



防災科研



国立研究開発法人 防災科学技術研究所

極端気象災害研究領域 **雪氷防災研究センター**

National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

Department of Extreme Weather Disaster Research **Snow and Ice Research Center**

— 安全・快適で持続可能な冬の生活の実現を目指して —

我が国の面積の半分以上は豪雪地域に属しており、そこに住む人々はさまざまな雪氷災害に直面する厳しい冬の生活を強いられています。また、あまり雪の降らない地域では少量の降積雪が生活や生産活動に混乱をもたらします。近年では車への依存や高齢化などの社会変化、あるいは地球規模の気候変動などにより、雪氷災害の様相も変わりつつあります。そのような状況下において今なお全国の雪氷災害犠牲者は毎年百数十名にのぼり、近年は局地的に集中する豪雪や湿雪による被害も目立ちます。

豪雪地帯は、豊かな土地、水資源、優れた自然環境、多様な文化、良好な景観等に恵まれているほか、食料の供給地ともなっており、我が国にとって重要な役割を担っています。また、雪を通じた交流活動や、雪国文化を地域ブランド化する取り組みが行われるなど、新たな雪の価値も創出されています。

防災科学技術研究所雪氷防災研究センターでは、降積雪に関する基礎的な研究や雪崩、吹雪、着雪氷などの雪氷災害に関する応用研究を行いながら、科学的知見に基づき標準化された効果的・効率的な雪氷災害対策によりレジリエンスを高めることを目指した取り組みを行っています。また、研究開発によって得られた成果を活用した気候変動適応研究、地域の課題解決や新たな価値創出に向けた研究なども行っています。



組織

国立研究開発法人 防災科学技術研究所

極端気象災害研究領域

水・土砂防災研究部門

雪氷防災研究センター

雪氷環境実験室(新庄雪氷環境実験所)

沿革

<雪氷防災研究センター>

<新庄雪氷環境実験所>

1963(S38). 4 科学技術庁国立防災科学技術センター設立

科学技術庁国立防災科学技術センター

1964(S39).12 雪害実験研究所開所

1965(S40). 3 庁舎、低温実験室完成

1966(S41).12 斜面積雪実験施設完成

1988(S63). 4 長岡雪氷防災実験研究所に改称

1989(H 1). 4 積雪・気象観測ネットワーク開設

1990(H 2). 6 国立防災科学技術センターから防災科学技術研究所に改称

2001(H13). 4 独立行政法人防災科学技術研究所設立

長岡雪氷防災研究所に改称

2002(H14). 3 降雪粒子観測施設完成

2006(H18). 4 雪氷防災研究センターに改称

2013(H25). 4 雪氷防災研究センターを改編(新庄の研究拠点を「新庄雪氷環境実験所」とする)

2014(H26). 3 多相降水レーダー設置

2014(H26).12 雪氷防災研究センター創立50周年

2015(H27). 4 独立行政法人から国立研究開発法人に移行

科学技術庁国立防災科学技術センター

1969(S44).10 新庄支所開所

1970(S45).12 庁舎、低温実験室 完成

1988(S63). 4 新庄雪氷防災研究支所に改称

1997(H 9). 3 雪氷防災実験棟完成

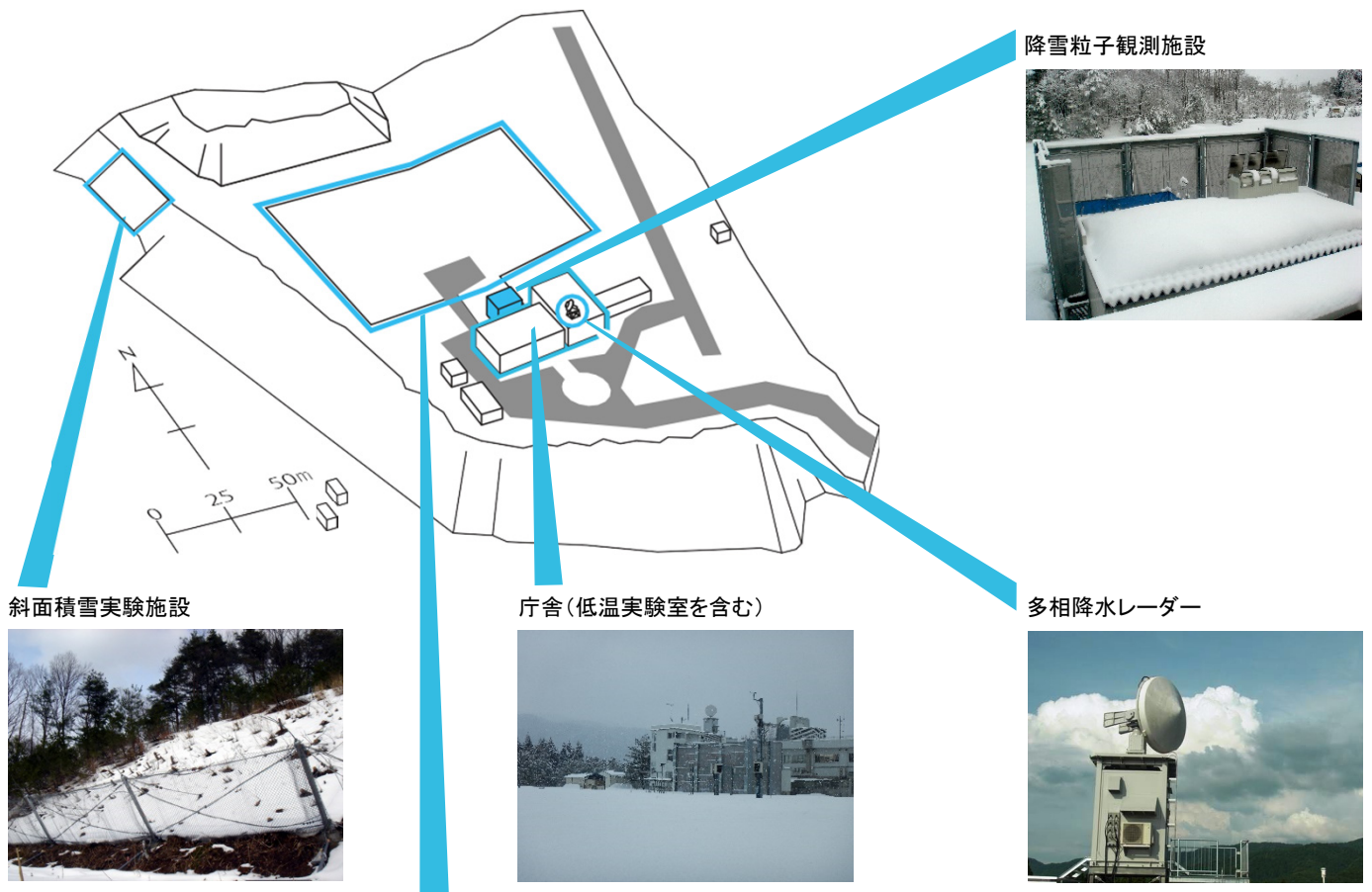
長岡雪氷防災研究所新庄支所に改編

2006(H18). 4 雪氷防災研究センター新庄支所に改称

2014(H26). 3 雪氷用 μ -CT、雪氷用MRI 設置



雪氷防災研究センター



斜面積雪実験施設

降雪粒子観測施設

庁舎(低温実験室を含む)

多相降水レーダー

積雪・気象観測露場と積雪断面観測露場



積雪・気象観測装置

観測露場では、雪氷現象の実態把握や雪氷災害危険度の実況監視技術および雪氷災害予測技術を開発するために気象要素、降雪物理量、積雪物理量および積雪断面観測を行っています。雪氷防災研究センターが位置する新潟県長岡市は、降雪地帯の南限に位置しており気温 0°C 前後で雪が降ることが多い地域です。融点に近い温度で雪が降り積もるので、水分を含む湿り雪(以後、湿雪)が多く存在しているというのがこの地域の降積雪の特徴です。湿雪の雪氷現象を把握するために、観測露場では降積雪物理量の詳細な観測を実施しています。物に付着しやすく密度が大きいという性質を持つ湿雪を詳細に観測している機関は世界的に見てもあまりありません。観測露場では、広大な露場敷地を活かして新型気象観測装置、新型積雪観測装置、難着雪性部材などの性能評価のほか屋根雪重量計測装置やGNSS、SAR衛星を用いた積雪計測技術の開発等を民間企業や研究機関との共同研究を通して実施しています。また、取得データは気象庁や世界気象機関(WMO)のGlobal Cryosphere Watchに提供を行っており、世界の雪氷状況把握の一端にも寄与しています。



降雪観測装置



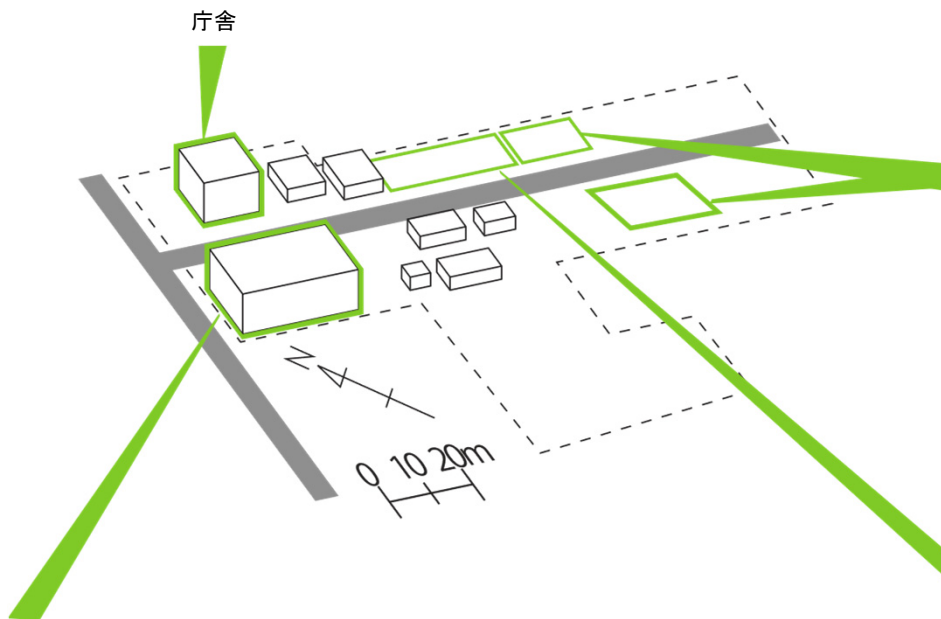
屋根雪の重量が実際に測れる試験棟



金網フェンスに掛かる積雪荷重を調べるための試験体



新庄雪氷環境実験所



積雪・気象観測露場



積雪断面観測露場



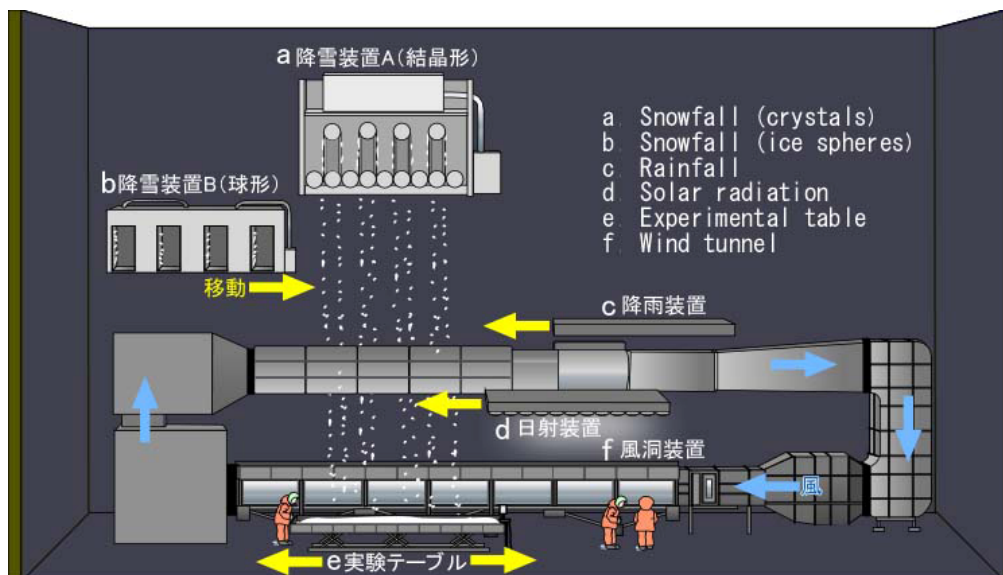
雪氷防災実験棟の外観

雪氷防災実験棟

雪氷防災実験棟は、雪氷圏に起こる様々な現象を実験室レベルで再現できる世界最大規模の施設です。特に、天然の雪に近い結晶形の雪を大量に降らす装置を備えたものとしては、世界唯一のものとなります。夏でも自然に近い降積雪状態を再現し、それが人工的に制御された環境によってどう変化するかを追跡することが可能です。したがって、自然現象が起こるのを待つことなく、様々な実験条件に基づく効率的な研究が行えます。また雪氷用 μ -CTや雪氷用MRIなど最新の測定機器も取りそろえ、積雪の微細構造解析など世界最先端の研究が行えます。



低温実験室(降雪時)



実験装置概略図



雪氷用 μ -CT



雪氷用MRI

観測・予測技術の高度化による雪氷災害レジリエンス向上研究

近年、日本海寒帯気団収束帯(JPCZ)などに起因する集中豪雪が多発するなど、雪氷災害は頻発化・激甚化し、多大な人的・経済的損失といった深刻な社会活動問題となっています。また、首都圏をはじめとする豪雪地帯以外の地域でも突発的な降雪により都市機能が麻痺するなど、都市社会の雪に対する脆弱性が表面化してきています。気候変動に伴う環境の変化は、雪の降り方だけでなく、積もった雪の性質にも影響を及ぼしており、雪氷災害の様相自体も変わってきています。一方で、雪氷災害対策の最前線を担う地方公共団体やインフラ管理者等を取り巻く環境は、過疎高齢化、財政の悪化などといった厳しい状況に置かれています。雪氷災害対策は地域・組織毎で課題や対応に違いがあるため、標準的な災害対策・対応手法が未だ確立されておらず、対策の成功事例の横展開もなされていないといった大きな課題があります。日本の面積の半分以上を占める雪国も含め、わが国全体の冬期における安全・安心な生活を、将来にわたり持続可能なものとするためには、雪氷災害に関する観測・予測技術の更なる向上が必要です。また、それらから得られる科学的知見に基づき標準化された雪氷災害への対応・対策手法を開発することにより社会のレジリエンスを高めることも求められています。さらに、長期的な視点からの気候変動への適応や気候変動に伴う将来の雪氷災害のリスク低減の対策も必要です。

本プロジェクトでは、このような問題意識のもとで、二つのサブテーマを推進します。一つ目のサブテーマは、「センシングとシミュレーションの融合による総合的雪氷災害リスク情報の創出研究」です。このテーマでは、これまで培ってきた観測・予測技術や雪氷防災実験棟等の実験・計測環境の強みを活かし、雪氷災害に関連する現象をセンシング・シミュレーションする技術の高度化を実施します。さらに、センシング技術とシミュレーション技術を高度に連動させることで、多様な雪氷災害種別やそれらによる被害に対応可能な総合的な雪氷災害ハザード・リスク評価技術を確立します。それらにこれまで考慮されていなかった社会的脆弱性の影響を統合することで、具体的な施策の根拠となるハザード・リスク情報を創出する技術開発を行います。二つ目のサブテーマは、「雪氷災害情報の活用方法と対策手法の標準化に関する研究」です。このテーマでは、国・地方公共団体・民間企業などのステークホルダーと共創しながら、研究で生成される情報プロダクツの試験配信の実施やその情報を活用した効果的かつ効率的な雪氷災害対応手法の体系化・標準化を目指します。これらの研究を通じて、わが国全体の冬期における持続可能な安全・快適な生活の実現を目指します。

社会

雪氷災害に対する
レジリエンス向上

冬期における
安全・快適な生活
気候変動適応

環境、技術、人口など
社会の変化によって
生まれる課題

新たに求められる
雪氷災害に対する
レジリエンス

研究成果の社会実装

社会からのフィードバック

観測・予測技術の高度化による雪氷災害レジリエンス向上研究

1 センシングとシミュレーションの融合による総合的雪氷災害リスク情報の創出研究

リアルタイム雪氷災害危険度把握技術の開発

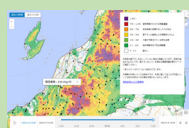
いつ、どれくらい、どの範囲で、どの類いの雪氷災害リスクが高まっているかを迅速に把握する技術の構築

マルチスケール雪氷災害予測技術の開発

異なった予測時間スケール、空間分解能、災害、対象物等に対し、モデルを結合することでシームレスに予測する手法の開発

総合的雪氷災害ハザード・リスク情報の創出

具体的な雪氷災害対策の根拠となる、観測・予測情報に社会的脆弱性による影響を加えて統合したハザード・リスク情報



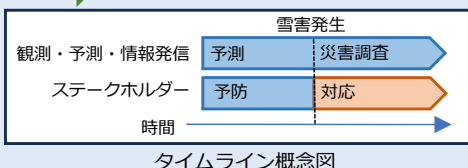
2 雪氷災害情報の活用方法と対策手法の標準化に関する研究

効果的・効率的な
雪氷災害対応手法の
体系化・標準化
タイムライン作成

情報配信の試験運用

情報利活用

配信



降雪に関する研究

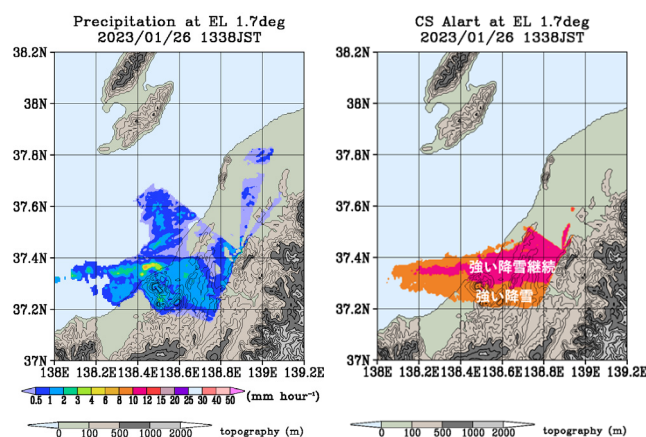
集中豪雪など降雪に起因する災害を軽減するためには、降雪がどこでどれだけ強く降り続けているかを監視しつつ、今後の降り方を予測することが大切です。

広域の面的な降雪状況の監視には、気象レーダーによるリモートセンシングが有効です。一方、観測対象である降雪粒子には形状や密度などの粒子特性に大きな幅があり、それが気象レーダーによる定量的な降水強度推定の誤差要因になっています。そのため、雪氷防災研究センターに設置した多相降水レーダーと、そのレーダー視野内に展開した複数の地上降雪粒子観測サイトを組み合わせることで、広域の面的な降雪強度を精度良く推定するための手法の開発を進めています。さらに、山間地に展開した積雪観測点と合わせて豪雪を監視するためのシステムを構築し、これらの観測データから大雪をもたらす降雪機構の研究や集中的な降雪を検知する情報(集中豪雪アラート)を創出する技術の開発も行っています。

降雪状況の予測には気象モデルが用いられます。冬期には、気象モデルを用いた予測計算を実施し、気象要素のほか降水量や降水形態(雪片やあられ、みぞれなど)の推定を行い雪氷災害発生予測に活用しています。また、気象モデルの中の降雪現象に関わる雲物理過程の改良に向けた観測やそれに基づいたモデリングの研究も進めています。



雪氷防災研究センター(図の右上)に設置された多相降水レーダーの観測視野内に配置された降雪粒子観測点
(f1:長岡、f2:柏崎、f3:上越、s1:栃尾田代、s2:西山薬師、s4:十日町)



2023年1月26日の非常に強い寒気に伴い新潟県中越地域で生じた集中降雪時の多相降水レーダーによる降水強度(左図)と集中豪雪アラートの表示(右図)

雪片やあられ、みぞれなど冬期にみられる多様な降水形態は、雪崩、吹雪、着雪などの雪氷災害の起こりやすさとも密接に関係しており、どのような雪が降っているかを把握することが重要です。観測などからどのような雪が降っているかを客観的に評価するためには、降雪粒子の特性をよく知る必要があります。降雪粒子観測施設では、降水粒子の大きさや落下速度、結晶形、重さなどが計測・観察できます。それらの情報をリファレンスとすることにより地上降雪粒子観測サイトでも利用されている光学式ディストロメーターから、どのような雪が降っているかを把握するための手法を開発しています。

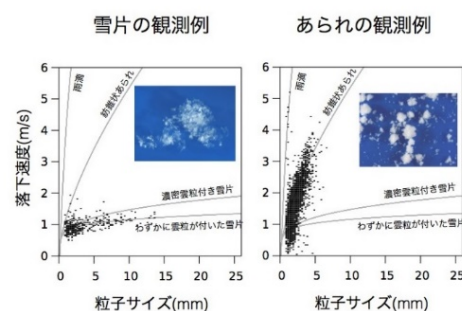
非常に強い降雪や厳冬期から融雪期にかけて様々な降水形態での降雪がもたらされる新潟県をフィールドに、様々な研究者やステークホルダーと共にどのような地域にも適応可能な降雪の研究を進めています。



防風ネットに囲まれた降雪粒子観測施設



施設内に設置されたビデオ画像から降雪粒子の落下特性を計測する装置(左)
この装置による典型的な雪片とあられの観測例(右)

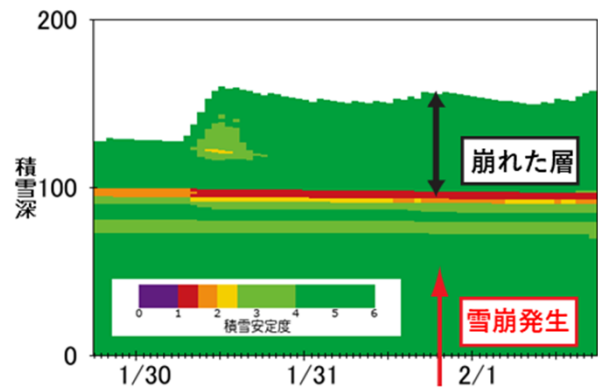


積雪に関する研究

積雪深や密度、雪質などの積雪層構造の情報は、雪氷災害の発生を予測するために不可欠です。しかし、実際に現地観測を行ってそれらの情報を広範囲に得ることは困難です。そこで、積雪の物理特性を広域に知るために数値モデル(積雪変質モデル)が利用されます。雪氷防災研究センターで用いている積雪変質モデル(SNOWPACK)は、気象条件に応じた積雪状態を計算し、雪質を含む積雪中の各々の層の物理量の変化を精度よく予測することができます。これにより、見た目だけでは分からない雪の重さや、堆積後の温度環境に伴う弱層の形成、積雪底面から流出していく水の量等が推定でき、雪崩などの雪氷災害の発生危険度を予測することが可能になります。温暖な日本の雪国では湿雪に関する研究が進んでおり、雪氷防災研究センターで行った積雪中の水分移動に関する研究成果がSNOWPACKに組み込まれています。最近では、弱層になりやすい降雪結晶が降った後に起こる雪崩の予測研究など、現在の積雪変質モデルでは予測の難しい雪氷災害を予測可能にするための研究も進めています。

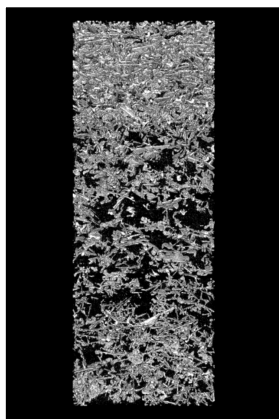


積雪変質モデルを用いた積雪物理計算スキーム

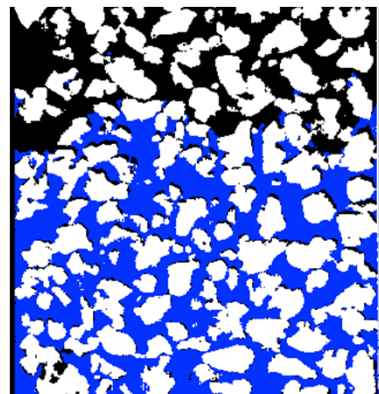


積雪変質モデルを使った雪崩予測

積雪は複雑な3次元構造をしています。そのため積雪変質モデルの予測精度向上には、積雪の微細構造を非破壊で測定し、積雪の3次元構造と物理特性との関係を明らかにする必要があります。雪氷防災研究センターでは雪氷用X線断層撮影装置(μ -CT)による積雪微細構造解析や雪氷用MRIを用いた積雪内部の含水率分布の測定を行っています。それらの研究を基に湿雪雪崩や融雪地滑りなど、湿雪の予測に重要な積雪中の水分移動を計算できる3次元水分移動モデルや積雪微細構造モデルの開発を行っています。



雪氷用 μ -CTで撮像された詳細な積雪構造



雪氷用 μ -CTと雪氷用MRIの解析結果を重ね合わせて求めた積雪の微細構造と詳細な水分分布との関係
黒:空隙、白:雪粒子、青:水分

このように高度化された積雪変質モデルは、雪崩発生予測(10ページ)のほか、雪の重さを計算して雪下ろしの判断に使ってもらう情報発信システム「雪おろシグナル」の開発(13ページ)等、様々な雪氷災害情報創出に使われています。



雪氷防災実験棟を使った実験

雪氷防災実験棟では、天然雪を模擬した人工雪を降らすことができる降雪装置を中心に様々な装置との組み合わせにより雪氷現象の再現に基づくメカニズム解明や雪氷災害要因の解明・モデル化、着雪・落雪・吹雪等の雪氷災害対策の検証に取り組んでいます。

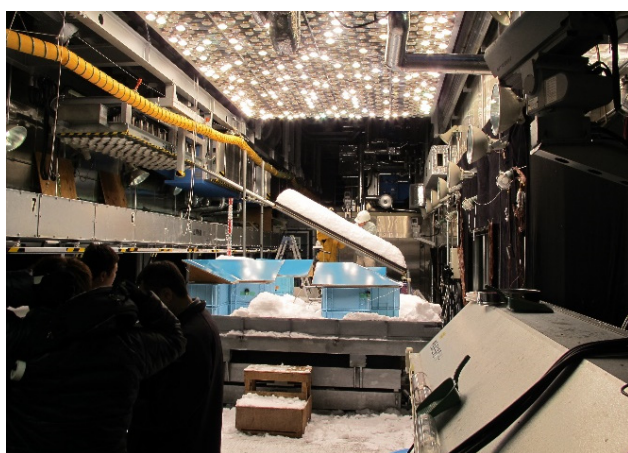
「湿雪による信号機への着雪試験」、「人工雪を積雪させた後、降雪テーブルを傾斜させることにより山地斜面を模擬した雪崩試験」や、「ソーラーパネルの積雪が日射により落雪する過程を解明する試験」、「屋根雪が降雨の影響により荷重増加することによる倒壊危険性を検討する試験」など様々な実験が共同で実施されています。また「人工雪を風洞に供給することにより、防雪柵や防風林の効果検証に関する試験」、「レーザ照射により雪粒子の挙動を可視化し、家屋周辺の吹き溜まりのメカニズム解明に関する試験」等、風を伴った雪氷現象の実験を実施することもできます。



信号機の着雪再現試験



降雪テーブルを傾斜させた雪崩試験



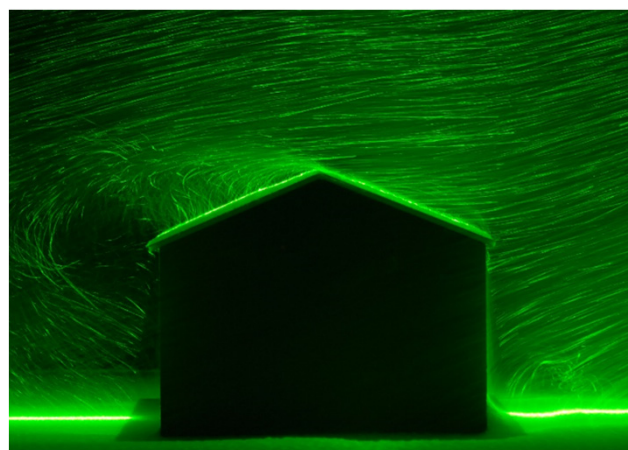
日射装置を利用したソーラーパネルの落雪試験



降雨装置を利用した屋根雪荷重試験



風洞試験による防雪林の吹き溜まりの効果検証



レーザを用いた風洞試験による家屋周辺の飛雪粒子の可視化

観測研究／災害調査

雪の性質は気象状況によって大きく変化するので、雪氷圏の環境は気候の変動に敏感に反応します。気象とそれに対応した積雪の状態を長期間にわたって観測することで、気候変動に伴い雪の量や雪の性質（乾雪か湿雪やパウダースノーなど）がどのように変化するかを知る手掛かりになります。

また、雪氷災害が発生した際に現地の降積雪状況を実際に観測することで、災害の原因や実態を把握できるだけでなく、雪氷災害を予測するシミュレーションの開発・検証のために必要な基礎データとして活用することができます。

積雪と気象の観測

一般的な気象観測は、人が住んでいる地域を対象にしていることが多いため、雪の多い山地の気象状況を知るのは困難です。当センターでは30年以上にわたり山地に積雪・気象観測ネットワーク(SW-Net)を展開しており、蓄積されたデータから雪の量や性質の長期的な変動を把握することができます。また、センター所在地（長岡市・新庄市）でも多岐にわたる気象観測を実施しているほか、定期的に降積雪の量だけでなく積雪の温度・重さ・硬さなどの性質も詳しく観測しています。

これらのデータの一部はホームページでリアルタイムで公開しているほか、研究機関や自治体・企業などが共同研究を行う際に基礎資料として使用することができます。SW-Netの積雪深データは、気象庁が令和4年4月に公開した「メッシュ平年値2020（1991-2020年の30年間の気象観測値について平均した平年値を1kmメッシュで推定したもの）」の最深積雪データにも利用されています。



新潟県妙高笹ヶ峰観測点（標高1310m）



雪を掘って積雪の性質を調べる積雪断面観測

雪氷災害の調査

雪氷防災研究センターでは雪氷災害の状況把握のための現地調査を行っています。場合によっては、災害対応や復旧活動の関係者への支援、マスコミを通じて住民への安全な災害対応の啓発も災害調査の大きなミッションとなります。たとえば、雪崩調査では、実際に雪崩が発生した現場を道路管理者と調査し、通行止めなどの対策のアドバイスを実施しています。また、雪崩監視カメラを設置し、雪崩発生予測や運動シミュレーションの精度向上のためのデータを取得しています。さらに、雪氷防災研究センターが保有する観測車で道路や周辺の雪氷災害の状況を自動撮影しながら効果的にデータを取得しています。災害調査により得られた情報や調査結果は迅速にホームページ等を通して公開をしています。



移動観測車によるスタック発生状況調査
（新潟県柏崎市）



県職員と雪崩現地調査を行い応急対策を
アドバイス（山梨県甲府市）



大雪の現地調査とマスコミを通じた安全な
災害対応の啓発活動（新潟県長岡市）



雪氷災害の発生メカニズム研究

雪崩の発生メカニズムと予測に関する研究

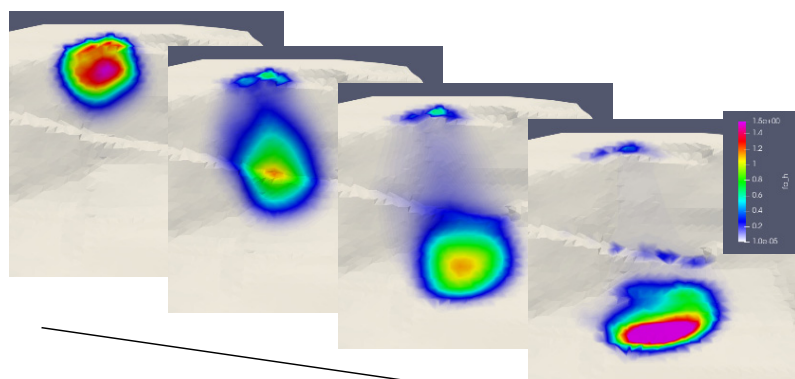
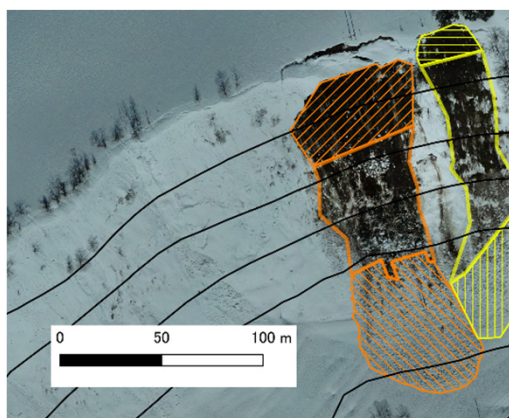
雪崩は斜面に積もった雪が落ちようとする駆動力が落ちまいとする支持力より上回った時に発生します。雪崩により、毎年多くの道路が通行止めになるなど、雪崩を精度よく予測することは雪国の安全・安心な生活のためには非常に重要です。雪崩が発生しやすく危険な状態かどうかを予測するためには、斜面に積もった雪の状態、特に弱層の存在の有無を推測する必要があります。それを可能にするため、積雪変質モデルSNOWPACK(7ページ)を用いて雪崩の発生しやすさの指標となる積雪安定度を予測する研究を行っており、実際に一部の雪崩斜面に対しては雪崩発生予測の試験的な運用も行っています(14ページ)。この雪崩発生予測の精度向上のために、雪崩が発生する様子を監視する気象・雪崩観測点を本州中部から北部を中心に設置し、予測結果と実際の雪崩発生日の検証や、雪崩発生に寄与する気象要因の分析などを行っています。さらに弱層になりやすい降雪結晶に関する研究や、吹雪による積雪再配分に伴う雪崩危険度の変化、集中豪雪に起因する雪崩に対応するための降水レーダーを利用した高解像度な雪崩危険度分布予測システムの開発など様々なタイプの雪崩の発生を精度よく予測するための研究を進めています。さらに、ニセコなどスキーリゾート地域と連携して、現場の経験と科学的な雪崩の予測手法を組み合わせた新たな雪崩危険度情報を発信する研究も進めています(15ページ)。また雪崩の被害を考える際には、雪崩がどこまで到達するかも重要となってきます。そのため雪崩が斜面を流下する様子をカメラで撮影し、そのデータを基に雪崩の速度や到達距離の解析を実施したり、雪崩の内部構造の測定を実施するなど、雪崩の運動をシミュレーションするモデルの改良に向けた研究を実施しています。また雪崩の発生を捉えるためのセンシング技術の開発も行っています。



積雪中のある層で駆動力が支持力を上回ること(弱層)により発生した表層雪崩発生後の写真
雪崩の後でも積雪が残っているのが表層雪崩の特徴



雪崩の運動や発生を測定する装置
斜面に設置した雪崩の内部構造測定用センサ(左)
雪崩発生を検知するための地震計(右)



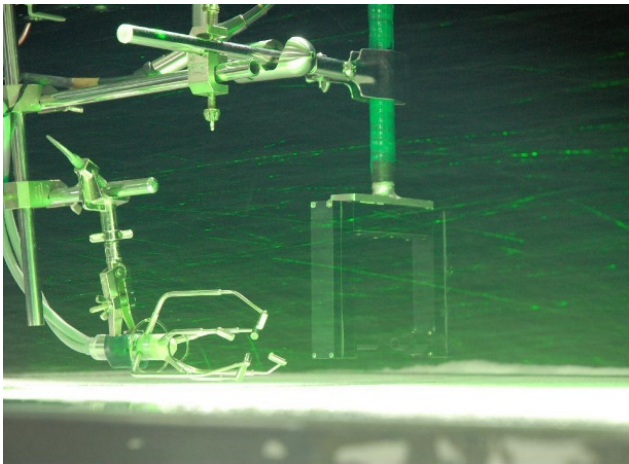
山形県大蔵村における全層雪崩発生後のオルソ画像(左)と同雪崩の運動を数値シミュレーションした結果(右)

雪氷災害の発生メカニズム研究

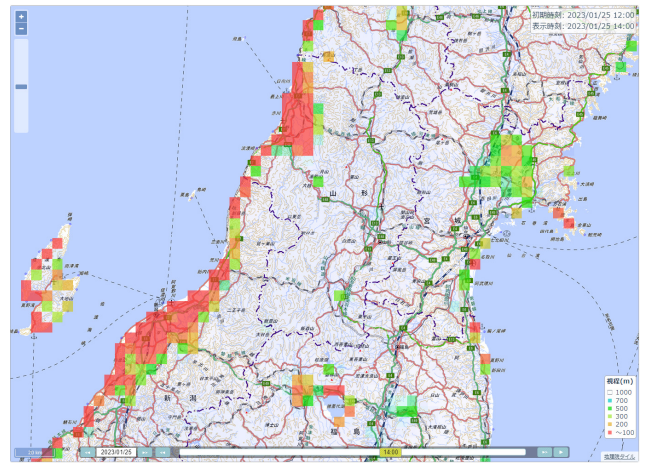
吹雪の発生メカニズムと予測に関する研究

吹雪とは、風によって地面に積もった雪、または降ってくる雪が飛ばされる現象で、前者を区別して地吹雪と呼ぶことがあります。雪面にある雪は風によって空中に取り込まれて加速され、加速された雪粒子が雪面に衝突し、衝突によって雪面の雪粒子が空中に取り込まれ、それらが風に加速され…という現象を繰り返すことで吹雪は発達していきます。吹雪によって運ばれた雪は、不均一な積雪(吹きだまり・雪庇)を形成します。

発達した吹雪は、視程障害や立ち往生の原因となり、時に人命も脅かす、非常に危険な災害となります。そこで吹雪の発生・発達過程を、低温風洞実験や野外観測によって明らかにする研究を行っています(左図)。それらの研究を基に吹雪災害の被害低減を目指して、吹雪発生に伴い低下する視程の分布を予測するモデルを開発しています(右図)。また、複雑な地形上での吹雪強度、吹きだまりを計算する吹雪のシミュレーションの開発を行っています。



吹雪の内部構造や発達過程を調べるための風洞実験

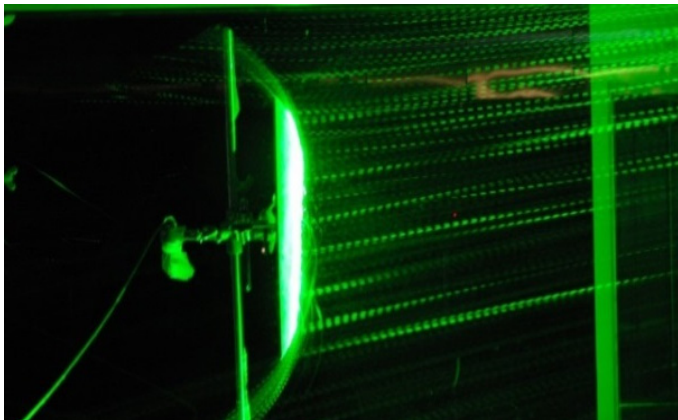


吹雪予測モデルによる視程分布の例

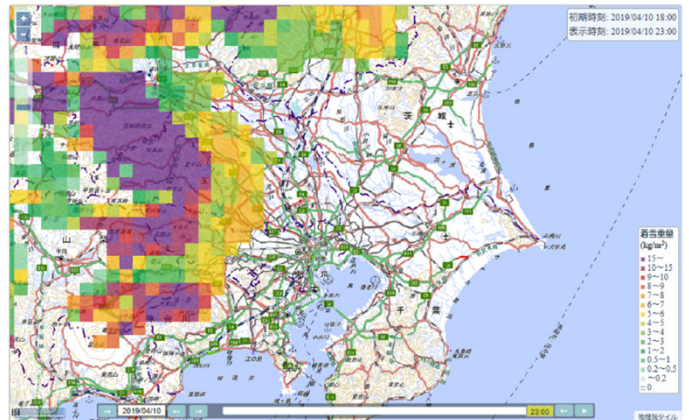
着雪の発生メカニズムと予測に関する研究

気温0℃付近の比較的暖かい環境下で降る雪は、水を含んで濡れた状態です。濡れた雪は付着力を持つため、信号機や道路標識、高層建築物等にくっつくことがあります。そのような着雪によって、信号機や道路標識の視認性の悪化や、着雪して塊となった雪の落下等の問題が発生します。雪があまり降らない首都圏でも高層建築物が多いために着雪現象は問題となっています。

このような着雪の発生予測のために、着雪現象に対する降雪粒子の種類や含水状態、風向風速、気温、構造物の形状等の影響について、低温風洞実験(左図)や野外観測を実施し、着雪予測モデルの開発に取り組んでいます(右図)。また、様々な状態の雪ブロックを高所から落下させることで、落雪による被害防止を目指した研究も実施しています。



着雪の成長過程を解明するための風洞試験

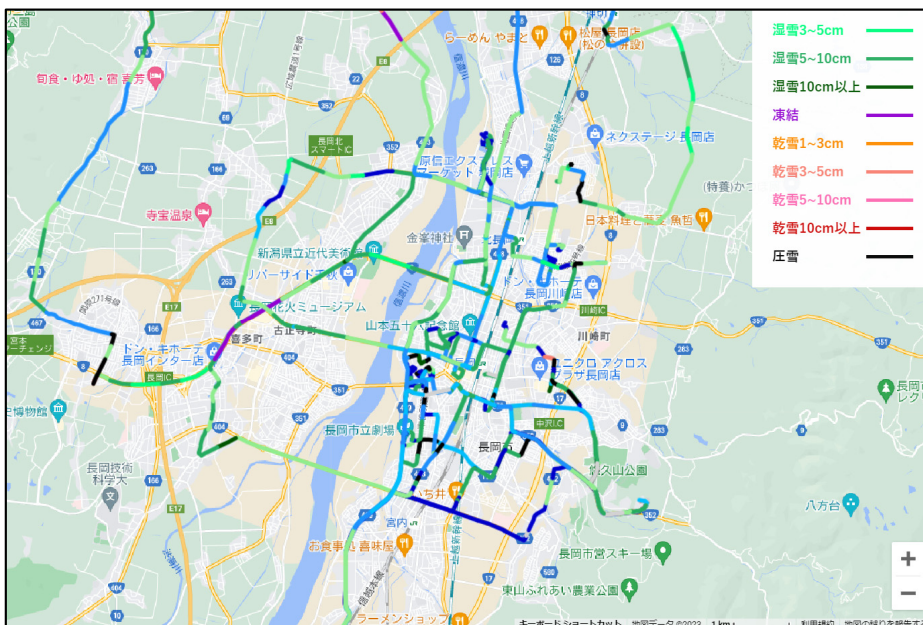


首都圏における着雪重量の予測例

冬期道路管理効率化研究

冬期道路状態の観測と路面状態自動判別システムの開発

近年多発している車の立ち往生やそれに起因した長時間の車両滞留を予防するための研究の一環で、気象観測測器を搭載している移動観測車を利用した広域雪氷路面観測を定期的の実施しています。また、車両に設置したスマートフォンから得られる画像情報からAI技術を用いて路面状態を判別・可視化するシステムを構築しています。様々な道路管理者の協力を得ながら本システムを試験的に運用することで、冬期路面状態を面的かつ正確に把握するための取り組みを実施しています。また、それらの情報を基に除雪や凍結防止剤散布等の効率的かつ正確な道路管理を実現するための研究も行っています。



移動観測車外観(上)

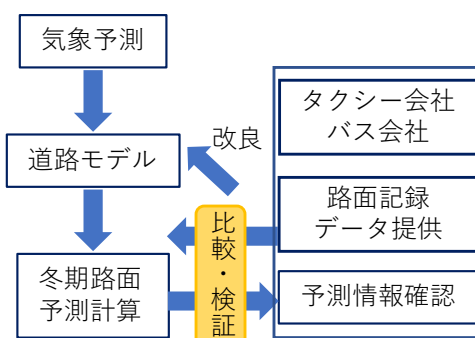
観測車内に設置した路面状態判別用のスマートフォン(下)

スマートフォン画像を用いたAI路面判別システムの表示結果例

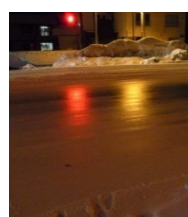
道路雪氷状況予測に関する研究

雪国では大雪や路面凍結による車の立ち往生や交通事故を減らすため、道路除雪や凍結防止剤の散布が行われています。これらは冬期の安全な交通網を確保する一方で、雪国の地域経済を圧迫する一因となっています。そのような道路除雪や凍結防止剤散布を効率的に行うには、降雪や路面凍結などの道路雪氷状況を事前に知り、的確に対応する体制の構築が求められています。

そのためにはいつどこで路面状態が凍結路面や圧雪路面、シャーベット等に変化するかの情報が必要です。そこで気温、日射量、放射冷却、降雪量等の情報を考慮した路面温度や路面の積雪量を計算するモデルの開発を行っています。路面の雪氷状態は自然積雪と異なり、除雪、車両熱、薬剤散布など様々な人為的要素の影響があるために、モデルではそれらを考慮する必要があります。そのようなモデルを構築するためには、自然条件で起こる雪の変化と人為的影響が入った実際の雪氷路面の観測情報を比較し、どのような違いが発生したかを推測し、除雪や車両熱などの人為的要素を定式化してモデルに組み込む必要があります。そのための路面情報を取得するために、AI路面判別システムによる路面判別結果収集のほか、タクシーやバスの運転手からも雪氷路面状況の情報を提供してもらっています。それらの情報を活用し道路雪氷モデルの検証・改良を進めています。



路面予測情報作成までの流れと予測精度向上に向けた取り組みの相互関係



凍結路面



圧雪路面

屋根雪事故防止に向けた研究

雪おろシグナルの運用と高度化

多量の雪が家屋の屋根に積もった時には、雪下ろしをしないと倒壊の恐れがあります。一方で、雪下ろしは滑落等のリスクがある危険な作業でもあるため、的確なタイミングで必要最低限に実施するのが望ましいです。雪おろシグナルは的確なタイミングでの雪下ろしの判断材料に使ってもらうために開発した雪の重さの情報を発信するシステムです。気象庁や国土交通省、自治体等が観測している積雪深の情報を利用し、積雪変質モデル(7ページ)を用いてその地域の積雪の重さを計算しています。その結果をウェブマップ上に積雪の重さの分布の情報として表示しています。積雪の重さは、家屋倒壊の危険度のレベルに合わせて色分けしています。1平方メートルあたり300-500キロを黄色、500-700キロを橙色、700-1000キロを赤色で表示しており、それぞれの色は、雪下ろしを推奨、空き家など構造的に弱い家屋倒壊の恐れがある、家屋倒壊の恐れがあるということを意図しています。300キロ以下の場合は比較的安全な状態を示すことを意図して緑色や黄緑色にしていますが、大雪が予報されている場合には屋根の雪の重さが急激に増加することがあるため注意が必要です。

冬の間に雪下ろしを行っている場合は、雪おろシグナルからリンクされているサブサイトの積雪荷重計算サイト(右上図)を利用することにより雪下ろし実施後に積もった積雪の重さを計算することができます。サブサイトの地点キーワードの欄に調べたい地域名を入力して検索し、居住地のコンボボックスから最も近い場所を選択します。その後、雪下ろしの実施日と現在の日付を入力すると雪下ろし実施後に積もった積雪の重さが計算されます。

首都圏など雪の少ない地方では積雪深の観測があまり行われていないため、同じ手法で雪の重さを推定することはできません。そのような地方に対しては、気象庁の解析積雪深を代用することで積雪の重さの分布を計算しており、ソラチェックという防災科研のサイト(<https://isrs.bosai.go.jp/soracheck/storymap/>)で見ることができます。

2018年に新潟県で始めた雪おろシグナルは年々拡大を進め、2024年時点では北海道(右下図)、東北、北陸全域に加え、その他の特別豪雪地帯も一通りカバーしています(左下図)。その年の雪の量にもよりますが、1冬期あたり5万件ほどのアクセスがあり、的確な雪下ろしを促すだけでなく、現段階では雪下ろしはしなくて大丈夫であることを判断する際にも役立てられています。



雪おろシグナルのサイトにアクセスするためのQRコード

<https://seppy.bosai.go.jp/snow-weight-japan/>

新潟県版 積雪荷重計算 (2023-10-23 14:06) [\[使用説明\]](#)

他県版に移動 [北海道版](#) [青森県版](#) [秋田県版](#) [山形県版](#) [福島県版](#) [新潟県版](#) [富山県版](#) [長野県版](#) [石川県版](#) [福井県版](#) [岐阜県版](#) [静岡県版](#)

1.地点キーワード

例1. 長岡市、例2. 柏市

2.居住地

3.雪下ろし実施日

4.現在

(2022/11/21 - 2023/04/30)

5.積雪荷重計算

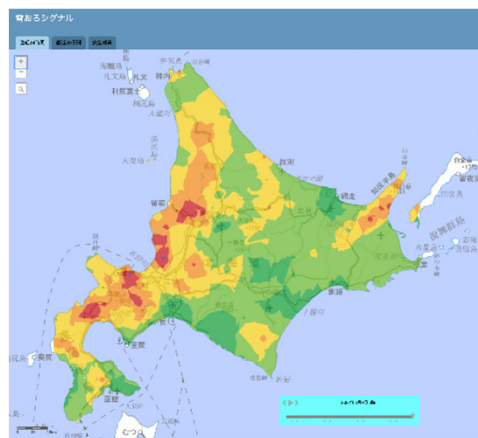
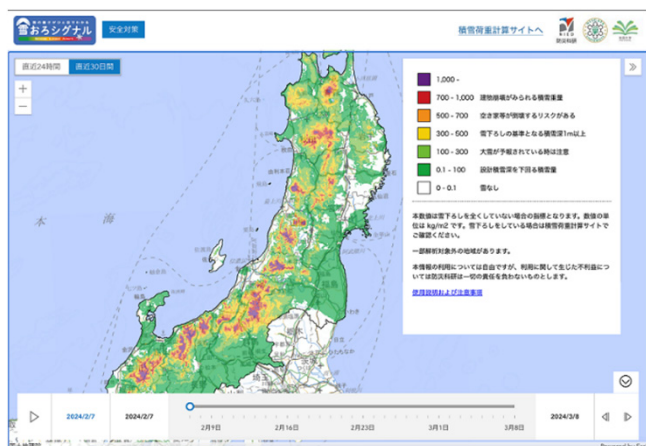
現在の積雪荷重 = kg/m^2

備考

- 300kg以上になると雪下ろしの基準となる積雪深1m以上の雪になります。
- 500kg以上になると空き家等が倒壊するリスクがあります。
- 700kg以上になると建物倒壊がみられる積雪重量になります。

積雪荷重計算サイトの画面

このサイトでは雪下ろし後に積もった雪の重さを知ることができます



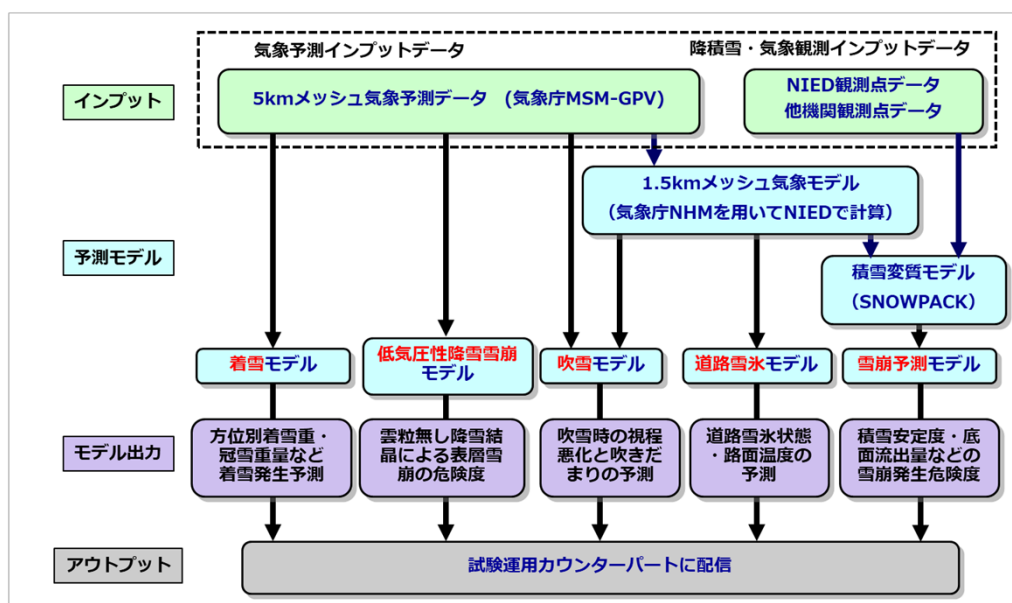
雪おろシグナル表示画面 本州版(左)と北海道版(右)

雪氷災害発生予測システムと試験運用・情報統合化

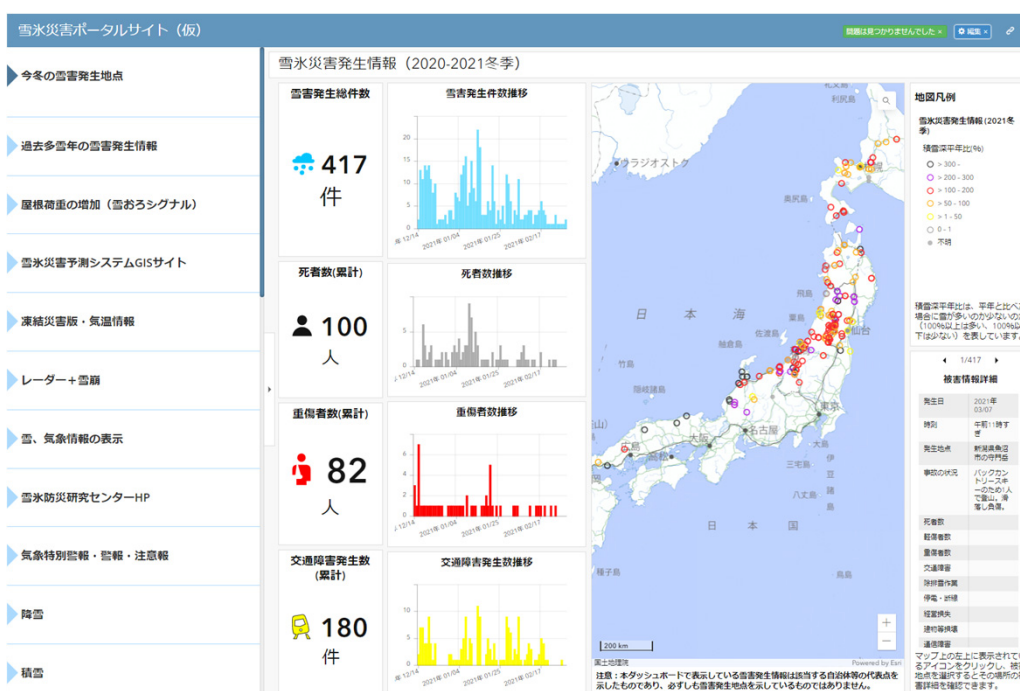
雪氷災害発生予測システムの運用と高度化

雪氷災害発生予測システムは、気象予測や降積雪観測データをインプットし、複数のモデルを組み合わせ各種雪氷現象をシミュレーションすることで雪氷災害の発生を予測するものです。雪氷災害対策のための情報として最適な形およびタイミングで社会に提供することを目指して、冬期間リアルタイムでWebによる情報提供する試験運用をステークホルダーと連携して実施しています。試験運用を通じて、利用者からのフィードバックを得ることで実用化に向けた課題の抽出、解決を行っています。さらに、一部は社会インフラ事業者と協力体制を構築し、一歩踏み込んだ実証実験も開始しています。

また創出された情報を有効活用するための雪氷情報を統合するサイトの開発等、国・地方公共団体・民間企業のステークホルダーと共創しながら、効果的かつ効率的な雪氷災害対応手法の体系化・標準化を目指した取り組みも行っています。



雪氷災害発生予測システムの全体構成

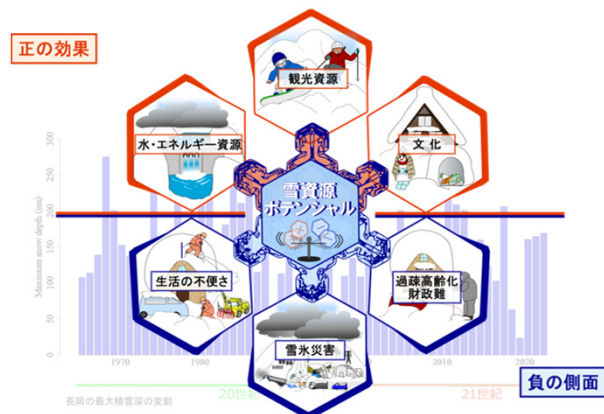


雪氷情報統合サイトのWeb画面

共創に基づく研究

雪資源ポテンシャルという概念の提案

雪は雪氷災害を引き起こしたり、生活の不便さを引き起こすなど負の側面がある一方で、水資源や観光資源など、地域に恩恵をもたらす正の効果も持っています。そこで雪を資源と考え、総合的に評価する雪資源ポテンシャルという概念を提案しています。雪の負の側面を減らすのはもちろん、正の効果を増やすことで、結果的にその地域の雪資源ポテンシャルを総合的にプラスにし地域を豊かにすることを目指した研究を、地方自治体や企業等との共創のもと、実施しています。



「雪資源ポテンシャル」の概念図

冬期道路勉強会

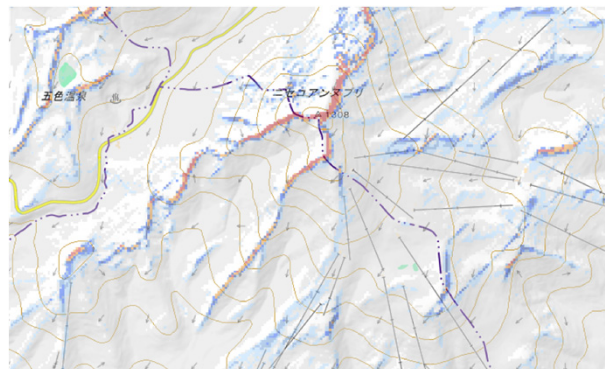
雪国にとって、冬期の道路確保は重要な課題です。しかし高齢化による除雪の担い手不足、地域財政の悪化など、冬期道路管理を取り巻く環境は、厳しさを増しており、効率的な冬期道路管理が求められています。一方で、道路の種別によって道路管理の担当が変わります。そのため、成功事例などの情報共有が難しいというのが現状です。そこで、各道路の管理部署（国交省、県、市町村、高速道路）の方々と、意見交換をする「冬期道路勉強会」を、毎年冬の始まる前と終わった後に開催しています。勉強会では、冬期道路管理で困っていることや成功事例を共有するとともに、雪氷防災研究センターの研究成果を紹介するなど、現場と研究者の交流の場としても活用しています。それらを通じて、現場のニーズを把握し、社会に役立つ研究実施を目指しています。



「冬期道路勉強会」を通じた各道路管理部署の方々との意見交換

自治体・スキー場と組んだ科学的知見に基づく雪崩安全管理に向けた研究

雪国にとって、スキーなどのウィンタースポーツは、観光の要となっています。しかし近年はバックカントリーが盛んになったのに伴い、スキー場外での雪崩事故が多発しています。そこで自治体やスキー場との共創に基づき、科学的手法によるスキー場の雪崩安全管理を実現するための研究を実施しています。この研究を通じて、地元有識者の経験を科学的に定量化することで、経験に依存しない持続可能な雪崩安全管理の実現を目指しています。



数値モデルによるスキー場を含んだ山麓全体の雪の吹き溜まり予測

産官学の取り組み

雪氷防災研究センターの有する技術・資源を求心力とし、趣旨に賛同・共感する地元の企業、大学、行政等が加わる形の雪国イノベーションネットワーク（通称：スノーコイン Snow CoIN）という組織を立ち上げ、『雪国と防災の課題解決に向けた「ラストワンマイル」をつなぐ新しい「価値」を生み出す』ことを目指して活動しています。「冬期道路勉強会」もこの活動の一環として行われています。



海外機関との協力

スイス、フランス、イタリア、ノルウェー等にある雪の研究所と包括的研究協力協定を締結するなど、各国の研究機関と協力して研究を進めています。そのほかの海外の研究機関（アメリカ、韓国等）の研究者とも積極的に共同研究を行っています。

共同研究など

プロジェクト研究以外にも、科学研究費等の外部資金による研究、外部組織との共同研究や受託研究などを行っています。特に共同利用施設である雪氷防災実験棟を使う共同研究や施設貸与については、毎年2月ごろに研究テーマを募集しており、研究機関だけではなく民間企業等と共同で研究をしています（8ページ）。

連携大学院・研究生の受け入れ

連携大学院協定を結んだ大学からは大学院生を、他の大学や高専、民間企業などからは研究生やインターンシップを受け入れ、研究支援や教育を行っています。

Webによる情報発信

冬期間Webページを通じて、積雪・気象観測ネットワークにおける積雪深や積雪重量、気象状況などをリアルタイムに提供しています。また災害調査を行った時には、その結果も迅速に公開しています。その他雪氷防災に有益な情報を随時配信しています。

<https://www.bosai.go.jp/seppyu/>

講演会・ワークショップ

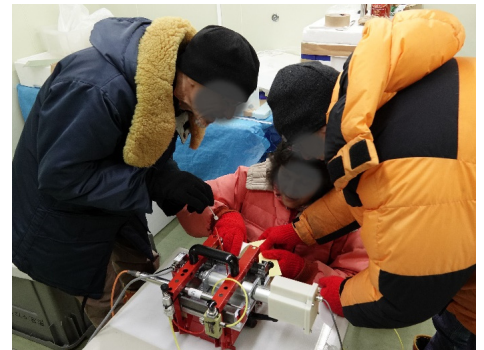
雪氷防災研究講演会（年1回）をはじめ各種講演会、ワークショップ等を開催し、雪氷防災に関する知識の普及に努めています。

技術相談

雪に関するさまざまな問題についての問い合わせや技術相談に対応しています。また共同で、雪氷防災に関する装置やシステムの開発も行っています。

一般公開・出前授業

研究所の一般公開を毎年行っています。その他、さまざまな学習活動に協力したり、研究所の見学に対応しています。また、要望に応じて雪氷災害だけでなく雪氷全般に関する出前授業を行っています。



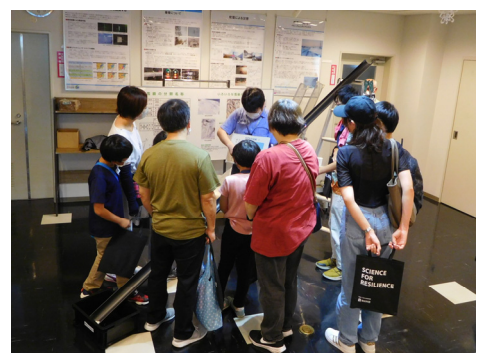
トリノ工科大との積雪せん断実験



雪氷防災研究センターのホームページ



雪氷防災研究講演会



一般公開

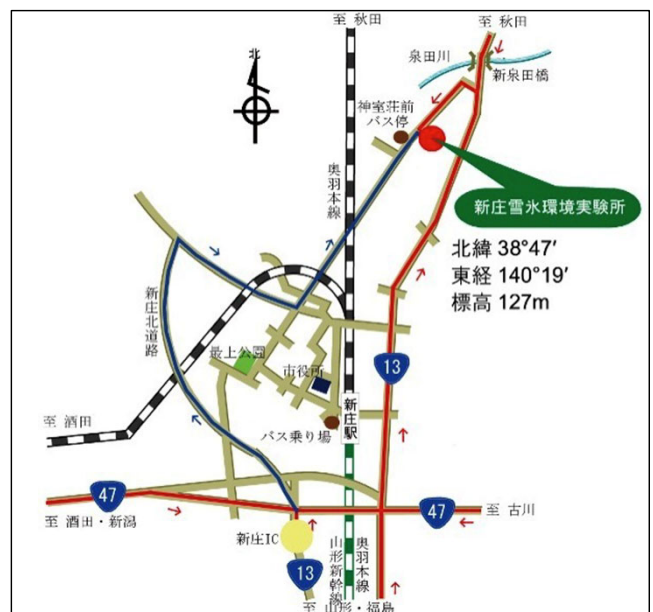
雪氷防災研究センター

〒940-0821 新潟県長岡市栖吉町前山 187-16
TEL : 0258-35-7520(代) FAX : 0258-35-0020



新庄雪氷環境実験所

〒996-0091 山形県新庄市十日町高壇 1400
TEL : 0233-22-7550(代) FAX : 0233-22-7554



防災科研

国立研究開発法人 防災科学技術研究所
極端気象災害研究領域 雪氷防災研究センター

URL <https://www.bosai.go.jp/seppyo/>

