

# 防災科研 ニュース

# No.205

特集：国家レジリエンス研究推進センター

©国立研究開発法人 防災科学技術研究所



## 国家レジリエンス研究推進センター

逃げ遅れによる死者ゼロ、広域経済の早期復旧を目指して



防災科研

# 逃げ遅れによる死者ゼロ、 広域経済の早期復旧を目指して 「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)」第2期始動

国家レジリエンス研究推進センター センター長 岩波 越

5月1日に元号が「令和」に改められました。政府が1963（昭和38）年から毎年発表している「防災白書」に掲載された1945（昭和20）年以降の自然災害による死者・行方不明者数を30年刻みで追ってみます。

1945～1974年（昭和20～49年）の死者・行方不明者は41,667人でした。伊勢湾台風に襲われた1959（昭和34）年までは、年に1,000人を超える犠牲者が度々出ていました。16年間重複しますが、「昭和」後半の1959～1988年（昭和34～63年）には、死者・行方不明者は14,998人に減少しています。

続く「平成」の時代、1989～2018年（平成1～30年）の死者・行方不明者は33,155人以上で（2018年は総務省消防庁の災害情報による）、そのうち28,000人超が平成7年兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）と平成23年東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）による犠牲者です。30,000人をも超える人命が失われてしまったことは痛恨の極みですし、2つの地震による大規模災害の犠牲者数が突出して多かったといえます。

2014年に創設された国家重点プログラムである「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)」では、第1期(2014～2018年)の「レジリエントな防災・減災機能の強化」に続いて、第2期(2018年～)でも課題の1つとして防災・減災分野の「国家レジリエンス(防災・減災)の強化」が設定されました。発生の切迫性が高まっている南海トラフ地震等の大規模災害に対して、国民1人ひとりの確実な避難と広域経済活動の早期復旧を実現するために、国や市町村の意思決定を支援する情報システムを研究開発し、実用化することがこの課題の目標です。防災科研は課題を構成する7つの研究開発項目のうち5つを担当しています。これらの取り組みを総合的に推進するために「国家レジリエンス研究推進センター」を設置しました。

2019年2月22日の成果発表会で、防災科研は新たに策定した「防災科研のアイデンティティ」を発表しました。防災科学技術を発展させることで人々の命と暮らしを支えていく決意をもって、国家レジリエンス研究推進センターの活動に取り組んでいきます。さあ、一秒でも早い予測を。一分でも早い避難を。一日でも早い回復を。



いわなみ・こゆる

1991年北海道大学大学院理学研究科博士後期課程修了・中退。理学博士。専門はレーダー気象学。  
同年防災科学技術研究所（長岡雪氷防災実験研究所）入所。科学技術庁勤務を経て1998年つくばへ異動。XバンドMPレーダーの開発導入、国土交通省に技術移転した降雨強度推定手法等の開発、先端的気象レーダー等を用いた極端気象の観測・予測研究、実証実験等に従事。2018年センター長に就任。水・土砂防災研究部門 総括主任研究員、気象災害軽減イノベーションセンター 副センター長。



(左) 所内SIP研究会の様子 (右) 国家レジリエンス研究推進センター集合写真

## CONTENTS

### 特集 国家レジリエンス研究推進センター

- 2 逃げ遅れによる死者ゼロ、広域経済の早期復旧を目指して
- 4 大規模災害を力強くしなやかに乗り越えるために
- 6 避難・緊急活動支援統合システムの研究開発
- 8 衛星データ等即時共有システムと被災状況解析・予測技術の開発
- 10 広域経済の減災・早期復旧支援システム
- 12 線状降水帯の観測・予測システム開発
- 14 緊急時における判断力・対応力の向上を目指して

### 生きる、を支える研究紹介

- 16 防災科研クライシスレスポンスサイト (NIED-CRS) による災害情報の発信
- 17 地震動予測のための地下構造モデル構築に関する研究

### 行事開催報告

- 18 一般公開 (つくば本所) 2019年4月21日 (日)
- 19 日本地球惑星科学連合 2019年大会 (JpGU2019)
- 19 自治体総合フェア 2019

### 受賞報告

- 20 平成31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) 受賞しました

国家レジリエンス研究推進センター センター長

## 岩波 越

いわなみ・こゆる

1991年北海道大学大学院理学研究科博士後期課程修了・中退理学博士。専門はレーザー気象学。同年防災科学技術研究所（長岡雪氷防災実験研究所）入所。科学技術庁勤務を経て1998年つくばへ異動。XバンドMPレーダーの開発導入、国土交通省に技術移転した降雨強度推定手法等の開発、先端的気象レーダー等を用いた極端気象の観測・予測研究、実証実験等に従事。2018年センター長に就任。水・土砂防災研究部門 総括主任研究員、気象災害軽減イノベーションセンター 副センター長。

# 大規模災害を力強くしなやかに乗り越えるために

## 国家レジリエンス研究推進センターの取り組み

大規模な地震や火山災害、気候変動により激甚化する風水害から、国全体の被害を最小化するためには、政府と市町村の対応力を今以上に強化し、国民1人ひとりの命を守る確実な避難、広域経済活動の早期復旧を実現していかなければならない。衛星やAI等を活用した新技術の研究開発を行い、その成果を府省庁や市町村で最大限にいかすべく活動中。

### SIP 第2期始動

戦略的イノベーション創造プログラム（SIP：エスアイピー）は、科学技術イノベーションを実現するために2014年に創設された国家重点プログラムです。内閣府に設置された総合科学技術・イノベーション会議（CSTI）がその司令塔機能を発揮して、社会的に不可欠で、日本の経済・産業競争力にとって重要な課題、プログラムディレクター（PD）および予算配分を決定します。府省および産学官連携の下、基礎研究から実用化・事業化までの道筋すなわち出口戦略を明確化した研究開発を推進することがこのプログラムの大きな特徴です。

防災科研ニュースNo.201で紹介し

た第1期（2014～2018年）の「レジリエントな防災・減災機能の強化」に続いて、第2期（2018年～）でも12課題の1つとして防災・減災分野の「国家レジリエンス（防災・減災）の強化」が設定されました。研究開発計画の策定や推進を担うPDには堀宗朗東京大学地震研究所巨大地震津波災害予測研究センター教授・センター長（現 国立研究開発法人海洋研究開発機構付加価値情報創生部門部門長）が選ばれています。

発生 of 切迫性が高まっている南海トラフ地震等の大規模地震災害や火山災害、気候変動によって激甚化する線状降水帯、スーパー台風等による風水害に対して、国民1人ひとりの確実な避難と広域経済活動の早期復旧を実現す

るために、国や市町村の意思決定を支援する情報システムを研究開発し、実用化することがこの課題の目標です。具体的には図1に示すとおり、政府の災害対応における「避難・緊急活動支援統合システム」と市町村の災害対応における「市町村災害対応統合システム」の2つの統合システムを開発する2つの研究開発項目が柱になります。さらに、政府の災害対応については、大規模災害に関わる災害関連情報システムを開発する3つの研究開発項目と、気候変動に関わる災害関連情報システムを開発する2つの研究開発項目を合わせて、7つの研究開発項目が設けられています。



図1 SIP第2期の課題「国家レジリエンス（防災・減災）の強化」の概要

## 国家レジリエンス研究推進センター

「第5期科学技術基本計画」（平成28年1月22日閣議決定）では、目指すべき国の姿として、国及び国民の安全・安心の確保と豊かで質の高い生活の実現が掲げられ、災害を予測・察知してその正体を知る技術、発災時に被害を最小限に抑えるために、早期に被害状況を把握し、国民の安全な避難行動に資する技術や迅速な復旧を可能とする技術等の研究開発を推進することが取り上げられています。防災科学技術研究におけるイノベーションの中核的機関の形成を中長期目標に掲げている防災科研は、SIP第2期の課題「国家レジリエンス（防災・減災）の強化」に貢献することは、この基本計画および目標達成に合致すると考え、管理法人による公募に積極的に応募しました。その結果「I. 避難・緊急活動支援統合システム開発」「II. 被災状況解析・共有システム開発」「V. 線状降水

帯観測・予測システム開発」の3つの研究開発項目の研究開発機関（研究責任者の所属機関）として、また「III. 広域経済早期復旧支援システム開発」「VII. 市町村災害対応統合システム開発」の2つの研究開発項目の共同研究開発機関として、それぞれ選定されました。

これを受けて防災科研は、堀PDの下で関係府省、共同研究開発機関および協力機関と、また研究開発項目間で緊密に連携し、これらの取り組みを総合的に推進するために、その拠点として「国家レジリエンス研究推進センター」を2018年12月1日に設置し、12月10日にはセンターのキックオフミーティングを開催しました。本センターは、センター長、副センター長、研究推進室、各テーマの研究統括、コーディネーター等のメンバー57名（2019年5月10日現在）で構成されています。研究開発機関の研究責任者と社会実装責任者、共同研究開発機関の主たる共同研究者と社会実装担当者

が、センターでは、それぞれ研究統括とコーディネーターに任じられています。

防災科研が取り組んでいる各研究開発項目の具体的な研究開発内容は、この後に続く各研究統括による記事をご覧ください。

## おわりに

当センターの役割は、多くの関係機関および研究開発項目間の緊密な連携を円滑に行い、効果を最大化することにより、SIP課題「国家レジリエンス（防災・減災）の強化」の目標達成に貢献することです。災害時における確実な避難や緊急活動のための意思決定を支援する情報を、必要とする所へきちんと伝えていくこと。これにより、国全体が国難規模の災害を乗り越える力を持つことにつなげたいと考えています。この活動を通じて、防災科研が防災科学技術研究におけるイノベーションの中核的機関にさらに1歩も2歩も近づけるよう努力したいと思います。

# 避難・緊急活動支援統合システムの研究開発

## 防災版サイバーフィジカルシステム（CPS4D）の実現を目指して

自然災害は変化する。その変化に合わせ、私たちは的確な対応をとらなければならない。特に災害発生時においては、変化をいち早く検知し、避難や緊急活動に反映することが、個人と国家のレジリエンスにとって重要となる。そこで、災害を動態として捉え、変化を自動解析し、その結果で社会を牽引する新たな技術の研究開発を開始した。

### 状況認識統一から意思決定支援へ

我が国では、地震・津波・火山噴火・気象災害等、国難的事態に至る大規模自然災害が確実に起こるといふ認識のもと、具体的な方策を確立することが喫緊の課題です。SIP第1期「レジリエントな防災・減災機能の強化」では、災害対応組織間での「状況認識統一」を目的に、府省連携により災害情報を多組織間で共有する「府省庁連携防災情報共有システム（SIP4D: Shared Information Platform for Disaster Management）」を開発しました。これを、平成28年熊本地震や平成29年7月九州北部豪雨、平成30年7月豪雨等において、政府や都

道府県の現地災害対策本部等、災害対応の現場に適用し、その有効性が認められてきました。その結果、2019年度からは、内閣府主導の「災害時情報集約支援チーム（ISUT: Information Support Team）」が本格運用開始となり、SIP4Dは装い新たに「基盤的防災情報流通ネットワーク」として継続的に活用されることとなりました。

一方、災害対応の行動・活動をより良いものにするには、「状況認識統一」からさらにもう一步、踏み込んだ研究開発が必要です。災害に対し、「今、こういう状況にある」から「次に、こういう行動・活動をするべき」という情報を作り出すこと、すなわち、「状況認識統一」から「意思決定支援」を

目的とした研究開発が求められていると考えています。そこで、災害時の国民一人ひとりの「避難」と政府の「緊急活動」の2つを対象に、「意思決定支援」を実現する「避難・緊急活動支援統合システムの研究開発」を開始しました。

### 自然現象×社会状況＝災害動態

自然災害は時々刻々と「変化」します。そして、自然災害とは自然（地震、豪雨等のハザード）と社会（人、物、経済等）の掛け合わせで発生する現象です。しかし、前者と異なり、後者を把握する観測網は存在しません。さらに、災害対応で活用されている情報の多くは、ある一時点を切り取った静



国家レジリエンス研究推進センター 研究統括

## 白田 裕一郎

うすだ・ゆういちろう

1973年長野県生まれ。慶應義塾大学環境情報学部卒、同大学院政策・メディア研究科修了、博士（政策・メディア）。大学院特別研究助手等を経て、2006年入所。情報の利活用技術の研究開発に従事。現在、防災情報研究部門長、総合防災情報センター長等を兼務。2017年文部科学大臣表彰科学技術賞（開発部門）受賞。SIPでは第1期に引き続き第2期も研究責任者を務める。「社会に役立つ研究を、社会とともに」が身上。



図1 意思決定を支援する新しい避難所分布地図

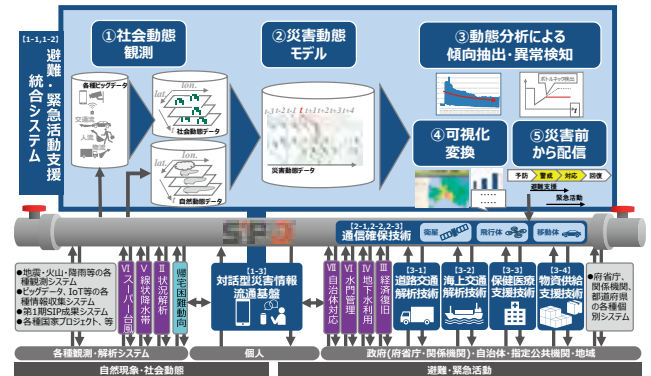


図2 避難・緊急活動支援統合システムの全体像

的な情報であり、その「変化」を表すことができていません。例えば、避難所の分布と避難者数を示した地図は災害時に多用されますが、緊急物資の支給、保健医療福祉等の専門家派遣等の活動には、どの避難所の避難者が増えているのか、減っているのか、その変化が急激なのか緩やかなのか、長期的なのか短期的なのか、といった「変化」の情報が必要になります。しかし、現在多用されている地図にはそのような情報は掲載されていません。これに対し、避難所ごとの避難者数の推移を把握できれば、図1に示すように、想定と異なる「変化」を示す避難所を他と異なる表現で示し、次に起こすべき行動の意思決定を促すことが可能となります。さらには、一人ひとりが持つ携帯電話・スマートフォンを活用すれば、よりリアルタイムかつ正確にその推移を把握するとともに、その人の置かれた状況に応じた情報を直接届けることができ、意思決定の速度をより上げることができるかもしれません。

そこで、自然現象の「変化」の観測・予測に加え、様々な情報通信技術を駆使して社会の「変化」を把握する技術を開発し、これを融合した「災害動態」

を扱うシステムを構築します。そして、災害動態を自動解析し、事態の勃発・異状・急変を検知し、推移を予測し、可視化することで、意思決定を支援する技術の実現を目指しています。

### CPS4Dと3つのコア技術カテゴリ

第5期科学技術基本計画では、我が国が目指すべき未来社会の姿として「超スマート社会（Society 5.0）」が示されています。これを実現するのが、現実空間と仮想空間を高度に融合させた「CPS: Cyber-Physical System」です。私たちはこれを防災の分野で先行させたいと考えています。災害対応に必要な情報を共有する「SIP4D」を、災害対応を情報で牽引する「CPS4D: CPS for Disaster Resilience」に進化させ、イノベーションを起こすことが目標です。

そのために必要となる3つのコア技術カテゴリがあります。現実空間で変化する災害動態を仮想空間上で再現する「デジタルツイン技術」、現実空間と仮想空間をつなぎ続ける「レジリエントネットワーク技術」、現実空間での行動・活動を仮想空間の情報で牽引する「フィードフォワード技術」です。

これらを実現するために、17の研究機関・大学・企業等で共同体を構成し、図2に示す10のサブテーマを設定しました。さらに、第2期SIPで取り組む7テーマと実在する各種システム群をつなぎ、社会を情報で連動させる仕組みづくりに取り組んでいます。

### 2年目は4つのストーリーに焦点

2年目に当たる2019年度は、①国民一人ひとりへのインタラクティブ避難支援、②オール保健医療福祉の緊急活動支援、③官民協働による物資供給活動支援、④政府現地災害対策本部の意思決定支援の4つのストーリーにターゲットを絞って技術開発・社会実装を加速しています。これまで、災害対策本部や保健医療・物資供給の現場を一般の方が目にする機会はなかなかなく、研究開発の成果がその中でどう役立つのか、見えにくいものだったかもしれません。今回は、防災チャットボットなど、一人ひとり誰もが触れる技術を開発するとともに、これらが各機関の災害対応に直接結び付き、社会全体がつながり合っただけでなく、的確な災害対応を実現する姿を「実感」できる研究開発を行っていきます。

国家レジリエンス研究推進センター 研究統括

## 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。大型降雨実験施設による土砂災害研究、IoT/AIやリモートセンシングを活用したリスクの見える化による地域のレジリエンス力向上に関する研究に従事。2018年研究統括に就任。先端的研究施設利活用センター大型降雨実験施設戦略室長、水・土砂防災研究部門主任研究員。

## 衛星データ等即時共有システムと被災状況解析・予測技術の開発

## 衛星データが迅速な災害対応のために活用される技術と仕組みをつくる

災害発生時は、いち早く広域に被災状況を把握し、その先の事態を予測することで、よりの確な避難や緊急活動へつなげることができる。そこで、地球を周回している世界各国の人工衛星により広域かつ高頻度で観測・撮影されたデータを活用し、被災状況の迅速な把握と予測を実現するための新たな研究開発を開始した。

## 被災状況を早く知ることが大切

我が国は、大規模地震・津波、火山災害、気候変動により激甚化する風水害等、様々な自然災害に関する国家的リスクを抱えています。特に、南海トラフ地震や首都直下地震の発生が切迫していると言われてるように、我が国の十分なレジリエンス確保に向けて、様々な事前の対策が必要です。しかし、大規模かつ広域な自然災害が発生した場合、被害を完全に防ぐことは困難です。そのため、災害が起きた際に、被害の拡大を軽減し、早い復旧へつなげるために、どのような対応をするべきか考えておくことも重要です。特に、災害が発生した際に必要となるのは、災害が起きている場所の被災

状況をいち早く知ることです。被災状況を正確にいち早く知ることができれば、適切な災害対応（避難や緊急活動）へつなげることができます。

## 人工衛星が観測・撮影したデータを活用

大規模な自然災害は広い範囲に影響が及んでいると考えられます。つまり、「鳥の目」のように空から俯瞰できれば、被災状況の全体像を知ることができるはずです。私たちは、その鳥の目として、地球を規則的に周回している人工衛星により観測・撮影されたデータの活用に着目します。人工衛星を使うことで、数十キロ四方という広い地域をカバーできます。最近では数多くの人工衛星が打ち上がっています。さ

らに、人間が見たものと同じようなカメラで撮影するだけでなく、雲を透過することが可能な電磁波を使って、天気や昼夜を問わず観測・撮影できる人工衛星も打ち上がっています。

人工衛星からのデータを活用し、被災状況を表す情報をいち早く抽出し、そこから今後起こり得る事態を予測することができれば、災害対応（避難や緊急活動）のイノベーションにつながる可能性があります。そのための研究開発として、防災科研が代表となって総勢21の共同研究機関と共に「衛星データ等即時共有システムと被災状況解析・予測技術の開発」を提案し、採択されました。



## 衛星データ即時共有システムの開発

人工衛星により観測・撮影したデータを災害対応へ活用するために、5つのステップを踏まえる必要があると考えています。それは、①Trigger、②Select、③Process、④Deliver、⑤Shareです。

衛星観測を行うにあたって、「いつ」「どこ」を観測すべきか、という情報が無ければ、適切な観測につながりません。そこで、①Trigger（トリガー）のステップが重要です。既存の様々な観測情報や災害情報を活用して、観測すべき場所とタイミングを提案し、衛星観測にGoサインを出すトリガー情報を生成する技術を開発しています（トリガリングシステム）。

次に、いち早く観測するためには適切な衛星を選択し、観測を速やかに依頼できる必要があります。そこで、②Select（選択）というステップが重要です。衛星の軌道情報等から、最適な衛星を選択し、撮影を依頼するための技術を開発しています（衛星セレクターシステム）。さらに、災害発生後は、衛星だけでなく航空機やドローンによる観測・撮影も実施されます。それらの観測・撮影状況を一元的に管理する

技術を開発しています（セレクターマネジメントシステム）。

さらに、様々な種類の衛星等による観測・撮影データを一元化できるとともに、それらのデータから被災状況を表す情報が抽出できる必要があります。そこで、③Process（処理）というステップが重要です。衛星が観測・撮影したデータを一元化し、それとほぼ同時に解析処理により情報の抽出が容易に行える情報プラットフォームを開発しています（リモートセンシングデータ提供プラットフォーム）。そして、衛星データや被災状況を抽出した結果を、地理空間情報として使いやすい形式で④Deliver（提供）することが必要となります。これらのステップを経て、政府、災害時情報集約支援チーム（ISUT）、地方自治体等、緊急活動を行う方々にデータが⑤Share（共有）されることで、はじめて衛星データが災害時に本当に利活用されと考えています。

## 被災状況解析・予測技術の開発

衛星データから被災状況を抽出する技術については、1シーンのデータのみにとどまらず、複数の時系列データを組み合わせた新しい解析技術の開発

や、AI等の最新の情報技術を活用しつつ、抽出精度をより高める解析技術の開発を行っています。

さらに、衛星データはある時点のスナップショットですので、時系列で将来予測を行うシミュレーション技術と組み合わせることで、数時間先の状況の予測が精度よく行える可能性があります。それによって、先を見越した的確な災害対応につながります。そこで、洪水による浸水、火山災害（降灰、火砕流、溶岩流）、火災延焼という具体的なテーマを設定し、技術開発を行っています。

## 開発技術の社会実装を目指して

防災科研は、平成30年7月豪雨において前述のISUTの一員として情報支援活動を行いました。その際に、「被災現場の被害状況が広域にわかる写真はありますか？」というニーズが多く寄せられました。現状では、衛星データは災害対応を行う現場にまだ十分に届いておらず、そのような状態を打開したいと考えています。SIPを通じて、単に技術開発を実施するだけにとどまらず、技術が実際に社会的に運用され、災害対応を行う機関が活用できる仕組みを作っていくことが必要であり、そのための取り組みも積極的に進めていきます。



図1 衛星データ等即時共有システムと被災状況解析・予測技術の研究開発（全体像）

# 広域経済の減災・早期復旧支援システム

## 巨大災害に対する広域を概観した経済被害予測システムの開発

広域巨大災害に見舞われた場合においても、産業の早期復旧を果たし、経済的損失を最小限に抑えることができる対応計画策定のための仕組み・体制の構築を支援するため、南海トラフ巨大地震等の巨大災害が日本経済全体および各地域に与える影響を定量評価する広域を概観した経済被害予測システムの研究開発を行う。

南海トラフ巨大地震は、大阪、名古屋の大都市圏を含む広域に甚大な被害をもたらすと予想されています。その被害規模は、これまでわが国が経験したことの無い未曾有のものとなるとされ、平成25年の内閣府の被害想定では220兆円規模の経済被害、平成30年の土木学会の試算では、発生から20年間の経済被害総額が1410兆円と推定されています。まさに国難とも言うべきこの広域・巨大災害が発生した場合、復旧を担う人材や様々な資源(物資、資機材や施設など)が大幅に不足する事態が予想されます。しかし、その不足の早期解消のための戦略や、地域の早期復旧のために限られた資源をどこにどう投入すべきかといった最適

化の戦略は、現状まだ明確にされていません。さらに、そのような戦略の検討過程において、大企業も含めた産業群全体の事業の早期再開の実現という視点での検討は不十分な状況です。

こうした現状を背景として、名古屋大学が中心となって、防災科研および京都大学が協力し、「産官学協働による広域経済の減災・早期復旧戦略の立案手法開発」が進められています。本研究開発の全体の目的は、広域巨大災害に見舞われた場合においても、産業の早期復旧を果たし、経済的損失を最小限に抑えることができる対応計画策定のための仕組み・体制を構築すること、およびその枠組みを活用し、広域巨大災害時に顕在化する地域産業の

復旧の障害となる様々な隘路(ボトルネック)を識別し、事前に解消可能性のあるものはそれを提案すること、さらに、地域の経済活動の実態を反映した被災シミュレーション・システムや、発災時には他者を意識した協力行動が必要との認識を地域のステークホルダーが共有することを容易にするツール/システムを開発し、平時には企業や地域のBCP訓練に活用するとともに、発災時には、政府の現地対策本部が参照し、社会基盤やライフラインの復旧手順の判断に活用しうるよう、それらシステムを実装することです。

防災科研では、特に、南海トラフ巨大地震等の巨大災害が日本経済全体および各地域に与える影響を定量評価す



国家レジリエンス研究推進センター 研究統括

## 藤原 広行

ふじわら・ひろゆき

京都大学大学院理学研究科中退、博士(理学)。  
1989年国立防災科学技術センター(現:防災科学技術研究所)入所。  
強震観測網の整備、全国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、災害リスク情報プラットフォームの開発、リアルタイム地震被害推定システムの開発等に従事。2018年研究統括に就任。マルチハザードリスク評価研究部門長。

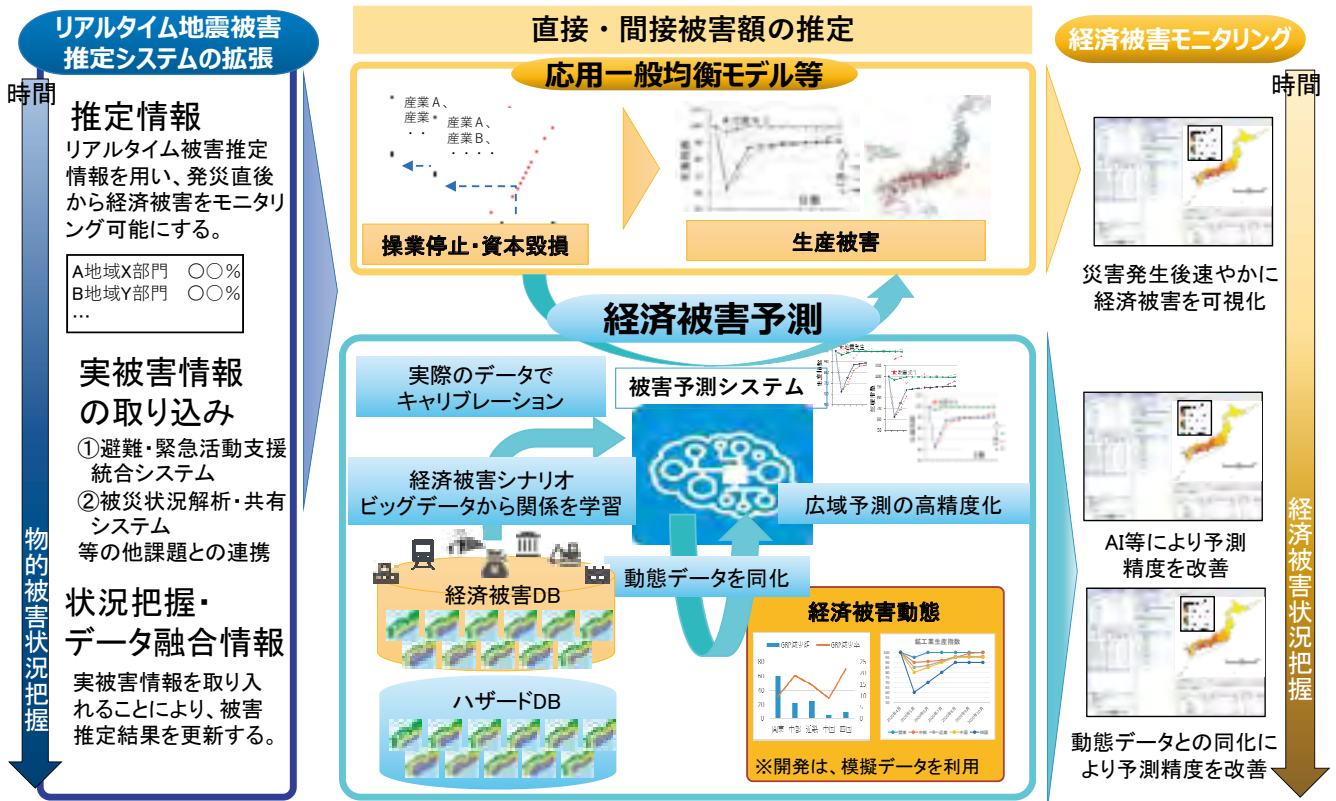


図1 広域を概観した経済被害予測システムの概念図

る広域を概観した経済被害予測システムの開発を進めています。このため、防災科研がこれまで培ってきた地震や津波のハザード・リスク評価研究に関する知見を基盤として、南海トラフ巨大地震の広域経済被害予測を可能とするための曝露データの整備、曝露対象物の直接・間接的被災に起因する経済被害の予測手法を開発しています。具体的には、①地震動や津波浸水深等の想定ハザードと対応させ、生産設備やインフラ・ライフライン等の曝露データを広域で整備し、②ハザードがそれら曝露対象物に与える影響の度合い（機能的支障を含む）を評価する手法を構築、③最新の経済学的知見に基づき、地域を超えた産業連関、家計や企

業の行動原則、経済全体の収支を適切に考慮した経済モデルを開発、という手順で取り組みを進めています。経済モデルの開発においては、発災直後のみならず、その後の復旧・復興まで含めた経済活動のシミュレーションを可能とすることを目指しています。こうして、南海トラフで発生する可能性のある多様な地震による経済被害を試算し、広域を概観した経済被害波及シナリオの研究を行っています。その上で、開発した予測手法を組み込んだ広域を概観した経済被害予測のための直接・間接経済被害予測システムの開発を実施しています。具体的には試算した多数の経済被害シミュレーション結果や被害シナリオをデータベース化し、シ

ナリオごとに経済被害を概観できる可視化システムを構築します。また、多様な被害シナリオを的確に検索する機能を開発し、事前対策の効果算定や、地域や企業等のBCP・訓練を支援するため、二次利用可能な形式での情報共有を目指しています。さらに、広域経済早期復旧支援のため、既存のSIPリアルタイム被害推定・状況把握システムの被害に関する情報を取り込み、地震発生直後から広域での経済被害をモニタリング可能とし、将来の経済被害動態情報等を取り込んだリアルタイムデータ同化による高精度な被害予測に向けた研究開発を行う予定です。

国家レジリエンス研究推進センター 研究統括

# 清水 慎吾

しみず・しんご

2007年名古屋大学 博士（理学）

2006年防災科学技術研究所入所。マイクロ波放射計観測網の整備、第1期SIP豪雨竜巻対策における短時間降雨予測システムとリアルタイム客観解析システムの開発、自動積乱雲追跡アルゴリズムや積乱雲内熱力学リトリーブ法の開発等に従事。2018年研究統括に就任。水・土砂防災研究部門主任研究員。

## 線状降水帯の観測・予測システム開発

半日～数時間前に線状降水帯の発生予測を可能とする最新水蒸気観測技術

線状降水帯による大規模水害が多発している。こうした水害からの早期避難を阻む要因は、事前に線状降水帯の発生を十分に予測できず、避難に必要なリードタイムが確保できないことにある。半日から数時間前の予測技術を向上させることで、自治体等の避難勧告・指示の意思決定を支援する情報提供を可能とし、水害からの確実な避難の実現をめざす。

### 線状降水帯とは

線状降水帯とは、複数の積乱雲が列状に並び、風上側で新しい積乱雲が発生しながら風下方向に移動する現象が繰り返し数時間継続することで引き起こされる集中豪雨を慣例的に指します（図1）。通常、一つの積乱雲だけでは災害は発生しません。積乱雲が次々と通過する場合、数時間持続すると数百ミリの雨がもたらされ、災害を引き起こす場合があります。線状降水帯は、数日間持続する台風とは違って、数時間程度と短寿命でありながらも記録的な大雨をもたらします。このため、台風よりも事前対応が難しく、線状降水帯に伴う大規模水害からの避難が難しいという問題があります。従って、線

状降水帯の早期発生への予測精度向上は避難行動等の対応において喫緊の課題です。線状降水帯の発生予測の成功の鍵は、風上側の積乱雲の継続的発生と強雨域の停滞を予測できるかどうかにかかっています。過去のデータから統計的に調査した研究によると、積乱雲の継続的発生及び強雨域の停滞が発生するためには、積乱雲発生エネルギー源となる水蒸気が大気下層に十分に存在する必要があると言われています。このため、本研究では様々な水蒸気観測網を展開し、得られた水蒸気観測データをリアルタイムで予測計算に取り込むことで、線状降水帯の発生危険度を診断できるシステムを開発することをめざします。

### 水蒸気マルチセンシング観測とデータ同化予測

従来の水蒸気観測は1日2回全国16か所で気象庁のラジオゾンデにより実施されています。しかし、この水蒸気観測の時空間分解は、線状降水帯にとっては粗すぎます。線状降水帯の予測精度を向上させるために、私たちは最新の水蒸気観測測器を線状降水帯が多発する九州地方に整備します。図2に示すように、洋上の水蒸気観測を可能とする航空機観測、地表付近の水蒸気の水平分布を観測できる地上デジタル放送波観測、水蒸気の鉛直積算量を高時間分解能で取得できるマイクロ波放射計観測、さらに水蒸気の高度分布を高時間分解能で取得できる水蒸気

- ・水蒸気観測による早期予測の高度化により半日程度前に発生可能性の高い地域を診断
- ・数時間前に大雨警戒地域の特定⇒予測雨量及び被害推定情報を地図上に統合させ、水害からの確実な避難を支援する情報を作成する。

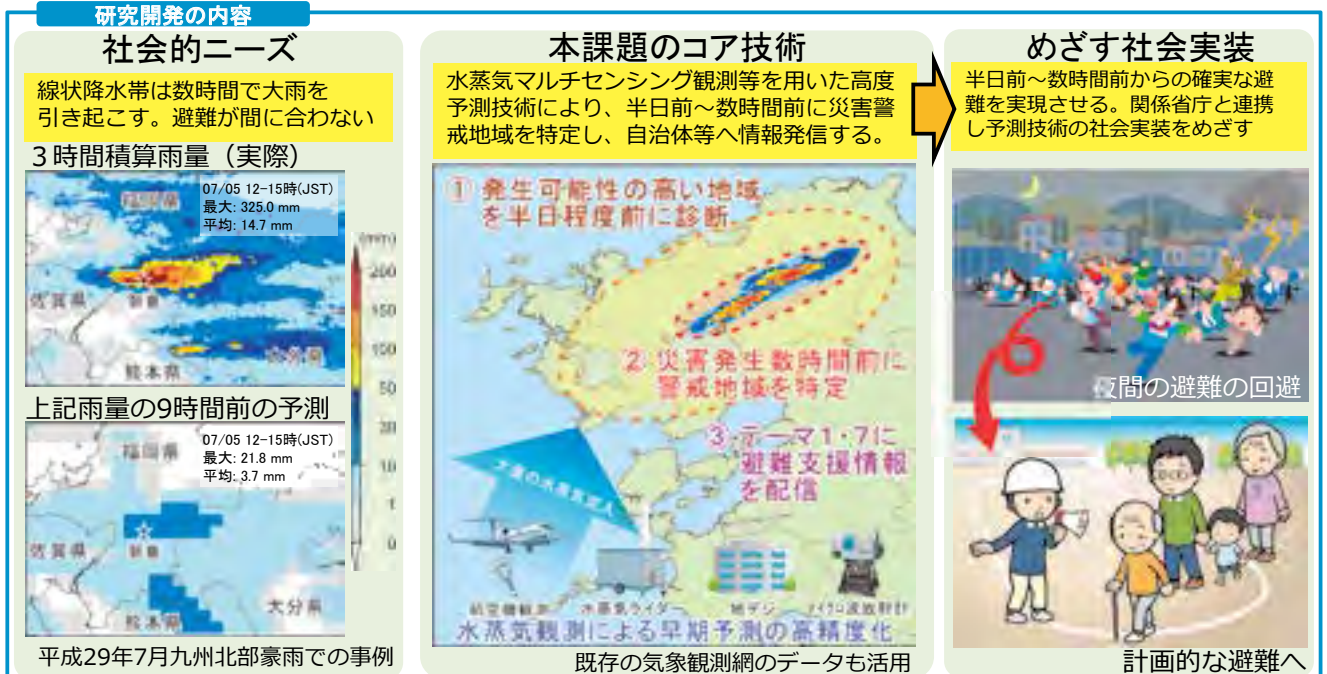


図2 本研究の概要図。コア技術として水蒸気マルチセンシング観測とそれを用いた予測技術を駆使し、半日から数時間前の線状降水帯予測精度向上をめざし、水害からの確実な避難を実現する。

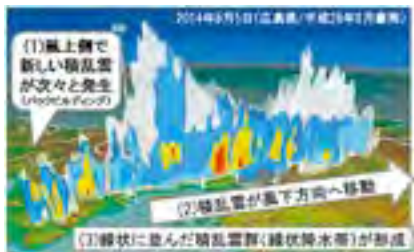


図1 線状降水帯の三次元構造。白・青・黄・赤の順番に雨の強さが大きくなる。地図情報は国土地理院地図（色別標高図）を利用した。

ライダー観測を行います。それぞれの観測精度と運用コストを調査し、社会実装可能なものを絞り込むことも本課題の重要なミッションの一つです。こうした水蒸気観測を予測に取り込む技術、すなわち、データ同化技術の開発にも取り組みます。データ同化手法の開発は、最新観測による予測精度向上への貢献を定量化できるだけでなく、どの程度の密度で水蒸気観測機器を整

備すればよいか等の想定実験も行うことができ、最新観測技術の社会実装を進めるうえでのビジネスモデルの構築に大きく貢献します。

### 新しい水蒸気観測が拓く、線状降水帯対策の在り方を提案する

気象庁の警報や注意報は、線状降水帯のスケールに比べると広域に発表されています。効率的な避難のためには、実際の避難指示に対して意味のある地域区分毎に、雨量予測情報とその判断基準が同時にリアルタイムで提供される必要が有ります。この判断基準をリアルタイムで提供する「線状降水帯データベース」を構築し、「予測雨量が数十年に一度の大雨に相当しているか」、「そのような雨量が起こった場

合に深刻な災害が過去に一度でも発生したかどうか」を、避難指示を発表する行政区分（具体的には学区区分）ごとの情報（格子解像度1km相当）で提供します。これらの情報を一元的に地図上に統合させ、自治体に情報提供を行う社会実験を2019年から4年間実施する予定です。自治体のニーズを踏まえ、現在自治体で運用されている、避難勧告・避難指示の発表までのタイムラインに、新しい情報をどのように加えていけばよいかを社会実験の中で、自治体とともに、また関係省庁と連携しながら、検討を進め、新しい線状降水帯対策の在り方を提案したいと考えています。

# 緊急時における判断力・対応力の向上を目指して

## 避難判断・訓練支援等市町村災害対応統合システムの開発

激甚化する風水害からの犠牲者ゼロの実現を目指し、全国の市町村が避難勧告・指示等を発令する判断をAI・IoTを駆使して支援する新技術と、新技術を用いて市町村職員および国民が訓練し、判断・対応力を効果的に向上させる仕組みを開発する。発令タイミング・対象地域の高精度化、適時的確な避難情報に基づく国民一人ひとりの確実な避難を実現する。

### 避難のための判断と行動を支援

災害時、市町村や住民は、これまでに経験したことのないような状況に直面し、どのように対応するかという判断を行わなければならないようになる局面が発生します。しかしながら、様々な案件、各方面への連絡・調整に追われ、人手と時間がなく、情報の見落とし等が発生する場合や、経験やノウハウが不足している場合など、タイムリーに合理的に判断、指示、実行するのが困難な場合が多々あります。

防災科研では、SIP第2期の課題「国家レジリエンス（防災・減災）の強化」の研究開発項目の1つである「Ⅶ. 市町村災害対応統合システム開発」に参

加し、九州大学を代表研究開発機関として、特に風水害時の避難に関わる判断を取り上げ、判断を支援し、避難を確実にする仕組みの研究開発を始めました。2015年関東・東北豪雨、2016年北海道・東北豪雨、2017年九州北部豪雨、2018年西日本豪雨と、毎年深刻な水害が発生しています。風水害は降雨、河川への流出、斜面崩壊、氾濫、浸水と時系列に発生していく災害で、被害を起こす事象の発生までのリードタイムで適切に判断し、避難を完了することが重要です。しかしながら、限られた人員、対応経験、時間の中で、爆発的に増加する気象情報・警報・雨量・水位観測情報の把握、関係機関等への対応に追われ、また、合理的に判

断を行うための仕組みもされていないのが現状です。

この取り組みでは、AI（人工知能）やIoT等の情報技術と防災科学をつなぎ、膨大な情報から判断を行うための支援システムや仕組みを市町村災害対応統合システムとして開発し、避難判断に必要な「情報の欠落ゼロ」、避難勧告等の発令の「出し遅れゼロ」、発令単位の小エリア化等の合理化により住民の「逃げ遅れゼロ」、判断・対応力向上のための職員と住民の訓練体制の構築により「対応できないがゼロ」、そして、これらによりリードタイムがある災害における「犠牲者ゼロ」を目指します。



国家レジリエンス研究推進センター 研究統括

## 鈴木 進吾

すずき・しんご

2006年京都大学大学院情報学研究科社会情報学専攻博士後期過程認定退学。博士（情報学）。ひょうご震災記念21世紀研究機構人と防災未来センター専任研究員、京都大学防災研究所助教を経て、2015年より防災科学技術研究所勤務。津波の大規模数値計算技術の開発、市町村向け防災情報サービスプラットフォームのプロトタイプ開発等に従事。2018年研究統括に就任。災害過程研究部門 副部門長。

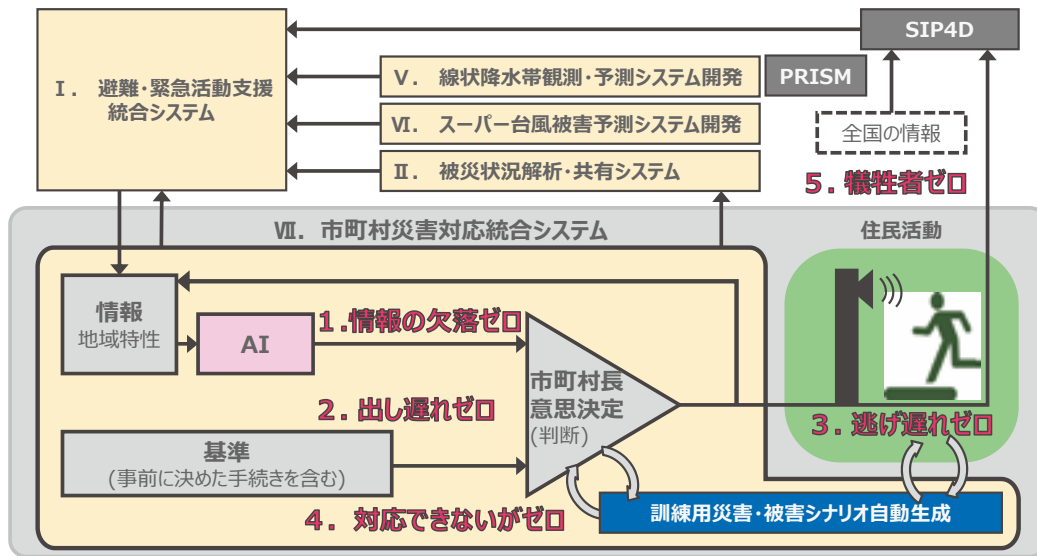


図1 研究開発項目「VII. 市町村災害対応統合システム開発」の概要

## 避難勧告等発令判断をAIで支援

市町村災害対応統合システムの中心となるのは、膨大な情報を地域特性も含めてAIを活用して処理・分析し、避難勧告等発令判断を支援する情報を市町村の意思決定者に提供し、適時的確な判断を可能にするシステムです。このシステムは、九州大学を中心として、河川情報センター、KDDI、応用地質の共同で開発しています。地域の過去の災害データ、想定データなどの静的情報、リアルタイムな気象データ、河川データおよびそれらの予測データ、人や自動車のリアルタイムデータ、水防団員からのデータ等膨大な関連データを取得し、これらのデータをビッグデータ分析・機械学習・深層学習などのAI技術を活用して短時間で分析評価します。そして、地域特性を考慮したうえで、河川氾濫、内水氾濫、斜面崩壊、道路冠水等の避難勧告等発令判断の根拠となる信頼度の高いリスク指標として250m四方の区画単位で時々刻々と算出し、わかりやすく市町村の意思決定者に届けるように

していきます。

これにより、避難勧告等の発令に必要な状況把握のため、勘案できる情報の種類と量を拡大し、各種情報の収集、集約にかかる職員の手間と時間を省き、当面の対応や判断に集中できる環境を作ることに貢献します。また、これまで自治体の経験やノウハウに任せられ、自治体ごとにバラバラだった各種情報からの判断方法をAIによって支援することで、発令タイミングと対象地域選定を高精度化し、住民の安全かつ確実な避難に寄与します。

## 判断力・対応力を向上させるための訓練を支援

犠牲者ゼロを目指すためには、前述のシステム構築のみならず、避難完了までの一連の流れに必要な対応や判断を、市町村職員も住民も事前に検討し、訓練し、その結果を振り返って、絶えず判断力・対応力を向上させておくことが必要不可欠です。また、緊急時に人がどのように行動するのかというデータを得て、人が行動しやすくなるようにシステムを継続的に修正・機

能向上・進化させていくことも重要です。災害に対して情報システムと人がどのように連携すれば、確実な被害軽減につながるのかを研究することが必要です。

防災科研では、このような目的のもとに、判断力・対応力を向上させるための訓練支援技術の開発を担当します。まずは、全国の過去の被災経験等のデータと、前述の避難判断支援システムで集められる今後のデータをもとに、リアリティのある訓練を可能にする訓練シナリオを自動で作成する技術を開発します。風水害の様々なシナリオを、全国どこでも、誰でも、自らシミュレートできるようにし、時々刻々と変化していく状況下で、いつ、どんな判断、どんな対応をすべきかを考えられるような訓練システムを構築します。さらに、訓練結果を記録・整理し、判断や対応のタイミング・担当・連携などの計画を作成したり見直したりすることをサポートし、判断力・対応力を継続的に向上させるPDCAサイクルを確立することを目指します。

# 防災科研クライシスレスポンスサイト(NIED-CRS)による災害情報の発信



防災情報研究部門  
総合防災情報センター情報統合運用室 特別技術員

## 吉森 和城

よしもり・かずしろ

1987年兵庫県神戸市生まれ。  
2012年筑波大学大学院システム情報工学研究科博士前期課程修了。  
電機メーカーにて防災システムのエンジニアを経て、2017年防災科学技術研究所入所。  
災害情報の可視化、利活用に関する研究に従事。

### 災害状況を一元的に把握・認識する

自然災害による災害対応を迅速・効果的に進めるには、まず災害の状況を知ることが必要となります。災害の状況を知るためには個々人がそれぞれ情報を探すのではなく、様々な機関が発信する情報を一つの場所に集約し、それぞれの人が災害状況を一元的に認識することが重要であると考えられます。

そこで、災害状況を一元的に認識するための情報源として、私たちは災害が発生すると、防災科研クライシスレスポンスサイト(略称:NIED-CRS)を開設し、情報の集約・発信を行っています。この情報の集約・発信に関する研究開発を推進することにより、災害に対する一日でも早い予測、一分でも早い避難、一日でも早い回復に寄与することを目指しています。

### 防災科研クライシスレスポンスサイト(NIED-CRS)とは?

NIED-CRSは地震、火山活動、風水害などの自然災害の警戒期・発生期・対応期において、状況把握に役立つ情報を集約、地図などに情報を可視化し、1つのWebサイトに

取りまとめて発信しています。集約・発信する情報として、防災科研が解析した情報や、各機関が発信する災害情報が挙げられます。これまで発信してきたNIED-CRSはWebサイトにてご覧いただけます。(https://crs.bosai.go.jp/)

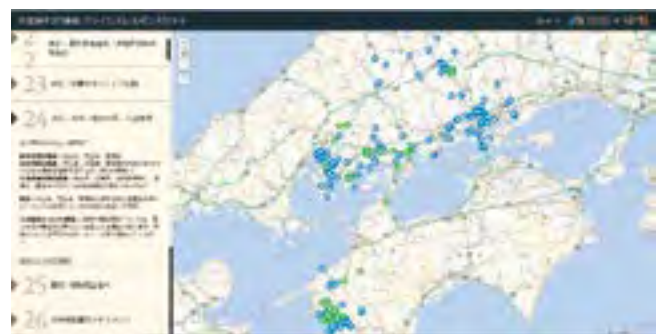
### より効果的な状況判断のために

今後は、より迅速な情報発信、大規模な災害に対応する情報発信体制、利用される方にとってより利用価値のある情報の発信が必要となります。

迅速な情報発信や体制構築のために、各情報の発信をできる限り人の手を介在することなく発信できるように、情報発信の自動処理技術の研究開発を推進するとともに、NIED-CRSを災害時に構成・更新するための作業手順について標準作業手順化(SOP: Standard Operating Procedures)を進めていきます。最後に、利用される方にとってより利用価値のある情報を提供できるように、情報コンテンツの発信方法や表現方法について、研究開発を進めていきます。私たちは、今後もNIED-CRSによる情報発信を通じ、一日でも早い予測、一分でも早い避難、一日でも早い回復につながることを目指し対応を進めてまいります。



2018年に公開したクライシスレスポンスサイト



給水・入浴支援拠点を示した地図(平成30年7月豪雨クライシスレスポンスサイト)



# 地震動予測のための地下構造モデル構築に関する研究

マルチハザードリスク評価研究部門 主幹研究員

## 先名 重樹

せんな・しげき

2008年東京工業大学 博士（工学）

2014年防災科学技術研究所 主幹研究員

専門は地盤地震工学。地震動予測地図の作成および地下構造モデルの構築に従事。

また、統合化地下構造データベースの開発、微動クラウドシステム開発、地盤情報解析システムの開発などにも携わる。



### はじめに

地盤の善し悪しを知るには、ボーリング調査を行うのが一般的ですが、調査コストがかかる上、地震時の地盤の揺れやすさ（増幅特性）および揺れ方（周期特性）を知る上で最も重要なS波速度が得られません。S波速度が得られる他の方法として、PS検層や表面波探査等の方法もありますが、コストがかかる上に観測者の能力が結果を左右し、また調査解析等の工程が簡易ではないことから多くの観測は望めません。S波速度を簡単に得ることができる一つの手法として、常時微動と呼ばれる地面の微小な揺れを用いて地下構造を知る方法があります。防災科研では、強震動予測のための広域地盤モデルを構築するため、この微動の観測および解析を徹底的に簡易化し、大量観測を可能にする微動観測システムを構築しました。

### 浅部・深部統合地盤構造モデルの構築

この微動システムを使用して、関東地域の浅部・深部統合地盤構造モデルの構築を行いました。モデル化においては、まず、関東地域全域において自治体や民間等からボーリングデータ（約32万本）を収集し、地表から工学的基盤までの浅部地盤構造モデル（地質・土質モデル）を作成しました。次に、既往の深部地盤モデル（J-SHISモデル）を結合し、初期モデルを作成しました。最後に、この初期モデルを基に、K-NET、KiK-net等の地震観測点の地震記録と、微動アレイ観測を関東全域にて約1km間隔、14,000カ所以上実施して、地震記録と合うようにS波速度・層厚のチューニングを行いました。最終的には、約250mメッシュ単位の地盤構造モデル及び、建物被害推定に活用できる各種増幅指標（最大速度・震度増幅率、周期毎の増幅倍率等）を作成しました。

### おわりに

現在、収集したボーリング等地質情報データ、微動データ、地震記録、既往地盤モデル、地盤モデル構築システム、微動解析システム等を実装した、「地下構造情報管理クラウドシステム」を構築し、研究機関および民間企業に活用（社会実装）されています（図1参照）。今後の目標は、全国1kmメッシュ間隔の観測（残り約5万点）を行い、全国の地下構造モデルを構築することです。それを実現するためには、解析効率を飛躍的に向上させるための微動観測・地下構造モデル構築のAI化が必須です。手法は概ね確立したので、今後、開発段階に移していきたいと考えています。



図1 浅部・深部統合地盤モデルの構築と地下構造情報管理クラウドシステムの社会実装の仕組み

## 一般公開（つくば本所）2019年4月21日（日）

第60回科学技術週間に合わせて、一般公開「ぼうさいミュージアム2019」を開催しました。

「生きる、を支える科学技術」をテーマに、「科学実験屋台村」での実験や工作、研究者の講演、地震を体験出来る地震ザブトン、地震被害のVR体験、ペットボトルで地震計を作るなど、自然災害を学ぶ様々なイベントを行いました。

大型耐震実験施設では、Dr.ナダレンジャーによる巨大発砲スチロールブロックを使用した実験“MEGA ゆらゆら”を、大型降雨実験施設では、1時間降雨量300mmの豪雨体験を、野外グラウンドでは、噴火実験を行い、どの時間帯もたくさんのお客様で賑わいました。

当日は、総勢1400名以上の方にご来場いただき、今年も盛況に行うことができました。



大きな地図で見てみよう、住んでいるところにあるリスクはなにかな



VR体験。どんな風に見えるだろう



ジャンプしてしんをおこそう



Dr.ナダレンジャーの巨大共振実験



豪雨体験。雨具を用意し覚悟を決めて突入！



噴火実験。3、2、1、発射！

## 日本地球惑星科学連合 2019年大会 (JpGU2019)

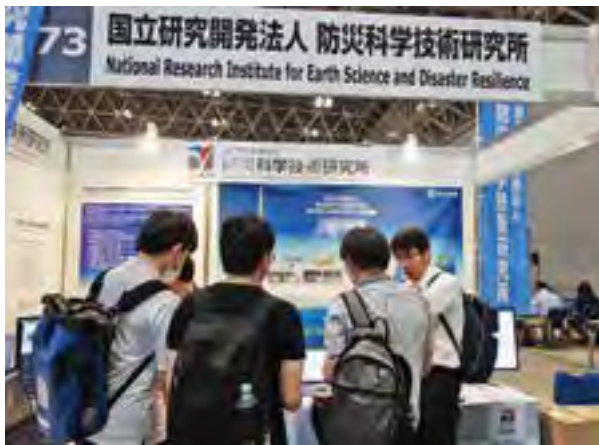
5月26日(日)～30日(木)に、千葉市の幕張メッセにて、日本地球惑星科学連合2019年大会 (JpGU2019) が開催され、防災科研はブース出展を行いました。

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。

今年は、全日程を通して、8,390名の来場者を数えました。研究者を志す学生の皆さまからは、「就職先として防災科研を考えていきたい」とのお声掛けもいただき、防災科研の取り組みをさらに多くの方に知っていただく機会とすることができました。



ブースの様子



地震計の実演展示

## 自治体総合フェア2019

5月22日(水)～24日(金)に東京ビックサイトにて、「自治体総合フェア2019」が開催されました。防災科研からは、気象災害軽減イノベーションセンターがブースを出展し、センターの取り組みや気象災害軽減コンソーシアムの活動を紹介するポスター展示と、研

究所紹介動画の上映を行いました。

自治体の方や民間企業の方をはじめ、それ以外の方からも関心を寄せていただき、コンソーシアムの組織体制や、取り組みによる成果、参加の方法などについて、多くの方に紹介することができました。



ブースの様子



積雪センサーの紹介

## 平成31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）受賞しました

地震津波火山ネットワークセンターの青井真センター長他4名が、「防災に貢献する陸海統合地震津波観測システムの開発」で、雪氷防災研究部門の上石勲部門長他2名が、「北海道中標津町における地域密着型吹雪災害予測システムの開発」で、平成31年度科学技術分野の文部科学大臣表彰を受けました。



写真左から植平賢司室長、功刀卓室長、青井真センター長、浅野陽一室長、鈴木巨主任研究員



写真左から上石勲部門長、根本征樹主任研究員、中村一樹主任研究員

## つくばちびっ子博士2019



- Dr.ナダレンジャーの自然災害科学実験教室  
7/22 (月) 7/29 (月)  
8/6 (火) 8/20 (火) 8/27 (火)
- 豪雨体験 (大型降雨実験施設)  
8/20 (火)

詳細はこちら

[www.bosai.go.jp](http://www.bosai.go.jp)



※左記、イベント開催日時のみスタンプラリーを実施します。

防災科研ニュース  
2019 No.205

2019年6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](mailto:k-news@bosai.go.jp)