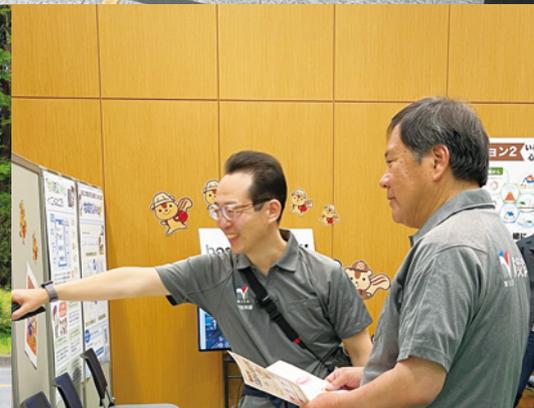


# NIED NEWS

## 防災科研ニュース

## 2024 No.225



特集

研究最前線

- 3 | 巻頭言
  
- 4-5 | 被害把握へあらゆるセンサを活用する
- 6-7 | 実動機関の連携強化への挑戦
- 8-9 | 落雷予測情報の高度化と利活用を目指して
- 10-11 | 被害把握へ多数の人工衛星を活用する体制を構築する
- 12-13 | 光ファイバで揺れを計測
  
- 14-15 | 情報プロダクツの紹介  
「ソラチェック」
- 16-19 | 防災科研topics
- 20 | mini topics

表紙 一般公開当日の様子

理事長 寶 馨 たから かおる

**第** 5期中長期目標・計画期間（2023～2029年度）の2年目に入りました。昨年度は戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第3期、研究開発とSociety5.0との橋渡しプログラム（BRIDGE）といった大型研究の採択が決まり、10月からその実施体制としての先進防災技術連携研究センターも発足させました。これらについては、本号記事で紹介していますので、ご一読いただければ幸いです。

さらに昨年度は、南海トラフ海底地震津波観測網（N-net）の沖合システムの敷設が完了しました。現在いくつかの地震が正常に観測されていることが確認できています。順調にいけば本年度中に沿岸システムの敷設を終え、N-net が完成します。これにより陸海統合地震津波火山観測網（MOWLAS）が拡充されることとなります。MOWLASは、地球科学・防災の分野で日本列島を中心とした地域において有用なデータを取得できるとともに、国土の安全・安心を確保するために重要な観測網でもあります。こうした観点から、国家プロジェクトの一つとして位置づけ、将来的には南西諸島、日本海側にもMOWLASを拡張していく必要があります。

南海トラフ、首都圏において高い確度で想定されている巨大災害、気候変動に伴って年々深刻化しつつある暴風雨、豪雪、熱波・寒波に対応していくことが必要です。巨大災害に国としていかに対処するかを研究する組織は防災科研しかありません。研究計

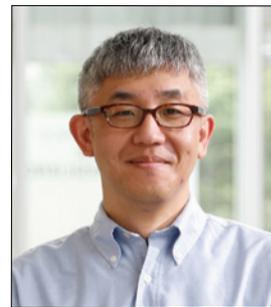
画を打ち立て、国家プロジェクトとして推進していきたいと存じております。これは、わが国の国難災害に対処するものですから、関係する行政機関、国研、大学のみならず、民間企業、地域住民とも連携して進めていかねばなりません。まさに「みんなでつくるレジリエントな社会」であります。

本年度、文部科学省に火山調査研究推進本部が設置されました。また、内閣府では新しい総合防災情報システムも運用が開始されました。昨年度に研究所内のさまざまな部署の職員の方々と面談した内容も踏まえ、上述したような国立の防災研究機関としてのミッションを確立し、それを実現するための組織再編を構想しています。これまでに皆で尽力してきた成果を生かしつつ、より働きがい、生きがいを感じられる研究所にしていきたいと思いますので、各位のご理解とご協力をお願いいたします。



# 被害把握へあらゆるセンサを活用する

## 被害状況の常時把握に向けた研究開発



先進防災技術連携研究センター 研究統括  
田口 仁

### はじめに

自然災害は、被害が生じることではじめて災害として認識され、さまざまな組織によって救助救命、被災者支援、インフラ復旧などの、さまざまな対応が同時並行で行われます。災害の発生をあらゆるセンサを活用して捉え、被害状況を瞬時に把握し、災害対応に効果的に活用するための取り組みを「戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)」の「スマート防災ネットワークの構築」において、さまざまな機関と協働しながら「災害情報の広域かつ瞬時把握・共有」を目指して研究を開始しました。

### 知りたい時、知るべき時に被害を把握したい

防災直後からの被害状況の把握は大切です。そのため、被害状況の把握を目的としたさまざまな災害情報が登場しています。それ自体は大変良いことですが、災害情報が多様になると、それぞれの災害情報の特性を把握する必要が出てきます。さらに、それぞれの災害情報には得意／不得意があり、さらに空間解像度や更新頻度なども異なっています。被害状況を把握したいユーザーが、それぞれの災害情報の違いや特性を理解して活用しなければならず、災害時の混乱した状況において、十分に活用することが困難になることが予想されます。

災害対応者は、自ら知りたい時、知るべき時に被害状況を把握したいのであり、たくさんの災害情報をバラバラに活用することなく、適切なタイミングで、被害状況が的確に把握できることを望んでいるといえます。例えば、人工衛星の観測データは、被害状況の広

域な把握に有効な手段として期待されていますが、衛星の数が増えたとしても衛星は地球を周回しているため、数時間に一度の頻度の観測が限界であり、発災時および直後の数時間以内については他の情報を活用する必要があります。このように、それぞれの災害情報が互いを補いながら、災害情報を統合・融合した被害状況の把握が可能となる研究開発が必要だといえます。

### 身の回りのあらゆるセンサが役に立つ

災害による被害を検知するために「センサ」の活用が重要です。その一方で被害を把握するために、災害検知専用センサを全国に新たに設置することは、コスト的に現実的ではありません。しかし最近では、さまざまな機器が通信回線やインターネットに接続されています。例えば家電は、自宅のWi-Fiに接続する設定をしたことがある人も多いのではないのでしょうか。接続することにより家電から適切な稼働設定や情報発信が自動的に行われています。言い換えると、稼働状況は常に把握することが可能だということです。他にも、一つ一つの携帯電話の位置情報は集計されて人流データが作成されていますし、通信回線を有する自動車からは道路の通行実績が車流データとしてリアルタイムに生成されています。これらの情報は、プライバシーに配慮しながら、一定の地域や区間、時間間隔で集計することにより、災害時に通常と異なる状況を示す可能性があるため、災害による異常が把握できるかもしれません。このように、あらゆるセンサの観測データを統合・融合することで、災害をリアルタイムに浮き彫りにできると考えています。

## 研究プロジェクトの全体像

私たちの研究プロジェクトサブ課題A「災害情報の広域かつ瞬時把握・共有」では、さまざまな衛星を統合して活用するための「衛星マルチセンシングデータ統合技術の開発」、さまざまな地上のセンサを活用する「地上マルチセンシングデータ収集・集約技術の研究開発」、これらマルチセンサを統合・融合して被害状況を常に把握する「災害時被害状況常時把握技術の研究開発」で構成されています（図1）。民間企業、大学、研究機関など、防災科研を含む17機関が共同で研究を行っています。

### 目指すは被害状況に関する状況認識の統一

本稿の最初に述べたように、災害が発生した直後からさまざまな組織が同時並行で対応を行います。そのための共通的な被害状況の把握に関する情報プロダク

ツを作ることが大切です。つまり、被害状況に関する状況認識の統一を目指す必要があるといえます。それをベースに、多様な組織のニーズに応えられる被害把握プロダクトを生成できることで、多種多様なセンサが災害対応へ活用されるような社会的な仕組みを構築していきたいと考えています。

### さいごに

SIPの研究開発を通じて、いつどこで災害が発生したか分からないという状況や、発災直後にどのような状況になっているのか分からない、という問題を解決することで、いち早く的確な対応をとることを可能にし、被害軽減や早期復旧へつなげていきたいと考えています。

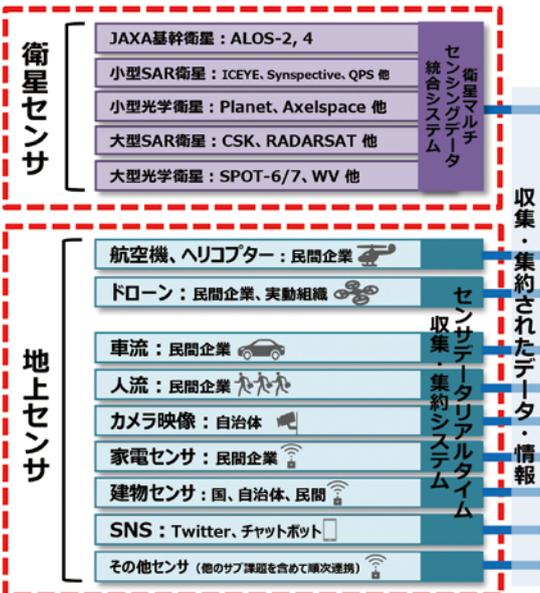
#### 参考文献

防災科学技術研究所, SIP第3期サブ課題A「災害情報の広域かつ瞬時把握・共有」, <https://risk.bosai.go.jp/hp/SIP-A/>

衛星・地上の多様なセンシングデータから、最新の被害状況の全容を捉えた情報プロダクトを創出  
災害対応者が利用可能なサービス化や、産官学民連携の研究開発を行う社会実装基盤を構築

### 1. 衛星マルチセンシングデータ統合技術の研究開発

山口大学、富士通、東京海上日動、東京大学、三菱電機



### 2. 地上マルチセンシングデータ収集・集約技術の研究開発

法政大学、LocationMind、シャープ建研、NICT、測技協、PwC、東京大学

被害推定、予測データ  
災害情報、気象データ  
他課題やサブ課題B~Eの情報も活用

### 3. 災害時被害状況常時把握技術の研究開発

防災科研、東大CSIS、I-レジリエンス、京都大学

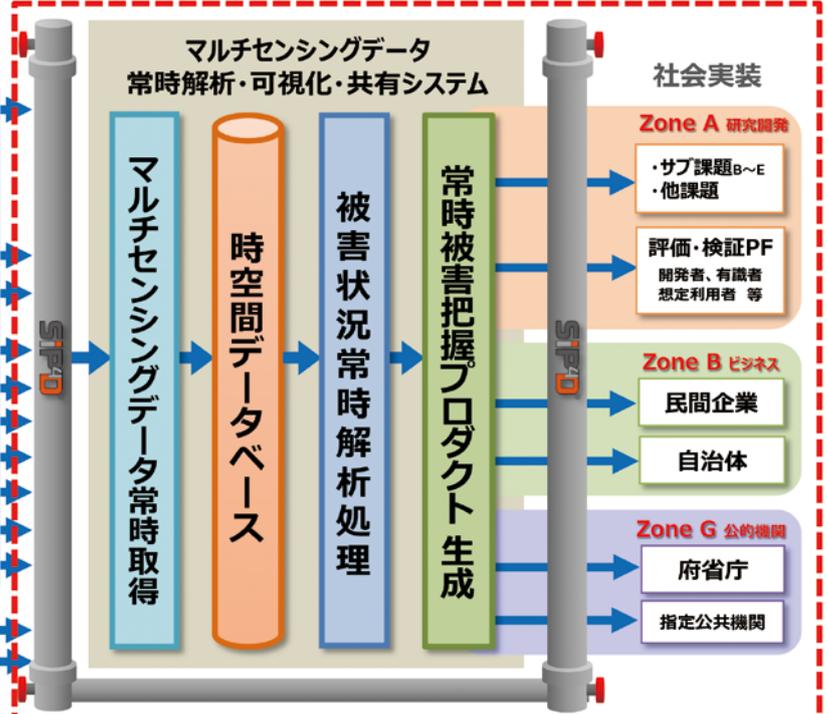


図1 研究開発プロジェクトの全体像

# 実動機関の連携強化への挑戦

## 消防 警察 自衛隊…災害現場の最前線DX



先進防災技術連携研究センター 研究統括  
伊勢 正

### これまでの情報共有

1995年の阪神・淡路大震災では災害時の情報共有の重要性が再認識されました。2011年の東日本大震災ではさまざまな機関が懸命に情報共有を図りましたが、被害の全容把握に長い時間を要してしまいました。こうした反省から、情報をいかに集約するか？という課題への挑戦が、この約10年間の取り組みであったといえるでしょう。そして、SIP4D(基盤的防災情報流通ネットワーク)やDDS4D(災害動態意思決定支援システム)の開発により、各機関が提供する情報が円滑に集約、共有されるようになってきました。では、災害時の情報共有はもう十分なのでしょうか？確かに、SIP4DやDDS4Dの開発により災害対策本部には多くの情報が集約されるようになりました。しかし、こうした情報が災害現場の最前線で適切に活用されるには、まだまだ課題があることが分かっています。



写真1 令和6年能登半島地震：防災科研による情報集約の様子  
(2024年1月2日未明、石川県庁)

### 令和6年能登半島地震でみえた課題

2024年の元旦、震度7の大地震が能登半島を襲いました。筆者はISUT(災害時情報集約支援チーム)の一員として陸上自衛隊のヘリコプターで石川県庁に入り、情報集約活動に従事しました(写真1)。

発災直後には、被災地へのアクセスルートに関する情報が非常に重要ですが、半島という地理的制約に加え、地震により道路網が寸断されているため、その全容把握には数日を要しました。

この時、災害現場の最前線では、地震発生直後から支援に入った緊急消防援助隊や自衛隊の各部隊は奥能登へのルートを懸命に模索していました。しかし、通信途絶等の影響でお互いの情報共有が困難な状況となり、各部隊がどこにいるのかさえも共有できない状況であったことが、後日の聞き取り調査で分かっています。もし災害現場の最前線で、各部隊の動きが円滑に共有できていたら、より多くの部隊がもっと早く被災地に到達することができ、より多くの命を救えたかもしれません。つまり、災害現場の最前線における情報共有が課題であることが明らかになりました。

### 実動機関の連携強化に向けて

内閣府の研究開発プログラム「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)」(第3期)が、2023年9月から始まりました。このプログラムの中に「災害実動機関における組織横断の情報共有・活用」というプロジェクトがあります。その中で、消防、警察、自衛隊、さらには海上保安庁、DMAT(災害派遣医療チーム)、TEC-FORCE(国土交通省 緊急災害対策派遣隊)など、実動機関の連携強化のためのシステム開発に着手して

います（図1）。

実動機関が標準的に活用する情報システムとして、SIP4D-Xedge（クロスエッジ）の開発に着手しました。災害時には通信途絶や容量低下などが発生することが多いため、情報通信研究機構の耐災害ネットワークX-ICS（クロス・イクス）と連携し、通信途絶エリアでも各部隊が把握した情報を適切に統合運用する技術の開発を進めています。

また、災害現場の最前線でシステムを軽快に活用するためのユーザーインターフェースの開発も重要です。高度な音声認識技術を有する（株）国際電気通信基礎技術研究所や（株）ATR-Trekにプロジェクトへ参画いただき、ヘッドマウント・ディスプレイを用いてハンズフリーで入力できるツールの開発に取り組んでいます。

さらに、芝浦工業大学 市川学教授の研究チーム、（株）構造計画研究所にも加わっていただき、数値シミュレーション技術や生成AIを駆使して、実動機関や自治体の職員がこれらのシステムを使いこなすための訓練プログラムの開発を進めています。

こうした実動機関の連携強化を図るためのシステム群を研究開発し、災害現場の最前線のDXを推進することが我々の目標です。

### 実動機関と共に

我々が研究開発しているシステム群は、実際に実動機関の隊員が、災害現場の最前線で活用できるものではなくてはなりません。そのため、実動機関と共に研究開発を進めていくことが重要であると考えています。そこで、多くの実証実験を実施して、たくさんの実動機関の職員に直接使っていただき、意見を聴取することを重視しています。

例えば、2023年11月に実施した「ICT技術を活用した愛知県実動機関合同救助訓練」では、約150名の実動機関職員にご参加いただき、SIP4D-Xedgeのパイロットモデルを試験的に使っていただき改善点を聴取しました（写真2）。

また、2024年5月に防衛省統合幕僚監部の主催で実施された「06JXR」（自衛隊統合防災演習）では、防災科研から約50台のパソコンを提供し、各部隊でSIP4D-Xedgeのプロトタイプを使っていただいた

けでなく、つくば市の防災科研の敷地内に陸上自衛隊のヘリコプターを着陸させて、資機材の搬送にともなう各手順の確認、練度向上を図りました（写真3）。

このように、実動機関と共に、災害現場で実際に活用できるシステム群の研究開発を推進し、最前線のDXを図ってまいります。



図1 SIP(第3期)「災害実動機関における組織横断の情報共有・活用」のイメージ図



写真2 「ICT技術を活用した愛知県実動機関合同救助訓練」の様子(2023年11月)



写真3 「06JXR」（統合防災訓練）での資機材搬送訓練の様子(2024年5月)

# 落雷予測情報の高度化と 利活用を目指して

## 安心・安全と事業継続判断支援を目指す実証実験



先進防災技術連携研究センター 研究統括  
清水 慎吾

### はじめに

近年、豪雨や落雷等が頻繁に発生し、人的被害だけでなく年間2000億円以上の経済被害が発生しています。これまで防災科研が取り組んできた線状降水帯などの大雨予測技術と落雷予測技術を統合することで、住民の安全確保だけでなく企業の事業継続判断にも資する予測情報の研究開発と、開発された予測を用いた九州地方での実証実験を紹介します。

### プロジェクトの概要

内閣府の「研究開発とSociety5.0との橋渡しプログラム(BRIDGE)」の一課題である「積乱雲危険度予測情報の研究開発と社会実装モデルの展開」(代表機関：防災科研、代表者：清水慎吾)は、積乱雲が引き起こすさまざまなハザード(主に雷)について、1時間先予測、2時間先予測、12時間先予測の三つの予測情報を作成・統合し、産業界からのニーズを踏まえた、企業の事業継続判断に資する、「積乱雲危険度予測情報」を開発する研究プロジェクトです。特に落雷は瞬低(瞬時電圧低下)リスクと直結し、事業継続判断に重要な要素です。

このプロジェクトは2023年10月から開始し、これまで半年間で産業界のニーズと課題を把握するために、複数の半導体工場へのヒアリングを行いました。瞬低リスクに対して、無停電電源装置(UPS)によるハード対策ではコスト面で限界もあり、高精度な予測情報に基づく工程管理による損失軽減が課題であることが分かりました。産業界のさまざまな業種で、瞬停・瞬低への対応が実施されていますが、本プロジェクトでは、ターゲット企業群として、製造業(電子部品・デ

バイス・電子回路製造)を選択しました。瞬停・瞬低が、精密加工に影響を与え、不良品や精密機器の故障などによる損失額が実績として大きいことと、大企業から中小企業までを含む市場規模が大きく、開発した予測技術の横展開が見込まれるためです。製造業の中でも、経済安全保障の観点から、「産業のコメ」とも呼ばれる半導体工場に焦点を当て、九州地方の複数の半導体工場とともに実証実験を2024年7月から行う予定です。特に、半導体ウエハを製造・加工する工程において損失が大きいため、ウエハの稼働率調整に必要な猶予時間(予測のリードタイム)をヒアリングによって明らかにし、予測の精度検証を行いながら最適な予測手法の開発を現在進めております。

本プロジェクトの研究開発項目は、1)予測の不確実性を考慮したハザード予測手法の開発と、2)瞬停・瞬低リスク予測に基づく製造工程の実情に合わせた工程管理支援情報(稼働停止や稼働率調整)の開発に大きく分けられます。ハザード予測手法の開発を防災科研と(株)中電シーティーアイが担当し、工程管理支援情報の開発と実証実験をI-レジリエンス(株)が担当します。

### 開発する予測手法について

人員体制などの管理においては半日程度先まで、稼働率調整のためには数時間先までの予測が必要であることが判明しました。12時間先予測として、気象庁のメソモデルガイダンス\*の発雷確率(図1左)を活用し、予測精度の検証に着手しました。また、2時間先までの発雷予測として、九州全域を解像度1kmで落雷の可能性をリアルタイムで予測します。国交省XRAINの

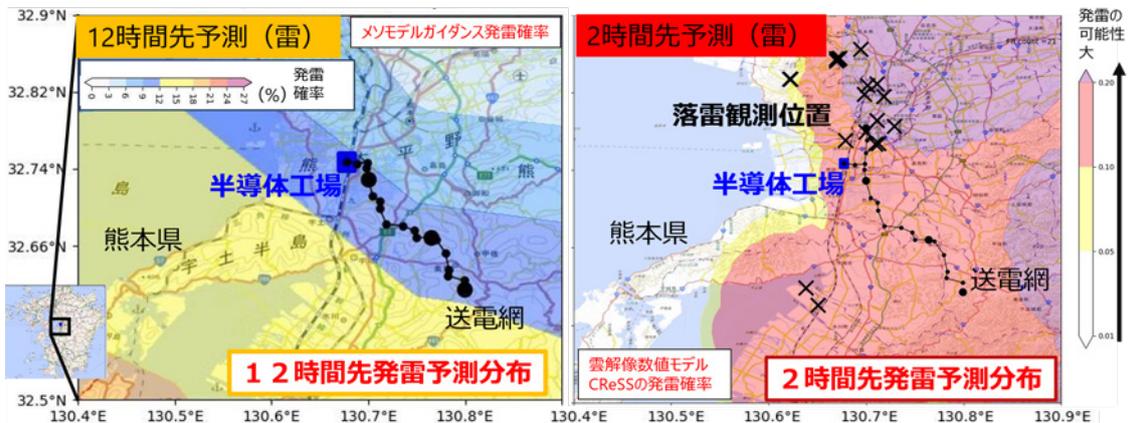


図1 (左) 気象庁メソモデルガイダンスによる2022年7月5日6時(日本標準時)の発雷確率分布と(右) 雲解像数値モデルCReSSによる、2022年7月5日5時40分の発雷指数の予測分布と同時刻における落雷位置(×印)を示す。落雷が多発した時刻(5時40分)において、4時を初期値としたCReSSの予測で、落雷位置付近において発雷指数が高いことを予測できた。

動径風と反射強度を、比較的計算コストが小さく、かつ、高頻度同化が可能である3次元変分法とインクリメンタルアップデート(同化による修正量を時間方向に平滑化する更新方法)によって同化することで初期値の改善を図り、McCaul et al., 2009が提案した落雷の可能性の大小を表す発雷指数を雲解像数値モデルCReSS(Cloud Resolving Storm Simulator)に導入しました(図1右)。検証には、フランクリン・ジャパンの落雷データと気象庁の落雷監視システムLIDENのデータを活用しました。2022年7月5日の4時30分から6時(すべて日本標準時)に、熊本市内で落雷による大規模な停電が発生した事例において、4日の18時を初期値とするメソモデルガイダンスでは熊本県の広範囲に12%以上の発雷確率が予測されているのに対し(図1左)、4時を初期値としたCReSS予測では落雷位置が集中している領域に高い発雷指数を予測でき(図1右)、さらに1時間先予測では落雷ハザードの絞り込みが可能であることが示されました。今後、予測精度の向上と工程管理支援情報の高度化を進める予定です。

## 2024年7月から実証実験を開始予定

これまで開発してきた12時間先予測と2時間先予測に加えて、予測のリードタイムは1時間と短くなるが、1分毎に高精度予測が可能な、積乱雲追跡手法に基づく1時間先予測もリアルタイムでの提供が可能となりました。2024年7月からの実証実験においては、図2に示すように、現在の雨域と過去10分間の落雷位置を三角印で示しながら、1時間先までの落雷が予測

される場所を予報円として表示する予定です。

予報円といえば、台風でおなじみですが、今回は積乱雲一つ一つに対して、過去10分間の動きを捉え、その移動のばらつきから、今後移動しうる場所を確率論的に予測し、その確率が高い領域を予報円として1分更新で表示するものです。すべての積乱雲が雷をもたらすわけではないので、レーダの3次元解析から「落雷を伴うような危険な積乱雲」だけを選択し、その移動のみを予測する手法を開発しました。この予報円によって、生産機会が減ることで利益が減ってしまう予測の空振りを適切に防ぎながらも、危険な積乱雲が到達すると予測される状況においては適切に安全対策が取れるような予測情報を提供していきたいと思っています。

※メソモデルガイダンス(メソモデルとは積乱雲群など中規模気象擾乱を表現する予測モデルを指し、ガイダンスとは、予報の誤差等の統計的情報を加味し予測量を変更した上で、発雷確率など予測モデルが直接予測していない変数などを提供する手法を指す)

McCaul Jr., E. W., S. J. Goodman, K. M. LaCasse, and D. J. Cecil, 2009, Forecasting lightning threat using cloud-resolving model simulations, *Wea. Forecasting*, 24, 709-729.

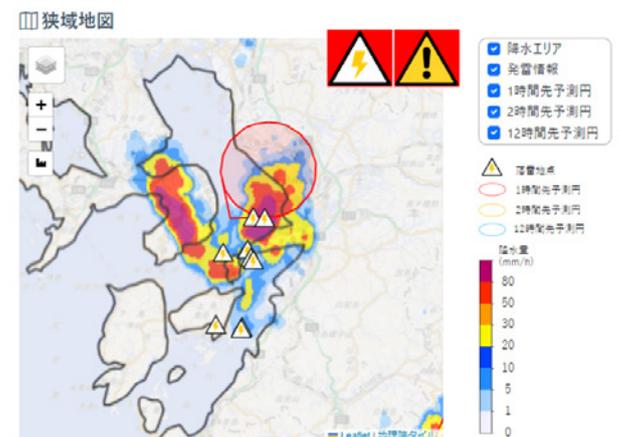


図2 実証実験で提供する予定の危険な積乱雲の予報円の例。現在の雨と落雷位置を把握しながら、1時間先までの落雷リスクを予報円で可視化する取り組みです。

# 被害把握へ多数の人工衛星を 活用する体制を構築する

## 「日本版災害チャータ」構築に向けた研究開発



先進防災技術連携研究センター 研究統括  
田口 仁

### はじめに

地球を周回しながら地表面を観測する人工衛星は、災害時に機動的な観測を行うことで、広域な被害状況の把握への貢献が期待されています。その「期待」で終わらせることなく、必要な技術を開発し、災害対応の仕組みとして確立することが大切です。そこで、「衛星観測リソースを結集する『日本版災害チャータ』の構築と実証」という研究プロジェクトを「研究開発と Society 5.0との橋渡しプログラム (BRIDGE)」において、民間企業7社と協働しながら実施しています。

### 数が増える衛星をどう活用するか

地球を観測する人工衛星としてJAXAの「だいち2号 (ALOS-2)」が有名ですが、最近はそれだけではありません。人工衛星の開発や運用を行うスタートアップ企業が、多数の小型衛星（重さは100kg程度）を開発していて、順次衛星軌道へ投入しています。観測時刻が多様となることから、近い将来、小型衛星を含む多数の人工衛星による観測機会が増え、発災時に速やかに観測できるようになると考えられています。

発災時は、国や自治体、民間企業を含めてさまざまな組織が直後から対応を開始します。その際、被害状況が把握可能な情報は、初動において共通かつ基本的な情報です。さらに、大規模かつ広域な災害では、単独の人工衛星で被災地全体を網羅した観測はできないため、数多くの人工衛星を活用する必要があり、人工衛星の運用者の枠を超えた協力が必要です。

以上を考えると、災害発生時に災害対応者と人工衛

星の運用者が独自に観測を行うよりも、互いに協力して、被害状況の迅速な把握を実現する必要があるといえます。それを実現する社会的な体制・仕組みとして、「日本版災害チャータ」を構想しました。

### 「日本版災害チャータ」とは何か

「日本版」と名付けたのは、「国際災害チャータ」が既にあるからです。国際災害チャータは各国の宇宙機関による災害時観測の協力体制です。この体制では、無償で観測データが公的機関に提供されるものの、ボランティアであり迅速さや確実さが必ずしも保証されません。さらに、提供されるのは観測データのみであり、災害対応に必要な被害状況に関する情報プロダクトは自ら作成する必要があります。

日本版災害チャータは、災害対応に活用したいユーザーが対価を支払って人工衛星からの観測データを活用する仕組みです。さらに、最適な人工衛星が何かということユーザーが災害時に考える必要はなく、日本版災害チャータの事務局が、発災直後に被災域の迅速かつ的確な観測を人工衛星の運用者へ依頼し、観測したデータから被害状況が把握可能な情報プロダクトを作成します。ここまでは協調領域となりますが、それに加えてユーザーの個別のニーズにカスタマイズされた情報プロダクトを提供することも可能であり、この部分は競争領域になると考えています。

日本版災害チャータを食べ物に例えると、生産地（＝人工衛星群）から、最適な食材（＝観測データ）を仕入れ、レストランで調理（＝被災状況が分かる情報プロダク

ツへ変換)し、顧客・消費者(=災害対応者)への提供まで、一貫して行う社会的な体制・仕組みと言えます(図1)。

### 令和6年能登半島地震の衛星活用を受けて

令和6年能登半島地震では、防災科研と富士通(株)が開発している衛星観測データを一元化する技術(衛星ワンストップシステム)を活用して、人工衛星の運用者と連携して衛星データを集約化し、災害対応者へ提供しました。災害対応後の振り返りを通じて、日本版災害チャータのような「司令塔機能」の必要性が示唆されました。

### さいごに

2024年度はプロジェクトの2年目であり、令和6年

能登半島地震の経験も踏まえ、社会実装の担い手となりうる民間企業やユーザーとなりうる組織と連携しながら、人工衛星の運用者とも密に連携を取りながら、日本版災害チャータの試行スキームを構築し、出水期から実証実験を行う計画です。

日本版災害チャータを通じて、人工衛星の観測データが災害対応に必要な不可欠なデータとして社会に定着するよう、研究開発に取り組んでまいります。

#### 参考文献

田口ら(2023):災害時における衛星リモートセンシングの実利用に向けた研究開発-「衛星ワンストップシステム」の開発-,防災科学技術研究所 研究資料, No.497, pp.1-170.

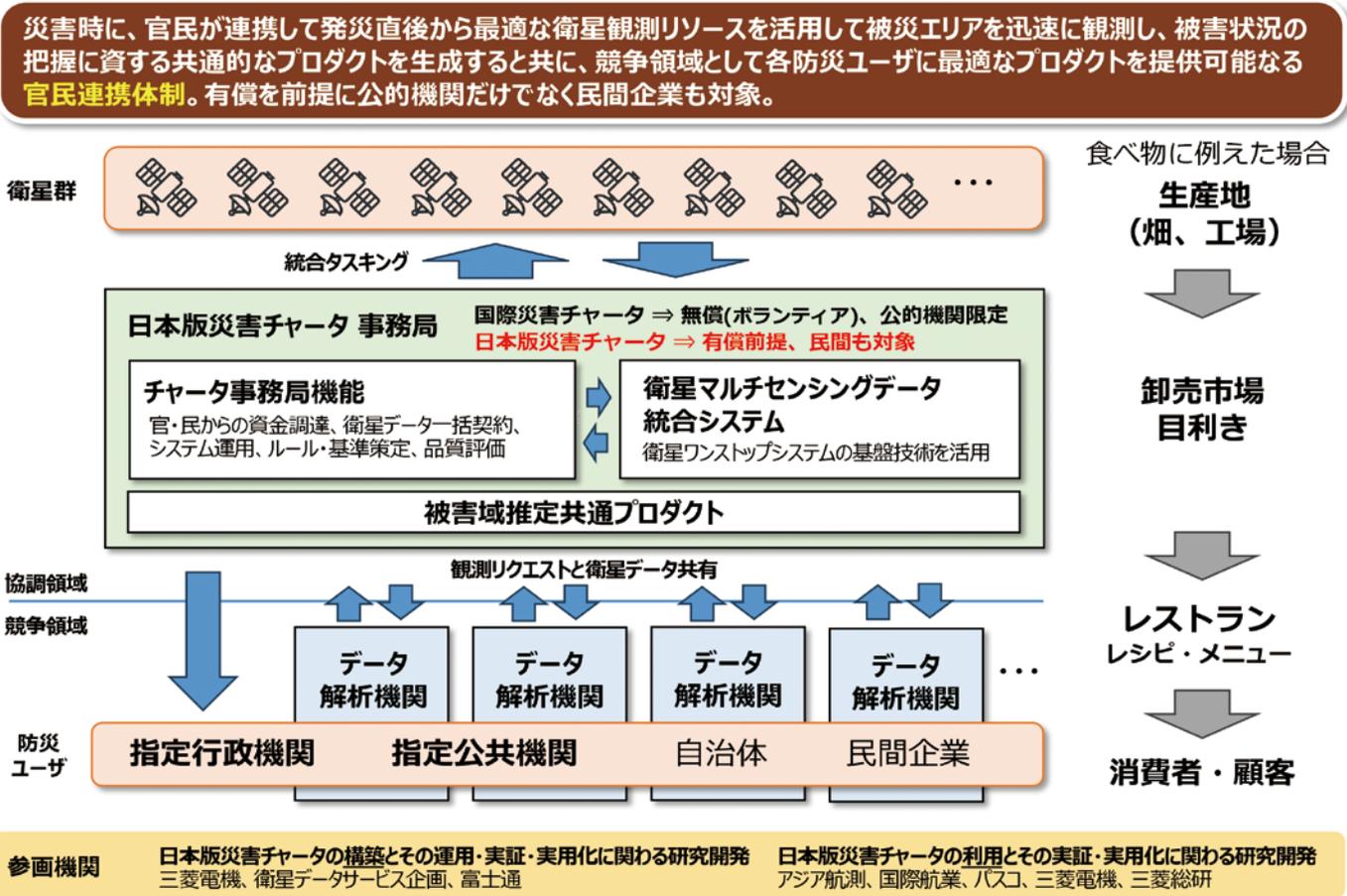


図1 日本版災害チャータの試行スキーム案

# 光ファイバで揺れを計測

## 光ファイバDASと微動観測による地盤モニタリング



研究主監(兼)マルチハザードリスク  
評価研究部門 部門長  
藤原 広行

### はじめに

大都市が立地する堆積平野の地盤リスク評価手法の高度化を目指し、光ファイバをセンサーとして用いたDAS (Distributed Acoustic Sensing、分布型音響計測)、(以下では、「光ファイバDAS」と記す)と微動探査の融合による高密度・高精度な広域での詳細地盤モニタリングのための基礎的・基盤的な技術開発に着手しています。以下では、光ファイバDASによる地盤振動の高密度計測、微動探査や地震波干渉法と融合した解析手法の開発、および、長期間連続モニタリング技術に関する研究開発の現状を報告します。

### 光ファイバDASとは

光ファイバに光パルスを入射させると、光ファイバ中に含まれる不純物によって散乱された光が計測機に戻ってきます。ケーブルに振動が加わると、ケーブルが伸び縮みし、戻ってくる散乱波の位相が変化します。この位相変化を解析することで、光ファイバの任意の区間でのひずみを検出する技術のことを光ファイバDASと呼びます。光ファイバDASにより、長さ数10kmの光ファイバに沿って、数m間隔でひずみを計測することが可能となります。

光ファイバDASの一つ目の利点は、光ファイバに沿って高密度で揺れを計測できることです。例えば全長50kmの光ファイバに対してゲージ長10mで連続的に計測を行った場合、5000個の地震計を配置した観測と同等のデータを取得することが可能です。観測点数が増加することで、これまでの地震計を利用した地震観測

網の空間分解能をはるかに凌駕する揺れの高密度観測が可能となります。

二つ目の利点は、光ファイバを一度地中に設置してしまえば、それに計測器を接続するだけでデータを取得できることです。計測器の電源を用意するだけで、センサー側に電源を準備する必要がないため、長期間のリアルタイムモニタリングに適しています。

### 研究の概要

防災科研では、これまでにK-NETをはじめとする多様な地震観測網を整備するとともに、関東地方などの特定地域では微動探査を行い、250mメッシュ地盤モデルの高度化を図ってきました。しかし、実際には増幅特性を過小評価して地震動を小さく見積もる場合もあり、250mメッシュの地盤モデルでは実際の地盤の3次元的不均質構造を十分にモデル化できていない部分があることが認識されています。こうした地盤情報の空間分解能の不足を補い、高精度の地盤情報を評価する手法として、光ファイバDASによる地盤振動の観測・解析技術が有望な技術と考えられています。大都市が立地する堆積平野の地盤リスク評価手法の高度化を目指し、光ファイバDASと微動探査の融合による高密度・高精度な広域での詳細地盤モニタリングのための基礎的な基盤技術の開発に着手し、次の三つの課題について研究を進めています。

#### (1) 光ファイバDASによる地盤振動の高密度計測調査

理想的な状態で新たに埋設する光ファイバや既存の光ファイバを利用し、同時に測定する微動計データとの対応関係を把握し、10m以下の間隔で地盤の揺れを

計測・データ処理可能な技術開発を行います。

## (2) 光ファイバDASによる長期間連続モニタリング技術の確立

光ファイバDAS計測による大量のデータの取得・整理・解析の一連の処理の自動化及びビッグデータの解析方法を研究しています。

## (3) 光ファイバDASと地震波干渉法を組み合わせた解析手法の開発

光ファイバDASのデータに地震波干渉法を適用し、多数の地震計の組み合わせをつくることで、浅部地盤モデルの分解能を向上させるモデル化手法を開発しています。

### 地盤振動の高密度計測

光ファイバDASの計測性能比較のための試験フィールドとして、主な計測対象となる周波数帯に影響する浅い地盤を構成する第四紀の地層がおおむね水平に堆積しており、層相の変化が小さいと考えられるつくば市内の場所を選定しました。この試験フィールドでは、シングルモードの通信用光ファイバ2種類と歪計測用光ファイバ2種類、およびマルチモードの通信用光ファイバ1種類を深度30cmに保護管なしで直接埋設し、計測を行いました。光ファイバの配置は、短辺が25m、長辺が105mのL字型としました(図1)。試験フィールドにおける光ファイバDASによる地盤振動計測データを用いて拡張空間自己相関法および地震波干渉法を用いて表面波位相速度を求め、2次元地盤構造モデルを推定しました。光ファイバ周辺において実施した微動計を用い

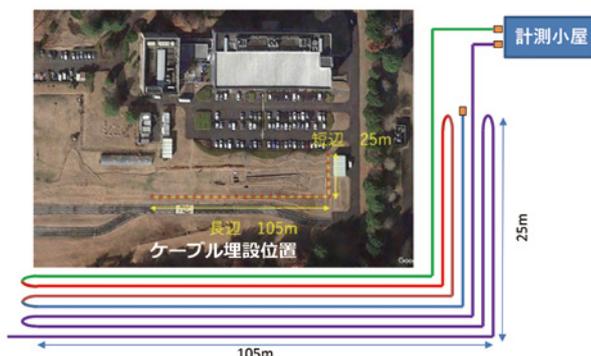


図1 試験フィールドでの光ファイバDAS計測

た3次元微動探査の結果と比較したところ、位相速度データはおおむね整合的な結果を得ることができました。

また、国土交通省関東地方整備局常陸河川国道事務所のご協力のもと、2023年9月より茨城県内の国道6号線および50号線において光ファイバDASによる地盤振動計測を実施しました。それぞれの計測期間は13日および10日間程度です。ゲージ長9.6m、チャンネル間隔4.8mと設定し、測定距離は国道6号線で56.7km、50号線で62.8kmとなりました。計測器は、それぞれ土浦国道出張所、岩瀬国道出張所に設置させていただきました。これらの観測データを用いて、地震波干渉法解析を実施し、光ファイバ直下の地盤構造を推定しました。国道6号、50号線沿いで過去に実施されている極小アレイ微動探査による位相速度と比較し、一部の観測点を除いて整合的な結果を得ることができました(図2)。

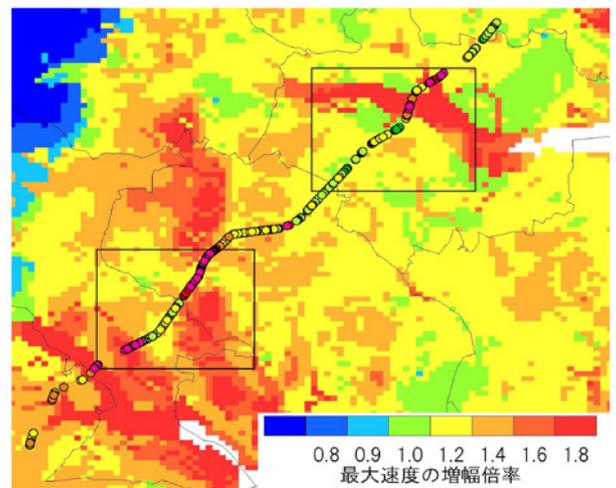


図2 光ファイバDASによる計測から推定された増幅特性とJ-SHISの地盤増幅率の比較例

### さいごに

光ファイバDASによるリアルタイムモニタリングを既存の社会インフラに設置されている光ファイバに適用することができれば、例えば地震や水害後に生じた地下の異常を速やかに正確に把握できるだけでなく、自動車の走行状況のモニタリングによる渋滞状況の把握や、道路の異常箇所の検知など幅広い応用が可能と考えられます。

謝辞:本研究は防衛装備庁「安全保障技術研究推進制度」の一環として行われました。

リアルタイムの観測情報などの生のデータを、ユーザーニーズに合わせて利活用できるカタチに知的処理された情報が「情報プロダクツ」です。防災科研は、ユーザーの意思決定に役立つ「情報プロダクツ」の研究開発、および社会への実装に向けた取り組みを行っています。

## ソラチェック

### 首都圏の雨、風、雷、ひょう、雪をまとめてチェック



研究主監  
岩波 越

#### 「ソラチェック」公開

人口が集中する首都圏では、発達した積乱雲によるゲリラ豪雨、突風・竜巻、落雷、ひょうなどの激しい気象は、たとえ局地的でも日常生活などに大きな影響を及ぼします。

防災科研では、激しい気象の早期検知・予測手法の開発のため、首都圏で「積乱雲の一生」を最新技術で独自に観測しています。これらのデータと特許を取得している解析手法などを使って、首都圏の雨、風、雷、ひょうのきめ細かなリアルタイム情報を求めています。「ソラチェック」は、これらの情報を地図に重ねてまとめて見える化したウェブサイトで、2020年6月に公開しました。

激しい気象の発生状況をチェックして、一人一人の身を守るための具体的な行動につなげてもらうために、システムの愛称を「ソラチェック」(SORA CHECK)としました。SKYではなく日本語の空(SORA)を使うことで、日本の科学技術を強調しています。また、ロゴマークには激しい気象の原因となる積乱雲の図案を加えています。

#### 東京 2020 大会をめざして

「ソラチェック」は、気象情報と社会インフラ情報を重ねて表示することができます。公開当初は気象情報と東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会会場を重ねて表示していましたが、残念ながら無観客開催となってしまいました。250mや1km間隔で雨や雷の移動が表示できるので、スポーツ施設や工事現場などに近づく危険を知ることができ、屋内への早めの移動などに活用することができます。日常生活では、通勤・

通学にも役立てていただけます。風向・風速の情報については、防災関係機関だけでなく、総合建設企業や園芸農業者、屋外イベント運営者と共同で実証実験を行ってきました。また、ひょうの推定域は、ひょうで傷ついた農作物の病害発生を防ぐために、農薬散布が必要な場所を知りたいというニーズに応える情報です。過去3日間(72時間)の降ひょう推定域の情報は、週末にひょうが降った場合でも、関係機関が月曜日に速やかに意思決定をして対応を可能にする情報になっています。

#### 雪の情報を追加

首都圏でも南岸低気圧などに伴って大雪に見舞われることがあります。降雪量、積雪深の情報だけでなく、大雪の際に建物やカーポートなどの被害発生の目安となる積雪重量(屋根雪の重量)も重要な情報です。また、着雪重量・速度は信号機が見えにくくなったり着雪した雪が落下したりする目安になり、道路管理などに役立ちます。これらの雪に関する情報は、2021年2月から「ソラチェック」に掲載しました。

#### おわりに

最新の改良では、発達した積乱雲を赤枠で囲んで注意を促したり、冬季の吹雪の激しさ、前方の見えにくさを表す視程の情報などを加えたりしています。また、屋外での利用者も多いことから、気象情報が見やすいスマートフォン専用サイトも開発しました。外出や屋外活動をする際には、春夏秋冬、通年で利用していただけると幸いです。

ソラチェックは、局地的な災害を引き起こす代表的な激しい気象「雨、風、雷、ひょう、雪」に関するきめ細かいリアルタイム情報を、地図に重ねて、まとめて「見える化」しています。

## ソラチェックで表示できる気象情報

### ソラチェックで表示できる気象情報（通年）

気象庁、気象庁気象研究所  
防災科研

表示項目	格子サイズ	更新間隔	表示時間
雨	降雨分布 雨の強さ (mm/時)	250 m	5分 過去2時間
	半減期1.5時間 実効雨量	250 m	10分 過去2時間
	24時間積算 雨量の積さ	再現期間 (年)	5 km 10分 過去2時間
風	風向・風速 分布	地上の風向風速 (m/秒)	1 km 10分 過去2時間
雷	雷放電点密度 分布	1km四方上空 での10分間の 放電点の数	1 km 5分 過去2時間
ひょう	降ひょう分布	降ひょう確度	500 m 5分 過去2時間
	発達した積乱雲	72時間最大 降ひょう確度	500 m 5分 過去2時間
		ポリゴン (多角形)	10分 過去2時間

©NIED 20240520 2

### ソラチェックで表示できる気象情報（寒候期）

気象庁、気象庁気象研究所  
防災科研

情報	表示量	元データ・作成手法	格子サイズ	更新間隔	表示時間
積雪	解析積雪深 (cm)	気象庁 解析積雪深	5 km	1時間	過去1日
	積雪重量 (kg/m <sup>2</sup> )	積雪深+積雪モデル (snowpack) (雪おろしシグナル相当)	5 km	1時間	過去1日
降雪	解析降雪量 (cm)	気象庁 解析降雪量 (1, 3, 6, 12時間降雪量)	5 km	1時間	過去1日
着雪	着雪重量 (kg/m <sup>2</sup> ) 着雪速度 (kg/m <sup>2</sup> /時)	8方位の最大値 気象庁メソ気象モデル + 防災科研着雪モデル	5 km	1時間	過去1日
吹雪	視程 (m)	高度1.2mの視程 気象庁メソ気象モデル + 防災科研吹雪モデル	5 km	1時間	過去1日

©NIED 20240520 3

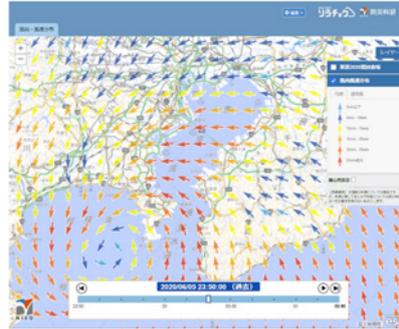
## ソラチェックの表示例 ※図中の「年月日・時刻」は実際とは異なります

### 降雨強度



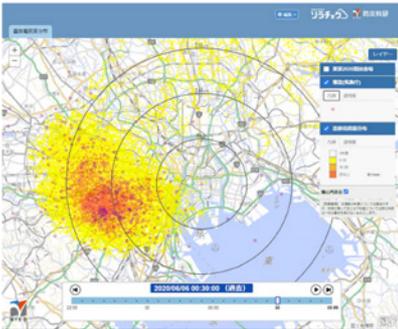
XバンドMPレーダーのデータを用いて開発した精度の高い降雨強度推定手法が実装されています。

### 地上風向・風速



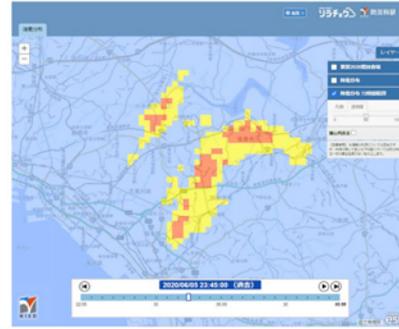
観測データを数値シミュレーションに取り込むデータ同化技術を活用して作成。雨の降っていない領域や低高度の風も推定可能になりました。

### 雷放電点密度



日本で初めて長期連続観測を行っている観測システムによる結果。地上に達しない雷も高精度で検出でき、雷活動を面的に把握できます。

### 降ひょう推定域（72時間）



先端的なXバンドMPレーダーの観測データ特性を利用して開発した手法で、上空の降ひょう域を推定したものの、ひょう害を受けた地域の推定を可能にします。

スマートフォンでもご覧いただけます。ぜひご利用ください。



※スマートフォン専用サイトのトップページは降雨分布です。右上のメニューからご覧になりたい気象情報を選んでください。



スマートフォン専用サイト

## 一般公開を開催しました

防災科研つくば本所で、4月20日に一般公開「みんなで楽しく、ぼうさいを学ぼう!」を開催しました。小学生の親子連れなど、県内外からおよそ2,000人が来場しました。大型降雨実験施設での豪雨体験を始め、各研究部門が工夫を凝らした実験や工作などのブース「科学実験屋台村」を設置。また、第2回高専防災減災コンテストで文部科学大臣賞を受賞した和歌山工業高等専門学校による土砂災害を学ぶための体験展示や令和6年能登半島地震被害調査報告などが実施されました。

一般公開については、朝日新聞、読売新聞、茨城新聞、NHK、日刊工業新聞、文教ニュース、いばキラニュース(茨城県が運営する公式YouTubeチャンネル)で報道されました。



開催前に行われた實理事長の挨拶



開催時の整理券配布



「地震ザブトン」で地震の揺れを体験



中庭の軽食スペース

### 地震津波防災研究部門／地震津波火山ネットワークセンター



#### ペットボトルで地震計を作ってみよう

身近な材料を使って地震計作りに挑戦していただきました。



#### ミニ津波を起こしてみよう

水槽でミニ津波を起こし、津波が起こる仕組みを見ていただきました。



#### 地震をまなぼう

日本の地下のどこで地震が起きているのか地震キーホルダーや震源ちゃん作成など工作を通して学びました。



#### 世界一大きな実験装置で起こすミニミニ地震

地震の正体である断層のずれを世界最大級の実験装置で再現しました。

### 火山防災研究部門／火山研究推進センター



#### 火山って何？

火山のポスターや岩石試料の展示、観測機器のデモンストレーションを行いました。



#### 噴火実験

メントスコラを用いる火山噴火の模擬実験を来場者の皆様とともに実演しました。



#### 君もE-ディフェンスの研究员!!

ストローで地震に強い家を作り、小型震動台に載せて検証していただきました。

## 水・土砂防災研究部門



### 竜巻実験

竜巻の発生実験や映像を通して竜巻の仕組みや備えを解説しました。



### 川を観察してみよう

川ができて変化していく「河川地形学」を模型を使って解説しました。



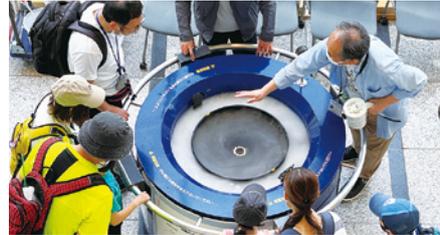
### 豪雨の中を歩いてみよう

大型降雨実験施設で1時間当たり300mmの猛烈な雨を体験していただきました。



### 雨粒の形を見てみよう

雨粒はどんな形か、雨粒を浮かべてじっくり観察していただきました。



### 台風のような渦巻を見てみよう

実験装置で渦巻の様子を見ていただきました。

## マルチハザードリスク評価研究部門



### 令和6年能登半島地震被害調査報告

能登半島地震について現地で行った被害調査の紹介をしました。



### VRで津波を体験しよう

HMDによる津波のVR体験をしていただきました。



### 将来の災害を予測し、賢く備えよう

マルチハザードリスク評価研究部門で取り組んでいる研究開発の展示をしました。

## 防災情報研究部門



### 謎を解いて災害に備えよう

災害時の困りごとを解決しながら情報や知識を身に付けていく謎解きに挑戦していただきました。

## 災害過程研究部門



### 災害過程ってなんだ？

クイズを解いて『こいのぼり』を作ろう！

災害に関するクイズに答えて、こいのぼりを作っていました。

## イノベーション共創本部



### ロボット先生をプログラミングで動かして学ぶ防災学習

昨年度の高専防災減災コンテストで活動した和歌山高専による土砂災害を学ぶための体験展示をしました。

## 自然災害情報室



### おうち点検！～過去を学び、未来を守る～

「未来を守る」ための備えについての展示や公衆電話などの体験コーナーを設けました。

## 防災科研クイズラリーを実施

クイズにすべて正解した方に防災科研オリジナル軍手を配布しました。



クイズラリー答え合わせ

## 2023年度日本地震学会技術開発賞を受賞しました

日本地震学会において、地震学の発展に関わる優れた技術開発および研究基盤構築の功績が認められた個人または団体に贈られる「日本地震学会技術開発賞」を以下の方々が受賞しました。

### 【受賞対象功績名】 震度のリアルタイム演算法の開発

地震津波火山ネットワークセンター 切刀卓副センター長、青井真センター長、マルチハザードリスク評価研究部門 中村洋光副部門長、地震津波火山ネットワークセンター 鈴木亘主任研究員、マルチハザードリスク評価研究部門 森川信之主任研究員、藤原広行部門長が、2023年度日本地震学会技術開発賞を受賞しました。

### 【受賞対象功績名】 海底における長期・多点・広帯域地震観測の実現による地震学分野への貢献

地震津波火山ネットワークセンター 望月将志上席研究員が、東京大学 金沢敏彦名誉教授、塩原肇教授、篠原雅尚教授、自己浮上式海底地震計開発チームの神戸大学 杉岡裕子教授、東京大学 一瀬建日准教授、山田知朗助教、海洋研究開発機構 伊藤亜妃副主任研究員、東京海洋大学 中東和夫教授、株式会社マリン・ワーク・ジャパン 渡邊智毅氏、東京大学 八木健夫氏とともに2023年度日本地震学会技術開発賞を受賞しました。

### 【受賞対象功績名】 高性能・多機能津波計算コードJAGURSの開発

地震津波防災研究部門 齊藤竜彦主任研究員と近貞直孝主任研究員が、JAGURS開発チームの一員として2023年度日本地震学会技術開発賞を受賞しました。

## 令和6年度科学技術分野の文部科学大臣表彰若手科学者賞を受賞しました

### 【受賞業績】 海底観測データに基づく地震と津波と火山噴火現象の研究

地震津波火山ネットワークセンターの久保田達矢主任研究員が令和6年度科学技術分野の文部科学大臣表彰を受けました。本表彰は、科学技術に関する研究開発、理解増進等において顕著な成果を収めた者の功績をたたえるものです。このうち若手科学者賞は萌芽的な研究、独創的視点に立った研究等、高度な研究開発能力を示す顕著な研究業績をあげた40歳未満の若手研究者に授与されるものです。

## 令和6年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞（開発部門）を受賞しました

### 【受賞業績】 線状降水帯の検出技術の開発

水・土砂防災研究部門 清水慎吾主任研究員と前坂剛研究統括が、日本気象協会の増田有俊室長、気象庁気象研究所の加藤輝之部長、廣川康隆主任研究官とともに令和6年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞表彰を受けました。本表彰の開発部門は、わが国の社会経済、国民生活の発展向上等に寄与する画期的な研究開発若しくは発明であって、現に活用されているものを行った個人もしくはグループまたはこれらの者を育成した個人に授与されるものです。



清水主任研究員（左）、前坂研究統括（中央）、久保田主任研究員（右）

# 令和5年度防災科研の研究者一人一人による 研究紹介動画アーカイブを公開しました

防災科研の研究者がどのような研究をしているのかを広く一般の方々へ知っていただくために、動画による研究紹介を行っています。この度、過去に制作した動画に加え、令和5年度に制作した動画を公開しました。(五十音順)



能登半島地震 防災科研  
カク対応セリ  
先進防災技術連携研究センター  
伊勢正



防災情報クリアリングハウス  
完結編  
防災情報研究部門  
磯野猛



気候変動時代の防災支援  
人材育成プログラム  
災害過程研究部門  
李泰榮



災害時のドローン活用において  
必須の知識とは  
マルチハザードリスク評価研究部門  
伊東卓也



JVNDNシステムを使って  
富士山の火山観測データを見る方法  
を説明します。  
火山防災研究部門  
上田英樹



避難行動意図に関する汎用的な  
心理モデル構築の試み  
災害過程研究部門  
宇田川真之



ドローン活用への期待と  
2つの課題  
マルチハザードリスク評価研究部門  
内山庄一郎



分譲マンションと災害  
災害過程研究部門  
大塚理加



防災教育にも使える!  
地域防災 Web  
防災情報研究部門  
上田啓瑚



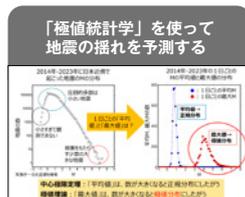
頻発する大地震における  
液状化現象の解明  
地震防災実験研究部門  
河又洋介



地震時における室内空間の機能維持に  
向けた環境把握技術に関する研究  
地震防災実験研究部門  
小松佑人



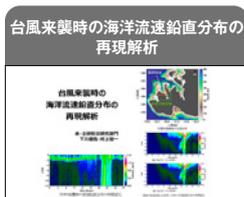
室内~都市災害マルチモニタリング  
状態変化・被害把握の研究開発  
室内空間を中心とした 機能維持のための研究会  
地震防災実験研究部門  
佐藤栄児



「極値統計学」を使って  
地震の揺れを予測する  
地震津波火山ネットワークセンター  
澤崎郁



新プロジェクト「積乱雲危険度予測情報の  
研究開発と社会実装モデルの展開」の紹介  
水・土砂防災研究部門  
清水慎吾



台風来襲時の海洋流連鉛直分布の  
再現解析  
水・土砂防災研究部門  
下川信也・村上智一



防災科研の研究に参加しよう!  
~気象リポシステム「ふるリポ」~  
「ふるリポ」で  
気象リポをしよう  
水・土砂防災研究部門  
下瀬健一・出世ゆかり



Developing a Flood Susceptibility  
Map of Extreme Events for  
Social Insurance Business  
Developing a Flood Susceptibility  
Map of Extreme Events for Social  
Insurance Business  
水・土砂防災研究部門  
Shakti.P.C



IoT家電の防災活用に向けての  
新たな研究プロジェクトについて  
防災情報研究部門  
取出新吾



衛星画像の活用により  
早期に被害を把握する  
マルチハザードリスク評価研究部門  
内藤昌平



令和6年能登半島地震における  
建物被害推定  
マルチハザードリスク評価研究部門  
中村洋光



10層鉄骨造オフィス試験体による  
建物の動的特性評価実験  
一研究成果と取り組みについて  
地震防災実験研究部門  
西峻汰



明治から昭和にかけての  
気象庁の地震観測点の変遷の可視化  
明治から昭和にかけての  
気象庁の地震観測点の  
変遷の可視化  
地震津波火山ネットワークセンター  
橋本徹夫



そらからのセンシングでわかる災害状況  
一令和6年能登半島地震の例  
防災情報研究部門  
平春



体育館の地震応答制御実験  
地震防災実験研究部門  
藤原淳



日本列島をCTスキャン  
地震津波火山ネットワークセンター  
松原誠



御嶽山における  
火山防災への取り組み  
火山防災研究部門  
宮城洋介



N-netによる地震波の早期検知  
N-netで地震の発生をどのくらい  
早く知ることができる?  
地震津波火山ネットワークセンター  
三好崇之



火山灰で噴火推移を調べる  
火山防災研究部門  
三輪学央



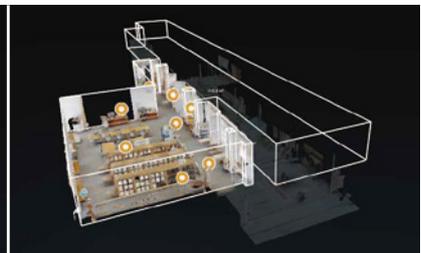
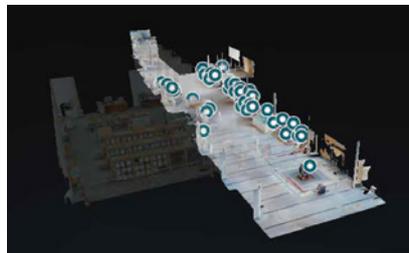
グリーンインフラを生かした  
安全・安心なまちづくり  
(Eco-DRRと地域の環境・防災)  
グリーンインフラを生かした安全・安心なまちづくり  
(Eco-DRRと地域の環境・防災)  
水・土砂防災研究部門  
横山仁



研究者紹介動画は  
こちらから  
ご覧いただけます

## 2024年3～5月

■つくば本所では、展示スペースや、自然災害情報室の3DVR化したバーチャルツアーを公開しました。上下左右360度、高画質のバーチャルツアーを防災科研のウェブサイトでご自由にご覧いただけます。



研究交流棟 展示スペース(左)&自然災害情報室(右)

■ベトナムにおいて「機器を設置するための治具および微動計測機器」の特許権を取得しました。

■防災科研が健康経営優良法人2024に認定されました。健康経営優良法人認定制度は、地域の健康課題に即した取り組みや日本健康会議が進める健康増進の取り組みをもとに、特に優良な健康経営を実践している法人を顕彰する制度で、2年連続の受賞となります。

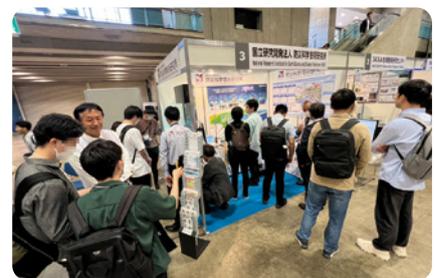


■マルチハザードリスク評価研究部門の内山庄一郎主任専門研究員が、広島県神石高原町からの委嘱を受け、神石高原町防災アドバイザーとして2019年から活動を続け6年目になります。ドローンの防災活用などアドバイスをを行い、昨年の神石高原町地産地防担い手研修会では「ドローン活用の未来展望」についての講演を行いました。



神石高原町入江町長(左)と内山主任専門研究員(右)

■5月26日(日)～31日(金)に、千葉市の幕張メッセにて、日本地球惑星科学連合2024年大会(JpGU2024)が開催され、防災科研はブース出展を行いました。当日は、地震津波火山ネットワークセンターの取り組みについて紹介を行い、陸海統合地震津波火山観測網「MOWLAS」(モウラス)についての展示を行いました。ブースには、地震計の実機や津波計の仕組みが分かる模型を設置し、また、Hi-netの準リアルタイム波形展示などを行い、多くの方に足を止めていただきました。



ブースの様子

## 防災科研ニュース

2024 No.225

2024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.029-863-7784 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/)

ISSN 2758-1195