

地震本部 ニュース

2018
冬

The Headquarters for Earthquake Research Promotion News

地震調査研究推進本部

平成30年北海道胆振東部地震の評価
～地殻変動から探る震源断層～
(地震調査研究推進本部事務局、国土地理院)…………… 2

地震調査研究の最前線

津波堆積物研究の現状と課題
(北海道大学)…………… 4

地震調査研究の最前線

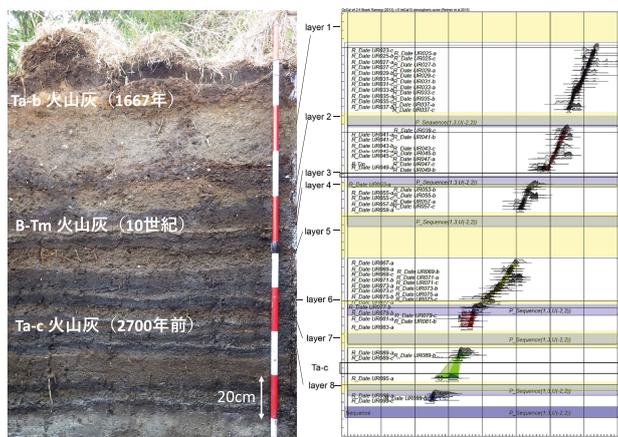
南海トラフ浅部で起きるスロー地震について
分かってきたこと
(海洋研究開発機構)…………… 6

調査研究機関の取り組み

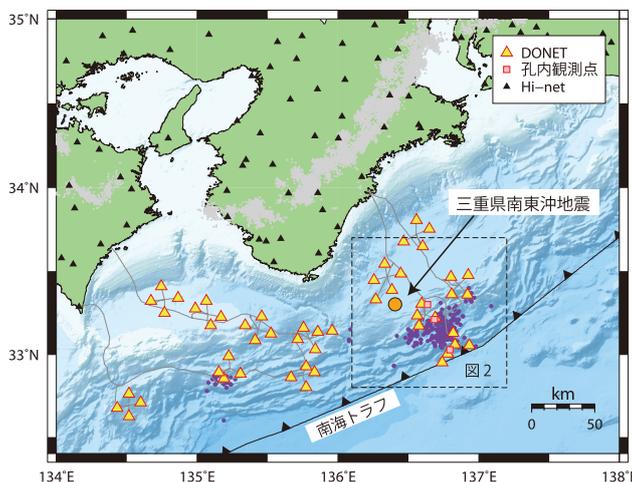
大型石油タンクの地震時安全性向上のための研究開発
(消防庁消防研究センター)…………… 8

イベント等のレポート

日本地震学会とぼうさいこくたいで
ブース展示をしました…………… 10



北海道浦幌町のトレンチ壁面に見られる津波堆積物と
津波堆積物を挟む泥炭の年代



紀伊半島周辺の地震観測点とスロー地震の分布

平成30年北海道胆振東部地震の評価 ～地殻変動から探る震源断層～

(地震調査研究推進本部事務局、国土地理院)

1 はじめに

「平成30年北海道胆振東部地震」は、平成30年9月6日午前3時7分に胆振地方中東部の深さ37km(暫定値)を震源として発生したマグニチュード6.7の地震で、北海道厚真町で震度7の揺れが観測されました。この地震では、液状化現象や広範囲な土砂崩れの発生により、死傷者が出る等の多大な被害を伴いました。地震調査委員会は、地震発生当日に臨時会を開催し、各機関によって収集された情報に基づいて、本地震の詳細について議論し、「平成30年北海道胆振東部地震の評価」を公表しました。また、後日開催された地震調査委員会の定例会では、新たに得られた情報を踏まえた本地震の再評価が行われました。

2 平成30年北海道胆振東部地震の評価

地震調査委員会は毎月定例会を開催し、毎月の地震活動を評価していますが、大きな地震が発生した場合等には臨時会を開催し、その地震についての評価を行います。委員会では地震を評価するために、地震活動や地殻変動に関するデータ等に基づいて議論が行われます。図1は定例会を経て公表された平成30年北海道胆振東部地震の評価文です。評価文の他、根拠となったデータ、図表等については地震本部ホームページの「[毎月地震活動](#)」の各地震の評価からご覧になれます。

平成30年北海道胆振東部地震の評価 (10月12日定例会版)

○2018年9月6日03時07分に北海道胆振地方中東部の深さ約37kmでマグニチュード(M)6.7の地震が発生した。この地震により胆振地方で最大震度7を観測し、被害を伴った。この地震の発震機構は東北東-西南西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、陸のプレート内で発生した地震である。

○その後の地震活動は、M6.7の地震の震源を含む南北約30kmの領域で、減衰しつつも活発な状態が継続している。9月6日06時11分と10月5日08時58分に発生した地震により最大震度5弱を観測したほか、10月12日10時までに最大震度4を観測した地震が20回発生するなどしている。10月12日10時までの最大規模の地震は、9月6日03時20分に発生したM5.5の地震である。

○今回の地震に伴い、安平(あびら)町のK-NET 追分観測点で1796gal(三成分合成)など、大きな加速度を観測した。

○GNSS観測の結果では、地震に伴って、日高町の門別(もんべつ)観測点が南に約5cm、苫小牧市の苫小牧観測点が東に約4cm移動するなどの地殻変動が観測された。また、陸域観測技術衛星2号「だいち2号」の合成開口レーダー干涉解析の画像によると、震央周辺で最大約7cm(暫定値)の隆起及び、隆起部の東側で最大約4cm(暫定値)の東向きの地殻変動が観測された。

○胆振地方東部・日高地方から浦河沖の周辺では、陸域で通常発生する地殻内の地震よりも深い場所でも地震が多く発生している特徴が見られ、今回の地震活動はこのような特徴がある地域で発生したものである。

○地震活動の分布や地殻変動などから、今回の地震の震源断層上端の深さは15km程度にまで達している可能性がある。また、地震活動が続いている場所の西側の地表付近では、右斜低地線断層帯が南北方向に延びている。

○地震活動は減衰しつつも活発な状態が継続しており、10月に入ってから最大震度5弱を観測する地震が発生している。一連の活動は当分続くので、注意が必要である。

地震を発生させたメカニズムや、発生した場所について説明しています。発生場所は地震を特徴づける要素の一つで、地殻内やプレート境界、プレート内部等で発生する地震があります。東北地方太平洋沖地震はプレート境界で発生した地震でした。

重力加速度(約980gal)を大きく超える加速度が観測されており、非常に強い揺れに見舞われたことがわかります。

規模の大きな地震が発生すると地殻変動(地表の変形)が観測される場合があり、その情報から震源断層のモデルを推定することもできます。

今回の地震は、陸域の地殻内の地震としては通常の地震より深い場所で発生したという特徴について説明しています。

推定された震源断層モデルに基づく断層の位置と、震央と周辺の主要活断層帯との関連性(ここでは位置関係)について説明しています。

地震発生直後は、少なからず同程度の地震が引き続いて発生している事例があることから、同程度の地震の発生について注意を呼びかけ、それ以降でも地震活動はしばらく続くことについて注意を呼びかけています。

図1 平成30年北海道胆振東部地震の評価と解説

3 宇宙から捉える地震の姿

大きな地震が発生すると、震源が地下深部であってもその影響は地表にも表れ、地殻変動として観測されます。例えば、平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震では東日本の広い範囲で震源域(太平洋側)に向かって地面が動く地殻変動が観測されました。現在、このような地殻変動の観測はGNSS*や陸域観測技術衛星2号「だいち2号」といった宇宙技術を用いて高精度かつ広域的に行われています。

それでは今回の地震ではどのような地殻変動が生じたのでしょうか。図2は今回の震央周辺に設置されているGNSS連続観測点(電子基準点)で観測された地殻変動です。矢印は電子基準点が設置されている地点が地震によって水平方向に動いた向きと変動量を表しています。この図から門別観測点が南に約5cm、苫小牧観測点が東に約4cm動いたことがわかります。このように、GNSSでは観測した地点の変動を測ることができる一方、「だいち2号」の合成開口レーダー(SAR)による観測データの解析では、広域的かつ面的な変動をとらえることができます。図3Aは今回の地震前後のデータを用いた解析結果で、震央の南東側で変動が現れていることを示しています。図3BとCはより詳細な解析結果で、震央周辺が最大約7cm隆起し、その東側では最大約4cm東向きに動く地殻変動があったことを示しています。さらに、これらの地殻変動データを組み合わせることで震源断層を推定することができ(図4)、推定された震源断層の上端は深さ15km程度にまで達しているという結果が得られました。

※ GNSSとは:
GNSS(Global Navigation Satellite System / 全球測位衛星システム)は、GPS、みちびき(準天頂衛星システム: QZSS)等の衛星測位システムの総称です。

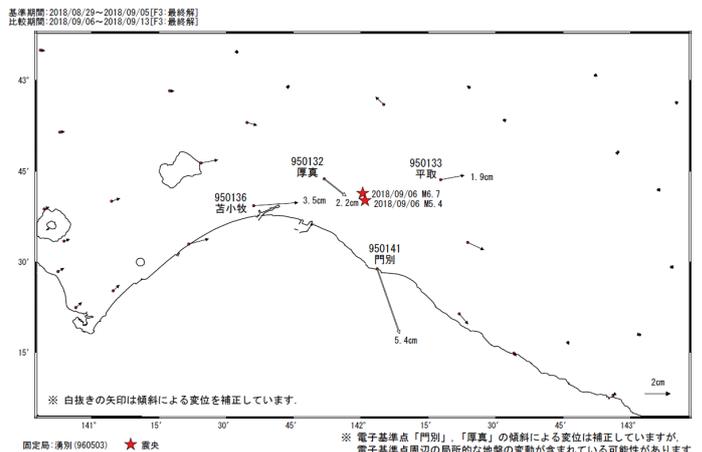


図2 電子基準点で観測された地震に伴う地殻変動(水平成分)

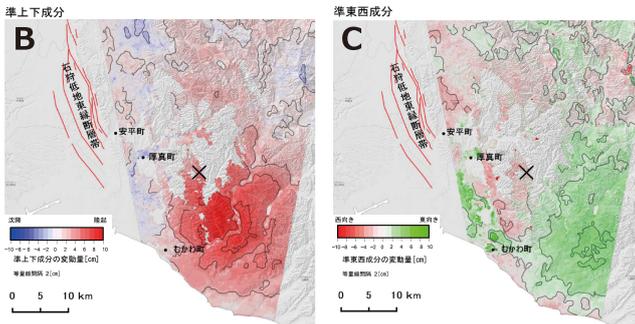
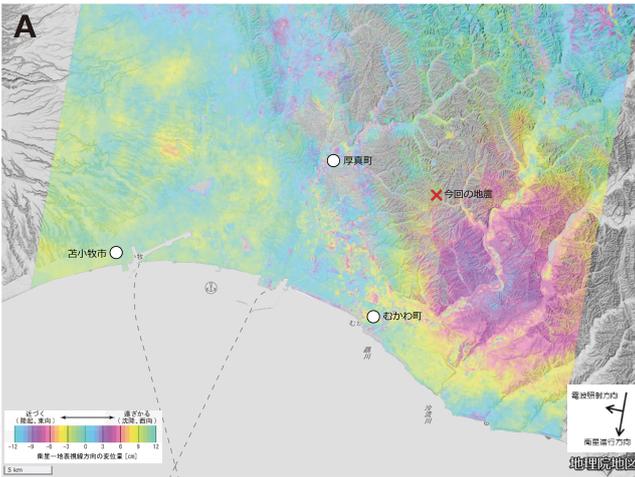


図3 (A) 「だいち2号」によるSAR干渉画像(震央×の南東側で衛星に近づく方向の変動が見られる)、(B、C) 2.5次元解析による準上下成分と準東西成分の変動量

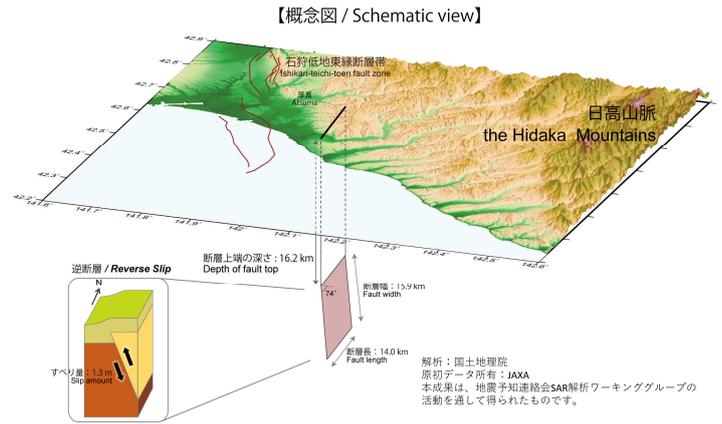


図4 地殻変動データから推定された震源断層モデルの概念図

4 全国地震動予測地図で見る平成30年北海道胆振東部地震

地震本部が公表している全国地震動予測地図2018年版では、全国各地点における今後30年間で震度6弱以上の揺れに見舞われる確率や、全国各地の表層地盤の揺れやすさ、主要活断層帯で地震が発生した場合の地表震度分布等を確認することができます(図5)。

図5Aを見ると、今回の地震の震央付近のむかわ町、厚真町から札幌市、美瑛市にかけて震度6弱の揺れに見舞われる確率が高い地域となっていて、表層地盤の揺れやすさ(図5B)をみても確率の高い地域が周囲より揺れやすい地盤であることがわかります。

地震の発生する場所や地盤の揺れやすさによっては、今回の地震のように震源から遠い場所でも強い揺れに見舞われ、それに伴い被害が発生することがあります。防災対策の基礎情報や防災意識の高揚に役立つよう、[地震ハザードステーション\(J-SHIS\)](#)では図5A~Cのような情報を提供していますので、皆さんが住んでいる地域や働いている地域の確認等にご活用ください。

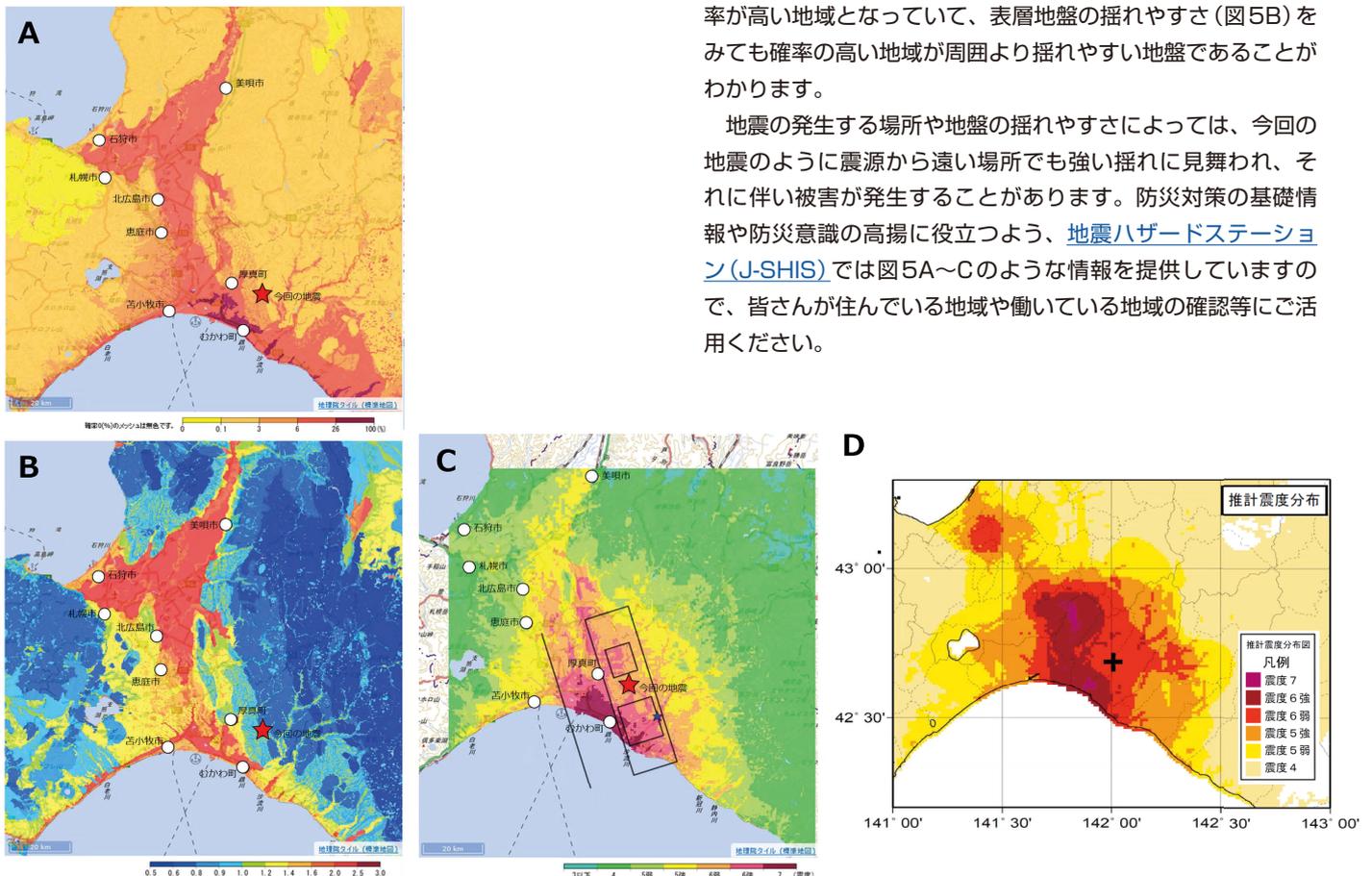


図5 (A) 今後30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率の分布図、(B) 表層地盤の揺れやすさ(速度増幅率)、(C) 石狩低地東縁断層帯で地震が発生した場合の地表震度分布(青星印は想定した破壊開始点)、(D) 今回の地震(+)による推計震度分布(気象庁公表)

1 津波堆積物と地震・津波の評価

地震・津波の評価には、最大クラスのイベントを想定する決定論的評価と大きさ別の発生履歴から構築する確率論的評価の2種類があります。海溝型の巨大地震に関しては、どちらの評価にも津波堆積物から得られる過去の津波についての情報が利用されています。2011年東北地方太平洋沖地震の直後、地震・津波の評価における津波堆積物の必要性が再認識され、津波堆積物の調査が各地で一斉に進められました。

しかし、津波堆積物の活用にあたっては、十分なデータの吟味が必要です。2011年の津波で残された津波堆積物を詳しく調べると、産状は地形や環境によって様々であり、津波堆積物の層厚と津波の高さとの関係は単純でないことが確認できました。さらに地表に形成されてから土壌に覆われるまでの数年間で、自然環境下でも痕跡が消えてしまったり層厚や堆積構造が変化するケースがあることもわかりました。古い時代の津波堆積物を発見して信頼性の高い情報を引き出すには、やはり時間をかけて地道に調査するしかないのです。とはいえ、防災に活かすにはスピードも大事なので、信頼性の高い地質情報はできるだけ早く地震・津波の評価に活かすべく、手法の確立や体制作りも並行して進められています。

2 津波堆積物から得られる情報

津波堆積物の調査から地震・津波の評価にいたる流れを、図1に示します。当然ですが、津波堆積物を探して認定することが第一です。北方領土や日本海沿岸など、この地域のデータが欲しいと意識して進められる調査もあります。津波堆積物が見つければ、過去に津波が来たことがわかり津波の危険性を認識

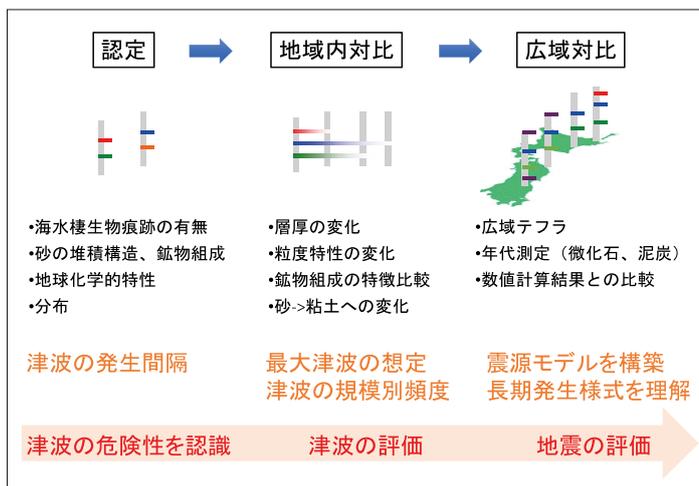


図1 津波堆積物の調査と地震・津波の評価の流れ

できることとなります。複数の津波堆積物があれば、津波が繰り返したことがわかります。新たな調査に基づく津波堆積物の認定は、提案されている調査法や認定手順を参考にしながら、それぞれの地形や環境を考慮して行います。一方、すでに公表された津波堆積物情報に対しては、2017年に客観的な評価を加えたデータベースが公表されました。古文書などから得られる津波痕跡データベースとリンクしているので便利です (<http://irides.tohoku.ac.jp/project/tsunami-db.html>)。こうしたデータについても、重要と思われる場所や情報については、今後最新の知見をもとに再検討・再調査して信頼性を高める仕事が必要になってくるでしょう。

第2のステップは、津波の規模を決めることです。津波の規模は、津波堆積物の分布範囲から推測します。しかし、

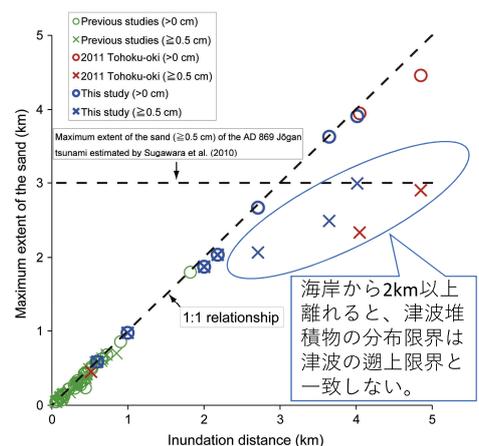


図2 津波堆積物(厚さ5mm以上の砂を残す)の分布(縦軸)と津波の遡上距離(横軸) (Abe et al. (2012) Sedimentary Geology に加筆)

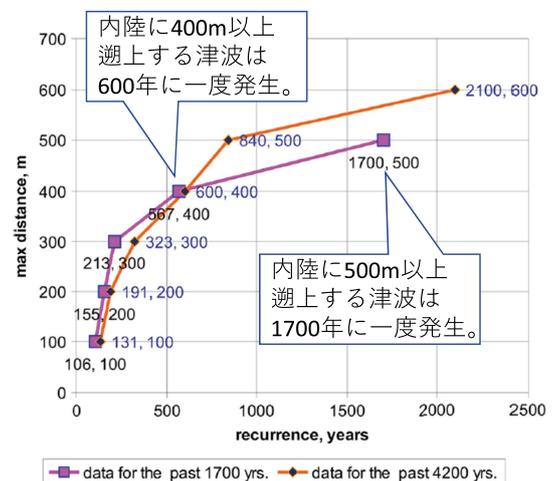


図3 津波堆積物の内陸分布距離(縦軸, m)と発生間隔(横軸, 年) (Pinegina et al. (2018) PAGEOPH に加筆)

2011年の津波堆積物を仙台平野などで調べた結果、遡上距離2kmを越える場所では津波の遡上限界は砂からなる堆積物の分布限界は明らかに異なることがわかりました(図2)。この差は、年月を経て津波堆積物が風化するとさらに開くと考えられます。また、津波堆積物の調査は間隔をあけてピットを掘って行うので、堆積物が何層がある場合には、観察される層をピット間で繋げながら追跡する必要があります。これを地域内対比と呼びます。地域内対比は、各層の年代を精度よく決めるか、砂層の特徴を丁寧に比較して行います。うまく遡上限界が推測できたら、津波が起きた時代の海岸線を推定して津波の遡上距離を決めることになります。ある場所で複数の津波堆積物を認定し、それぞれの年代と遡上距離がわかれば津波のハザード曲線を描くことができます。最近、ロシアの研究者がカムチャッカのアバチンスキー湾で求めた結果を図3に示します。年代推定や海岸線の復元には、何枚もある火山灰層を利用しています。環境は違いますが、データが増えれば日本でもこうした評価が可能になると考えられます。

さて次のステップは、津波の痕跡から断層モデルを構築して地震の評価につなげることです。離れた場所で認定した津波堆積物は、年代が一致していれば一つの地震により形成されたものである可能性があります。これを津波堆積物の広域対比と呼ぶことにします。広域対比には、歴史時代のイベントについては文書記録との整合性が、また地震による地殻変動の痕跡が見つかればそれらとの同時性も利用できます。北海道の千島海溝沿いで発生する超巨大地震津波(17世紀型)のハザードマップは、津波堆積物の分布を説明する地震の断層モデルを考え、それから津波を計算して描かれました。ただ、北海道太平洋岸では、内浦湾から根室半島まで広い範囲で17世紀の津波堆積物が見つっています。どの範囲にある津波堆積物を一つの断層モデルで説明しようとするかにより、津波の浸水域は大きく変わります。広域対比を客観的に行うには、高精度な年代データが必要

なのです。

3 津波堆積物の年代

このように津波堆積物の年代を決めることは、津波や地震の発生間隔を知るためだけでなく、津波堆積物の地域内対比や広域対比にも重要な課題となっています。津波堆積物の年代推定には、放射性炭素年代測定法がよく用いられます。イベント層の上下にある泥炭層の年代をこの方法で決め、イベントはその間に発生したとするものです。図4は、北海道浦幌町で識別した複数の津波堆積物(右図)とそれらの年代(左図)です。ここでは、津波堆積物を挟む泥炭の炭素同位体年代を細かく連続的に求めたことで、津波が発生した年代を精度よく決めただけでなく、泥炭層に年代ギャップがないことも示しています。津波の発生間隔を評価するには、津波が起きていない期間を見極めることも大事なのです。

4 今後の課題

津波堆積物は、地震・津波の評価に欠かせないデータです。この評価の精度を上げるには、津波堆積物から得られる情報を高度化・高精度化することが必要です。課題としては、年代決定の高精度化、遡上距離を推定するための分布限界の評価と海岸線の復元、地殻変動や環境変化との同時性の検討が挙げられます。どれも研究が進められているテーマです。今後の成果とそれを利用した評価の進展に期待しています。

西村 裕一

北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター准教授
北海道大学理学部地球物理学科卒業、同大学院修了、博士(理学)
専門は地震学、古地震学

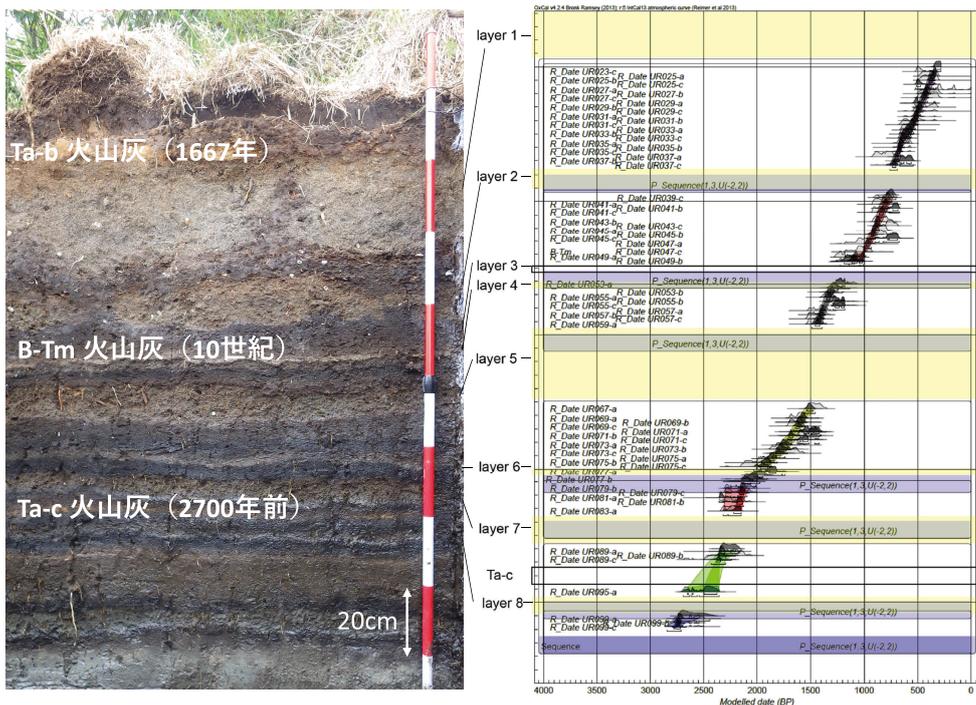


図4 北海道浦幌町のトレンチ壁面(左図)に見られる津波堆積物(layer 1-8)と津波堆積物を挟む泥炭の年代(右図、Ishizawa et al. (2017) J. Geochronology)

南海トラフ浅部で起きるスロー地震 について分かってきたこと

— 海洋研究開発機構 —

1 はじめに

南海トラフをはじめとする世界のプレート境界地震発生帯では、通常の地震と比べてゆっくりした断層滑りによる「スロー地震」が発生することが知られています。スロー地震が普通の地震と比べてなぜ「スロー」なのかは未だ謎が多く、多くの研究者によって発生メカニズムの研究が進められています。近年、スロー地震と巨大地震との関連性が指摘されており、スロー地震の発生メカニズムを解明することは巨大地震の発生メカニズムを知るためにも重要であると考えられています。スロー地震にはいくつかの種類がある事が知られており、大きく分けて低周波微動(LFT)、超低周波地震(VLFE)、スロースリップ(SSE)に分類されます。LFTは数Hz~10Hzで振動する微弱な揺れが数十秒~数百秒ほど続きます。VLFEは数十~数百秒の周期を持ったシグナルとして観測されます。またSSEは数日以上継続し、時には数か月から数年かけて、プレート境界の断層がゆっくりと滑ることが分かっています。スロー地震による揺れはとても弱いため、通常、人体が揺れを感じることはほとんどありませんが、高感度の地震計や地殻変動観測網の発達によってその発生が明らかにされてきました。

これら一連のスロー地震は多くの場合、異なるタイプが同時に発生する事が知られています(もちろん、例外もあります)。例えば、SSEと同時にLFTが発生する事は、これらの現象が見つかった当初から知られていました。また、VLFEもLFTやSSEと同時に発生する事が、その後の詳しい研究で分かりました。違うタイプのスロー地震が同時に発生するという事は、お互いの発生メカニズムが密接に関連していると考えられます。しかし一連のスロー地震が同じ断層滑りによって発生

するのか、それとも異なる破壊現象が影響し合って同時に発生するのか、研究者の間でも様々な意見があり、これらの現象のメカニズムには分からない点が多く残されています。

南海トラフでは、これらのスロー地震は東南海地震や南海地震などの巨大地震の震源域より深い側と、トラフ軸近くの浅い側で発生することが知られています(図1)。深部で起きるスロー地震については、発生源が陸上の高密度・高感度の観測網の下にあるため、これまで多くの研究が行われてきました。一方浅部で発生するスロー地震については、発生源が海底下であり、陸域の観測網の外側であるため詳しい研究が困難でした。浅部のスロー地震について詳しく調べるためには、海域での観測データを使った研究が不可欠です。

2 南海トラフで観測された浅部超低周波地震

南海トラフで発生する地震や津波をリアルタイムで監視するため、地震・津波観測監視システム(DONET)が海洋研究開発機構によって開発・設置され、現在防災科学技術研究所によって運用されています。DONETの観測点には様々な地震計や水圧計が設置されており、微小な地震から大きな地震、津波、地殻変動のようなゆっくりとした海底の動きまで観測することが出来ます。

そのDONETの真下で、2016年4月1日に三重県南東沖地震(マグニチュード6.5)が発生しました。この地震は精密な震源解析の結果、プレート境界で起きたと考えられることが分かりました。この地震の直後から、震源より沖側(プレート境界の浅い側)で、LFTとVLFEの活発な活動がDONETによって捉えられました。DONETデータを使ってVLFEの震源

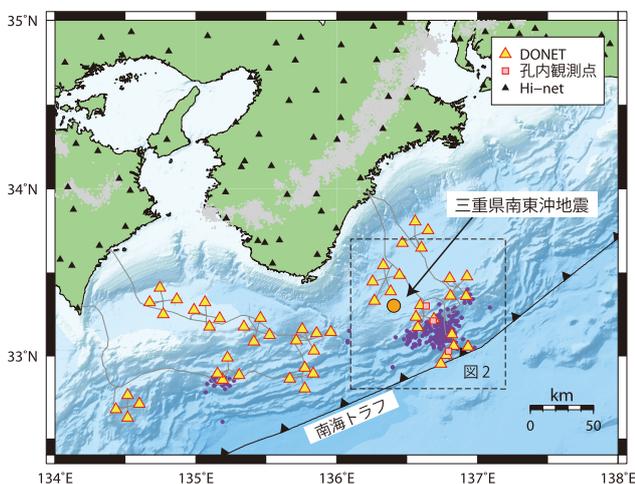


図1 紀伊半島周辺の地震観測点とスロー地震の分布
紫の丸は2015年と2016年に観測された浅部超低周波地震、グレーの点は深部低周波微動(参考文献1、2)を示す

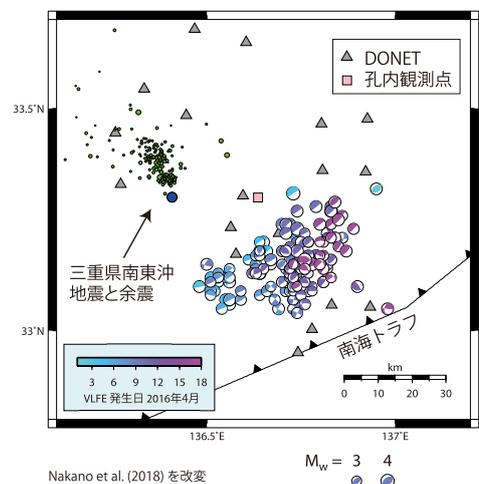


図2 2016年4月に熊野灘で発生した超低周波地震(VLFE)の分布
ビーチボールは断層面解を示し、発生日に応じて水色~紫色で示す。VLFEの震源は時間の経過とともに相対的に沖側へ(プレート境界の深部から浅部へ)移動している。プロットの範囲は図1に示す点線の範囲

の分布と断層面を調べたところ、震源は三重県南東沖地震の震源より約20km沖側の約30 km × 50 kmの範囲、南海トラフの付加体先端部の深さ約6~9kmに分布し、プレート境界断層における滑りであることが分かりました(図2、参考文献3)。震源の分布は時間とともに三重県南東沖地震の震源から離れるように沖側へ(プレート境界の深部から浅部へ)移動していることが分かりました。

3 超低周波地震と同時に観測されたスロースリップ

VLFEの発生と同時に、長期坑内観測システムによって、プレート境界でSSEが起きていたことが分かりました。長期坑内観測システムとは、国際深海科学掘削計画(IODP)の掘削孔内に地震計や地殻変動センサーを設置し、DONETに接続することで海域での地殻活動をリアルタイムで観測するシステムです。SSEは長期坑内観測システムで計測した地殻内の間隙水圧の変化によって捉えられました。間隙水圧の変化とVLFEによる累積モーメント解放量を比較すると、4月3日以降両者は非常によく似た時間変化を示すことが分かりました(図3、参考文献3)。さらに、両者の最終的なモーメント解放量(=断層すべりの総量)が同程度であることも分かりました。

これらの結果から、三重県南東沖地震の後に南海トラフで起きたVLFEとSSEが、共通のプレート境界断層滑りによって発生していた事が明らかになりました。また、同時に発生したLFTの震源を詳しく調べたところ、VLFEと同じ震源で発生している事が分かりました。すなわち、これらの現象は同じプレート境界浅部の断層滑りを違った窓(周期帯)で見ている、という事が分かったのです。プレート境界深部で起きるスロー地震については同様の事が指摘されていましたが、浅部のスロー地震については今回初めて明らかとなりました。2015年に発生したスロー地震についても同様の事が言えることが分かりました。このようにプレート境界で発生するスロー地震について統合的に調べることで、その発生メカニズム解明とプレート境界地震との関係がより明確になると期待されます。

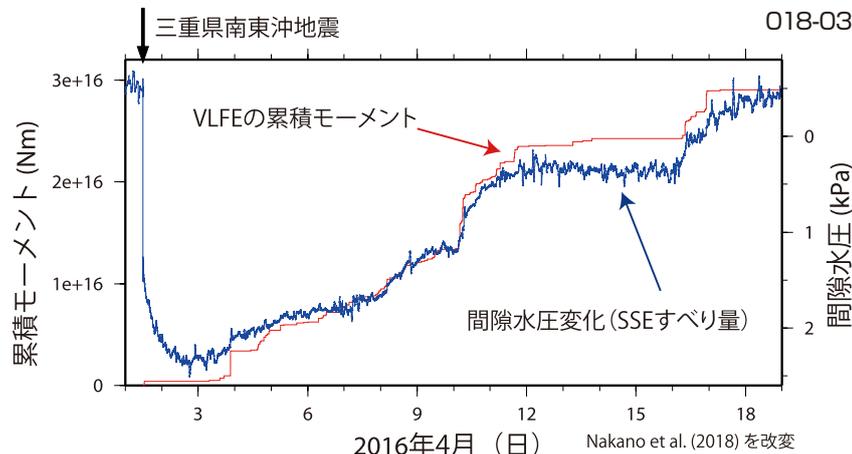


図3 浅部超低周波地震の累積モーメント(断層滑りの総量;赤線)と長期坑内観測システムによる間隙水圧(青線)の比較

4 スロー地震発生メカニズムの統合的理解に向けて

今回、熊野灘で発生したスロー地震のメカニズムが詳しく分かりましたが、南海トラフ浅部ではそれより西の室戸沖や、日向灘でも繰り返しVLFEやLFTが発生していることが分かっています。しかし、海域での地殻変動観測は容易ではないため、これらの地域で同様にSSEが発生しているかについては分かっていません。またプレート境界の浅い側でなぜスロー地震が発生するのか、そのメカニズムについても詳しく分かっていません。今後さらに詳しい観測とデータ解析や数値シミュレーションによってスロー地震の発生メカニズムを明らかにし、プレート境界の摩擦特性や応力の蓄積度合い、その時間変化などを知ることが出来れば、巨大地震の準備過程を詳しく知ることが出来るようになるかもしれません。そのためには、スロー地震の発生メカニズムについてさらに詳しく研究し、統合的に理解していく必要があります。

5 おわりに

今回の成果によって、プレート境界浅部で発生する一連のスロー地震が共通の断層すべりによるものであることが明らかになりました。今後観測データをより詳しく解析し、また新しい観測網を展開することで、さらにスロー地震発生のメカニズムが詳しく分かってくると期待されます。また、巨大地震の震源域より深い側で発生するスロー地震との相違点を調べていくことで、スロー地震だけでなく、通常の巨大地震を含めた、統合的な地震発生メカニズムが解明され、地震防災に役立てられる事を期待しています。

参考文献

1. Maeda, T., and K. Obara (2009). Japan, J. Geophys. Res., 114, B00A09, doi:10.1029/2008JB006043.
2. Obara, K., S. Tanaka, T. Maeda, and T. Matsuzawa (2010). Geophys. Res. Lett., 37, L13306, doi:10.1029/2010GL043679.
3. Nakano, M., T. Hori, E. Araki, S. Kodaira, and S. Ide (2018). Nature Comm. 9, 984, doi:10.1038/s41467-018-03431-5.

中野 優 (なかの まさる)



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
地震津波予測研究グループ 特任技術
研究員
名古屋大学大学院理学研究科地球惑
星理学専攻博士後期課程修了 博士
(理学)
名古屋大学大学院工学研究科助手、
同環境学研究科助手、防災科学技術
研究所契約研究員を経て2010年より
現職。DONETには構築当初から携
わり、観測データを用いた南海トラ
フの地震活動やスロー地震の解析
などを行っている。

大型石油タンクの地震時安全性向上のための研究開発

— 消防庁消防研究センター —

1 はじめに

我が国では、石油類をはじめとする可燃性の高い物質は、消防法令において「危険物」としてその貯蔵・取扱いが規制されていますが、石油コンビナート地域にあるような大型の石油タンクは、「危険物」の貯蔵量の多さから、とりわけ大きな火災危険性を有しており、その安全性の確保は極めて重要です。このようなことから、消防研究センターでは、長年にわたって大型石油タンクの地震や腐食等の経年劣化に対する安全性の向上を目指した研究開発に取り組んできています。ここでは、地震時の安全性向上のために消防研究センターで行ってきた研究開発のうち、近年における取組として、①石油コンビナート地域における強震観測とその防災情報システムへの利活用と、②石油タンクの津波被害に関する研究について紹介します。

2 石油コンビナート地域における強震観測と「石油コンビナート等特別防災区域地震動観測情報システム」の開発

2003年十勝沖地震の際、北海道苫小牧市では、当時の消防法令の技術基準で定められていた長周期地震動に係る設計水平震度（以下「Kh2」という。）のレベルを大きく上回る長周期地震動が観測され、市内の大型石油タンクでは大きなスロッシング（液面揺動）が発生して、火災（図1）・浮き屋根沈没等の甚大な被害が発生しました。このことを受けて、2005年に技術基準が改正され、将来の大地震でとくに大きな長周期地震動が予測される石油コンビナート地域についてはKh2が引き上げられましたが、石油コンビナート地域には基本的に強震観測点がなかったため、長周期地震動が大きくなりやすいと考え



図1 2003年十勝沖地震の際に長周期地震動の影響により大型石油タンクで発生した全面火災（北海道苫小牧市）

られる石油コンビナート地域については、長周期地震動特性のより詳細な把握が必要とされました。このようなことから、消防研究センターでは、現在、20の石油コンビナート地域に23台の強震計を設置して、それらの地域における長周期地震動特性の把握に努めています。

消防研究センターでは、さらに、これらの石油コンビナート地域における強震観測を地震時応急対応にも活用できるよう、「石油コンビナート等特別防災区域地震動観測情報システム」（図2）の開発に取り組んできました。このシステムは、地震後すみやかに石油コンビナート地域の揺れの情報を自動的に収集・処理し、どの石油コンビナート地域の震度・長周期地震動レベルが大きいかをわかりやすく表示するものです。現在、全国に石油コンビナート地域は84ありますが、消防研究セン

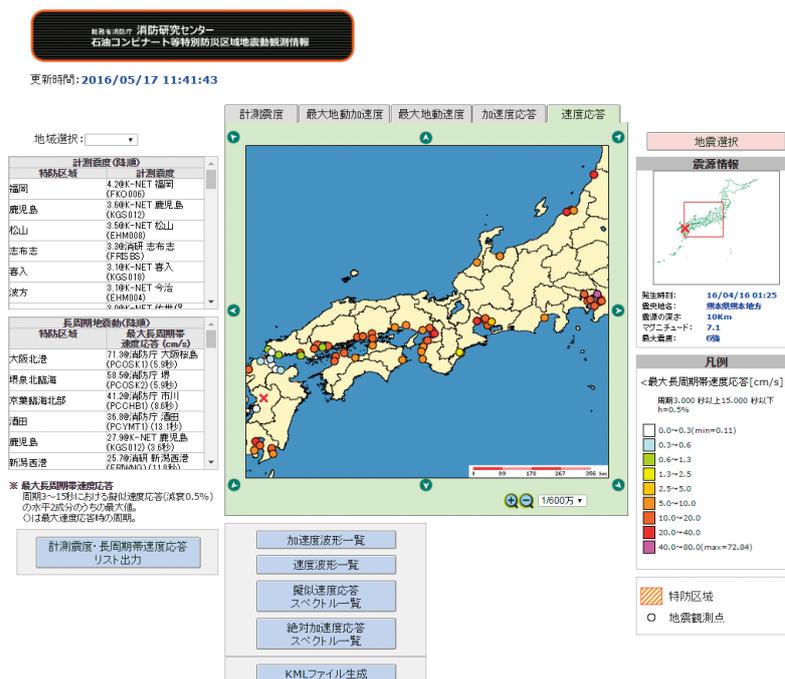


図2 「石油コンビナート等特別防災区域地震動観測情報システム」 2016年熊本地震の際の表示画面

この図では、長周期地震動レベルの指標として示している周期3~15秒における疑似速度応答の最大値の分布が示されている

ターが強震計を設置していない64の石油コンビナート地域については、直近にある国立研究開発法人 防災科学技術研究所のK-NETまたはKIK-net強震観測点の強震記録を利用して全国の石油コンビナート地域をカバーするようにしています。消防庁では、大地震発生時に全職員が参集して被害情報等の収集や緊急消防援助隊の派遣に関する任務にあたりますが、このような場面において、このシステムを活用すれば、どの石油コンビナート地域から優先的・重点的に情報収集すべきかといった判断を行うことが可能となり、迅速・的確な情報収集活動に役立ちます。また、収集された揺れの情報はスロッシング高さなど石油タンクの被害の推定に利用することが考えられ、消防研究センターではそのための研究開発も行っています。

3 石油タンクの津波被害予測手法に関する研究

2011年東北地方太平洋沖地震では、東北地方太平洋沿岸部に立地していた多くの石油タンクが津波により被害を受けました(図3)。消防庁による被害に関するアンケート調査結果と消防研究センターによる現地調査結果等を合わせると、この津波で何らかの被害を受けた石油タンク(正確にいうと屋外タンク貯蔵所)は大小合わせて418基あり、そのうち、滑動、流出、転倒等の移動被害が生じたタンクは157基ありました。

石油タンクの津波被害の予測方法及び被害軽減対策については、2006年度から2008年度にかけて消防庁が調査検討を行っており、その最終報告書「危険物施設の津波・浸水対策に関する調査検討報告書」(消防庁・2009年3月)において、津波による石油タンクの移動被害の予測手法が提案されました。しかし、この予測手法は、室内の水理模型実験結果に基づいて作成されたもので、実際の石油タンクの津波移動被害をどの程度言い当てられるかは、当時は実際の被害事例が世界的に見て乏しかったため、未検証のままでした。そこで、消防研究センターでは、2011年東北地方太平洋沖地震の際の被害事例に基づいて津波移動被害予測手法の的中率を調べました。その結果、実際のタンクの移動に関する被害状況と津波移動被害予測手法による予測結果が対照できた石油タンク197基のうち、移動被害の有無が実際と予測で一致したものは147基あり、



図3 2011年東北地方太平洋沖地震の際の津波で流された石油タンク(宮城県気仙沼市)

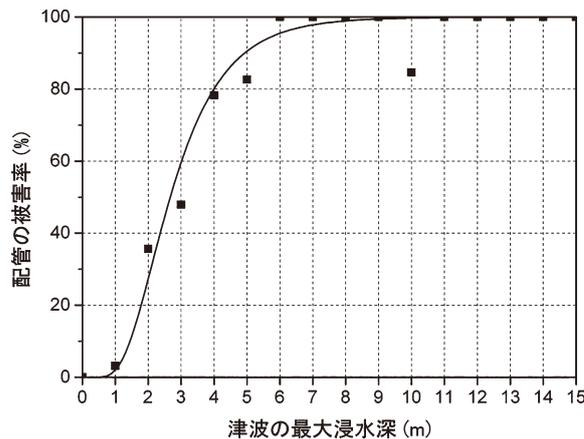


図4 津波の浸水深から石油タンクの配管の津波被害の発生率を割り出す被害率曲線(実線)
■は2011年東北地方太平洋沖地震の際の被害事例から求めた被害発生率

76%という高い中率となっていることがわかりました。この結果は、消防庁が提案した石油タンクの移動被害の予測手法が、今後の石油タンクの津波被害予測に十分利用可能であることを示すもので、消防庁ではこの石油タンク移動被害予測手法をソフトウェア化し、「屋外貯蔵タンク津波被害シミュレーションツール」として消防庁のHPで公開しています(<http://www.fdma.go.jp/concern/publication/simulatetool/index.html>)。

また、消防研究センターでは、東北地方太平洋沖地震の際の石油タンクの配管の津波被害の状況と津波浸水深との関係を整理し、津波浸水深から石油タンクの配管の津波被害の発生率を割り出す被害率曲線も考案しました(図4)。この被害率曲線も、石油タンクの津波移動被害予測手法とあわせて、将来の地震に備えるための津波被害予測に活用できると考えられます。

4 おわりに

消防研究センターでは、大型石油タンクの安全性の向上に向けた研究開発として、上述したもののほかに、地震時の石油タンクの被害調査、石油コンビナート地域を対象とした長周期地震動の予測に関する研究、地震時の石油タンクの被害等を予測・推定するための研究開発、石油タンクの防食措置として鋼板に施工されるコーティングの経年劣化に関する研究を行っています。これらについては、本年3月に発行された「消防研究センター 最近10年のあゆみ 一消防研究所創設70周年記念一」(http://nrifd.fdma.go.jp/publication/others/files/nrifd70nenshi_s.pdf)などでご覧いただけます。

畑山 健 (はたやま けん)



消防庁消防研究センター技術研究部施設等災害研究室長、横浜国立大学客員准教授、1997年京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻博士課程修了、博士(理学)、同年消防研究所に入所、2007年から2009年まで消防庁危険物保安室課長補佐として石油タンクの保安行政に従事、専門は強震動地震学、大型石油タンクの地震防災。

日本地震学会とぼうさいこくたいで ブース展示をしました

1 日本地震学会2018年度秋季大会

地震調査研究推進本部(以下「地震本部」という。)では、2018年10月9日(火)から10月11日(木)まで、福島県郡山市にあるビッグパレットふくしまで開催された日本地震学会2018年度秋季大会において団体展示を実施しました。

団体展示では、2018年6月に公表した「全国地震動予測地図2018年版」、2018年6月18日に発生した大阪府北部の地震(M6.1)の評価、及び海溝型地震の新しい公表資料といった地震本部の最新の評価検討結果等について幅広く展示、広報しました。

また、全国地震動予測地図2018年版、及び平成30年北海道胆振東部地震の評価について、ポスターセッション発表も実施しました。



写真1 日本地震学会 団体展示

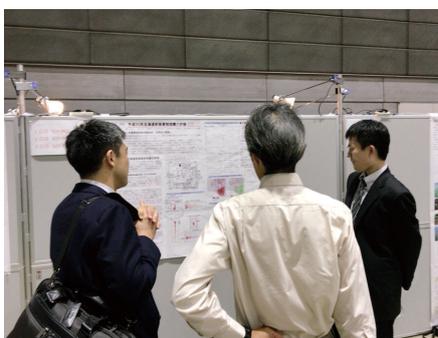
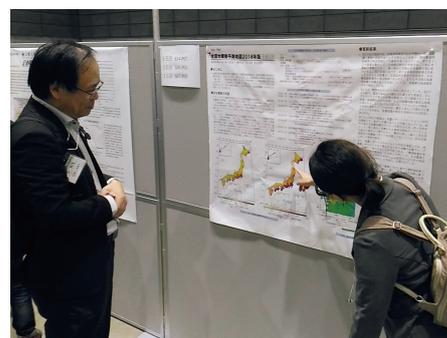


写真2 日本地震学会 ポスターセッション



2 ぼうさいこくたい2018

2018年10月13日(土)14日(日)の2日間、東京都有明の東京ビッグサイトで防災推進国民大会2018実行委員会(内閣府・防災推進協議会・防災推進国民会議)が主催する防災推進国民大会2018(ぼうさいこくたい2018)が開催されました。

地震本部でも、わが国の総合的な防災力の向上に貢献する意味で、地震本部の活動や研究成果の紹介を通じ地震調査研究への理解増進を図ることを目的として、プレゼンブースにおいてポスター展示、地震本部ホームページの紹介、及びパンフレットの配布を行いました。

2日間で約250名の来訪者があったとともに、13日午後にはインドのミシュラ首相府首席次官補とチノイ駐日大使の視察もありました。

地震情報を利用しようとする民間企業の方々との情報交換や地震・防災を学ぶ学生との交流など今後の地震本部の業務に有意義な出展となりました。

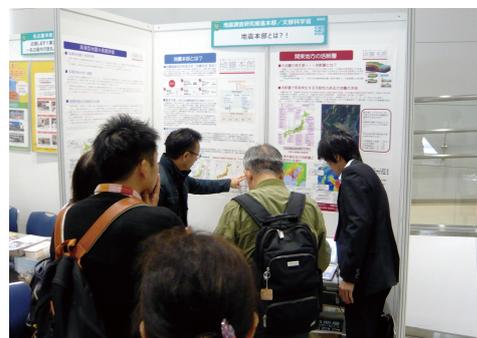


写真3 ぼうさいこくたい2018展示ブースの様子



写真4 インド関係者視察

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。

本誌についてご意見、ご要望、ご質問などがありましたら、地震調査研究推進本部ホームページのお問い合わせページから事務局までお寄せください。

<https://www.jishin.go.jp/inquiry/>



※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 <https://www.jishin.go.jp> で見ることができます。