

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 17 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2010～2013

課題番号：22241005

研究課題名(和文) 地球規模環境変動に対する氷河生態系の応答予測と影響評価

研究課題名(英文) Response prediction and impact statement of glacier ecosystems on global environmental change

研究代表者

幸島 司郎 (Kohshima, Shiro)

京都大学・野生動物研究センター・教授

研究者番号：60183802

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 36,800,000円、(間接経費) 11,040,000円

研究成果の概要(和文)：氷河生態系の微生物生態、特にその活動が氷河表面のアルベド(反射率)を低下させ氷河融解を促進する過程を理解し、地球規模環境変動による氷河生態系の応答を予測するために、世界各地の様々なタイプの氷河で、氷河の生物相、表面構造、アルベド、気象条件に関する調査を行い、その結果を比較した。その結果、微生物による氷河アルベド改変過程や氷河微生物相の決定要因を理解するのに必要な、微生物相とアルベド、環境条件の関係などが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：To estimate the response of glacier ecosystems to the global environmental change, we studied ecology of glacier microorganisms and albedo reducing process by microbial activities on the glaciers of various types by field studies at various part of the world. By comparing microbial flora, surface structure, albedo and environmental conditions on glaciers of various types, we could clarify relationship between glacial microbial flora and environmental condition, basic information needed to understand glacial microbial activities and how it affect glacier albedo.

研究分野：環境学

科研費の分科・細目：環境動態解析

キーワード：アルベド バクテリア リモートセンシング 微生物 極限環境 氷河 氷床 藻類

1. 研究開始当初の背景

近年、世界各地で地球温暖化が原因と考えられる氷河の後退や縮小が報告されており、海面上昇や水資源の減少、急激な気候変動の原因となることが懸念されている。氷河表面のアルベド(反射率)は、氷河の融解に影響する重要な要因の一つであり、その変動プロセスを理解することは温暖化による氷河変動を理解する上で非常に重要である。一般に氷河の雪や氷は白くてアルベドが高いため、たとえば氷河外から飛んでくる鉱物粒子、すすなどの黒っぽい不純物は、氷河のアルベドを低下させることによって、氷河融解を加速する効果を持っている。しかし従来、氷河上での生物活動の影響は考慮されてこなかった。申請者らは、氷河上で繁殖する微生物やその活動に由来する有機物が、雪氷面アルベドを低下させて、融解を加速している、つまり、雪氷生物の活動が氷河融解に影響していることを世界に先駆けて明らかにしてきた(Kohshima et al. 1993, Takeuchi et al. 2001)。最近、氷河や氷床のアルベドに対する汚れ物質やクリオコナイトホール(氷河表面に発達する柱状の穴)などの表面構造の影響の重要性は、海外でも注目されつつある。しかし、生物活動による汚れ物質形成の重要性、特に氷河生態系という総合的な観点からの理解はまだ進んでいない。

2. 研究の目的

(1) 培養不能なものが多い氷河微生物の研究に、最新の遺伝子解析法を導入することによって、その生態やアルベド低下過程をさらに明らかにする。

(2) 環境変化と微生物活動によるアルベド変化の関係を明らかにする。

(3) 氷河のアルベドと微生物活動の広域分布を明らかにするリモートセンシング手法を開発し、生物学的アルベド改変プロセスを考慮した氷河変動モデルを構築する。

3. 研究の方法

(1) 10-20年以上前の調査結果と比較が可能なヒマラヤ、アラスカ、パタゴニアなどの氷河で微生物相と表面構造、アルベドに関する調査を行ない、近年の変動を明らかにする。同時に、アイスコアを採取し、生物学的解析によって、それらと環境変動との関係を分析する。また、(2) 温暖化による大きな影響が予想される低緯度地域の氷河で現地調査を行うとともに、衛星画像解析によって、氷河微生物とアルベドの広域分布を明らかにする。現地調査では、最新の遺伝子解析に利用できるサンプルを高度別に採取し、培養困難な氷河微生物の生態と汚れ形成プロセス、環境条件との関係を明らかにする。

(3) 以上の結果をもとに、生物学的プロセスを考慮した氷河変動モデルを構築する。

4. 研究成果

(1) 地域や氷河タイプ、標高、年変動による氷河微生物相とアルベドの変化を明らかにするために、微生物活動によるアルベド低下が最も大きい「黒い氷河」と中程度の「ピンクの氷河」、最も小さい「白い氷河」の3タイプの氷河において氷河生態系に関する現地調査を行い、最新の遺伝子解析による微生物相分析などに利用できるサンプルの高度別採取や表層アイスコア採取などを行った。

黒い氷河の調査は、氷河表面のアルベドと微生物相のモニタリングを10年間継続している中国新疆ウイグル自治区のウルムチNo.1氷河および、ブータン・ヒマラヤのカンジャラ氷河で行った。No.1氷河では、氷河上の黒い汚れの本体である、直径数ミリのクリオコナイト粒が、ストロマトライトのようにシアノバクテリアの成長に伴って形成される粒子であり、平均3.5層、最大7層の層構造が観察されたことから、氷河上で増殖する糸状シアノバクテリアの成長によって数年から7年の時間スケールで形成・崩壊を繰り返している構造であることが明らかになった。また、ヒマラヤなど他の地域のクリオコナイト粒との比較によって、クリオコナイト粒を形成するシアノバクテリアが、地域によって異なることも遺伝子解析によって明らかになった。カンジャラ氷河では、近年の急速な後退にともなう雪氷微生物相の変化が確認された。

ピンクの氷河の調査は、アラスカ太平洋沿岸にあるパイロン氷河とハーディング氷原、および内陸部のアラスカ山脈にあるグルカナ氷河で行った。最も氷河表面の融解が盛んな7-8月に氷河上の汚れ物質、微生物相、微生物量と、クリオコナイトホールなどの表面構造およびアルベドとの関係を分析するための測定と試料収集を高度別に行った。その結果、このタイプの氷河の汚れを形成する赤い色素を持つ単細胞緑藻は中流部に最も多く分布することや、クリオコナイト粒のような構造を形成しないために、アルベドが大きく低下しないことなどが明らかになった。また、この単細胞緑藻を餌として、この地域の氷河に生息する耐低温性動物であるコオリミミズの試料を採取し、腸内や体表に生息する微生物相を遺伝子解析によって分析した結果、好冷菌や耐冷菌として知られている細菌や、それに近縁な細菌が数多く確認された。

「白い氷河」の調査は、チリ共和国パタゴニア北氷原のサンラファエル氷河と、その北端にあるエクスプラドレス氷河、南氷原の南端にあるチンダル氷河などにおいて行った。チンダル氷河では、近年の大きな氷河後退に伴う氷河微生物相の変化を明らかにするために、12年前に同氷河で行った氷河微生物に関する調査と同じサンプリング地点で試料採取を行った。近年大きく後退しているエク

スプラドレス氷河では、下流部の裸氷上にこれまで未報告のコケ植物の群落が分布していることが明らかになった。また南氷原のチンダル氷河で採取した氷河昆虫（無翅カワゲラ類）サンプルを利用して、消化管微生物の遺伝子解析を行なった結果、これまで知られていない耐低温性腸内微生物が含まれていることが明らかになった。

(2) 温暖化による大きな影響が予想される低緯度地域の氷河の調査は、赤道付近に位置するアフリカのウガンダ共和国・ルーエンゾリ山群にあるエレナ氷河、および南米のコロンビア共和国・サントイザベル山群にあるコメヘラス氷河で行った。幸い天候にも恵まれ、これまでほとんど情報の無かったこれらの地域の氷河生態系に関する貴重な情報と試料を得る事ができた。また予備的分析の段階だが、これらの氷河では、これまでに報告の無い雪氷藻類などの微生物が増殖している事がわかってきた。例えばエレナ氷河下流部では、黒い汚れの中に、これまでに報告の無い雪氷中で増殖するコケ植物が含まれていることがわかった。また、本氷河は現在ほぼ全面が消耗域となっており、近い将来消滅する可能性が高い事が、表面の微生物分布からも示唆された。

コメヘラス氷河はコロンビア水文大気研究所によって継続的に質量収支などの観測が行われており、近年急速に後退していることが報告されている。コメヘラス氷河は既に全域が消耗域となっており、表面が赤黒い汚れに覆われていた。この汚れは従来、火山灰であると考えられてきたが、分析の結果、大量の緑藻類が含まれることが明らかになった。また、この中には、これまでに報告の無い種の雪氷藻類が含まれていることが明らかになってきた。現在、以上の調査地で採取した氷河生物サンプル、およびこれまでの調査で採取したサンプルの遺伝子分析による微生物相解析を進めている。

さらに、これまで世界各地の氷河で収集してきた氷河微生物サンプルの遺伝子解析によって、抗生物質耐性を持つバクテリアの世界分布が明らかとなり、南半球のパタゴニアや南極半島の氷河には抗生物質耐性遺伝子を持つバクテリアが少ないことなど、これまで未知だった、大気循環による微生物分散の実態を明らかにする貴重な情報も得られた。

(3) これらの現地調査と同時に、調査地域の衛星画像を解析することによって、リモートセンシングによる氷河上の汚れや微生物分布解析法の開発を進めている。また、これまでの結果をもとに、微生物活動によるアルベド改変プロセスを考慮した氷河変動モデルの構築を進めている。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 35 件)

- (1) Nakazawa F, Segawa T, Kohshima S, Gyenden L, Fujiki T, Toeb K (2013) Recent melting status at the upstream part of the Gangjoe La Glacier, Bhutan Himalayas, determined by pollen analysis of an ice core. *Bulletin of Glaciological Research*, 31, 1-7. <http://dx.doi.org/10.5331/bgr.31.1> 査読有り
- (2) Fujita K, Nishimura K, Komori J, Iwata S, Ukita J, Tadono T, Koike T (2013) Outline of research project on glacial lake outburst floods in the Bhutan Himalayas. *Global Environmental Research*, 16(1), 3-12. http://www.cryoscience.net/pub/pdf/2012ger_fujita.pdf 査読有り
- (3) Yamaguchi S, Fujita K (2013) Modeling glacier behavior under different precipitation seasonality. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 45(1), 143-152. doi:10.1657/1938-4246-45.1.143 査読有り
- (4) Zhang GS, Kang SC, Fujita K, Huintjes E, Xu JQ, Yamazaki T, Haginoya S, Yang W, Schere (2013) Energy and mass balance of the Zhadang Glacier surface, central Tibetan Plateau. *Journal of Glaciology*, 59(213), 137-148. doi:10.3189/2013JoG12J152 査読有り
- (5) 藤田耕史 (2013) ヒマラヤの氷河の現状とその将来. *Japanese Scientists in Science 2012 - サイエンス誌に載った日本人研究者*, 28. http://www.sciencemag.jp/files/Japanese_Scientists2012.pdf 査読なし
- (6) Bolch T, Kulkarni A, Käab A, Huggel C, Paul F, Cogley JG, Frey H, Kargel JS, Fujita K, Scheel M, Bajracharya S, Stoffel M (2012) The state and fate of Himalayan glaciers. *Science*, 336(6079), 310-314, doi:10.1126/science.1215828 査読有り
- (7) Nuimura T, Fujita K, Yamaguchi S, Sharma RR (2012) Elevation changes of glaciers revealed by multitemporal digital elevation models calibrated by GPS survey in the Khumbu region, Nepal Himalaya, 1992-2008. *Journal of Glaciology*, 58(210), 648-656. doi:10.3189/2012JoG11J061 査読有り
- (8) Uetake J, Yoshimura Y, Nagatsuka N, Kanda H (2012) Isolation of oligotrophic yeasts from supra-glacial environments of different altitude on the Gulkana Glacier (Alaska). *Global Environmental Research*, 82(2), 279-286. doi:10.1111/j.1574-6941.2012.01323.x 査読有り
- (9) Kawamura K., Izawa Y, Mochida M and Shiraiwa T. (2012) Ice core records of biomass burning tracers (levoglucosan and dehydroabietic, vanillic and p-hydroxybenzoic acids) and total organic carbon for past 300 years in the Kamchatka

- Peninsula, Northeast Asia. *Geochimica et Cosmochimica Acta.*,99, 317–329. doi:10.1016/j.gca.2012.08.006 査読有り
- (10) Segawa, T., Takeuchi, N., Rivera, A., Yamada, A., Yoshimura, Y., Barcaza, G., Shinbori, K., Motoyama, H., Kohshima, S., Ushida, K. (2012) Distribution of antibiotic resistance genes in glacier environments. *Environmental Microbiology Reports*,5,127-134.doi:10.1111/1758-2229.12011 査読有り
- (11) Sakai A, Inoue M, Fujita K, Narama C, Kubota J, Nakawo M, Yao TD (2012) 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. *Water History*, 4(2), 177-196. doi:10.1007/s12685-012-0057-8 査読有り
- (12) 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. *Global Environmental Research*, 16(1), 95-104. http://www.cryoscience.net/pub/pdf/2012ger_takeuchi.pdf 査読有り
- (13) Nakazawa F, Uetake J, Suyama Y, Kaneko R, Takeuchi N, Fujita K, Motoyama H, Imura S, Kanda H (2012) DNA analysis for section identification of individual Pinus pollen grains from Belukha glacier, Altai Mountains, Russia. *Environmental Research Letters*, 8(1), 14-32. doi:10.1088/1748-9326/8/1/014032 査読有り
- (14) Uetake, J., S. Kohshima, F. Nakazawa, N. Takeuchi, K. Fujita, T. Miyake, H. Narita, V. Aizen, and M. Nakawo (2011) Evidence for propagation of cold-adapted yeast in an ice core from a Siberian Altai glacier. *Journal of Geophysical Research*, 116, G01019, 8 pp. doi:10.1029/2010JG001337 査読有り
- (15) Takeuchi N, Ishida Y, Li Z (2011) Microscopic Analyses of Insoluble Particles in an Ice Core of Urumqi Glacier No. 1: Quantification of Mineral and Organic Particles. *Journal of Earth Science*, 22, 431-440, doi:10.1007/s12583-011-0197-2 査読有り
- (16) Fujita K, Takeuchi N, Nikitin SA, Surazakov AB, Okamoto S, Aizen VB, Kubota J (2011) Favorable climatic regime for maintaining the present-day geometry of the Gregoriev Glacier, Inner Tien Shan. *The Cryosphere*, 5, 539-549, doi:10.5194/tc-5-539-2011 査読有り
- (17) Takahiro Segawa, Yoshitaka Yoshimura, Kenichi Watanabe, Hiroshi Kanda, and Shiro Kohshima (2011) Community structure of culturable bacteria on surface of Gulkana Glacier, Alaska. *Polar Science*, 5, 41-51. doi: 10.1016/j.polar.2010.12.002 査読有り
- (18) Takahiro Segawa and Nozomu Takeuchi (2011) A cyanobacterial community on the Qiyi Glacier Glacier in the Qilian Mountains of China. *Annals of Glaciology*, 51,135-144,http://www.es.s.chiba-u.ac.jp/~takeuchi/pdf/10ang_QY_cvano.pdf 査読有り
- (19) Santibañez P, Kohshima S, Scheibling R, Silva R, Jaramillo J, Labarca P and Casassa G (2011) First Record of Testate Amoebae on Glaciers and Description of a New Species *Puytoracia jenswendti* nov. sp. (Rhizaria, Euglyphida), *Acta Protozool*, 50, 1-14.doi:10.4467/16890027AP.11.001.0001 査読有り
- (20) Fujita K, Nuimura T (2011) Spatially heterogeneous wastage of Himalayan glaciers. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(34) 14011-14014, doi: 10.1073/pnas.1106242108 査読有り
- (21) Nakazawa F, Miyake T, Fujita K, Takeuchi N, Uetake J, Fujiki T, Aizen VB, Nakawo M (2011) Establishing the timing of chemical deposition events on Belukha glacier, Altai Mountains, Russia, using pollen analysis. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 43(1), 66-72,doi: 10.1657/1938-4246-43.1.66 査読有り
- (22) Nuimura T, Fujita K, Fukui K, Asahi K, Aryal R, Ageta Y (2011) Temporal changes in elevation of the debris-covered ablation area of Khumbu Glacier in the Nepal Himalaya since 1978. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 43(2), 246-255, doi: 10.1657/1938-4246-43.2.246 査読有り
- (23) Ukita J, Narama C, Tadono T, Yamanokuchi T, Tomiyama N, Kawamoto S, Abe C, Uda T, Yabuki H, Fujita K, Nishimura K (2011) Glacial lake inventory of Bhutan using ALOS data: Part I. Methods and preliminary results. *Annals of Glaciology*, 52(58), 65-71, doi: 10.3189/172756411797252293 査読有り
- (24) Zhang Y, Fujita K, Liu SY, Liu Q, Nuimura T (2011) Distribution of debris thickness and its effect on ice melt at Hailuoguo glacier, southeastern Tibetan Plateau, using in situ surveys and ASTER imagery. *Journal of Glaciology*, 57(206), 1147-1157, doi: 10.3189/002214311798843331
- (25) Fukuda, T., Sugiyama, S., Matoba, S. and Shiraiwa, T. (2011) Glacier flow measurement and radio-echo sounding at Aurora Peak, Alaska, in 2008. *Annals of Glaciology*, 52(58), 138-142, doi:

- <http://dx.doi.org/10.3189/172756411797252130> 査読有り
- (26) Matoba, S., Shiraiwa, T., Tsushima, A., Sasaki, H. and Muravyev, Y.D. (2011) Records of sea-ice extent and air temperature at the Sea of Okhotsk from an ice core of Mount Ichinsky, Kamchatka. *Annals of Glaciology*, 52(58), 44-50, doi: <http://dx.doi.org/10.3189/172756411797252149> 査読有り
- (27) Okamoto, S., K. Fujita, H. Narita, J. Uetake, N. Takeuchi, T. Miyake, F. Nakazawa, V. B. Aizen, S. A. Nikitin, and M. Nakawo (2011) Reevaluation of the reconstruction of summer temperatures from melt features in Belukha ice cores, Siberian Altai. *Journal of Geophysical Research*, 116, D02110-21. doi: 10.1029/2010JD013977 査読有り
- (28) Nakazawa F, Miyake T, Fujita K, Takeuchi N, Uetake J, Fujiki T, Aizen V, and Nakawo M (2011) Establishing the Timing of Chemical Deposition Events on Belukha Glacier, Altai Mountains, Russia, Using Pollen Analysis. *Arctic, Antarctic Alpine Research*, 43(1), 66-72, doi: 10.1657/1938-4246-43.1.66 査読有り
- (29) Uetake J, Naganuma T, Hebsgaard MB, Kanda H, Kohshima S (2010) Communities of algae and cyanobacteria on glaciers in west Greenland. *Polar Science*, 51, 9-14, doi: 10.1016/j.polar.2010.03.002 査読有り
- (30) Takeuchi, N., Nishiyama, H., Li, Z. (2010) Structure and formation process of cryoconite granules on Ürümqi glacier No. 1, Tien Shan, China. *Annals of Glaciology*, 51,9-14. doi:<http://dx.doi.org/10.3189/172756411795932010> 査読有り
- (31) Nagatsuka, N., Takeuchi, N., Nakano, T., Kokado, E., Li, Z. (2010) Sr, Nd and Pb stable isotopes of surface dust on Ürümqi glacier No. 1 in western China. *Annals of Glaciology*, 51,95-105. doi: 10.1016/j.gloplacha.2010.07.008 査読有り
- (32) Segawa, T., Takeuchi, N. (2010) Cyanobacterial communities on Qiyi Glacier in the Qilian Mountains of China. *Annals of Glaciology*, 51, 153-162, <http://dx.doi.org/10.3189/172756411795932047> 査読有り
- (33) Ushida K, Segawa T, Kohshima S, Takeuchi N, Fukui K, ZhongQL and Kanda H. (2010) Application of real-time PCR array to the multiple detection of antibiotic resistant genes in glacier ice samples. *The Journal of General and Applied Microbiology*, 56(1), 43-52, doi :10.2323/jgam.56.43 査読有り
- (34) Sakai A, Fujita K (2010) Formation conditions of supraglacial lakes on debris-covered glaciers in the Himalayas. *Journal of Glaciology*, 116, D02110, doi: 10.3189/002214310791190785 査読有り
- (35) 牛田一成 (2010) 自然界における薬剤耐性菌汚染 - 環境の視点から, 臨床と微生物, 36(6), 623-628. http://www.kindai-s.co.jp/products/detail.php?product_id=196 査読有り
- [学会発表](計26件)
- (1) Fujita K, Spatially heterogeneous wastage of Himalayan glaciers. (invited), International Conference on Cyrosphere of the Hindu Kush Himalayas: State of the Knowledge, Kathmandu, Nepal, 2013/01/14-15 招待講演
- (2) Takeuchi N, Biogenic impurities darkening the Greenland Icesheet (invited) Third International Symposium on the Arctic Research (ISAR- 3), Tokyo, 2013/01/13-15, 招待講演
- (3) Kohshima S, Yoshimura Y, Takeuchi N, Segawa T, Uetake J, Glacier Ecosystems of Himalaya (invited), American Geophysical Union fall meeting, San Francisco, USA, 2012/12/04 招待講演
- (4) 村上匠, 瀬川高弘, 山田明德, Dylan Bodington, 竹内望, 幸島司郎, 本郷裕一. 氷河無脊椎動物の細菌叢の解析. 日本動物学会, 東京工業大学(東京都), 2013/03/16
- (5) Takeuchi N, Variations in carbon and nitrogen stable isotopes of cryoconite (invited). American Geophysical Union fall meeting, San Francisco, USA, 2012/12/06
- (6) Segawa T, Ishii S, Bodington D, Hongoh Y, Maruyama F and Takeuchi N, Impact of microbial communities on nitrogen cycles on Urumqi Glacier No.1 in China, American Geophysical Union fall meeting, San Francisco, USA, 2012/12/06
- (7) Takeuchi N, Color of glaciers observed from satellites (invited), 日本惑星地球科学連合大会 Tokyo, 2013/05/20-25. 招待講演
- (8) Murakami T, Segawa T, Yamada A, Bodington D, Takeuchi N, Kohshima S, and Hongo Y, Census of bacteria associated with glacier ice worms in Alaska. 第28回日本微生物生態学会大会, 豊橋技術科学大学(愛知県), 2012/09/20
- (9) Segawa T, Ishii S, Bodington D, Hongoh Y, Maruyama F and Takeuchi N, Methanogenic archaea diversity and distribution in the Arctic permafrost samples of different age. 第28回日本微生物生態学会大会, 豊橋技術科学大学(愛知県), 2012/09/20
- (10) 植竹淳, 田邊優貴子, 原宏輔, 田中聡太, 本山秀明, 幸島司郎. ウガンダ・ルウェンゾリ山の氷河上に分布する塊状の蘚苔類(コケ植物), 雪氷研究大会, 広島県福山市, 2012/09/23-27

- (11) Fujita K., Sakai A. Integrated model for a Himalayan debris-covered glacier, Glacier Mass Balance Working Group Meeting for Third Pole Environment. Guangzhou, China, 2012/2/20 招待講演
- (12) Fujita K., Nuimura T. Spatially heterogeneous wastage of Himalayan glaciers. Glacier Mass Balance Working Group Meeting for Third Pole Environment, Guangzhou, China, 2012/2/20 招待講演
- (13) Fujita K., Nuimura T. Spatially heterogeneous wastage of Himalayan glaciers. American Geophysical Union Fall Meeting 2011, San Francisco, USA, 2012/12/08
- (14) Fujita K., Nuimura T. Inhomogeneous wastage distribution of Himalayan glaciers. European Geosciences Union General Assembly. Vienna, Austria, 2011/04/05
- (15) 藤田耕史. ヒマラヤの氷河の現状とその将来像. 信州大学山岳科学総合研究所国際シンポジウム「アジアの山岳氷河 - 地球環境変動のセンサーとして - 」, 松本, 2012/03/03 招待講演
- (16) 藤田耕史, 縫村崇行. ヒマラヤにおける近年の氷河変動とその空間分布. 日本地球惑星科学連合大会, 幕張, 2011/05/24
- (17) Segawa T, Abe T, Kondo S, Takeuchi N and Kanda H. Reconstructions of past flora using DNA analysis from ice core samples on Gregoriev Glacier, Kyrgyz. The 32nd Symposium on Polar Biology, Tokyo Japan, 2010/12/01
- (18) Segawa T, Abe T, Kondo S, Takeuchi N and Kanda H. Reconstructions of past flora using DNA analysis from ice core samples on Gregoriev Glacier, Kyrgyz. The 32nd Symposium on Polar Biology, Tokyo, Japan. 2010/12/06
- (19) Bodington D, Segawa T, Hongoh Y, Kohshima S. Altitudinal change in bacterial communities of a glacial environment, analysed by 16S rRNA gene sequencing and fluorescence in situ hybridization. 日本雪氷学会全国大会, 仙台市, 2010/09/29
- (20) Fujita K. Recent changes in Himalayan glaciers and glacial lakes. Workshop on Integrated Studies of Environmental Changes and Climate, Kathmandu, Nepal. 2010/09/13-15 招待講演
- (21) Fujita K. Glacier Monitoring Activities in Japan, Nepal and Bhutan. WGMS General Assembly of the National Correspondents, Zermatt, Switzerland, 2010/09/01-04 招待講演
- (22) Fujita K. Changes in cryosphere in the Asian highland. PAGES 1st Asia 2k Workshop, Nagoya, Japan, 2010/08/26-27 招待講演
- (23) Fujita K. Recent changes in Himalayan glaciers and ice core studies in the Asian highland. 2010 PAGES (PASt Global changeS) Regional Workshop, Nagoya, Japan, 2010/06/5-6 招待講演
- (24) Takeuchi N. Biogenic impurities in snow and ice and their effect on melting. Impurities in snow and ice workshop, Colorado, USA, 2010/06/21 招待講演
- (25) 竹内望, 藤田耕史, 的場澄人, 岡本祥子, Evgeny Podolskiy, Dylan Bodington, Vladimir Aizen. パミール・フェドチェンコ氷河, 2009年アイスコア掘削調査. 日本雪氷学会全国大会, 仙台市, 2010/09/27
- (26) 竹内望, 石田依子, 兵藤不二夫, 中沢文男, 三宅隆之. 中国祁連山の山岳アイスコア中の有機物粒子と炭素安定同位体比. 日本地球惑星科学連合大会, 千葉市幕張, 2010/05/28
- [図書](計 3 件)
- (1) 積木久明, 幸島司郎, ほか (2010), 昆虫の低温耐性 - その仕組みと調べ方 -, 岡山大学出版会, 296p
- (2) 加藤碩一, 藤田耕史ほか (2010), 宇宙から見た地形 - 日本と世界, 朝倉書店, 135p
- (3) 藤田耕史ほか (2011), 基礎からわかるリモートセンシング (日本リモートセンシング学会編), 理工図書, 345p

6. 研究組織

(1) 研究代表者

幸島 司郎 (KOHSHIMA SHIRO)
京都大学・野生動物研究センター・教授
研究者番号: 60183802

(2) 研究分担者

牛田 一成 (KAZUNARI USHIDA)
京都府立大学・大学院農学研究科・教授
研究者番号: 50183017

白岩 孝行 (TAKAYUKI SHIRAIWA)
北海道大学・低温科学研究所・准教授
研究者番号: 90235739

吉村 義隆 (YOSHITAKA YOSHIMURA)
玉川大学・農学部・生命化学科・教授
研究者番号: 50183017

竹内 望 (NOZOMU TAKEUCHI)
千葉大学・大学院自然科学研究科・教授
研究者番号: 30353452

藤田 耕史 (KOJI FUJITA)
名古屋大学・大学院環境学研究科・准教授
研究者番号: 80303593