

低温研ニュース

2009年 1月 No.26



スイス・ローヌ氷河での熱水掘削風景。
掘削を行っているのは北大環境科学院の大学院生津滝俊君と、
スイス・ベルン大学の大学院生 Flavio Lehner 君。
撮影は2008年 7月

目 次

<i>News</i>	改組にあたって.....所 長 香内 晃.....	2
	北海道大学低温科学研究所と国立極地研究所との連携協力協定の締結について.....	3
<i>Research</i>	研究紹介	
	国際宇宙ステーション「きぼう」において氷の結晶成長実験はじまる	
	古川 義純（雪氷新領域部門）.....	4
	ライダーやレーダーを利用した鳥の飛行高度・経路の調査研究紹介	
	藤吉 康志（寒冷海洋圏科学部門）.....	6
<i>Report</i>	報告	
	海外調査・観測.....	7
<i>Administration Office</i>	会議開催報告 / 人事異動.....	8

News ニュース

改組にあたって

所長 香内 晃

平成 20年 10月 1日に、低温科学研究所の改組が行われました。本稿では、改組の経緯と概要を紹介します。

低温科学研究所は、昭和 16年（1941年）に、「低温における科学的現象に関する基礎および応用の研究を行うこと」を目的に、北海道大学初の附置研究所として設立されました。その後研究所は拡充・発展し、当研究所は、雪氷学や低温生物学を担う研究機関として、内外にその存在を知られるようになりました。平成 7年（1995年）には、「寒冷圏及び低温条件の下における科学的現象に関する学理及びその応用の研究」を設置目的として掲げ、これまでの「低温現象の総合研究」から、「気候システムや地球環境の中での寒冷圏の役割を総合的・学際的に解明すること」を目指す方向に転換致しました。これまで以上に広い視点で学際的な研究分野を開拓することをめざして、4 大部門 1 附属施設の全国共同利用研究所として改組されました。

平成 18年 10月には、改組から 10年が経過したということで、若土前所長のリーダーシップの下、相当厳しい自己評価を行い、これまでの研究活動を総括しました。これを受ける形で、平成 19年 3月に、国立極地研究所の藤井理行所長を委員長とする外部評価委員会から、評価を受けました。この委員会の評価と提言が今回の改組の指導原理になりました。大変困難な評価作業を行って下さった、藤井先生はじめ評価委員会の先生に心よりお礼申し上げます。この評価では、次の三つの提言を頂きました。

- ・平成 7年の改組による研究目的の転換は、極めて時宜を得たものであった。現在の研究活動から、その方向性の定着が確実に窺える。寒冷圏と低温下の現象を研究対象とする唯一の国立大学附置全国

共同利用研究所であるとともに、世界的にみても特色ある研究所として、貴重な存在である。したがって、世界レベルの研究拠点の構築を目指し、今後もしばらくはこの理念（設置目的）の下で研究を進めるのがよい。

- ・四つの「大部門」の役割が不明確であり、研究分野別の三つの系、すなわち、大気海洋系、雪氷系、生物系、で整理されることを望む。
- ・共同利用・共同研究の更なる推進が必要であり、そのために共同研究の実施体制、支援体制をさらに強化すること。

これらの提言を受けて、研究所内および運営協議会で改組の議論を進めてきました。また、より議論が深まるように、外部の先生方をお願いして改組に関する所長の諮問委員会も設置しました。このような議論を通して、関連コミュニティの意向を最大限汲み取るよう努めてきました。

その結果、研究分野毎の 3 研究部門、1 附属施設（環オホーツク観測研究センター）、共同研究推進部という形での組織変更が、外部評価委員会からの提言を実現するためには最適であるという結論に至りました（図 1）。分野ごとの 3 研究部門では、これまで以上に分野毎の基盤的研究を強化することが可能になります。共同研究推進部には専任教員を配置し、さらに、技術職員・事務職員も配置し、共同利用・共同研究の実施・支援体制が大幅に強化されました。共同研究推進部では、これまでの共同研究も行います。3 研究部門等を縦系とすると、プログラムと呼んでいるものは横系にあたります。このプログラムには時限があり、境界領域的な研究や分野横断・分野融合型の研究を推進していきます。

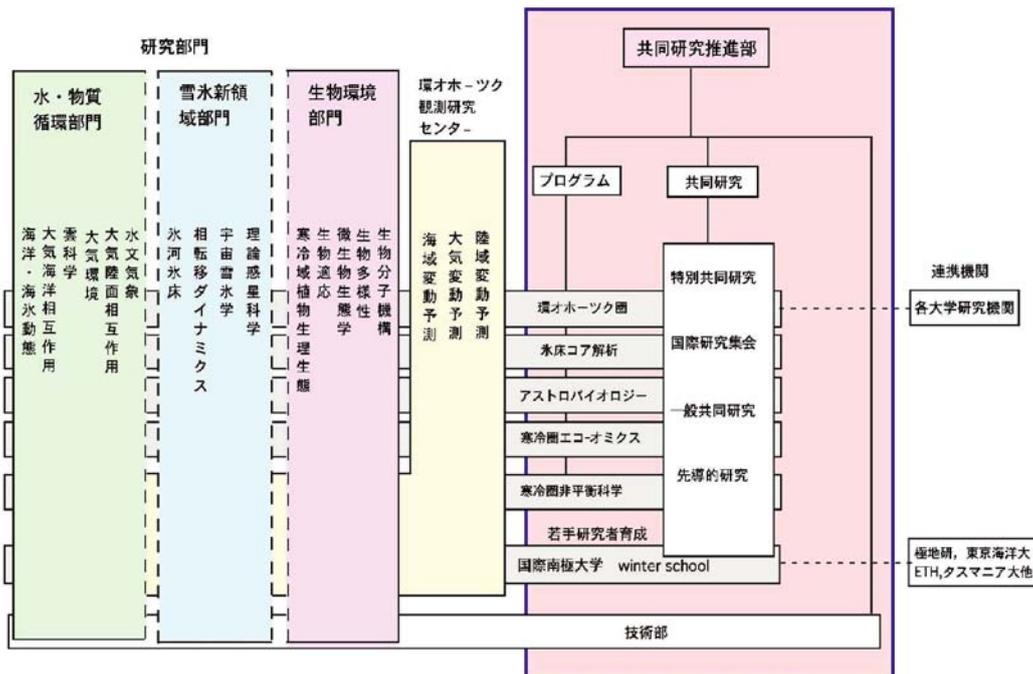


図 1 . 新組織図

当然のことながら、プログラムは所内だけで閉じるのではなく、共同研究や連携研究として、コミュニティと協力しながら行っていきます。

今回の組織見直しはこれで十分であると考えているわけではありません。まだまだ不十分な点は多くあり、今後とも継続的に組織や運用の見直しを続けていきます。将来は、関連する研究所や研究機関との連携等も視野に入れる必要があると考えています。

私どもは、低温科学研究所の役割・使命を認識し、低温科学・寒冷圏科学の共同利用・共同研究拠点とし

て、なお一層の研究の進展に貢献する所存です。皆様方のご理解、ご協力、ご鞭撻をお願い申し上げます。

最後に、今回の改組にあたり次の方々に大変なご尽力を賜りました。佐伯総長はじめ北大本部事務局の皆様、文部科学省の関係部署の皆様、運営協議会・諮問委員会・外部評価委員会の諸先生。個々のお名前はあげませんが、ご理解・ご協力に、心からお礼申し上げます。

北海道大学低温科学研究所と国立極地研究所との連携協力協定の締結について

国立大学法人北海道大学低温科学研究所（札幌市北区、所長／香内晃、以下「低温科学研究所」）と大学共同利用機関法人情報・システム研究機構国立極地研究所（東京都板橋区、所長／藤井理行、以下「国立極地研究所」）は、平成20年12月16日、両機関の連携・協力を推進し、相互の研究開発能力及び人材を活かして総合力を発揮することにより、低温科学及び極域科学の研究と教育の発展等に、新たな重要な役割を果たすことを目的とし、連携協力協定を締結いたしました（写真1）。

西堀さんは、岩波から以前に出した、私の『雪の研究』を、南極にもって行っておられたらしく第何図版第何百何十図の写真というふうに、結晶形を一つ指摘して、それについて問い合わせてきた。今度出た『南極越冬記』を読んで、初めて事情がわかったのであるが、西堀さんは『雪の研究』を参照しながら、越冬中に、南極の雪について、結晶の研究をなされたのである。

（『南極・北極・熱帯の雪』より）



写真1 協定書を交換する香内北大低温研所長（左）と藤井極地研所長（右）

< 協定の背景と経緯 >

「雪は天から送られた手紙である」。これは、世界で初めて人工雪の結晶の製作に成功した、故中谷宇吉郎博士の言葉ですが、雪の結晶の形から、その地域の大気の様子をうかがい知ることができます。1958年12月、中谷博士が著した随筆には、こんなくだりがあります。

昨年秋頃だったか、南極越冬中の西堀（栄三郎）さんから、長文の電報がきた。文部省の南極観測本部を通じてきたもので、書簡箋一枚くらいの長い電報であった。内容は、雪の結晶形についての問い合わせである。

ここに示されているように、50年以上前の第一次南極地域観測隊（1956年）から低温科学研究所は南極観測に協力。第一次隊には、低温科学研究所から楠宏助教授（海水観測）が参加し、それ以来のべ40名を超える所員を派遣し、南極観測の中核機関である国立極地研究所と人材交流も行って参りました。両研究所は、長年にわたり、雪氷学にかぎらず、海洋物理学、大気科学、生物学など広い分野において、研究協力関係を培っており、また、技術面でも、南極氷床コアの掘削のためのドリル開発や掘削コアの保管など、共同で行って来ました。

近年、地球環境問題が深刻化しています。その影響を受けやすい寒冷圏及び極域の科学、それを支える低温科学はますます重要となっています。また、地球環境の保全という観点からも、これらの分野に関して、緊急かつ戦略的に研究を推進する必要があります。折しも、国立極地研究所が中心となって推進する南極地域観測事業においては、平成22年度から開始する南極地域観測第 計画において、社会的な要請と科学的意義の高いテーマに取り組む重点研究観測として「南極域から探る地球温暖化」を中心課題に据えることになり、極域から地球環境の変動を探る動きがますます大きくなって来ました。

そこで、今後、南極氷床変動ダイナミクス、南極周極流域の暖水化、極限（低温）環境の生物の適応機構ばかりでなく、北極域も含めた研究・観測課題を両研究所で協力し合いながら取り組み、低温科学および極域科学の発展等に新たな重要な役割を果たすことを目的とし、連携協力協定を締結するに至りました。

Research 研究紹介

国際宇宙ステーション「きぼう」において氷の結晶成長実験はじまる

古川 義純（雪氷新領域部門相転移ダイナミクス分野）

地上約 400km に建設中の国際宇宙ステーション (ISS) に「きぼう」日本実験棟が 2008 年 6 月に設置された。この「きぼう」での 2 件目の科学実験として、「氷結晶成長におけるパターン形成」の実験が 2008 年 12 月 2 日から開始された。この宇宙実験は、1993 年 8 月に宇宙開発事業団（現在は、宇宙航空研究開発機構・JAXA）により、国際宇宙ステーション船内実験室一次選定テーマに氷の結晶成長実験が選定されたことに始まる。当初は 2 - 3 年以内に実験が実現する予定であったが、その後の急激な宇宙開発情勢の変化やスペースシャトル事故などにより、結果的に実現には長い年月を費やすこととなった。しかし、その間に実験テーマの科学評価や装置開発の見直しが繰り返し行なわれ、その結果として完成度の高い実験を準備することができた。



本宇宙実験のシンボルとして使われているステッカー

この実験では、過冷却水中での氷の結晶成長過程を詳細に観察し、結晶成長における形態不安定化とパターン形成のしくみを解明することを目指している。結晶成長に伴って放出される潜熱のため、結晶周囲には熱拡散場が生じる。重力のある地上実験では、この拡散場のために結晶周囲には熱対流が引き起こされる。このような擾乱は、結晶のパターン発展や結晶成長特性の解析に大きな障害となる。これに対し、微小重力環境にある ISS 内部で実験を行えば、熱拡散場が生じて対流の発生は完全に抑制される。すなわち、宇宙空間では、擾乱を排除した理想的な結晶成長環境を実現することができる。このような環境では、地上では実現することが困難な完全な対称性を持つ結晶パターンが観察される可能性が高く、結晶のパターン形成機構を解明する研究に多大の貢献をするものと期待される。

「きぼう」での結晶成長実験を実現するには、宇宙実験用の装置開発が鍵になる。今回の実験では、宇宙において繰り返し結晶成長実験が可能であることと、結晶のパターンと結晶周囲の熱拡散場の定量的な観察を実現することなど、いくつかの条件を実現するため "Ice Crystal Cell" と呼ばれる新しい装置が開発された。この装置は、「きぼう」に設置されている溶液結晶化観察装置 (SCOF) のステージに置かれて、氷の結晶成長過程が観察できるように設計されている。

Ice Crystal Cell は、氷結晶を成長させる部分（結晶

成長セル）と結晶成長を観察するための光学系から成り立っている。結晶成長装置は、円筒形の成長セル（直径 24mm、奥行 24mm）と薄型の核生成セル（直径 10mm、厚み 1mm）で構成され、両者は細いガラス毛细管で結合されている（図 1）。

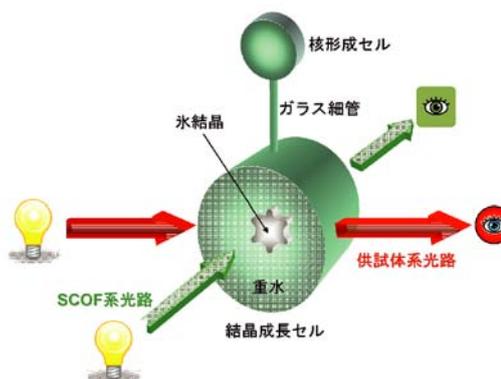


図 1 宇宙での氷結晶成長装置の基本概念。独立に温度制御可能な結晶成長セルと結晶の発生を行う核生成セル、および両者をつなぐガラス毛细管で構成される。

装置には重水 (D_2O) が充てんされ、それぞれ独立に温度制御が可能である。結晶成長の方法は、まず結晶成長セルの冷却を開始して、所定の過冷却温度を達成する。このとき、核生成セルの急冷を開始して氷結晶を発生させると、氷結晶は毛细管の中を成長して結晶成長セルに達する。核生成セル内では多数の結晶粒が存在しても、毛细管内を成長するときに隣り合って結晶粒間で競争が起こり、最終的に 1 個の単結晶のみが生き残る。このため、成長セルの中心部では氷の単結晶が単独で自由成長を開始する。

こうして自由成長を開始した氷結晶のパターン発展は、Ice Crystal Cell に内蔵された干渉顕微鏡と、SCOF の持つ干渉顕微鏡により、直交する 2 軸での観察が可能である。取得された画像データは、地上に伝送され、得られた干渉縞をもとに様々な解析が実施される（図 2）。

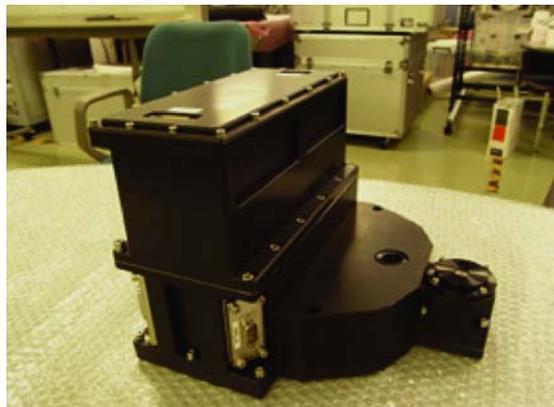


図 2 完成した Ice Crystal Cell。横幅、奥行、高さとも約 24cm。この中に、結晶成長装置と干渉顕微鏡光学系が組み込まれている。

この装置では、結晶成長の観察が終了するたびに全体の温度を室温に戻すだけで結晶が融けて、実験装置のリセットが完了し、再び次の実験が可能になる。本装置は、可動部分が無いなど、宇宙で使用する実験装置の中でもきわめて洗練されたすぐれたシステムとなっている。

Ice Crystal Cell は、11月14日午後7時55分（米国東部時間）に、フロリダ州ケネディスペースセンターからスペースシャトル「エンデバー」で打上げられ、ISSに到着後、「きぼう」の溶液結晶化観察装置に取付けられた（図3）。そして、12月2日早朝（日本時間）に最初の実験が実施され、宇宙空間で初めての氷の結晶成長実験に成功した。



図3 「きぼう」内部の様子。本実験は、奥のラック（流体ラックと呼ばれる）の中央部（パソコンのすぐ左に見える部分）で実施されている。©JAXA/NASA.

図4は、初めて宇宙空間で成長した氷の結晶である。実験は現在も実施中で、今後2009年3月までに様々な過冷却度で総計100回以上の実験が計画されている。現時点（2009年1月5日）までに、全体のほぼ50%の実験が終了した段階であるが、順調に実験が進行している。宇宙実験により、氷結晶成長の謎が解ける日も近い。

（本記事では実験の詳細を紹介する紙面がないが、以下のホームページには、実験の詳細と進行状況が掲載されている。興味をお持ちの方は、ご覧いただきたい。
http://kibo.jaxa.jp/experiment/theme/first/ice_crystal/）

謝辞

本宇宙実験は、JAXAと低温科学研究所の共同研究として実施されている。実験実施に当たっては、JAXAをはじめ、NASA、JSF、JAMSS、IHIエアロスペース、オリンパス等の多くの皆さんから全面的な支援を受けている。関係のすべての皆様に感謝する。

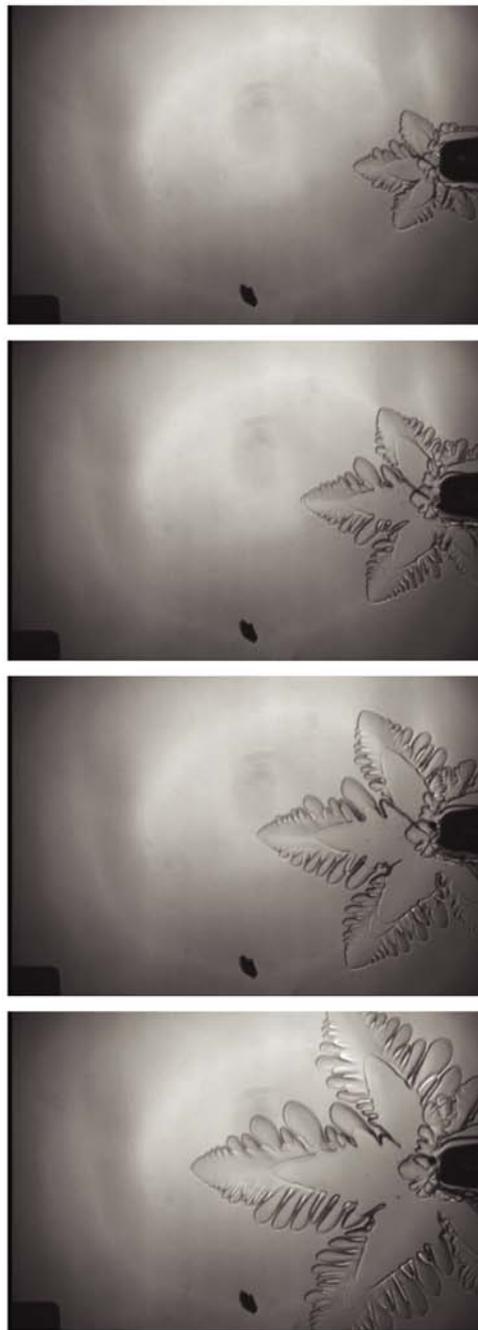


図4 世界で初めて宇宙で成長した氷結晶。ガラス毛细管の先端から、樹枝状結晶が成長している。氷結晶は、雪の結晶と同様に六方対称の整った結晶パターンになるが、ガラス毛细管の影響で本来6本できる枝のうち3本だけが観察される。画面の横幅は6.4mm ©JAXA/北海道大学。

ライダーやレーダーを利用した鳥の飛行高度・経路の調査研究紹介

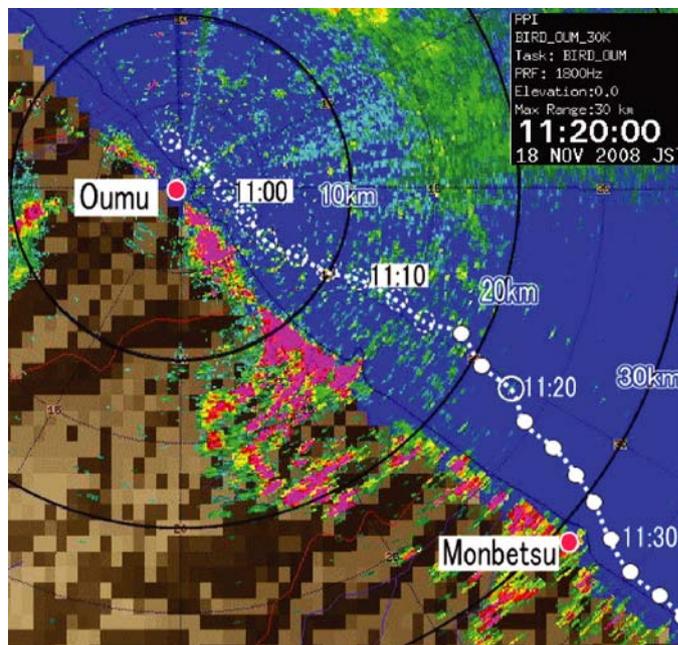
藤吉 康志（水・物質循環部門雲科学分野）

動植物は風土に馴染んで生活してきたし、現在も生活している。そのため、動植物の過去や現在の分布と行動パターンを解析することで、その土地の気候や環境の変遷を調べることが可能である。なかでも、風を利用して行動する鳥は、昔から「目に見えない風」の研究に多大な貢献をしてきた。近年、音や電波、そして光を使った気象測器の開発が進み、風のリモートセンシングが可能となってきたことで、これまでとは逆に、鳥の行動調査にこれらの気象測器が用いられるようになった。その良い例が、気象庁が全国に展開したウィンドプロファイラ - (WINDAS) を用いた、渡り鳥の出現頻度の季節変化と日変化の統計調査である。

渡り鳥は長距離を飛行する必要から、追い風などできるだけ体力の消耗が少ない環境を選んで飛んでいるはずである。しかしこれまでは、鳥が飛んでいる高さ、その高度の気象との関係については必ずしも明らかではなかった。また、近年、自然エネルギー利用のひとつとして風力発電の建設が進められているが、風車に鳥がぶつかる問題（バードストライク）が頻発している。そこで本分野では、NPO 法人バードリサーチの方々と一緒に、鳥の飛翔高度の選択要因や飛行経路を明らかにするための調査を、低温研の共同研究の一環として開始した。

バードリサーチは、船舶レーダーを通常の水平方向ではなく縦方向に回転させることにより、鳥の飛翔高度と移動方向と速度を測り、我々は、3次元走査型ドップラーライダーと走査型マイクロ波放射計を用いて、風向・風速・気温・湿度の鉛直分布を測定している。2007年の調査では、夜間の渡り鳥の飛行高度の時間変化と、上空の強風軸の時間変化とが見事に一致した。この強風軸は昼に侵入した海風の上空を乗り上げる陸風によるものと考えている。2008年にも同様な調査を行い、日によって渡りの数、時間帯、高度に大きな違いがあることがわかり、気象要素との関係を解析中である。また、2008年10月にはバードリサーチと共催で、「渡り鳥と気象」というテーマの研究集会を低温研で開催した。

2008年11月中旬には、サハリンから知床に向かって移動する天然記念物のオオワシの飛行経路の調査をオホーツク海沿岸で行った。バードリサーチは、目視でオオワシの数と移動方向を記録した。我々は、雄武と紋別に設置したドップラーレーダーの観測モードを、冬季の海氷と雪雲観測モードから、鳥追跡モードに変更して観測を行った。目視観測では調査範囲が限定されるが、我々のレーダーでは、観測点から30kmまでは鳥エコーをとらえることができた。図は、雄武に設置したレーダーで検出した11月18日の鳥エコーの軌跡である。この例では、海岸線に沿って時速約60kmで移動していた。同じ日の別の時間帯では、



図：雄武に設置したドップラーレーダーで探知した鳥エコーの軌跡。白丸は、2分毎の鳥エコーの位置である。中抜きの白丸は、他のエコーにまぎれて位置の同定がやや曖昧な位置である。

海上から谷筋に沿って内陸に入り込んでいる様子もとらえることができた。今回の観測によって、データ取得間隔や仰角の設定間隔などいくつかの改良点がみつかったので、次回以降は、より広範囲の飛行経路の追跡を行いたいと考えている。また、数10mスケールの地形によって引き起こされる気流の乱れが、鳥の飛行に及ぼす影響を評価するために、詳細な数値モデルを用いた計算も予定している。

謝辞

札幌での観測には黒沢令子博士、オホーツク海沿岸での観測には大井正行氏（ジェーツー株式会社）に協力していただきました。記して感謝致します。

Report 報告

海外調査・観測

調査・観測先
期間
参加者
カウンターパートの機関名
観測目的

アラスカ、バロー沖沿岸定着氷
2008年 5月 15日から 30日

白澤邦男

アラスカ大学

環境科学院南極学カリキュラムの一貫として、修士課程及び博士課程の大学院学生 2名を対象にアラスカ・バロー沖沿岸定着氷で海氷のフィールドコースを実施した。アラスカ大学との連携で行われ、海外10カ国から 23名が参加し、海氷上での現場実習観測、観測データの解析、発表、レポート作成などを行った。

スイス、ローヌ氷河

2008年 7月から 2008年 9月まで

杉山慎

スイス連邦工科大学

ローヌ氷河の末端に 2005年から氷河湖が形成されている。この湖の形成が氷河の後退に及ぼす影響を探るため、熱水掘削による氷河底面観測、GPSによる流動観測、気象観測などを実施した。

スイス、チューリッヒおよびアルプス山岳域

2008年 9月

杉山慎、的場澄人、下山宏

スイス連邦工科大学

環境科学院南極学カリキュラムの一貫として、修士課程の大学院生 8名を対象にスイス氷河実習を実施した。氷河での実習観測、高地観測所の見学、現地研究者の講義聴講、観測データの解析と発表などを2週間のプログラムで行った。

フィンランド、キルピスヤルヴィ

2008年 9月から継続中

白澤邦男

ヘルシンキ大学物理学部、ヘルシンキ大学キルピスヤルヴィ生物学研究ステーション

日本学術振興会 2国間科学協力事業（フィンランド）「オホーツク海とバルト海の海水気候：国際極年における雪氷圏変動の観測及び機構解析」にて、フィンランド最北の北極圏ラップランドに位置するキルピスヤルヴィ湖の水理気象観測調査を行っている。



キルピスヤルヴィプラットフォーム設置



キルピスヤルヴィ氷上観測

Administration Office

会議開催報告

- ・第25回運営協議会(平成20年7月9日開催)
議 題 低温科学研究所の改組について
その他
- ・第26回運営協議会(平成20年12月15日開催)
報告事項 「共同利用・共同研究拠点」認定申請について
人事異動等について
低温科学研究所共同研究について
平成20年度予算等について
平成20年度文部科学省科学研究費補助金について
その他
- ・第28回共同利用委員会
(平成20年10月14日～10月28日開催,メール会議)
議 題 平成21年度共同研究・研究集会公募要領(案)について
今後の募集スケジュールについて
その他

人事異動(平成20年5月2日以降)

日付	異動内容	氏名	職名(旧職)
20.8.1	採用	佐伯 孝子	事務補助員
20.9.30	転出	中塚 武	名古屋大学教授(准教授)
20.10.1	採用	桑野 晶喜	博士研究員
20.10.1	採用	浜本 知子	事務補佐員
20.10.15	採用	宇梶 徳史	学術研究員

低温研ニュース第26号

(北海道大学低温科学研究所広報誌)

発行：北海道大学低温科学研究所 所長
〒060-0819 札幌市北区北19条西8丁目
編集：低温研ニュースレター編集委員会
編集委員：藤吉康志・大島慶一郎・笠原康裕・
事務部共同利用担当
(ご意見、お問い合わせ、投稿は編集委員まで)
TEL(011)706-5465 FAX(011)706-7142
