防災科研ニュース

No.209

特集: 南海トラフ海底地震津波観測網 (N-net)の開発・整備

©国立研究開発法人 防災科学技術研究所



国難級の災害を乗り越えられる 社会のレジリエンスを

~南海トラフ海底地震津波観測網 (N-net)の開発・整備にあたって~

理事長(南海トラフ海底地震津波観測網整備推進本部本部長)

林 春男

21世紀前半に駿河湾から日向灘にかけての太平洋沖で発生が確実視されるのが南海トラフ地震です。既往最大の M8.7 級のシナリオでは、約2万人の犠牲者と100兆円近い被害が予想されます。M9.0 の最大シナリオではそれぞれ23万人、170兆円です。

我が国が戦後経験した最大の自然災害は東日本大震災です。約2万人の犠牲者、約16兆円の被害額となった東日本大震災と比較すると、来るべき南海トラフ地震は10倍以上の被害規模になります。我が国に果たしてこの国難級の災害を乗り越えるだけの力があるか疑問です。

災害を乗り越える力をレジリエンスとよびます。被害の発生を予防し、発生した被害の拡大を阻止し、速やかな復旧・復興を実現するために社会が持つ総合力です。防災科学技術の発展によってレジリエンスを高め、人々の命と暮らしを支えることが防災科研の使命です。その大きな一歩に、2019年にスタートしたN-netの建設があります。合計36地点からなる地震津波観測網を高知県沖から日向灘(宮崎県沖)の海底に展開し、震源直上で地震をとらえることで、地震検知を最大で20秒、津波検知を最大で20分短くする仕組みです。

防災科研では全国をカバーする 2,100 点に及ぶ世界に類を見ない高密度な陸海統合地震津波火山観測網(通称、MOWLAS) によって常時地面の揺れを観測し、リアルタイムで世界にデータを配信しています。しかし、その整備の歴史には、もっと早く整備ができていればという悔いも残ります。陸上の観測網整

備は 1995 年の阪神淡路大震災がきっかけです。東北から北海道にかけての太平洋沖に展開する海底観測網 (S-net) 整備のきっかけは東日本大震災でした。どちらも大きな犠牲を出してからの「後追い」の整備なのです。

来るべき南海トラフ地震については「先回り」して、少しでも被害を減らしたい。その想いから、DONET の整備が紀伊半島周辺を中心に 2006 年から始まり、2017年に完成しました。しかし南海トラフ全域がカバーできたわけではなく、高知県沖から日向灘(宮崎県沖)にかけて海底観測網の空白域が残されています。2024年の N-net の完成をもって、はじめて MOWLAS が南海トラフ地震による被害軽減に「先回り」して貢献できることになるのです。





業風景 筐体の写

CONTENTS

特集 南海トラフ海底地震津波観測網 (N-net) の開発・整備

- 2 国難級の災害を乗り越えられる社会のレジリエンスを
- 4 南海トラフ海底地震津波観測網 N-net
- 8 N-net の地震津波データ活用に向けて
- 12 地域防災を支える海域観測網利活用に向けて

防災科研 topics

16 防災科研 topics

お知らせ

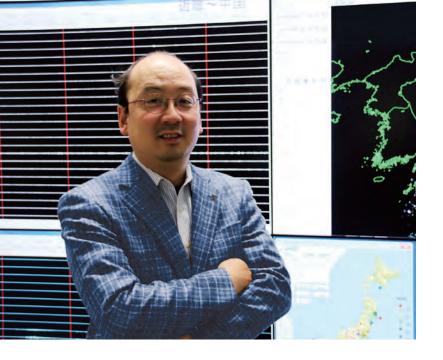
18 筑波大学との協働大学院方式による学位プログラム「リスク・レジリエンス工学学位プログラム」開始

受賞報告

- 19 Fifth JDR Award 受賞
- 19 第32回日本リスク学会年次大会の大会優秀発表賞を受賞

メディア

20 放送大学講座「コミュニティがつなぐ安全・安心」



南海トラフ海底地震津波観測網整備推進本部 副本部長

青井 真

あおいしん

1996年京都大学大学院理学研究科修了、博士(理学)。同年、 防災科学技術研究所入所、2016年より地震津波火山ネットワークセンター長。陸海統合地震津波火山観測網「MOWLAS」(モウラス)の統括、地震や津波に関するリアルタイム防災情報の研究、波動伝播に基づく地震動の大規模数値計算手法の開発に従事。2019年より南海トラフ海底地震津波観測網整備推進本部副本部長兼務。

南海トラフ海底地震津波観測網 N-net

来るべき南海トラフ巨大地震を乗り越えるための新たな観測網の構築開始

近い将来に発生し極めて大きな被害をもたらすことが懸念されている南海トラフ地震の想定震源域の西半分の海域では、地震や津波のリアルタイム観測がなされていない。この観測の空白域に南海トラフ海底地震津波観測網(N-net)を構築することにより、地震動や津波の即時予測の迅速化と高精度化や、地震や津波の解明を可能とすることで地震津波災害の軽減に貢献する。

海域における地震津波観測網

日本は地震大国であり、防災上も研究上も地震観測が重要であるため、地震観測は古くから行われています。地震発生直後に気象庁から発表される様々な予警報や震度をはじめとする情報は、気象庁のみならず防災科研などの関係機関からのデータを一元的に解析して発表されるものです。日本における地震観測の体制は1995年の阪神・淡路大震災を教訓に大きく変わりました。この地震では6,400名以上が犠牲者となるなど、都市が近代化してから日本で起きた内陸地震としては最も被害が大きな地震でしたが、地震後ただちに事態の全体像を把握すること

が困難であるなど当時の観測体制に課題を残しました。防災科研は、この地震を契機に設置された地震調査研究推進本部(以下、地震本部)の定めた基盤的調査観測計画のもと、陸域の基盤観測網の構築を進めてきました。2000年代初頭には、高感度地震観測網Hi-net、強震観測網K-NET/KiK-net、広帯域地震観測網F-netからなる全国をほぼ均一に覆う世界的にも充実した陸域の地震観測網が完成し、高精度で信頼性の高い観測が可能となりました。

海域で起きた地震の直後に、迅速かつ精度の高い防災情報を出すには海域におけるリアルタイム観測が不可欠ですが、2011年の東日本大震災では東

日本の太平洋岸沖合における地震や津 波の観測体制が不十分であったため に、緊急地震速報や津波警報が過小評 価となり、十分に避難を促すことがで きなかったことなどが多くの人命が失 われる一因となったとされています。

東日本大震災当時、いくつかの機関において海底ケーブルによる地震や津波のリアルタイム観測が実施されていましたが、これら観測網のほとんどでは地震計や津波計による観測はわずか数点程度であり、稠密に空間を覆うかたちとはなってはおらず、新たな観測体制の構築が急務とされました。このような状況を受け、防災科研は震災後から地震や津波の早期検知や情報伝達などを目的とした、千葉県房総半島沖

から北海道沖日本海溝沿いの海域150 地点において地震と津波をリアルタイムで観測する日本海溝海底地震津波観 測網(S-net)の整備を開始し、2017 年3月に完成させました。S-net は房 総沖、茨城・福島沖、宮城・岩手沖、 三陸沖北部、釧路・青森沖、海溝軸外 側の6つのシステムからなり、海底に 設置された地震津波観測装置は総延長 約5,500kmの光海底ケーブルで数珠 つなぎにされています。観測点はおおむね30~60km間隔で設置されてお り、それぞれの観測点には地震を観測 するための地震計と津波を観測するための水圧計が装備されています。

東日本大震災発生当時の日本周辺 海域における面的な定常観測に向け た取組みとしては、海洋研究開発機構 (JAMSTEC) が整備を進めていた地 震・津波観測監視システム (DONET) が挙げられます。熊野灘沖をカバーす るDONET1は当時まだ整備途中でし たが10観測点が稼働しており、2011 年7月には構築を完了し全20点での 観測が開始されました。また、紀伊 水道沖をカバーするDONET2もすで に整備が開始されており、東日本大 震災の発生を受け整備計画が前倒さ れ2016年3月には全51点の整備が完 了し、現在は防災科研に移管され運 用されています。防災科研は2017年 11月より、陸域の基盤観測網に加え S-netとDONET、基盤的火山観測網 (V-net)の7つの観測網の2,100を超 える観測点からなる陸海統合地震津波 火山観測網「MOWLAS」(モウラス) を統合運用しています(図1)。

南海トラフ想定震源域における観 測の空白域

西日本の太平洋沖にある南海トラフ沿いでは、約100年から200年の間隔でマグニチュード8~9クラスの巨大地震が繰り返し発生し、大きな被害が生じてきました。南海トラフの地震は、トラフ全域に及ぶ断層が一度に破壊するとは限らず、前回は1944年昭和東南海地震と1946年昭和南海地震の2つ

の地震として起こりました。それから 既に70年以上が経過しており、地震本 部の想定によると今後30年以内に70 ~80%の確率で大規模な地震が発生す る恐れがあるとされています。南海ト ラフ沿いの地震発生様式は多様ですが、 内閣府によると、関東から四国・九州 の広範囲にわたり最大で震度6弱~7 の激しい揺れと10mを超える巨大な津 波が発生し、最大で23万人の死者・行 方不明者と170兆円を超える直接的な 経済被害が想定されています。

図1に示すとおり南海トラフ地震の想定震源域の東半分は、DONET 及び気象庁の東海・東南海沖ケーブル式常時海底地震観測システムによりカバーされていますが、西半分である高知県沖から日向灘にかけての海域は観測の空白域となっています。この空白域を解消するために、防災科研は文部科学省による補助事業として南海トラフ海底地震津波観測網(N-net: Nankai Trough Seafloor Observation Network for

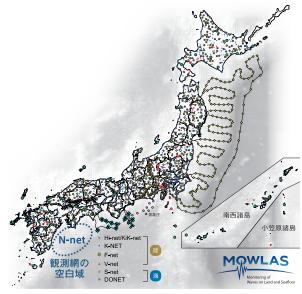


図1 防災科研が運用している陸海統合地震津波火山観測網「MOWLAS」 (モウラス)の観測点配置図



図2 南海トラフ海底地震津波観測網(N-net)イメージ図

Earthquakes and Tsunamis) を構 築しています (図2)。N-netは、震 源域近傍において地震動及び津波を観 測することで地震動や津波の即時予測 の迅速化及び高精度化を可能にしま す。また、海域における地震活動など のモニタリングを通したプレート間の 固着やすべり状況の時空間変化をはじ めとする震源域における現象の詳細か つ逐次的な把握や、予測の高度化も目 的としています。そして、観測結果 やそれにもとづく情報の利活用を推進 し社会に環元することで、巨大地震の 被害軽減に結び付けることを目指して います。これまで防災科研が構築して きた観測網の多くは震災を契機に整備 されてきましたが、N-netは将来発生 が懸念される南海トラフ地震への備え として整備をしています。防災科研で は、理事長を本部長とする南海トラフ 海底地震津波観測網整備推進本部を設 置し、気象庁やJAMSTECと組織的 に連携するとともに高知県や宮崎県等 の地方自治体や関係漁協等のご理解と ご協力をいただきながら事業を推進し ています。

N-net の観測システム

N-net は沖合システムと沿岸シス

テムの2つのシステムから構成され、 各システムは18点の観測点を持ち、 設置される合計36の観測装置は総延 長約1.600kmの光海底ケーブルによ り接続されます。N-netの観測点で は、地震を観測するための加速度型 強震計及び短周期速度計と津波を観 測するための水圧計が筐体に納めら れた観測装置が海底面に設置されま す。図3はS-netの観測装置の例です が、N-netでも同様の外観の観測装 置を開発する予定です。平均40km 程度の間隔で設置されるこれらの観 測装置は光海底ケーブルで数珠つな ぎにし、高知県室戸市と宮崎県串間 市に建設する陸上局に接続されます。 陸上局は海底における観測データを 受信するとともに観測装置へ給電を 行う重要な役割を果たしています。 陸上局を2局用意しデータ伝送と給 電を右回りと左回りの2系統確保す ることで、陸上機器の故障やケーブ ルの切断などの際にも重要なデータ がリアルタイムで得られるように冗 長性を確保しています。

N-netは、S-netが採用しているインライン方式とDONETで採用されているノード方式の2つの方式を用いるハイブリッドシステムを採用し

ています。インライン方式は観測装 置が基幹ケーブルに直接接続されて います。工場で接続された数百kmに 及ぶ一体のシステムは、専用のケー ブル敷設船に積み込み一気に設置す ることができることから、比較的安 価に広域かつ迅速に観測網を構築す ることができます。一方、DONET で採用されているノード方式は、基 幹ケーブルだけをケーブル敷設船に より敷設し、観測ノードは分岐ノー ドを介して分岐された先に設置され た拡張分岐ノードに遠隔操作型無人 機 (ROV: Remotely Operated Vehicle) を用いて設置する方式で す。拡張分岐ノードへは水中コネク 夕を介して接続されるため、新たに 開発される観測機器を将来接続可能 であるなど拡張性に優れています。 N-netでは、インライン方式を基本 としつつ、ノード方式とのハイブリッ ド方式を世界で初めて採用すること で、広域かつ迅速に観測網を敷設可 能とするとともに、拡張性も備えた システムの実現を目指しています。

地震や津波の検知の迅速化

海域で起こる地震やそれに伴い発生する津波は、陸域からの観測だけでは遠方からの観測になってしまいます。N-netのように海域で観測することにより、人の住んでいる場所が揺れる前から地震発生を検知できるようになるため、迅速な警報などが可能となるなど防災上大きなメリットがあります。また、地震の観測をする際、震源により近い場所で観測することで、地震発生のメカニズムや震源過程がより詳細に分かるなど学問的な見地からも意義があります。



図3 海底に設置する観測装置(例)

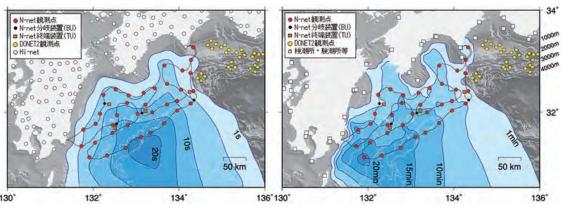


図4 N-netの有無により地震動(左図)及び津波(右図)の直近の観測点への到着時刻がどれだけ早くなるかを示すコンター図

図4(左)に示したのは、ある場所 で地震が起きた際に、MOWLASの 観測点に最初に地震波が到達する時 刻に対するN-netの観測点が加わっ た際の時刻との差です。例えば、四 国沖(図中で20sで示された領域) で起きた地震であれば、現在に比べ 20秒程度早く地震波を検知できる可 能性があります。同様に、図4(右)は、 気象庁等の津波観測計や国土交通省 港湾局のGPS波浪計(ナウファス) が設置されている地点に津波が到達 する時刻に対するN-netを加えた観 測点に最初に到達する時刻との差で、 大隅半島東方沖(図中で20minで示 された領域) で起きた地震に伴う津 波であれば、直近の観測点への到着 時刻が20分程度早まることになりま す。津波警報は、津波に比べ伝播速 度が速い地震波の解析から推定され る震源位置やマグニチュードに基づ き推定された結果から、地震発生後3 分程度で出されます。この段階では、 発生した津波の高さは間接的に推定 されたものですが、沖合で津波を観 測することで、直接的に津波の発生 の有無や高さを確認することが可能 となるため、直接的な検知が現在に 比べ早まることが期待されます。ま

た、面的に多点で観測したデータを 使用することで、沿岸の津波高だけ でなく津波の浸水域や浸水深の推定 を可能とする技術なども開発されて います。

MOWLASの 観 測 データ 同 様 N-netのデータもリアルタイムで気 象庁に伝送され、緊急地震速報や津 波警報に活用される計画です。

おわりに

N-netは、国難災害ともいうべき震災が想定されている南海トラフ地震を日本が乗り越えるための、いわば守護神的なシステムとして構築されるものです。南海トラフ想定震源域の西半分に広がる地震や津波のリアルタイム観

測の空白域を解消することで、地震動 や津波の「一秒でも早い予測」と「一 分でも早い避難」の実現により、震災 軽減に貢献するものです。

N-netの開発・整備は2019年にスタートしました。これまでに、ケーブルの敷設に適した海域を確定するための海洋調査を終え、ケーブルルートが確定しました。また、海底に設置する観測装置を接続する海底ケーブルを陸揚げするための誘導式水平ドリル工法による管路の工事(図5)にも着手しています。今後、様々な機器の開発や製造、陸上局の工事などを着実に進め、ケーブル敷設を経て、早期の完成とMOWLASの新たな観測網としての運用開始を目指しています。



図5 宮崎県串間市における工事風景

N-net の地震津波データ活用に向けて

防災科研での最新の地震津波研究の取り組み

南海トラフ海底地震津波観測網(N-net)のハード面の整備が進むのと同時に、そこから得られるデータがどのように活用されるのかが重要である。防災科研では 2,100 にも及ぶ 観測点をもつ陸海統合地震津波火山観測網「MOWLAS」(モウラス)を運用しており、その観測データを用いた研究開発が進められている。ここでは N-net の地震津波データの活用を念頭に置いた防災科研の取り組みの一端を紹介する。

防災科研での MOWLAS データ 活用の研究開発

現在防災科研では、運用している MOWLASの観測データを用いて地 震動や津波の即時予測技術や地震発生 可能性の長期評価の高度化に貢献する 研究開発が進められています。地震 動の即時予測技術については、これま で取得困難であった海域の観測データ も活用して「揺れ」から「揺れ」を予 測する新しいコンセプトの予測技術 を開発し、誤報や見逃しの半減を目指 しています。加えて、現在十分な対応 ができていない長周期地震動などを 対象にした予測技術を開発していま す。津波の即時予測技術については、 MOWLASにて沖合で捉えられるリアルタイム津波データ等を活用し、迅速かつ確実な津波即時予測と津波被害の推定、津波の成長や収束の予測を実現し、津波の襲来から収束までの津波の一生(全過程)を予測する技術を開発しています。地震の長期評価の高度化については、MOWLASの膨大な観測データや大規模シミュレーション等を活用して、震源断層モデルや地殻活動予測モデル等を進化させた地震発生モデルを構築することによって長期評価を発展させます。

ここでは現在進めている研究開発の一端を紹介するとともに、想定される N-netのデータ活用に関して述べてい きます。

海底での揺れの理解を目指して

海底では地震によってどのように 揺れるのか。陸上であれば現地に直 接行って調査することができますが、 N-netの地震計が設置されるような 海底はまだまだ未開の地であり、海 底下の地盤構造は十分にはわかって いません。N-netによる海域リアル タイム地震モニタリングによって、 大地震時によりよい地震情報を得ら れることが期待されますが、その期 待を現実のものとするには海底での 揺れの実態を観測記録に基づいて解 明する必要があります。

そこでN-net整備地域の東隣に ある地震・津波観測監視システム



南海トラフ海底地震津波観測網 整備推進本部 戦略推進室長

武田 哲也

地震津波火山ネットワークセンター 研究員

久保 久彦

地震津波火山ネットワークセンター 主任研究員

鈴木 百

南海トラフ海底地震津波観測網

功刀 卓

地震津波火山ネットワークセンター 主任研究員

木村 武志

地震津波火山ネットワークセンター 主任研究員

松原 誠

たけだ・てつや 観測地震学、精密震源決定、博士(理学)。

くぬぎ・たかし 強震動地震学、博士(理学)。

くぼ・ひさひこ 強震動地震学、博士(理学)。

きむら・たけし 地震学、博士(理学)。

すずき・わたる 強震動地震学、津波予測、博士(理学)。

まつばら・まこと 地震学、博士 (理学)。

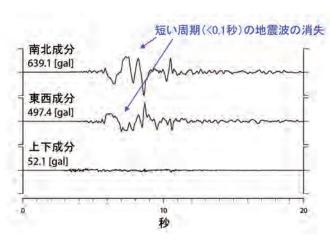


図1 2016年4月1日の三重県南東沖の地震時にDONET KME18で 観測された地震波形。南北成分・東西成分における短い周期の 地震波の消失という特徴が見られる

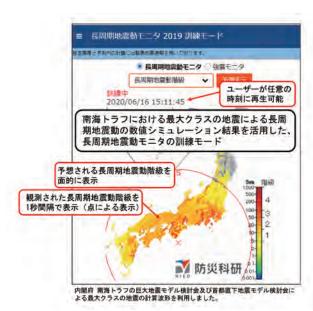


図2 長周期地震動に関するリアルタイムの観測情報と予測 情報を一枚の地図上に可視化する長周期地震動モニタ 上で表示した、南海トラフ沿いの地震に伴う長周期 地震動の数値シミュレーション結果

(DONET) の観測記録について解析 を行っています。過去の中小地震時の 記録について詳細に調べたところ、陸 上と比べて地震による揺れがとても大 きく増幅されており、それは海底下の 軟弱な地盤構造によって引き起こされ ていると考えられることがわかりまし た。その増幅度合いは観測する場所に よって大きく異なっており、プレート の沈み込みによる複雑な地下構造が強 く影響していることもわかりました。 また、DONETの直下において発生 した2016年4月1日の三重県南東沖 の地震 (M6.5) の際に観測した強い 揺れを調べたところ、強い揺れに襲わ れた海底観測点では地表付近の浅い地 盤が液状化したときの典型的な特徴を 持つ波形が記録されていたことも確認 しました(図1)。

今後は、今回得られた知見に基づい

て、「揺れ」から「揺れ」の予測への 海域観測記録の活用を進めていきま す。

長周期地震動に関する即時予測情 報の社会実装に向けて

南海トラフ沿いで巨大地震が発生すると、大阪平野などに加えて震源から遠く離れた関東平野でも長周期地震動と呼ばれる周期数秒程度の揺れが大きくなることが予想されています。長周期地震動は高層ビルなどの長大構造物に被害を及ぼし、都市部に大きな影響をもたらします。2011年東北地方太平洋沖地震の際、震源から700km以上離れた大阪市内の超高層ビルの最上階(52階)では揺れが10分以上続き、その大きさは最大1m(片側)を超えるものでした。この揺れにより、ビル内の内装材の破損やエレベータの閉

じ込めなどが発生していますが、現在の緊急地震速報は周期0.5 ~ 2.0 秒程度の揺れに感度のある震度が対象であり、このような長周期地震動には対応できていません。

防災科研では、長周期地震動の即時 予測手法とそれに基づく予測・観測情報の配信システムを新たに開発し、即時予測情報の社会実装を目指した実証実験を気象庁や民間企業・大学等と共同で進めています。実験の中で、大きな長周期地震動をもたらすような大地震の発生頻度が低いためにユーザーによる予測情報の利活用方法の検証などが十分に進められないという課題が改めて確認されました。これを解決するために、南海トラフ沿いの巨大地震による地震動の数値シミュレーション結果を擬似的な観測データとして情報配信システムに取り込み、あたかも巨大 地震が発生しているかのように予測・ 観測情報を配信する訓練モードの整備 を進めています(図2)。さらに、今 後のN-netの整備により、南海トラフ 沿いの巨大地震に伴う長周期地震動な どの揺れの即時予測技術における迅速 性や精度の向上が見込まれます。

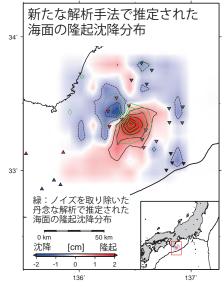
津波予測のための新たな海底水圧 データ解析手法

地震が発生した際に、どこにどのくらいの高さの津波が押し寄せるかを予測するには、大きく分けて2種類の方法があります。1つは今発生している状況が事前に計算して準備しておいた津波データベースのどのパターンに当てはまるかを絞り込んで予測を行う方法(データベース検索方式)で、もう1つは地震により生じた海面の隆起沈降を推定して、それがどのような津波として広がるかをリアルタイムに計算を行う方法(リアルタイム計算方式)

です。データベース検索方式では、一 度当てはまるパターンが見つかれば即 座に津波の影響を評価することができ るため、広範囲に対する予測や市町村 規模の狭い領域の詳細な予測といった 計算に時間のかかる予測を迅速に行う ことに適しています。一方、リアルタ イム計算方式は、実際に生じたと考え られる複雑な海面の変動も考慮できる ため、データベースでは想定できな かったパターンであっても正確に予測 を行うことができます。計算機や計算 技術の進歩により津波伝播計算にかか る時間が短縮できるようになり、リア ルタイム計算方式も現実的になってき ました。

防災科研では、海底水圧計データを用いたリアルタイム計算方式の予測に向けて、観測データにしばしば見られるノイズの影響を低減して海面の隆起沈降を安定的に自動推定する手法を開発しました。前述の2016年三重

県南東沖の地震では、震源に最も近い DONET観測点での地震直後の水圧 波形データに大きなステップ状の変化 が見られました。このステップはタイ ミングや大きさを考慮すると津波や地 殻変動に由来するものではなく、機械 的なノイズによると考えられます。研 究者が時間をかけて丹念にデータ分析 を行えばこのようなノイズを取り除い て解析することができますが、即時予 測では自動的にノイズの影響を低減す る必要があります。そこで新たな手法 では、水圧波形の微分(わずかな時間 での変化量) データを用いることによ り、海面の隆起沈降の推定原理を変え ることなく、ステップ状のノイズが解 析結果に悪影響を及ぼさないようにし ました。この手法で地震直後の海面の 隆起沈降を推定すると、ノイズを取り 除いた解析結果と同様の信頼性の高 い隆起沈降の分布を推定することがで きました (図3)。防災科研では、こ



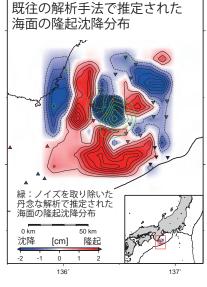
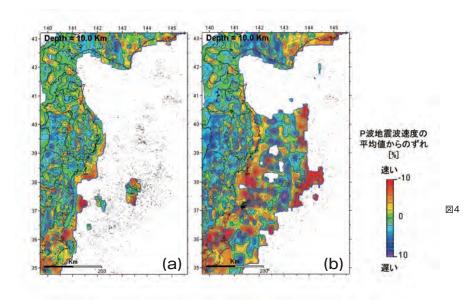


図3 新たな解析手法(左図)と既往の解析手法(右 図)で推定された三重県南東沖の地震の海面 の隆起沈降分布の比較。新たな解析手法に よる隆起沈降量の等高線が、丹念な解析による 緑の等高線とよく似ているのがわかる(左図)



深さ10kmのP波地震速度の平均値からのずれを表す。(a)陸域の観測網データのみで推定した速度構造。(b)S-netのデータも加えて推定した速度構造。東北地方の太平洋沖の海域部まで速度構造が推定できている

の新たな解析手法を取り入れて、日本海溝海底地震津波観測網(S-net)の水圧データから海面の隆起沈降を自動推定し、高速計算に適したGPUを利用して東日本太平洋沿岸での津波波高分布や概観的な津波浸水をリアルタイム計算する予測システムを構築して稼働しています。さらにこの予測システムの南海トラフ域への展開のため、DONETデータを用いたシステムの検証を行っており、今後のN-netデータへの拡張も視野に入れています。

また防災科研ではデータベース検索 方式の予測システムの整備も進めています。南海トラフ地震による津波は広 範囲に影響を及ぼすことが懸念される ため、発生時には速やかに津波の状況 を俯瞰的に把握することが重要です。 海底観測網の水圧データを用いた南海 トラフ地震津波の即時予測に向けて、 N-netデータの取り込みも踏まえて、 九州~中部地方の太平洋沿岸や瀬戸内 海地域について沿岸での津波の高さや 陸域への浸水深を90mメッシュで計 算した概観的な津波データベースを構 築しました。今後このデータベースを 活用し南海トラフ地域を概観した即時 予測の実現を図っていきます。

南海トラフ沿いの巨大地震を引き起 こすプレートの構造解明に向けて

日本列島は2枚の大陸プレートの下 に2枚の海洋プレートが沈み込む非常 に複雑な構造の上に位置しています。 南海トラフからはフィリピン海プレー トが沈み込んでおり、将来南海トラフ 沿いの巨大地震の発生が予想されてい ます。地震研究の基本データとなる震 源位置を精度良く決めるには、地震波 が伝わる速度の分布を三次元的に調 べることが必要です。地震波トモグラ フィー法は、医療分野でのCTスキャ ンのように、地震波を使って地球内部 の構造を三次元的に推定する手法で す。多くの地震と多くの観測点を組み 合わせることにより三次元地震波速度 構造 (3D 構造) を推定できます。

防災科研は約800カ所の陸上観測点 からなる高感度地震観測網(Hi-net)を 運用しており、捉えられた地震波の到 達時刻データを使うことにより日本列 島下の3D構造モデルの構築が可能と なりました。さらに2011年東北地方 太平洋沖地震の後に構築したS-netの データを使うことにより、これまで十 分にわからなかった東北地方の太平洋 沖の3D構造の推定が可能となってき ました(図4)。

南海トラフ周辺海域の観測点はまだ限られているため、海域下の3D構造の解明は十分進んでいませんでしたが、今後N-netが構築されてそのデータを活用することにより、南海トラフ沿いのフィリピン海プレートの3D構造が明らかとなり、詳細な震源情報が得られるだけでなく、構造の不均質性から地震発生のメカニズムの解明につながることが期待されます。

これらの研究開発は、将来的に気象庁での現業活用、自治体での利活用、地震調査研究推進本部における長期評価への貢献等の出口を見据えて、N-netを含めたMOWLAS一体としてデータ利活用を進めていきます。



南海トラフ海底地震津波観測網整備推進本部参事

髙橋 成実

地震津波火山ネットワークセンター 総括主任研究員

汐見 勝彦

マルチハザードリスク評価研究部門 副部門長

中村 洋光

たかはし・なるみ 海洋地震学、博士 (理学)。

しおみ・かつひこ 固体地球物理学、博士(理学)。

なかむら・ひろみつ リアルタイム地震防災研究、博士 (理学)。

地域防災を支える 海域観測網利活用に向けて

N-net による防災への貢献に対する期待は非常に高い。南海トラフ地震に備える太平洋 沿岸地域の防災担当者にとっては、「目」に見えないものが、「目」に見えるようになる からだ。その「目」で何を見るのか、現在 N-net を含めた MOWLAS データを用いた 地域の防災を支える仕組みの検討を進めている。ここでは、その内容について紹介したい。

はじめに

日向灘から駿河湾までの南海トラフ沿いでは、西南日本を構成する陸側のプレートとその下に沈み込むフィリピン海プレートとの境界でマグニチュード (M) 8クラスの巨大地震が約100~200年の間隔で発生してきました。地震調査研究推進本部の長期評価によれば、最も直近に発生した1946年南海地震から70年以上が経過し、大地震発生の可能性が高まっているとされています。この海域でひとたび大地震が発生すると、隣接する海域でも大きな地震が続いて発生しやすいこと、その前

後で内陸部の地震活動が活発化する ことも歴史的に知られています。私 たちはこの状況にどのように備える ことができるでしょうか。

昨年度、気象庁は、南海トラフ沿いの大規模地震の発生の可能性が平常時と比べて相対的に高まったと評価された場合等に、地震臨時情報や関連解説情報を発表することにしました(気象庁のウェブサイト参照)。M8クラスの地震のあとの地殻変動が隣の海域に伝播して次のM8クラスの地震を発生させること、ゆっくりとしたプレート境界でのすべりが巨大地震の想定震源域を取り囲むように発生していること、M7クラス

の地震のあとにプレート境界の固着 のはがれが進んでより大きな本震を 引き起こすことなど、様々な研究の 成果に基づいています。このフィリ ピン海プレートの動きとそれに伴う 地震の発生状況の逐次的かつ適確な 把握に向けて、防災科研では、これ までもHi-netやF-net、DONET 等の地震観測網のデータを用いて 地震活動をモニタリングしてきまし た。しかし、海域における地震の観 測が不十分な上、海底下の複雑な沈 み込み構造により地震が発生した場 所を詳細に知ることが困難でした。 今後、この困難を乗り越える研究を 進め、気象庁による上記の情報提供 の基盤となる現象の時空間変化を把握し、それらの情報の意味を地域が 適切に理解し、利用する仕組みの構 築を考えています。

これまで、防災科研では、地震調査研究推進本部により作成されている「全国地震動予測地図」に資する研究開発および地震ハザードステーション(J-SHIS)による情報提供を実施しており、今や多くの自治体の防災計画等に利用されるようになってきました。一方で、地域からは全て対応しきれるものではない、との声も耳にすることもあり、検討の余地が多く残っているのが現状です。現状の防災計画に沿いながら、起こ

りつつある現象にカスタマイズした 対策が求められることになります。 そのために、各ユーザーの利用目的 や情報の使い方に合致した「情報」 である必要があります。情報提供に は、大きく分けて地震や津波が発生 した直後の即時予測と、地震や津波 が発生する前の地殻内の活動状況に 基づく推移予測があります。これら について、説明していきましょう。

即時予測と推移予測

即時予測としては、本特集号で 紹介されている通り、海域に設置さ れた観測網は、南海トラフ地震や 津波を早期検知できることが大き

なメリットになります。これまで、 DONETの観測データを即時的に解 析し、津波の到達時刻や最大高、浸 水深の空間分布を予測するシステム を海洋研究開発機構と連携して開発・ 運用してきました。海域での強震動 により海底地すべりが発生し、局所 的に大きな津波をしばしば生みます が、このシステムでは、このような 局所的に大きな津波が発生しても、 それが観測されれば、その影響も含 めた津波予測を可視化することが出 来ます。和歌山県、三重県、尾鷲市、 中部電力では既にこのシステムを実 装し、ユーザー自身による運用を支 援する体制も構築しています。また、

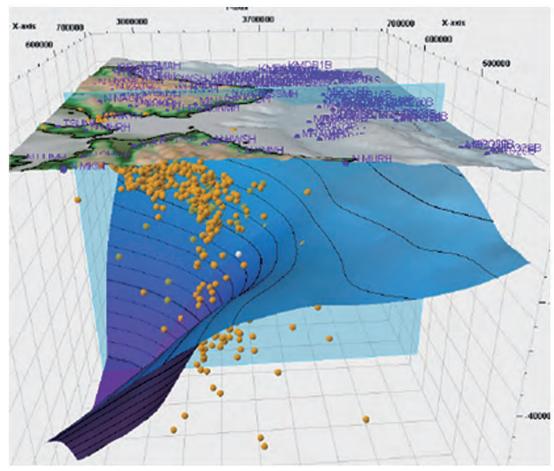


図1 海陸三次元速度構造による震源決定の例

香川大学とも連携し、香川県の沿岸部にも同じようなシステムを既に構築しています。N-netの運用が開始されれば、このようなシステムの水平展開も行われることでしょう。

巨大地震の発生については、その 準備過程が存在することが示されて きています。この準備過程の状態か ら地震発生までの遷移を監視し、こ の情報から地震発生までの推移を予 測することを検討しています。しか し、現状では、推移予測の実現に向 けて、まだ多くの課題があります。 前述のように、まず海域での正確な 震源位置を知ることから始めること が必要です。防災科研では、今年 度から5年計画で実施される文部科 学省の「防災対策に資する南海トラ フ地震調査研究プロジェクト」(以 下、南海プロジェクト)の一環とし て、これまでの研究成果を総合して 構築される高精度な三次元地下構造 モデルに基づき、震源位置を自動的 に推定するシステムを開発します(図 1)。特に浅部の速度構造をできるだ け忠実にモデルに組み込むことが必 要です。これにより、地震がプレー ト境界で発生したのか、浅い地殻内 で発生したのか、沈み込むプレート 内部で発生したのか、即時的に判断 できます。また、システムを自動化 することで、地震の活動状況やその 拡がりの有無を即時的かつ高精度に 検知できるため、プレート境界や内 陸活断層で大きな地震を起こすエネ ルギーを貯めている場所、あるいは、 ゆっくりすべりの活動状況といった 別の情報と組み合わせて比較するこ とで、他地域での地震発生への影響 評価への貢献も期待しています。同

じ計算方法を使って、過去20年分の データ再解析から、過去の地震発生 状況を同じ視点で調べることで、現 在の地震活動が定常的なものなのか、 どの程度異常となっているのかを可 視化・定量化する方法を検討します。 規模の大きい地震ほど動く断層の面 積が大きくなりますが、複雑なプレー ト境界の形状を考えれば、一気に全 断層面が破壊するのではなく、その 固着のはがれが場所によって異なる 状況が考えられます。上記の取り組 みは、これから起こり得る南海トラ フ地震を引き起こす断層の固着の変 化を把握することにつながります。 防災科研では上記の結果を取り込み、 継続的に時間変化を可視化してその 推移を発信する形を目指しています。 この状況に対して、社会はどう迎え 撃つのでしょうか。国立社会保障・ 人口問題研究所によれば、今後更な る高齢化と人口減少が進むことは不 可避で、災害に対する脆弱性が高ま る危険性があるとされています。建 物や橋脚等、構造物の経年劣化も踏 まえ、次の南海トラフ地震発生まで の限られた時間の中で、時間経過に 伴うハザードの変化、人口・建物の 変化を踏まえた長期的な視点が重要 になってきます。南海トラフの地震・ 津波の広域でのリスク評価からは、 建物全壊棟数は2035年、死者数は 2045年でピークを迎え、ともにその 後は徐々に減少するものの建物全壊 率・死者率は年々上昇する結果となっ ています。また、耐震補強、堤防嵩 上げ、低地の土地利用規制等の防災 戦略の観点から、今後も人口増加が 見込まれる地域では中長期的には津 波リスクを抑制するような土地利用

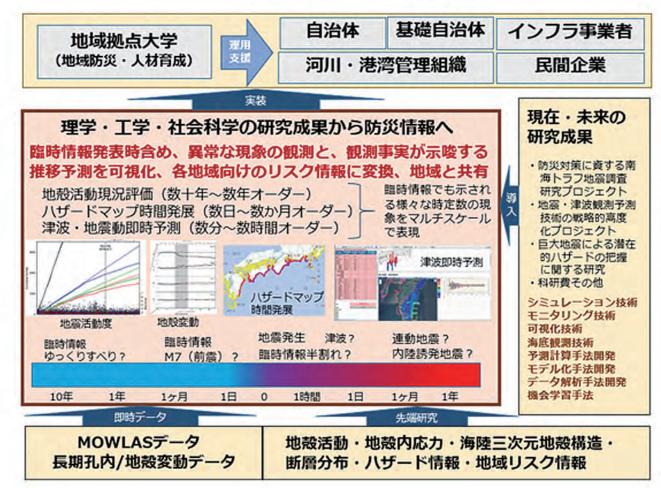
が効果的とされています。社会経済 的に困難な状況と考えられるような 地震発生シナリオを対象に経済被害 を推計できる体制も構築されていま す。これらの成果を地域での対策に つなげるために、多様な地震・津波 の発生パターンを念頭に、周辺地域 での内陸地震発生も想定に入れた災 害シナリオの試作も行ってきました。 過去に発生した被害地震の被害デー タ等をもとに、「被害の様相」と「社 会経済的特徴」等の地域ごとの特徴 を考慮しています。その結果、東海 地方と紀伊半島~四国地方では社会 経済的特徴が異なるため復旧速度に 地域差が出ることが想定されること、 ゆっくりすべり等、通常とは異なる 現象が発生しても、本震発生までに 時間が経過すると人々の関心が薄れ 防災・減災に対する具体的な行動が とられにくい可能性のあること、更 には、資材・人的資源等のリソース 不足等、災害が発生した時の具体的 なシナリオに沿った課題も見えてき ています。

地域防災への貢献に向けて

前述の推移予測をはじめとする理学的な情報とリスク評価をはじめとする工学的な情報を自治体や企業に伝えるにはどのような情報発信の在り方が最適でしょうか。徐々にプレート境界の断層面の固着がはがれ、時にはM7クラスの前震が発生し、M8クラスの地震・津波が発生した後、プレート境界の隣のエリアで再びM8クラスの地震が発生する、あるいは、内陸では活断層に沿ったM7クラスの地震が発生する、というシナリオがあり得るわけですが、こう

共助・公助とよく言われますが、前述のリスク評価は、公助に期待できない状況があり得ることを示しています。社会インフラが使えない状況を考えれば、住民の皆さんそれぞれが起こりつつある現象を認識し、どのように行動するかを考え、地域が連携して動ける社会が必要になります。

このような様々な情報を即時的に 共有し、それが意味することを地域 の方々が理解し、各地域がその防災 上の特性に応じて適切に身構える体 制の構築を考えています(図2)。そ のためには、防災科研の研究者だけでは到底実現しえません。他機関の研究者に加え、自治体や基礎自治体、地域の防災を支える大学の研究者や企業と連携が必要になります。前述の南海プロジェクトや防災科研で実施しているプロジェクト研究、その他科研費の研究結果も含めて、それらの理学的・工学的・情報発信の研究成果を取り込み、地域と連携して情報の適切な更新と即時的で継続的な情報発信の仕組みの構築を目指します。





この企画では「防災科研topics」として、 防災科研にまつわるさまざまな情報を 掲載してまいります。

••••••••••••

防災科研のウェブサイトを リニューアルしました。

防災科研のウェブサイトを2020年4月にリニューアルしました。新しいウェブサイトは、ユーザーの視点に立ち、平常時や災害時に必要な情報を探しやすく、わかりやすい総合案内ツールとして、また、防災科研の組織情報をわかりやすくお伝えするコーポレートサイトとして、コンテンツと設計を刷新しました。

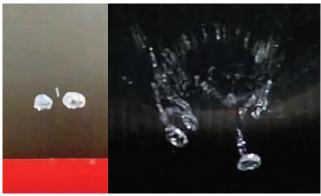


https://www.bosai.go.jp/



pick up





防災科研動画素材集が無料で ダウンロードできます。

防災科研水・土砂防災研究部門ウェブサイトでは、 雨粒実験や竜巻実験など、気象に関連する映像を約10 秒の動画でご紹介しています。動画はどなたでも自由 にダウンロードしてご利用いただけます。学校の授業 や市民講座、通信講座などでの講義資料の素材として など、ぜひ幅広くご活用ください。



http://mizu.bosai.go.jp/key/niedclip_kisho



Dr.ナダレンジャーの防災科学教室が 防災科研ウェブサイトで配信中。

防災科研ウェブサイトでは、防災教育の一環として Dr.ナダレンジャーの防災科学教室(動画)を公開しています。動画は「液状化実験」「地震の揺れ実験」「なだれ実験」があり、小学校4年生以上を対象に災害の仕組みを科学的に、かつ楽しく理解ができるような実験内容になっています。

教育関係者の皆様におかれましては、防災、災害に ついて子供たちに教える際にご活用いただければ幸い です。詳しくは、右記をご覧ください。



https://www.bosai.go.jp/introduction/movie.html



気象庁長官より 感謝状をいただきました。

防災科研地震津波火山ネットワークセンターが、 日本海溝海底地震津波観測網(S-net)の整備・運用 により、地震津波監視業務の改善に寄与した功績で、 気象庁長官より感謝状をいただきました。

地震津波火山ネットワークセンターは、観測を通じた 災害の軽減を目指して、陸域の地震火山観測網および 海域の地震津波観測網を全国に整備し運用するととも に、さまざまな研究開発を行っています。



統合レポート2019を公開しました。

このたび防災科研では、研究所の目指す社会の姿、そうした社会を実現するための価値創造プロセス、さらにプロセスにのっとった研究の取り組みや成果について分かりやすくお伝えし、ステークホルダーの皆さまとの連携・理解を賜ることを目指して「防災科研統合レポート 2019」を編集・発行いたしました。こちらは防災科研ウェブサイトよりダウンロードできますので、是非ご一読ください。



https://www.bosai.go.jp/introduction/report.html



筑波大学との協働大学院方式による学位プログラム 「リスク・レジリエンス工学学位プログラム」 開始

防災科研は、2020年4月より、筑波大学と連携して博士の学位プログラム「リスク・レジリエンス工学学位プログラム」を新設しました。

このプログラムは協働大学院方式で、筑波大学と防 災科研を含めたレジリエンス研究教育推進コンソーシ アムが協働して運営していく大学院です。

本学位プログラムは、「工学的視点から、不測の事態や状況の変化に柔軟に対応し、求められる機能を維持提供し続け、回復する能力」、すなわち、リスクを工学的方法により分析・評価した結果をレジリエンス社会の実現のために活用できる高度な技術をもち、現実社会の問題を見据えて教育研究成果等を社会還元できる高度専門職業人、また、深い理論的基盤に基づく研究能力と高度な技能・実践力を有するアカデミック

なグローバル人材の養成を目的としています。

防災科研からは、藤原広之(マルチハザードリスク評価研究部門)、臼田裕一郎(防災情報研究部門)、酒井直樹(水・土砂防災研究部門)の3名が教授として参加し、研究指導・授業を行い、専門的・実践的かつ最新の知識や技術の講義を担当することにより、レジリエンス社会のために活躍する人材を育成します。

また、レジリエンス研究教育推進コンソーシアムが Joint Seminar減災と共催した公開シンポジウム「『想定外』を想定できるこれからの人材育成とは一教員・学生・企業の視点からー」では、レジリエンス社会の実現に向けた人材育成について林理事長を始めとした参加者による議論が行われ、レジリエンス研究教育推進コンソーシアムの取り組みを広く発信しました。



公開シンポジウムでの講演の様子



レジリエンス研究教育推進コンソーシアム

企業、研究機関、大学の協働により、2017年12月発足しました。リスク・レジリエンス分野のセミナー、講演会、研究会、シンポジウムなどを開催し、新たな研究領域を探究するとともに、参画機関の知の協働により筑波大学に設置された「リスク・レジリエンス工学学位プログラム」の運営母体となり、アカデミックなグローバル人材を育成する礎となります。

参画機関一覧 .

とコム株式会社、大日本印刷株式会社、日本電気株式会社、スリーエム ジャパン株式会社 一般財団法人DRIジャパン、一般財団法人電力中央研究所、一般財団法人日本自動車研究所 互立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所電子航法研究所、国立研究開発法人産業技術総合研究所 国立研究開発法人防災科学技術研究所、独立行政法人労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所 國家災害防教科技中心(National Science and Technology Center for Disaster Reduction)(台湾) 国立大学法人贷波大学

Fifth JDR Award 受賞

総合防災情報センターの臼田裕一郎センター長が、 Fifth JDR Award を受賞しました。

今回の受賞は、臼田センター長がゲストエディターを務めた特集号 "Special Issue on NIED Frontier Researches on Science and Technology for Disaster Risk Reduction and Resilience 2017" が、直近3年間で最も多くダウンロードされたことが評価

されたものです。

臼田センター長は「防災科研はこれからも分野を超えた研究、そしてその成果の特集を続けていきます。 それが多くの方々とのコラボレーションにつながり、 知の統合により我が国および世界の防災力向上につな がれば幸いです」と語っています。







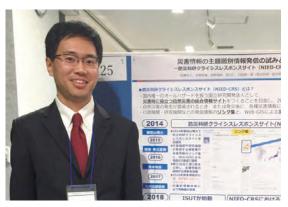
臼田センター長を囲んでの記念撮影

第32回日本リスク学会年次大会の 大会優秀発表賞を受賞

日本リスク学会第32回年次大会で防災情報研究部門(内閣府防災担当 出向中)の佐藤良太特別研究員が「災害情報の主題図別情報発信の試みとその効果-防災科研クライシスレスポンスサイト(NIED-CRS)を通じて-」の発表で大会優秀発表賞を受賞しました。大会優秀発表賞は、40歳未満の会員が筆頭発表者で

ある優秀な発表に対して授与されるものです。

佐藤研究員は「今回の受賞は、これまで防災科研が、 災害情報の集約及びNIED-CRSにおける情報発信を 積み重ねてきた成果が評価されたものであると考えて おります。今後も精力的に研究活動を進めていく所存 です」と語っています。



佐藤良太特別研究員





受賞スピーチの様子

放送大学講座「コミュニティがつなぐ安全・安心」

防災科研 林理事長が主任講師を務める放送大学講座「コミュニティがつなぐ安全・安心」が4月より放送されています。「人と人が助け合わなければ災害を乗り越えられない」という命題が授業全体を通じて解説され、災害レジリエンス向上をコミュニティの視点から読み解くものとなっています。ぜひご視聴ください。

- ■番組名 「コミュニティがつなぐ安全・安心('20)」
- ■放送局 放送大学 (BS232チャンネル)
- ■放送日 4月3日~7月10日(15回)毎週金曜日
- ■放送時間 21:00 ~ 21:45

※今後4年間の放送を予定しています。詳細な予定は放送大学のウェブサイト(https://www.ouj.ac.jp/)でご確認ください。



収録風景 (本番前のひととき)



収録風景(大型降雨実験施設)

■主任講師 林春男 (防災科学技術研究所 理事長)

■概要 変化を遂げる社会の中で災害は多様化し、コミュニティや安全・安心のあり方も変容しています。 しかし安全・安心の確保に不可欠なものは人と人の助け合いであることに変わりはありません。当講座ではそのためのコミュニティのあり方を総合的に検討します。

■放送スケジュール -

第1回 4月3日 コミュニティがつなぐ安全・安心とは

第2回 4月10日 社会の不可逆的変化をたどる

第3回 4月17日 社会の変化に応じたコミュニティの変容

第4回 4月24日 社会の不可逆的変化に応じた災害の多様化

第5回 5月1日 レジリエンスの登場

第6回 5月8日 マルチリスクに立ち向かう

第7回 5月15日 予測力の向上-理学コミュニティの防災観 第8回 5月22日 予防力の向上-工学コミュニティの防災観

第9回 5月29日 対応力の向上―応急対応

第10回 6月5日 対応力の向上―復旧・復興

第11回 6月12日 個人のレジリエンスを高める

第12回 6月19日 地域・組織のレジリエンスを高める

第13回 6月26日 災害対応のコミュニティのレジリエンスを高める 第14回 7月3日 ワークショップによる主体的参画

新14回 1万0日 / //ョ//に6/03

第15回 7月10日 国難に立ち向かう

■放送・教科書執筆担当講師・

林 春男 (防災科学技術研究所 理事長)

奈良 由美子 (放送大学教授)

野口 和彦 (横浜国立大学客員教授)

天野 肇 (ITS Japan 専務理事)

田村 圭子 (新潟大学教授)

ご意見・ご感想をお寄せください

防災科研では、皆様のご意見・ご感想を募集しております。 右記メールアドレスまたはQRコードを読み取りお送りく ださい。郵送・FAXの場合は「企画部広報・ブランディング 推進課 防災科研ニュース係」とご記入ください。なお、い ただいたご意見・ご感想につきましては、防災科研ニュース の今後の向上のための貴重な資料として使用させていただ きます。皆様のご意見・ご感想をお待ちしております。

⊠ k-news@bosai.go.jp



郵送

〒305-0006 茨城県つくば市天王台3-1 国立研究開発法人防災科学技術研究所 企画部広報・ブランディング推進課防災科研ニュース係

FAX 029-863-7699

防災科研ニュース

2020 No.209

2020年6月30日発行

●ご意見・ご感想をお寄せください e-mail:k-news@bosai.go.jp

■発行

国立研究開発法人防災科学技術研究所

〒305-0006 茨城県つくば市天王台3-1 企画部広報・ブランディング推進課防災科研ニュース係 TEL.029-863-7768 FAX.029-863-7699

●防災科研ニュースはウェブサイトでもご覧いただけます (https://www.bosai.go.jp/)