

防災科研 ニュース

No.202

特集：研究開発の国際展開

©国立研究開発法人 防災科学技術研究所



研究開発の国際展開

防災科学技術により世界のレジリエンス強化へ



防災科学技術により 世界のレジリエンス強化へ

企画部 次長（国際・社会連携） 中島 壮一

世界の災害被害が拡大する中、国際連合は、世界各国の関係機関の協調による防災の取り組みを推進してきました。東日本大震災の被災地仙台で2015年3月に開催された第3回国連防災世界会議では、2030年までの国際社会の新たな取組指針となる仙台防災枠組が採択されました。仙台防災枠組では、①災害リスクの理解、②災害リスク・ガバナンスの強化、③災害リスク削減への投資、④効果的な災害対応への備えとより良い復興（Build Back Better）の推進、の4つの優先行動を定め、世界各国および各地域のセクター横断的な取り組みを促しています。また、同年9月に開催された国連サミットでは、2030年までの持続可能な開発目標（SDGs）が採択されました。SDGsは、地球上の誰一人として取り残さない（no one left behind）ことを誓いつつ、17の目標を定めており、目標9の強靱なインフラ構築、目標11の安全で強靱なまちづくり、目標13の気候変動への対応など、持続可能な開発の枠組の中で防災の取り組みを進めていくことも肝要です。

これら仙台防災枠組やSDGsを推進していく上で、科学技術の果たす役割は極めて大きいと考えられます。我が国の科学技術界では、2015年1月に防災・減災に関する国際研究のための東京会議を開催し、同年3月の国連防災世界会議に向けて科学技術の重要性の認識を促すとともに、統合的な科学技術の知見を各国の政策に反映させていくための活動を継続しています。さらに、我が国は、SDGsの実現を科学技術イノベーション（STI）により促進するため、ロードマップづくりを先導するなどの取り組みを行っています。

こうした潮流を踏まえつつ、防災科研では、2016年から7年間の中長期計画に基づき、研究開発の国際的な展開を進めています。具体的には、我が国の防災科学技術の研究開発および情報の受発信の中核的機関として、海外の研究機関・国際機関との共同研究や協定、国際共著論文の発表等による連携や、国際的なネットワークの強化、防災科学技術の海外展開への取り組みを実施しており、こうした活動が円滑に進むよう、しっかり取り組んでまいります。



本年10月には中国・成都で、統合科学技術国際会議を開催



表紙写真／マレーシア日本国際工科院にて（左）ノルウェー郊外での微動観測の様子（右）

CONTENTS

特集 研究開発の国際展開

- 2 防災科学技術により世界のレジリエンス強化へ
- 4 SDGs（持続可能な開発目標）の推進
- 6 「微動観測による広域地盤特性評価」の国際標準化
- 8 タイ王国産業集積地の Area-BCM 体制の構築に向けて
- 10 日本の防災の知見を海外へ
- 12 防災と環境を両立させる蛇籠技術の開発
- 14 雪氷防災実験棟を用いた国際共同研究

研究最前線

- 16 デジタル地図による災害対応活動

行事開催報告

- 18 第9回災害軽減国際ワークショップを長岡市で開催
- 19 一般公開（雪氷防災研究センター）
- 19 朝日小学生新聞「集まれ!こども編集部」取材会
- 20 つくばちびっ子博士 2018

気象災害軽減イノベーションセンター
センター長補佐・研究推進室長
雪氷防災研究部門 主任研究員

中村 一樹

なかむら・かずき

長年勤めた民間気象事業者では気象情報課長、応用気象課長などを経験し、転職した北海道大学では、北海道占冠村の「雲海テラス」を活用した産官学連携事業を実施。2013年防災科学技術研究所入所。雪氷防災研究センターで、雪氷災害の軽減につながる研究を実施。「雪崩教本」、「山岳雪崩大全」などの著書あり。日本雪工学会理事。日本雪氷学会雪崩分科会幹事長。2016年より現職。同年の気象災害軽減コンシウム設立に携わり、株式会社セブン-イレブン・ジャパンとの連携プロジェクトをスタートさせる。気象予報士。

SDGs（持続可能な開発目標）の推進

科学技術イノベーションを通じたSDGsへの貢献と取り組みの紹介

国連で採択された「SDGs（持続可能な開発目標）」と、「仙台防災枠組2015-2030」の2つの目標を踏まえ、気象災害の被害軽減に関わる科学技術イノベーションを推進する。ハザードの可視化や性能・品質の検証法およびリスク評価手法の開発とその標準化に取り組み、国際展開を進める。

はじめに

防災科研に、現在の気象災害軽減イノベーションセンターの前身であるイノベーションハブ推進室が設置されたのは、2015年7月のことです。ちょうど同じ年に、国連で防災に関わる2つの国際的な目標が採択され、気象災害軽減イノベーションセンターは、その2つの目標を踏まえて活動しています。2つの目標とは、「持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals：SDGs）」と、防災・減災に関する国際的な指針である「仙台防災枠組2015-2030」のことです。これらの国際枠組（目標）は有機的に結びついています。本稿では、特に、気象災害の被害軽減に関わる科学技術イノ

ベーション（Science, Technology and Innovation：STI）の推進を目的に設置された気象災害軽減イノベーションセンターのSDGs推進に関わる取り組みについて紹介します。

科学技術イノベーションを通じたSDGsへの貢献

持続可能な開発目標（SDGs）とは、2015年9月の国連サミットで採択された「持続可能な開発のための2030アジェンダ」に記載された2016年から2030年までの国際目標です。持続可能な世界を実現するための17のゴールと169のターゲットから構成されています。

我が国では、内閣総理大臣を本部長とするSDGs推進本部が、2016年5

月に、内閣に設置されました。同本部では、同年12月に、SDGsの実施に関わる国家戦略としての「SDGs実施指針」を決定し、2017年12月に、日本の「SDGsモデル」の方向性や主要な取り組みを盛り込んだ「SDGsアクションプラン2018」を決定するなど、政府としてSDGs実施に向けた計画的な取り組みが進められています。

SDGs実施指針では、科学技術イノベーション（STI）が、優先課題として位置付けられるとともに、多様な分野において課題の解決に不可欠な横断的要素として位置付けられています。

気象災害軽減イノベーションセンターの取り組み

気象災害軽減イノベーションセンター

は、2016年度から7年計画でスタートした防災科研の第4期中長期目標の一つである「防災科学研究におけるイノベーションの中核機関の形成」を推進することを目的として、2016年に設置された戦略的なセンターです。中核的機関としての産学官連携の推進、基盤的観測網・先端的研究施設の運用・共用促進、研究開発成果の普及・知的財産の活用の促進、研究開発の国際的な展開、人材育成、防災行政への貢献などを通じて、STIを推進しています。さらに、SDGsを中核とする「持続可能な開発のための2030アジェンダ」の実現に向けて、科学技術の側面からどのように貢献できるか（STI for SDGs）という観点から検討し、現在、気象災害軽減イノベーションセンターは、国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）が推進する、政府、大学、研究開発機関、NGO、企業等のステークホルダーが連携してSDGsへ

貢献する活動に参画しています。

例えば、国内の研究開発法人等を含めた取り組み事例を冊子としてまとめ、2017年5月に国連で開催したSTI forumで配布して世界に紹介することになり、日本の取り組み等を紹介する冊子「Book of Best Practices」が制作されました。気象災害軽減イノベーションセンターでは、海外展開も想定して進めている「IoTを活用した地域防災システム開発プロジェクト」から、熊本地震後に地盤が悪くなったため危険性が高まった土砂災害発生の予兆を検知したいという地域の課題を解決するために開発した安価な土砂災害検知センサーの事例をこの冊子に紹介しました（図1参照）。なお、他機関の活動事例も含めた冊子の内容は、JSTのホームページ（<https://www.jst.go.jp/sdgs/practices/index.html>）に、日本語で紹介されています。

おわりに

気象災害軽減イノベーションセンターは、防災科研企画部とともに、2017年からJSTで定期的で開催されているSDGsにおける科学技術イノベーションの貢献に関する意見交換会（STI for SDGs意見交換会）に出席し、他機関と意見交換を行っています。さらに、防災科研では、国際標準化推進に向けたプロジェクトチームを立ち上げました。第4期中長期計画に基づき、研究開発成果の普及として、先端的研究施設等を利用した試験結果をもとに、性能・品質等を検証するための仕組み作りの検討を行うとともに、研究開発の国際的な展開として、リスク評価手法の開発とその標準化等に取り組んでいます。このようなSDGsの推進につながる取り組みを今後も積極的に実施したいと考えています。



図1 STI forumで配布したBook of Best Practicesに掲載された熊本でのプロジェクトの事例

「微動観測による広域地盤特性評価」の国際標準化

「戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)」の成果展開

地震動強さの予測精度には、地盤構造評価の正確さが大きく影響する。防災科研が開発した微動計測を用いた地盤特性評価システムは、地盤構造を高精度で評価できる画期的な手法だ。世界中のインフラや構造物の安全性の確保、災害の防止に役立てるため、このシステムの国際標準化へ取り組む。

はじめに

総合科学技術・イノベーション会議が推進する「戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)」の「レジリエントな防災・減災機能の強化」の課題において、防災科研では地震が発生した場合に、リアルタイムに被害を予測して配信するシステムを構築しました。特に、地震動強さの予測においては、地盤構造をどれだけ正確に評価できているかが予測精度に大きな影響を及ぼすため、微動計測を用いた精度の高い地盤モデル構築手法とそのシステム化の開発に力を入れてきました。こ

の手法は地盤構造を高精度で評価できる画期的な手法であり、国際標準化への取り組みを進めることにしました。

経緯と組織

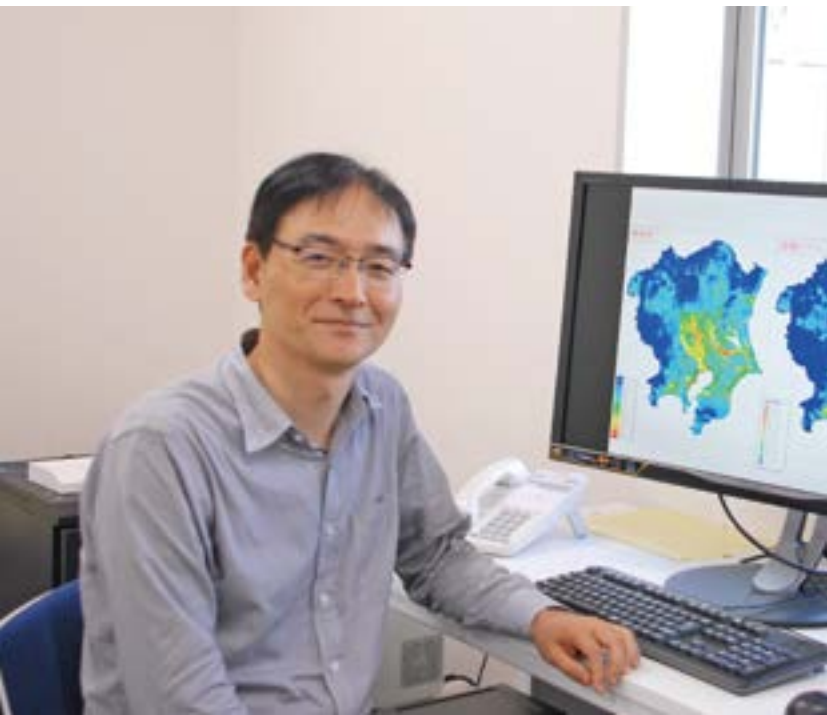
2016年3月にスイスで開催されたISOの地盤工学を扱う委員会(TC182)に参加した際、幸運にも本技術に関するプレゼンテーションの機会を得て各国からの参加者の注目を集めました。その後、国際標準化の窓口である地盤工学会の専門委員会の下に、地盤工学分野の専門家で構成されるワーキンググループを設立し、防災科研からも数名のメンバーが加わり、本格的な国

際標準化の規格案の作成を開始しました。また、経済産業省の戦略的国際標準化加速事業に防災科研と地盤工学会の共同提案という形で応募し、2017年度から3年間の予定で国際標準化活動の支援を受けています。

規格案の概要

① 微動観測

地盤は、風や海の波といった自然現象や、車の走行や工場の機械といった人工的なものなどによって人に感じない程度の大きさで常に揺れています(常時微動)。この常時微動を専用の観測計(微動計、図1(a)参照)で数分

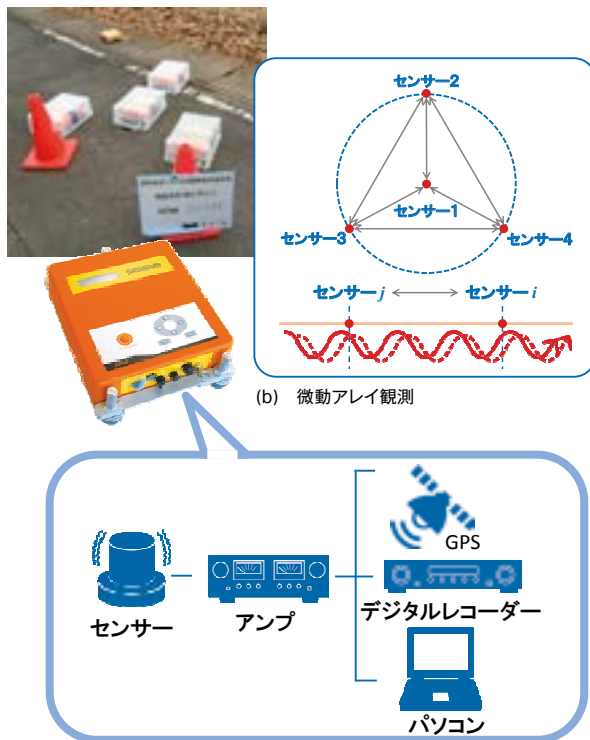


社会防災システム研究部門 主幹研究員
レジリエント防災・減災研究推進センター 主幹研究員

先名 重樹

せんな・しげき

1994年金沢大学大学院修士(理学)。2008年東京工業大学大学院博士(工学)。2014年防災科学技術研究所入所。地震動予測地図の作成、統合化地下構造データベースの開発、SIP⑤リアルタイム被害推定システムに関する、地盤モデル構築・微動システム開発・地盤情報解析システムの開発等に従事。



(a) 微動計とそれを構成する機器
図1 微動計と微動アレイ観測

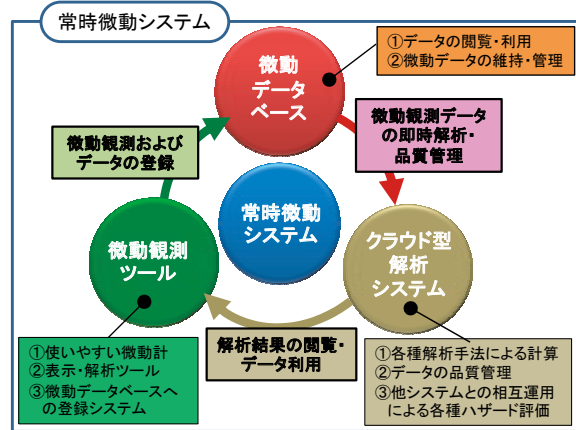


図2 常時微動システム



写真1 オスロ（ノルウェー）郊外での微動観測の様子（2018年3月7日）

間観測することで、地層の構成やその層の堅さなどを評価して地下の構造を推定することができます。なお、常時微動から地盤構造を調べるためには、「アレイ観測」（図1(b)参照）と呼ばれる観測点を複数配置し、各地点での常時微動の波の伝わり方を解析します。

② 3つの主要技術

防災科研が開発した地盤特性の評価システムは3つの主要な技術からなります。

- ・微動観測：微動計をアレイ配置して地盤の常時微動を観測します。微動計のもつ性能の良し悪しが観測データの精度を左右するので、専門の会社と共同開発を行いました。微動計間の距離が短いアレイ観測では地表面付近の、距離が長い（数百m）アレイ観測では深部の地盤性状を評価します。

- ・微動観測データの分析：微動アレイ観測で得られたデータを解析し、観測点の真下の地層構造とその地層を横波（S波）が伝わる速さを評価します。防災科研が開発したシステム（図2参照）では、観測データの解析の自動化、地盤特性評価の簡素化・高精度化を図り、計測の専門家だけでなくその場で観測結果が確認できるため、効率的な観測を行うことができます。

- ・地盤構造のモデル化：多数の微動観測データや地震観測記録データ等を統合化することによって広域における3次元地盤モデルを構築します。この地盤モデルを用いて、地震動の推定を行います。

最近の活動

国際標準化を達成するには、本技

術の優位性、有効性を世界各国に理解してもらう活動が非常に重要となってきます。防災科研では、地盤工学の分野で世界的に権威のあるノルウェーのNGI（Norwegian Geotechnical Institute）と研究協力覚書（MOU）を締結し、地盤特性の評価に関する共同研究を推進しながら、各国への技術的な説明やデモンストレーションを継続的に行っています（写真1参照）。

おわりに

国際標準化の活動は始まったばかりであり、認証されるまでにはまだ長い年月を要しますが、国内外の関係者の協力を得て本技術の規格化をぜひ実現したいと考えています。本技術の国際標準化によって、世界中のインフラや構造物の安全性の確保、災害の防止に寄与できるものと期待しています。



水・土砂防災研究部門 部門長

三隅 良平

水・土砂防災研究部門 特別研究員

上米良 秀行

みすみ・りょうへい

1964年福岡生まれ。博士（理学、名古屋大学）。1992年4月科学技術庁防災科学技術研究所入所。詳細雲物理モデルの開発、XバンドMPレーダを用いた土砂災害危険度予測モデルの開発等に従事。2016年4月より現職。

かみめら・ひでゆき

1977年大阪生まれ。博士（工学、長岡技術科学大学）。日本や東南アジアの多地域を対象に、大雨や洪水の観測・予測、水害リスク（危険性）の分析・軽減に関する研究に従事。海洋研究開発機構・特任技術主事、土木研究所・専門研究員、河川情報センター・研究員を経て、2017年4月より現職。

タイ王国産業集積地の Area-BCM 体制の構築に向けて

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS） 課題はじまる

2011年に発生したタイのチャオプラヤ川での大規模な洪水は人や経済に大きな被害をもたらした。洪水による経済被害を最小化するためには、産業集積地全体の災害強靱性を向上させる必要がある。タイの産業集積地における「地域型事業継続マネジメント」（Area-BCM）の構築と実装を目指す。

日本にも波及した 2011年タイの 水害

2011年8月から12月にかけて、タイのチャオプラヤ川で大規模な洪水が発生しました。この洪水によって800名を超える人が犠牲になっただけでなく、大きな経済被害が生じました。工業団地も浸水し、449社にも及ぶ日系企業で洪水被害が発生しました。その結果、タイ国内からの部品等の供給が停止し、日本国内でも複数の自動車

メーカーが操業を停止するなど、その影響は日本国内にも及びました。

このような大規模な水害による経済被害を最小化するためには、企業が個別に作成している事業継続計画（BCP）で対応するだけでは不十分で、産業集積地全体が「地域型事業継続マネジメント」（Area-BCM）を構築して対応していく必要があります。今後、東南アジアの生産・物流拠点としてタイの重要性が増していくことを考えると、Area-BCMの枠組を用いてタイ

国内における産業集積地の災害強靱性を向上させていくことが必要です。この目的を達成するため、国際協力機構（JICA）と科学技術振興機構（JST）の地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）に「タイ王国産業集積地のレジリエンス強化を目指したArea-BCM体制の構築」（研究代表者：名古屋工業大学 渡辺研司教授）を提案し、採択されました。

研究プロジェクトの実施体制

本プロジェクトは、タイの産業集積地にArea-BCMを実装することを目標にしています。この目標を達成するには、日本とタイの密接な連携が重要になります。日本側は名古屋工業大学、防災科研、土木研究所水災害・リスクマネジメント国際センター (ICHARM)、東京大学、慶応義塾大学が参画し、タイ側はチュラーロンコーン大学、内務省防災減災局 (DDPM)、タイ工業団地公社 (IEAT)、タイ環境研究所 (TEI)、アジア災害予防センター (adpc) 他が参画し、相互に密接な連携のもとプロジェクトを推進していきます。プロジェクトは3つの小課題、①災害リスクのモニタリング・評価システムの構築、②ビジネスインパクト分析 (BIA) に関わる分析手法の確立と分析結果情報共有のためのシステム構築、③Area-BCM運営体制の確立・展開に分かれ、それぞれICHARM、防災科学技術研究所、名古屋工業大学が主担当となって進めていきます。

これまでの取り組み

2017年10月11日、タイのアユッタヤー県で、日本の経済産業省中部経済産業局と海外産業人材育成協会が主催する地域連携BCPワークショップが開催されました。私たちのプロジェクトのメンバーもこのワークショップに参加しました。

ワークショップでは、ローチャナ工業団地に入居する複数の企業、そ

して関係する政府組織である工業省傘下の工場局 (DIW)、工業振興局 (DIP)、タイ投資委員会 (BOI)、IEAT、DDPM、農業協同組合省の灌漑局 (RID) などが参集して、洪水氾濫とそれによる被災状況のシナリオに基づいて、事業継続に関する災害対応演習に取り組みました (写真1)。この演習では、工業団地に入居する各企業の個別の対応だけでなく、企業間の連携や警察、消防といった地域の行政組織、医療機関、その他関係政府組織との連携、交通やライフラインの状況、サプライチェーンとの連関も考慮して取り組みました。

また2018年7月20日には、チュラーロンコーン大学でキックオフ会議を開催しました。日本側から各小課題の計画を紹介し、タイ側の担当者と綿密な意見交換を行いました。

今後の取り組み

2018年10月には、経済産業省中部経済産業局と本プロジェクトの共催で、地域連携BCPワークショップをタイ国内で行う予定です。本年のワークショップでは「産・官」だけでなく、「学」を担うチュラーロンコーン大学も参加し、また、地理条件や内部構造などの特性が異なる複数の工業団地から企業が参集することで、昨年よりも演習・相互学習効果が高まると期待されています。

また地理情報システム (GIS) に基づくArea-BCMのためのツールキットを構築するため、水害リスク評価を進めると同時に、タイの工業集積地における企業資産に関する情報の収集や、各企業におけるステークホルダー (利害関係者) との依存関係の調査などを、タイ側と協力して進めていく予定です。



写真1 2017年10月に開催されたワークショップの様子

日本の防災の知見を海外へ

マレーシア日本国際工科院でのマレーシアにおける取り組み

防災科研は、豪雨災害の多いマレーシアでの被災低減を目指した研究に2010年から参加してきた。マレーシア日本国際工科院（Malaysia Japan International Institute of Technology: MJIT）では、日本の先進的な防災知見を直接マレーシアの研究者・技術者たちに伝える取り組みを行っている。今後は協力体制の充実を進め、防災研究において、より持続的な貢献に取り組む。

マレーシアにおける災害と日本の貢献

マレーシアでは、豪雨災害が毎年のように発生し、洪水災害や地すべり災害が多く発生しています。そのような状況のもと、2010年から、JICA/JST地球規模課題対応国際科学技術協力プログラムSATREPS（マレーシアにおける地すべり災害および水害による被災低減に関する研究 代表登坂博行東大教授（平成22～27年度））において、防災科研は、地すべり災害、リスクマネジメント分野を担当する主たる研究機関として参加してきました。SATREPSでは、洪水や地すべり

の観測や予測技術に関する研究だけでなく、社会実装に重きがおかれていたため、現地のNGO法人とともにコミュニティにおいて防災活動を行ったりしました。しかし、プロジェクト後の観測機器やシミュレーション技術の運用費の確保が難しいため、その後の持続的な社会実装が難しいことが大きな課題となっています。そこで、このMJITでは、日本の知見をマレーシアの研究者・技術者たちに直接残すことを可能にし、少しでも地元へ根付く持続的な貢献が出来るようなシステムとしています。

マレーシア日本国際工科院とは

MJITは、マハティール首相（当時）の提唱により1982年から開始された「東方政策」のもと、マレーシアにおいて日本型の工学系教育を行う学術機関として外務省、文部科学省他、日本の23大学がコンソーシアムに参加し2010年に開校しました。MJITは、マレーシア工科大学（University of Technology Malaysia, UTM）のクアラルンプール校に設立された研究組織です。当初は電子、機械、環境、技術経営の4つの学科で始まり、2016年から防災学科ができました。ここでは、多くの日本人教員が教鞭をとって



水・土砂防災研究部門 主任研究員
先端的研究施設活用センター 戦略推進室長
気象災害軽減イノベーションセンター

酒井 直樹

さかい・なおき

2003年長岡技術科学大学大学院工学研究科修了、博士（工学）。2007年防災科学技術研究所入所。土砂災害研究、大型降雨実験施設の運用、IoTを用いた斜面や水位のモニタリングシステムによる地域防災に関する研究に従事。2017年より現職。

います。

その母体となるUTMは1904年に創設され、ジョホールバルに本部を置くマレーシアで最も古い理工系大学であり、マレーシアにおける工学系人材の3分の2を輩出している国立の研究重点大学5校に属し、学生数は23,800人（2011年）です。

防災学科での活動と協力

防災学科では、防災科研から2名が参加し、必修講義として“DISASTER DATA MANAGEMENT AND FORECASTING”、選択科目として“Geohazard Information for disaster risk assessment”の講義を行っています。

授業形態は、日本の研究者は短期教員として、1週間マレーシアに滞在し、実質5日間で10数時間の講義と学生のプレゼンによって授業の単位を出すという仕組みです。学生は、マレーシア工科大学の修士学生や、防災関連の国の部署や研究所からの短期の社会人修士学位取得希望者も多数参加します。そのため実践的な授業が求め

られており、立場や分野を超えた議論を行いながら、日本での防災行政を含め広く防災危機管理について講義を行っています。また、フィールドトリップとして、災害現場や区の研究機関の訪問をします。2018年には、Land and Natural Resources（水・土地・天然資源省）のThe Department of Survey and Mapping Malaysia（測量地図局）を訪問しました。マレーシアのスマートシティ構想に関する情報や大量の地図情報の説明、Civil Defense等の関連機関も集まって災

害時の対応状況の説明も受けました。普段から災害に備え省庁を超えて協力しているというお話は、特に印象的でした。このように日本での先進的な防災分野の取り組み事例とマレーシアでの課題とを対比した議論を行い、マレーシアでの防災上の課題や解決に向けて考える授業を行っています。今後の協力体制の充実として、日本とマレーシアの教官のもと研究を行うことが計画されており、より持続的な防災研究に関する貢献が可能になると考えられます。



地震減災実験研究部門 主幹研究員

中澤 博志

なかざわ・ひろし

1996年東京理科大学大学院修士課程修了、東京理科大学助手、港湾空港技術研究所等を経て、2015年防災科学技術研究所入所。博士（工学）。液状化対策効果の評価手法の開発、ため池堤体を始めとする各種土建造物の耐震性評価、最近では、蛇籠を用いた建造物の耐震性評価および耐震化に関する工法の開発を手掛ける。普段は、大型耐震実験施設の運用等に從事。

じゃかご

防災と環境を両立させる蛇籠技術の開発

開発途上国におけるローコスト・ローテク・ローカル防災技術の展開

2015年のネパール・ゴルカ地震では、住宅や道路の被害が甚大だったが、一方で、蛇籠を用いた道路擁壁の有効性が確認できた例もあった。蛇籠擁壁のさらなる耐震化に向けて、蛇籠の特徴を活かした設計手法の確立とガイドライン化への検討を進める。

はじめに

2015年に起きたネパール・ゴルカ地震では、様々な施設の被害が確認されました。とりわけ、中山間地域では、地域の職人や技術者が関与しないで建設された石積み組積造住宅の被害が甚大でした。山間部では、山を切り開いた一本道が多く、地滑り・崩壊・落石等を原因とする道路閉塞の多発や、そもそものアクセスの悪さから、被災者の生活再建が困難な状況も続きました。

道路閉塞につながった地滑りや崩壊箇所については、3年以上経過した現在でも復旧がままならない箇所が多いのが現状です。しかし、蛇籠による道路擁壁については最小限の損傷にとどまり、道路機能を維持した例も確認さ

れました。ここでは、発災後、最低限の道路機能を維持することの必要性から、蛇籠道路擁壁の利活用状況、耐震化に向けての検討とその展開について述べたいと思います。

研究の経緯

震災後、高知大学防災推進センター、佐賀大学低平地沿岸海域研究センター（平成30年3月廃止）と研究連携協定を締結し、ネパールのトリブバン大学（Tribhuvan University）の協力の下、7回にわたる現地での被害調査と試験施工状況の視察を行いました。被害調査結果に基づき、大型耐震実験施設で延べ3回の実大蛇籠擁壁の耐震実験を行い、ネパール政府機関等の方々を招き公開実験も実施しました。ここでの

成果は、高知大学が獲得したJICA草の根技術協力事業の一環で行っている現地試験施工に活かされています。現在は、蛇籠擁壁の設計手法の確立とガイドライン化への検討をしている段階です。

蛇籠（じゃかご）

『蛇籠（じゃかご）』って何だろう、と思われる方は多いのではないでしょ



写真1 昔の蛇籠（四川省都江堰）

うか。蛇籠の起源は紀元前361～251年頃、中国四川省の都江堰の築堤にあたり、竹を材料に亀甲型網目の円筒形の籠を編み、内部に玉石・割石などを詰めて河川工事に使用したことから始まります。世界各国に伝わった現在では、鉄線による金網が使用されていますが、その特徴は、高い屈撓性（しなやかな曲がりやすさ）・透水性、材料入手・運搬・撤去の容易さ、工期が短く自然材料の活用等に優れ、国際的には土木工事に幅広く利用されています（写真1）。また、年月とともに植物が自然に繁茂してくる点で、環境と防災を両立する“グリーン土木インフラ”として、様々な用途での展開が可能であると考えています。しかし、蛇籠を用いた構造物に関しては設計法が明確でないのが現状です。コンクリート構造物に比べ柔らかく変形しやすい反面、粘り強さを発揮しやすく決定的な崩壊に至らない点がコンクリートに勝るメカニズムの一つで、この利点を活かした構造を提案し、現地で実証したいと考えています。

蛇籠擁壁の被災調査と耐震実験

震災以降、カトマンズ市内やアラニコ・ハイウェイ（AH42号線、Dhulikhel～Jayle間）を対象とした被害調査を行いました。そこで目に留まったものは、蛇籠を用いた施設や構造物の多さでした。擁壁、山留、防護柵（ガードレール）、護岸、水制工、砂防堰堤および沈下橋等、日本にない利活用がなされています。アラニコ・ハイウェイ沿いの115ヶ所の蛇籠構造物の調査結果では、擁壁が約半数を占め、その構造は3辺が概ね100cmの蛇籠単体を3段積み重ねるケースが

最も多く、崩壊せずにはらみ出し相当の被害が多く確認されています。

実大蛇籠擁壁の耐震実験では、現地調査で多く見られた典型的な形式（Case1）、施工の労力はCase1とほぼ一緒で階段状にして背後地盤へもたれさせた形式（Case2）、および数を増やし自重で安定化を図る形式（Case3）の3ケースで比較しました。実験後の3Dレーザー計測結果（図1）を見ると、Case1における大きな前傾・変形に対し、他2ケースの変形は軽微であることがわかります。ネパール・ダディン郡で実施された現地試験施工では、コストがかからないCase2のもたれ式のケースが試されました（写真2）。

未来に向けて

蛇籠擁壁の研究成果の普及・展開は上述の通りです。とはいえ、開発途上国での地震被害後のニュースでよく目にする言葉「Earthquakes don't kill, poorly constructed buildings do.（人々が犠牲になったのは地震のためではなく、脆弱な建物によってである。）」があります。直接人命を救うためには、やはり、建物の耐震化が必

要であると思います。

現在、蛇籠技術の他国への展開として、低地における護岸等への活用方法や構造形式の検討をしておりますが、同時に、山間部で最も崩壊・損傷等の被害が確認された脆弱な石積み組積造住宅を対象に、蛇籠を応用した金網による耐震補強法を検討しています。「地震災害からの被害軽減化」を通じ、「住生活向上」への第一歩も踏み出そうとしております。

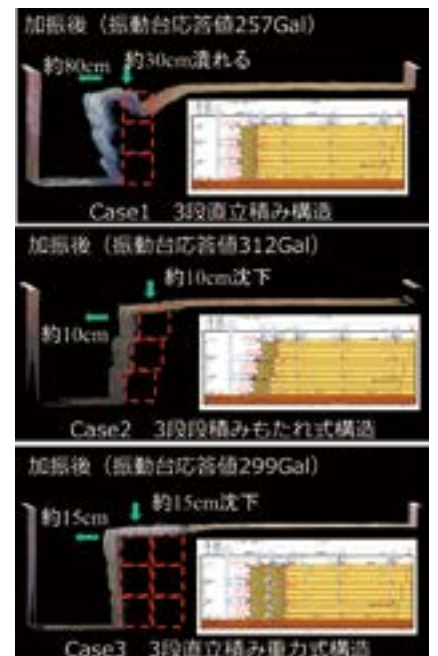


図1 耐震実験結果



写真2 蛇籠擁壁試験施工（JICA事業）

雪氷防災実験棟を用いた国際共同研究

共通の課題解決に向けた先端の実験施設の活用

時には人命をも脅かす雪や氷による災害は、世界各地で発生している。防災科研は、先端の実験施設の一つである雪氷防災実験棟を活用しながら、共同研究や研究協力協定等を通じて海外の組織と連携を図り、共通の課題に取り組む。

雪氷防災分野の国際連携

冬になると雪が降り積雪に覆われる地域は、世界に広く分布しています。雪は水資源としての側面を持つ一方で、建物、道路、鉄道などに様々な障害をもたらし、時として雪崩や吹雪となって人命をも脅かす災害になることもあります。こうした問題の解決に向けて、雪や氷による災害に関する研究が積雪地域を持つ各国で進められています。

防災科研では、先進的な雪氷防災研究を進めている海外の研究所と共同研究を実施したり研究協力協定を結んだりして連携を図り、共通の課題に取り組んでいます。本稿では、中国の同済

(トンジ)大学との雪氷防災実験棟を用いた共同研究についてご紹介します。

雪氷防災実験棟を用いた共同実験

同済大学は、中国において建物の構造力学分野の研究を牽引する立場にあるとして知られています。中国の西部には積雪地域が広がりますが、近年開発が進み、その結果雪への諸々の対策の必要性が浮上してきました。その一つが建物の屋根に積もった雪の荷重の問題です。特に、建物が大型化すると、吹雪発生時には屋根上に雪が一様に積もらず、屋根に片寄って荷重がかかる現象(偏荷重)が問題となる場合が多くなります。荷重の片寄りの度合いが大きくなると建物の破壊につながるた

め、これは重要な問題です。

研究を担当する周(ゾウ)准教授は、これまで主に数値シミュレーションによりこの問題について研究を進めてこられ、中国における雪氷防災研究のリーダーの一人となっています。その一方、実験や観測による研究の必要性も感じていました。中国には吹雪の実験ができる施設が無いことから雪氷防災実験棟に関心を持ち、事前に見学にお越しになり、この研究課題の実験が可能であるとの見通しを付けて共同研究の実施に至りました。

雪氷防災実験棟は防災科研が持つ先端の実験施設の一つであり、雪氷防災研究センター新庄雪氷環境実験所にあります。大型の低温実験室に降雪装置



雪氷防災研究部門 雪氷環境実験室 室長

小杉 健二

こすぎ・けんじ

1992年北海道大学大学院理学研究科博士後期課程中退。博士(理学)。科学技術特別研究員を経て、1995年防災科学技術研究所入所。吹雪の観測研究、雪崩の災害調査、雪氷防災実験棟を用いた災害メカニズムの実験研究、雪氷災害発生予測システムの開発等に従事。2013年より現職。

や風洞などの装置が備えられ、それらを組み合わせて稼働させることにより、積雪地域に生じる様々な環境を作り出すことができます。降雪装置を用いると多量の雪を短時間で用意できるので、積雪の無い季節でも雪を用いた実験が実施可能です。

この共同実験では、同済大学で作成した平坦な屋根を持つ建物の縮尺模型を風洞の床に設置した後に、風を送るとともに風洞の天井から降雪装置で作成した雪を降らせます（写真1）。すると風洞の中で吹雪が発生し、風洞の床や建物模型の屋根上に徐々に雪が積もって行きます。あらかじめ決めた測線に沿う積雪深の分布を、実験後に測定しました。積雪深測定には、高精度のレーザー距離計を用いました。レーザー距離計は、指定した位置に移動可能なトラバース装置で固定され、プログラムにより自動で測定を行います。

その結果の一例を図1に示します。屋根の風上端から風下への距離が大きくなるとともに屋根上の積雪深は深くなり、場合によっては極大値をとりまします。この実験結果は屋外で観測される実際の屋根上の積雪分布の特徴と一致します。吹雪時の屋根上の積雪分布がこのようになるのは、屋根の風上端付近では風が十分強く屋根上に降った雪の多くは吹雪となって風下に運ばれますが、風下に進むにつれ吹雪の雪粒子空間濃度が濃くなりその結果雪面付近の風が弱まり、吹雪で運ばれてきた雪が積もるからと考えられます。

研究の発展に向けて

単純形状の縮尺模型を用いたこの実験は、実際の現象と似た結果をもたらすことから基礎研究として有効な手法

と考えられます。本共同研究では野外観測や数値シミュレーションの結果との比較や相似性に関する検討などを現在進めているところであり、これらは今後明らかにすべき研究課題です。こうした研究は、屋根の形状が複雑な場合にも適用可能な積雪深や雪荷重分布の数値シミュレーションにつながると考えています。

雪や水が関係する現象は、温度などの条件で性質が大きく変わるために理論的に扱いにくい現象もあり、また、環境が厳しいため観測が困難なこともしばしばあります。雪氷防災実験棟を用いることで実規模大で実施可能になる実験が多く、雪氷に関する共通の課題解決を促進するために今後も一層の国際的活用を図ってまいります。



写真1 雪氷防災実験棟における風洞実験の様子（風洞内の風向は右から左）

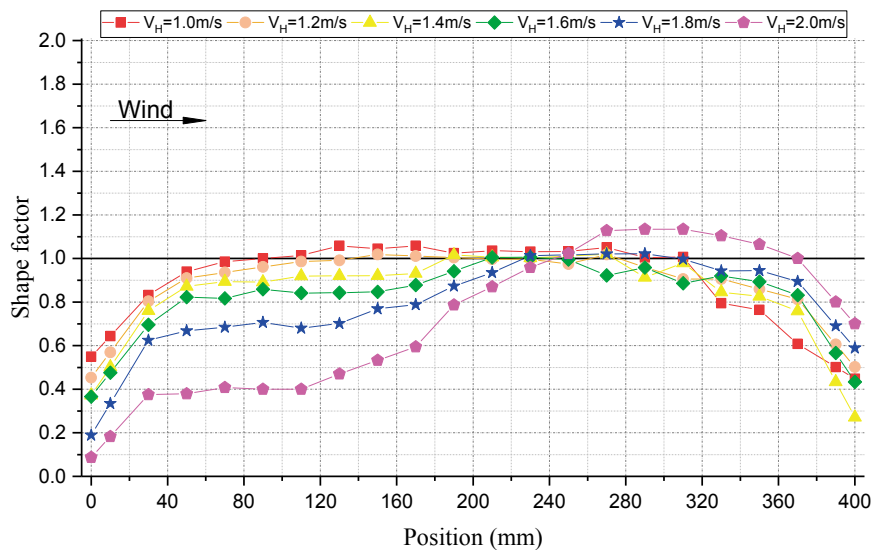


図1 平坦屋根の縮尺模型上の積雪深分布の例（縦軸は模型周囲の積雪深との比率で表した模型上の積雪深、横軸は模型の風上端から風下への距離、V_Hは風速をそれぞれ示す。風向は左から右）

デジタル地図による 災害対応活動

総合防災情報センターの平成30年7月豪雨対応

どこでどれだけ被害があるか、何が不足しているかが分かれば、より迅速な支援が可能になる。平成30年の7月豪雨では、災害に関する情報を収集・集約し、デジタル地図を作成することで、支援の迅速化・効率化に貢献した。しかし、情報収集の地図化は困難を極めた。

災害対応で地図化が大切な理由

災害が発生すると、多くの場合、避難所が開設されます。避難所に支援物資を届けようとしても、どの道路が通れるのか、どの橋が通れるのかなど道路状況が分からないと適切な配送計画を作ることはできません。

そこで、地図上に避難所を表示し、道路状況を入れたものと重ね合わせると、どの道路を通して物資が届けられるのか、土地勘のない人でも検討できるようになります。

紙の地図の上にピンを挿し、書き込みをしても検討することはできますが、紙の地図ですと、近くにいる人しか見ることができませんし、救

助や支援に関わる多くの組織と共有することも難しいのです。

一方、インターネット上のデジタル地図を活用すると、拡大縮小も容易で、県全体や日本全体などを俯瞰的に見ることができ、拡大すれば1軒1軒の建物などの詳細な情報を見ることができます。また、URLを共有することで、必要な機関と迅速に地図を共有することが可能になります。

県の災害対策本部での災害対応活動

防災科研は、平成30年7月豪雨に対応するために、広島県、岡山県、愛媛県の災害対策本部に入り、災害に関する情報の収集と、集約した情

報の地図化を行い、デジタル地図を作成しました。そして、それらを国、県、市町村などの行政機関、自衛隊などの実動機関に提供することで、被害の全容把握、支援の迅速化・効率化に貢献してきました。

情報収集と地図化は困難を極める

しかし、災害対応の現場では情報は紙で流通しているのが普通で、デジタルデータとして提供されることはほとんどありません。また、地図上に表示するためには緯度経度が必要ですが、住所さえ記載されていないことも多々あります。

例えば、避難所リストには東公民館とだけ書かれており、住所すら記載されていません。市町村の職員さんからみると、東公民館といえば、あそこに決まっているじゃないかと思うでしょう。しかし、その市町村在住者ですら、すべての公民館を知っているわけでもありませんし、ましてや県外からの支援者はどこのことを指しているのか見当も付きません。Google / Yahoo!などで検索して見つかる場合は良いのですが、見つからない場合は、公民館設置に



平成30年7月豪雨 クライシスレスポンスサイト



広島県災害対策本部で活動の様相

関する条例を参照するなど、あの手この手を使って場所の特定をします。

水道は市町村が所管しており、断水情報や給水情報は各市町村から公表されるため、それぞれ異なった形で掲載されています。毎日、各市町村のウェブサイトを手で巡回することで地図を作成するためのデータの収集を行いました。この作業には、かなりの人手を必要とし、防災科研の事務部門、研究部門から人手を借りて実施していました。

さらに、防災科研の人員だけでは足りず、地理情報システム学会 防災 GIS 分科会の協力を得て、愛媛県の道路状況の地図化を行いました。

ニーズに合わせた地図作成

経済産業省から、商店街の被災状

況を把握するための地図が作れないかとの依頼を受け、株式会社マピオンから広島県、岡山県、愛媛県の約 30 万件の店舗データを無償でご提供いただき、国土地理院の地図と重ね合わせたものを作成し、店舗の被災を俯瞰して分かるようにするなど、ニーズにあった地図作成も行っています。

今後の災害対応に必要なこと

災害に強い社会を実現するためには、災害対応の分野においても十分な ICT の利活用を促進していかなくてはなりません。このためには、

以下の 2 点を改善していく必要があります。

- ① デジタルデータによる情報流通体制の推進。府省庁連携防災情報共有システム「SIP4D」を介して、より多くのデータが共有され、災害対応に必要なデータが自動的に集まる状態を作ること。
- ② 日頃から情報に緯度経度情報を付与して運用し、災害対応活動に必要な情報がすぐに使える状態にしておくこと。

防災科研は、今回の災害対応を通じて蓄えた経験を社会に役立てていくように邁進してまいります。



愛媛県大洲市の浸水推定段彩図とマピオン電話帳データを重ね合わせたもの
(※マピオン電話帳データの提供先は株式会社ナビット)

総合防災情報センター センター長補佐

取出 新吾

とりで・しんご

1993 年青山学院大学大学院修士（物理学）。
1993 年インテル株式会社入社。
2015 年茨城県広報監を経て、
2018 年防災科学技術研究所入所。
総合防災情報センター センター長補佐として着任。



第9回災害軽減国際ワークショップを長岡市で開催

2018年6月18～20日の3日間、災害軽減に関する国際ワークショップを新潟県長岡市で開催しました。韓国の国家防災研究院(National Disaster Management Research Institute, NDMI)、台湾の国家災害防救科技センター(National Science and Technology Center for Disaster Reduction, NCDR)と防災科研(NIED)は2007年11月末に台北市内で開催された「第2回国際都市防災会議」の際にMOUを締結しました。これに基づき、それぞれの国・地域における最新の防災科学技術を発表し合う場として3機関が持ち回りで毎年1回ワークショップを行っています。日本での開催は2010年、2014年に続き3回目で、長岡市での開催は初めてになります。

19日(火)には、長岡市が運営するシティホールプラザ アオーレ長岡にて、3機関が経験した近年の災害からの教訓や、研究成果等についてプレゼンテーションを行うセッションを開催しました。開会のあいさつでは、林春男防災科研理事長からの歓迎の言葉に続き、Jaehyun Shim NDMI院長、Hongey Chen NCDR院長から開会の言葉があり、3機関の良好な関係を表していました。防災科研からは6名の研究員が登壇し、雪氷防災研究部門の上石勲部門長と中井専人副部門長からの豪雪地帯長岡での研究紹介をはじめ、2017年7月九州北部豪雨の研究について、日本の研究と人材の統合を目指す災害対策イニシアティブについて、首都圏を中心とした総合レジリエンス力の強化について、SIP4Dにおける災害対応情報の共有と活用について、それぞれの研究員が発表しました。また、韓国NDMIからは浦項地震(2017年11月15日発生)の対応や液状化のリスク評価、SNSの分析などのケーススタディを、台湾NCDRからは花蓮地震(2018年2月6

日発生)での地形変化と土壌の液状化、台湾北部夏期雷雨監視システムの導入、地すべり防災のための災害ポテンシャルマップと記録システムの応用について発表があり、会場では活発な意見交換が行われました。さらに今回はゲストレクチャーとして3名の方々にご登壇いただきました。新潟県防災局の防災企画課長浦井正之様より、中越地震をきっかけとして防災のノウハウを拓くとともに日本全国の自治体との連携を進められている新潟県防災局の災害対応の事例を踏まえその機動的な取り組みをお話いただき、筑波大学システム情報系の遠藤靖典教授と梅本通孝准教授より、産学官連携によるレジリエンス研究教育推進の取り組み等をご紹介いただきました。

セッションの前後にはサイトビジットを行いました。初日の18日(月)に研究施設視察として防災科研の雪氷防災研究センターの実験設備をご覧いただき、最終日である20日(水)には、2004年中越地震によって甚大な被害を受けた山古志村を訪れ、郷見庵、木籠メモリアルパーク、やまこし復興館 おらたる、山古志アルパカ牧場、丸重養鯉場等を視察し、地震の被害やその後の復興の様子を紹介しました。

次回の国際ワークショップは韓国側主催で開催される予定です。



韓国、台湾から招いた専門家を含む約50名が参加



Shim NDMI院長、林理事長、Chen NCDR院長



報告セッションの様子



木籠メモリアルパークを視察

一般公開（雪氷防災研究センター）

雪氷防災研究センター（長岡市）の一般公開を6月8～9日に開催し、300名以上の方々にご来場されました。展示したパネルで雪による災害の軽減・防止のための研究の最前線を学んでいただいたほか、氷点下の低温室の中でシャボン玉をふくらますとそのまま凍る様子を目の前で観察したり、ペットボトルを用いて雪の結晶を作成したりして様々な雪と氷の実験を楽しん

でいただきました。

7月27日には同新庄雪氷環境実験所（新庄市）の一般公開を開催し、200名以上の方々にご参加いただきました。真夏の雪氷防災実験棟に降る、自然のものにそっくりな人工雪を多くの方々に興味深く観察していました。



シャボン玉も凍ります



ナダレンジャーのサイエンスショーも人気を集めました



防寒服を着て人工雪をじっくり観察しました

朝日小学生新聞「集まれ!こども編集部」取材会

8月21日(火)に朝日学生新聞社と防災科研は、9月1日の「防災の日」を前に、台風や地震、豪雨などの自然災害を理解し、日ごろから防災について意識したり備えたりすることを目的に、子どもたちが記者として参加する「集まれ!こども編集部」を開きました。

当日は、親子12組30名が参加し、7月に西日本を中心とした豪雨が大きな被害をもたらしたこともあり、特に雨について学びました。

はじめに、雨に関するクイズをした後、雨の怖さを

実感し、防災に役立ててもらうことを目的に、大型降雨実験施設で1時間あたり300mmの雨を体験しました。子どもたちは、楽しみながらも「雨が当たると痛いくらい」と、豪雨の怖さを体感していました。

体験後は、Dr.ナダレンジャーがペットボトルや発泡スチロールブロックを使って自然災害をミニチュアで再現する実験教室を開き、子どもたちに解説を行いました。



親子で雨についてのクイズに参加



豪雨体験前、その恐ろしさを勉強します・・・

つくばちびっ子博士2018

防災科研（つくば本所）では、つくば市・つくば市教育委員会が主催する「つくばちびっ子博士2018」にあわせ、防災教育活動の一環として3企画を開催しました。

■ 「Dr.ナダレンジャーの自然災害科学実験教室」
7月25日(水)、8月7日(火)、22日(水)、28日(火)
各日2回各60分

■ 「Dr.ナダレンジャーのMEGA ゆらゆら×巨大発泡スチロール@大型耐震実験施設」
7月31日(火) 2回各60分

防災教育の普及を目的に、Dr.ナダレンジャーがペットボトルや発泡スチロールブロックなどを使って、自然災害を再現する実験教室を実施、7月31日は大型耐震実験施設で振動台にのせた巨大発泡スチロールを倒す実験を行ないました。

毎回親子連れで賑わい、全10回で約2,200名の方にご来場いただきました。



自然災害科学実験教室でペットボトルを使って液状化の実験



大型耐震実験施設で巨大発泡スチロール倒し

■ 「豪雨体験」(大型降雨実験施設)
8月7日(火) 3回各15分

豪雨の怖さを実感し、防災に役立ててもらおうことを目的に、1時間あたり300mmの雨を降らせる豪雨体験を開催しました。

長靴を履き、傘をさしていてもずぶ濡れになってしまうほどの雨や、短時間で足首以上に水がたまってしまう豪雨の怖さを体験しました。

当日は約1,100名の方にご来場いただきました。



傘とカッパで準備OK!



1時間あたり300mmの雨ってどれくらいの強さかな?

防災科研ニュース 2018 No.202

2018年9月28日発行

●防災科研ニュースはWebでもご覧いただけます

■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
TEL.029-863-7768 FAX.029-863-7699

URL : <http://www.bosai.go.jp/> e-mail : k-news@bosai.go.jp