:4回、震度4:52回、震度3:159回、震度2:575回、震度1:1,552回)発生しました。今回の一連の活

動のうち最大規模の地震は、7月2日15時26分に発生したM5.6の地震で、鹿児島県十島村(悪石島)で最大震度5弱を観測しました。

②トカラ列島近海の地震活動(諏訪之瀬島付近) (2025/9/17 21:55 M4.7)

陸のプレート内で発生した地震で、鹿児島県十島村(諏訪之瀬島)で最大震度5弱を観測しました。この地震の発震機構は北北西-南南東方向に張力軸を持つ型でした。また、同日22時00分に発生したM4.8の地震で、鹿児島県十島村(諏訪之瀬島)で最大震度4を観測しました。この地震の震央付近では、7月から時々まとまった地震活動が見られ、7月1日から9月30日までに震度1以上を観測する地震が185回(震度5弱:1回、震度4:3回、震度3:26回、震度2:39回、震度1:116回)発生しました。

注:①及び②に記載した最大震度の回数は、その後の調査で変更する場合があります。

世界の地震

今期間に世界で発生した、主にM7.5以上で深さ100kmより浅い地震、あるいは死者・行方不明者50人以上の被害を伴った地震を以下に記載します(時刻は日本時間、震源要素は米国地質調査所(USGS)、Mwは気象庁によるモーメントマグニチュード、ただし7月20日のロシア、カムチャツカ半島東方沖の地震及び9月1日のアフガニスタン南東部の地震のMwはGlobal CMTによるモーメントマグニチュード)。

●ロシアカムチャツカ半島東方沖の地震 (2025/7/20 15:49(日本時間) 深さ34km Mw7.5)

この地震は、発震機構(Global CMTによるCMT解)は北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと北米プレートの境界で発生しました。

●ロシア、カムチャツカ半島東方沖の地震

(2025/7/30 08:24(日本時間) 深さ35km Mw8.8)

この地震は、発震機構(気象庁によるCMT解)は北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと北米プレートの境界で発生しました。この地震により、日本国内では、岩手県の久慈港(国土交通省港湾局の観測施設)で141cmの津波を観測するなど、太平洋沿岸を中心に北海道から沖縄県にかけて広い範囲で津波を観測しました。また、海外では、ロシアのカムチャツカ半島のヴォドボナヤで5mなどの津波が観測されました(10/1現在、アメリカ海洋大気庁(NOAA)による)。この地震により、日本国内で死者1人、負傷者12人の被害がありました(8/1現在、総務省消防庁による)。

●ドレーク海峡の地震

(2025/8/22 11:16(日本時間) 深さ11km Mw7.5)

この地震は、南極プレート内で発生しました。この地震の発震機構(気象庁によるCMT解)は東北東-西南西方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型でした。この地震により、海外では、南極大陸にあるブラット基地で0.13mの津波が観測されました(10/1現在、アメリカ海洋大気庁(NOAA)による)。

●アフガニスタン南東部の地震

(2025/9/1 04:17(日本時間) 深さ8km Mw6.0)

この地震の発震機構(Global CMTによるCMT解)は北北西-南南東方向に圧力軸を持つ逆断層型でした。この地震により、アフガニスタンでは死者1,992人、負傷者3,631人などの被害がありました(10/6現在、国連人道問題調整事務所(OCHA)による)。

●ロシア、カムチャツカ半島東岸の地震

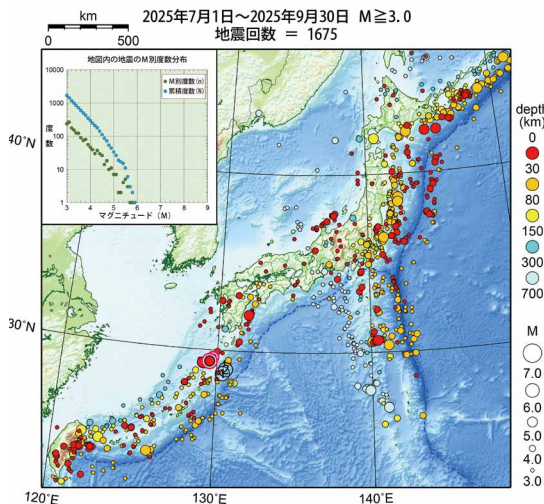
(2025/9/19 03:58(日本時間) 深さ20km Mw7.8)

この地震は、発震機構(気象庁によるCMT解)は北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと北米プレートの境界で発生しました。この地震により、海外では、ハワイのマウイ島で0.28mなどの津波が観測されました(10/1現在、アメリカ海洋大気庁(NOAA)による)。

●フィリピン諸島、レイテの地震

(2025/9/30 22:59(日本時間) 深さ10km Mw6.9)

この地震の発震機構(気象庁によるCMT解)は東西方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型でした。この地震により、フィリピンでは死者68人、負傷者559人などの被害がありました(10/6現在、国連人道問題調整事務所(OCHA)による)。



南海トラフ地震に備えるための 新たな海底地震津波観測網 N-net

Report

1

防災科学技術研究所 青井 真

近い将来に発生することが懸念されている南海トラフ巨大地震に観測体制を強化して備えるため、防災科研はN-netの整備を進めてきました。N-netの完成により、千島海溝・日本海溝から南海トラフに至る日本列島のプレート沈み込み帯における地震及び津波のリアルタイム観測が実現することになりました。

はじめに

防災科学技術研究所（防災科研）は、1995年の阪神・淡路大震災および2011年の東日本大震災の教訓を踏まえ、全国に稠密な陸海統合地震津波火山観測網「MOWLAS」^{1,2}（モウラス、Monitoring of Waves on Land and Seafloor）を整備・運用してきました（図1¹）が、南海トラフ西部の海域は長らくリアルタイム観測^{注1}の空白域でした。南海トラフ沿いで発生が懸念されている巨大地震は、国難ともいふべき壊滅的な被害が想定され国を挙げた備えが求められています。この地震への備えとして観測の空白域を解消するべく2019年から始まった「南海トラフ海底地震津波観測網（N-net）」の整備が2025年6月に完了しました。

N-netの概要

N-netは、高知県の室戸ジオパーク陸上局と宮崎県の串間陸上局を結ぶ二つのシステム（沖合システムと沿岸システム）から構成され、それぞれ18台、合計36台（図1）のインライン観測装置（図2）を有しています。海底ケーブルの総延長は約1,640kmにおよびます。インライン観測装置は工場では海底ケーブルと接続され、海底ケーブルを敷設する専用の敷設船に積み込まれます。敷設船に積み込まれた海底ケーブルと観測装置を船尾から海へ投入し、海底への設置や海底下への

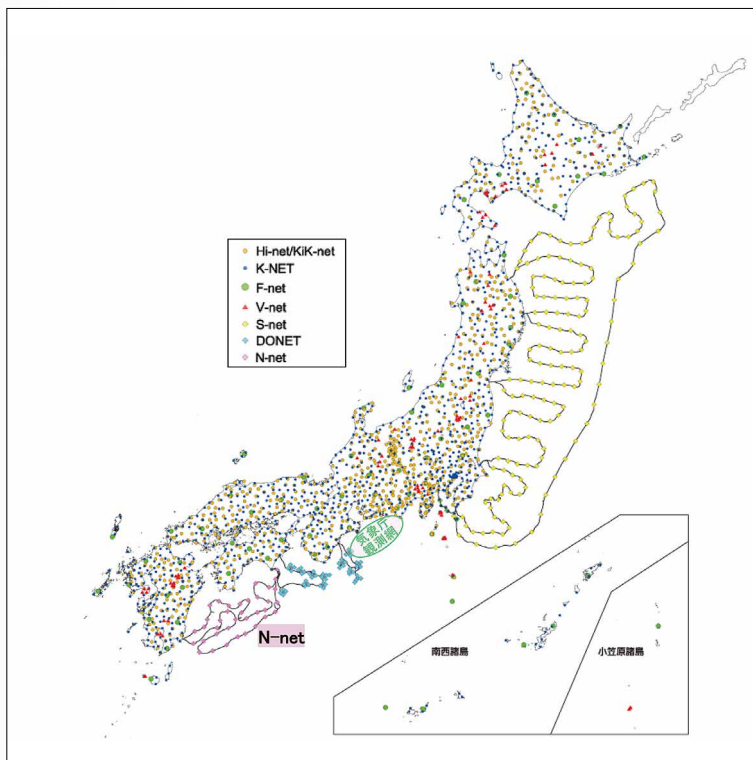


図1 防災科研が全国に展開している陸海統合地震津波火山観測網「MOWLAS」(モウラス)の観測点配置図。ピンクの菱形で示したのは2025年6月に整備が完了した南海トラフ海底地震津波観測網(N-net)。

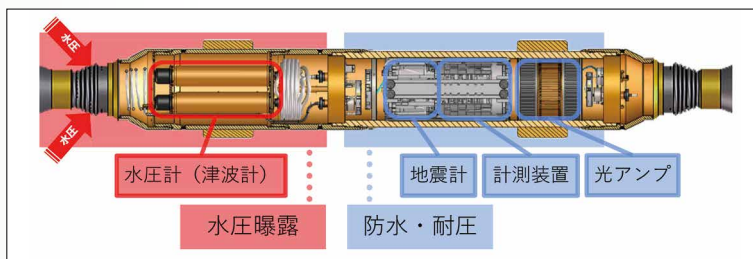


図2 N-netで海底に設置しているインライン観測装置の断面。

埋設を行いました。このように、インライン方式^{注2}では広域な観測網の構築を迅速かつ効率的に行うことができます。また、N-netはインライン方式を基本としていま

すが、将来の観測装置の拡張性も備えたシステムを実現するために、沖合及び沿岸の各システムに分岐装置を2台ずつ備えたプラグインノード方式^{注2}とのハイブリッ

ド方式を世界で初めて採用しました。

N-netの観測装置

N-netの観測装置(図2)は全長226cm、直径34cm、重量は約1tに達し、深度5,000m(約500気圧)という過酷な条件に耐えられるよう設計されています。ベリリウム銅製の^{きょうたい}管体内には地震計4式と津波観測用の水圧計が2式組み込まれており、さらに計測装置や光アンプなどが収められています。図に示す管体の右半分は耐水・耐圧構造となっていますが、水圧計が納められている左半分はゴム製の蛇腹構造を通して海底の圧力を正確に内部へ伝えることができるよう工夫されています。また、N-netにおいては様々な開発が進められ新しい技術が取り入れられました。その一つがMEMS技術を応用したシリコン振動子式圧力センサを採用した水圧計の開発です。従来の水圧計は地震動や姿勢変化によるノイズ混入が課題でしたが、N-netでは圧力変化をシリコン振動子の固有振動数の変化として検知する新しい水圧計の導入によりこの課題を軽減しました。

N-netによる観測事例

N-netの観測開始以来、2024年8月8日の日向灘地震(M7.1)や2025年4月2日大隅半島沖の地震(M6.1)を始め多くの地震が観測され、さらには浅部微動活動の検出及び微動源の同定にも成功しています。また、日向灘地震では最大3cmの津波を観測し、1cm以下の小さな津波も捉えるとともに、地震に伴う約5cmの海底地殻変動(永久変位)を水圧の変動として観測することにも成功しました(図3³⁾)。

まとめと今後の展望

N-netの構築により南海トラフ想定震源域の西側に残されていた観測の空白が解消され、当該海域で発生する地震

や津波をより近傍で観測可能となりました。これにより、地震や津波の発生を従来より早く捉えることが可能となり、従来と比べ地震動は最大20秒、津波は最大20分程度早く直接検知できると見込まれます(図4⁴⁾)。N-net 沖合システムは2024年10月より、また沿岸システムは2025年10月より本運用を開始し、MOWLASの8番目の観測網として統合運用を開始しました。観測データや波形画像はWebから広く公開されておりどなたでもご覧いただくことが出来ます。またデータは気象庁にもリアルタイムで送られ、沖合システムは、「沖合の津波観測に関する情報」(2024年11月)と「緊急地震速報」(2025年10月)での活用が始まっており、沿岸システムに関しても2025年秋以降の活用が計画されています。また将来的には自治体や民間事業者においても広くデータが活用されることが望まれます。

N-netから得られる沖合における地震や津波の高密度データは、現象をより精緻に知り理解の深化につながる、学術的にも重要なデータの取得が期待されます。特に破壊過程解明や津波発生・伝播メカニズム、沈み込み帯におけるプレー

ト境界地震の地震発生メカニズムの詳細な把握の高度化により、地震や津波のハザードの将来的な予測精度向上につながると考えられます。

近い将来に発生が懸念されている南海トラフ巨大地震への備えとして構築を進めてきたN-netのデータの活用が広く進み、N-netと我々の研究が地震津波災害の軽減に貢献することを期待しています。

脚注

- ^{※1)}リアルタイム観測では、即時に地震動や水圧変化の情報を得ることができます。そのデータは、緊急地震速報や揺れの即時把握、津波警報のほか、新幹線の安全な停止などに役立てられています。
- ^{※2)}海底のリアルタイム地震観測の方式には、一本の海底ケーブルの間に観測装置を外せないように繋ぐインライン方式や、一本の海底ケーブルから分岐する装置を介して観測装置が設置されるプラグインノード方式があります。

参考文献

- 防災科研 陸海統合地震津波火山観測網, <https://doi.org/10.17598/NIED.0009>
- Aoi et al. (2020). MOWLAS: NIED observation network for earthquake, tsunami and volcano, *EPS*, **72**, 126, doi:10.1186/s40623-020-01250-x.
- 久保田・他(2025). 2024年日向灘の地震に伴う津波の波源分布. *地震*, **78**, 73-86.
- 青井(2025). 観測の空白域に新しい観測網完成, *防災科研ニュース*, **230**, 3-4.

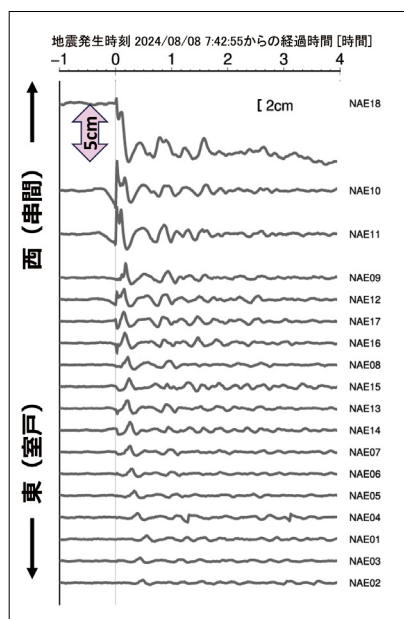


図3 N-net 沖合システムが捉えた2024年日向灘の地震(M7.1)に伴う水深変動(1hPaの水圧変動を水深変動1cmとして換算)。横軸は地震発生からの経過時間で、地震発生1時間前から4時間後までの水深変動を示した。

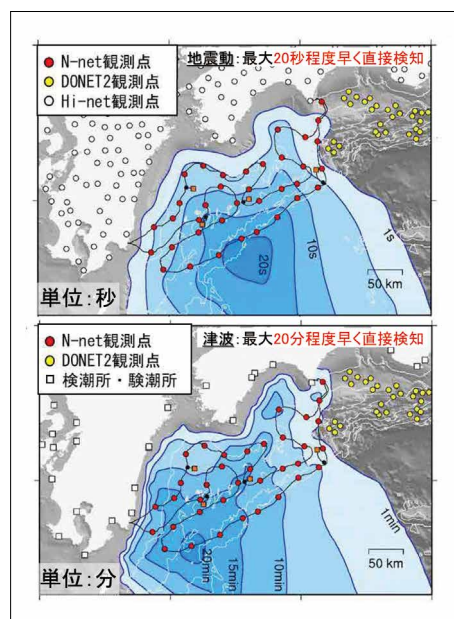


図4 その場所を震源とする地震が発生したときに、地震動(上図)および津波(下図)が検出されるまでの時間が、N-netの設置によってどれほど短縮されるかを示した図。

シリーズ「阪神・淡路大震災から30年」その④

Report
2

地震学と私の30年 上

日本地震学会会長

久家 慶子

日本地震学会副会長

加藤 愛太郎

なみふる編集長

桑野 修

ガイド：静岡大学 生田 領野

「阪神・淡路大震災から30年」企画の第4弾は会長・副会長・なみふる編集長による座談会です。久家氏は10年前になみふる103号「兵庫県南部地震から20年」特集記事でも気鋭の研究者として座談会に登壇しました。今回は会長として再登場です。地震研究者として兵庫県南部地震に強く影響を受けた世代の会長・副会長と、少しだけ下の世代の本紙編集長が兵庫県南部地震とのかかわり、地震学と地震学会への思いをざっばらんに語りました。司会進行は編集部の生田が担当しました。



写真1 左：久家慶子さん（会長：地震波を用いた地震の物理過程・地下構造の解明。兵庫県南部地震時は京都大学の新米若手助手）。中：加藤愛太郎さん（副会長：岩石実験を経て地震活動、地下構造の解明。兵庫県南部地震時は大阪大学2年生）。右：桑野修さん（編集長：震源の物理、ソフトマターの流動・破壊の実験的研究：兵庫県南部地震時は中学3年生）。

地震観を変えた
兵庫県南部地震

生田：今日はよろしくお願いします。早速ですが、兵庫県南部地震の時のご自分の状況、感じた事を教えてください。

久家：京大で助手として実質的に働くようになって2年弱の時でした。京都は震度5で揺れました。その前2年間アメリカにいて、京都へ戻ったのは北海道南西沖地震¹の少し前、1993年3月です。深い地震や浅くても被害に結びつかない地震の研究をしていたので、北海道南西沖地震で津波に襲われた後の奥尻島の様子を現地で見、地震というのはこれだけ被害があるものかと思い知りました。その後、兵庫県南部地震で本当に地震は被害を起こすものかということを痛感させられました。

生田：純粋に科学の対象であった地震が姿を変えた感じでしょうか。

久家：はい、怖いと感じる揺れだったので、やはり非常に身近なものとして恐怖心をいだくようになりました。地震観は大きな影響を受けましたね。

生田：ああ、地震観が変わった。まあ、それはそうですね。加藤さんはどうですか？

加藤：私は大学2年生で、蛸ヶ池（注：大阪府豊中市）の下宿にいました。私は静岡県出身なのですが、関西では地震が起きないという噂を聞いていました。幼稚園の頃から東海地震がすぐ来ると言われていて、小さい頃から地震に対する漠然とした恐怖がありました。「静岡にいてはまずい」と。なのでまさかその自分が関西で震度6に襲われるとは思いませんでした。P波が来てとにかく机の下に潜ったら²、その瞬間にS波がやってきてめちゃくちゃに揺すられて「東海地震が起きたんだ、東海地震やばいな、もう実家は壊滅だろう」と思いました。下宿は築40年以上の土壁でできたアパートの1階の角部屋で、揺れが収まったら部屋中が土だらけて、土壁の一部に穴が開いて外が見えていました。

生田：実際の震源は神戸だったわけですね。

加藤：そうです。すぐ実家に電話したらちゃんとベルが鳴り、奇跡的だと思って待ったのですが、ようやく出た母親の第一声は「どうしたの？こんなに朝早く」でした。「東海地震起きたんじゃないの？」と言ったら、「なに馬鹿なことってんの？」

と。あれ？っと思って電話を切り、同じアパートの友達の部屋でテレビを見せてもらったら震度5の表示が京都だけにありましたが、震源を示すバテンが神戸についていたのは、1時間くらい経ってからだったと思います。そこで初めてすごい衝撃を受けました。なぜ神戸で大地震が起きたのかと。

久家：地震後の推移は今よりも少しゆっくりした感じでしたよね。地震が起きたあとでもしばらく被害がどれだけかわからないし、震度7はもちろんわかっていない³。あの朝の一時、神戸から少し離れた京都で自分の身の回りに実質的な被害が無かったので、大きな地震だとはわかって、ある意味普通の生活が続くような感覚でした。それがだんだん大変な地震だと分かって来るそのスピードは、今とはずいぶん違ったと思います。

桑野：私は栃木県の宇都宮に住んでいたのですが、揺れも全く感じていませんが、テレビを通して大変なことが起きていることは感じました。（神戸市の長田の町から）煙が上がっているし。その時もその前も地震火山現象のほとんどは、テレビを通しての経験だけでした。1986年の大島の三原山噴火は割れ目噴火の煌々と噴く映像が印象的でした。さきほど久家さんの話にも出た北海道南西沖地震の報道も衝撃で、地震と津波は怖いと感じました。

生田：衝撃でしたね。

桑野：奥尻島は翌朝になってからの映像しかなくて。ただ全部がなくなってる。洗い流されて。かなりショックを受けました。それで95年になって神戸の地震。3月には地下鉄サリン事件があつて。中学3年生の3学期でした。その頃祖父が亡くなったのもあり、95年は自分の中に強く刻まれています。とはいえ、これらが大学に入って地球科学を研究する動機にはつながっていません。

生田：桑野さんは進路の選択にこの震災は影響なかったということですが、加藤さんはどうでしたか？

加藤：間接的ですが地震の影響はありましたね。私は物理系の学科に所属していたので、3年生になって池谷（元亨）先生の結晶物理学

1) 北海道南西沖地震：1993年7月12日夜10時過ぎに日本海で発生したM7.8の地震。津波警報の発令前に津波が到達した奥尻島で大きな被害が生じました。

2) 当時の静岡は地震防災先進県でした。1995年当時に「地震が来たら机の下にもぐる」が瞬時にできたのは、静岡で育つ間に繰り返し受けた避難訓練の賜物ではないでしょうか。

3) 1995年まで、震度は現在のような計測震度ではなく気象台の職員の体感等により判定していました。震度7は被害の現地調査から判定するさまりで、後日発表されました。また、神戸の震度6も地震後30分経った6時15分頃に初めてアナウンスされました。これはNHKが神戸海洋気象台に電話をして独自に確認したもので、気象庁からの情報流通システムによって自動で作成されていた放送画面には反映されませんでした。NHKはこれを機に全国の放送局に震度計を置くことにしました。

の講義を受けました。 Kittel の固体物理学入門の教科書を買ったのですが、それを使わずに地震の前兆現象とか動物異常行動の話をされるんですね。その授業の内容自体はなんとなく「ちょっと違うんだろうな」と思ったんですが、地震現象ってどこまでわかっているのかな？と興味が出てきました。3年生の後半になり、4年生で配属される研究室を決める時期でもあったので自分なりに地震について調べ始めました。図書館にパリティの兵庫県南部地震の特集号があって。

生田：はい。ありましたね。

加藤：松浦（充宏）先生や後の師匠の大神（康馨）先生や何人かの先生の書かれた記事を読みました。あと大阪で開かれた兵庫県南部地震のシンポジウムで菊地（正幸）先生のご講演を聞いて、地震って破壊が伝播していく現象なのだと知って、なんだか面白いと思ったのをよく覚えています。更に調べる中で地震研究所を知り、院試を受けてみようとなりました⁴。

生田：桑野さんはどういったきっかけで地震学へ？

桑野：私も大学入学当初は加藤さんと同様に物理学に関心がありました。授業を受ける中で、固体地球科学、特に地震と火山は身近なのに未解明のことが多くて、チャレンジしたいところがあるというのが響きました。行き先が決まった直後に2000年に有珠山と三宅島が噴火⁵、ダイナミックなイメージが見えて、災害でもあるのですが、研究対象としてやはり地震火山はおもしろそうという実感は強まりました。

生田：なるほど。進路選択でダイレクトに地震や噴火の影響は受けていないのですね。

桑野：そうですね。それでも私にも、加藤さんのように東海地震が起きたのかと思った出来事があった、それが中越地震だったんです。

久家：うんうん。

桑野：その時、横浜中華街で魯肉飯を食べていたんです。建物がグワングワンと揺れて、慌てて外に出たら、電柱も街灯もすごく揺れていた。それまで感じた揺れで一番すごかったし、揺れの周期から遠くの地震だと思ったので、ついに東海地震が起きたのかと思ったら中越だった。

生田：横浜って中越のときそんなに揺れたんですか？

桑野：すごく揺れました。昔、入り江を埋め立てて水田にしていた場所だから。

生田：埋め立て、そうですね。うん。

データと手法が 学問を駆動する

桑野：ところで、中越地震の時期は加藤さんが実験から観測データへとシフトしていった頃だったと思うのですが。

加藤：そうそう、2004年ですね。

桑野：加藤さんは博士号を取るまでは実験をやっている、僕は地震研で吉田（真吾）先生と加藤さんから実験を教わって始めたんですよ。

生田：そうでしたね。加藤さんは、実験分野から実際の観測データに興味が移ってきたようなきっかけがあったのでしょうか？

加藤：私が地震学に興味を持ち始めた頃は物理学にいたので、いきなり地震学の込み入った話は難しいとなんとなく感じていて。でも実験なら大丈夫かなと思って選んだ節もあったんです。

桑野：そうですね。茂木（清夫）さんにはじまる地震研の実験地震学分野は、特定の場所の天然試料の物性を測定するというよりは、物理に迫ろうとする実験をやるといふ分野でしたからね。

久家：うんうん。

加藤：そう。物理実験との類似性があるって分かりやすいと感じました。それが実験室でずっと実験をやっていると、その現象と自然の地震の間のつながりがやはり気になるわけです。観測や解析をやっている大学院の同期達との関わりを通して、波形の解析でこんなこともわかるのかと段々理解してくると、やってみたいと思い始めました。博士課程のころに小笠原（宏）先生の南アフリカの金鉱山の微小地震観測プロジェクトで、実験室と天然のスケールをつなげる研究に少し触れる機会がありまして、自然地震への興味が広がっていきました。

久家：やはり地震学って広いですね。同じ現象に対していろいろな見方やアプローチがあり得る。

加藤：広いですね。実験・観測・理論の3つがあって、その中にも更に細かくいろいろあって、そのどれからも攻められるところが面白いと思います。

桑野：加藤さんが観測データを扱い始めた2000年代前半は、地震学にはいろいろな発見や発展がありましたよね。被害地震だけでなく、テクトニック微動などの面白い現象の発見だったり、Hi-netなどの基盤観測網⁶の発展もあり、できることも増え、モノの見方が変わっていきました。

加藤：そうですね。まさに桑野さんが言ってくれたように、私は岩石実験で、脆性-塑性遷移の振る舞いが、温度とか水圧を上げてどう変化するかを研究していたので、小原（一成）さんが南海トラフの固着域の深部延長に沿って微動域をばーっと出して来られた、あの時の衝撃は結構すごかった。これはまさに実験室で見えていることじゃないかと思いましたね。

桑野：解析手法としてはその頃HypoDDやTomoDD⁷が使われ始めて、それで中越地震の断層の複雑な割れ方なども見えて来ましたよね。テクトニック微動もTomoDDで分布がスッとプレート境界に収斂したというDavid⁸の結果が出てから一気にやる人が増えた。それまでは「テクトニック微動」ではなくて、「非火山性微動」とか「深部低周波微動」と呼ばれて、はっきりしたP波や

S波がない連続的で非インパルスのな波形だったから、火山地震やノイズに慣れた人じゃなければ、なかなか手を出そうとしなかったですね。

加藤：はい、そうですね。やはり手法の開発が科学を進展させる面が非常に大きいように感じます。あとはデータですね。微動の解析が進んだのは連続波形データの蓄積が始まったことが大きかったですよね。私が2004年に助手になった頃は、ポータブルな記録装置の使い勝手や性能がとても良くなり、機動観測でも沢山の品質の良いデータが取れるようになりました。データと解析手法が大きく進展した時期だったと思います。

久家：加藤さんにとって、今までの中で一番衝撃的だったデータは何でしたか？

加藤：それはまさに、自分にとって初めて本格的に波形データを扱った中越地震の余震解析です。手でP・S波の読み取りをして、震源決定とトモグラフィをやって、出てきた結果は今でも鮮明に覚えています。余震が低速度と高速度との境界に沿ってきれいに並ぶのを見て、おーっと思いました。非常に印象に残っています。

生田：なるほど。久家さんはそういったデータや手法の点で、兵庫県南部地震をはさんで印象に残っていることはありますか？

久家：やはり地震波形データの取得と共有の仕方が全く変わったことですね。兵庫県南部地震以前は、地震観測網は大学などそれぞれの機関で整備していたので、何か一つの地震を調べるにも、いくつもの機関と交渉してデータを集める必要がありました。1990年に起きた深発地震を調べた時には、広帯域地震計のデータをこの大学の一台から、あちらの大学の一台からという形で、個々にお願いして許可をいただいて使わせてもらいました。更にデータの書式やサンプリング間隔などが機関ごとでバラバラなため解析にも一苦労です。それが兵庫県南部地震のあと、データが一箇所に集約されて、地震計や書式も同じ。データを取った機関の方が解析を終えるのを待たなくても、すぐ手に入れて解析できる。そのスピード感は非常に大きいですね。いっぺんにみんながヨードンとなるので。更にデータの質がとても良い。他の国のデータを使わせてもらうとか、日本のデータが良いとかかわります。

生田：それは単にノイズレベルとかじゃなくて、連続性とかですか？

久家：まず観測点の数、密度が非常に高いのはもちろんですが、それら観測の質がよく管理コントロールされている。中断なくデータが収録され、ノイズレベルが低く、観測点ごとの品質のばらつきが少ないんです。そこがすごいなとは思っています。兵庫県南部地震で基盤観測網が整備されたことは、劇的にその後の地震学を変えて、私たちの地震を見る目を本当に良くしたと思いますね。

次号に続く

4) 地震研究所：東京大学地震研究所。

5) 有珠山と三宅島の噴火：いずれも2000年7月に発生しました。火山性地震などにより事前に噴火が予測され、幸いなことに人的被害はありませんでした。噴火の様子が全国に放映されました。

6) 基盤観測網：阪神・淡路大震災を契機に、地震や地殻変動の現状把握と解明を目的として、国土地理院のGNSS観測システムGEONETや防災科学技術研究所の高感度地震観測網Hi-net、強震動観測網K-NET/KIK-netなどが全国規模で整備されました。

7) HypoDD (Waldhauser&Ellsworth, 2000) はダブルディファレンス法に基づく震源決定手法。従来手法は地震波の到着時刻をデータとし、それぞれの地震の震源を独立に決めます。これに対しDD法では別々の地震の到着時刻の差をデータとします。到着時刻の差をとることで、観測点近傍の地下構造に由来する到着時刻の共通の乱れをキャンセルし、地震同士の相対的な震源位置を精密に決められます。TomoDD (Zhang&Thurber, 2003) はHypoDDのDD法に地震波トモグラフィを統合したもので、震源位置と3次元地震波速度構造を同時に決められます。

8) Shelly et al. (2006). *Nature*, **442**, doi:10.1038/nature04931: テクトニック微動と一緒に起こっていると思われる「低周波地震」の震源位置を精密に決定し、プレートの内部で発生する普通の地震とは明らかに離れてプレートの境界で発生していることを示しました。

長野県西部地震は なぜ起こったのか？ — 41年目に深まった謎 —

Report
3

阿武山地震・防災サイエンスミュージアム 飯尾 能久

昨年、長野県西部地域におけるユニークな地震観測とその成果について紹介しました(なるふる139号)。小さな地震の発生の仕組みに関する話題でしたが、以下では、1984年長野県西部地震そのものの発生に関して、新たに浮上した問題について紹介します。

地震を起こす力

長野県西部地震の震源断層を含むやや広い地域では、地震を起こす力は、圧縮力の向きが水平で西北西-東南東、引っ張り力は上下方向であることが広域な地震活動の解析から知られています¹。図1左において逆断層的な力と書かれたものです(圧縮力と引っ張り力の定義に関してはコラム参照)。上下方向に引っ張られるので、断層が縦方向にずれやすい向きとなっています。図1右に示すように、実際にも逆断層型の余震(赤い点)が多数起こっています。ところが、震源断層のごく近傍では、横ずれ型の余震(青い点)が集中して起こっています。

長野県西部地震の震源断層はほぼ鉛直で、横ずれ型の地震すべりを起こしています²。ほぼ鉛直な断面では、逆断層的な力がはたらいでも、引っ張り力が断層にほぼ並行なため、鉛直方向に断層をずらす力の

成分が小さくなります。そのため、縦方向にずれにくく、横ずれ型のすべりを起こすと考えことは可能です。余震が本震の震源断層の面上で起こるならば、そのすべりは、本震と同様に横ずれ型であっても不思議はないですが、疑問は残りました。そもそも、1984年長野県西部地震は何のために起こったのか？横ずれ型の本震のすべりでは、断層に加わっていた(逆断層的な)力を効率よく解放できないのではないかという疑問です。

震源断層近傍の力の向き

この問題についても、10kHz サンプリングの地震観測網で得られた大量のデータ(なるふる139号)が力を発揮し、応力逆解析(注1)という地震を起こす力の向きを推定する手法により、震源断層のごく近傍のみで、横ずれ的な力が働いていたことが推定されました(図1右)³。この力の原因として、震源断層

層の深部延長の横ずれ型のゆっくりすべりにより、その直上の断層近傍のみに、横ずれ的な力が集中するというモデルを考えました。深部で横ずれ型のすべりがあると、直上の断層に横ずれ型のすべりを促します。それは、力としては、図1左のように横ずれ型の力を加えることになります。これは、近年提唱された内陸地震の発生過程に関する有力な説に沿うものです。つまり本震は、断層の深部延長の横ずれ型のゆっくりすべりによる応力集中を解放するために起こった地震だったと考えられます。また、ほとんどの余震は本震の震源断層の面上では発生していないことも明らかにしました。

高分解能で見えた新たな謎

ところが、満点地震計(なるふる116号、139号)による大量の高精度のデータを加えた解析により、新たな問題が浮かびあがりました。横ずれ的な応力場の範囲が、震源断層から直交方向に幅500m程度と非常に狭いことがわかったのです。深部すべりでは、もっと幅広い領域で横ずれ的な応力場となってしまうので、解析結果と合わないのです。内陸地震の発生に関する謎はなかなか深いです。

新たなデータを取ることに

地震データの解析では、既存のデータを使って「出来る」ことをやる場合が多いと思いますが、それらだけを用いた解析には自ずと限界があります。観測手段を持っていると、謎の解明のために必要なデータを新たに自分で取ることが可能ですが、ここまで書いたように、新たなデータが増えると謎の一部が解けるいつばうで、より深い謎が浮かびあがってくる可能性があります。それでも真実には接近

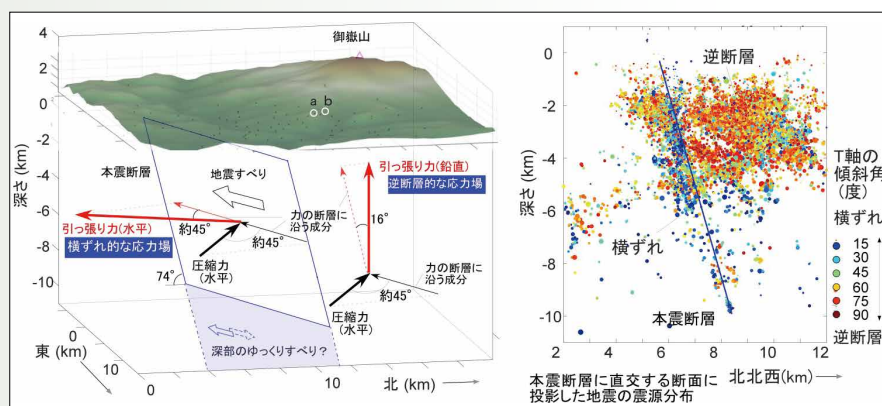


図1 左:1984年長野県西部地震(本震)の震源断層付近に働く力とすべり方向。地表の黒い+が地震の観測点(83か所、内4か所は定常観測点(名大、防災科研))。△は御嶽山頂。地形データはNOAAによる。やや広い地域で知られている逆断層的な力が震源断層にも働いている場合と、深部すべりによる横ずれ的な力が断層近傍のみで働いている場合の2つを示している。逆断層的な力の場合に、上下方向の力は効かないので断層に沿う成分を点線で示している。右:本震断層に直交する断面上に投影した余震の震源分布。丸の色はメカニズム解のT軸の傾斜角(注1)を示してしており、赤いほど逆断層型、青いほど横ずれ型の地震である。1995年6月から2022年3月まで約1万個のデータ。

しているはずですが。このような謎を解明するために必要なデータを、新たに自分で取することは愉しいことですが、一筋縄ではいかないことも度々です。その苦労話も紹介しましょう。

アクセスが困難な観測点

長野県西部地域は木曽ヒノキの産地であり、深い山中においても林道が縦横無尽に敷設されていて、稠密多点観測に適した所でした。1995年頃は、バッテリーを2週間おきに交換していました。2003年頃から太陽電池を導入し、バッテリーを交換する必要はなくなりましたが、データを記録するCFカードの容量が小さく高頻度でメンテナンスを行っていました。当初は多くを地元の方に委託していましたが、地元の方もほとんど通行しない林道沿いの観測点のメンテナンスは大変で、徐々に休止となりました。後に開発した満点地震計は半年に一回のメンテナンスで運用できるので、これらの観測点も2008年頃に満点地震計を用いて復活させました。しかし、多くは、次第に車では通行が困難となって、徒歩でメンテナンスとなり、それも負担となって、撤収を余儀なくされました。

クマザサの中を泳ぐ

満点地震計による観測では、通常は、エネルギー効率の良い乾電池を使いますが、長野県西部では当初、車のバッテリーを使用していました。図1左に白丸aで示した観測点を2013年7月に撤収したとき、バッテリー2個を担ぎ下ろす必要がありましたが、元氣な

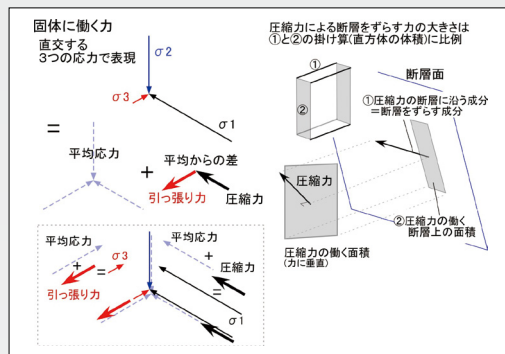


図2 (上と下右) 図1左の白丸aで示した観測点付近の撤収時の様子。バッテリーを1個残置した林道とバッテリーを入れていたプラスチックケース。ガードレールの手前が道路敷。林道は白樺等の灌木が茂っており車では通行不可。左手には、背丈より高くクマザサが茂っている。(下左) 上記の観測点へ向かう道の様子。道にクマザサが茂っているが、このあたりまでは車で通行可能。観測点付近のクマザサはこの3倍くらいの高さであり、よりびっしりと密集していた。

コラム 応力について

地震を起こす原動力は、岩盤中で働く力です。これは、流体の中で働く力である水圧や気圧と同様に、一定の面積に働く力の大きさと表され、応力と呼ばれます。応力とはつぎに言葉ですが、地震の発生を考える場合には避けて通れません。ある場所の水圧や気圧は、例えば950hPaのように、向きによらないある1つの値を取ります。一方、応力はかなり単純な場合でも3成分あり、一般的には向きによって大きさが違います。大きさの順に、最大圧縮応力 σ_1 、中間主応力 σ_2 、最小圧縮応力 σ_3 と呼ばれることが多いです。3つの応力の大きさが同じ場合は断層をずらすことは出来ないで、地震の発生に関してはそれらの差が問題となります。そこで、平均値を計算し、その平均値からの差に着目します。左図では、 σ_1 と σ_3 が、平均応力とそれからの差である圧縮力と引っ張り力で表されることがよく分かります(図は σ_2 が平均応力と同じ場合)。このことから、地震の発生に関しては、基本的には、3つの応力ではなく、(平均応力からの差である)圧縮力と引っ張り力を考慮すればよいことがわかります。

断層をずらす力は、これらの力と断層との角度が重要となります。右図に圧縮力の場合を示しました(引っ張り力も同様です)。これらの力は水圧などと同じく一定の面積に働く力の大きさであり、圧縮力の断層に沿う成分(断層へ射影したもの)とこの面積を断層に射影した量の掛け算が、断層をずらす力の大きさに関係します(力のつり合いを満たすために)。断層がずれる向きは正射影した力の向きによりコントロールされます(引っ張り力も関係します)。例えば、圧縮力が断層に直交している場合、力の断層面への射影の長さ①はゼロなので断層をずらすことは出来ません。一方、断層に平行な場合には、上記の面積の射影②がゼロとなり、①は大きいけれども断層をずらすことは出来ません。右図は力が断層面に平行に近い場合を示しています。②が小さく、掛け算が小さくなる(直方体の体積が小さい)ので、断層をずらしにくいことがわかります。これは、机の上の積み木をずらす場合とは大きく異なります。積み木の場合には、机に平行に押すとずらしやすいです。机の上で積み木を斜めに押す人はいませんが、断層の場合は斜めに押すとずれやすいのです。



学生さんでも音を上げて、途中の道沿いにバッテリーの1つを置いていかざるを得ませんでした(図2上)。2022年夏に全点を撤収した際に、この回収を試みました。メンテナンスに使っていた林道は車の通行ができなくなり、非常に長い距離を徒歩で運ぶ必要がありました。図2左下では道にクマザサが茂っていますが、このあたり(図1左の白丸b)までは車で通行可能でしたが、まだまだ先は長かったです。地図を見ると、50mくらいの距離に名古屋市民休暇村の敷地があり、道はありませんでしたが、そこからアクセスすることにしました。

前回(なみふる139号)の記事で、最初の余震観測において、徒歩で山越えて地震計を設置したことを紹介しました。その際、ハンマーで露岩をたたいて平らにしようとしたのですが、全く歯がたちませんでした。出来たばかりの林道で、削ったばかりの岩の風化がまだ進んでいなかったことが後日分かりました。この林道を設計した人とたまたま宿で一緒になったために分かりました。その方には、道のない山の中の歩き方も教えていただきました。我々も、「石の飛び」(地震時に非

常に加速度の大きな振動があった証拠)の調査で、山中をくまなく歩く必要があったためです。クマザサの深いところは、下りに通るように段取りして、地に足を付けようとせず、泳ぐように進むというものでした。これを30年振りに思いだして、休暇村から、背丈よりもずっと高い密集したクマザサの中を進もうとしました。あの方がクマザサの中を泳ぐ様子を頭の中に浮かべながら頑張りましたが、地に足を付けられない進み方は私には無理でした。それでも気になっていたバッテリーは回収できてすっきりしましたので、これからは、地に足を付けて謎解きを進めたいと思っています。

脚注

注1) 沢山の地震の発震機構解を用いて、地震を起こす力の向きを推定する手法。

注2) 引っ張り軸(テンション軸)の略。引っ張り力が大きな方向と近いことが多い。

参考文献

- 1 Terakawa et al., 2013. *Tectonophysics*, **608**, 138-148.
- 2 Yoshida and Koketsu, 1990. *GJI*, **103**(2), 355-362
- 3 Yukutake et al., 2010. *J. Geophys. Res.*, **115**, B06305, doi:10.1029/2008JB006111.

地震学夏の学校2025 開催報告

地震学夏の学校2025世話人

2025年9月10日(水)から12日(金)にかけて、海洋研究開発機構横浜研究所および横須賀本部において、「地震学夏の学校2025」を開催しました(共催:国立研究開発法人海洋研究開発機構、協力:学術変革領域研究(A)「Slow-to-Fast 地震学」)。今年は「海からの地震学2」をテーマとして、海域の地震学にスポットを当て、最前線で活躍している6名の講師をお招きし、基礎から最先端の研究に至るまで幅広い内容の講義をしていただきました(写真1)。参加者同士の交流を深めるため、ポスター発表会(写真2)と懇親会も行いました。また、2日目午後には、観測機器の原理や技術開発の現場を五感で体験できる機会として、横須賀本部にて見学ツアーを行いました(写真3)。研究者による海底地震計やDASの解説に加え、深海潜水調査支援母船「よこすか」の船内見学も実施し、運よく搭載中だった有人潜水調査船「しんかい6500」も間近で見ることができました。



写真1 講義の様子



写真2 参加者によるポスター発表の様子



写真3 研究船「よこすか」前での集合写真

大学学部1年生から大学院博士課程まで、38人に参加いただき、講師・参加者・世話人間での活発な交流が見られました。参加者の事後アンケートからは、「地震学について新たな興味を持つことができた」「地震に関心を持つ先輩や同級生と交流でき、参加して心からよかったと思っている」「船や地震計、光ファイバの観測を見学できたことがよかった」などの感想がありました。このイベントが、研究面や人とのつながりにおいて新たな発見や出会いを生み出し、海域の地震学への関心を高めるきっかけとなっていたら嬉しく思います。

教員サマースクール開催報告

みちのくで学ぶ大地の息吹

—2008年岩手・宮城内陸地震の痕跡をめぐる—

東京都立両国高等学校附属中学校 南島 正重
(日本地震学会学校教育委員会)

東北地方を大津波が襲う3年前に発生した岩手・宮城内陸地震に注目し、8月19・20日に実施した今年度の教員サマースクール。小学校教員1名、中学校・高校の教員9名、元大学教員1名、学部学生1名、その他1名の計13名が参加しました。鈴木比奈子氏(専修大学)と高橋尚志氏(東北大学)を講師として迎え、地震学会学校教育委員7名がスタッフとして加わり、断層と地震による地変、地域復興の今を学びました。

1日目は一関市側から始まり、KiK-net 一関西、祭時大橋災害遺構、市野々原河道閉塞、岡山地区地表地震断層地形と露頭、杣木立地表地震断層を観察しました。特に官民協力のもと祭時大橋の崩壊した姿を整備してそのまま残してきた努力、そして今後の課題を感じ取りました。2日目は、栗原市側のくりこま高原で、地震により引き起こされた大規模地変である冷沢崩落^{ひやしざわ}地と荒砥沢^{あらとざわ}地すべりを中心に見学しました。上流からの土石流と斜面崩壊の連鎖で犠牲者の出た駒の湯温泉では、生き残って温泉だけは支援を受けて復興させた湯守の方から直接お話を伺いました。起きたことと今日までの道のり、思いに触れました。その深い思いを抱きながらも一瞬に起きた荒砥沢の地すべりを目の当たりして想像すれば、あたかも旧約聖書の中のできごととしか思えない現象の規模に圧倒されます。3日目のオプションツアーでは立入禁止区域のこの地すべりの移動体上を歩いて、さらに大きな実感を得ることになりました。

紅葉の時期に観光客が押し寄せるくりこま高原では、ビジターセンターと地域ガイドの皆さんが、危険な地すべり移動体上も安全に観察できるようにと、官公署と折衝して献身的に整備をされています。その力があって可能となった本企画。そのことに感謝するのみに尽きず、防災教育に大きく貢献する地域の息吹をこれからも応援せねばと思う体験となりました。



写真 (左) 災害遺構として残る旧・祭時大橋の姿 (右) 崩落崖を臨む地すべり移動体上にて

謝辞

・「主な地震活動」は、国立研究開発法人防災科学技術研究所、北海道大学、弘前大学、東北大学、東京大学、名古屋大学、京都大学、高知大学、九州大学、鹿児島大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、国土地理院、国立研究開発法人海洋研究開発機構、公益財団法人地震予知総合研究振興会、青森県、東京都、静岡県、神奈川県温泉地学研究所及び気象庁のデータを用いて作成しています。また、2016年熊本地震合同観測グループのオンライン臨時観測点(河原、熊野座)、2022年能登半島における合同地震観測グループによるオンライン臨時観測点(よしが浦温泉、飯田小学校)、EarthScope Consortiumの観測点(台北、玉峰、寧安橋、玉里、台東)のデータを利用しています。

・「主な地震活動」で使用している地図の作成に当たって、地形データは米国国立環境情報センターのETOPO1を使用しています。

広報紙「なるふる」購読申込のご案内

日本地震学会は広報紙「なるふる」を、3か月に1回(年間4号)発行しております。「なるふる」の購読をご希望の方は、氏名、住所、電話番号を明記の上、年間購読料を郵便振替で下記振替口座にお振り込み下さい。なお、低解像度の「なるふる」pdfファイル版は日本地震学会ウェブサイトでも無料でご覧になれ、ダウンロードして印刷することもできます。

■年間購読料(送料、税込)

日本地震学会会員 600円

非会員 800円

■振替口座

00120-0-11918「日本地震学会」

※通信欄に「広報紙希望」とご記入下さい。



日本地震学会広報紙
「なるふる」第143号

2025年11月1日発行

定価150円(税込、送料別)

発行者 公益社団法人 日本地震学会
〒330-0845
埼玉県さいたま市大宮区仲町2-80-1
KS・DiO 205
TEL.048-782-9243
FAX.048-782-9254
(執務日:月~金)
ホームページ
<https://www.zisin.jp/>
E-mail
zisin-koho@tokyo.email.ne.jp

編集者 広報委員会
篠原 雅尚(委員長)
桑野 修(編集長)
松澤 孝紀(副編集長)
土井 一生(副編集長)
生田 領野、石川 有三、入江 さやか、
小泉 尚嗣、小寺 祐貴、佐藤 利典、
白濱 吉起、田所 敬一、山本 揚二郎、
中東 和夫、松島 信一、矢部 康男
印刷 レタープレス(株)

※本紙に掲載された記事等の著作権は日本地震学会に帰属します。