

先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム) 実績報告書

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	アジア高山域における山岳氷河変動が水資源に与える影響の評価
研究機関・ 部局・職名	名古屋大学・環境学研究科・特任助教
氏名	坂井 亜規子

1. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年3月31日

2. 収支の状況

(単位:円)

	交付決定額	交付を受けた額	利息等収入額	収入額合計	執行額	未執行額	既返還額
直接経費	112,000,000	112,000,000	19,673	112,019,673	112,019,673	0	0
間接経費	33,600,000	33,600,000	0	33,600,000	33,600,000	0	0
合計	145,600,000	145,600,000	19,673	145,619,673	145,619,673	0	0

3. 執行額内訳

(単位:円)

費目	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	合計
物品費	934,500	17,618,981	29,412,435	18,876,461	66,842,377
旅費	0	581,570	2,629,400	2,746,175	5,957,145
謝金・人件費等	36,480	5,213,425	13,847,175	18,726,000	37,823,080
その他	840	68,425	730,417	597,389	1,397,071
直接経費計	971,820	23,482,401	46,619,427	40,946,025	112,019,673
間接経費計	0	10,813,300	12,669,200	10,117,500	33,600,000
合計	971,820	34,295,701	59,288,627	51,063,525	145,619,673

4. 主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関名
モニタ	SD2220W	1	755,968	755,968	2011/5/30	名古屋大学
衛星画像データ		1	14,700,000	14,700,000	2012/1/20	名古屋大学
ディスプレイ	PlanarSystem社	1	755,968	755,968	2013/1/16	名古屋大学
ソフトウェア	Geomatica Total Educational Suite Lab Licensing	1	798,000	798,000	2013/7/2	名古屋大学

5. 研究成果の概要

アジア高山域における氷河分布図の作成を、位置座標の精度が高い画像を使用し、手作業で行った。このため、既存の氷河分布よりも標高データと合わせたときに得られる氷河上の標高データの精度が高く、氷河の質量収支変化や、流出を高精度で計算することが可能となった。このように氷河分布の精度は高くなったが、一方で氷河の存在する高山域の降水量は、流量を推定するために必須のパラメータであるにもかかわらず、気象データの中でも局地的に大きく異なり、グリッド毎に整理された降水量データは氷河における降水量を示していないことが明らかになった。そこで本プロジェクトでは、高精度の氷河面積高度分布から得られる中央高度において氷河の質量収支がゼロとなることから、氷河上の降水量を推定することを試み、氷河からの流出量推定に必要な氷河上の降水量データセットを作成した。このデータは今後氷河変動や流出の再現に貢献する。

課題番号	GR052
------	-------

先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム) 研究成果報告書

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名 (下段英語表記)	アジア高山域における山岳氷河変動が水資源に与える影響の評価
	Assessment of impact of glacier fluctuation on water resources in the Asian High Mountains
研究機関・部局・ 職名 (下段英語表記)	国立大学法人名古屋大学・環境学研究科・特任助教
	Nagoya University, Graduate School of Environmental Studies, Designated Assistant Professor
氏名 (下段英語表記)	坂井 亜規子
	Akiko Sakai

研究成果の概要

(和文):

アジア高山域における氷河分布図を、位置座標の精度が高い統一された衛星画像を使用して作成した。このため、既存の分布図よりも精度の高い氷河面積標高分布が得られ、氷河の質量収支や、流出を高精度で計算することが可能となった。また、氷河の存在する高山域の降水量は、流量を推定するために必須のパラメータであるにもかかわらず、既存の降水量データセットは氷河における降水量を示していないことが知られている。そこで氷河面積高度分布から推定される氷河の質量収支がゼロとなる高度において、モデルを使用し氷河上の降水量データセットを作成した。このデータは今後氷河変動や流出の将来予測の高精度化に貢献する。

(英文):

Glacier Inventory in the High Asian Mountains has been produced manually using satellite images terrain corrected scenes. We could obtain high accurate glacier area-altitude distribution, which can provide high accurate glacier discharge and mass fluctuations.

Precipitation data set cannot represent precipitation at glacier area, although, precipitation is crucial parameter for hydrological processes. We estimated distribution of precipitation at glacier

様式21

area based on glacier area–altitude distribution. The calculated precipitation at glacier area can contribute future prospects on glacier fluctuation and discharge from glaciers.

1. 執行金額 145,619,673 円
(うち、直接経費 112,019,673 円、 間接経費 33,600,000 円)

2. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年3月31日

3. 研究目的

近年の温暖化により世界各地で山岳氷河の縮小が進んでおり、それに伴う水資源の枯渇や海水準上昇への影響が危惧されている。氷河は降水を一時的に貯留した後、気象条件に応じて融解水として流出し、特に内陸の降水が比較的少ない乾燥域では下流に住む人々の重要な水資源となってきた。

特にアジア高山域の氷河は、欧米の氷河と異なり、アジアモンスーンの影響により、小さい気温変動にも敏感に反応することが明らかになってきている。ヒマラヤを中心とするアジアの氷河の観測例は欧米に比較すると少ないため、現状把握が極端に遅れているのが現状である。そこで、本研究では地球上の山岳氷河の中でも現地観測の少ないアジア高山域（北はロシアのアルタイから、南はヒマラヤまで）に重点を置き氷河分布図の作成を行う。さらには、氷河分布図の作成のみに終わらず、氷河の質量欠損が及ぼす河川流出量への影響評価を現在の気象条件と氷河の面積分布から広域で解析を行い、加えて河川流出量の季節変動に対し、氷河の融解特性がどのように影響するかを明らかにする。

4. 研究計画・方法

1) 氷河面積高度分布取得のための氷河域抽出：当初の2年間は氷河域抽出にはLANDSATの衛星画像を、数値標高データにはASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) から作成された全球数値標高データ(GDEM)を使用し、氷河面積の高度分布を0.5度のグリッド毎に求める。また、高解像度・高精度であるALOS (Advanced Land Observing Satellite)のパンクロマチック立体視センサ(PRISM)の衛星画像が取得できたエリアにおいては、氷河域の数値標高データを更新する。

2) 氷河の質量収支や流出モデル計算のための入力データである、気象データをそろえる。この際に、氷河の面積標高分布から得られる平衡線高度(質量収支がゼロとなる高度)から、気象データの精度を評価し、また修正することが可能となる。

5. 研究成果・波及効果

研究期間終了時まで期待される最大の成果は、アジア高山域における山岳氷河について氷河毎に、高精度の標高別の面積分布が構築されることである。氷河の面積高度分布は氷河の質

様式21

量収支や流出量を高精度に計算するための基礎データとなるだけでなく、面積高度分布から推定される氷河の平衡線高度(質量収支がゼロとなる高度)において、質量収支モデルを使用して、降水量を推定することも可能にした。氷河上の降水量は、氷河の気候感度を左右する重要なパラメータであることが知られている。氷河変動の将来予測は、気候シナリオと各地域の氷河の気候感度によって求められるが、今後この気候感度を使用することで、氷河変動、氷河からの流出変動の予測の精度向上につながる。

さらに将来的に期待される研究成果としては、数十年後の氷河面積を抽出することで氷河の面積・体積変化が得られる。これは実際の氷河の質量欠損を得ることに相当し、海水準変動に対するアジア高山域の氷河の寄与に対し、推定でなく確たる値を提示することが可能となる。

6. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 6 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計 6 件 Nagai, H., K. Fujita, T. Nuimura, and A. Sakai (2013) Southwest-facing slopes control the formation of debris-covered glaciers in the Bhutan Himalaya. <i>The Cryosphere</i>, 7, 1303-1314. Fujita K, Sakai A, Takenaka S, Nuimura T, Surazakov AB, Sawagaki T, Yamanokuchi T (2013) Potential flood volume of Himalayan glacial lakes. <i>Natural Hazards and Earth System Sciences</i>, 13(7), 1827-1839. doi:10.5194/nhess-13-1827-2013. 坂井亜規子 (2014) 岩屑に覆われた氷河の融解過程—最近の研究から—。雪氷, 76(1), 79-89. Sakai A, Inoue M, Fujita K, Narama C, Kubota J, Nakawo M, Yao TD Variations in discharge from the Qilian mountains, northwest China, and its effect on the agricultural communities of the Heihe basin, over the last two millennia. <i>Water History</i>, 4(2), 177-196. doi:10.1007/s12685-012-0057-8. 2012 ISSN: 1877-7236 Sakai A (2012) Glacial lakes in the Himalayas: A review on formation and expansion processes. <i>Global Environmental Research</i>, 16(1), 23-30. ISSN 1343-8808. Takeuchi N, Sakai A, Kohshima S, Fujita K, Nakawo M (2012) Variation in suspended sediment concentration of supraglacial lakes on debris-covered area of Lirung Glacier in Nepali Himalayas. <i>Global Environmental Research</i>, 16(1), 95-104. ISSN 1343-8808. (掲載済み一査読無し) 計 0 件 (未掲載) 計 0 件</p>
<p>会議発表 計 39 件</p>	<p>専門家向け 計 39 件 Sakai A, Fujita K Supraglacial lakes on Himalayan debris-covered glacier. American Geophysical Union Fall Meeting 2013, San Francisco, USA, Dec 9-13, 2013, oral12Dec. [invited] Sakai A, Nuimura T, Taniguchi K, Lamsal D, Nagai H, Tsutaki S, Kozawa A, Hoshina Y, Takenaka S, Omiya S, Tsunematsu K, Tshering P, Fujita K, Okamoto S Quality controlled glacier inventory in high Asian mountains. American Geophysical Union Fall Meeting 2013, San Francisco, USA, Dec 9-13, 2013, oral12Dec. Fujita K, Sakai A Climate regime of Asian glaciers revealed by a new GAMDAM glacier inventory. The First Asian CryoNet Workshop, Global Cryosphere Watch, World Meteorological Organization, Beijing, China, Dec 3-5, 2013, oral4Dec. [invited] 永井裕人, 藤田耕史, 坂井亜規子, 縫村崇行 ブータン・ヒマラヤにおける氷河周辺斜面の氷河分布への寄与。雪氷研究大会, 北見, Sep 17-21, 2013, oral20Sep. 縫村崇行, 藤田耕史, Pieczonka T, Bolch T, 坂井亜規子 多時期のデジタル標高モデルから復元された 1960 年代以降のブータンヒマラヤ・ルナナ地方の氷河の高度変化。雪氷研究大会, 北見, Sep 17-21, 2013, oral20Sep. Fujita K, Sakai A Sensitivity of runoff from a Himalayan debris-covered glacier. Davos Atmosphere and Cryosphere Assembly DACA-13, Davos, Switzerland, Jul 8-12, 2013, oral10Jul. [invited] Lamsal D, Watanabe T, Sawagaki T, Sakai A Glacial surface lowering and development of formidable size lakes on debris-covered Imja and Chamlang-South glaciers in the Nepal Himalaya. Davos Atmosphere and Cryosphere Assembly DACA-13, Davos, Switzerland, Jul 8-12, 2013, oral10Jul. Nuimura T, Sakai A, Fujita K, Nagai H, Taniguchi K, Tsutaki S, Okamoto S, Hoshina Y Database for altitudinal distribution of glacier in high Asian mountains. Davos Atmosphere and Cryosphere Assembly DACA-13, Davos, Switzerland, Jul 8-12, 2013, oral12Jul. 永井裕人, 藤田耕史, 縫村崇行, 坂井亜規子 ALOS 衛星を用いたブータンヒマラヤにおける氷河台帳の作成。日本地球惑星科学連合大会, 幕張, May 19-24, 2013, oral20May. 縫村崇行, 藤田耕史, Pieczonka T, Bolch T, 坂井亜規子 米国軍事偵察衛星(Corona, Hexagon)により復元された 1960 年代以降のブータンヒマラヤ・ルナナ地方の長期間の氷河変動。日本地球惑星科学連合大会, 幕張, May 19-24, 2013, oral24May.</p>

<p>坂井亜規子, 縫村崇行, 永井裕人, 小澤亜紀, 藤田耕史, 谷口圭輔, 津滝俊, Lamsal D, 岡本祥子, 保科優 氷河流出推定のための氷河台帳作成プロジェクト(GAMDAM)進捗状況. 日本地球惑星科学連合大会, 幕張, May 19-24, 2013, oral24May.</p> <p>Nagai H, Fujita K, Nuimura T, Sakai A, Analyzing geographic setting of debris-covered glacier in the Bhutan Himalaya. International Symposium on Remote Sensing 2013, Makuhari, Japan, May 15-17, 2013, oral15May.</p> <p>Nagai H, Fujita K, Nuimura T, Sakai A, An ALOS-derived glacier inventory of the Bhutan Himalaya. European Geosciences Union General Assembly 2013, Vienna, Austria, Apr 7-12, 2013, oral9Apr.</p> <p>Sakai A, Nuimura T, Fujita K Applicability of a mass balance model for the debris-covered Khumbu Glacier in the Nepal Himalaya. European Geosciences Union General Assembly 2013, Vienna, Austria, Apr 7-12, 2013, poster8Apr.</p> <p>Sakai A, Inoue M, Fujita K, Narama C, Kubota J, Nakawo M, Yao T Variations in discharge from the Qilian Mountains, northwest China, and its effect on the agricultural communities of the Heihe Basin, over the last two millennia. the 4th PAGES Open Science Meeting, Goa, India, Feb 13-16, 2013, poster 15 Feb.</p> <p>Sakai A, Nuimura T Evidence for surface lowering at supraglacial lakes on debris-covered glaciers in the Himalayas. American Geophysical Union Fall Meeting 2012, San Francisco, USA, Dec 3-7, 2012, poster4Dec.</p> <p>Tsutaki S, Fujita K, Yamaguchi S, Sakai A, Nuimura T, Sugiyama S, Komori J, Takenaka S, Tshering P Interaction between glacier and glacial lake in the Bhutan, Himalaya. American Geophysical Union Fall Meeting 2012, San Francisco, USA, Dec 3-7, 2012, poster4Dec.</p> <p>縫村崇行, 坂井亜規子, 藤田耕史, 永井裕人, 谷口圭輔, 津滝俊, 保科優 Landsat ETM+とSRTMにより抽出したアジア高山地域の山岳氷河の面積高度分布データベース. 日本リモートセンシング学会, 広島, Nov 19-20, 2012, poster20Nov.</p> <p>永井裕人, 藤田耕史, 縫村崇行, 坂井亜規子 ブータン・ヒマラヤにおけるデブリ氷河の形成要因に関する研究. 地理情報システム学会研究発表大会, 広島, Oct 13-14, 2012, poster13Oct.</p> <p>縫村崇行, 坂井亜規子, 藤田耕史, 永井裕人, 谷口圭輔, 津滝俊, 岡本祥子, 保科優, 小澤亜紀 アジア高山地域における山岳氷河の面積高度分布データベースについて. 地理情報システム学会研究発表大会, 広島, Oct 13-14, 2012, poster13Oct.</p> <p>永井裕人, 藤田耕史, 縫村崇行, 坂井亜規子 ブータン・ヒマラヤにおける氷河インベントリの作成. 雪氷研究大会, 福山, Sep 23-27, 2012, oral24Sep.</p> <p>縫村崇行, 坂井亜規子, 藤田耕史, 永井裕人, 谷口圭輔, 津滝俊, 岡本祥子, 保科優, 小澤亜紀 アジア高山地域における山岳氷河の面積高度分布データベースについて. 雪氷研究大会, 福山, Sep 23-27, 2012, poster25Sep.</p> <p>坂井亜規子, 井上充幸, 藤田耕史, 奈良間千之, 窪田順平, 中尾正義, 姚檀棟 黒河流域における過去二千年間の祁連山脈からの河川流量変動と農業への影響. 雪氷研究大会, 福山, Sep 23-27, 2012, poster26Sep.</p> <p>坂井亜規子, 縫村崇行 ヒマラヤのデブリ氷河上の池における表面低下の証拠. 雪氷研究大会, 福山, Sep 23-27, 2012, poster25Sep.</p> <p>津滝俊, 藤田耕史, 山口悟, 坂井亜規子, 縫村崇行, 杉山慎, 小森次郎, 竹中修平, Tshering P ブータンヒマラヤにおける氷河・氷河湖相互作用. 雪氷研究大会, 福山, Sep 23-27, 2012, oral26Sep.</p> <p>Tsutaki S, Fujita K, Yamaguchi S, Sakai A, Nuimura T, Komori J, Takenaka S, Tshering P Dynamic thinning of glaciers due to glacial lake formation in the Himalaya. International Symposium on Glaciers and ice sheets in a warming climate, Fairbanks, USA, Jun 24-29, 2012, poster26Jun.</p> <p>縫村崇行, 藤田耕史, Pieczonka T, Bolch T, 坂井亜規子 米国軍事偵察衛星(Corona, Hexagon)を用いた 1960年代以降のブータンヒマラヤ・ルナナ地方の氷河変動. 日本写真測量学会平成24年度年次学術講演会, 東京, May 21-22, 2012, oral22May.</p> <p>縫村崇行, 坂井亜規子, 藤田耕史, 永井裕人, 谷口圭輔, 津滝俊, 岡本祥子, 保科優 アジア高山地域における山岳氷河の面積高度分布データベースの構築. 日本地球惑星科学連合大会, 幕張, May 20-25, 2012, oral22May. [invited]</p>

	<p>津滝俊, 藤田耕史, 山口悟, 坂井亜規子, 縫村崇行, 小森次郎, 竹中修平, Tshering P ブータンヒマラヤにおける氷河湖形成と氷河表面低下への影響. 日本地球惑星科学連合大会, 幕張, May 20-25, 2012, oral24May.</p> <p>Sakai A, Nuimura T Evidence of surface lowering at supraglacial lakes on debris-covered glaciers in the Himalayas. European Geosciences Union General Assembly 2012, Vienna, Austria, Apr 22-27, 2012, poster25Apr. Tsutaki S, Fujita K, Yamaguchi S, Sakai A, Nuimura T, Komori J, Takenaka S, Tshering P Dynamic interactions between glacier and glacial lake in the Bhutan Himalaya. European Geosciences Union General Assembly 2012, Vienna, Austria, Apr 22-27, 2012, poster25Apr.</p> <p>山口悟, 藤田耕史, 坂井亜規子 デブリ氷河の表面傾斜の支配要因に関する研究. 日本地球惑星科学連合大会, 幕張, May 22-27, 2011,</p> <p>坂井亜規子, 奈良間千之, 竹内望, 藤田耕史, 窪田順平 イリ河流域における過去1000年間の氷河・氷河流出量変動. 日本地球惑星科学連合大会, 幕張, May 22-27, 2011,.</p> <p>坂井亜規子, 藤田耕史, 田殿武雄, 縫村崇行 ヒマラヤの氷河湖の形成条件に関する研究. 日本地球惑星科学連合大会, 幕張, May 22-27, 2011.</p> <p>縫村崇行, 坂井亜規子, 藤田耕史 ASTER及びLandsat衛星画像による、氷河表面の熱抵抗値、NDWI、流動速度の時系列変化と氷河上の池の拡大について. 日本地球惑星科学連合大会, 幕張, May 22-27, 2011.</p> <p>藤田耕史, 坂井亜規子, Surazakov AB, 山之口勤, 竹中修平 ヒマラヤにおける氷河湖の危険度再評価. 日本地球惑星科学連合大会, 幕張, May 22-27, 2011.</p> <p>縫村崇行, 坂井亜規子, 藤田耕史 ASTER及びLandsat衛星画像による、氷河表面の熱抵抗値、NDWI、流動速度の時系列変化と氷河上の池の面積変化について. 日本リモートセンシング学会, 東京, May 26-27, 2011.</p> <p>Sakai A, Tadono T, Fujita K, Nuimura T Formation conditions of supraglacial lakes on debris-covered glaciers in the Himalayas29Jun. International Union of Geodesy and Geophysics General Assembly 2011, Melbourne, Australia, June 28 - July 7, 2011, oral29Jun.</p> <p>坂井亜規子, 縫村崇行, 永井裕人, 藤田耕史 “GAMDAM Project”高精度氷河台帳作成プロジェクト紹介. 雪氷研究大会, 長岡, Sep 20-23, 2011</p> <p>Sakai A Fluctuation of glaciers in the Ili River Basin during the past millennium. Toward a Sustainable Society for the Future: Dialogues in Almaty, Almaty, Kazakhstan, Jan 10-12, 2012, oral10Jan.</p> <p>一般向け 計0件</p>
<p>図書</p> <p>計0件</p>	
<p>産業財産権 出願・取得 状況</p> <p>計0件</p>	<p>(取得済み) 計0件</p> <p>(出願中) 計0件</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<p>http://gamdam.cryoscience.net/</p>
<p>国民との科学・技術対話の実施状況</p>	<p>さかえサイエンストーク／はこだて科学夜話 アジアの氷河マップづくり ～秘境の氷河を人工衛星で探る～ 2013年11月01日(金) 18:30～20:00 場所:三井住友銀行 SMBC パーク 栄、参加人数:約20人</p>

	<p>名古屋大学オープンセミナー「アジアにおける氷河変動のはなし」 2013年3月20日 場所:名古屋大学 環境総合館 対象:一般、参加人数:12名</p> <p>名古屋大学オープンセミナー「アジア高山域における氷河のはなし」 2012年3月23日 場所:名古屋大学 環境総合館 対象:一般、参加人数:14名</p>
新聞・一般雑誌等掲載計11件	<p>「アジアの氷河 小さかった」2013年12月11日 毎日新聞 「アジアの氷河 3割小さく」2013年12月11日 福井新聞 「アジアの氷河3割小さかった 名大グループ発表へ」2013年12月11日 中日新聞 「アジアの氷河3割小さかった 名大グループ分布図で判明」2013年12月11日 産経新聞 「アジアの氷河 3割小さく 名大グループ分布図」2013年12月11日 日経新聞 「アジアの氷河実は3割小さかった 名大正確に調査」2013年12月11日 岐阜新聞 「アジアの氷河 3割小さく 名大グループ 正確な分布図」2013年12月11日 信濃毎日新聞 「アジアの氷河面積3割小さく 名大グループが新分布図」2013年12月11日 京都新聞 「ひと2014 アジアの氷河分布図を作った名古屋大特任助教」2014年2月12日 北海道新聞 「時のひと アジアの氷河分布図を作った名古屋大特任助教 坂井亜規子さん」2014年2月15日 京都新聞 「アジアの氷河分布図を作成 坂井亜規子さん」2014年2月25日 東京新聞</p>
その他	

7. その他特記事項

本プロジェクトの主要メンバー3人が IACS(国際雪氷科学協会)の世界氷河分布作成ワーキンググループに入るようになった。