

防災科研 ニュース

No.216

特集：令和3年度成果発表会

©国立研究開発法人 防災科学技術研究所



令和3年度成果発表会

来るべき国難級災害に備えて2022
～国難にしないために～ モノで守り、行動を変える。



生きる、を支える科学技術



防災科研

「来るべき国難級災害に備えて 2022」

令和3年度成果発表会

理事長 林 春男

防災科研は、一人ひとりが基礎的防災力を持ち、高いレジリエンスを備えた社会の構築に貢献すべく、あらゆる自然災害を対象にしてその予測・予防、発災後の応急対応、そして復旧・復興までの全フェーズを対象として防災科学技術の研究開発を進めています。

南海トラフ地震や首都直下地震などの巨大な地震災害の切迫、あるいは気候変動による近年の大規模な風水害の頻発、どれをとっても今後国難級災害の危険性が日々高まっているように思います。

今年度の成果発表会では昨年から3年間続けております国難シリーズの第2弾として、災害が起きても、それが国難とならないように「予防」という側面に焦点を当て、「来るべき国難級災害に備えて2022～国難にしないために～モノで守り、行動を変える。」をテーマとして講演とパネルディスカッションを実施しました。会場には200名来場いただき、オンライン視聴を含めると、全体で700名を超える方にご参加、ご視聴いただき、盛況のうちに終了することができました。また今年で3年連続となる池上彰先生に特別ゲストコメンテーターとしてご参加いただき、忌憚のないご意見を頂戴しました。

第1部では「ノイズデータがお宝になる。」というタイトルで、まず初めに第1部プレゼンターとして水・土砂防災研究部門 三隅良平研究員がノイズデータを活用することがブレークスルーにつながる期待についてお話ししました。続いて地震津波火山ネットワークセンター 松澤孝紀研究員が「MOWLAS によるスロー地震の発見」、地震津波火山ネットワークセンター 澤崎郁研究員と水・土砂防災研究部門 Shakti P.C. 研究員が「Hi-net ノイズデータが洪水発生を知らせる」、火山研究推進センター 廣瀬郁研究員が「地震波ノイズで火山の異常を検知」について防災科研の最新の研究成果を紹介し、最後にI-レジリエンス株式会社 小林誠代表取締役社長が「データ

をお宝にする」と題して発表しました。今まで注目されてこなかったノイズデータの科学的重要性を示す研究と、データに社会的・経済的価値を持たせていくしかけを紹介しました。

続く第2部では、研究者一人ひとりが研究を紹介した動画あるいはポスターに対して、皆さんからWeb でいただいた評価をもとに、動画賞並びにポスター賞を発表、表彰しました。

第3部では、今回の成果発表会のメインテーマである「来るべき国難級災害に備えて2022～国難にしないために～モノで守り、行動を変える。」と題して、地震減災実験研究部門 田端憲太郎研究員が「E-ディフェンスが見せる『モノで守る』技術の確かさ」、災害過程研究部門 永松伸吾研究員が「事業者と共創する津波避難計画：尼崎鉄工団地での実践」、雪氷防災研究部門 山口悟研究員が「地方自治体との共創に基づく地域の魅力向上への取り組み～国際スキーリゾート・ニセコにおける雪崩事故防止に資する情報プロダクツの創出～」について発表しました。それを受けて池上彰氏をモデレーターに、指定討論者として私も加わり、パネルディスカッションを行いました。

この成果発表会を通して、多くの方に私どもの最新の研究成果に触れていただき、これからの防災を考える何かの機会にしていいただければ幸いです。私たちも、今回の議論を通し今後の研究のあり方にさらに磨きをかけて参る所存です。今後ともどうぞよろしくお願い申し上げます。





CONTENTS

特集 令和3年度成果発表会

- 2 「来るべき国難級災害に備えて2022」 令和3年度成果発表会
- 4 令和3年度成果発表会
来るべき国難級災害に備えて2022 ～国難にしないために～モノで守り、行動を変える。
- 5 第1部 ノイズデータがお宝になる。
- 10 第2部 研究者一人ひとりによる研究成果発表
- 12 第3部 発表／パネルディスカッション 国難にしないために～モノで守り、行動を変える。

防災科研 topics

- 19 防災科研 topics

お知らせ

- 20 「首都圏を中心としたレジリエンス総合力向上プロジェクト」 総括



防災科学技術研究所 令和3年度 成果発表会

来るべき国難級災害に備えて 2022

～国難にしないために～

モノで守り、行動を変える。

南海トラフ地震、首都直下地震などの巨大災害の切迫や、気候変動による近年の大規模な水災害など、国難級災害の危険性が高まっています。令和3年度 成果発表会では、災害を国難にしないための「予防」に焦点をあて、「来るべき国難級災害に備えて 2022 ～国難にしないために～ モノで守り、行動を変える。」をテーマとして、最新の研究成果をご紹介するとともに、パネルディスカッションで議論を深めました。昨年に続き池上彰氏を特別ゲストコメンテーターにお迎えし、会場参加とオンライン配信のハイブリッドで実施いたしました。

開催日時

2022 2.28(月)

東京国際フォーラム ホールB7
(会場参加/オンライン配信)



会場参加



オンライン参加



オンライン視聴

第1部 ノイズデータがお宝になる。

お茶を飲むとき、まずお茶の葉っぱを急須に入れ、お湯を注いでしばらく待ち、湯呑に入れて飲むと思います。これは、お茶の葉っぱに含まれている成分の中で、お湯に溶けるものだけを飲むからです。

科学者も、データを扱う時には同じような作業をしています。データを分析するにあたって、データには必ず「ノイズ」(いらぬ情報)が含まれていますので、これを取り除く必要があります。お茶の葉っぱをデータに例えるなら、茶殻の部分を捨てないと、自分が欲しい情報がはっきり見えないというわけです。

ところが「ノイズ」と思って捨てていたデータの中に、意外にも科学的に重要な知見が含まれていることが分かってきました。今回の発表では、防災科研の研究成果の中で、それに該当する3件をご紹介します。まず「MOWLASによるスロー地震の発見」は、ノイズ

の中に、従来知られていなかった「スロー地震」が埋もれていたというお話です。次の「Hi-net ノイズデータが洪水発生を知らせる」では、川の流れるに伴う地面の揺れがノイズの中に含まれており、将来、それを使った洪水予報が可能になるかも知れないという研究です。3つめの「地震波ノイズで火山の異常を検知」では、ノイズを加工することにより、火山の地下構造の変化が監視できるようになったという成果です。

「ノイズは除去すべきもの」と思い込んでいた研究者にとっては、これらの研究成果は大きな衝撃でした。のみならず、これまで捨てていたデータを使うわけですから、新たな観測をする費用がかからないというメリットもあります。これらの研究がさらに発展し、防災科学技術のブレークスルーになっていくことが期待されています。



第1部プレゼンター 水・土砂防災研究部門 部門長 三隅 良平

開演 13:00~13:25 オープニング・開会挨拶

第1部 13:25~14:25 最新研究成果紹介「ノイズデータがお宝になる。」

休憩 14:25~15:00

第2部 15:00~15:25 研究者による研究成果発表 動画賞 ポスター賞 表彰

第3部 15:25~16:45 パネルディスカッション「～国難にしないために～ モノで守り、行動を変える。」

閉演 16:45~17:00 エンディング・閉会挨拶



地震津波火山ネットワークセンター 主任研究員

松澤 孝紀

まつざわ・たかのり

博士（理学） 専門分野：地震学

2005年東京大学大学院理学系研究科博士課程修了。日本学術振興会特別研究員(PD)を経て、2007年4月に防災科学技術研究所入所。2012年9月より現職。現在は、地震津波火山ネットワークセンターにおいて研究開発および観測網運用業務に従事。兼務：地震津波防災研究部門、南海トラフ海底地震津波観測網整備推進本部、地震津波火山ネットワークセンター高感度地震観測管理室

MOWLASによるスロー地震の発見

陸海統合地震津波火山観測網「MOWLAS」(モウラス)は日本全国に張り巡らされた、防災科研の地震・津波・火山の観測網で構成されています。このMOWLASには、微弱な揺れも捉える高感度の地震計からなる高感度地震観測網(Hi-net)や、強い揺れを計測可能な全国強震観測網(K-NET)、東北沖の海底で地震と津波を計測する日本海溝海底地震津波観測網(S-net)などがあります。こうした観測網により、地震や津波、火山活動などによる被害を把握し対策を取る上での重要な情報を、即時に得ることができるようになりました。加えて、Hi-netなどでは地震が起きていないと思われていた期間の地震計記録も連続して収録され、後から記録を見直すことが可能になったことで、当初想像もしていなかった現象が発見されるようになりました。そうした典型的な例として、MOWLASがもたらしたスロー地震の発見についてご紹介します。

Hi-netは2000年に運用を開始しました。その裏では、地震観測機器が正常に動作しているか、観測点付近の人間活動による振動(ノイズ)の影響を受けていないかどうか、といった品質確認が、担当者の手で地道に行われていました。そうした地震波形を日々眺めつづける中、小原一成博士(現、東大)は偶然、普通の地震よりもずっとゆっくり滑っていることを示唆する、奇妙な地震(微動)を発見しました。さらに研究を進めると、この地震は東海地方から紀伊半島、四国にかけて分布していることが分かりました。その後、世界各地のプレート境

界で同様の発見が相次ぎ、普遍的な現象「スロー地震」として知られるようになりました。ノイズの確認作業の中から見つけ出されたスロー地震は、20世紀の人々の知らなかった現象ですから、人類の知識を広げたという意味では大きな宝になったと言えます。

東日本大震災後、防災科研は東北沖にS-netを整備しました。この観測からもスロー地震の分布が明らかになりました。スロー地震の分布は、2011年東北地方太平洋沖地震時の断層の滑りが南北に拡大していった際の南北端とそれぞれ対応しており、この地域が地震の滑りを抑制する、ブレーキのような役割を果たしたという説が提唱されています。防災科研は、南海トラフ域にも同様の海底地震津波観測網(N-net)の整備を進めています。大地震とスロー地震の関係について理解が進むことで、大地震の被害想定等への貢献も将来的に期待されます。

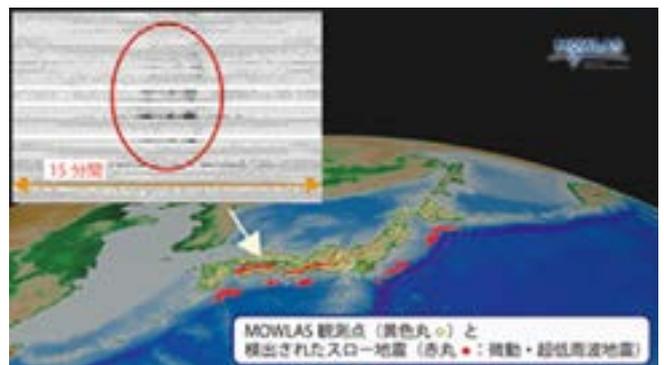


図 MOWLASの観測点分布(黄色点)と検出されたスロー地震の分布(赤点)。左上部分は、スロー地震のきっかけとなった地震波形。



地震津波火山ネットワークセンター 特別研究員

澤崎 郁

ざわざき・かおる

博士（理学） 専門分野：地震学、固体地球物理学
2010年東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻博士後期課程修了。日本学術振興会特別研究員（PD）を経て、2013年4月に防災科学技術研究所入所。現在は、大地震直後の余震活動の早期予測、地下構造変化のモニタリング、洪水等に伴う非地震性の振動検出等に関する研究に従事。兼務：地震津波防災研究部門

水・土砂防災研究部門 特別研究員

Shakti P.C.

シャクティ・ビー・シー

博士（理学） 専門分野：水文学、気象学、防災工学
2013年筑波大学大学院生命環境科学研究科博士号取得。2013年より防災科学技術研究所特別研究員。レーダーベースの定量的降水量推定（QPE）とノウキャストのアンサンブル降水量に関する研究を開始。マルチセンシング観測に基づく水災害予測技術の開発に焦点を合わせた研究を行っている。他、様々なプロジェクトにも関る。

Hi-netノイズデータが洪水発生を知らせる

近年、2018年の西日本豪雨（平成30年7月豪雨）や2019年の台風第19号（令和元年東日本台風）などに見られるように、大規模な水害が多発しています。気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第6次評価報告書によれば、少なくとも今世紀半ばまでは地球の平均気温が上昇し続け、集中豪雨や洪水の頻度が増えると予想されています。人口が集中する下流域での洪水被害を抑えるためには、上流域での流量の把握が非常に重要です。しかし、上流域では非常に多くの支流が複雑に分岐し、流れも速いため、全ての河川に直接赴いて流量を観測することは現実的ではありません。

今回私たちは、防災科研が運用する高感度地震観測網（Hi-net）で、河川の流量の増加が地震計のノイズとして観測されることに着目しました。Hi-netは日本列島下の微小地震活動を精密に把握するために整備された地震観測網で、全国ほぼ均一に約800か所に設置されています。Hi-netでは人間が感じないような小さな揺れでも捉えられますが、河川の流れが引き起こす振動もその一つです。河川由来の振動を明瞭に観測できるための条件は、流れが速いことと、車の通過や工事などの人間活動により生じる振動が少ないことです。上流域は下流域よりもこの2つの条件を満たしやすく、洪水時には河川由来の振動が地震計で明瞭に記録されます。このことに着目し、私たちは、Hi-netのノイズ

記録を使って上流域での河川流量の推定を試みました。

研究を進める上で大きな課題となったのは、上流域のHi-net観測点に近い場所には必ずしも流量の観測点が設置されていないということでした。そこで私たちは、「降雨流出氾濫（RRI）モデル」という、水の流れを数値計算により再現する手法を使って、Hi-net観測点に最も近い河川上の地点での流量を計算しました。山形県を流れる最上川を対象に検証した結果、Hi-netのノイズ記録から推定した流量が、最寄り地点で計算した流量とかなりよく一致することが分かりました（図参照）。

今後、この手法を全国のHi-net観測点に広げ、様々な洪水事例について適用し、手法の妥当性をさらに検証したいと考えています。近い将来、地震計の記録が地震の観測だけでなく、洪水の観測にも使える日が来るかもしれません。

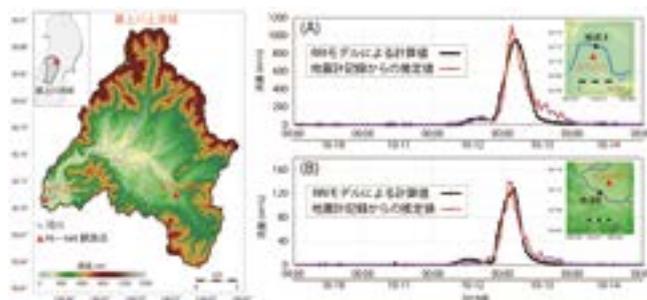


図 最上川流域におけるHi-netのノイズ記録から推定した流量とRRIモデルによる計算流量の比較



火山研究推進センター 特別研究員

廣瀬 郁

ひろせ・たかし

博士（理学） 専門分野：地震学、火山物理学

2019年9月東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻博士後期課程修了。2019年10月に防災科学技術研究所入所。火山研究推進センターにて火山観測データ一元化共有システム（JVDNシステム）の開発に従事。博士課程在学時から、地震波ノイズを利用した火山活動や大地震に伴う地下構造変化の空間分布イメージング、地震波ノイズによる地震波減衰構造の推定手法の開発などに取り組んでいる。

地震波ノイズで火山の異常を検知

どのようにして地震波ノイズで火山地下の変化を観測するのか

地震計には地震が起こっているとき以外にも嵐や車両の通行などが原因の振動が常に記録されています。これまで、このような記録は地震観測をする上でのノイズとして扱われてきました。しかし「地震波干渉法」という手法の登場により、地震波ノイズが地下構造の変化を監視するための有用なデータとして活用され始めました。

図1は地震波干渉法の概念図です。地震計AとBでの同時刻の地震波ノイズ記録を用意し（図1a）、Bでの記録を時間方向にずらしながらAでの記録との相関係数（波形の類似度を表す係数）を繰り返し計算し、ずらした時間ごとにプロットしていきます（図1b）。こうして得られる波形は、大きな振幅のシグナルが記録された後、徐々に振幅が減衰していくという、一般的な「地震」の波形に近いものになります。実はこの波形が、震源Aを仮想的な震源とし、Bをその震源Aから伝わった振動を受け取った点（受振点）とした地震波形に相当します。反対に地震計Aでのノイズ記録を時間方向にずらしていくと、Bを仮想的な震源としAを受振点とした地震波形を得ることができます（図1c）。火山周辺の地震計間を伝わる地震波形を毎日計算し静穏時の地震波形と比較することで、地震波の到達時刻の変化（地震波速度変化）や地震波形の変化を調べることができます。これを利用して、火山の地下構造変化を監視することができます。

火山活動活発化の前に地下で異常を検知できた事例

いくつかの火山で、噴火前の火山地下での変化を捉えることに成功しました。鹿児島県の諏訪之瀬島では、2020年12月の噴火回数急増の約1週間前に静穏時の地震波形との類似度が大きく下がるという変化が捉えられました（図2）。波形変化のタイミングは、傾斜計で捉えられた地下でのマグマ蓄積のタイミングと一致しており（図2）、島の直下へのマグマの流入により地震波形が変化したと考えられます。また2021年10月の阿蘇山の噴火の際には、噴火の2週間ほど前から火口近傍での地震波速度が静穏時と比べて大きく増加するという変化を捉えることに成功しました（図3）。この変化は水蒸気噴火前の火口直下の熱水だまりの膨張により生じたと考えられます。

従来ノイズとされていた記録が噴火前の火山地下での異常を検知するのに役立つことがわかってきました。手法の改良と適用を進めることで、火山モニタリングの高度化に貢献できると考えています。

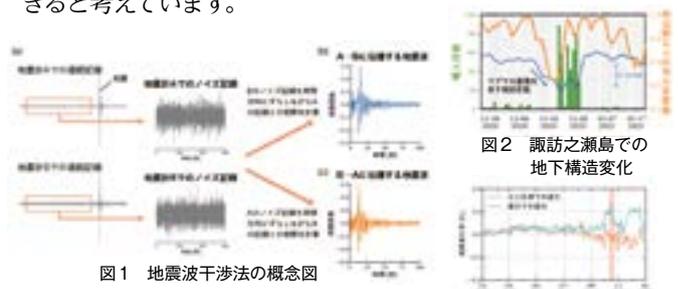


図1 地震波干渉法の概念図

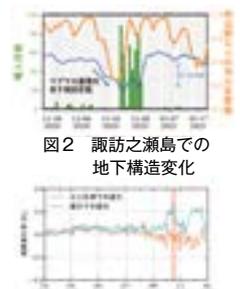


図2 諏訪之瀬島での地下構造変化



図3 阿蘇山での地下構造変化



I-レジリエンス株式会社 代表取締役社長

小林 誠

こばやし・まこと

1999年4月建設省（国土交通省）に入省し河川行政に従事。2009年4月から内閣府（防災担当）で防災基本計画やBCPを担当し、2011年3月の東日本大震災では、発災翌日より福島県庁で災害対応を実施。2011年4月より楽天（株）にてガバナンスやCSRを担当し、わさびアプリケーションズ（株）での取締役副社長の経験を経て、2017年2月に防災科学技術研究所に入所。その後内閣府（科学技術・イノベーション担当）への出向を経て、2021年11月より現職。

データをお宝にする

～データに社会的、経済的価値を持たせるI-レジリエンス（株）の取組～

すでにあるデータでも、新しい視点での価値に気付くことによりお宝にすることができます。I-レジリエンス（株）は、データをお宝にするために、データに社会的・経済的価値を持たせる取組を開始しました。

I-レジリエンス（株）は、2020年6月の科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律の改正により、防災科研から防災科研発ベンチャーへの出資が可能になったことに伴い、防災科研の研究成果の社会実装を促進するため、民間企業4社と共同して2021年11月に設立されました。

これまで、防災科研は国の研究機関として研究開発及び実証を行い、さらに研究成果の社会実装に向けた取組を実施してきましたが、今後は、防災科研は研究開発及び実証までを担い、I-レジリエンス（株）が、研究成果をユーザーニーズに合わせて開発・事業化・営業・サービス提供する社会実装を担うことになります。

I-レジリエンス（株）は、防災科研が持つ研究成果や知見、そして防災に関する様々な情報を集める防災情報サービスプラットフォームによるビッグデータを活用し、「レジリエントDX」、「レジリエント教育」、「レジリエントライフ」の3つのサービスを提供します。

「レジリエントDX」では、例えば、防災科研の研究成果である「地震ハザードステーション（J-SHIS）」、「あなたのまちの直下型地震」、「リアルタイム地震被害推定」を活用し、

平時は企業の各拠点の地震発生確率と電気・水道・ガスの復旧想定日数を電子地図上で表示し、発災時には地震被害推定情報と電気等の復旧想定日数をメールで通知するサービスを提供します。

I-レジリエンス（株）は、防災科研の研究成果を活用して、「レジリエントDX」により防災・減災ソリューションの開発・提供を行い、「レジリエント教育」によりレジリエンスを自分事化し、さらに「レジリエントライフ」により日常生活にレジリエンスを浸透させ、そこから得られた新しい課題や知見を防災科研の研究開発にフィードバックして新しいソリューションを開発・提供します。このスパイラルアップにより、データに社会的価値、経済的価値を持たせ、継続的なレジリエンスの向上を目指していきます。



図 I-RESILIENCE WAY

研究者一人ひとりによる研究成果発表

研究者一人ひとりによる研究成果動画・ポスターをWebサイトで公開しました。

研究者一人ひとりによる研究成果動画・ポスターを防災科研Webサイトで公開しました。皆様からの投票を元に一次選考を行い、その後、防災科研内での審査を経て動画賞・ポスター賞をそれぞれ3点ずつ選出し、2月28日の発表会当日、結果を発表しました。

第2部プレゼンター 研究主監 岩波 越

動画賞

地震時、室内で何が起きるか。大切な人を守るために!

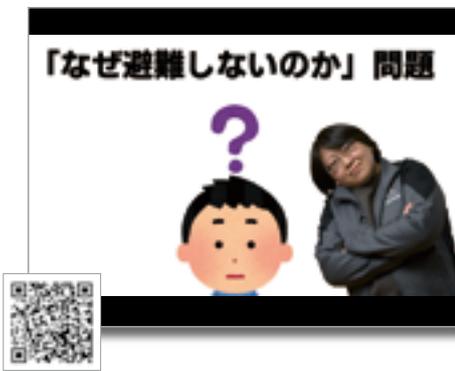


動画賞に選出いただきありがとうございます。本動画は、地震時における室内被害について、E-ディフェンスでの実験研究に向けた取り組みを紹介したものです。実験は最近実施されたため、本動画では紹介できませんでしたが、来年同様の企画があったら是非紹介します。「大切な人を守るためにはどうすべきか」を考えていただけると嬉しいです。



地震減災実験研究部門
佐藤 栄児

防災基礎力尺度の開発



防災は、一部の興味ある人だけで行うものではありません。皆さん一人ひとりの中に、防災が根付いて初めて効果が発揮されます。防災基礎力尺度は、皆さんの中にどの程度防災が根付いているのかを、目に見える形で表すことができます。レジリエントな社会に近づけるよう、これからも一緒にがんばっていただけると嬉しいです。



災害過程研究部門
松川 杏寧

自らの命を守る科学的な防災教育の研究



防災教育の指導者(学習支援者)に向けて防災科研の研究を紹介する動画です。防災は実践的なものですが、その基礎となる科学的な知識や見方、考え方を身に付ける防災教育の実現を目指しています。研究に関わっていただいている全ての関係者に感謝を申し上げます。



災害過程研究部門
池田 真幸

選考方法

一次評価

2022年2月14日時点の高評価数に基づき、動画、ポスターともにベスト3を選出。

二次評価

一次評価で選出された各ベスト3の研究活動・成果について、「必要性」、「有効性」、「効率性」の観点から総合評価の上、動画賞・ポスター賞を決定。

※QRより各研究者の動画・ポスターをご確認できます。



ポスター賞



地震津波防災研究部門
ヤノトモコ エリザベス

起こり得る地震の最大規模の推定へ
—日本列島の微小地震と地殻温度構造から分かること—

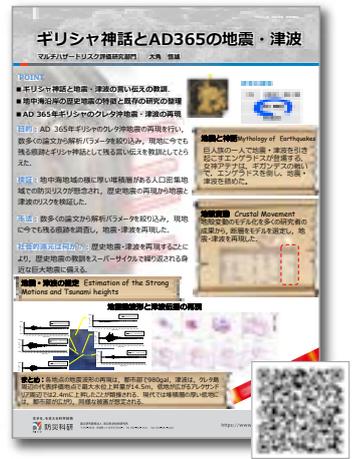
起こり得る地震の最大規模は、地震に備える上で重要な情報の1つです。地震は地球内部の限られた深さ範囲の中で発生していて、その深さ範囲を地震発生層と呼んでいます。日本列島に多数設置された地震計のデータの解析から求めた微小地震活動や、地下の温度構造をもとに地震発生層が地域によって異なることが明らかになります。地道な観測がこのような研究にも貢献している事に興味を持っていただけたら幸いです。



マルチハザードリスク
評価研究部門
大角 恒雄

ギリシャ神話とAD365の地震・津波

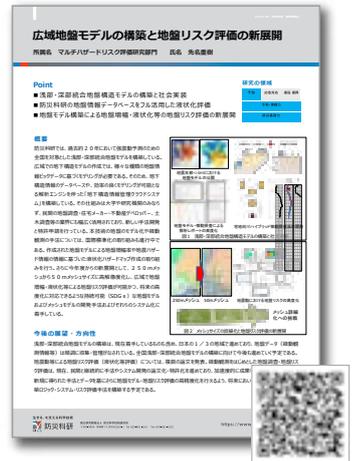
ポスターの評価、ありがとうございます。国際学会での発表者の色の使い方、PRの仕方を参考としました。ポスターは、相手の目を見て説明するので、長い文章は避け、ポイントだけを強調することが大切です。一般の方が見て理解でき、専門家の方が見れば、どこまでのレベルの解析かが分かるような内容としました。



マルチハザードリスク
評価研究部門
先名 重樹

広域地盤モデルの構築と
地盤リスク評価の新展開

このたびは、ポスター賞に選んでいただき、ありがとうございました。地盤モデルの新たな展開に関する研究は、防災科研内の他の研究と比べても、非常に地味で根気のいる研究活動・作業なのですが、この研究の成果は、将来において、地震時における地盤リスクに限らず、防災上極めて重要な基盤的情報です。今後も頑張って取り組みを続けていきたいと思っています。





防災科学技術研究所 令和3年度成果発表会
 来るべき国難級災害に備えて2022
 ～国難にしないために～モノで守り、行動を変える。



第3部 発表／パネルディスカッション

～国難にしないために～
モノで守り、行動を変える。

第3部は、3人の研究者が「モノ」「人の行動」「観光と科学技術」の側面から発表したあと、池上彰氏がモデレーター、林春男・防災科理事長が指定討論者を務めてパネルディスカッションを行いました。途中からは第1部で発表した「レジリエンス株式会社の小林誠代表取締役社長も登壇。リアルタイム投票システムを使って一般参加者にも意見を投稿してもらいました。

(広報・ブランディング推進課)

E-ディフェンスが見せる「モノで守る」技術の確かさ

多数の構造物が甚大な被害を受けた1995年の阪神・淡路大震災を契機に、構造物の破壊過程を解明することが重要となった。「E-ディフェンス」は実物大規模の構造物を震度7の地震動で破壊に至るまで揺ることができる実験施設であり、旧耐震基準の木造建物などの実験から詳細な計測データと映像を取得し、破壊過程の再現により耐震性や補強対策の有効性など「モノで守る」技術の確かさを実証してきた。また、建物内での安全や事業継続も確実に守るため、免震構造物や現行基準の鉄筋コンクリート造建物などの実験を通じて、被害低減対策や設計法を提案した。今後、私たちの暮らしや社会経済活動を大規模地震から守るため、建物内からその周辺、さらには都市規模の「ヒトの行動空間」内の被害リスク分析や状況把握につながる技術の研究開発に取り組み、E-ディフェンスでその確かさを示していきたい。



地震減災実験研究部門 副部門長

田端 憲太郎

事業者と共創する津波避難計画:尼崎鉄工団地での実践

尼崎鉄工団地は中小製造業ら24社で構成する工業団地で、大阪湾岸に位置している。南海トラフ地震の際には117分で津波到達、1~3mほどの浸水が想定されるが、安全といわれる内陸側への徒歩避難が困難な地域である。私たちは避難計画づくりの支援として、忙しい事業者向けに極力シンプルな書き込みツールを作ったが、書くのは困難だった。そこで、ウェブツールを使ってハザードマップの読み方を知ってもらい、話し合いの中から避難行動のオプションを設定、避難訓練でルートなどを検証——といった取り組みの結果、「運河にある跳ね橋を2時間以内に渡れば安全、渡れなければ垂直避難に切り替える」ということが見えてきた。一連の過程において重要だったのは、思考フレームとしての「形^{かた}」だった。武道の「形」のように、考える「形」を提示して普及させることに取り組んでいきたい。



災害過程研究部門 部門長

永松 伸吾

地方自治体との共創に基づく地域の魅力向上への取り組み

国際スキーリゾート・ニセコにおける雪崩事故防止に資する情報プロダクツの創出

北海道のニセコは、スキー場外を滑るバックカントリースキーの「聖地」と言われ、国際的に人気がある。雪崩の危険情報をもとにスキー場がゲートを開閉し、滑走の自由と安全規制を両立させる「ニセコルール」を運用している。雪崩情報は地元の有識者の経験則に基づいていたが、防災科研がその経験則の裏にある科学的思考を「見える化」し、観測とシミュレーション、情報共有の仕組みを整えた。インバウンドが見込める観光産業は、南海トラフ地震のような国難時にも復興のカギになる。しかし、一般のスキーヤーへの情報発信にはまだ課題がある。科学的な数値情報は必ずしも安全行動に結びつかないことがわかってきたため、地元の実情をよく知るファシリテーターの養成などに乗り出している。



雪氷防災研究部門 総括主任研究員

山口 悟



モノを守り、人を守り、国を守る 予防にはハードとソフトの連携が欠かせない

池上 パネルディスカッションのテーマ「モノで守り、行動を変える。」は、いわゆるハードとソフトを連動させようということだと思います。そもそも今回、このようなテーマを設定した背景を教えてください。

林 今回は国難級災害の「予防」に焦点を当てています。予防というと、地震では建物などの耐震性を上げて施設を整備するイメージがあると思います。そして津波であれば堤防をつくる、雪崩であれば防護柵を設ける、そのようなことが予防という概念の中心にありました。

けれども、E-ディフェンスの破壊実験の発表から、もはや単に施設を強くすればよいという時代ではなく、機能継続なども求められることがわかりただけだと思います。尼崎鉄工団地の例は、津波の危険があるような場所での話でした。ハザードマップを整備すればいい、というようなイージーな対応になりがちだが、それでは不十分だということが示されていました。

大規模な国難級災害になると、国そのものがほろんでしまうかもしれない。その理由は、甚大な物的被害だけでも、死者数だけでもない。立ち直るだけのお金がなければ、国力の衰退につながるのです。どんな状況になっても金が稼げる国にならなければいけない。ニセコ・スキーリゾートの例は、南海トラフから遠い北海道にあって、ある種の「ド

ル箱」となり得る国際リゾートの価値向上をどのようにやっているか、という話でした。

今日は、モノを守り、人を守り、国を守るという3つの例から、ハードとソフトの密接な連携、スマートな連携の必要性をアピールしたいと思って企画しました。

実証実験でリスクを提示

池上 田端さんが発表したE-ディフェンスの実験の映像を見て、一般的な耐震構造と、強い揺れを建物に伝わりにくくした免震構造というのは、揺れ方がずいぶん違うのだということがわかりました。下の階と上の階でも違いますし、モノで守ればそれでいい、というわけでもないですね。実際に住んでいる人にどう伝えていくかも大切だと思いますが、見えてきた課題は何でしょうか。

田端 国難級災害になることを避けるためには、生き残った人が活動を続けられることがポイントになると思います。建物の耐震性だけではなく、インフラや私たちの活動空間などが地震の後どのように残っているか、事前にリスクを把握して予防につなげるのが大切だと思っています。このようなハザードについてはこうなるだろうというリスクをきちんと提示していくこと、その提示したリスクをE-ディフェンスでの実験で科学的に実証すること、シミュレーションすることが大切だと思っています。

池上 阪神・淡路大震災のとき、私は直後に現地へ行った

のですが、木造住宅がぺちゃんこになった様子を目にしました。阪神・淡路をきっかけにした取り組みがあったからこそ、2011年の東日本大震災はあれほど大きな揺れだったのに多くの建物は無事だったという思いがあります。住宅にちょっとした筋交いをするなど、対策を採ったのと採らないのでは違いがあることも実験映像からわかりました。古い基準の木造住宅でも、ちょっとした工夫でよくなるのだということをもっと広げる必要がありますね。

田端 「こういう条件のもとでは、こういう事象が確実に起こります」と示すことは、研究者のミッションです。ただ、私のような工学者は、社会に伝えることは不得手です。永松さんのような避難行動に繋がる知見、山口さんのような提示したリスクをどう考えさせるのかといった取り組みのように、社会とコンタクトを取っている方々と

会話しながら、実現させていきたいと思います。

思考や行動の「形」が必要

池上 津波が来たら逃げればいいと漠然と思っている人は大勢います。でも永松さんの発表から、実際に避難する計画を立てようとしても、なかなかできないということがわかりました。そのような中で取り組みが進んだのは、尼崎の工業団地というまとまりがあったからでしょうか。

永松 工業団地なので平日の昼間しか人がいない、だからこそ避難を軽く考えているところがありました。けれども、最近は人手不足で高齢者も多く働いているので、彼らの問題意識は強く、だから車いすをつかった避難訓練もしました。関心がなかった人たちに考えさせることができたのは成果だと思います。南海トラフの地震は、中京

や阪神の工業地帯に相当の影響を及ぼしますが、昼間だったら逃げられるだろうという前提で、それほど高い堤防はつきりませんし、備えも住宅地より後回しになっています。でも多くの人が働いており、取り組まなければならない課題だと思います。

池上 東日本大震災では、社長などのリーダーが無理やり引っ張り出すように避難させた例もあります。リーダーシップを涵養していかなければならないという課題もありますよね。

永松 リーダーシップより、むしろ大切なのは「形」だというのが我々の考えです。つまり、ものの考え方や行動パターンが身につけていないと、その場で指示されたとしても、そのとおりに体が動けるかわからない。津波のときは内陸、高いところへ逃げるのだという理解とともに、その行動が体にしみついていないと、リーダーが避難しろと言っても「いや、車を残して避

Eーディフェンスが見せる『モノで守る』技術の確かさ

機能を守る技術の確かさをリアルに見せる。



医療施設の地震災害時の機能維持を評価

- 免震構造の強い揺れを伝わりにくくする性能を検証
- 耐震構造と免震構造の室内の違いを比較
- 直下型地震と長周期地震動による揺れの違いを比較



ボトルネックの特定

当該避難場所へ避難した人のデータ

避難先	避難の小学生数
出発時刻	10:23~10:33
到着時刻	11:38~11:40
避難所要	67~75分

代表的な避難記録（赤い点は余地震時間が少ないので早めに通過した方が多い場所、青い点は余裕時間が長い場所）



2時間以内に運河を渡ることができなければ、垂直避難に切り替える方針決定

代表的な避難記録における、避難開始からの時間、各位置に津波が到達する時間の時系列と余裕時間（差分）



「形」なんてことになる。「形」はある種の文化のようなものだと思いますが、それを科学技術の力を使って確立し、社会にビルトインすることが研究課題だと思います。

池上 避難においても武道のような「形」が大事なのですね

林 知には四つあるという情報学のモデルがあって、データ4割、情報3割、知識2割、知恵1割と言われます。ところが、知識までは定義できるが、知恵は定義に窮してしまう。知恵を「形」と言い換えようということです。武道はだいたい「形」が10あるので、まず10を考えて、あとはそれを磨きなおしていけばいいんじゃないかと。期



待しているのですよ。

池上 私の自分なりの定義では、知恵は知識の運用力。実際に津波が来たらどうするのか、知識を有機的に運用することかなと思います。

「わかりやすく」かつ「考えてもらえる」情報発信とは

池上 山口さんの研究は画期的だと思います。バックカントリースキーヤーのために、ここから先は危険だからとゲートを閉めておけば、行政としても責任を回避できて、自らの安全になりますよね。それをあえて、データに基づいてゲートを開けるのですね。

山口 ニセコルールをつくる時、責任についての議論はありました。我々研究者はどうしても安全側に寄りますが、スキー場としては来てもらったお客さんに楽しんでほしいので、お客さん目線で考える。ギリギリのところをうまく収めて成功したのがニセコルールです。その代わり、常に、安全

に向けた精度を上げていかなければならないです。

池上 山では天候が急変することもありますよね。スキーヤーに伝えるツールはどう工夫しているのですか。

山口 重要なのは、ゲートが開いているから100%安全なわけではないことを、ゲートの外に出る人に理解してもらうことです。わかりやすい情報は、思考停止を招いてしまうこともあるので、考えさせる情報発信が大切になります。こういう情報があつたらこう行動する、という心構えを持ってもらうことが重要だと思います。

池上 わかりやすさの罫わなはあると思います。わかりやすいと、納得して終わってしまい、その先を思考しない場合がある。「考えてもらうようなわかりやすさ」は大きな課題だと思いますが、どうすれば実現できるのでしょうか。

山口 一歩立ち止まってもらえるタイミングをつくるのが重要なのではないかと思います。冷静に見てもらえるような情報発信が大切ではないか。でも、

ずっと取り組んでいるのですが、答えは見えていないです。

「腑に落ちる」まで絞りこむプロセスが大切

司会者 ここで会場のみなさま、YouTubeでご覧のみなさまに、リアルタイム投票システムslidoでご意見をうかがいたいと思います。「国難級災害にあたり、あなた自身がすべきことは何でしょうか」

- ・安全な場所に移動
- ・情報収集と判断
- ・落ち着く。状況を確認する
- ・自分と家族の身をどうやって守るか事前に考えておく
- ・コミュニティの形成
- ・ITを使った防災への移行 など

林 発災時にどう乗り越えられるか、

ということにみなさんの関心が集中しているようです。

田端 発災後の行動を事前に考えておき、いまやっている行動と比べてから訓練する、といったことが役立つと思いました。

永松 抽象的な書き込みが多いですね。単に「情報をすばやく受けて的確に判断する」ではなく、どう集めて、どう的確に判断するか、リアルに考えることからスタートするのいいと思います。

山口 的確に行動できる人の思考プロセスを「見える化」すれば、ほかの人も、的確な情報判断と行動ができるようになるのかなと思います。

池上 抽象に逃げないことが大切です。ここで、第1部で発表された防災科研発のベンチャー企業、I-レジリエンスの小林社長に加わってもらって、社会にどう生かしていくか、アイデアをいただきましょう。



小林 自分ごとにするのが大事なのかなと思います。自分には悪いことは起きないという正常性バイアスのようなものが起こっているから、抽象化でしか考えられないのではないかと。I-レジリエンスの事業ではDXや教育を考えていますが、DXは「形」をつくることであり、教育は自分ごとにするのだと思います。例えば、災害が起こったとき自分がどうなるかイメージしてもらうため、田端さんとも相談し、映像で見てもらって教育コンテンツを考えています。そして、山口さんのお話にもありましたが、自分の身に何が起るか自分に問いかけ、立ち止まり、考える場は大切だと思います。slidoでみなさんに問いかけたのも、考えるきっかけになったと思います。

池上 子どもたちに伝えなければなら

地方自治体との共創に基づく地域の魅力向上への取り組み
国際スキーリゾート・ニセコにおける雪崩事故防止に資する情報プロダクツの創出

防災科研の研究成果（シミュレーション技術）を活用し情報を付加

点のデータから面のデータへ
山城全体の風況情報

風の情報から吹き溜まりの情報へ
山城全体の吹き溜まり情報

現況情報から予測情報へ
数時間先の予測情報

現場の観測情報 + 防災科研の研究成果
ニセコにおいて雪崩危険性の判断に必要な情報の見える化

面的危険度に関する現状情報の見える化

面的危険度に関する予測情報の見える化

気象予測モデル

NIED 防災科研

山口 信

ないと思うことは、どんなことがありますか。

田端 大きな地震はたびたび起こるわけではないので、どんなことが起こるのかをきちんと伝えていきたいです。今はVRなどの技術もあるので、リアリティーのある、イメージをきちんとつかめるコンテンツを作って、子どもたちに渡すことができればと思います。

永松 第2部の動画賞で表彰していただいた災害過程研究部門の池田真幸さんが中心になって防災教育の研究をしています。主体的に考えて行動する力を育むことはさまざまな場面で大切になっていますが、防災を学ぶことを通じて主体性を育むようなつもりでいたいです。

山口 大雪のときは小学生の通学路でも屋根の雪が落ちてきたりします。自分の身を守ることもそうですが、身近な危険個所を地域に発信する大切さも含めて、子どもたちに伝えたいですね。

池上 人々の行動を変えるのは大きなテーマです。必要なことはなんでしょう。

林 それが成果につながる、結果が出るものだという納得感を持たせることではないでしょうか。尼崎の例でいうと、「跳ね橋を2時間以内に渡れるかどうか」という問題に煎じ詰められたことで、多くの人に解決を与えたこと

になるのではないかと。ハザードマップを読み取る力がないというなら、行動の選択肢として「AかBか」まで絞れば腑に落ちるでしょう。絞るまでに、判断を何度も繰り返しながら問題の本質に至れば、そのプロセスを主体的な学びと言うのだと思う。問題解決のために「これをやればいい、という肝」を見つける訓練を子どもたちにぜひやらせたい。ある種の探検をしているような感覚を持たせられるかどうかが重要な気がします。

永松 跳ね橋を2時間以内に渡れるかどうか、という問題が見えてきたことにより、鉄工団地の組合で自転車を買って誰かが見に行くことにすればスムーズではないか、といった意見も出てきました。橋に地震計を置いて壊れ方を予測できるんじゃないか、ドローンを飛ばせば被害がわかるんじゃないかなど、できそうなことが現場から湧いてきています。これまでソリューションを提供するのが科学技術だと思ってきたのですが、ソリューションを出すのは現場の人々です。科学技術は人がソリューションを出すお手伝いをするのではないかと。それが防災科研の掲げる Science for Resilience ではないかと痛感しているところです。

小林 多くの人々が科学に触れ、科学の

支援を受けて行動できるように、I-レジリエンスでやっていかなければならないと感じました。

令和4年度成果発表会 テーマは「対応」の予定

池上 日本ではハードはずいぶん進んできたと思いますが、具体的な行動に移していくには課題があることがわかりました。自ら問いを立てることは、大人だけでなく子どもたちにも求められることだと思います。

林 おっしゃっていただいたとおりで、日本ではこれ以上、予防、特にハードな意味での予防力を上げるのは限界にきています。モノで守るだけでは無理なので、人の関与が不可欠になっている。人の命を守るには、かなり手厚く寄り添っていかないと問題が見つけられない。それを実際にニセコでやってみたら、新しい形のサービスにもつながったというわけです。頑張っても被害が出てしまったら、どうやって乗り越えるか。それを来年の成果発表会でやりたいと思っています。去年は「予測」、今年は「予防」、来年は「対応」で、国難シリーズの第3弾です。来年も池上先生にお付き合いいただきたいと思います。



令和3年度成果発表会の様子は
防災科研のYouTube公式チャンネルで
視聴することができます。



<https://www.youtube.com/watch?v=cGP34f4uqmc>

E-ディフェンスにて公開実験を実施

E-ディフェンス（兵庫耐震工学研究センター）で2022年1月21日、「地震時、室内被害から人を守る」と題した公開実験がありました。住居、オフィス、サールームの空間を再現し、間仕切り壁や天井などの非構造部材、家具、什器などが地震時にどう損傷し、どのような動きをするかなどを調査しました。実験は首都圏レジリエンスプロジェクト・サブプロジェクトCの一環で、製造業の企業や団体、大学などで構成する研究会と協力して行われました。2021年12月には、博物館の展示空間を再現して実施しました。12月、1月の実験で収集したデータをもとに、室内被害による検証方法のガイドライン作成、振動計や画像処理技術を使ったセンシングシステムの構築を目指していきます。



親子で気象リポ!冬休み「ふるリポ!親子サポーター企画」開催報告

小学生親子を対象とした、冬休み「ふるリポ!親子サポーター企画」（ふるリポ!：防災科研が運用する気象リポートシステム）を実施しました（期間：2021年12月25日～2022年1月7日）。12月25日の親子サポーター任命式には、小学生とご家族208人が参加。冬休みに1日1回以上リポートをする使命が課せられました。Dr.ナダレンジャーショーも実施され大変盛り上がりしました。期間中には83人の小学生サポーターが見事に使命を果たし、リポート総数は3,380回にもおよびました。1月15日の終了式では、参加者と冬の気象を振り返り、冬の気象にちなんだ科学実験を実施しました。参加者からは「子供との天気に関する会話が增进了。」「毎日気温を計るのが楽しかった。また挑戦したい。」などの声が聞かれました。皆さんもぜひ「ふるリポ!」にアクセスし、お住まいの地域の空の様子や天気をリポートしてみてください。



任命式に参加した小学生サポーター



「ふるリポ!」ウェブサイト

※会場では新型コロナウイルス（COVID-19）への感染拡大対策に細心の注意を払いイベントを実施しています。

共創を考えるシンポジウム開催報告

先端的研究施設利活用センターでは、防災科研の世界最大級の実験施設を共用施設として開かれた利用により社会に役立つ研究成果の創出につなげるため、令和4年2月1日に、（第1回）レジリエントな社会づくりを支える先端的研究施設の利活用を考える共創シンポジウムを開催しました。各施設の比類ない機能や役割を紹介し、産学官から有識者4名をお迎えし講演やパネル討論を行いました。当日は約300名の方々のリモート参加がありました。



左上から危機管理教育研究所 国崎信江代表、佐藤栄児戦略室長、酒井直樹副センター長
左下から佐藤研吾戦略室長、神奈川工科大学 木村茂雄教授、建築研究所 木内望主席研究室
右：東京大学 目黒公郎教授

「首都圏を中心としたレジリエンス総合力向上プロジェクト」総括

平成29（2017）年度より文部科学省の補助事業として始まった「首都圏を中心としたレジリエンス総合力向上プロジェクト」が初期の計画のとおり、この3月末をもって終幕となりました。本プロジェクトでは、社会現象としての災害についての科学的な理解を深め、未解決の問題を捉え、解決策を見つけることを目標としてきました。例えば、地震は地下で起きますが、災害は人の住んでいる地表、建物の中で発生します。そこで、既往の災害対応における課題を多角的にとらえ、災害過程のシミュレーション等を行うために、地震観測網等から得られる揺れの状況が、地下から地表、建物、人々へどう影響し、対応が求められるかを明らかにする過程を学際的に研究してきました。社会の対応力（社会科学）・予測力（地震学）・予防力（耐震工学）の向上に貢献し、安全・安心を確保してレジリエントな社会を構築する手法の開発と並行して、産官学民が保有するデータを統合的に利活用し、新知見を生み出す仕組みとして「データ利活用協議会（デ活）」を組織し、その運用を通じた研究開発・社会実証を行ってきました。その集大成となるプロジェクト最終成果報告会「首都圏における持続的なレジリエンスの向上にむけて」が、3月23日（水）に都内会場ならびにオンラインにて開催されました。第1部では、3つのサブプロジェクトと統括運営グループから、この5年間にわたる最終的な研究成果やデ活の活動を通じて得られた産官学民連携の成果等が報告されました。第2部では、「首都圏レジリエンスの持続的向上にむけた今後の展望」と題し、産官学民連携による8つのデ活分科会のうち、インフラ分科会と行政課題分科会からの報告がありました。加えて、「防災科研の新たな試み」と題して、災害過程研究部門の永松部門長から「災害対応に変革を起こす『応急対応DX』の挑戦」について、さらに、防災科学技術研究所とデ活参画企業複数社等との共

同出資により設立され、デ活が目指してきた「共通価値の創出（CSV）」による企業の事業継続能力の向上に貢献するI-レジリエンス株式会社の小林代表取締役社長から「データを利活用したI-RESILIENCE WAYによるレジリエンス社会の共創」について情報共有がなされました。そして、パネルディスカッションでは、外部有識者を数名お招きし、デジタル庁の発足やSociety5.0等の社会動向に照らしながら、首都圏レジリエンスの持続的向上にむけた今後の展望が議論されました。これらの詳細については、首都圏レジリエンスプロジェクトのウェブサイト(https://forr.bosai.go.jp/duc/archives/sympo_20220323/)ならびに、YouTubeデ活チャンネル(<https://www.youtube.com/c/DEKATSU>)でご覧いただけます。企業・団体の主体的かつ自律的な参画を得ながら、具体的な成果を創出した一方で、以下の課題も明らかになりました。つまり、各主体の保有するデータを流通する仕組みを確立し、社会課題としての首都圏レジリエンスの向上に資するデータ利活用についての社会基盤づくりには、引き続きの取組が必要です。本プロジェクトで維持してきたMeSO-netのような高精度の地震動情報が首都圏にあることは、我が国にとっての財産であり、災害リスク情報の提言等への利用も含めて、その利活用方法等について議論する場を設けることが重要です。また、E-ディフェンス実験で、構造躯体のみならず、さまざまな非構造部材の挙動も評価できる手法や枠組みを提供できることが示されたことは大きな成果でした。今後、災害の予防や対応等につながる形での社会への提供・普及に努めるとともに、そのための産官学民と共創した研究開発の積極的な推進が期待されます。本プロジェクトの推進にご協力いただいた各団体の皆さまに感謝を申し上げますとともに、今後も防災分野において引き続き有意義な議論が行われることを祈念いたします。



これまでの公開イベントの様子

防災科研ニュース

2022 No.216

2022年3月31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.029-863-7788 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/>)