

令和 6 年 3 月 26 日

令和5年度アジア連携研究センター予算（運営経費）実績報告書

新潟大学アジア連携研究センター長 殿

所 属 理学部フィールド科学人材育成
プログラム

代表者氏名 奈良間 千之

本年度の交付を受けた予算（運営経費）について、下記のとおり報告いたします。

プロジェクト名称	アジア山岳環境研究プロジェクトー山岳研究拠点形成を目指してー
研究分担者 所属 役職 氏名	工学部 准教授 飯田佑輔
プロジェクトの成果：（別紙可） 白馬村での研究拠点形成に関して、白馬三山（白馬岳、杓子岳、白馬鍾ヶ岳）において、1) 氷河分布確認のための多年性雪溪の氷厚・流動調査、2) 氷河の維持機構解明のための氷河・雪溪の質量収支調査、3) 氷河の氷化過程解明のための雪溪アイスコア調査、4) 雪溪台帳作成調査、5) 山岳永久凍土の分布解明のための山岳永久凍土調査、6) 高山帯の岩盤剝離過程解明のための岩盤崩落調査の総合調査を実施した。また、海外のアジア山岳地域で調査を実施する研究拠点形成に関して、中央アジアのキルギス共和国において、7) 洪水を生じる氷河湖を知るための氷河湖のハザード評価に関する研究をおこなった。 1) の結果に関して、昨年度の調査結果から、杓子沢雪溪、不帰沢雪溪は定義上の氷河であることが確認されたため、Frontiers in earth science に論文を投稿した。この論文が受理されれば、飛驒山脈で8, 9 番目の氷河として論証される。杓子沢雪溪において GNSS 測量を実施した。昨年度に設置した5つのステークのうち残存していた2地点のステークの再測をおこなった。また、2022/2023 年冬期は少雪年だったことから 2021 年度に設置したステークが確認され、2 年間の移動距離を測定した。GNSS 測量で測定した1年間の移動量は4m ほどで、2 年間の移動量は8m ほどであった。日本の氷河で1年間の流動量が求められた事例は、本プロジェクトが実施した唐松沢氷河に続いて2 例目であり、2 年間の観測データは日本では初めての成果である。年間4m の移動量は日本の氷河で最大であった。2023 年9月24日には、白馬村ウイング21 で白馬連山氷河調査の報告会が開催され、来場した村民に対して調査結果を報告した。 2) の結果に関して、セスナ空撮画像の解析から、2023 年の飛驒山脈の氷河の年間質量収支、涵養深、消耗深を求めた。2022/2023 年冬期の積雪量は少なく、少雪年だった2015/2016 年と同様に氷河の質量は大幅に減少した。しかしながら、氷河表面が岩屑で覆われる御前沢氷河、カクネ里氷河、杓子沢雪溪の質量収支はあまり減少していなかった。今年度末期の2023/2024 年冬期はさらに少雪なため、かなりの質量の減少が予想される。また、氷河の質量収支の成果は、2022 年に国際学術雑誌「The Cryosphere」に掲載されたが、その後の継続した調査結果を含めた論文を「地学雑誌」に投稿した。 3) の結果に関して、2022 年10月16日と2023 年9月18日に杓子沢雪溪において、直径7.2cm, 全長706 cm, 330cm の2本のコアを取得し、それぞれ深度300 cm, 280cm から連続した氷層を確認した。掘削したアイスコアについては、現地で密度・含水率を測定し、持ち帰ったコアで花粉分析と酸素同位体比分析をおこなった。これら分析の結果、花粉濃度ピークと汚れ層は一致せず、汚れ層を年層境界としてフィルンと氷体の年層を見積もると過小評価してしまうことが明らかになった。また、数値標高モデル（DSM）から求めた涵養深を用いて上載荷重を推定したところ、海外の温暖氷河のそれと同等の数値が得られた。このことから、杓子沢雪溪の氷化過程は質量収支が正の時に圧密氷化に	

よるものと考えられ、質量収支が負の時に圧密氷化と秋の寒波侵入による雪ごおりだと考えられる。また、氷化年数は4～5年であることが明らかになった。これら解析結果をまとめた氷化過程の論文を4月に「雪氷」に投稿した。

4) の結果に関して、衛星画像をもとに2017～2023年の飛驒山脈の雪渓台帳を作成した。また、雪渓ポリゴンデータに環境要素を追加し、流域ごとに多変量クラスター解析をおこない、雪渓の維持や消失に関わる環境要因を調べたところ、流域は5つのグループに分類でき、氷河と確認されている多年性雪渓を含む流域は、標高もしくは傾斜の数値が大きい流域に属していた。傾斜角のみで分類をおこなった結果、50°以上の岩壁で囲まれた吹きだまり岩壁涵養の影響が比較的大きいと考えられる流域に多くの氷河が属していた。

5) の結果に関して、杓子岳北カールの岩石氷河において、2021年～2022年の調査結果から永久凍土の存在可能性を示すデータが得られた。2時期のマイクロ波データを用いた差分干渉SAR法、セスナ空撮画像を用いたイメージマッチング解析、GNSS測量の結果から年間8cmの同じ流動量が得られ、永久凍土の塑性変形による変化の可能性が示唆された。さらに地中レーダーと電気比抵抗探査の内部構造調査から、内部は3層構造で底部に永久凍土が存在する可能性がある。永久凍土の掘削を試みたが、地中3m深のところに大きな岩がありドリルが貫通できず、永久凍土を確認することはできなかった。今後は再度掘削を試み、日本の山岳地で4つ目の事例を示したいと考えている。

6) の結果に関して、杓子岳北東面の岩盤斜面を対象に、写真測量技術の一つであるSfM/MVS解析を用いて、1976年以降の岩壁の削剥過程や不安定斜面の地形場の特徴を調べた結果、岩壁①では、全体的に節理が発達し、連続的な削剥が毎年のように生じ、オーバーハングがすぐに崩れてしまい、大きな崩落が生じにくいことがわかった。2005年に巨大な崩落を生じた岩壁②では、下部のみ節理密度が大きい状態であり、2019年以降、下部のみで削剥が生じており、上部岩盤は谷側へ傾動していた。2005年の崩落が1976年以降の削剥量の大部分を占めており、大規模な削剥が生じるタイプであることがわかった。卓越する節理面によって切り取られた大きな岩盤ブロックが、細かい節理や風化による岩盤劣化によって下部を削剥されてオーバーハングし、節理に沿う谷側へのトップリング（後背亀裂の拡大）により不安定化して崩落するという岩盤削剥プロセスが明らかになった。これら調査結果を含めた論文を「地学雑誌」に投稿した。

7) の結果に関して、中央アジアのキルギス共和国の氷河湖調査を7月と9月に実施した。昨年度氷河前面に設置した自動気象観測機器や水位計のデータ回収、氷河上でドローン空撮、氷河の融解量観測のためのステークの融解深測定をおこなった。融解深と気温データからデグリーデーファクタを求め、氷河の融解量を算出し、氷河湖の体積変化量と合わせて解析したところ、融解量増加型の短命氷河湖は、夏期の融解量増加だけでなく、トンネル閉鎖も関与していることが明らかになった。また、短期間で出現、消滅する短命氷河湖の自動検出を目指し、高頻度でデータ取得が可能な光学衛星画像と深層学習を用いて、氷河湖領域の検出モデルを作成した。使用したデータは光学衛星画像PlanetScopeである。光学画像から約1300のデータセットを作成し、うち80%を学習用データセット、20%を検証データとし、モデルの学習をおこなった。モデル構造には、画像セグメンテーションの分野で広く使われるU-Netを使用した。モデルの評価指標は、Accuracy約97%、Precision約85%、Recall約80%であった。どの氷河湖においても高い数値が得られ、可視化した予測結果も氷河湖領域が正確に検出されていた。氷河湖領域の検出精度はおおむね良好であった。今後は、時系列での氷河湖面積の検出を目指す。

環東アジア研究センター、アジア連携研究センターと2期にわたる山岳プロジェクトの活動を通じて、日本の山岳研究拠点のベースを築くことができた。山岳域での活発な研究活動を通じて、新潟大学の研究・教育の特色の一つになるように努めていきたい。センター長の高橋先生、白石先生、石田先生、秘書の内海さん、櫻井さん、環東アジア研究センター、アジア連携研究センターの事務の方々には大変お世話になりました。ここに記してお礼申し上げます。

(注) 報告書は2枚以上とする。

○学会・シンポジウム等における発表(国内 30 件、国外 0 件)

※発表者氏名、発表した場所(国内・外の別)、発表した年、発表題目を記載してください。

<口頭発表>

- 1) 齊藤建, 奈良間千之: 飛驒山脈の雪溪インベントリの作成. 日本地球惑星合同科学大会, 2023 年 5 月 26 日
- 2) 深田愛理・奈良間千之: 白馬連山における周氷河砂礫斜面のマスムーブメント. 日本地球惑星合同科学大会, 2023 年 5 月 26 日
- 3) 杉山博崇・奈良間千之: 飛驒山脈北部の高山帯における深度別地温の観測. 日本地球惑星合同科学大会, 2023 年 5 月 25 日
- 4) 水野向陽, 奈良間千之, 奥山駿: 中央アジア, 天山山脈北部地域の氷河起源型岩石氷河の形成環境. 日本地球惑星合同科学大会, 2023 年 5 月 26 日
- 5) 山田奈穂・奈良間千之・飯田佑輔: PlanetScope 衛星データと深層学習を用いたアジア山岳地域における氷河湖の検出特性. 日本地球惑星合同科学大会, 2023 年 5 月 25 日
- 6) 武田皓明, 奈良間千之, 井上 峻, 有江賢志朗: 飛驒山脈北部, 杓子沢雪溪における氷化過程に関する考察. 日本地球惑星合同科学大会, 2023 年 5 月 24 日
- 7) 有江賢志朗・奈良間千之: 飛驒山脈の小規模氷河の維持メカニズム. 日本地球惑星合同科学大会, 2023 年 5 月 22 日
- 8) 高木芹菜, 奈良間千之: 飛驒山脈, 杓子岳北斜面の土砂移動について. 日本地球惑星合同科学大会, 2023 年 5 月 26 日
- 9) 齊藤建・奈良間千之: 飛驒山脈の雪溪インベントリの作成. 雪氷研究大会, 2023 年 9 月 4 日
- 10) 水野向陽・奈良間千之・奥山駿: 中央アジア, 天山山脈北部地域の氷河起源型岩石氷河とモレーンの形成環境の違い. 雪氷研究大会, 2023 年 9 月 4 日
- 11) 高木芹菜, 奈良間千之: 杓子岳北東斜面における土砂移動の経年変化. 日本応用地質学会北陸支部「令和 5 年度研究発表会」, 2024 年 2 月 26 日
- 12) 杉山博崇・奈良間千之: 白馬連山, 杓子岳における近年の岩壁の剝離過程. 日本応用地質学会北陸支部「令和 5 年度研究発表会」, 2024 年 2 月 26 日
- 13) 岡田丈太郎, 奈良間千之, 山田奈穂, Mirlan Daiyrov: 天山山脈北部地域における短命氷河湖の形成に関する融解水の影響について. 日本応用地質学会北陸支部「令和 5 年度研究発表会」, 2024 年 2 月 26 日
- 14) Mirlan Daiyrov, 奈良間千之: キルギス山脈における近年の氷河縮小に関わる氷河湖形成. 日本応用地質学会北陸支部「令和 5 年度研究発表会」, 2024 年 2 月 26 日
- 15) 齊藤桂, 奈良間千之, 深田愛理: リモートセンシングに基づく周氷河砂礫斜面の礫移動の空間分布. 日本応用地質学会北陸支部「令和 5 年度研究発表会」, 2024 年 2 月 26 日
- 16) 齊藤建, 奈良間千之: 飛驒山脈の多年性雪溪の形成条件. 日本応用地質学会北陸支部「令和 5 年度研究発表会」, 2024 年 2 月 26 日
- 17) 瀧ヶ崎愛理, 奈良間千之: 杓子岳北カールにおける山岳永久凍土の分布可能性. 日本応用地質学会北陸支部「令和 5 年度研究発表会」, 2024 年 2 月 26 日
- 18) 水野向陽, 奈良間千之, 奥山駿: 天山山脈北部における岩石氷河の形成環境. 日本応用地質学会北陸支部「令和 5 年度研究発表会」, 2024 年 2 月 26 日
- 19) 武田皓明・奈良間千之・竹内望: 杓子沢雪溪で掘削したアイスコアの花粉分析. 日本地理学会春季研究大会, 2023 年 3 月 20 日. 青山学院大学
- 20) 齊藤建, 奈良間千之; 飛驒山脈の多年性雪溪の形成条件. 日本地理学会春季研究大会, 2023 年 3 月 20 日. 青山学院大学
- 21) 有江賢志朗, 奈良間千之: 飛驒山脈の小規模氷河・多年性雪溪の維持メカニズム. 日本地理学会春季研究大会, 2023 年 3 月 20 日. 青山学院大学
- 22) 高木芹菜, 奈良間千之: 杓子岳北東斜面における堆積土砂量の経年変化. 日本地理学会春季研究大会, 2023 年 3 月 20 日. 青山学院大学
- 23) 齊藤桂, 奈良間千之, 深田愛理: リモートセンシングに基づく周氷河砂礫斜面の礫移動の空間分布. 日本地理学会春季研究大会, 2023 年 3 月 20 日. 青山学院大学
- 24) 奈良間千之*, 有江賢志朗: ケニア山における 2016 年~2023 年の小規模氷河の質量収支. 日本地理学会春季研究大会, 2023 年 3 月 20 日. 青山学院大学
- 25) 山田奈穂, 奈良間千之, 飯田佑輔: 深層学習を用いたキルギス・天山山脈における氷河湖マッピング

グ．日本地理学会春季研究大会，2023 年 3 月 20 日．青山学院大学
26) Mir lan Daiyrov, Chiyuki Narama: Glacial lake formation related to glacier shrinkage in the Kyrgyz Range. 日本地理学会春季研究大会，2023 年 3 月 20 日．青山学院大学

<講演会>

奈良間千之：新潟市の地形と災害の関係．荒川大地の会（新潟県村上市荒川公民館） 2023 年 12 月 10 日

奈良間千之：白馬連山氷河調査報告会．白馬村ウイング 21，2023 年 9 月 24 日

<市民講座>

奈良間千之：日本の山岳氷河の特徴ってなんだ？，新潟大学公開講座 2023 年 12 月 9 日

<報告会>

奈良間千之：DX 機器を取り入れた研究と授業の紹介．フィールドを舞台に農業DXをけん引する高度農業人材育成プログラム報告会，2023 年 12 月 5 日

<新聞>

山岳永久凍土、長野県にもあるのか？ 北ア杓子岳で9月に掘削調査 新潟大・奈良間教授の研究室〈山と人と信州と〉．信濃毎日新聞，2023 年 6 月 23 日