

防災科研 ニュース

No.217

特集：火山研究推進センター

©国立研究開発法人 防災科学技術研究所



火山研究推進センターが 目指していること



生きる、を支える科学技術



防災科研

火山研究推進センターが 目指していること

火山研究推進センター センター長 中田 節也

国内においては、戦後最大の火山災害となった2014年の御嶽山噴火によって火山災害が社会的に注目されるようになりました。また、2011年の東北地方太平洋沖地震の影響で火山活動が活発化していると主張する研究者もいます。データでは日本の火山活動が最近になって活発化していることを示す証拠はないものの、近年では島嶼^{とうしょ}における噴火が目立っています。例えば、2013年から西之島の噴火が継続し、2021年の福岡ノ場の大噴火では、放出された大量の軽石が1,000km 以上も離れた南西諸島や本州の南岸に漂着し、社会的に深刻な問題となりました。また、2022年1月に8,000km 以上も離れたトンガで発生した海底火山の巨大噴火では、爆発によって地球を周回する強い大気振動が発生し、誘発された気象津波によって日本でも被害が生じました。類似の海底火山が日本近海にも存在するため、陸上火山だけでなく、これらの海域火山も含めた火山活動を観測研究することが将来の火山災害を軽減する上で重要です。

御嶽山の噴火直後に、国内の火山研究者の育成と火山研究の高度化を含め、火山災害軽減の目的で国を挙げた火山観測体制や火山防災環境の整備がなされました。そのような中で、10年間の研究計画として始まった文部科学省委託事業「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」(以後、次世代プロジェクトと呼ぶ)では、その核である「次世代火山研究推進事業」

を防災科研が中心となって推進することとなり、本センターが設置されました。そこでは、全国の火山研究者が、火山学データを共有・活用し、連携しながら、火山活動の観測技術、予測技術、及び、対策技術の開発を行っています。

この間、次世代プロジェクトの成果を活用し、強い分野間連携の下にそれを補完すると同時に、ポスト次世代プロジェクトの研究のあり方を検討する目的で、2021年に「火山機動観測実証研究事業」が文部科学省の補助事業として開始されました。この事業の推進室が火山研究推進センターの下に設置されました。これらの2つの事業を推進することによって、私たちは日本の火山災害軽減がより進展することを目指しています。





噴煙を上げる阿蘇中岳



機動観測により火山性地殻変動を面的かつ高頻度に観測する SARセンサー SCOPE (p.6-7参照)

CONTENTS

特集 火山研究推進センター

- 2 巻頭言 火山研究推進センターが目指していること
- 4 火山観測データの一元化で何が可能になったか
- 6 リモートセンシングによる火山観測技術の開発
- 8 シミュレーションで噴火ハザードを予測する
- 10 情報ツールで火山災害を軽減させる
- 12 火山機動観測で火山研究を推進する

研究最前線

- 14 オルソ画像をめぐる4つの日本初

NIED Interview

- 16 研究を知る × 人を知る NIED Interview

防災科研 topics

- 17 防災科研 topics

防災科研は2023年4月1日に創立60周年を迎えます。

火山研究推進センター 研究統括

上田 英樹

うへだ ひでき

博士（理学） 専門分野：地球物理学、火山学

2002年4月に防災科学技術研究所入所。2016年より現職。

現在は、基盤的火山観測網（V-net）の運用と観測データを用いた火山防災に関する研究を実施。2016年より文部科学省の次世代火山研究推進事業においてJVDNシステムの開発を進めている。

火山防災研究部門主任研究員

兼務：地震津波火山ネットワークセンター火山観測管理室室長

火山観測データの一元化で何が可能になったか

JVDN システムの開発

日本には多くの火山があり、また火山を研究対象としている組織や研究分野も多い。火山観測データを一元化することによって、他組織との連携による研究や異なる火山を比較する研究などが可能になった。さらに火山活動の推移を表現する状態遷移図を使うことによって、研究分野を超えた知の統合による研究が可能になる。

JVDN システム（火山観測データ一元化共有システム）とは

JVDN システムとは、日本国内の研究機関、大学、行政機関等の火山に関するデータを共有するためのシステムです（JVDNとはJapan Volcanological Data Networkの略）。インターネットを通じて、どなたでもアクセスすることができます（<https://jvdm.bosai.go.jp>）。JVDN システムが提供するデータの活用を通じて、研究分野や組織を超えた共同研究を促進し、火山研究の発展と火山防災へ貢献することを目指しています。

JVDN システムは、火山観測点の情報や、地震計、傾斜計などの観測

機器のデータなどを提供しています。また、降灰量データなどのフィールドデータ、合成開口レーダなどのリモートセンシングデータも提供しています。デジタルデータをダウンロードできるほか、GISで地図上に表示したり、グラフなどで時系列データを表示したりできます（図1）。すでに150名以上の方がJVDN システムにユーザ登録し、研究等に活用しています。火山噴火が起こった際に行われる降灰調査のデータ共有にもJVDN システムが使われています。

データの一元化で何が可能になったのか

データが一元化されたことで、異なる火山同士を比較する研究が可能

になりました。一般的に1つの火山で規模の大きな噴火はめったに起こりません。めったに起こらない火山噴火や火山災害の仕組みを理解し予測するには、多くの火山の過去の噴火事例を集め、比較し、火山が共通して持つ普遍的な性質を明らかにする必要があります。火山はそれぞれ全く異なる活動をしているように見えますが、マグマを噴出する噴火の前には火山が膨張し、噴火が切迫すると火山ガスや地震数が増えるなど、共通の特徴を持っています。比較研究により火山が持つ普遍的な性質が明らかになれば、ある程度は火山活動の推移を予測できると考えています。

データの一元化から知の統合へ

さらに、JVVDNシステムにより、分野や組織の壁を超えてデータ共有が可能になりました。ただし、データを使い慣れている人でも、大量のデータを分析するのは簡単ではありません。使い慣れていない他分野のデータであればなおさらです。

この問題を解決するため、状態遷移図(図2)を使うことを提案しています。状態遷移図とは、システム

の振る舞いを表す設計図として使われている図です。データに見られる火山活動の特徴から、専門家が経験や専門的な知識に基づいていくつかの状態に分類し、状態の遷移で火山活動の推移を表現します。データを状態遷移図で表現することにより、火山活動の推移の予測など、ある分野の専門家だけでは解決困難な課題に対して、異なる分野の専門家が連携して取り組むことができると考えています。状態遷移図を使えば、異

なる火山の比較も容易になります。さらに、状態遷移図は、火山の専門家でなくても理解できます。

研究によって得られた新しい専門知識が、状態遷移図などによってわかりやすいかたちで社会に広く知られるようになれば、気象庁による火山監視の技術向上や自治体による防災対策の向上など、社会全体の火山災害に対するレジリエンスの向上につながっていくと考えています。



図1 JVVDNシステムのデータ表示画

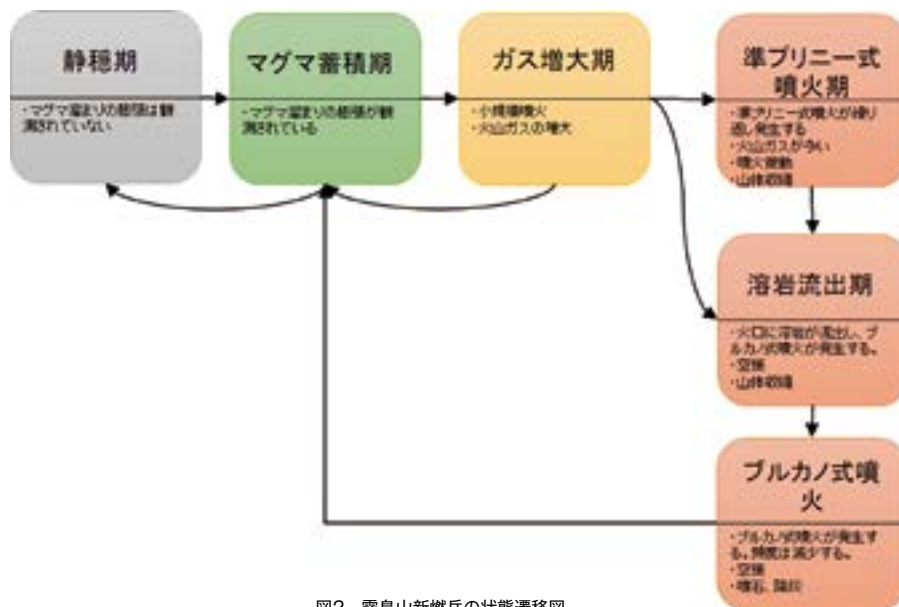


図2 霧島山新燃岳の状態遷移図

リモートセンシングによる火山観測技術の開発

レーダーや分光計測技術を用いて遠隔地から火山を測る

火山災害を軽減する方法の一つは、火山活動を詳細に観測し、その観測情報に基づいて、高い確度で災害の発生・推移を予測することである。次世代火山研究推進事業課題Bサブテーマ2においては、火口周辺で生じる地表変形や熱活動、火山ガス等を効率的に観測するため、レーダーや分光計測技術を用いたリモートセンシング技術の開発を進めている。

火山の動きを測るレーダー

衛星搭載型合成開口レーダー（衛星SAR）は、人工衛星から地表に向けてレーダー波を照射し、メートルレベルの空間分解能で地表画像を得るセンサーです。さらに、異なる時期に取得されたSAR画像を詳細に解析することにより、画像内の各画素における、衛星-地表間距離の変化を求めることができます。この手法はSAR干渉法と呼ばれ、最近では、地表変形を捉える有効なツールとして、多分野における調査・研究で活用されています。特に、火山研究においては、このSAR干渉法の活躍により、噴火発生前に、

火口周辺で明瞭な地表変形が生じる場合が多くあることが分かってきました（図1(a)に衛星SARが捉えた2017年新燃岳噴火に先行する地表変形を示します）。このような地表変形情報を噴火発生予測に役立てるためには、平時から自動的に解析を行うシステムの構築と、その地表変形発生メカニズムの理解が重要です。そこで、本テーマにおいては、日本のSAR搭載衛星だいちシリーズのSARデータを自動的に解析するシステムを構築するとともに、本システムの解析結果を火山研究に役立てるため、得られた地表変形情報のデータベース化を進めています。

一方、衛星SARの観測間隔は、衛

星の回帰周期に制約されるという不利な点があります。火山活動は、数日で大きく変化する場合があります、その把握のためには、より短周期での観測が必要となります。その解決のため、機動的に地上からレーダー波を照射してSAR観測を実施できるセンサー（SCOPE：SAR for Crustal defOrmation with Portable Equipment）の開発を進めています。SCOPEは定点での観測に適した地上設置方式、自動車・台車に搭載する車載・台車搭載方式、人力で運搬が可能な手動方式の中から観測場所の条件に適した方式を選択し、効率的に機動観測を実施することが可能です（図1(b)



火山研究推進センター 研究統括

小澤 拓 (写真左)

火山防災研究部門 主任研究員

實渕 哲也 (写真右)

おざわ・たく

博士（理学） 専門分野：測地学、地球物理学
2000年3月総合研究大学院大学数物科学研究科博士後期課程修了
2004年4月に防災科学技術研究所入所。現在は、火山研究の推進、火山活動把握を目的としたSAR解析・観測技術の開発等に従事。火山防災研究部門主任研究員。国家レジリエンス研究推進センターでもプロジェクトを担当。

じつふち・てつや

工学修士 専門分野：計測工学、電子工学
1991年3月筑波大学大学院理工学研究科修了
1991年4月防災科学技術研究所入所。分光計測手法、リモートセンシング装置の開発等に従事。火山研究推進センターでもプロジェクトを担当。

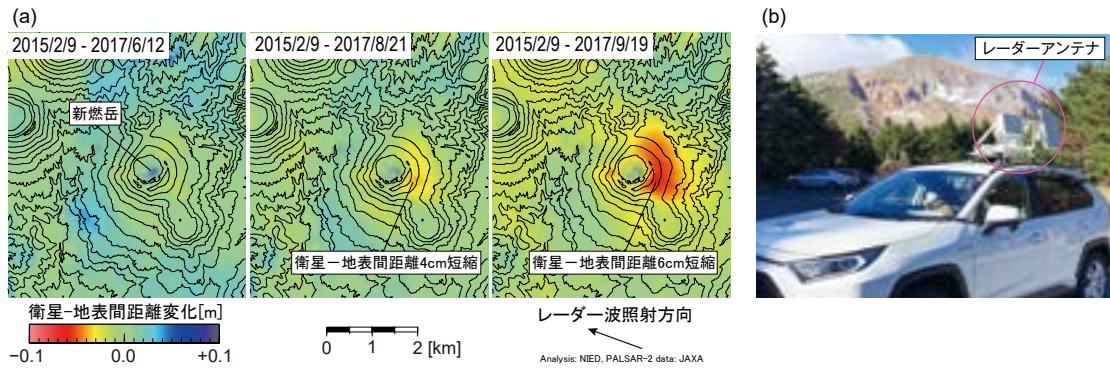


図1 (a)衛星SAR自動解析システムによるPALSAR-2データの解析から検出された、2017年新燃岳噴火に先行して発生した火口周辺の地表変動。
(b)SCOPEの車載方式におけるアンテナ搭載状況



図2 (a)温度とガスを可視化するカメラ:SPIC-UC/4VGA (赤外波長域の4つの波長帯域を計測する4台の赤外カメラ:Camera1~4で構成)設置の様子(阿蘇中岳噴煙試験観測:2021/11/27、阿蘇中岳西方3.15kmの草千里展望所より)。
(b)観測時の阿蘇中岳付近の可視画像。
(c)SPIC-UC/4VGAのCamera3(観測波長域7.95~9.3 μ m)の輝度温度画像。Camera1は7.5~14 μ m、Camera2は9.0~14 μ m、Camera4は11.8~12.8 μ mを計測(水蒸気、雲水粒の識別)。本装置はCamera3でSO₂ガスの赤外線吸収特性(8-9 μ m付近)をとらえ赤外線の強度(温度)として可視化する機能を有す。本観測で、その機能を実証(当時のSO₂放出量:約2000~3000ton/day、気象庁調べ)。

に車載方式におけるアンテナ搭載状況を示します)。これにより、火山活動の活発化時等に、1日程度の周期での観測を可能とすることを目指します。

光が伝える火山の状態

火山の地下の状態は、火山の表面温度分布、火山性ガス放出量等の火山の表面現象と関連があります。火山性ガス(SO₂ガス等)には「ガスは地下からの電報」という例えもあり、その増減は、地下のマグマの状態と関連します。このため、表面現象の計測から、火山の活動度の把握に役立つ情報が得られます。その計測手法として、表面現象から到来する光の波長別の強度(種々の表面現象で異なるスペクトル)を分光計測する、光学的リモートセンシング技術があります。防災科研では、

1990年代から、多波長の光を計測できる航空機搭載型の独自の画像分光装置を開発し、上空からスペクトルを計測することで、さまざまな表面現象(温度、SO₂ガス濃度、降灰等の分布)の定量を実現しました(防災科研News No.159参照)。

しかし、この装置は大型で、その普及は困難でした。そこで、より実用的な装置を実現するため、本テーマにおいて、可搬型のカメラ型装置に多波長計測技術を選択的に組み込んだ、画像分光機能を有する装置(SPIC: Surface Phenomena Imaging Camera)の開発を行っています。これまでに、各種の分光計測用カメラや、それらを組み合わせさせた試作機(プロトタイプ)が完成し、2020年から、火山の試験観測を実施中です。図2に、

異なる波長域を計測する4台の赤外線カメラで構築したSPIC-UC/4VGAプロトタイプによる阿蘇中岳噴煙試験観測の結果(2021年11月27日)を示します。図2(c)は、SO₂ガスの放射、吸収域である8~9 μ mに主に感度を有する赤外線カメラ(Camera3)の観測結果です。これと異なる波長域を観測する他のCamera1,2,4の計測結果も考慮することで、Camera3は、噴煙中のSO₂ガスの濃度を反映した赤外線の強度(温度)分布を捉えていることが分かり、本装置でSO₂ガスを選択的に可視化できることを実証できました。

今後は、観測量からSO₂ガスの濃度を推定する技術の開発や、装置の改良を実施し、その普及を目指します。

火山研究推進センター 副センター長・研究統括

藤田 英輔

ふじた・えいすけ

博士（理学） 専門分野：火山物理学

1993年3月東京大学大学院理学系研究科修了。同年防災科学技術研究所入所。2016年より現職。

火山防災研究部門長

シミュレーションで噴火ハザードを予測する

複雑な火山現象をイメージしやすく

地下でマグマがどのように動いて上昇するか？ 爆発的噴火になるのか？ 噴火発生に伴う噴煙、降灰、溶岩流、噴石によってどのような影響があるか？ このような複雑な火山現象を理解し、より精度の高い火山災害予測の実現を目的とした噴火ハザードシミュレーションの技術開発を実施している。

はじめに

次世代火山研究推進事業課題C3「シミュレーションによる噴火ハザード予測手法の開発」では、火山で発生する現象を数値シミュレーションで再現し、火山活動やハザードの評価に役立つ情報の創出に取り組んでいます。噴火に至るまでの地下でのマグマ移動過程と、地表に到達してからの噴火現象、それぞれを対象としてモデル化を行い、コード化しています。地下のマグマ移動過程については、マグマ溜りからの岩脈貫入、また、マグマの通路としての火道中の流れを再現し、地表面現象では、ハザードとして降灰・噴煙柱・溶岩流・

火砕流・噴石を取り扱っています。

地下におけるマグマ移動シミュレーション

マグマ上昇の初期段階として、マグマ溜りの圧力が上がり、周辺の岩盤を割りながら岩脈として上昇する状況を考えます。マグマ溜りの圧力がどの程度大きくなれば噴火に至るのかという情報があれば、噴火に至るかどうかの判断を行うことができます。我々は地下の岩盤やマグマを粒子の集まりに見立てた数値シミュレーションを実施し、マグマ溜りの圧力が周辺のおおむね5~10倍程度になると噴火になるが、それ以下だと噴火未遂におわることを把握

しました。また、マグマにかかる差応力（上下・東西・南北3方向の応力の差）によって噴火のしやすさが変わることも定量的に示されました。

ひとたび上昇を始めたマグマは、地下浅部では既存の火道を使うこともあります。マグマにはビールや炭酸水のように、水蒸気や火山ガスなどの成分が含まれています。これらは深いところでは周辺の圧力によって液体の中に閉じ込められています。だんだんマグマが上昇してくると周囲から抑え込む力が下がるため、マグマは発泡し、ますます軽くなり、体積も急激に膨張します。そして耐え切れなくなると爆発的噴火に至ります。火道の中での気体と液体のふ

るまいで爆発的な噴火になるのか、あるいは、穏やかな噴火になるのかが決まります。このような火道流シミュレーションでは、ガスの効果を流体運動に組み込み、爆発性・非爆発性の評価が可能となりました。

これらの地下でのふるまいは、火山性地震や地殻変動として観測により捉えることができます。観測データを数値シミュレーションで再現することによって、地下で起こっていることを推定し、火山活動の異常検知、噴火や活動の推移予測に使うことを目指しています。

噴火ハザードシミュレーションの開発・高度化

火山性流体（熱水やマグマ）が地表から噴出すると、噴火という現象になります。火山に特徴的なのは、その現象が多様多様になることです。

本プロジェクトでは、これらを体系的に取り扱う火山ハザード評価システムの開発を進めています。

降灰は代表的な火山災害ですが、例えば富士山が噴火した際は首都圏でも大きな影響があることが想定されています。富士山の噴火口から立ち上る噴煙柱は周辺の大気を取り込みながら成長し、巻き上げられた噴石や火山灰は周りの風向や風速に従って拡がっていきます。シミュレーションでは、どの地域にどのくらいの時間にどの程度の厚さの降灰があるかという情報を提供することができます。また、溶岩流の例では、どのくらいの温度の溶岩流がどのくらいの時間でどこに到達するかなどの情報が提供でき、最適な避難経路の設定などに活用することができます。

各現象のシミュレーションコードは簡易版と詳細版に分類され、前者

は、精度が粗いものの、緊急時のリアルタイム対応などの評価が可能なものとなっています。一方、後者は計算リソースを多く必要とし、計算時間がかかりますが、高精度で物理現象を正確に再現し、メカニズム解明を目的としたものになっています。

おわりに

様々な火山災害現象に対し、数値シミュレーション実施のためのインプット・アウトプット情報を統一的に取り扱うことが可能な火山ハザード評価システムを開発することで、より定量的な評価を簡便にできるようになります。また、観測データとの連携により、火山活動や推移評価と火山災害評価を一連のものとして行うことを目指し、今後も開発を進めていきます。



図 火山ハザード評価システムの概要

情報ツールで火山災害を軽減させる

降灰被害予測、避難・救助に役立てるために

火山災害に関わる自治体の防災担当者らが、災害発生時に適切な初動対応、及び、防災活動を行うことを支援するため、「火山災害対策のための情報ツール」を開発しています。そこには、防災担当者が活用できるコンテンツや、降灰による都市部の施設やインフラの被害を評価するコンテンツなどが含まれています。

自治体の防災担当者らに役立つコンテンツを開発

次世代火山研究推進事業では、将来の火山噴火に由来するハザードを予測し、それを防災対策に生かすための技術開発を進めています。そのためには、噴火状況をリアルタイムで把握するとともに、そのデータの解析によって噴火の切迫度や推移、さらにはハザード予測の結果を、自治体担当者や火山防災協議会に参加する専門家（防災関係者）の判断に役立つ情報として提供することが必要です。本研究では、防災関係者が参考にできる噴火や防災に関する情報が得られるツ

ルを開発しています。また、本事業で防災科研が整備する火山観測データ一元化共有システム（JVDN）＝本特集の4、5ページ参照＝で閲覧が可能な観測データや解析データを活用し、防災関係者が必要とする火山ハザードやリスク情報、さらには、それを理解するための火山噴火に対するリテラシー向上のための情報も重要です。ここから発信される情報が社会の火山防災対策に活用されることが、本事業全体のアウトプットとしても位置付けられます。

本研究では、対策に関わる地方自治体の防災担当者及び火山防災協議会に参加する火山専門家が火山現象

に関する知識や情報が理解できるような情報ツールとして、以下の3つのコンテンツを用意し、ユーザーである防災関係者と連携して開発しています。

登山者の動向データを可視化

「避難・救助支援コンテンツ」を高度化するために登山者動態データ可視化ツールの開発を進めています。ここでは、富士山、御嶽山、那須岳の3火山において、登山シーズンに多くの登山者に発信機（ビーコン）を持ってもらい登山者の位置の時間変化を把握する、登山者動向把握実験を数回ずつ繰り返して実施してい



火山研究推進センター センター長・研究統括

中田 節也 (写真左)

火山防災研究部門 主任研究員

宮城 洋介 (写真右)

なかだ・せつや

理学博士 専門分野：火山地質学

文部科学省の次世代火山研究推進事業が開始した2016年の10月から火山研究推進センター長に就任。2018年に東京大学退職、防災科学技術研究所入所。

みやぎ・ようすけ

博士（理学） 専門分野：火山防災、測地学

2006年に学位取得後、2007～2011年に宇宙航空研究開発機構（JAXA）で、2012年から現在まで防災科学技術研究所で研究に従事。※途中2017年10月～2018年9月に内閣府防災担当の職務に従事。火山研究推進センターでもプロジェクトを担当。



図1 那須岳で実施した登山者動向把握実験。登山道とレーザー位置（左）と登山者へのピーコン配布の様子（右）



写真1 富士山北麓で実施した火山灰上車両走行実験

ます（図1）。こうして把握された登山者の動向から、登山ルートや山頂の混雑状況など登山者の行動パターンを把握することができます。また、この結果をハザードマップなどの情報と重ねて表示することによって、火山噴火発生時の、危険度ごとの登山者数や移動方向の傾向を把握できるだけでなく、被災者数や場所の推定、捜索・救助・搬送ルートの設定や救護拠点の設置などの検討に活用することができます。さらに、登山者の避難場所として重要な山小屋などの構造物についても強度実験を行っており、屋根に軽石などの砂利を一定の厚さに敷きつめることによって、噴石などの噴火による飛来物に対する強度が高くなることが分かっています。

降灰による被害、影響の把握

火山ハザードのうちで最も広範囲に影響を与えるのは火山灰の降下・堆積（降灰）です。特に、富士山の

噴火によって首都圏に降灰が及んだ際に、どのような被害が想定されるかを事前に把握しておき、備えることが重要です。ここでは、災害発生時に重要拠点となる病院等の重要施設にどのような影響が出るのかを把握するための「降灰被害予測コンテンツ」の開発を進めています。すなわち、人工的に降らせた火山灰によって、建築物やその付帯設備へどのような影響があるかを確認しています。これまで空調設備、エアフィルタ、パソコンを対象とした実験を実施し、どれだけの降灰量で被害が出るかの確認をしてきました。また、山梨県と協力して富士山麓において、火山灰上の車両走行実験を実施し、路上に堆積した火山灰の粒度や厚さ、斜面勾配によって、異なる車種の停止やハンドル操作などへの影響が調べられました（写真1）。

火山災害をイメージし防災を学ぶ

対策に従事する自治体関係者や火

山防災協議会に参加する専門家が、火山災害に関する知見を深め、平時の備えや災害を具体的にイメージすることを支援する「周知啓発教育用コンテンツ」の開発を進めています。ここで作成しているポータルサイトからは、火山災害及び火山防災について手軽に学べる教科書や資料等にアクセスすることができます。本コンテンツの試作版を全国の自治体防災担当者に試しに使用してもらい、その使い勝手や要望を反映させる形でアップデートしてきています。要望に応じて、火山災害の実例や対応例、火山灰上の車両走行実験の動画をコンテンツとして加えています。

さらに、これらの情報コンテンツの開発だけでなく、それを活用した情報発信のあり方について、社会学者やライフライン機関と検討を重ねており、より効果的で誤解を生じない発信を目指しています。

火山研究推進センター 研究統括（主幹研究員）

森田 裕一

もりた・ゆういち

理学博士 専門分野：観測火山学、火山物理学、火山計測学
 1986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
 気象庁、東北大を経て、東京大学地震研究所に勤務。2021年3月同所
 定年退職。2021年4月より現職。文部科学省補助事業「火山機動観測
 実証研究事業」を推進する業務に従事。



火山機動観測で火山研究を推進する

機動観測を通して全国の火山研究者が連携し研究推進する体制を整備

火山災害は、降灰、土石流、噴石、溶岩流等多様であり、噴火の様式や規模により、災害の様相は大きく異なる。噴火の規模や様式、噴火後の推移の見通しは社会的要請が大きく、火山研究へ大きな期待が寄せられている。この課題解決には、全国の研究者が協力して噴火時に緊急の調査・観測を実施し、そのデータを共有して研究推進することが重要である。

火山災害軽減と火山研究

これまでの火山研究により、噴火前に観測される様々な異常現象（前兆現象）と噴火発生の因果関係が明らかになり、それを利用して気象庁は2007年から火山の警報を発令し始め、噴火時に避難を促す仕組みはかなり進歩しました。しかし、火山災害対策はこれだけでは不十分です。火山の活発化や噴火で引き起こされる現象（ハザード）は大変種類が多く、それによって生じる災害・被害は多様です。噴火の規模や様式が異なれば、それに派生する災害の種類や範囲も異なり、避難の範囲や仕方、対処方針、復興計画が異なります。もし、

事前に噴火の規模や様式、噴火後の推移がわかれば計画的な防災対策が取れます。しかし、現在の火山学ではこれから起こる噴火の規模や噴火の様式、噴火後の推移を決める自然界の仕組みについて理解が及んでおらず、まだまだ火山活動を観測して、火山噴火を理解することが必要です。

定常観測と機動観測

火山の観測研究は防災科研だけでなく、全国の大学や研究機関で実施されています。火山学では、活動的な火山において活発時や噴火時だけでなく噴火前の地下のマグマの蓄積、マグマの移動・上昇運動、マグマに溶融していた火山ガスの量や放出の

様子、地表近くの地中温度などの情報を長期に知ることが重要です。マグマの蓄積は傾斜計やGNSS受信機で地表の変形から、マグマの移動は地震計による振動観測から、マグマの溜まりの深度やそこからの上昇速度は火山灰等の噴出物の分析から推定するなど、色々な調査・観測から時々刻々変化する地下の状態を知ることが、火山噴火の仕組みを知る大きな手掛かりとなります。長期に精度よくこれらの情報を得るには、事前に観測点を設置して火山活動の推移を長年にわたりモニタする必要があります。これらを「定常観測点」と言い、防災科研では全国の16火山に定常観測点を設置しています。

定常観測点は良質のデータを長期に安定して取得することを目指し、場所によっては地震計や傾斜計を深い井戸の孔底に設置してノイズを小さくするなどの工夫がされています。そのため、設置や維持にかかる費用は高額になり、1つの火山にそれほど多くの定常観測点を設置することはできません。一方、火山噴火は、火山の直下深さ5~10kmにあるマグマ溜まりから、地表の直径数100m程度の火口からマグマが粉碎されて空中に飛び散ることや流出する現象ですから、火山体全体を覆うように、また現象が集中して起こる火口付近では稠密な観測点が必要です。そのようなことから、火山噴火を理解するには、噴火時には十分な数とは言えない定常観測点に加えて、臨時に各種の観測装置を適切な場所に増設する必要があります。そのような観

測を「機動観測」と呼んでいます。

火山機動観測実証研究事業の目的と実施状況

火山噴火発生時にはその火山を研究している研究者、多くの場合は火山のそばの大学・研究機関の研究者は大変忙しくなります。日頃の研究成果や定常観測点のデータを解析して、地元住民等に説明するなど社会的な対応も増大します。それに加え、噴火の機会を捉えて、これまで解明されていない研究課題を解決するため一層高度な調査や観測が必要となり、観測研究計画の立案、それに必要な機材の準備や全国の研究者に応援を求めることなどの仕事がかかります。

国立大学や国立研究所が法人化されて以降、研究者やそれを支援する職員が漸減しているため、研究者や

その所属機関だけですべてに対応することが極めて困難になっています。本事業ではそのような場合、地元の大学・研究機関と協力して、全国の研究者の協力も得つつ、機動観測等の緊急調査・観測を実施し、噴火時においても火山研究を長期に持続可能な推進体制を構築することを目的としています(図)。

2021年度から始まったこの事業では、調査・観測で利用する機材を整備して全国の研究者で効率的に共有する仕組み(機材管理システム)を構築すると共に、クロスアポイントメント制度を用いて全国の大学の研究者に防災科研の職員として本事業に協力して頂き、機動観測の実施を通して日本全体の火山研究を推進する体制を構築することを目指しています。

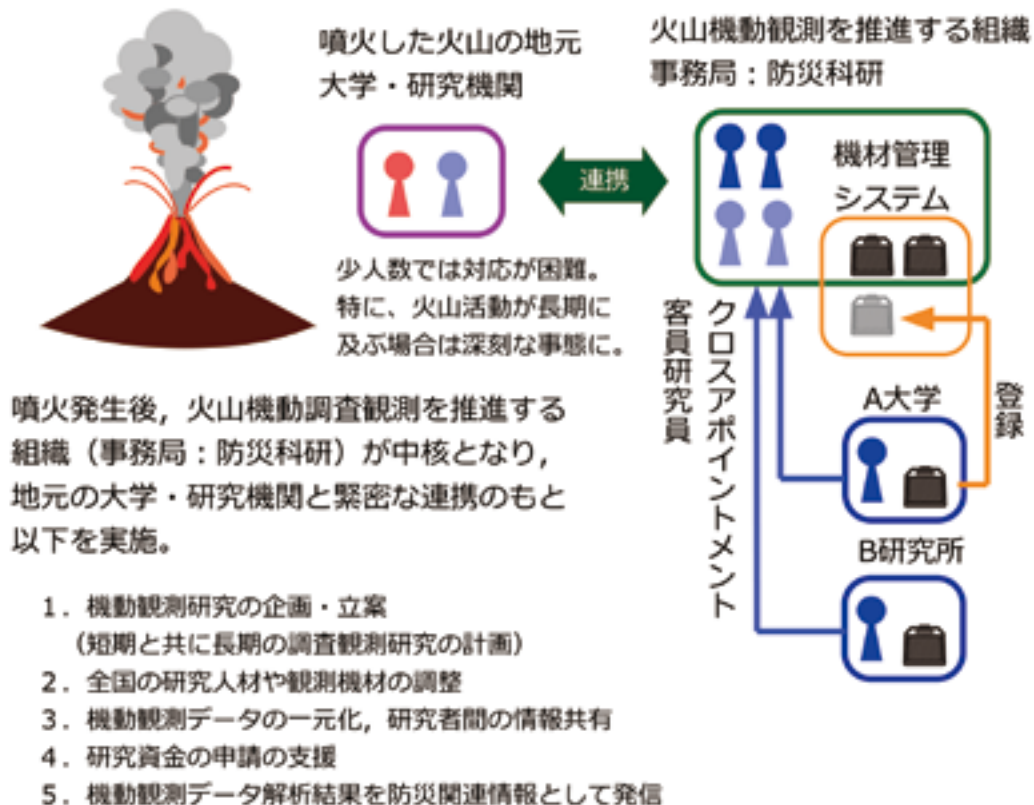


図 火山機動観測実証研究事業の概念図

オルソ画像をめぐる 4つの日本初

はじめに

ひとくちに防災といっても、平時の予防から、災害発生直後の初期対応、復旧、復興までの4つの大きなフェーズがあります。中でも、情報が少ない中で人命救助を行う初期対応フェーズでは、いまだ人海戦術に頼る面が大きいため、活動の迅速化と安全の確保に向けて、最新の科学技術の投入が期待されています。このため、防災科研では、ドローンを使った災害現場の状況把握技術の研究を行っています。

近年、大雨や台風による災害の規模が大きくなり、それに伴う大規模な土砂災害も増えてきました。今回は、そうした土砂災害現場などの搜索活動の安全を高め、効率化する技術として注目される「オルソ画像」を紹介します。

4つの日本初

オルソ画像とは、ドローンや航空機で撮影した写真を分析して作成する「写真真地図」です。災害直後にドローンで撮影できれば、災害の状況を地図として把握することができます。この災害直後のオルソ画像の作成について、防災科研はこれまで、4つの「日本初」に関わってきました。

その1 搜索支援地図

1つ目は2014年8月の広島豪雨での災害対応です。私たち防災科研が災害直後にドローンを飛行させ、オルソ画像を作成しました。これに「搜索支援地図」と名付けて提供し、搜索の現場でフルに活用されました。この頃は、まだ専門家（防災科研）が現場で作業を行う必要がありました。この事例は、ドローン撮影によるオルソ画像が災害直後に作成・活用された、国内初の事例と考えています。

その2 地産地防プロジェクト

2つ目は2019年、広島県じんせきこうげんちょうの神石高原町での地産地防プロジェクトです。町の住民であるドローン運航者「担い手」さん5名が、専門家の力を借りずに自力・単独でオルソ画

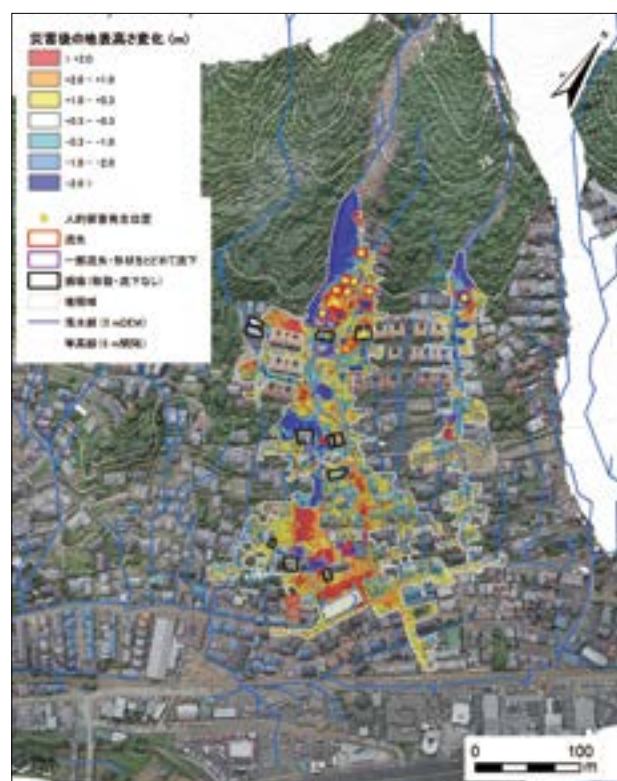


マルチハザードリスク評価研究部門 特別研究員

内山 庄一郎

うちやま・しょういちろう

博士（環境学） 専門分野：地理学、地球人間圏科学
2003年より現職。ドローン等による災害状況把握技術の開発と社会実装に従事。地すべり地形分布図の作成（2014年完了）、災害事例データベース（2012年～）、防災科研クライシスレスポンス（NIED-CRS、2012年～）の初期設計と構築を行った。著書「必携ドローン活用ガイドー安全かつ効果的な活用を目指してー」、連載「読むだけで上手くなる！目指せ！ドローンの匠！！」など。



搜索支援地図の一部

2014年8月の広島豪雨の直後に撮影したドローン写真からオルソ画像を作成し、住宅の位置を重ねて図示した。この図では、そこからさらに災害前の空中写真（日本地図センターから購入）との比較によって、土石流で溜まった土砂の厚さや、流失した家屋の位置を分析して示している。



神石高原町に在住の町民によるドローン運航の「担い手」によるオルソ画像作成の訓練の様子

像を作成し、災害現場からオルソ画像をアップロードして、現場から役場へ被害情報を共有する訓練を成功させました。

その3 陸上自衛隊第5旅団

3つ目は2021年11月、北海道の東部を守る陸上自衛隊第5旅団です。大規模な災害対処訓練の中で、陸上自衛隊が自力・単独でオルソ画像を作成し、帯広市にある旅団司令部に各地の被害情報を集約する訓練を行いました。

その4 神戸市消防局

4つ目は2021年12月、神戸市消防局です。2日間にわたる緊急消防援助隊近畿ブロックの訓練の中で、兵庫県隊として土砂災害のオルソ画像を消防局が自力・単独で作成しました。

ポイントは人材育成

1つ目の成果から7年、災害対応機関などによる自力・単独でのオルソ画像の作成事例が増えてきました。災害は全国どこでも起こるので、専門家の手を介さずに作成できることが重要です。これを支えたのが、防災科研が開発した災害対応のためのドローン教育プログラム「GEORIS education (ジオリス エデュケーション)」です。

オルソ画像は、10年ほど前には測量分野の専門技術でした。ドローンとソフトウェアの発展に後押しされたとしても、その活用には、専門スキルを持った人材が必要です。どんな場所でも安全かつ迅速に撮影飛行ができるドローン運航チーム、オルソ画像から被害状況を読み取って現場活動の意思決定に活かすことのできる指揮者、それぞれのタイプの人材が求められます。ドローンの機材を導入するだけでは、うまく活用することは難しいでしょう。

課題はデータ共有

オルソ画像の活用には、技術的な課題もあります。実は、オルソ画像には共有する手段が別に必要なのです。オルソ画像は数百メガバイトを超える巨大なデータなので、閲覧するのも一苦勞ですが、それ以上に共有・配布することが困難です。現在、GEORIS構想の一環

として、オルソ画像を含めた災害情報を現場に行き渡らせることができるツール（Web-GIS）を開発しています（※）。

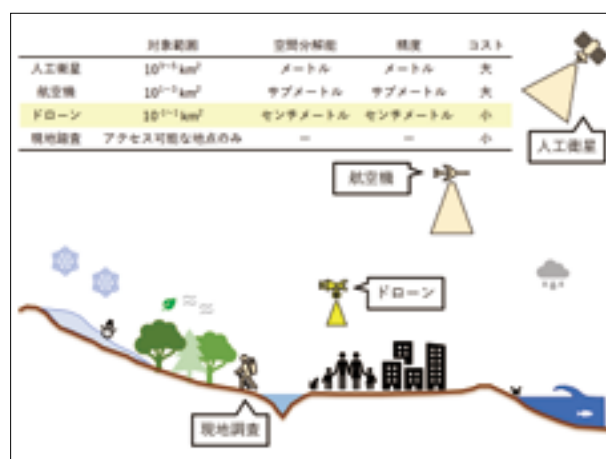
現場で使える技術を目指して

オルソ画像の活用に向けた人材育成とツールの開発は順調に進んでおり、人材育成プログラムは、今年度中に提供できる予定です。課題とニーズは現場にあります。これまで10年間、災害直後の人命救助の現場において消防機関などとともに培ってきた知見を集約し、現場で本当に使えるツールを作り出し、社会に定着させていきたいと思っています。

※令和4年度消防防災科学技術推進制度を活用



神戸市消防局のドローン訓練の様子



さまざまな災害状況把握手法

高高度から地表まで、様々な状況把握手法が存在する。高高度からは広い範囲が見えるが、細かい部分がよく見えない（例：人工衛星）。災害時には現地を直接見るのが難しい場合もあり、また、そもそもどこで何が発生したか分からない初期段階では、災害の全体像把握が難しい（現地調査）。近年登場したドローンは、これらの手法の中でも非常に低コストで、人間が行けない場所も安全に見ることができ、さらにオルソ画像を作成するための写真も撮影できる。

研究を知る × 人を知る

NIED Interview

防災科研で働く研究者をご紹介します。
研究のことから趣味にいたるまでお聞きしました。



— 防災科研を選んだきっかけは？

日本とアメリカの両国出身で、カリフォルニア大学サンタバーバラ校で地震学を学びました。学生の時、防災科研のデータを使って研究していたので、日本の研究所で挑戦したいと思い、公募に応募しました。アメリカの大学では、指導教官だけでなく、論文審査会（Thesis committee）の先生たちも防災科研を勧めてくれたのも大きかったです。

防災科研はアメリカの地震学研究から見ると、結構すごい研究所なんです。アメリカ地質調査所（USGS：United States Geological Survey）ぐらい良く知られていますし、データが使いやすいし、質が良いと言われています。アメリカでもカルフォルニアは地震が多いので、研究も盛んです。

専門家や関係者以外での地震学（Seismology）という学問の捉え方は、一般的に日米で少し違う印象です。日本では地震学は主に地震（断層運動に

より地面が揺れる現象）を専門とする学問と捉えられていますが、アメリカでのSeismologyは断層運動に限らず地面が揺れる現象全般をターゲットにしている分野だと捉えられている印象です。例えば、地球自由振動といって地球全体が揺れることも比較的活発に研究が行われています。海洋波浪などが深く関わっていると言われていますがまだ分かっていないこともあります。防災科研では日本で一般的な意味での「地震学」の研究活動が活発で、またコミュニティに対して研究を推進している機関です。アメリカでの環境とは違った事に挑戦してみたいと思いました。

— 防災科研で研究していることを教えてください。

私の専門は、地球物理学です。防災科研では微小地震の震源の位置を正確に特定するという研究をしています。地震学では、この震源の位置を特定す

ることがすべての研究の始まりと言えます。本当に地道で、基本的なことですが、非常に重要なことなんです。巨大地震はたまにしかおきませんし、その断層ではじめて記録された地震が巨大地震だったという場合もあります。でも、微小地震（小規模な破壊）が起きているという事は、少なくとも破壊できる物質や状態である事。巨大地震も起こる可能性はある。だから、微小地震の研究を進めることで、巨大地震に備えることができるんです。

— 今後どんな研究をしたいですか？

地震が発生する断層下端の物質や圧力などの状態がどうなっているのが興味があります。残念ながら、現代の技術ではそこまでの深さを掘ることができないので、他分野も含め様々な知見や観測データから間接的に求めたものです。実際に現状が見られたら面白いんですけど、手に届きそうで届かないからこそ、虜になるテーマだと思います。



エリザベス
さんって
こんな人

地震津波火山ネットワークセンター 特別研究員

ヤノ トモコ エリザベス

アメリカで仕事をしながら最終的に Doctor of Philosophy in Geological Science 博士課程修了。専門は地球物理学・地震学。2013年4月より現職。

趣味はサルサダンス。他にもスキーなどアウトドア派の一面も。最近では子ども達とこっそりサルサダンスをしています。

2021年度日本気象協会岡田賞を受賞

国家レジリエンス研究推進センターの清水慎吾研究統括が、2021年度日本気象協会岡田賞を受賞しました。岡田賞は、明治から大正、昭和にかけて気象事業と地球物理学の発展に尽力し、気象庁の前身である中央気象台の第4代台長を務めた岡田武松氏の功績を記念し、その分野で多大な功績を残した優秀な研究者に対して、一般財団法人 日本気象協会が毎年、受賞者の選考と授与を行っています。今回の受賞は、線状降水帯の観測・予測技術を向上させ大雨災害軽減への取り組みに貢献した点が評価されたものです。

受賞コメント

歴史と栄誉ある賞を頂き、大変光栄に存じます。大雨災害への対応は、予測精度の向上はもちろん、不確実性をどのように発信していくのか、避難行動に繋がる情報とはなにか等を考える必要があります、課題は山積みです。線状降水帯による大規模水害は、気候変動に伴い、今後ますます増加すると予想される中で、単なる観測・予測精度の向上に留まらず、効果的な防災・減災に「役立つ」研究を、今後も積極的に推進していきたいと思えます。



表彰式の様子

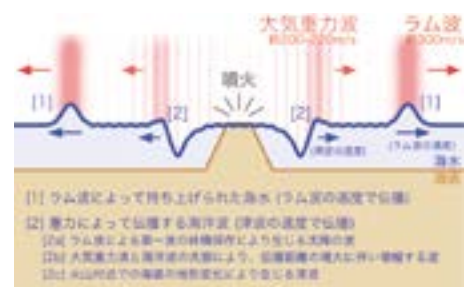
「Science」オンラインに論文掲載

地震津波火山ネットワークセンターの久保田達矢特別研究員、地震津波防災研究部門の齊藤竜彦主任研究員らのチームの論文が5月12日（米国東部時間）、米国の科学誌「Science」にFirst Release論文としてオンライン公開されました。2022年1月のトンガ諸島の火山噴火に伴う地球規模の津波の発生と伝播メカニズムを解明したものです。噴火で生じた「ラム波」と呼ばれる大気の波による津波をシミュレーションし、観測データを再現することで、ラム波が通常の津波より速く（約300m/s）、強制的に太平洋全体に津波を伝播させたことを実証しました。また、一般的な津波の速度（約200～220m/s）で伝わった津波波形には「大気重力波」の共振現象により生じた波の影響があることもわかりました。

今回の現象では、火山による津波が地震による津波と異なり、大気圧などの影響を受けることがわかりました。今後は、この特殊なメカニズムで生じる津波の研究を進めていく必要があります。

論文タイトルおよび著者名

Tatsuya Kubota, Tatsuhiko Saito, Kiwamu Nishida (2022). Global fast-traveling tsunamis driven by atmospheric Lamb waves on the 2022 Tonga eruption, Science. DOI: 10.1126/science.abo4364



噴火に伴う大気の波の伝播、および津波の発生・伝播メカニズムの模式図

東北大学との連携協定を締結

防災科研と東北大学は、2022年3月、連携及び協力の推進に関する基本協定を締結しました。防災に係る開かれた研究及び教育の拠点構築を通じて、国難級災害を乗り越えるレジリエントな社会の実現に資する知の創出と多様な価値創造を図ることを目的としています。今後、両機関の強みを生かして「総合知」を創出・活用する「国際的学際研究拠点」の形成に向け、複雑化する災害に対して的確な予測、被害の最小化、復旧の早期化、より良い復興を目指した「レジリエンス」を向上させる研究や、社会実装とこれを担う人材育成を進めていきます。

5月11日には、東北大学に新たに設立された「災害レジリエンス共創センター」のキックオフシンポジウムがオンラインで開催され、防災科研からは、基調講演に林春男理事長、パネルディスカッションに防災情報研究部門の田口仁副部門長、地震津波火山ネットワークセンターの久保久彦主任研究員が登壇しました。林理事長は「災害レジリエンスをどうとらえるか」をテーマに講演し、同センターが重視する災害レジリエンス、デジタルツインという概念を防災科研も大切にしており、同センターを通して東北大学と連携し、基本協定をより実りのあるものにした、と語りました。



林理事長（左）と大野英男東北大総長



キックオフシンポジウムの様子

自治体総合フェアに出展

5月18日から20日に東京ビッグサイトで開催された「自治体総合フェア2022」にブース出展しました。陸海統合地震津波火山観測網「MOWLAS」の概要、基盤的防災情報流通ネットワーク（SIP4D）など災害対応を支える情報共有や支援の取り組み、尼崎鉄工団地と協力した津波避難計画づくりの研究、防災科研の発信する情報プロダクツなどについて紹介しました。自治体関係者や企業の防災担当者など、3日間で約200人がブースを訪れました。



ガールスカウトの小中高生に講演

防災科研では、ガールスカウト日本連盟、ベルマーク教育助成財団と協定を結び、主に児童生徒や保護者・指導者向けの出張授業などを実施しています。3月12日にはガールスカウト日本連盟との共催で小学生対象のオンラインイベントを開催し、Dr.ナダレンジャーの防災科学実験と、鈴木比奈子特別技術員（マルチハザードリスク評価研究部門）による「災害を知り、備えるために。女の子に知ってほしいこと」と題した講演を実施しました。また、同連盟主催の「国際女性デー」を記念したオンライン講演会（3月5日開催）には災害過程研究部門の松川杏寧特別研究員が登壇し、中高生やガールスカウト指導者らに「防災とジェンダー」について話しました。



Dr.ナダレンジャーのオンラインイベントの様子

「第1回 災害レジリエンス共創研究会セミナー」開催

防災科研は新たに「災害レジリエンス共創研究会」を立ち上げました。2021年度まで実施した「気象災害軽減コンソーシアム」と「データ活用協議会」を発展させた研究会で、企業や自治体などの事業継続マネジメント（BCM）能力の向上や新たな防災ビジネスの創出を目指し、さまざまなステークホルダーと協働していきます。5月31日には、「防災科研 × 『I-レジリエンス』何ができるか」と題し、第1回のセミナーを開催しました。下村健一氏がモデレーターを務め、林理事長、防災科研の出資法人であるI-レジリエンス株式会社小林誠社長から防災科研が持つ情報プロダクツの企業や自治体の課題解決への利活用等について説明があり、参加者との意見交換が行われました。今年度のセミナーは更に3回、予定されています。



林理事長（左）と小林社長（右）

インド工科大学ハイデラバード校との日印ワークショップ報告

地震減災実験研究部門とインド工科大学ハイデラバード校（IITH）は2019年8月に地震工学分野の数値シミュレーションに関する学術交流の覚書を交わしました。活動を推進するため、2国間交流事業に応募し、鉄筋コンクリート（RC）構造物の先端的シミュレーションに関する研究課題でインドとの共同研究が採択され、2021年度から2年間で活動を進めています。この活動の一環として、2022年5月12・13日で日印ワークショップを開催しました。1日目は、梶原部門長が開会挨拶を行い、インド側から、コンクリートの材料構成則から地震に対する構造物の脆弱性やリスク評価に関する研究まで、興味深い研究発表がありました。2日目は、日本側から、田端副部門長がE-ディフェンスを活用した研究開発のこれまでの成果と今後の展望について、山下主任研究員が地震減災で開発している数値震動台の概要について発表しました。数値震動台とそれに関連する研究の話題として、藤原主幹研究員、堀内主幹研究員、小嶋特別技術員がRC構造物の詳細解析、都市レベルのシミュレーション適用技術、地震リスク評価の研究について発表しました。2日間とも活発な質疑応答があり、日印の研究に対する相互理解が進み、今後の共同研究の進展や新たな共同研究の課題の創出が期待できる機会となりました。



IITH側の参加者の集合写真（日本側はweb参加）

「しなやかな社会」に向けたワークショップが書籍に

防災科研は、日本電信電話株式会社（NTT）と共に、2021年3月から10月にかけて5回のワークショップを開催し、南海トラフ地震・首都直下地震等の国難級災害を乗り越える「しなやかな社会」のあり方と、それを実現するための方策について検討を行いました。ワークショップでは、レジリエンスの定義を見直し新たな概念を提示するとともに、「しなやかな社会」を実現するため「防災科学技術×IOWN（Innovative Optical and Wireless Network）」に求められる技術像と具体的な対応策について提案しました。

このワークショップの議論の結果は、書籍「しなやかな社会の実現～きたるべき国難の先に～」として取りまとめられ、書店で販売されています。



Dr.ナダレンジャーの防災科学教室 ~SDGsで25mmの対流圏

Dr.ナダレンジャー考案、SDGsを意識した空気の対流実験タイリュウジャーをこの防災科研ニュースで初公開。

- 1.生ごみになる前の野菜や果物*の皮を長方形にカット。
- 2.その皮をお湯の入った容器の上に乗せ、透明プラスチック容器**で覆う。
- 3.このプラスチック容器の上に保冷剤を載せればSDGsタイリュウジャー***の完成。

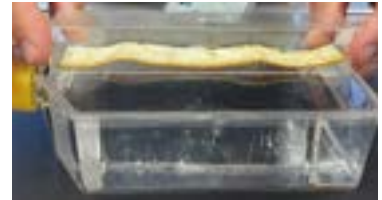
数分で写真のような1列に並んだ積乱雲もどきが出現。この積乱雲もどきはプラスチック容器の内壁に結露した水滴。ここで、容器内の空気は上昇。野菜の皮の水分を水蒸気の供給源とする高さ25mmの小さな対流圏で。さらに、皮を取り除いて、保冷剤を下にし、お湯入り容器を上にとすると、積乱雲もどきは雲散霧消、小さな対流圏に変身。

*例えば、スイカ、バナナ、ミカン、リンゴ、ニンジン、サツマイモなど
(使用済みの美顔用保湿ケアシートマスクでも可)。

**廃棄前の使用済みスライドケース(25×25×155mm)のふたが最適。

***一般的な「タイリュウジャー」の動画は右記QRより視聴できます。

<https://www.youtube.com/watch?v=Jsp11241-Lg>



「健康経営」に取り組んでいます

防災科研では、所員が健康でのびのびと研究や業務ができる環境を整えることが大切という考えから、「健康経営」に取り組み、2021年9月には「いばらき健康経営推進事業所」に認定されました。今後は経済産業省の健康経営優良法人の認定も目指しています。

各課室や研究部門・センターに「健康づくりリーダー」が置かれ、リーダー定例会では運動の機会を増やすアイデアなどを話し合っています。5月には産業医によるコミュニケーション研修や、「発達障害」をテーマにメンタルヘルス研修が実施され、コミュニケーションを円滑にする方法を学びました。茨城県公式の健康づくりアプリを利用した健康増進も推奨しています。



産業医によるコミュニケーション研修の様子

防災科研の健康パーソン

宮島亜希子さん(イノベーション共創本部特別技術員)は防災科研随一のマラソンランナー。4月以降だけでも、フルマラソンより長いウルトラマラソンやトレイルランニングの大会で優勝1回、3位が2回という成績を挙げています。走り始めたのは社会人になってからですが、総走行距離は地球1周分を超えています。可能な限り毎朝1時間ほど走っており、走った日のほうが体調が良いと言います。職場内外に、走る仲間が増えていることも、心身の健康にプラスに働いているそうです。



軽井沢トレイルランニングレースの様子

防災科研ニュース

2022 No.217

2022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.029-863-7788 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/>)

ISSN 2758-1195



植物油インキを使用しています