

2022 年度

公益社団法人 日本雪氷学会北海道支部

研究発表会

要旨集



日時	2022年5月13日(金) 9:00 ~ 17:00
会場	(オンライン開催)

# 要旨集（一題 15 分、発表 12 分・質疑 3 分）

Session I（9:15～10:45）

座長：石川 守（北海道大学地球環境科学研究院）

## 【2021 年度札幌圏大雪】

[9:15～9:30]

### 2021-2022 年冬期の札幌都市圏における大雪について（その 1）

#### － 札幌圏の降雪の特徴、本当に記録的な大雪だったのか －

丹治 和博（日本気象協会）、尾関 俊浩（北海道教育大学札幌校）  
松岡 直基（北海道気象技術センター）、金田 安弘（北海道開発技術センター）  
金村 直俊（札幌総合情報センター）、小松 麻美（日本気象協会）

2021/2022 冬期は札幌都市圏で度重なる大雪により、交通機関や市民生活に多大な影響が及んだ。そこで、関係者による雪氷調査チームを構成し、この札幌圏の雪害について様々な視点から調査、分析に取り組むこととした。第 1 報では、札幌都市圏で観測された多数の降積雪データを収集し、2021/2022 の札幌都市圏での降積雪の特徴を分析した。その結果、札幌管区气象台で観測された降雪量や積雪深は過去の記録を更新するものではなかったが、札幌市内の降積雪分布や雪の降り方の特異性が明らかになったので、これを報告する。

[9:30～9:45]

### 2021-2022 年冬期の札幌都市圏における大雪について（その 2）

#### － 積雪断面観測（札幌都市圏と道央・道東・道北域との比較） －

白川 龍生（北見工業大学）、尾関 俊浩（北海道教育大学札幌校）  
高橋 浩司（北見工業大学大学院・構研エンジニアリング）  
細川 和彦（北海道科学大学）、大鐘 卓哉（小樽市総合博物館）

2021/22 年冬期の札幌都市圏は、12 月 17 日以降、日最深積雪が平年値を上回る水準で推移し大雪となった。札幌の最深積雪は 8 年ぶりに 1m を超える 133cm に達し、交通や市民生活に大きな支障が生じた。そこで雪氷災害調査チームは、2 月中旬～下旬にかけ、札幌都市圏 8 地点にて積雪断面観測を実施した。結果、積雪内に氷板が少なく、大雪時に積もったとみられる厚い層が存在していた。また下層には、12～1 月に積もった湿雪の影響で硬い高密度層がみられた。この結果と道央・道東・道北域での観測結果とを比較し、札幌都市圏における積雪の特徴を解析した。

[9:45～10:00]

### 2021-2022 年冬期の札幌都市圏における大雪について（その 3）

#### － 大雪をもたらした気象の特徴 －

松岡 直基、中林 宏典（北海道気象技術センター）、丹治 和博、小松 麻美（日本気象協会北海道支社）  
尾関 俊浩（北海道教育大学札幌校）、白川 龍生（北見工業大学）、金田 安弘（北海道開発技術センター）

北海道の日本海側の大雪は、西岸小低気圧や西岸帯状雲によってもたらされることが知られている。2021-2022 冬期の札幌都市圏に降った大雪の気象特性を調べると、やはりこれらの降雪タイプが出現していた。また、昨年 of 岩見沢の大雪とも対比してこの冬の気象の特徴をまとめた。気候変動による降雪への影響が危惧されるが、地域の偏りや年変動が大きくなることが推察される。

[10:00~10:15]

## 2021-2022 年冬期の札幌都市圏における大雪について（その4）

### － 大雪に対する高速道路管理者の対応報告 －

小倉 美紀（ネクスコ・エンジニアリング北海道）

森脇 豊一（東日本高速道路）、伊藤 俊明（ネクスコ・エンジニアリング北海道）

2021-22 年冬期の札幌都市圏での大雪により、高速道路では 24 時間以上にわたる長時間の通行止めが発生した。冬期要因の通行止め時間は昨年と比較すると全道的に増加傾向であり、特に札幌圏では昨年の 6 倍であった。本報告では、高速道路の通行止め要因の分析及び札幌圏の高速道路の特徴についてまとめた。また、札幌市の除雪支援に協力した内容を報告する。

[10:15~10:30]

## 2021-2022 年冬期の札幌都市圏における大雪について（その5）

### － 札幌市における大雪下での冬道転倒による救急搬送状況 －

永田 泰浩、金田 安弘（北海道開発技術センター）

札幌市における 2021 年度冬期（12 月 1 日～3 月 30 日）の自己転倒による救急搬送者は、速報値で 1340 名となり、記録が残る 1990 年度以降で最も救急搬送者の多かった 2012 年度冬期（12 月～3 月）の 1317 名を上回った。1 月と 2 月は月間の救急搬送者が 1990 年度以降で最多となり、1 月が 457 名（速報値）と過去最多（2015 年 1 月の 346 名）の 132%、2 月が 380 名（速報値）と過去最多（2021 年 2 月の 315 名）の 121%となった。札幌市消防局様より確定データを頂き次第、詳細分析を予定している。

[10:30~10:45]

## 2021-2022 年冬期の札幌都市圏における大雪について（その6）

### － 屋根雪事故の状況と住宅の屋根雪観測調査 －

小西 信義（北海道開発技術センター）、千葉 隆弘（北海道科学大学工学部建築学科）

堤 拓哉（北海道立総合研究機構北方建築研究所）、大川戸 貴浩、金田 安弘（北海道開発技術センター）

大雪による建物被害はシーズン中から報道等で懸念されていた。実際に空き家のみならず使用中の住宅にも被害をもたらし、記録が残る 2011 年度以降最多の被害となったという（北海道新聞調べ）。一方、近年の道内の建築物は建築基準法施行令に則り十分な耐力をもち、雪下ろしは原則不要との見解に至っている。本調査は、建物被害が懸念されはじめた 2 月上旬に、札幌市内の住宅等の屋根上及び近隣平地の積雪深や積雪密度等の観測を緊急に行った調査結果を報告するとともに、今後住宅等への積雪荷重に対しどのように振舞えば良いかを考察する。

Session II (11:00~12:15)

座長：石川 守（北海道大学地球環境科学研究院）

## 【氷河・氷床】

[11:00~11:15]

### 2021 年に掘削されたグリーンランド南東ドーム浅層コアの高分解能密度プロファイル

高杉 啓太、堀 彰（北見工業大学）

川上 薫、松本 真依、捧 茉優、斎藤 健、飯塚 芳徳（北海道大学低温科学研究所）

人為起源エアロゾルの変遷の解読を目的として、2021 年 5 月にグリーンランド南東ドーム（SE-Dome ; 67.18° N, 36.37° W）で深さ 250m の浅層コアの掘削が北大低温研などで行われている。基本解析として X 線透過法による分解能 1 mm の高分解能密度プロファイルの測定を行い、2012 年 7 月の大規模表面融解を起源とする融解再凍結層が深さ 16m 付近に観測された。同地域で 2015 年に掘削された深さ 90m までの浅層コアの測定では、同じ融解再凍結層が 7.6m 付近で観測されている。本講演では、深さ 90m までの 2 本の浅層コアの密度プロファイルの比較を行う。

[11:15~11:30]

### グリーンランド北西部カナック氷帽における 2012-2021 年の表面質量収支

渡邊 果歩、近藤 研（北海道大学低温科学研究所/環境科学院）、杉山 慎（北海道大学低温科学研究所）

近年グリーンランドにおいて氷河氷帽の表面融解量が増加しているが、特にアクセスの悪い地域では現地観測データが乏しく、質量変動の定量化とメカニズムの理解が課題である。そこで我々は、北西部のカナック氷帽において、2012 年から継続的に表面質量収支の観測を行なった。その結果、2012-2021 年の氷帽全体の平均質量収支が  $-3.45 \pm 0.21 \text{ m w. e.}$  と判明した。特に 2014/15 年には、期間中最大の質量損失 ( $-1.08 \pm 0.04 \text{ m w. e. a}^{-1}$ ) が観測され、比較的高い気温(年間の積算日平均気温が全期間平均より約 40%大きい)と、少ない涵養量(全期間平均の約 70%) が原因と考えられる。

[11:30~11:45]

### 南極ラングホブデ氷河における熱水掘削

杉山 慎（北海道大学低温科学研究所）、近藤 研（北海道大学低温科学研究所/環境科学院）  
箕輪 昌紘（北海道大学低温科学研究所）

第 63 次南極地域観測隊に参加して、2021 年 12 月から 2022 年 2 月にかけて東南極・リュツォホルム湾に位置するラングホブデ氷河での野外観測を実施した。熱水掘削と氷河上での観測によって、南極における溢流氷河の流動メカニズムを明らかにすることが研究の主目的である。2011/12 年、2017/18 年に続いて 3 回目となる今回の観測では、接地線よりも上流での全層掘削に初めて成功し、厚さ 550m の氷の底と内部で水圧、流動、地震波等の測定を実施した。本発表では、現地活動、熱水掘削、氷河観測の概要を報告する。

[11:45~12:00]

### 東南極ラングホブデ氷河における底面滑りの直接観測

近藤 研（北海道大学低温科学研究所/環境科学院）、杉山 慎、箕輪 昌紘（北海道大学低温科学研究所）

氷河の流動加速によって南極氷床の質量が減少している。しかし流動の主要因である底面滑りの発生・変動機構は十分に明らかでない。本研究は東南極ラングホブデ氷河の熱水掘削孔を用いて氷河底面に加速度計を設置し、底面滑りの観測を行った。測定された重力加速度の変化から、氷河流動に伴って測器が傾き、移動する様子が観測された。降水時には加速度に多数の振動がみられ、活発な底面滑りが生じたことが示唆された。本発表では氷河底面滑りの観測に加速度計が有用であることを示し、得られたデータから底面滑りの変動要因を議論する。

[12:00~12:15]

### 利尻島ヤムナイ沢雪渓における 2021 年現地調査報告

波多 俊太郎（北海道大学低温科学研究所/環境科学院）

杉山 慎、箕輪 昌紘、日下 稜（北海道大学低温科学研究所）

近藤 研、Wang Yefan、渡邊 果歩（北海道大学低温科学研究所/環境科学院）

北海道利尻島に位置するヤムナイ沢雪渓は、日本最北の多年性雪渓の一つである。ヤムナイ沢雪渓では浅層コア掘削により 8 m のフィルン層の下に 34 cm の氷体が確認されている。しかしながら浅層コア掘削以外の現地観測は行われておらず、雪渓の質量収支、氷体の流動性の有無および氷体の生成・維持機構の詳細は明らかになっていない。我々は雪渓の融解量測定・流動測定を目指して 2021 年 7 月・9 月に現地で雪尺の設置・GNSS 測量・ドローン空撮を行った。本発表では、現地測量の測定結果を報告し、今後の研究の展望を紹介する。

## 【雪崩・海水・湖水・生活・結晶・ハイドレート】

[13:15~13:30]

## Rigopiano snow-avalanche controversy (Italy, 18 Jan 2017)

ポドリスキ エヴゲニ (北海道大学北極域研究センター)

In the afternoon of January 18, 2017, a large snow avalanche disaster took place in the Central Apennines, Italy. It became known as the Rigopiano avalanche, named after the destroyed Rigopiano resort. On the day of the disaster, 29 people out of 40 inside were killed by the avalanche. The event was preceded by a heavy snowfall lasting days and seismic unrest on the day of release with hundreds of earthquakes nearby. The overlap of such two potential triggers led to a controversy and disagreement between different scholars on the role of earthquake triggering. The main issue became a documented time lag of at least 0.5 h between the moment of the last earthquake and the release. This lag has inspired a mechanical model of progressively growing shear fracture, which may correspond to a so-called delayed-release. Here I would like to present the Rigopiano case to the Japanese snow-avalanche community for an exchange of opinions and further discussion of this tragic but scientifically interesting incident. The straightforward snowfall factor is easier to accept, but it remains challenging to rule out seismic triggers. However, if proved, the delayed release corresponds to a fundamental causality issue: any seismically active snow-mountain region may have some seismic event within mins to hours before some snow avalanche. Considering such global implications, the case is worth further study.

[13:30~13:45]

## 雪氷面の特徴が与える UAV-SfM 測量への影響

大内 優希 (北見工業大学大学院)、館山 一孝、渡邊 達也 (北見工業大学)

海氷厚推定の方法として UAV を用いた SfM 測量が利用されはじめている。一般的に SfM による点群モデル作成では特徴点を多く検出することで精度が高くなることが報告されていることから、本研究ではグリーンランドのカナックと北海道のサロマ湖の氷上において測定を行い、雪氷面の明るさとラフネスが点群モデル作成にどのような影響を及ぼすのか検討した。

点群密度を大きくするためには、モデルが明るくなる、日中の太陽が出ている時に ISO 値を小さくするなどの撮影条件が適していることがわかった。

[13:45~14:00]

## アザラシ毛皮シールとナイロンシールの滑り抵抗試験

日下 稜、杉山 慎 (北海道大学)、原田 亜紀 (北海道自然エネルギー研究会)

動物の毛皮をスキーの滑走面に張り付けて、滑り止めとして使用することは、積雪地域で古くから行われてきた。日本では、アザラシを使用することが多く、山スキーに用いられる滑り止めがシール (seal) と呼ばれているのもその名残である。現在では、ナイロンやモヘアに取って代わられているが、狩猟で山に入る人の中にはアザラシ毛皮を愛用する人も少なくない。アザラシの毛皮はナイロンに比べ、滑りが良いことが理由とされている。試験の結果、実験を行った全ての雪質において、アザラシ毛皮はナイロンに比べ滑りやすいことが分かった。

[14:00~14:15]

## 一酸化炭素・アルゴン混合ガスハイドレートの水和数測定

矢作 大輔、八久保 晶弘 (北見工業大学)、竹谷 敏 (産業技術総合研究所)

ガスハイドレートの水和数は結晶中にどれだけガスが占有されているかを表す指標である。重量測定法による水和数の推定は、混合ガスハイドレートに対応できる利点を有する。本研究では、一酸化炭素とアルゴンを混合させて結晶構造Ⅱ型のガスハイドレートを生成し、水和数を重量測定法で推定した。水和数は生成圧力とともにわずかに減少した。生成圧力の増加に伴う水和数の減少割合は、包接されたガス種に依存する。加えて本研究では、先行研究との比較を行い、ガスハイドレートに包接されるガスの分子径と水和数の関係について考察した。

[14:15~14:30]

### ヘリウム混合系ガスハイドレート中のヘリウム濃度の温度・結晶構造依存性

森谷 優希、八久保 晶弘（北見工業大学）、竹谷 敏（産業技術総合研究所）

ヘリウムは天然ガスの成分の一つであり、天然ガスハイドレートの解離ガスからヘリウムが検出されているが、ヘリウムが結晶中に包接されているかどうかは不明である。本研究では、メタン（構造 I 型）およびアルゴン（構造 II 型）にヘリウムを混ぜてハイドレート結晶を生成し、結晶ガス中に含まれるヘリウム濃度を調べた。一定温度で脱気し続けた結果、ヘリウム濃度は時間に対し減少すること、高温ではヘリウム濃度がより低下すること、また構造 I 型より II 型の方がヘリウム濃度が相対的に低いことがわかった。

SessionIV（14:45~15:45）

座長：八久保 晶弘（北見工業大学）

### 【雪氷気象】

[14:45~15:00]

### 南極圏における各季節の水蒸気量の長期変動とその影響

吉田 悠嗣（北見工業大学大学院）、佐藤 和敏、舘山 一孝（北見工業大学）

南極大陸で大雪を引き起こす極端気象現象である Atmospheric River (AR) の各季節の長期変動やその原因と影響を調べるため、再解析データ ERA5 を使用して解析を実施した。AR の指標となる鉛直積算水蒸気量の長期変動は、東南極沿岸域で増加傾向にあり、AR の頻度の増加や強化を示唆している。鉛直積算水蒸気量の増加域では、降雪量が増加しており、AR の増加や強化で表面水収支にも影響を及ぼすことがわかった。さらに、鉛直積算水雲量と短波放射収支の長期変動の関係から、AR の変動が表面熱収支にも影響することが示された。

[15:00~15:15]

### 定点カメラを用いた斜里沖に発生する蜃気楼の自動判別手法の検討

今泉 賢斗（北見工業大学大学院）、舘山 一孝（北見工業大学）

オホーツク海沿岸の地域での蜃気楼観測は従来の現地へ赴き目視での観測が行われている。この観測方法では現地への移動に時間が必要になり常時観測が困難であるため、定点カメラを用いた遠隔での観測と蜃気楼の自動判別を可能にすることで移動の時間を大きく削減することが期待される。本研究では定点カメラで撮影された画像を用いた蜃気楼によって変化する建物から蜃気楼の自動判別を行った。結果は先行研究と比較して自動判別の精度が向上した。また建物が伸びあがる変化をする場合に本研究の手法は有効であることがわかった。

[15:15~15:30]

### 北海道におけるダイヤモンドダストの発生頻度とその将来予測

長谷川 祥樹、山口 高志、濱原 和広、鈴木 啓明、野口 泉  
（北海道立総合研究機構 エネルギー・環境・地質研究所）

ダイヤモンドダストは、厳冬期に一定の気象条件下でのみ発生する希少性の高い自然現象であるが、その発生頻度を定量的に調べた事例は少なく、気候変動に伴う気温上昇などによる影響も明らかになっていない。今回、道東内陸部で実施した発生状況調査では、ダイヤモンドダストが一冬で約 15 日観測された。発生した日の気象条件および将来気候の予測モデルを用いて 21 世紀末までの発生頻度の変化を推定した。最も気温の上昇する RCP8.5 シナリオの場合は、発生頻度が現在の約 3 分の 1 に減少すると予測され、気候変動の影響が顕著に表れた。

[15:30~15:45]

**オホーツク地域における大雪時の積雪特性とその要因 — 2014/15 年冬期の事例解析 —**

石井 日菜（北見工業大学大学院）、白川 龍生（北見工業大学）

オホーツク地域における年最深積雪の平年値は 1m 未満で、日本海側の地域と比較すると積雪は少ない傾向にある。しかしながら、過去には 1m を超える大雪となったシーズンがあり、市民生活や交通に支障が生じた（たとえば白川・亀田、2019）。直近では、2014/15 年冬期の事例があり、これは積雪観測記録が残る数少ない事例である。

そこで本研究では、この 2014/15 年冬期を例に、1 日の日最深積雪増加量と各層の雪質の経過を解析し、オホーツク地域における大雪時の積雪特性をまとめた。

またその気象的要因を明らかにするため、大雪時の気象データを解析した。

Session V (16:00~17:00)

座長：杉山 慎（北海道大学低温科学研究所）

**【凍土・周氷河地形】**

[16:00~16:15]

**羊蹄山山頂部における UAV 写真測量を用いた周氷河地形分布の把握**

飯田 幹太（北海道大学環境科学院）、白岩 孝行、曾根 敏雄（北海道大学低温科学研究所）

羊蹄山山頂部には永久凍土の存在可能性が示唆され、周氷河地形であるアースハンモック・ソリフラクションロウプが存在する。その形成には地温や積雪、植生といった様々な要素が互いに影響し合う。そこで 2021 年夏に UAV を使用した写真測量、気温・地温観測等の調査を開始した。本発表では写真測量解析で得られた詳細なオルソ画像等から地形分布と土地の特徴との関係について考察する。アースハンモックとソリフラクションロウプの分布には傾斜と植生に別々の特徴が見られる。また冬季～春季の積雪深観測の結果についても紹介する。

[16:15~16:30]

**北海道置戸町鹿ノ子ダム左岸の風穴地における地温変化**

曾根 敏雄（北海道大学低温科学研究所）

1979 年に巨大な地下水が発見された置戸町鹿ノ子ダムの左岸の斜面には、永久凍土が存在していたが、1990 年までには衰退したと考えられている。当時の年平均気温は約 4 から 5℃で、気温に対して異常に地温が低いことが指摘されていた。この理由として風穴の存在が挙げられている。この斜面で 10m 深までの地温測定を行い、通常の 1 次元熱伝導とは異なる季節的な地温変化が生じていることが明らかになった。

[16:30~16:45]

**北海道における土壤凍結深の分布**

原田 鈺一郎（宮城大学）、吉川 謙二（アラスカ大学フェアバンクス校）

曾根 敏雄（北海道大学低温科学研究所）

北海道内の土壤凍結深の測定を 2011 年冬季より開始した。測定は、アウトリーチ活動の一環として実施しており、小中学校の校庭に凍結深計を設置して、自然積雪下で測定を行った。また、多深度地温計や最大凍結深計も利用している。2021-2022 年冬季までの測定では、陸別町で 2018-2019 年冬季に記録した 65cm が最深である。複数年にわたる同地点での測定より、土壤凍結深に与える積雪の影響が明らかになった。今後は、単一年度での広域にわたる測定を、最大凍結深計を用いて実施予定である。

[16:45~17:00]

モンゴル永久凍土帯での地下氷が関与する地形変動 — 差分干渉合成開口レーダーによる解析 —

石川 守、Ram Avtar（北海道大学）、Shixin Mo（元北海道大学大学院）

ALOS、ALOS2 搭載 Lバンド合成開口レーダー観測によって 2007 年から 2017 年まで得られた位相データを干渉処理することにより、モンゴル永久凍土帯（北部 Darhad 盆地と中部 Chuluut 川流域）での経年的な地形変動を解析した。ほとんどの地域では土地が沈降傾向にある一方で、部分的に隆起し続けている箇所が見出された。このような空間的地形変化の多様性は、ローカルな地下氷の衰退・発達動態によって説明される。隆起傾向にあるのは干上がった湖沼や扇状地にあることから閉鎖型・開放型ピンゴが形成される条件を満たしている。

