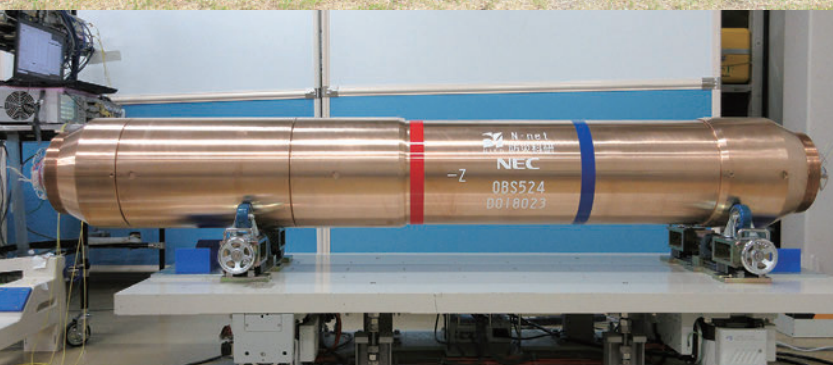


NIED

NEWS

防災科研ニュース

2025 No.230



特集

世界に誇る地震津波観測網が完成



特集

世界に誇る地震津波観測網が完成

- | | |
|-------|--|
| 3 | 巻頭言
海底観測ネットワークで20秒、20分早く
理事長 寶 馨 |
| 4-5 | 観測の空白域に新しい観測網完成
青井 真 |
| 6-7 | N-net観測システムの特徴
切刀 卓 |
| 8-9 | N-netで捉えた地震と津波のデータ
武田 哲也 |
| 10-11 | 海域観測網データの利活用
高橋 成実 |
| 12-13 | N-netの海洋敷設工事
三好 崇之 |
| 14-15 | 南海トラフ海底地震津波観測網(N-net)開発・整備のあゆみ |
| 16-17 | N-net完成記念式典レポート |
| 18-20 | 防災科研topics |

理事長 寶 馨 たから かおる

令 和元年（2019年）から整備が進められてきた南海トラフ海底地震津波観測網「N-net」は、室戸ジオパーク陸上局と串間陸上局を結び、2025年6月に整備が無事完了いたしました。秋からは本格運用に入ります。

6月8日には室戸で、14日には串間で陸上局の完成記念式典を執り行いました。室戸の式典には、室戸市長 植田壮一郎様、高知県危機管理部長 江淵誠様、高知県漁業協同組合参事 柳原栄二様、三津大敷株式会社事務長 山本幸生様、また、串間の式典には、宮崎県知事 河野俊嗣様、串間市長 島田俊光様、串間市東漁業協同組合代表理事組合長 門田國光様に臨席賜りました。皆さまには、長年にわたるご支援とご協力に感謝の意を込めて、感謝状を贈呈いたしました。この場をお借りして、改めて心よりお礼申し上げます。

また、N-netの開発・整備にあたっては多くの企業にご参画いただきました。中でも、日本電気株式会社、NECネットエスアイ株式会社、株式会社OCC、横河電機株式会社、白山工業株式会社、NECプラットフォームズ株式会社、KDDIケーブルシップ株式会社の各社におかれては特に大きな貢献をいただいたことから、7月29日に都

内で開催した完成記念シンポジウムにおいて感謝状を贈呈いたしました。関係各社の皆さまに、深く感謝申し上げます。

本号は、このN-netに関する特集をご紹介します。N-netの整備に係る技術的側面はもとより、実際にN-netが捉えた観測データの紹介や利活用への期待など多岐にわたる内容となっています。

本号に原稿を寄せている防災科研の職員をはじめ、プロジェクトに関わった多くの職員が、多大な努力を重ねてまいりました。2023年度および2024年度の10月から3月に実施した海洋敷設工事では、数名の職員が交代で長期間にわたる船上生活を送りながら任務に従事しました。これに関係職員およびご家族らの労をねぎらうとともに、深く謝意を表します。

N-netの整備により、南海トラフ沿いの海底地震津波観測網の空白域が解消され、これまでより最大20秒程度早く地震が検知でき、津波は最大20分程度早く直接検知できるようになりました。このリードタイムにより、多くの人命や資産・暮らしが守られるものと確信いたします。

詳しくは、本号の各記事をご参照ください。



観測の空白域に新しい観測網完成

「MOWLAS」の新しい観測網： 南海トラフ海底地震津波観測網「N-net」



巨大地変災害研究領域 研究領域長
青井 真

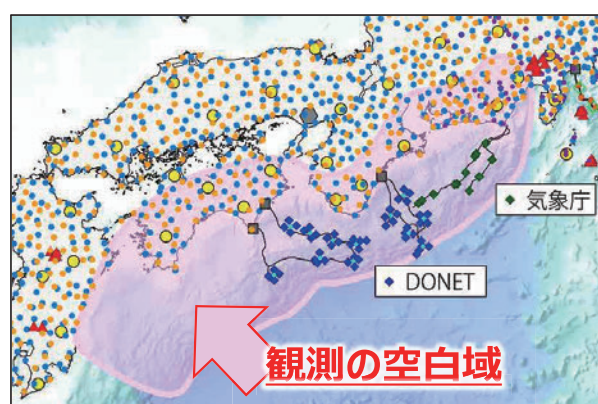
はじめに

1995年の阪神・淡路大震災や2011年の東日本大震災を教訓に、全国で稠密な地震や津波の観測が行われるようになりました。防災科研では、2200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。太平洋沖合では、いくつかの機関により地震や津波のリアルタイム観測がなされていましたが、近い将来に発生し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巨大地震の想定震源域の西半分の海域は、これまで観測の空白域でした（図1）。防災科研では、この海域に2019年から南海トラフ海底地震津波観測網「N-net」の構築を開始し、2025年6月の構築完了によりこの空白域は解消されました。

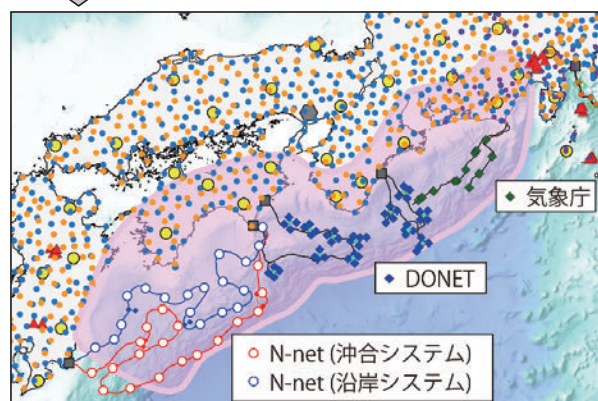
ケーブル式海底地震津波観測

沿岸から数十キロ以上離れた沖合で地震計や津波計を設置して常時リアルタイムで観測を行うには、海底ケーブルを利用した観測がほぼ唯一の実現可能な手段です。これは国際通信などに用いられている海底ケーブル技術を応用したもので、長年の実績により成熟し、非常に高い信頼性を備えています。一般的な通信では、一方の陸上局舎から音声やデータを送信し、他方の局舎でそれを受信することで、国際電話やインターネット接続などを実現しています。これに対して、海域における地震や津波の観測では、観測装置を数十キロ間隔で海底ケーブルに接続したものを海底に設置し、観測データをそれぞれの観測装置から陸上局に送信しています。

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、二本の海底ケーブル（沖合システム



2025年6月のN-net完成により、太平洋沿岸の最後の観測網空白域が解消



ピンクは南海トラフ巨大地震の想定震源域を示す

図1 南海トラフ巨大地震の想定震源域の西半分の観測空白域に新しい観測網N-netを構築

と沿岸システム、総延長約1640km) からなっており、それぞれに18台、計36台の観測装置が海底に設置されています。N-netの観測装置（図2）は、長さ2m余り、太さ34cm、深さ5000m、500気圧の高圧に耐えるように、厚さ3cmもの金属製筐体*（きょうたい）に入っており、重さが1000kgを超える巨大なものです。容器の右半分には地震を観測するための地震計4式や、計測装

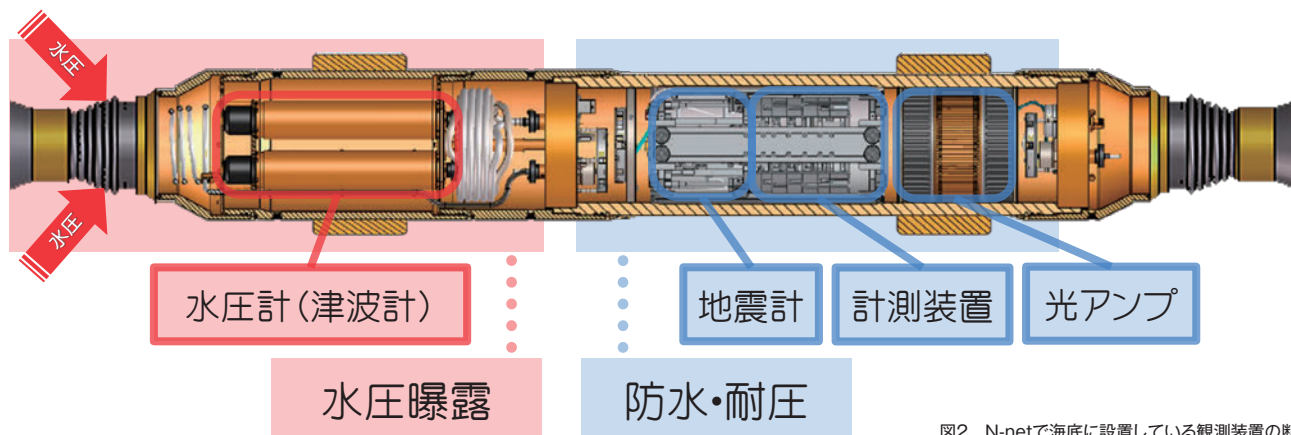


図2 N-netで海底に設置している観測装置の断面図

置、通信用の光アンプが組み込まれています。これらは海水につかると故障するため、防水・耐圧の構造になっています。容器の左半分には、津波を計るための水圧計が2式組み込まれていますが、水圧を測るためには容器の外側（海底）と同じ圧力である必要があります。ゴム製の蛇腹構造を通じて、赤い矢印で示すように外側の圧力を内側に伝達することで、正しく水圧を測ることができるよう工夫されています。

従来使われていた水圧計は、地震時の振動や姿勢変

動によりノイズが混入することがあり、そのような影響を可能な限り低減するため、MEMS（Micro Electro Mechanical Systems：微小電子機械システム）技術を用いたシリコン振動式圧力センサを搭載した水圧計を新たに開発し、N-netで採用しました。

N-netによる、より早い地震や津波の直接検知

震源に近い場所で観測することで、これまでに比べ地震や津波をより早く直接検知できるようになることは、防災対策として極めて有効です。

N-netの観測が始まることで、従来と比べて地震及び津波がそれぞれ最大20秒、20分程度早く直接検知できる見込みです（図3）。N-netのデータはリアルタイムで気象庁にも送られ、緊急地震速報や津波警報などの高精度化や迅速化に役立てられます。実際、一足先に運用を開始している沖合システムの水圧計のデータは、2024年11月より気象庁の「沖合の津波観測に関する情報」への活用が開始されています。

今後に向けて

N-netは甚大な被害が懸念される南海トラフ巨大地震への対策の一環として整備が進められてきました。今後、この観測網から得られるデータの活用が進むことで、地震動や津波の即時予測の迅速化・高精度化が図られ、さらに地震や津波のメカニズムの解明にもつながることで、災害による被害の軽減に寄与することを願っています。

※ 金属製筐体：内部機器を保護するケース

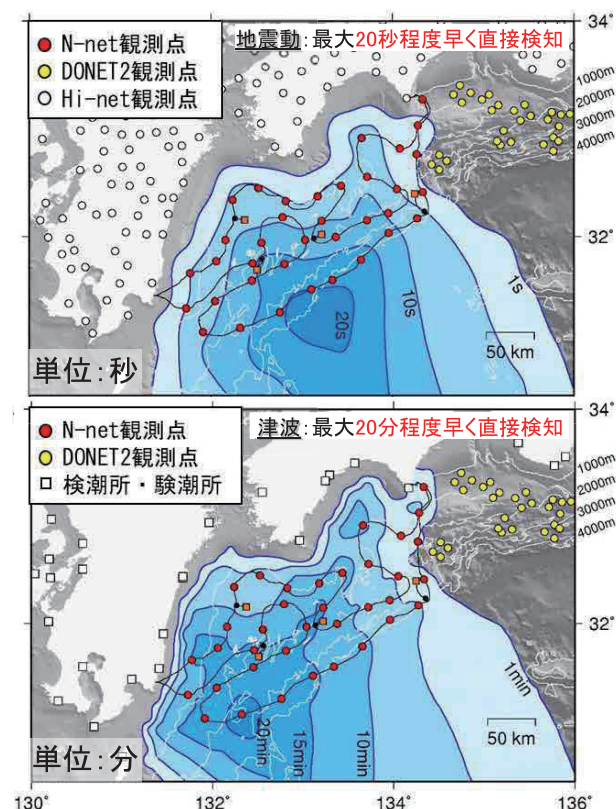


図3 N-netの設置によって、地震動（上）および津波（下）が最寄りの観測点に到達するまでの時間がどれほど短縮されるかを示したコンター図

N-net観測システムの特徴

最新鋭の海底地震津波観測網



巨大地震変災害研究領域
地震津波複合災害研究部門 副研究部門長
功刀 卓

はじめに

N-net^{*1}は、これまで日本で構築された、S-net^{*2}、DONET^{*3}等の各種海底ケーブル式地震津波観測網の優れた点を併せ持つ、最新鋭の観測システムとして開発されました。ここではN-netの技術的な特徴について紹介します。

システム概要

N-netは、沖合システムと沿岸システムの二つの海底ケーブルシステムから構成され、それぞれのケーブルの長さは約900km、約740kmです。ケーブルの両端は高知県室戸市、宮崎県串間市の二つの陸上局に陸揚げされています（両端陸揚げ方式）。海底に設置される装置への給電は定電流直流給電方式（約1A、約3000V）、データ伝送には光伝送方式を採用しています。沖合システム、沿岸システムともに基幹ケーブル部に18台の観測装置と2台の分岐装置が接続されています（図）。分岐装置には電流を分岐部と末端部で往復できる特殊な海底ケーブル（給電岐路ケーブル）を介して、末端には終端装置が接続されています。この終端装置には将来機能拡張するための装置を接続できるコネクタが装備されています。なお、システム内に観測装置と拡張のための終端装置の両方を備えていることは、N-netの特徴の一つとなっています。

観測装置

観測装置は、地震と津波を観測するセンサーを搭載し、観測データを陸上局に送信する機能を担っています。海底下でかかる高い圧力に耐えるために、ベリリウム銅という特殊な合金で作られています。観測装置は円

筒形をしており、地震時に回転を生じやすいため、これを防止する直方体の形状を持つ回転低減装置が備えられています（埋設点を除く）。これにより強い地震動が生じた場合にも正確な地震と津波の観測を行うことが可能です。回転低減装置は防災科研が1996年に相模湾に整備した海底地震津波観測ケーブルシステムで初めて適用したもので、今回はN-net用の観測装置に合わせて新たに開発を行いました。

地震計

観測装置内には加速度計と速度計という2種類の地震計が搭載されています。加速度計は強い揺れを計測するためのもので、最大で5G（重力加速度の5倍）に相当する加速度を計測可能です。この加速度計の方式はフィードバック型加速度計と呼ばれるものです。高い安定性を確保するため、可動部に石英ガラスを用いた製品を採用しています。加速度計は3次元の振動を計測するため、互いに直交する3成分を1組として、2組（計6台）が搭載されています。2組の搭載は、万が一の故障時にも地震観測を継続するための対策です。

速度計は微弱な揺れを計測するためのものです。速度計の方式は動電型速度計と呼ばれるもので、電子部品を用いずに揺れを電気信号に変換できる長期信頼性に優れたものです。一般に動電型速度計は傾きの少ない場所に設置しないと動作できませんが、長周期帯域における感度を低下させることで、大きな傾斜下においても動作可能となります。N-netで採用したものは、S-netにおいて、長期安定稼働の実績を持つもので、どのような傾きの場所においても動作する固有周期がごく短い動電型速度計です。長周期帯域における感度の低下は、高精度な

電圧増幅器の搭載により補っています。速度計も加速度計と同様に3成分2組（計6台）が搭載されています。

津波計

津波計としては、津波の波高に応じて発生する水圧の変動をとらえる高精度水圧計を搭載しています。従来、この目的には水晶振動子を用いた水圧計が用いられてきましたが、N-netでは新たにMEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 技術を用いたシリコン振動子式水圧計を開発して採用しています。この水圧計は小型かつ高い精度を持つため、機械的な拡大機構を必要としません。そのため地震動や設置姿勢の変化による影響を受けにくく、大きな地震動が発生した場合でも正確な津波の観測を行うことが期待されます。これは、南海トラフ地震に代表される巨大地震の発生に伴う津波を震源域の近傍でとらえる上で、大変優れた性能です。

通信方式

観測装置と陸上局との通信には、光ファイバを用いた長距離通信に使用されるSDH (Synchronous Digital Hierarchy) というネットワーク伝送規格のうち、STM-4 (Synchronous Transport Module level-4) を用います。これは同期シリアル通信と呼ばれる方式で、データ伝送を行いながら海底と陸上の間で高精度な時刻同期が可能です。N-netではSDHの持つ時刻同期の機能を利用し、海底に設置された観測装置内で、GNSS (Global Navigation Satellite System) 信号に高精度に同期した時刻源を利用可能です。この時刻源は地震データに付与する高精度な時刻情報や振動子式水圧計の計測に必要な基準周波数源として使用されます。

N-netは1システムに4対の光ファイバペアを持っています。このうち、1ファイバペアは将来的な機能拡張のためのもので、残りの3ファイバペアで観測装置のデータ伝送を行っています。データ伝送には波長多重の技術を用いています。これにより3対の光ファイバペアで18台の観測装置のデータ伝送が可能です。

データ処理

海底の観測装置から送信された地震と津波の観測データは、陸上局で処理され、防災科研や気象庁などの利用

機関に伝送されます。観測装置は室戸市と串間市の二つの陸上局に同じデータを二重に送信することで、陸上局で発生する障害の影響を受けにくくしています。陸上局内では、観測装置からのデータをマルチキャスト（同時に複数の装置が受信可能な方式）で流通させています。STM-4で構成された通信路上にIP (Internet Protocol) データを流通させることにより、観測装置と陸上局の間ではLAN (Local Area Network) と同様なネットワーク通信が可能です。

さいごに

このたび稼働を開始したN-netの技術的な特徴についてご紹介しました。N-netの整備は完了しましたが、観測されたデータを最大限に活用する努力はこれからも必要です。今後は、データ解析技術の高度化を中心に、南海トラフ地震津波防災のための研究開発に取り組んでいきたいと考えています。



図 敷設船上の観測装置（手前）と分岐装置（奥）

- ※1 N-net：南海トラフ海底地震津波観測網
- ※2 S-net：日本海溝海底地震津波観測網
- ※3 DONET：地震・津波観測監視システム

N-netで捉えた地震と津波のデータ

2024年8月8日の日向灘の地震(M7.1)



巨大地震災害研究領域
地震津波火山観測研究センター 上席研究員
武田 哲也

はじめに

N-net^{*1}の計器性能を確認するために、機器の開発段階において何度も試験を実施してきました。例えば、水圧計については、10本もの水圧計を大きな耐圧容器の中に封入し、1年間にわたる高圧試験を行いました。しかし、どれほど試験を重ねたとしても、実際に設置された環境下で収録されたデータを確認しなければ、本当の意味での性能はわかりません。設置後における最も有効な確認方法は、実際に発生した地震や津波のデータによって評価することですが、南海トラフ地震想定震源域内の地震活動は、東日本の太平洋側の海域に比べて低調であり、また津波に関しては発生頻度が非常に低く、データを得ること自体が難しいという問題があります。そのため、計器の性能を評価するには、ある程度の期間が必要だと考えられていました。ところが、2024年7月のN-net沖合システムの整備完了直後の8月8日に日向灘で地震(M7.1)が発生し、同時に津波も発生したことがわかりました。これを受け、日向灘での地震発生時におけるN-netの観測データを確認しました。

N-netの地震計データ

N-netには、強震計(加速度計)と高感度速度計の2種類の地震計が備えられています。強震計は強い揺れでも振り切れずにデータを取得でき、高感度速度計は人が感じないような非常に小さな揺れも記録することができます。本稿では強震計による記録について紹介します。

地震は16時42分頃に発生しました。震央からもっとも近い観測点はN.NAE18であり、震央距離にして約50kmあります。地震発生後、最初にP波初動が到達し、その後大きな振幅を持つS波が到達しており(図1)、最

大加速度(三成分合成)は288galに達しました(表)。センサは約±5000galまで測定できるため、今回の地震による揺れであっても振り切れるまでには十分な余裕があります。地震の揺れを振り切れることなく、地震の記録を取ることは、緊急地震速報での活用や震源過程などの解析においてとても重要なことです。今回の記録を見る限り、異常なデータを示す観測点は確認されませんでした。また、N.NAE18の波形記録を見ますと地震波の到着前と後では振れの中心がずれているように見えます(図1中の矢印)。この点は後述します。

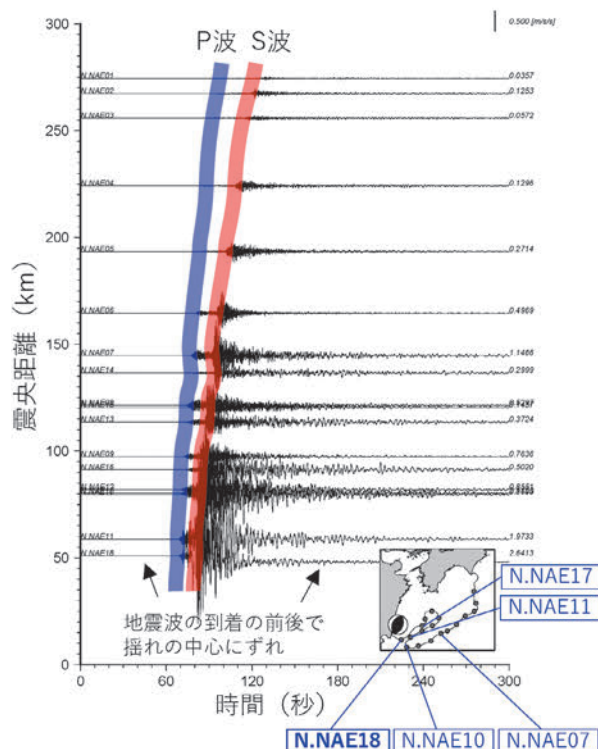


図1 2024年8月8日の日向灘の地震における沖合システムでの強震計観測波形を震央距離順に並べたもの

回転低減装置の効果

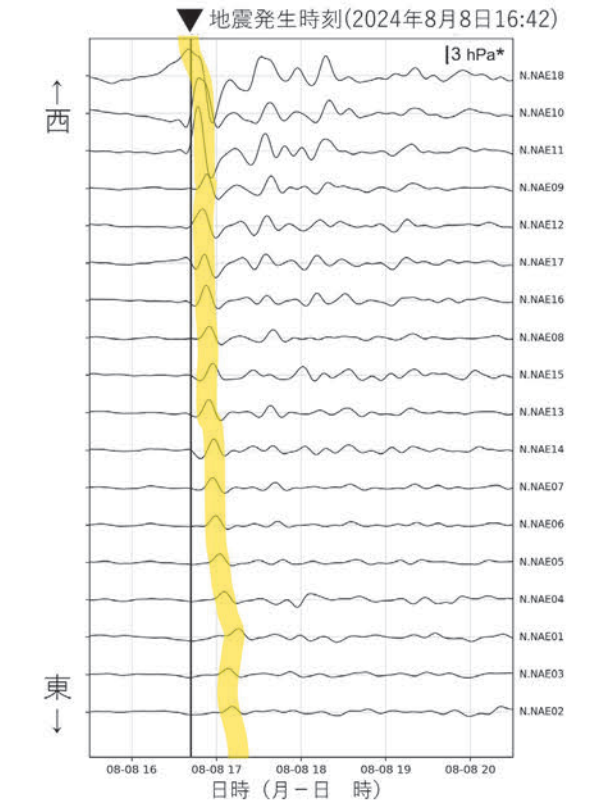
N-netは、耐圧性能を確保するため観測筐体^{※2}（かんそくきょうたい）が円筒型をしています（本誌P7参照）、強い揺れが生じた際にその形状のため観測筐体がわずかに回転する可能性があります。回転が生じると前述のように揺れの中心がずれる場合があります。そのためN-netでは、回転を抑制するために一部観測点を除き回転低減装置を取り付けています。回転低減装置は直方体の真ん中を円状にくりぬいた形状をしており、丸い観測筐体を挟み込むように取り付けられています。今回の地震における最大加速度と、観測筐体の中心軸周りの回転角度を表に示します。比較的震央に近い観測点では、200galを超える最大加速度が記録されており、その中でN.NAE18では1.8°回転しています。一方、同程度の最大加速度を示すN.NAE11（最大加速度223gal）やN.NAE17（最大加速度215gal）では、回転角度は0.01°を下回っております。回転低減装置はN.NAE11とN.NAE17では取り付けられていますが、N.NAE18では取り付けられていません。この結果から地震の揺れの際に回転低減装置が有効に機能したのではないかと考えられます。なお、N.NAE18に回転低減装置がない理由は、水深が1000mよりも浅い観測点は漁業との関係で埋設されており、埋設の際の設置装置の制約により取り付けられないためです。N-netでは全36観測点中、埋設されていない33観測点で回転低減装置が取り付けられています。

N-netの津波計データ

N-netには新規開発された水圧計が備わっています。従来の水圧計と比較して振動に強く、大きな揺れの中でも正確に水圧測定できることが特徴です。今回の日向灘の地震においては、N-netで初めて実際の津波による記録を取得することができました（図2）。震央に最も近い

表 最大加速度（三成分合成）と観測筐体の中心軸周りの回転角度。最大加速度100gal以上記録した観測点を記載

観測点名	最大加速度（三成分合成）（gal）	回転角度（°）	回転低減装置の有無
N.NAE18	288	1.8	なし
N.NAE11	223	0.003	あり
N.NAE17	215	0.009	あり
N.NAE07	163	0.004	あり
N.NAE10	113	0.003	あり



沖合システム全18観測点において津波の到来を確認（黄線）

図2 2024年8月8日の日向灘の地震における沖合システムでの水圧観測波形を西から東の順に並べたもの

*1hPaの水圧変化は、約1cmの海面変化に相当

観測点N.NAE18では、数cmの水圧変化が捉えられました。津波によると思われる水圧変化は、沖合システムの18観測点全てで確認できます。今回1cmよりも小さい水圧変化まで捉えられていることから、微弱な津波であっても計測できる性能を有していることがわかりました。

さいごに

今回は、日向灘の地震におけるデータについて説明しましたが、その後に整備された沿岸システム（18観測点）についても、設置後の観測データを調べ、問題がないことを確認しています。すでにN-netの一部データは、気象庁によって2024年11月21日より津波情報等への活用が始まっています。私たちは、来るべき南海トラフ巨大地震「本番」に備え、N-netの実力が最大限に発揮できるよう今後も運用を行っていきます。

※1 N-net：南海トラフ海底地震津波観測網

※2 観測筐体：観測機器を保護するためのケース

海域観測網データの利活用

防災対策への積極利用のすすめ



連携研究フェロー
高橋 成実

はじめに

N-net^{*1}が完成しました。紀伊半島沖に設置されているDONET^{*2}と合わせて、南海トラフの熊野灘から日向灘までの範囲をリアルタイムで地震と津波を観測できるようになりました。気象庁は、海域観測網のデータを用いて緊急地震速報や津波警報・注意報を発表しています。N-netが完成したことで、地震であれば最大20秒程度、津波であれば最大20分程度、検知が早くなることが知られています。本稿では、海域観測網の利活用の観点からまとめました。

地震活動評価

N-netを敷設した南海トラフ西部海域は、二つの特徴を持ちます。まず、高知県沖の海域では、極端に地震活動が少ない傾向があることです(図1)。地殻変動解析の結果から、プレート境界のカップリングが強く固着している海域であると推定されています。もう一つは、日向灘ではマグニチュード(M)7クラスの地震が高頻度で発生しており、時には高知県沖以東の南海トラフ地震と連動する可能性がある、ということです。

1946年の南海地震の西端は日向灘の海域まで広がっていないとされていますが、1707年の宝永地震では、日向灘の海域までプレート境界の破壊が広がったとされています。プレート境界の破壊の広がり、南海トラフ地震の規模を推定するためにも非常に重要な情報です。日向灘地震が高知県沖の南海地震を引き起こす可能性があることも知られています。高知県以東のエリアと日向灘の海域の地震活動を監視することは、今後の地震発生のシナリオを推定するためにも、非常に重要なテーマです。

また、日向灘海域では、「ゆっくりすべり」と呼ばれる、通常の地震よりも卓越周波数が低い地震が繰り返し発生することが知られています。この「ゆっくりすべり」は、近年、運用が始まった気象庁による「南海トラフ地震臨時情報」でも、重要な指標の一つであり、この活動の時空間変化を常に監視することは、地震発生のリスクを考える上で大きな要素となります。

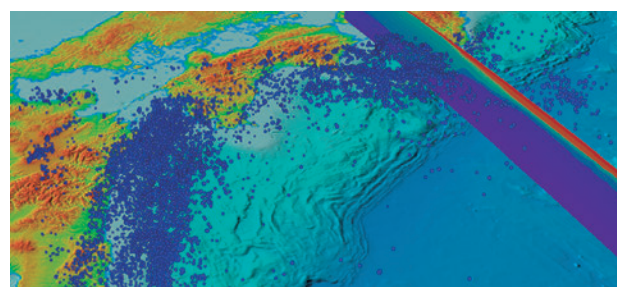


図1 2018年から2年分の南海トラフ西部海域の地震活動表示例
青い点は震源の位置を示す

津波即時予測

N-netの完成により、高知県沖から日向灘の海域で津波が発生した場合、津波の早期検知だけではなく、津波予測の精度向上も期待できます。

津波の振幅は沿岸に近づくとも増幅することが知られており、この特徴を用いて、海洋研究開発機構と防災科研では、津波即時予測システムを開発してきました(図2)。海域の観測点で津波を捉え、最早津波到達時刻、最大津波高、浸水深分布、浸水エリアを直ちに予測します。津波が成長して、海域で観測された津波がより大きくなると、予測された津波高や浸水エリアもその成長に応じて、その都度、当初の予測よりも高く広く、更新されます。このシステムはこれまで、和歌山県、三重県、千葉県、中部電力に導入・運用されてきました。近

年では、漂流する津波瓦礫分布も一部で予測できるようになりました。

海域観測点が面的に展開されることで、沖合海域で発生した津波を、その伝播経路に沿って、津波高の変化や増幅の程度を監視することが可能になります。天気予報でも雲の動きを精度よく把握できれば、降雨量と開始時刻を高精度に予測できるように、津波予測でも同じことが言えます。ある特定の地域の津波を予測する際、津波発生地点からその地域に到達する津波を観測し続けることが、津波予測にとって重要です。津波伝播の経路の途中で、地震動により海底地すべりが発生し、局所的に高い津波が発生した場合でも、津波の高さの時空間変化を捉えれば、津波即時予測に反映されます。

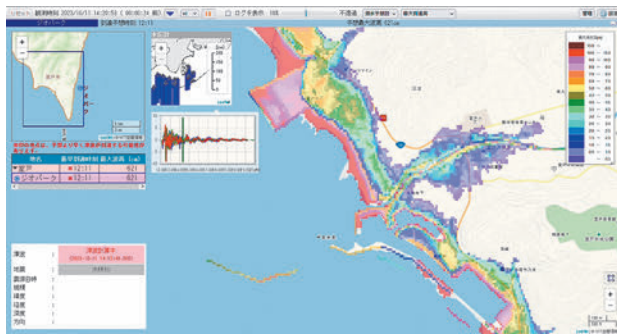


図2 室戸市での津波即時予測適用例

防災対策への利活用

このような地震と津波の監視をどのように防災・減災へとつなげることができるでしょうか。

地震の備えには、自治体から公表される最大級規模の地震を想定したハザードマップが用いられます。規模が大きくなると、振幅も大きくなり、長時間にわたってゆっくりとした低周波の成分を多く含む揺れとなります。こうした揺れは、地盤の緩い地域では地震動そのものの増幅に加え、液状化のリスクを高める要因となります。南海トラフ地震の場合、複数の破壊域から構成されているため、数回に分かれた連動地震として発生することもあります。このようなケースでは、揺れそのものは最大級の規模に比べるとやや小さくなりますが、一度収まった後に、再び揺れに襲われることになります。崩れかけた家屋が2回目の揺れでさらにダメージを受けることもあります。南海トラフ地震発生時に、まだ破壊されていないプレート境界域を把握することは極めて重要で

あり、海域観測網がそのためのデータを提供します。

地震予知は不可能ですが、地震発生リスクの上昇把握は可能です。それが、前述の気象庁による「南海トラフ地震臨時情報」です。微小地震活動や「ゆっくりすべり」の活動監視は、平常時とは異なる地殻活動を捉える手掛かりになります。こうした異常が認められたら、家具の固定や避難路の確認、家族間の連絡の取り方など、身の回りでできる防災活動に目をむけてみてください。

津波に対しては、人間の走力では対抗できません。津波の浸水が始まる前に避難することが必要です。津波即時予測は、避難開始のきっかけではなく、津波浸水による孤立避難所の特定や、浸水開始までの行動判断などに活用するものと考えています。津波の浸水状況から、道路、電気、通信などインフラの健全性の把握や、発災後の対応策の優先順位検討にもつながるでしょう。津波浸水開始までに猶予があれば、強震動で閉じ込められた住民救助のための時間的猶予やアクセス方法、撤退時間を判断できます。直ちに津波浸水が始まる地域では、孤立地域の特定や、漂流する津波瓦礫による火災リスクなどの判断材料にすることも可能です。

津波即時予測の利用にあたっては、日ごろからの訓練が必要です。これまでに開発してきた津波即時予測システムでは、南海トラフ地震の発生時刻や規模の想定をあらかじめ設定し組み合わせることで、さまざまなケースを想定した予測の再現が可能です。即時性を備えたシステムを訓練に取り入れることで、発災後の現地における判断時間や対応に必要な時間を確保できます。対応策のバリエーションの把握と、刻々と入ってくる情報のトリアージ※3ができるように、平時から訓練を通じて考えておくことが大切です。

※1 N-net：南海トラフ海底地震津波観測網

※2 DONET：地震・津波観測監視システム

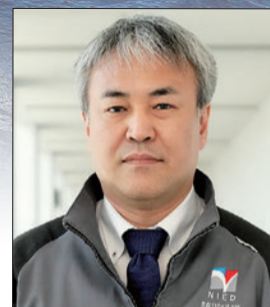
※3 トリアージ：優先順位をつけること



海底通信ケーブル敷設船乗船記

N-netの海洋敷設工事

総延長1640kmの物語



巨大地変災害研究領域
地震津波火山観測研究センター 主任研究員
三好 崇之

はじめに

駿河・南海トラフ沿いで繰り返し発生する巨大地震に対して、気象庁気象研究所が東海沖にケーブル式の海底観測網を1978年に敷設して以来、船を使ったいくつかの観測網のケーブル敷設工事が行われてきました。N-net^{*1}はその想定震源域の最西端の海底に設置され、室戸ジオパーク陸上局（高知県）と串間陸上局（宮崎県）が、二つのルートで専用の海底ケーブルによってつながりました。敷設されたケーブルの長さは、沖合システムで約900km、沿岸システムで約740km。本稿では総延長1640kmに及んだ海底ケーブル敷設工事の一端をご紹介します。

船舶の紹介

N-netのケーブル敷設工事は、海底通信ケーブル敷設・修理船である「KDDIケーブルインフィニティ」によって実施されました（図1）。略称はKCIで、総トン数は9766トン。ケーブルタンク、ドラムケーブルエンジン、ケーブルシーブなどを備えています。また、鋤式埋設機^{*2}（すきしまいせつき）、有索式水中ロボット（ROV）も搭載されています。

ケーブル敷設船を使った海底通信ケーブルの敷設には、大陸間の敷設などの豊富な経験と長年にわたって培われた高い技術力が求められます。N-netはそれを最大

限に生かし、観測装置や終端装置を除いて一般の通信ケーブルとほぼ同様の方法で敷設し、広域かつ均等に、迅速かつ比較的低いコストでの敷設を実現しました。

船積み

敷設する観測装置やケーブルなどは、港近くの工場に集められ、敷設計画に従って観測装置が海底ケーブルで数珠のようにつながれ、24時間体制で専用路を通じKCIに積み込まれました。敷設順とは逆に船積みされ、ケーブルタンクには、上位ほど敷設順が早いものとなるように収納されました。観測装置などの重量物（ケーブルも十分重たい）はクレーンを使って船積みされました（図2）。ケーブルタンクへのケーブルの収納はどうしても手作業となるため、作業員が交代でケーブル長相当を歩くのだそうです。



図1 関門海峡を航行中のKDDIケーブルインフィニティ（KCI）



図2 船内クレーンを使った観測装置のKCIへの積み込みの様子

敷設工事

敷設工事は、沖合システムを2023年度に、沿岸システムを2024年度に実施しました。いずれも室戸ジオパーク陸上局と串間陸上局を1本のケーブルで結ぶ壮大な工事であり、敷設した主な海底部機器は両システムとも、観測装置18台、分岐装置2台、終端装置2台、およびケーブルです。敷設工事は24時間体制で進められました。各工事はそれぞれ年末年始を挟み、延べ3カ月を要しました。穏やかな海、荒れ狂う海、真っ暗な海、初日の出の海、時々刻々と姿を変える海において、正確に安全に、そして着実に工事は進められました。図3と図4にその一端を示します。

敷設工事の工程には、ケーブル埋設区間のゴミなどを除去する「掃海」、ケーブルを船から陸上局側に接続する「陸揚げ」、鋤式埋設機で埋設しながら敷設する「埋設」、ケーブルを海底に落としていく「敷設」、他のケーブルとの交差区間や埋設が不十分な箇所をROVで埋設する「後埋設」などがあります。ケーブルの埋設は、大型船の錨や漁業の底引き網などによるケーブルの損傷を防ぐために実施され、N-netでは水深1000m以浅の海底を対象としました。今回、埋設した観測装置は3台です。観測装置の敷設では、船内移動の際に保護材を取り付けたり、甲板上で回転軽減装置を取り付けたりするなど、通信ケーブルの作業にはない作業と工夫がありました。

これらの工程の途中で、KCIから給電し、海底部機器の機械的特性、電気的特性、光学的特性が健全であるかどうかを確認しました。特に観測装置の試験は、船積み後・投入前・着底後などの各段階で実施し、いずれの試験も観測装置の各センサで得られたデータを解析し、次の工程に進んで良いかを確認しました。



図3 KCI甲板上で非埋設の観測装置に取り付けられた回転軽減装置の記録撮影の様子



図4 船尾のケーブルシープから海底へ繰り出される観測装置の様子

安全かつ正確な工事遂行のため、KCIには多くの人が乗船しました。船舶運航、ケーブル溶接や機器操作等の工事担当、そして料理人などを含め、1回の航海で60名以上が乗船しました。防災科研の職員（一部は所外メンバー）は、私を含め交代で11名が乗船し、工事に立ち会い、乗船勤務と乗船生活を送りました。そして多くの関係者の尽力により2025年3月に完工となりました。

さいごに

1000kmを超える海底ケーブルや観測装置がほぼ計画位置に敷設されたことに加え、効率的な工事がなされました。本工事に関わった方々の献身的なご尽力と高い技術力に敬意を表するとともに、厚くお礼申し上げます。また、乗船に際しては、海上でも陸上でも多くの方々にお世話になりました。乗船者一同、深く感謝しております。N-netが地震津波防災の貢献に直結するよう、そしてそれを支える研究にまい進いたします！

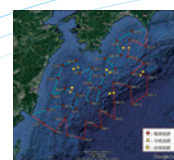
※1 N-net: 南海トラフ海底地震津波観測網

※2 鋤式埋設機: 海底の土を掘り起こしながらケーブルを埋める機械

南海トラフ海底地震津波観測網(N-net) 開発・整備のあゆみ

2018

- 7月 地震調査研究推進本部政策委員会調査観測計画部会海域観測に関する検討ワーキンググループにて「次期ケーブル式地震・津波観測システムのあり方について」報告書とりまとめ



報告書内で示された次期システムの案

2019

- 2月 「南海トラフ海底地震津波観測網の構築」事業化

- 7月 『南海トラフ海底地震津波観測網の整備に関する技術委員会』※1第1回開催

※1 技術的事項について助言・評価を行う外部有識者会議
サイエンス、エンジニアリングプロジェクトマネジメントの有識者で構成



会議の様子

- 10月～翌1月 ケーブルルートの詳細を検討するため、船を用いた海洋調査を実施



串間側沿岸部での調査



調査船CONCEPT

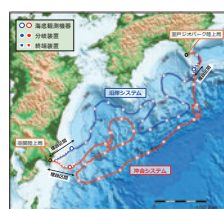


海底の試料採取

2020

- 2月 海洋調査を踏まえたケーブルルートを決定

- 3月 システムの開発に着手



ケーブルルート図

- 5月 串間陸上局にて陸揚げ用管路の掘削工事を開始



工事中の敷地内全景



掘削機



掘削に用いたドリル



海岸部でも工事を実施

2021

- 4月 串間陸上局にて陸揚げ用管路の掘削工事完了

- 5月 串間陸上局にて局舎の建設工事を開始



基礎工事



コンクリート打設

- 9月 室戸ジオパーク陸上局にて整備着工



ビーチマンホールの設置



局舎へ繋ぐ管路整備

- 10月 一次試作機を用いた坑道内試験



東京大学地震研究所
鋸山地殻変動観測坑



坑道内の様子



坑道内に設置した一次試作機

2022

- 2月 二次試作機を用いた坑道内試験



坑道内に設置した二次試作機

- 9月 串間陸上局の整備完了



局舎外観

- 12月 室戸ジオパーク陸上局の整備完了



局舎外観

2023

8月 沖合システム用の観測装置の製造完了

8月~9月 沖合システムの「システムアセンブリ試験」※2
 ※2 海底観測機器、ケーブル、陸上機器すべてをつなぐ、敷設前のシステム確認試験

10月~翌3月 沖合システムの海洋敷設工事

- ケーブル敷設船へのシステム積み込み
- 室戸ジオパーク陸上局への陸揚げ



室戸ジオパーク陸上局の様子



敷設船から見た作業の様子

- 串間陸上局への陸揚げ



串間陸上局から見た作業の様子



敷設船上の様子

- 海洋敷設工事

7月 沖合システムの整備完了
 沿岸システム用の観測装置の製造完了

8月~9月 沿岸システムのシステムアセンブリ試験

10月 沖合システムの運用開始

10月~翌3月 沿岸システムの海洋敷設工事

- ケーブル敷設船へのシステムの積み込み
- 海洋敷設工事

11月 気象庁による
 沖合システム津波観測データの活用開始

2025

6月 N-net整備完了



陸上局のある室戸市・串間市で開催した式典の様子



観測装置の製造



センサユニット部分



水圧センサ部分



完成品

システムアセンブリ試験



観測装置とケーブルを繋いで実施



陸上局を模した機材

ケーブル敷設船へのシステム積み込み



ケーブルタンク



船内に格納された観測装置

海洋敷設工事



ケーブル敷設船KDDIケーブルインフィニティ



24時間作業



回転低減装置の取付け



観測装置の投入



船内試験室でのデータチェック



すき式埋設機の投入



水中ロボットの回収

N-net完成記念式典が開催されました

室戸・串間に新たな拠点、地域とともに歩む観測ネットワーク

2019年に着手したN-net*の整備が2025年6月に完了し、データの取得が可能となりました。これにあたり、N-netの整備事業を支えてくださった関係者の皆さまに、これまでのご協力に対する感謝を申し上げるとともに、N-netの完成を広く周知するため、「南海トラフ海底地震津波観測網（N-net）陸上局完成記念式典」を開催しました。

2025年6月8日には、高知県室戸市の室戸世界ジオパークにて「室戸ジオパーク陸上局完成記念式典」を執り行い、文部科学省大臣官房審議官（研究開発局担当）古田裕志様をはじめ、室戸市長 植田壯一郎様、高知県危機管理部長 江淵誠様ほか多数のご来賓にご臨席賜りました。

また、2025年6月14日には、宮崎県串間市において「串間陸上局完成記念式典」を開催し、文部科学省研究開発局長 堀内義規様（当時）をはじめ、宮崎県知事 河野

俊嗣様、串間市長 島田俊光様ほか多数のご来賓にご臨席賜りました。

本式典の開催にあたり、ご協力いただきました関係機関の皆さまに、心より感謝申し上げます。

※ N-net: 南海トラフ海底地震津波観測網



串間陸上局完成記念式典の様子 左から防災科研 實肇理事長、河野俊嗣宮崎県知事、島田俊光串間市長、串間市東漁業協同組合 門田國光代表理事組合長



室戸ジオパーク陸上局完成記念式典の様子 左から防災科研 實肇理事長、書道展大賞受賞の川田風様、海洋研究開発機構 工藤雄之理事長、植田壯一郎室戸市長、文部科学省 古田裕志審議官、高知県 江淵誠危機管理部長、気象庁 清本真司企画官、高知県漁業協同組合 柳原栄二参事、三津大敷株式会社 山本幸生事務長

室戸ジオパーク陸上局



齋藤理事長による開会挨拶



青井真巨大震災災害研究領域長による事業説明



記念撮影の様子 左から文部科学省 古田裕志審議官、川田風様、植田壯一郎室戸市長

「室戸ユネスコ世界ジオパーク × 防災
科研」書道作品募集で大賞を受賞した
川田風様の作品が、室戸ジオパーク陸
上局の入り口看板になっています。

串間陸上局



文部科学省研究開発局長 堀内義規様（当時）による来賓挨拶



見学の様子

西日本旅客鉄道株式会社より記念の盾をいただきました

地震津波火山観測研究センターでは、「MOWLAS」の海底地震津波観測網による地震観測データを鉄道地震防災へ活用するため、データ伝送方式の開発や鉄道向け配信システムの構築などを行い、新幹線列車制御への導入に貢献してきました。現在は、それにより海底地震計情報が西日本旅客鉄道株式会社において新幹線早期地震検知システムへ活用されています。

西日本旅客鉄道株式会社は、3月10日に山陽新幹線全線開業50年を迎え、多年にわたる支援に感謝の意と今後のさらなる成長に向けた決意を伝える目的で関係事業者に50周年を記念した盾を進呈しています。

3月26日、防災科研つくば本所にて、西日本旅客鉄道株式会社 山陽新幹線統括本部 東京新幹線総合指令所の千代誠副所長より記念の盾が贈られました。

2025年度日本地球惑星科学連合フェローとして顕彰されました

小原一成フェローが2025年度日本地球惑星科学連合フェローとして顕彰されました。このフェロー制度は、公益社団法人日本地球惑星科学連合が公益事業の一環として行うもので、地球惑星科学において顕著な功績を挙げ、あるいは日本の地球惑星科学の活動に卓越した貢献をされた方をJpGUにおいて高く評価し、名誉あるフェローとして処遇することを目的として設置するものです。（日本地球惑星科学連合 連合フェローのページより）

【受賞理由】

プレート境界におけるスロー地震現象の発見とスロー地震学を創成した顕著な貢献



賞状とメダルを持つ小原一成フェロー

福島県南会津建設事務所および福島県県北建設事務所より感謝状をいただきました

雪氷防災研究センターの山口悟上席研究員と上石勲特別研究員が、2025年2月に発生した観測史上まれにみる豪雪に際し、これまでの経験を生かして県民生活を守るため総力を挙げて雪崩調査を行いました。この功績により、福島県南会津建設事務所および県北建設事務所から感謝状が贈られました。

第56回（2025年度）地域安全学会研究発表会（春季）優秀発表賞を受賞しました

防災情報研究部門の藤田翔乃特別研究員が第56回（2025年度）地域安全学会研究発表会（春季）優秀発表賞を受賞しました。今回の受賞は、藤田特別研究員の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第3期における研究内容および発表が高く評価された結果であり、今後のさらなる活躍が期待されます。

【受賞題目】

地震災害時におけるマルチセンシングデータを用いた孤立集落の推定手法の開発

2024年度日本雪工学会技術賞を受賞しました

雪氷防災研究センターの中村一樹センター長と上石勲特別研究員の研究が、優れた業績をあげ雪工学の進歩発展に著しい貢献を果たしたとして評価され、2024年度日本雪工学会技術賞を受賞しました。

【受賞業績名】

スマホAI路面判定システムを活用した冬期道路管理に関する研究

2024年度日本地震工学会論文奨励賞を受賞しました

地震津波複合災害研究部門の松本雄馬特別研究員が、2024年度日本地震工学会論文奨励賞を受賞しました。本賞は、優れた研究により地震工学および地震防災の分野で顕著な業績をあげた若手研究者を奨励するために贈られるものです。

【受賞業績名】

深層生成モデルを用いた3成分地震動時刻歴データの確率モデル

2025年度日本雪氷学会北信越支部雪氷奨励賞・雪氷功労賞を受賞しました

雪氷防災研究センターの砂子宗次朗特別研究員が2025年度日本雪氷学会北信越支部雪氷奨励賞を、上石勲特別研究員が雪氷功労賞を受賞しました。砂子特別研究員が受賞した雪氷奨励賞は、雪氷学の研究に顕著な成果を上げ、今後の発展を奨励するために贈られるものです。また、上石特別研究員が受賞した雪氷功労賞は、支部の発展に著しい貢献をしたとして贈られるものです。

【受賞理由】

雪氷奨励賞：フィールド観測に基づいた多様な雪氷環境変動および雪氷防災に関する研究

雪氷功労賞：長年の雪氷防災対策と支部活動への貢献

防災科研・日本郵政・ゆうちょ銀行による 「防災情報の利活用等に係る連携に関する協定」の締結について

防災科研、日本郵政およびゆうちょ銀行は、先進的な防災科学技術や情報の活用による災害対応力の向上を図るとともに自然災害に強い持続可能な地域社会を実現するため、防災対策・災害対応等に関する情報の利活用等に係る連携に関する協定を3月26日に締結しました。

詳細はこちら



防災科研とNTT東日本 防災研究所が自然災害に強い持続可能な 社会の実現に係る連携協定を締結

総合防災情報センターおよびNTT東日本株式会社 防災研究所は、自然災害に強い持続可能な社会の実現を目的とする連携協定を4月1日に締結しました。

詳細はこちら



防災科研、富士通、衛星データサービス企画、三菱電機が 「日本版災害チャータ」実運用スキーム高度化に向けた共同研究契約を締結

～衛星データの利活用により、災害発生後の迅速な初動対応や復旧・復興支援に貢献～

防災科研、富士通株式会社、衛星データサービス企画株式会社、三菱電機株式会社の4者は内閣府と企業が協力し進める衛星データを活用した災害対応の体系的な枠組み「日本版災害チャータ」による本格サービス開始に向け、実運用スキーム^{※1}の高度化を目的とした共同研究契約を5月15日に締結しました。本共同研究のもと、4者は「日本版災害チャータ」の事務局^{※2}機能強化、システム改善を行います。

※1 「日本版災害チャータ」のサービス提供に必要な運用機能のこと

※2 「日本版災害チャータ」の全体統括、管理、運営等を一括して行う組織のこと

詳細はこちら



3D都市モデルPLATEAUと防災科研の連携について

国土交通省が推進するPLATEAUにおいて、防災DXの加速に向けた取り組みとして、防災科研と国土交通省都市局が連携し、防災・災害対応に寄与する新たなシステム環境構築を目指したプロジェクトを開始しました。

※詳細は、国土交通省の報道発表資料をご覧ください。

詳細はこちら



青森県と弘前大学との包括的連携協力に関する協定を締結

防災科研は、青森県および国立大学法人弘前大学と、積雪寒冷地域における気候変動下での防災・減災をはじめとする自然災害全般に対応する地域レジリエンス向上のための研究・活動を推進し、雪国の特徴を活かした持続可能な社会の実現に資することを目的として、5月30日に包括的連携協力に関する協定を締結しました。



左から、福田眞作弘前大学学長、宮下宗一郎青森県知事、防災科研 實験理事長

令和7年度 雪氷防災研究センター 子ども向け研究所公開『寒いけど、楽しい! 雪や氷の秘密を探ろう!』

6月21日、新潟県長岡市の雪氷防災研究センターにおいて、小学3年生から中学3年生を対象とした研究所公開を開催し、子どもたちと保護者をあわせて41名にご参加いただきました。ペットボトルの中に雪の結晶を作る体験や、ダイヤモンドダストの観察、雪崩の実験などを通じて、雪や氷の不思議、防災の大切さについて楽しく学ぶ機会となりました。



ダイヤモンドダストを観察する様子

大阪・関西万博会場周辺のゲリラ豪雨予報 — スパコン「富岳」と次世代気象レーダ2台を使った実証実験 —

防災科研は、国立研究開発法人理化学研究所、国立研究開発法人情報通信研究機構、国立大学法人大阪大学大学院工学研究科、株式会社Preferred Networks、株式会社エムティーアイとともに、スーパーコンピュータ「富岳」と2台の次世代気象レーダ「マルチパラメータ・フェーズドアレイ気象レーダ (MP-PAWR)」を用いた、超高速高性能リアルタイム降水予報の世界で初めての実証実験を行いました。大阪・関西万博会場と周辺地域のゲリラ豪雨を30秒ごとに30分先まで予測し、8月5日から8月31日までの期間、大阪・関西万博来場者や博覧会協会、周辺地域の皆様向けに予測情報を提供しました。

詳細はこちら



アンケートにご協力ください

今後の誌面づくりの参考にさせていただくため、アンケートへのご協力をお願いいたします。

アンケートの回答はこちら

防災科研ニュース アンケート

検索



防災科研ニュース

2025 No.230

2025年9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 広報課

防災科研ニュース係 TEL.029-863-7784 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/)