

雪氷特集

- 2 雪氷災害の変遷と防災科研の取り組み
- 4 長岡サテライトでの雪氷防災研究センターの活動
- 6 雪氷防災実験棟の20年間の運用実績と今後の展望
- 8 吹雪発生予測システムの実証実験
- 10 着雪氷予測システムの実証実験
- 12 レーダーからの雪の降水強度推定
- 14 長岡における降雪粒子観測
- 16 上越サイトにおける固形降水国際比較観測
- 18 積雪変質モデルによる雪崩発生予測
- 20 雪氷の非破壊計測手法について
- 22 ネパール・ゴルカ地震となだれ
- 24 低気圧による降雪が原因の那須岳表層雪崩

行事開催報告

- 26 世界防災フォーラム・防災推進国民大会2017
- 27 シンポジウム 地震津波火山災害に強い社会を目指して
- 28 文部科学省 エントランス展示を実施

受賞報告

- 28 平成29年度東北雪氷賞(学術賞)を受賞しました

特集

雪氷特集

雪氷災害の変遷と防災科研の取り組み 気象災害軽減イノベーションハブとの連携も始まる



雪氷防災研究部門 部門長 (兼) 気象災害軽減イノベーションセンター副センター長 上石 勲

はじめに

昭和38(1963)年、記録に残る雪害で最も犠牲者が多く社会的影響が大きかった災害が発生しました。その次の年の昭和39(1964)年に豪雪の惨状を繰り返さないため、雪害実験研究所(後に雪氷防災研究センター)が新潟県長岡市に、その5年後に山形県新庄市に支所が開設されました。

雪の降り方と雪氷災害の変化

長岡と新庄で測定した年最大積雪深を並べたのが図1です。昭和40年代前半、50年代後半などでは比較的大雪が続き、その後平成になってからは雪が少ない時期が続きました。しかし、最近では、大雪の年も多くなっています。

図2は防災科研において新聞の記事から収集した雪氷災害の件数と死者数の過去17年分のデータです。雪氷災害では毎年100名前後の方が犠牲になっていることがわかります。その要因も変化しており、新潟県では昭和36(1961)年には雪崩事故がもっとも多く、昭和59(1984)年には除雪中の事故も増加し、最近の大雪では、

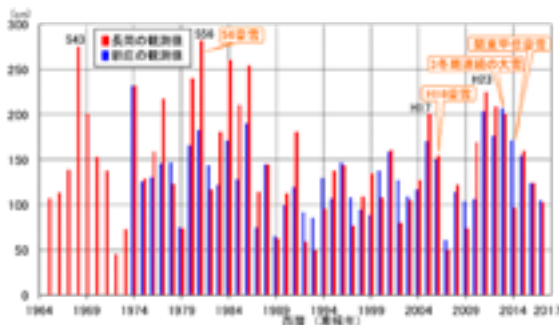


図1 雪氷防災研究センター(長岡、新庄)における年最大積雪深

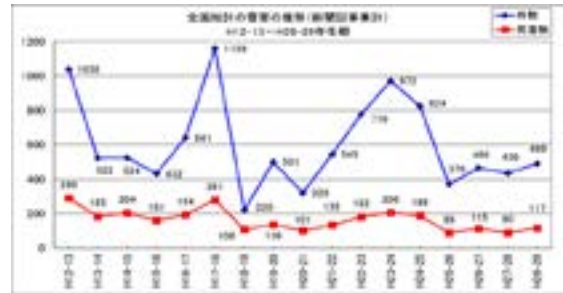


図2 過去17年の雪氷災害件数・死者数 (防災科研調べ、新聞による)

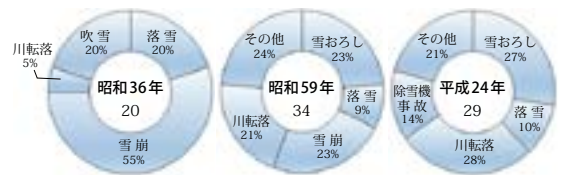


図3 雪氷災害による要因別死者数(新潟県)
(昭和36年：日本の雪害史
昭和59年、平成24年：新潟県の雪対策)

その傾向がさらに強くなっています(図3)。

平成26(2014)年2月には南岸低気圧によって関東甲信を中心に大雪となって、6,000億円もの損害を出すなど、都市部も含めた大災害となりました(図4)。また、平成25(2013)年の北海道道東の吹雪災害、平成29(2017)年の山陰の大雪など、時期的、場所的に集中して降ることも最近多くなっています。



図4 平成26年2月大雪による障害
左：甲府市街地交通渋滞 右：雪崩発生状況

気象災害軽減イノベーションハブの構成と構築

雪氷防災研究センターが50周年を迎えた翌年、ニーズを起点とした新しい研究開発マネジメントを行う産学官連携拠点モデルである、イノベーションハブ構築支援事業が開始されました。防災科研では「攻め」の防災に向けた気象災害の能動的軽減を実現するイノベーションハブの構築を目指し、平成28(2016)年度から本格的に活動を開始しています。

この事業は、企業や自治体において役立つシステム化技術、防災科研がこれまで蓄積してきた基礎的研究、その2つを結びつける実現化技術の3層が連携することを大前提としています(図5)。システム化技術としては、高速道路やJRなどの交通インフラ関連企業や地域など、実現化技術としては、今流行のIoTや新しいセンサー技術などの専門のメーカー、大学研究者にも加わっていただいています。これらのメンバーには、平成28(2016)年10月に立ち上げたコンソーシアムへの参画、気象災害軽減イノベーションハブ(以下、ハブ)が主催するセミナーへの参加などをきっかけとして、関係を深めてきた方も多くいらっしゃいます。

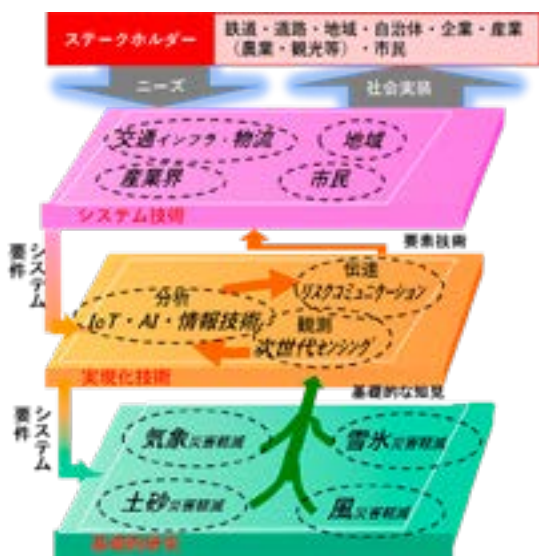


図5 ハブの3層構造

ハブの雪氷災害軽減の取り組み

ハブのプロジェクトには、雪氷災害に関するものも多くあり、そのひとつとして山梨の取り組みが挙げられます。ハブの活動でセブン-イレブン様の防災担当の方と知り合いになるきっかけがあり、平成26(2014)年2月の南岸低気圧による大雪ではサプライチェーンが崩壊して影響が非常に大きかった、なにか、対策ができないかというご相談がありました。関東甲信地方には積雪を測る機器も少ないため、センサーメーカーと共同で安価な積雪センサーを開発し、セブン-イレブン様の屋根をお借りして昨年は山梨県の2箇所に設置させていただきました。さらに現在は、山梨大学の交通や防災の研究者、道路管理者、物流関係者、携帯キャリアなど異分野の専門家が集まって、IoTを活用するなど、サプライチェーン確保に役立つシステムをどのように開発するかを検討しているところです(図6)。

おわりに

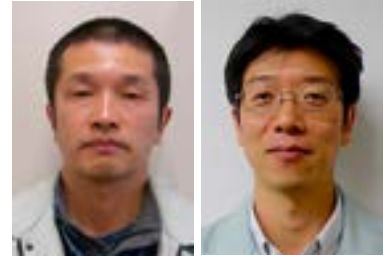
平成29(2017)年3月には、栃木県那須町で8人の高校生らが亡くなる雪崩事故がありました。このような悲惨な災害を無くし、また、雪による経済損出を減らせるよう、雪氷研究とイノベーションハブを連動させてさらに研究を進めていく所存です。



図6 大雪災害対応サプライチェーンマネジメントシステム

長岡サテライトでの雪氷防災研究センターの活動

雪氷防災研究部門 主任研究員 山口 悟
主任研究員 本吉 弘岐



はじめに

雪氷防災研究部門では、「『攻め』の防災に向けた気象災害の能動的軽減を実現するイノベーションハブ」事業の一環として、「気象災害軽減イノベーションセンター長岡サテライト」(以下、長岡サテライト)を運営しています。長岡サテライトでは、研究者と実務者が一緒になって活動することで、理学と実学の融和を進め防災分野(特に雪氷防災)でイノベーションを創出することを目指して活動しています。長岡サテライトには、雪氷防災研究部門のメンバーだけでなく、大学やNPO法人、民間企業を含めさまざまな立場の組織(8団体)が参加いただいています。具体的な活動は、雪氷災害や水害についてのテーマごとにワーキンググループ(以下、WG)を構成して進めています。今回はその中から幾つかの取り組みを紹介します。

降雪WG

どこにどれだけ雪が降っているかを知ること、雪氷防災における最も基本的な情報です。しかし、実際には、雪を測定している観測点はまばらであるために、なかなか詳細な降雪分布を知ることはできません。そこで、消雪パイプシステムの制御に用いられている降雪センサー(図1)に着目しました。消雪パイプシステムというのは、道路に散水用のパイプを埋め込み、地下水を汲み上げて散水することにより雪



図1 消雪パイプ制御用の降雪センサーの例(写真右上の装置)

を融かすシステムのことで、雪国のうちでも温暖な地域で広く利用されています。これまで、降雪センサーは降雪の有無を感知して消雪パイプの稼働を制御するためのスイッチとしてしか用いられてきませんでした。このせっきくの降雪情報を活かすため、地域にある複数の降雪センサーの情報を最新のIoT技術を用いて集約することで、詳細な降雪分布の情報をリアルタイムに得ようという試みを実施しています。この技術を展開するにあたり、自治体(新潟県、長岡市)の協力を得るだけでなく、降雪センサーを製作している長岡の民間企業や長岡アイティ事業協同組合のメンバーと共同で進めています。この技術を用いることで、気象レーダーによる降雪分布の精度向上や冬期道路管理の最適化などへの展開が期待されます。



図2 今年9月に行った「AI・IoTを活用した冬季交通網管理の効率化ワークショップ」の様子

道路WG

雪国の冬期の道路管理には、路面状態や降積雪状況に応じた対応が求められます。雪氷防災研究部門では、以前より道路雪氷状態を予測するモデルの開発を行ってきました。そこで、この技術の社会実装の第一歩として、長岡市にある民間気象会社と協力して、今冬から道路雪氷状況の予測情報を道路管理機関へ試験的に配信し始める予定です。また、国、県、市、民間（高速道路）などの道路管理の担当者による冬季道路管理に関する勉強会（図2）や、一般向けのワークショップを開催することで、各行政機関間の横のつながりの構築を目指すとともに、現場サイドのニーズやシーズの把握に努めています。

屋根雪WG

雪国では、毎年、屋根雪による建物の倒壊や損壊が深刻な問題となっています。屋根雪荷重による建物の損壊を防ぐとともに、危険を伴う重労働である雪下ろしの回数を少なく抑えるためには、適切なタイミングで雪下ろしを実施することが必要になります。そこで、屋根雪荷重により建物が受ける負荷を、安価なセンサーを用いて客観的に見える化する方法を検討しています。また、冬期には実際の試験屋根を用



図3 屋根雪荷重による試験屋根の垂木のたわみを計測する実験の様子（2017年1月）

いた実験（図3）も実施しています。具体的には、屋根を支える垂木（たるき）のたわみや歪みを、変位計や歪みゲージなどのセンサーを用いて検出し、IoT技術を活用したリアルタイム・データ閲覧システムで実証実験を行っています。建築の専門家である民間の建築事務所やIoT技術をもつ企業と共に取り組みを進めています。また、今年度から、同じように屋根雪の問題に取り組んでいる大学との共同研究も始まりました。このような技術は、社会問題化している空き家の管理、倉庫・車庫などの非住家、耐雪荷重が明確でないカーポートや農業ハウスなどへの応用も期待されます。

さいごに

雪氷防災研究部門では、「気象災害軽減イノベーションセンター」と密接に連携しながら、本稿では紹介しきれなかった水害WGなどを含む長岡サテライトの活動や、年数回にわたるワークショップや全体の報告会などを通して、ニーズの把握や新たな連携先との出会いを大切にして、今後も災害軽減につながる研究活動を進めていきます。

雪氷防災実験棟の20年間の運用実績と今後の展望

雪氷防災研究部門 雪氷環境実験室 室長 小杉 健二
特別技術員 富樫 数馬



はじめに

積雪地域の様々な環境を室内で再現し、雪崩や吹雪などの雪氷災害の発生機構や対策技術を研究するための大型実験施設「雪氷防災実験棟」は、雪氷防災研究センター新庄雪氷環境実験所に平成9年3月に建設以来20年間にわたり運用を続けてきました。雪氷防災実験棟では当研究所の研究開発を行う他に、大学等との共同研究により共用実験施設としての役割も果たしてきました。本稿では雪氷防災実験棟の特徴をまとめるとともに、運用実績をご紹介します。

雪氷防災実験棟の特徴と活用例

雪氷防災実験棟には -30°C まで温度を下げることのできる大型の低温室に、表1に示す各種

の実験装置が備えられています。これらの内、降雪装置Aは $5\text{m} \times 3\text{m}$ の範囲に人工雪を1時間に 3cm 積もらすことができ、天然のものと同様の樹枝状結晶を降らすものとして世界最大で、この実験施設の最大の特徴です。この装置を用いることにより、雪崩や吹雪などの現象を従来に比べより実際に近い状態で再現できるようになりました。実験テーブルは傾斜させることができ、その上に降雪装置を用いて積雪を形成して斜面積雪の性質の変化や雪崩の発生条件に関する実験を行うことが可能です。日射装置を用いては、光の強さと融雪量の関係を探ることなどができます。風洞や横風発生装置を用いると、吹雪や着雪に関する実験を行うことが可能です。

平成26年2月に南岸低気圧が関東甲信地方に大雪をもたらし、大型の体育館をはじめ多数の建築物が損壊等の被害を受けました。屋根に

表1 雪氷防災実験棟の主な装置

装置	性能
降雪装置A	降雪強度： $0 \sim 1\text{mm}/\text{時}$ （水換算） 樹枝状結晶（径 $0.5 \sim 5\text{mm}$ ）
降雪装置B	降雪強度： $0 \sim 5\text{mm}/\text{時}$ （水換算） 氷球（径約 0.025mm ）
降雨装置	降雨強度： $0 \sim 6\text{mm}/\text{時}$
日射装置	日射強度： $0 \sim 1000\text{W}/\text{m}^2$
実験テーブル	寸法： $3\text{m} \times 5\text{m}$ 、傾斜角： $0 \sim 45^{\circ}$
風洞装置	寸法： $1\text{m} \times 1\text{m} \times 14\text{m}$ （測定領域） 風速： $0 \sim 20\text{m}/\text{s}$
横風発生装置	風速： $0 \sim 10\text{m}/\text{s}$



写真1 雪の積もった屋根に雨が降った場合の荷重増加に関する実験

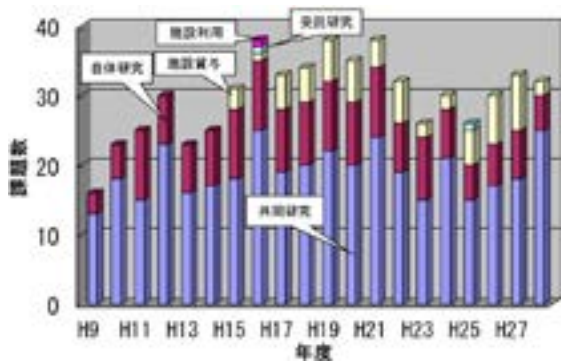


図1 雪氷防災実験棟における研究課題数の推移

雪が降り積もった後に雨が降って雪に浸み込み、想定を超える荷重がかかったことが原因でした。このような状況下で発生し得る、屋根にかかる荷重を調べるために、当研究所は外部の関連研究者らと連携し、野外実験と雪氷防災実験棟を用いた室内実験（写真1）に取り組みました。野外実験が天候に左右されるのに対し、室内実験は計画的にデータを得られるのが強みです。こうして得られた研究成果は建築物の設計荷重指針の見直しに役立てられています。

20年間の運用実績

雪氷防災実験棟の供用開始以来20年間の研究課題数の推移を図1に示します。外部への供用期間が半年間だった初年度を除き、毎年度20ないし30数課題の実験を行ってきたことが分かります。点検・整備期間を除いて稼働率を計算すると90%前後を維持しており、共用実験施設として非常に有効に活用されています。

図2は研究テーマと利用機関の割合を表します。雪氷が関連する各種災害に関する研究が行われていることが分かります。雪氷防災実験棟の利用機関の割合は、当研究所自体は約4分の1で、大学が最も多く約3分の1を占めます。民間企業の利用も4分の1程度に及んでいます。

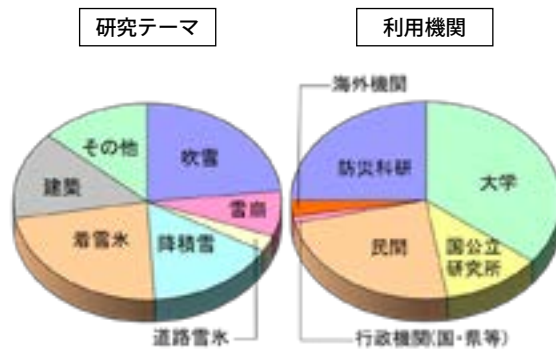


図2 雪氷防災実験棟において平成9～28年度に実施された研究のテーマ（左）と利用機関（右）の割合。総研究課題数は598。

平成28年度から気象災害軽減イノベーションセンターの活動にも利用されるようになり、産業界との連携の機会が増えつつあります。スイス、フランス、ロシア、ノルウェー、中国等の海外の研究機関からも研究者が訪れています。

今後の展望

今年9月に日本雪氷学会と日本雪工学会が共同で開催した雪氷研究大会において、雪氷防災実験棟に関するスペシャルセッションが設けられました。これまでに共同研究などで雪氷防災実験棟を利用した大学等の研究者らから最近の研究成果が発表されるとともに、今後期待される機能について議論がなされ、多種類の結晶の降雪や湿雪の濡れ度合いの調節などが挙げられました。これらは近年様々な形で生じている雪氷災害に応じたもので、実験の装置や技術の更なる高度化の必要性を感じました。今後こうした要望の実現に取り組むとともに、これまで以上に雪氷防災実験棟を活用して研究を推進してまいります。

吹雪発生予測システムの実証実験



雪氷防災研究部門 主任研究員 根本 征樹

はじめに

吹雪による雪の輸送量や視程障害、吹きだまりの形成過程を調べるにあたり、野外観測や風洞実験による研究手法とともに、コンピューターを利用した数値シミュレーションによる手法は大変有効です。特に数値シミュレーションは、様々な気象状況下において、吹雪がいつ、どこで、どのぐらいの強度で発生するか、という予測情報を得るのに適した手法で、今後一層の活用・発展が見込まれます。このような状況を踏まえて、防災科研の雪氷防災研究センターでは、吹雪とそれに伴う吹きだまりや視程悪化の予測モデルを開発しています。

吹雪予測モデル

雪氷防災研究センターでは、降雪・吹雪・雪崩・着雪氷および道路上の雪氷状態などを予測する「雪氷災害発生予測システム」の開発を進めており、吹雪による視程障害予測モデルはその一部を構成しています。吹雪モデルの構成を大別すると、1) 地域気象モデルの出力を基に、地表面付近の風速・雪質などを予測し、2) 吹雪の強度を計算し、3) それらの情報から高さ1.2m（普通乗用車のドライバーの目線の高さに相当）における視程を計算する、という3つのプロセスに分類できます。上記2)のプロセスが吹雪モデルの中心となる部分で、ここでは風速などの予測値に基づき吹雪の濃度の空間的な分布を予測し、3)の視程予測につなげています

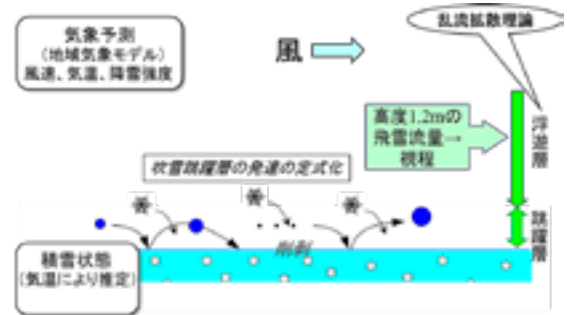


図1 吹雪モデルによる吹雪強度（吹雪による雪の輸送量に対応）、視程の評価手法の概略

(図1)。吹雪濃度の計算では雪粒子の拡散方程式などに基づき鉛直分布を計算します（鉛直一次元モデル）。その他、吹雪の跳躍高さや降雪粒子が雪面で碎ける過程、吹雪強度の温度依存性など、パラメータ化が必要な部分も生じます。これらのパラメータの決定に際しては防災科研雪氷防災研究センター・新庄雪氷環境実験所にある雪氷防災実験棟の風洞装置・人工降雪装置を用いた実験や野外観測に基づく研究の成果を応用しています。

山形県、新潟県における試験運用例

これまで、吹雪の発生頻度が高い山形県庄内平野、新潟県越後平野周辺を対象として試験運用、モデル改良を実施してきました。図2は、庄内平野を対象に、視程の実測値（1分毎の値から求めた1時間内の最低値）と予測結果とを比較した例です。予測により得られた、視程悪化が発現するタイミング、期間および視程値は予測値と概ね一致しました。

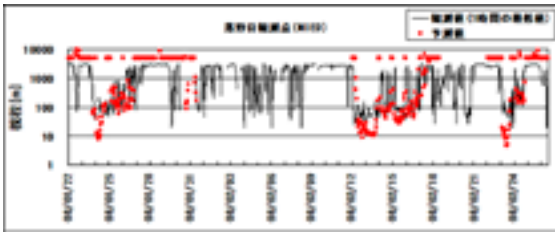


図2 山形県庄内平野における視程の予測結果(点)と実測値(実線)との比較

図3は新潟市周辺を対象とした視程の予測結果の一例です。2011年1月16日4時に計算された予測情報では、当日の日中に吹雪が強まり視程の悪化が予測されました。事実、道路管理者によるパトロールでは、新潟市内の市道において強い吹雪の発生が認められ、11時から16時まで通行止めの措置がとられたなど、予測結果は現地の状況と一致していました。なお新潟市においては、予測更新に際して、各区の警戒レベルを伝える携帯メールを道路管理者に送信するなど、試験運用の効率化(道路管理者は、担当する区における吹雪予測結果が警戒レベルに達した場合のみ、予測値の詳細を確認する)に関する検討も進めています。

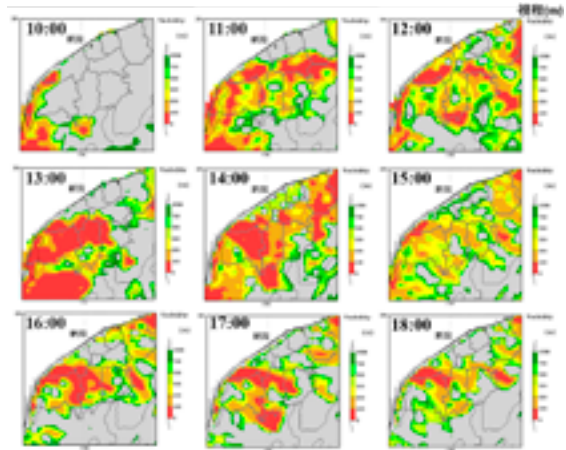


図3 2011年1月16日4時に計算された、当日の視程予測値(新潟市周辺)

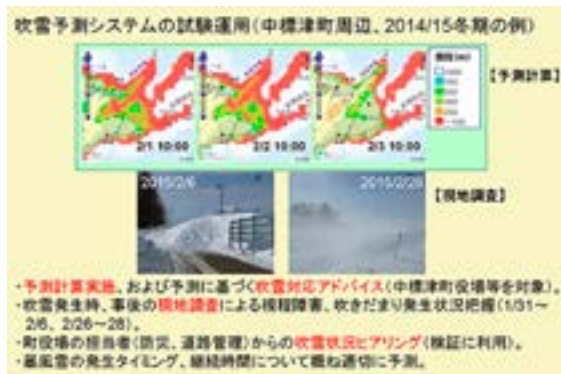


図4 中標津町における試験運用の概要

北海道道東地方における試験運用例

2013/14年冬期からは、文部科学省 地域防災対策支援研究プロジェクト「北海道中標津町を対象とした吹雪発生予測システム活用と効果的な雪氷防災対策への支援」の一環として、上述した吹雪予測システムの試験運用を現地自治体などと共同で実施してきました。期間中、特に2014/15冬期は北海道道東地方を発達した低気圧が度々通過し、現地周辺は記録的な大雪であったほか、警戒レベルの暴風雪が幾度も生じました。町役場防災担当職員を対象としたヒアリングなどから、予測モデルはこうした暴風雪の発生タイミングおよび発現場所を適切に予測できていることが確認できました(図4)。

今後の課題

試験運用において、暴風雪警報レベルに至らないような吹雪(こうした場合、吹雪発生が局所的、非連続的になるなど、吹雪現象が本来有する変動性が顕著になります)では精度が低下するなどの課題が明らかになりました。どの程度まで正確な吹雪予測をすべきか、使用目的により変わってきますが、対象地形によっては気象モデルの格子サイズ以下の現象を正確に捉えるためのダウンスケーリングなども必要です。その他、雪面の状態は吹雪の発生・発達に強く影響するため、積雪状態の正確な評価も必要となります。

着雪氷予測システムの実証実験



雪氷防災研究部門 特別研究員 佐藤 研吾

はじめに

着雪は、気温0度以上で降る雪片が落下中に少し溶けて水を含むため、構造物に付着する現象です。そのため電力設備や交通構造物の破損や落雪による人的、物的被害を引き起こします(図1)。様々な難着雪対策品が開発されていますが、特に南岸低気圧に起因する着雪の場合は広範囲で発生するため、対策が十分でない首都圏などの人口密集地では被害が拡大します。道路管理者は、被害軽減のために事前の除雪・巡回体制の整備を行っており、着雪氷予測システムの開発はその効率化への貢献が期待されます。

現在は開発途中であるため、今後実証試験を重ねてシステムの精度向上を目指します。



図1 電線(上)と信号器(下)への着雪

予測システムの開発

防災科研の新庄雪氷環境実験所では、一般的な気象観測要素に加え、光学式ディストロメータによる降雪粒子の粒径や落下速度の測定および着雪モニタリングを実施しています。また、雪氷環境実験棟では、人工降雪が可能で、気温や風速など着雪時の気象状況を再現した風洞試験を実施することができます(図2)。観測および実験により基礎的なデータを蓄積し、メカニズムの解明に取り組んでいます。

また過去の被害事例などの解析も実施し、温湿度、風向風速、降水量、日射などを考慮した簡易モデルと気象予測情報を融合させ、予測システムを構築しています(図3)。



図2 道路標識着雪(左)と風洞再現試験(右)



図3 着雪予測のイメージ

首都圏での実証試験

近年は南岸低気圧の接近が増加している影響で、1月から2月に関東地方にも多量の湿った雪が降ることが増えました。そのため、着雪被害は広範囲かつ長期間に及び、社会的に大きな影響を与えています。そのため予測システムの実用化に向けて、都内の橋桁へのモニタリングを実施しています(図4)。

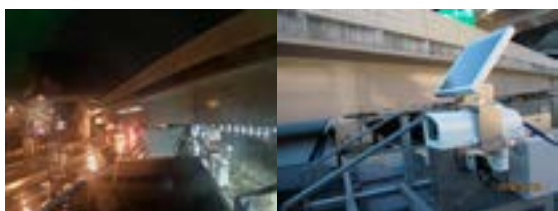


図4 Webカメラ(右)による橋桁監視(左)

昨年は、例年より早く11月24日に山梨県、東京都で初雪が観測されました。予測システムにより、首都圏の着雪予測情報が作成されましたが(図5)、カメラ設置場所では降雪は観測されず、定性的な評価にとどまりました。

今後は観測地点を増やし、内容の充実を図り、予測情報を精査し、より高精度の着雪氷予測システムの開発を推進します。

まとめ

雪氷災害の実証試験手法として、Webカメラの拡充だけでなく、着雪センサーの開発や画像解析など新たな方法に取り組む予定です。予測情報と検証技術を融合させ、高精度の情報を提供し、着雪被害軽減を目指します。

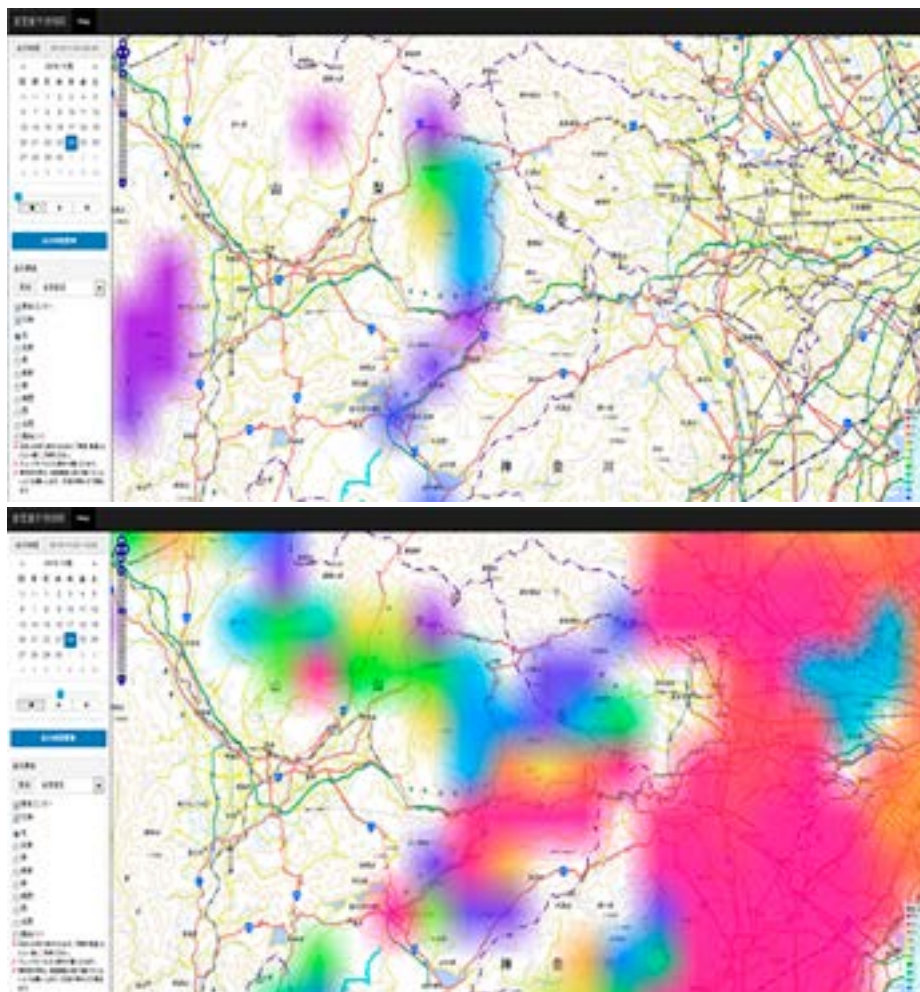


図5 昨冬の山梨県と東京の着雪予測情報 2017年11月24日6時(上)、12時(下)

レーダーからの雪の降水強度推定



雪氷防災研究部門 副部門長 中井 専人

はじめに

気象レーダーは、降っている雨や雪に向けて電波を出し、反射して戻ってきた電波の強さZhを測り、その値から降水の強さR（単位：mm/hour）を推定します。それに降っていた時間を掛けることにより、降水量（単位：mm）を得ることができます。通常、雪の降る量は降雪深（単位：cm）で表されますが、これをレーダー観測値から得るためには、降水量を降った雪の密度で割る必要があります（図1）。

ここではZhからのRの推定について述べます。降水量も降雪深も地上観測から得ることが可能ですが、観測点の設置と維持が必要となり、数が限られます。レーダーでは面的に降雪分布を推定できるので、地上観測と相補的に用いて精度の高い降雪分布を得ることが期待できます。近年、気象レーダーに水平、垂直の2偏波を送

受信できるMPレーダーが導入されるようになり、それを活かした降水強度Rの推定が行われるようになってきました。雨においてはこの方法で精度の良いRを求められるようになってきており、これについては防災科研ニュースNo.198（前号）に岩波総括主任研究員からの報告があります。しかし、雪の場合は粒子の形が複雑なため、雨より難しくなります。

降雪のRの推定

レーダーからの降水強度Rは、強い雨の場合を除いて、通常、水平偏波の強度Zhの値から求めます。1960年代には雨と雪でZh-R関係にはあまり差がないと考えられており、それ以後雨と雪で共通の式を使う方法が長くとられてきました（図2の①）。この方法はシンプルなのですが、雨、雪、あられ、といった違いを反映することができませんし、Zhに観測誤差があるとそれがそのまま影響します。

これに対して、気象業務では地上降水量観測値を参照してレーダーから求めたRを補正する方法が従来使われてきました（図2の②）。この方法はレーダー観測誤差を修正できるのですが、地上観測点の数に限りがあること、レーダー観測高度と地上とで降水に違いがあることが誤差要因となります。さらに、降雪においては地上降水量観測値の補正が課題となっており、



図1 レーダーからの降雪の量的推定と検証となる地上観測

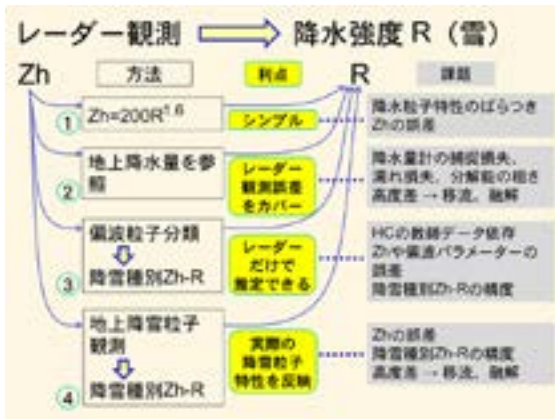


図2 水平偏波の強度Zhから雪の降水強度Rを求める方法

これについては本号に山下特別研究員から現状の報告があります。

MPレーダーを用いると、雪やあられなどの降雪種の分類 (hydrometeor classification; HC) を行い、次に降雪種毎のZhとRの関係式を適用してRを求めることが可能となります (図2の③)。この方法はレーダーだけでRを推定できることが大きな利点ですが、降雪に対してはレーダー観測誤差を補正する方法が課題であり、HCアルゴリズムや降雪種毎のZh-R関係式の精度についても、まだ検証が必要な段階です。

降雪粒子観測をレーダーと併用すると、実際の降雪粒子の特性を反映してRを求めることができます (図2の④)。この方法でもZhの観測誤差やレーダー観測高度と地上との違いの影響を受けますが、地上降雪観測では粒子の種類だけ判別できれば良いので、①の方法と異なり捕捉損失などの影響は受けにくい方法です。

このように、②から④までどの方法にも利点と課題があるので、現状では複数の方法を併用するのが良いと考えています。防災科研雪氷防災研究センターでは積雪地域に立地する利点を活かし、④の方法による観測を行っています。また、研究用MPレーダーを運用しており、③の方法との比較も計画しています。

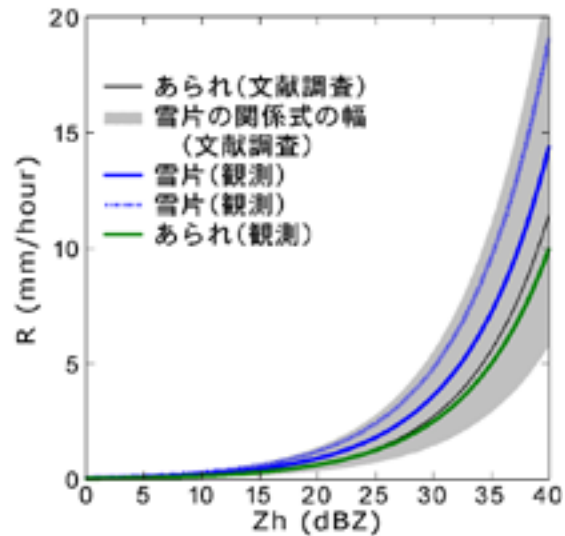


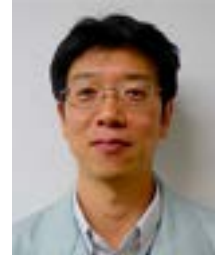
図3 降雪種ごとのZh-R関係。観測による線は複数の事例の平均値。観測は宇宙航空研究開発機構 (JAXA) との共同研究による。

降雪種ごとのZh-R

③、④の方法によるRの推定のためには、降雪種ごとのZh-R関係式が必要です。これについて、文献調査と観測を行いました。既存文献によれば、雪片のZh-R関係には約4倍に相当する幅があり、あられの関係式はその中央付近にあります。しかし雪氷防災研究センターで観測してみると、雪片の関係式は平均的にあられの観測値より大きめのRを推定しており、雪片とあられでは推定値に明らかな差が出ました。

雪氷防災研究センターで多く観測される冬季季節風時の降雪は、雪の結晶に小さな水滴 (雲粒) がたくさん凍結して付いていることが通常であり、あられとの差が出たのはこのような降雪粒子の特性を反映しているためと考えられます。一方、南岸低気圧による降雪では雲粒が全く付いていないことがあります。レーダーからの降水量、ひいては降雪深の推定には、降雪粒子の特徴を把握することが重要と言えます。

長岡における降雪粒子観測



雪氷防災研究部門 主任研究員 本吉 弘岐

はじめに

雪氷災害の危険度を面的に把握するためには、どこにどれだけの雪が降るかという降雪量分布とともに、どのような雪が降るかという降雪特性の分布を知る必要があります。そのための方法として、観測には気象レーダー、予測には気象予測モデルが用いられています。このような、気象レーダーや気象予測モデルの精度を高めていくためには、多様性に富んだ降雪粒子の諸特性（形状、密度、構成結晶、含水状態など）について、地上での検証観測を行うとともに、これらを定量的に扱うための研究を進めています。

降雪粒子観測施設

防災科研では、雪氷防災研究センター（新潟県長岡市）の降雪粒子観測施設（写真1）において、詳細な降雪粒子の観測を実施しています。

施設の屋外部分には、落下する降雪粒子への風の影響を除くために2重のネットで囲んだ観測スペースがあり、各種のディストロメーター

と雨量計が設置されています。落下中の降雪粒子は、空気抵抗を受けながら降雪粒子の特性（質量、形状）に応じた終端落下速度で落下してきます。ディストロメーターは、個々の降雪粒子の形状と終端落下速度を計測し、粒径・落下速度分布（図1）などを測定するための装置です。降雪粒子は、その種類（雨、霰、霰状雪、雪片など）に応じて、粒径と落下速度の関係が異なることが知られています。防災科研では、降雪粒子観測施設を整備した2002年当初から、CCDカメラを用いた降雪粒子観測装置（写真2、金沢大学で開発されたものを改良）を導入し、降雪粒子の自動観測を行うとともに、降雪粒子

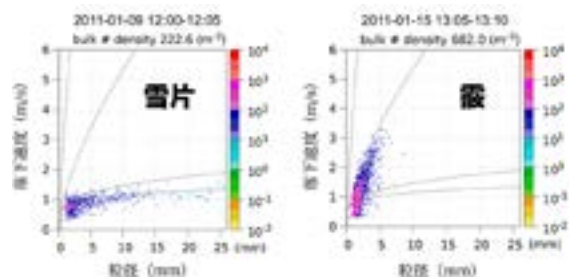


図1 粒径・落下速度分布の観測例



写真1 降雪粒子観測施設



写真2 CCDカメラを用いた降雪粒子観測装置

の種類を判別するための手法（CMF法，Center of Mass Flux distribution）の開発を行いました。この手法は、防災科研で開発している気象レーダーによる定量的降雪量推定手法にも利用されているほか、徐々に外部の研究者によっても研究に利用され始めています。

この施設には、もうひとつ、室温を0℃以下に保つ低温室があります。開閉式の開口部を天井に備えている点が特徴で、自然の降雪を直接室内に導入することができます。この低温室では、顕微鏡観察や粒子質量、新雪の物理特性など、様々な測定を行うことができるようになっています。また、ベルトコンベア式の降雪粒子連続撮影装置が備え付けられており、ビデオマイクロスコープと、より解像度の高いデジタル一眼レフカメラにより、降雪結晶のインターバル画像を取得しています（写真3）。

現在は、降雪粒子の質量や密度、含水状態、新雪特性を、ディストロメーター観測で得た粒径・落下速度分布から推定する手法（降雪粒子特性のパラメタリゼーション）を開発し、レーダー観測や積雪モデルへの入力として応用するための研究を行っています。

降雪に起因する雪氷災害

近年、降雪結晶が要因であることが注目された雪氷災害がありました。2014年2月に関東甲信地方で生じた大雪災害です。山梨県内の山間部では、さらさらとした降雪結晶により非常に多数の表層雪崩が発生しました。現地での直接観察はなされなかったのですが、南岸低気圧の通過時にもたらされた、雲粒付着のない角板や角柱など、低温下で成長した結晶ではないかと推測されています。また、雲粒無し板状結晶や霰などが、表層雪崩の弱層となることも知られています。



写真3 降雪粒子連続撮影装置により撮影された画像（縦横3mm×5mmで切り出し）
上：ビデオマイクロスコープ、下：一眼レフカメラ

降雪粒子の特性に依存するものとして、湿雪時の冠雪・着雪の度合いや、降雪を伴う吹雪時の視程や吹きだまりの形成を挙げることができます。

上記の南岸低気圧により生じた降雪結晶のように、降雪粒子や降雪結晶の種類は、降雪をもたらす降水システムの構造によっても変化すると考えられます。このような降雪起因の災害のメカニズムを解明していくためには、気象レーダーによる降水システムの観測と合わせて、地上におけるディストロメーターや降雪結晶写真などの詳細な地上降雪観測を組み合わせることが必要不可欠です。

さいごに

長岡では、数冬期間を通して観測することで、様々な降水システムによる降雪の観測機会が得られます。そのため、外部機関との共同研究により、新しい降雪測定手法の開発や、降雪時の測器の性能試験、難着雪性素材の開発なども実施しており、降雪粒子観測施設で取得された観測データが活用されています。

防災科研では、降雪に起因する災害を軽減するため、降雪量や降雪特性の分布を、気象レーダー観測や気象予測モデルから導き出し、精度を高めるために必要な研究を進めていきたいと思っています。

上越サイトにおける固形降水国際比較観測

雪氷防災研究部門 特別研究員 山下 克也
副部門長 中井 専人
客員研究員 横山 宏太郎



はじめに

現在、観測に使用されている雨量計（降水量計）による固形降水量（雪、霰、雹、霰を含む降水量）の測定値は、実際より少ない値となることがあります。この過小評価の要因のひとつは、風による捕捉損失です。これは風が吹いている時に降雪粒子が降水量計に入らずに逃げてしまうというものです。降水量測定に使用されている転倒ます型降水量計の雪に対する捕捉損失は、風速が大きくなるにつれて大きくなり、平均的には、風速2m/sの場合には温水式で4割、^{いっすい}溢水式で2割であることが報告されています。固形降水量の測定値が過小評価されていることは世界気象機関（WMO）でも以前から認識されており、過小評価要素の把握、気候区による要因の違いなどを明らかにするために、世界中で固形降水量を測定する固形降水国際比較実験（Solid Precipitation InterComparison Experiment: SPICE）プロジェクトが2012年から2016年にかけて行われました。雪氷防災研究部門では、2014年に新潟県上越市の農研機構中央農業研究センター北陸研究拠点に複数の降水量計を設置し、気象庁などと協力してSPICEプロジェクトに参加しました。ここでは、観測概要と初期的な捕捉特性解析結果を報告します。

観測

SPICE プロジェクトでは、Double Fence Intercomparison Reference（DFIR）という八角

形の二重防風柵内に重量式降水量計（降水を貯めてその重量変化を計る）を設置したものを参照降水量測定システムとすることが推奨されています。上越サイトでもこのシステムを設置して観測を行いました。これ以外に、温水式転倒ます型降水量計（風除け有り無し1つずつ：以後、温水式）、溢水式転倒ます型降水量計（風除け有り無し1つずつ：以後、溢水式）の他、田村式降水強度計（高分解能の降水強度計）、光学式の降水粒子計測装置である Laser Precipitation Monitor（LPM）の計7つの降水量計測器を高さを揃えて設置しています。測定値は1分間隔でデータロガーに記録しました。観測は、2013/14年冬季から実施し、現在、2014年1月17日から4月15日、2014年11月17日から2015年5月12日、2015年11月12日から2016年5月13日までの3冬季の観測値を解析しています。捕捉特性の解析には、SPICEプロジェクトの手順に従った品質管理を施したデータを用いました。

捕捉特性解析結果

DFIR内に設置した重量式降水量計の降水量を基準とした場合の各降水量計の捕捉率を図1に示します。観測始めから3月31日までの積算降水量の比を示しています。観測期間全て、及び観測時の気温の正負を色で分けています。図1よりLPMを除く降水量計で値が1より

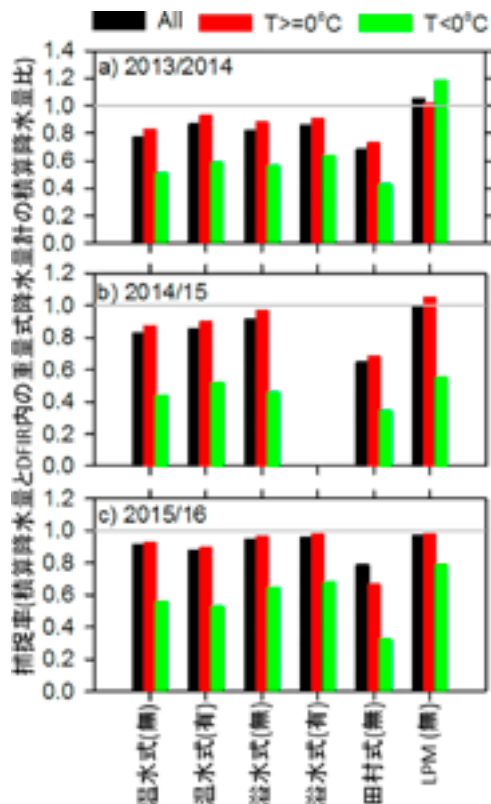


図1 各冬季の観測始めから3月31日までの捕捉率 (DFIR内の重量式降水量計と他の降水量計の積算降水量の比)。カッコ内の「有」及び「無」は風除けの有無を表している。2014/15冬季の溢水式(有)は、測定に問題があったので除いている。

小さくなっていることが分かります。このことは、測定した降水量が実際の量よりも少ないということを示しています。また、ほとんどが固形降水であると考えられる気温が負の場合(図1の緑)に相対的に捕捉率が小さいことが分かります。

次に、一連の降水を一降水とする降水イベント抽出を行い、それを用いて捕捉率と風速の関係を調べました。降水イベント抽出は、180分内にデータの60%が降水を検出しており、積算降水量が2.5mm以上のものを1つの降水イベントとしました。図2に風除け無し温水式と風除け有り溢水式の結果を示します。横軸の風速には180分平均値を用いており、標準偏差が大きいものは除いています。図2を見ると、降雪時(緑点)には風速が大きくなると捕捉率が

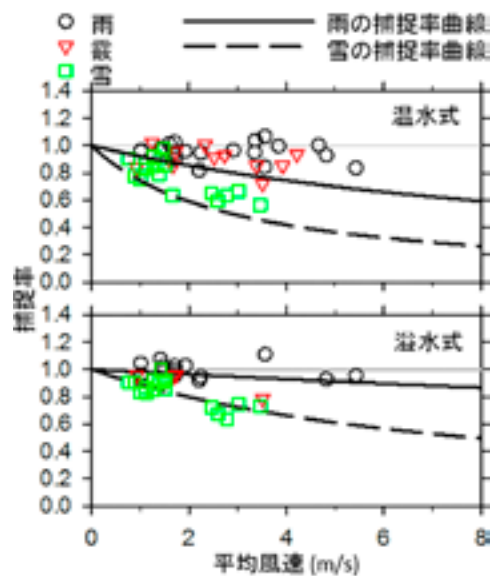


図2 降水イベントごとの風速平均値と捕捉率の散布図。降水種の分類は降水粒子計測装置の粒径-落下速度の関係を用いて実施。曲線は既存研究で提示されている風速と捕捉率の近似曲線。

小さくなっていることが分かります。図中の曲線は既存研究による捕捉率曲線を示していますが、溢水式に関しては既存研究と整合する結果が得られました。一方、温水式に関しては本研究の結果が既存研究より捕捉率が大きくなっています。この原因については現在調査中です。

今後の課題

定性的には、風速が大きくなると共に捕捉率が小さくなるという既存研究と同じ傾向が得られましたが、温水式に関しては既存研究の報告とは異なる結果でした。今後は、異なる結果となった原因の解明と、観測で使用中の降水量計の補正式を作成したうえで、その補正結果の検証が必要です。補正された降水量は、多相降水レーダーから導出される降水量分布の検証データとして使用され、冬季の広域降水量監視につながります。

積雪変質モデルによる雪崩発生予測



雪氷防災研究部門 主任研究員 平島 寛行

積雪変質モデルとは

雪崩の発生を予測するためには、気象条件だけでなく、現在積もっている雪の崩れやすさを知る必要があります。そのためには積雪内部の情報が必要となりますが、積雪断面観測や積雪内部にセンサーを挿入する方法では、自動で連続的にデータを取得することは困難です。

自動観測や予測が可能な気象データを入力に用いて、積雪の内部構造を計算するモデルとして、積雪変質モデルが用いられます。このモデルは雪が積もり始めてから現在までの気象データを入力して、大気と雪表面間の水や熱の交換や、積雪内部における雪の性質の変化を計算し、雪質、温度、密度、粒径、含水率等、積雪の細かい層構造の情報を出力します。それらを正確に再現することにより、雪崩発生予測を行います。

雪氷防災研究センターの露場では、1週間に1度、積雪断面観測を行い、その結果を積雪変質モデルの計算結果と比較して、モデルの精度検証を行うとともに必要な改良点等を確認しています。

雪崩発生予測への応用

雪崩は斜面上の積雪の駆動力がその支持力を上回った時に発生します。多くの表層雪崩は、特に支持力の弱い弱層が破壊されることにより発生します。弱層になりやすい雪は図1に示すようにいくつかの種類があります。これらの弱層ができる条件はそれぞれ異なりますが、それ

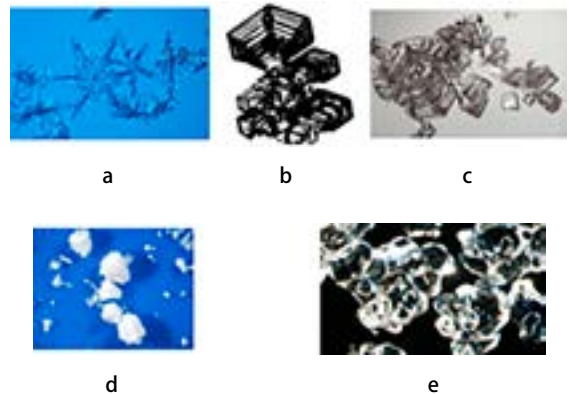


図1 弱層になりやすい雪 (a)降雪結晶、(b)表面霜、(c)しもざらめ雪、(d)あられ、(e)ぬれざらめ

らを積雪変質モデルで再現するとともに、弱層の存在によってどのくらい雪崩が起こりやすくなったかを正確に計算することで、雪崩の予測が可能になります。

雪崩の起こりやすさを数値で表す指標として、積雪安定度を用います。積雪安定度はある斜面上の雪が落ちようとするせん断応力と落ちまいとするせん断強度の比から計算します。せん断応力は弱層上の上載荷重のうち斜面に平行にかかっている力から(図2a)、せん断強度は密度との関係式から計算します。密度とせん断強度の関係は、図2bに示すようなシアフレームを使って測定した結果から定式化されますが、密度だけでなく雪結晶同士の結合度合いも影響するため、雪質によって密度とせん断強度の関係式を使い分けます。

最近では、しもざらめ雪の発達度合いを表す

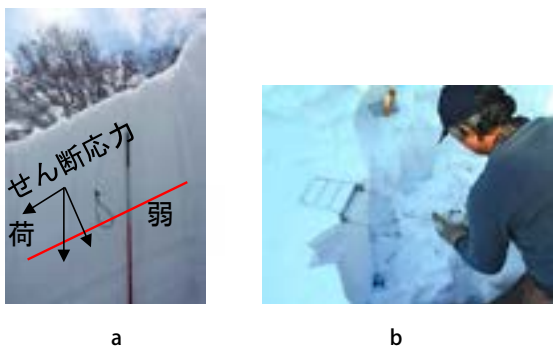


図2 弱層にかかるせん断応力 (a) とせん断強度の測定 (b) の図

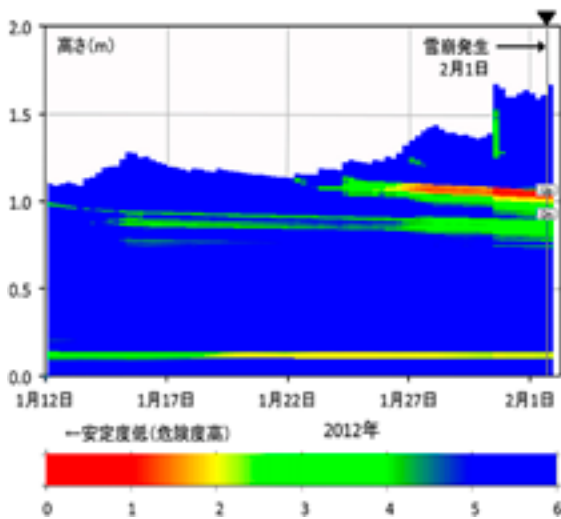


図3 秋田県玉川温泉において雪崩が発生した時の積雪安定度の変化

「しもざらめ化率」の概念を導入し、しもざらめ雪からなる弱層が破壊されることで発生する雪崩の予測精度を向上させてきました。図3は2012年に玉川温泉で発生した雪崩に対して行った積雪安定度の計算結果です。赤い部分が崩れやすい層を表しており、雪崩発生時には雪崩が起こりやすくなっていたことが計算されています。この雪崩はしもざらめ雪の発達段階である「こしもざらめ雪」が弱層となって発生したことが調査結果で確認されていますが、モデルでもこの不安定化が再現されました。

今後の改良

2017年3月27日に那須町で発生し、高校生を含む8名が犠牲となった雪崩は、降雪結晶を弱層とした表層雪崩でした。また2014年2月の関東甲信地方の大雪の際にも、サラサラした降雪結晶が崩れたことにより山梨で雪崩が多発しました。積雪変質モデルを使って降雪結晶による雪崩を予測するためには、入力データとして気象だけでなく、降っていた降雪結晶の種類の情報が必要になります。また降雪結晶の種類によって積雪の変質過程や強度の変化がどのように異なるか新たにモデル化する必要があります。

これらを可能にするためには、入力データに降っている雪結晶の種類を表す新たな情報を追加する必要があります。当センターでは降雪結晶の性質を数値で表すため、降雪密度や比表面積の測定を行い、降雪結晶の種類との関係を観測から調べています。また、その後の変質過程をモデル化するためにX線断層撮影装置を用いて積雪の微細構造の変化も調べています。これらの情報をもとに積雪変質モデルを進化させ(図4)、降雪結晶による雪崩の発生予測もより正確にできるように現在研究を進めております。

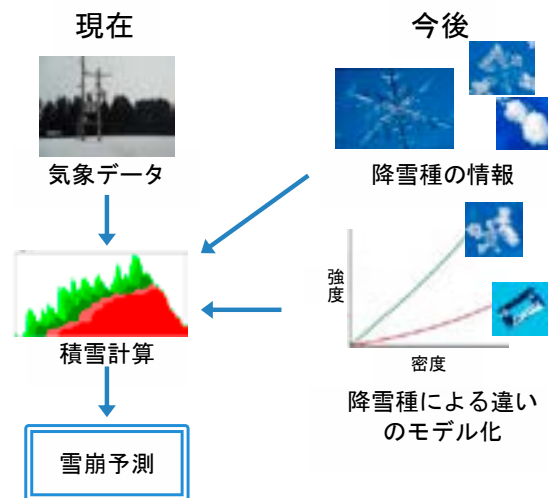


図4 降雪結晶による雪崩の発生予測に向けた取り組み

雪氷の非破壊計測手法について 雪氷試料撮像用の X 線 CT 装置と MRI の紹介



雪氷防災研究部門 特別研究員 安達 聖

はじめに

雪崩や着雪害などの雪氷災害が発生する原因を知るためには、雪粒の大きさや形、どのように結びついているかを詳細に観察し、知る必要があります。これまでは雪の塊に薬品を浸透させ、凍結させたものを薄く削りその表面を観察していました。しかし、得られる情報は2次的であり、雪粒の3次元的な結びつきについては分かりませんでした。しかも、この方法では膨大な作業時間と経験が必要な上、試料を破壊してしまうため同じ試料での継続した観察ができませんでした。そのため、防災科研では雪氷試料を破壊せずに3次元計測するための方法を考案しました。

雪氷試料用の X 線 CT 装置と MRI

被写体を非破壊で3次元計測する方法としては、病院で用いられる X 線 CT 装置 (写真1) と MRI (写真2) が代表的です。X 線 CT は様々な方向から X 線撮像を行い、画像を再構成して被写体の内部構造の3次元データを取得します。MRI は Magnetic Resonance Imaging/Imager の略で核磁気共鳴画像法と和訳されます。MRI の原理はとても分かりづらいのですが、一言で言うと、強力な磁場を利用して、被写体内の水の密度分布を計測する方法です。X 線 CT と MRI の画像の違いは、両方の画像を見慣れた人でなければ分かりません。病院では大雑把に、骨な

どの硬い組織の場合は X 線 CT、脳や筋肉などの柔らかい組織の場合は MRI を使用します。このことを雪氷試料に置き換えると、雪粒子そのものを計測したい場合は X 線 CT、雪の中に入りこんだ融け水や雨水を計測したい場合は MRI を使用することになります。



写真1 X線CT装置 (雪氷試料用)



写真2 MRI (雪氷試料用)

雪氷試料の撮像例

代表的な雪氷災害である雪崩の原因となる雪質についての撮像例を紹介します。図1は密に詰まった雪の塊から人工的に作成したしもざらめ雪のX線CT画像です（青色：雪粒）。図1の中心部分が、表層雪崩の発生原因になるしもざらめ雪です。表層雪崩は積雪の内部に壊れやすい層が作られたときに発生します。図1から中心部分の雪粒は上下部分に比べ隙間が大きく、とても壊れやすそうだとということが分かります。

図2は密に詰まった雪の塊に、上側から水を注いだ様子のMRI画像です（緑色：水）。雪の中の水の移動の様子を知ることは、全層雪崩の発生の予測に必要なことです。全層雪崩は積雪の底面に水が到達したときに発生することが知られています。図2からは雪の中の水が単純に下側に移動しているわけではなく、横方向や斜め下側に移動するなど非常に複雑な移動をしていることが分かります。雪粒と雪粒の隙間の大きさや形によって、注がれた水の移動の様子は変化します。

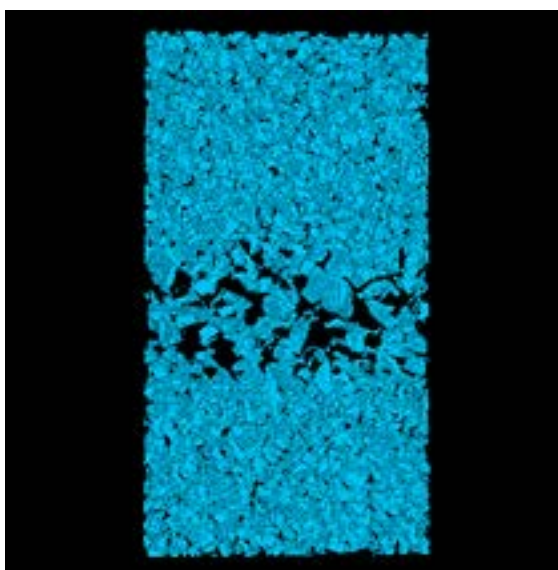


図1 人工的に作成した弱層（しもざらめ雪）のX線CT画像

まとめ

X線CTとMRIを使用することで、雪試料の三次元データを非破壊で取得し観察することが可能になりました。他の研究機関でも雪試料を撮像するためにX線CTを使用していますが、雪氷試料撮像用のX線CTとMRIの両方を使用しているのは防災科研だけです。

雪の中の水の移動の様子を正確に知るためには、X線CT装置で雪粒と隙間の形と大きさの3次元データを取得すること、MRIでその雪の中を移動する水の分布の3次元データを取得することの両方が必要です。

今後も様々な雪や雪氷現象の非破壊三次元計測を行うことにより、より正確に現象を理解できるよう研究を進めてまいります。

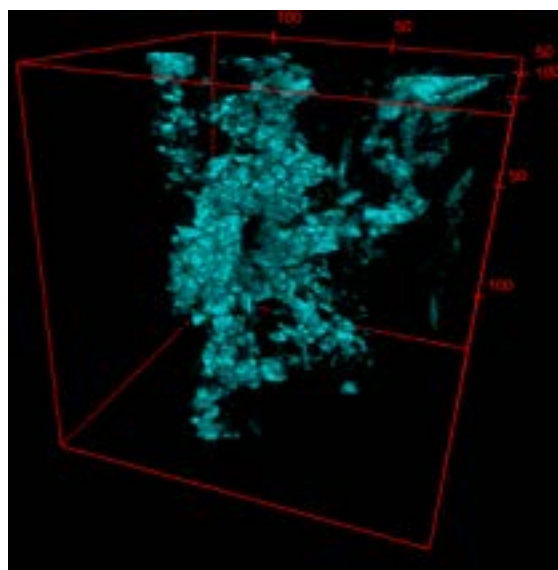
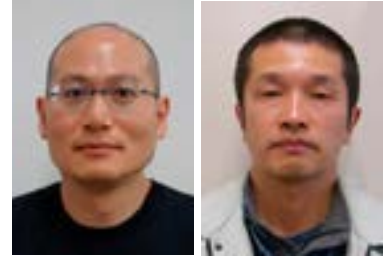


図2 雪の中の水の移動の様子のMRI画像

ネパール・ゴルカ地震となだれ

雪氷防災研究部門 特別研究員 伊藤 陽一
主任研究員 山口 悟



ネパール・ゴルカ地震

2015年4月25日に、ネパール中央部を震源とする大地震（ネパール・ゴルカ地震）が発生し、各地で大きな被害が生じました。エベレストの登山ベースキャンプが雪崩に襲われた様子などが大きく報道されましたが、そのほかにもヒマラヤのトレッキングルートとして知られるランタン村では、地震により背後の山から雪や土砂を含むなだれが誘発され集落が埋没し、住民や外国人トレッカーなど数百名の犠牲が出る雪氷災害が発生しました（図1）。ここでは、ランタン村の復興に向けて、当研究所を含む日本の雪氷研究者が行った対応を紹介します（本文中では雪が主に崩れたものを“雪崩”、雪と土砂が混じったものを“なだれ”と記述して区別しています）。

地震後の現地調査

ランタン村で発生したなだれの実態を把握するために、2015年10～11月にかけて名古屋



図1 地震後のランタン村の様子（白丸内の灰色に見える部分がなだれに埋没した集落）

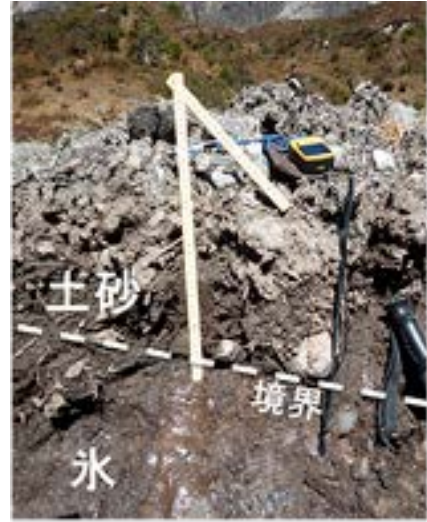


図2 なだれ堆積物の断面

大学・新潟大学などの研究者と一緒に①なだれ堆積物の調査、②住民に対する地震・なだれ発生時の状況の聞き取り調査、③ヘリコプタを使用して上空からなだれ発生箇所の調査、などを実施しました。

なだれ堆積物の断面を観察した結果、大量の雪が固まってできた氷の上に土砂が積もっている2層構造になっていることが判明しました（図2）。このことから、最初に雪が主成分の大規模雪崩が発生し、その後に雪や土砂が混ざったなだれが発生したものと推定されました。また、地震・なだれ発生時の状況の聞き取り調査結果によると、地震から1分ほど経過した後に湿った雪が崩れてきた、その後も余震などで複数回の雪や土砂が混ざったなだれがあった、などの証言が得られ、これは堆積物調査によるな



図3 移転候補地の上方にある崩れやすい氷河

なだれ発生の推定結果ともよく一致していました。

しかし、聞き取り調査からは、約80年前にも大地震でなだれ災害が発生し、その被災地を避けるようにして現在のランタン村に移住した経緯があったにもかかわらず、過去の災害がほとんど伝承されないまま再び集落がなだれに襲われた事実も明らかになりました。また、ヘリコプタによる上空からの調査を行った結果、地震発生から時間が経過しているためになだれ発生箇所の特定はできませんでしたが、今後もなだれ災害を引きおこす可能性が高い崩れやすい氷河などが多数存在していることが確認できました(図3)。

ランタン村復興に向けた取り組み

なだれによって壊滅状態になった村では新たに住む場所を探す必要が生じますが、ランタン村は、80年前と今回の少なくとも2回、なだれ災害に遭遇しているため、慎重に移転候補地を決定することが重要となります。そこで、住民から提案された移転候補地について、現地調査で得られた情報や地形データなどを用いてなだれなどの災害に対する安全性を検討したレポートを作成しました(図4)。レポートでは、なだれが集中しやすい谷状地形や崩れやすい氷河の有無などをもとに、移転候補地のなだれに対する安全性を判断しているほか、必要に応じ

てなだれの範囲などを推定するための雪崩運動シミュレーションも行いました(図5)。

今後も、聞き取り調査で得た情報を整理してなだれ災害が風化しないように記録として残す必要があるほか、外国人トレッカーなどにもなだれの危険性を説明できるような仕組みなど、長期的な視点に立った科学的サポートを行っていく必要があると考えています。



図4 移転候補地の安全性検討レポートの例

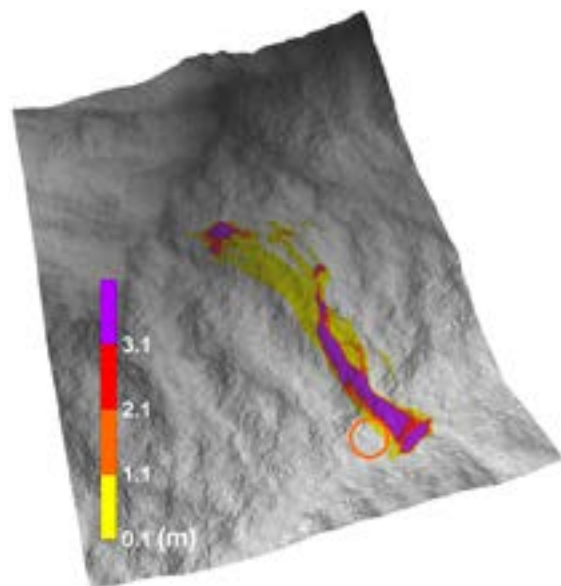


図5 雪崩運動シミュレーションによる流れ厚さの計算例(○は移転候補地)

低気圧による降雪が原因的那須岳表層雪崩 現地調査結果と新たな情報の検討

雪氷防災研究部門主任研究員(兼) 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
中村 一樹



はじめに

2017年3月27日8時30分～45分頃に、栃木県那須郡那須町的那須岳で雪崩が発生しました。当該山岳地にて春山登山研修中の高校生と教員が雪崩に巻き込まれ、生徒7名、教員1名の8名が死亡し、40名が重軽傷を負うという大きな被害となりました(平成29年3月27日那須雪崩事故検証委員会報告書より)。

私たちは、現地の積雪が時間経過とともに変質する前に、今後の対策の基となる雪崩の特徴を明らかにすることを目的として現地調査を実施しました。

現地調査の方法

私たちは、雪崩発生の翌日の3月28日に、雪崩が流下して事故があったとされる沢を那須温泉ファミリースキー場のゲレンデから登り(写真1参照)、遭難地点近くの標高1,350m、傾斜角35度の東向き斜面で積雪断面観測を実施しました(写真2参照)。



写真1 ゲレンデから観測地点を目指す

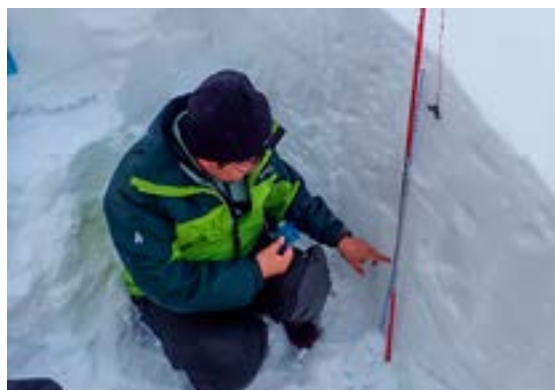


写真2 積雪断面観測の様子

また、4月2日、13日、19日、25日にも現地で積雪調査(積雪深観測、積雪断面観測)、雪崩の痕跡調査を行い、社会防災システム研究部門の内山庄一郎氏、鈴木比奈子氏とともに無人航空機による空撮等を行いました。5月以降も、たびたび現地を訪れ調査を継続しています。

現地調査結果

図1に2017年4月2日に無人航空機で撮影した那須岳雪崩発生地全景を示します。積雪調査、雪崩の痕跡調査、無人航空機による空撮等の調査結果より、表層雪崩は樹林帯よりも上部のオープンな斜面に位置する通称天狗岩(標高約1,515m)の直下の斜面A付近で発生したと推定されています。

4月2日の現地調査では、斜面Aの下方の標高1,385m地点に3月27日の救出活動で生じたと考えられる直径数mの穴が2つ確認されました。3月28日に断面観測を実施した地点(前述)は、この救出活動地点と同じ沢のさらに下方に

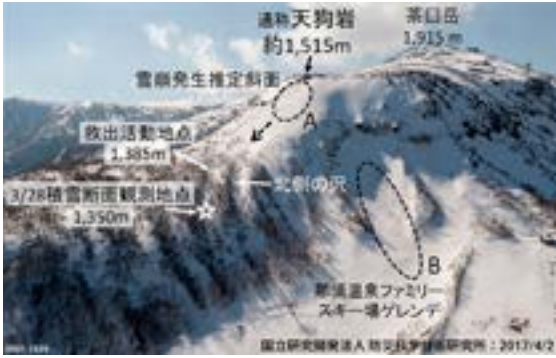


図1 那須岳雪崩発生地全景

位置します。なお、4月2日と19日の調査で、救出活動地点を含む沢とその隣の北側の沢に積雪層の乱れ、枝折れ、拾得物（ストック、ピッケル、サングラス）等の雪崩の痕跡と考えられる証拠が複数発見されたことから、これら2つの沢に雪崩が流下したと判断されました。また、3月28日には、斜面Bに別の雪崩の流下の痕跡が確認できました。

図2は、2017年3月28日午後写真2の地点で観測した積雪断面です。積雪表面から22cm～25cm下に表層雪崩の原因と考えられる弱い雪の③の層（新雪・こしまり雪層中に存在する雲粒の付着の少ない板状等の降雪結晶の弱層）が検出されました。この層は雪結晶の周りに隙間が多く、密度が小さく、とてもやわらかい層であることが確認されました。

天気図と栃木県や気象庁の気象観測データ等を用いて、積雪断面観測結果について考察しま

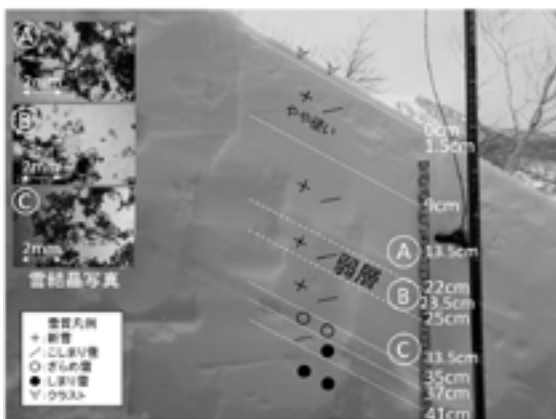


図2 2017年3月28日に観測した積雪断面

した。その結果、日本の南を通過した低気圧と伊豆諸島付近に発生した低気圧に伴う3月26日～27日の降雪中に、雲粒の付着の少ない比較的大型の板状結晶等の降雪が積もり、隙間が多いこの弱層が形成されたと推定されました。さらにその後、同じ低気圧からもたらされた降雪が弱層の上に積もって積雪が不安定になり、弱層が壊れたことがきっかけとなって、表層雪崩が発生したと考えられます。

新しい雪崩危険度情報の検討

那須岳雪崩の調査結果や過去の低気圧の降雪が原因の表層雪崩事例を分析し、地形、上空の風、気温、降雪量等を用いた新たな予測情報を検討しています。図3に示すように、那須岳の表層雪崩発生時の雪崩危険度（赤色が濃いほど危険）について、概ね表現できることを確認しました。

次の2018年の冬から、山岳関係者に新たな雪崩危険度情報を試験的に見ていただき、那須岳周辺を中心に情報の検証を行う予定です。同時に、このような新たな情報も活かした雪崩に関する教育活動にも取り組みたいと考えています。

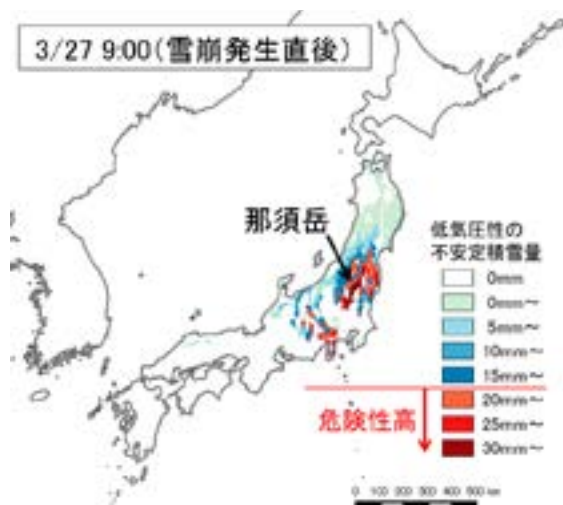


図3 低気圧性の降雪による雪崩危険度検討例

世界防災フォーラム・防災推進国民大会2017

仙台国際センターで平成29年11月25日(土)～28日(火)に世界防災フォーラム、11月26日(日)、27日(月)に防災推進国民大会2017が開催されました。

世界防災フォーラムでは、「陸海統合地震津波火山ネットワークによる防災・減災」をテーマに、気象庁上垣内修地地震火山部長、東北大学長谷川昭名誉教授、防災科研地震津波火山ネットワークセンター青井真センター長らがテクニカルセッションを行い、陸海統合地震津波火山観測網「MOWLAS」(モウラス)を紹介するとともに、観測網で捉えた情報の利活用や将来の展望について議論し、国内外の方に公聴いただきました。

防災推進国民大会2017では、ブース展示とテーマセッションを行いました。

ブース展示ではMOWLASなど、防災科研が

取り組む研究活動をご紹介いたしました。

テーマセッションでは「防災教育の過去、現在、未来」と題し、東京大学地震研究所平田直教授、人と防災未来センター河田恵昭センター長、東京学芸大学渡邊正樹教授、文部科学省吉門直子安全教育調査官、防災科研林春男理事長が登壇いたしました。

クロージングセッション「防災推進国民大会2017の振り返りと今後の展望」では林理事長がモデレーターとして登壇し、活発な議論が行われました。

イベントでは1万人を超える来場者を集め、多くの方にお立ち寄りいただけました。

世界防災フォーラム、防災推進国民大会2017ともに多くの方にご参加いただき、防災科研の取り組みを紹介することができました。



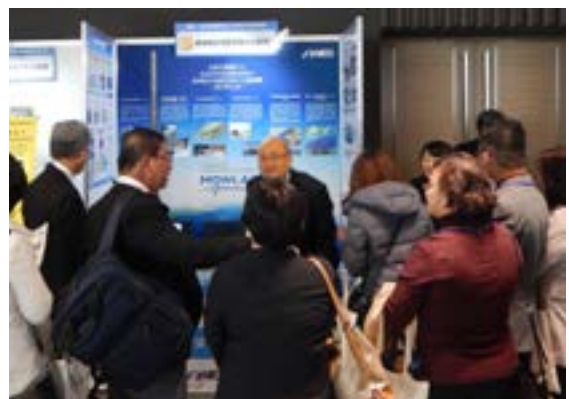
世界防災フォーラムでの会議セッション



クロージングセッションでの林理事長



防災推進国民大会2017でのテーマセッション



展示ブース

シンポジウム 地震津波火山災害に強い社会を目指して～全国を網羅する陸海統合観測網の誕生～

防災科研は、全国の陸域から海域までを網羅する「陸海統合地震津波火山統合観測網」が本格的な統合運用を開始することを契機に、愛称を一般公募し、「MOWLAS」(モウラス)と名付けました。MOWLASを紹介するとともに、遠くない将来に発生が懸念される南海トラフ地震や首都直下地震に向けてどのように備えるべきか考えていくため、平成29年11月29日(水)にイノホールでシンポジウム「地震津波火山災害に強い社会を目指して～全国を網羅する陸海統合観測網の誕生～」を開催いたしました。

水落敏栄文部科学副大臣から来賓挨拶をいただき、防災科研地震津波火山ネットワークセンター青井真センター長による概要説明、東北大学長谷川昭名誉教授による基調講演の後、防災科研岡田義光前理事長をはじめ、さまざまな形でご尽力いただいた5名の方よりメッセージをいただきました。

続いてパネルディスカッションが行われ、モデレーターは国土舘大学山崎登教授、パネリストには東京大学地震研究所平田直教授、気象庁

橋田俊彦長官、JR東日本向山路一常務執行役員、時事通信社中川和之解説委員、タレントの眞鍋かをり様にご登壇いただき、林春男理事長を交えて、観測網の果たす役割などについて活発な議論が行われました。

最後に、愛称の選考委員の名城大学柄谷友香教授から講評、MOWLASをご提案くださった浜口直樹様からご挨拶をいただき、林春男理事長より感謝状を贈呈いたしました。

460名を超えるご来場があり、MOWLASを知っていただく良い機会となりました。

防災科研では、MOWLASの安定的な運用および発展、MOWLASによって得られるデータの更なる活用に努めてまいります。



来賓挨拶 水落副大臣 基調講演 長谷川名誉教授



概要説明 青井センター長



パネルディスカッション



会場の様子



感謝状贈呈

浜口直樹様

行事開催報告

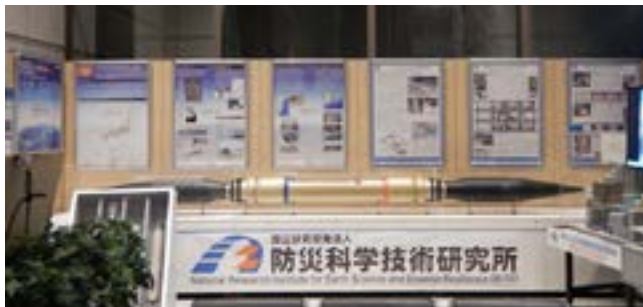
文部科学省 エントランス展示を実施

防災科研では、11月1日から約2ヵ月間にわたり、文部科学省2階エントランスでの展示を実施いたしました。

文部科学省は、様々な来訪者があり、エントランスは常時人が往来しています。今回の展示では、全国を網羅する陸海統合地震津波火山観

測網「MOWLAS」(モウラス)や、兵庫県三木市にあるEーディフェンスの紹介展示を実施させていただきました。

多くの方にお立ち寄りいただき、防災科研の災害に強い社会を実現するための取り組みを知っていただくよい機会となりました。



文部科学省エントランス展示の様子



外側からの様子

受賞報告

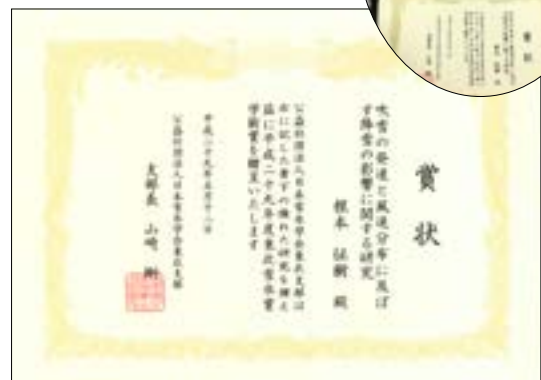
平成29年度東北雪氷賞(学術賞)を受賞しました

雪氷防災研究部門の根本征樹主任研究員が、「吹雪の発達と風速分布に及ぼす降雪の影響に関する研究」で、平成29年度東北雪氷賞(学術賞)を受賞しました。

今回の受賞は、「吹雪の基本的な性質に関する研究を進展させた功績ならびにそれを予測システムに実装し吹雪災害の再発防止に貢献した功績」が評価され、日本雪氷学会東北支部の推薦を受けたものです。

根本征樹主任研究員は、「本研究の推進に当たり、雪氷防災研究センターの職員をはじめとする防災科研の皆様、さらには学会等で議論を深めてくださった研究者仲間や、予測モデルの試験運用にご協力くださった様々な方々(民間

企業、行政、自治体などで防災等に関わる方々)など、大変多くの方々の有形無形のご助力に心より感謝申し上げます」と語っています。



編集・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

発行日

2017年12月20日発行 ※防災科研ニュースはWebでもご覧いただけます。