ILTS
低温研ニュース
2015年12月
No.40

海を豊かにする川・地球環境を支える海

モンゴル・中国・ロシアを流れるアムール川はオホーツク海の命運を握る（撮影：白岩　孝行）

Research

〈特集〉遠い大陸の湿地が支える
オホーツク海の豊かな環境（白岩　孝行）…… 1

〈特集〉ロボットで南極の海を監視!
氷と海が織りなすドラマに挑む（青木　茂）…… 3

観測ロケットを用いた微小重力実験（木村　勇気）…… 5

植物の光合成と低温（横野　牧生）…… 7

Report

南極学カリキュラム紹介その2
「南極学特別実習I（スイスアルプス
氷河実習）」（杉山　慎）…… 9

海外調査の報告
（深町　康／杉山　慎）…… 10

Publication／Award／Press Release／Administration Staff

北海道大学低温科学研究所
http://www.lowtem.hokudai.ac.jp

〈特集〉

遠い大陸の湿地が支えるオホーツク海の豊かな環境

環オホーツク観測研究センター
白岩　孝行

森と川と海の関係性

「魚つき林」（うおつきりん）という言葉をご存じでしょうか。

行政的には、海面に映る森林の影に魚が集まることなどから、海岸の森林が魚つき林と呼ばれていました。しかし近年では、生態系としての森と海とのつながりが知られるようになり、広い意味では川の上流部の森林も魚つき林と呼ばれるようになっています。

日本の漁業者の間では江戸時代から、海に注ぐ川の上流にある森林が、海の生物にとってよい影響をもたらしていることが経験的に知られていました。

しかし、「よい影響」がどのようなプロセスで陸から川、海へと到達するかは、まだ十分な研究がなされていません。

私たちの研究チームでは、親潮とオホーツク海におよぼすアムール川の影響を調べ、大陸スケールでの陸の状態と、外洋スケールの海の豊かさの間につながりがあることを明らかにしました。そして、特に湿地の存在が重要であることがわかったのです。

「巨大な魚つき林」としてのアムール川流域

オホーツク海と親潮は、世界でトップクラスの豊かな海です。

海の豊かさの指標となるのは、海の生態系の底辺となる植物プランクトンがどのくらい光合成できるか（有機物を生産できるか）ということ。植物プランクトンは海中に溶けた窒素、リン、ケイ素などを栄養としており、海洋の循環によってこのような栄養が豊富な高緯度の海では、植物プランクトンの光合成は陸からの影響を受けていないと考えられていました。

しかし、私たちは、植物プランクトンの生育に必要な鉄が、アムール川によってオホーツク海と親潮にもたらされ、その豊かさに重要な役割を果たしていると考えています。

鉄は水に溶けにくい元素です。特に、海塩などの溶存物質が多い海では、鉄は酸化鉄となってしまうため、水に溶けません。けれども陸地には、湿地のようにいつも鉄が水に溶けている環境があります。

そして、湿地とその周辺の森林から供給される腐植物質が鉄と結びつき、酸素の豊富な河川でも鉄が粒子化するのを防いでくれます。つまり、森林や湿地の多い陸の環境は、川を通じて豊富な鉄を海に与えてくれる能力を持っているのです。ただし、この鉄は塩分濃度の高い海水に接すると、塩と反応して大部分は海底に沈殿してしまいます。そのため、一般的には、川を通じて運ばれた鉄は、沿岸部はともかく、外洋には運ばれないと考えられてきました。

けれども、オホーツク海には海氷（一般でいう流氷）ができることによって起こる海洋の循環（鉛直循環）があります。また、東カラフト海流という強力な海流もあります。アムール川が運び、大陸棚に堆積した鉄は、この二つの海洋の動きによってオホーツク海の中層を通り、千島列島付近の潮の動きによって広く親潮の表層へと運ばれていることがわかってきました。

つまり、アムール川流域は、オホーツク海や親潮にとっての巨大な魚つき林になっていたのです。

流長4,400Kmの大河アムール川は、オホーツク海に大量の溶存鉄を運ぶ

永久凍土が発達するカラマツ林では、地表水中の要存鉄濃度が高い

鉄を生み出すアムール川流域の湿原

図1は、アムール川水系で測定した鉄（溶存鉄）の濃度の平均値を示したものです。日本の平均的な河川に比べ、いずれも一桁以上高い鉄濃度となっています。中でも、大きな支流である松花江やウスリー川の合流地点に大きな丸が集中し、特に鉄濃度が高いことがわかります。ここには中国最大の湿原である三江平原があります。北方の湿地は、気温の低さもあって枯れた植物の分解が遅く、その過程で酸素が消費されていることから、常に鉄が水に溶けやすい環境となっています。

私たちがアムール川流域の陸地で観測した結果、鉄濃度は湿地＞＞水田＞＞自然森林＞火災を受けた森林＞畑という順番で低下することがわかりました。つまり、湿地がどれだけあるかが、海洋にどれだけの鉄が運ばれるかの目安になるのです。

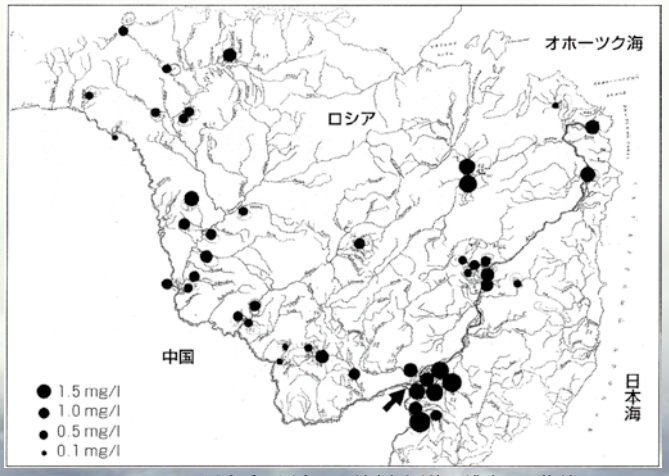


図1:アムール川水系で測定した鉄（溶存鉄）の濃度の平均値

それぞれの国の土地利用で、世界の海が変わる

近年、アムール川流域では、草地や湿地の大幅な減少と、畑や水田の増加が見られます。湿地の減少が最も顕著な三江平原を流れるナオリ川では、20世紀の半ば以降、川の水の鉄濃度が急激に減少しています。

2005年に世界自然遺産に設定された知床は、流氷ができるオホーツク海と豊かな森を抱えた陸との関係性を背景に、ユニークな生態系が作られていることが、設定の根拠となりました。このオホーツク海と隣接する親潮の生態系を底辺で支える植物プランクトンが、遠い大陸の湿地に源を持つ鉄の存在によって支えられているのです。

これは、生物多様性の保全にとって、その背景にある広い範囲の陸地や河川の環境に注意を向けることが重要だということを意味します。

海岸線という陸と海の境界、アムール川とオホーツク海をとりまく多国間の国境、巨大魚つき林という環境システムの上に暮らす人々の政治・経済・言語・文化・生業という境界を乗り越え、この豊かな自然をどのように次世代に残すのか、極東地域に住む私たちの協力と知恵が試されます。

日本・ロシア・中国・モンゴルの研究者による世界で初めてのアムール川共同河川観測クルーズ

〈特集〉
ロボットで南極の海を監視!氷と海が織り成すドラマに挑む

共同研究推進部（水・物質循環部門）
青木　茂

南極で生まれた水が、地球の海を動かす

海洋には、黒潮や親潮などの一般によく知られている表層の流れのほかに、深いところを巡る「深層循環」があります。この流れは世界の海を2000年かけて、ゆっくりとベルトコンベアのように巡っています。熱や物質を地球規模で循環させている、地球全体の気候に大きな影響を与える存在です。

深層循環には、冷たくて重たい水の沈み込みが大きく関わっています。その起点の一つは南極にあり、南極で作られている重い水を「南極底層水」といいます。

南極底層水のもとができるのは、南極の沿岸の浅い大陸棚の上の、薄氷域（ポリニヤ）です。海氷ができるときに冷たくて塩分の濃い重い水が生まれ、それが沖合の水と混ざり合いながら海底の斜面を下っていき、南極底層水が生まれます。そのため、「どこでどのくらい重い水ができるか」「その水の性質がどう変わるか」ということが、南極底層水のできる量に大きく関係してきます。南極沿岸はとても広く、それぞれに条件が違うので、どこでも同じようにポリニヤや重い水ができるわけではありません。

近年、国立極地研究所と私たち北大低温科学研究所を中心とした日本のグループの研究により、南極の東半球部にある地域（東南極）にポリニヤが多く存在していることが明らかになってきました。

深海底の冷たい水が減っている!?

私たちは船で南極海に行き、南極底層水の性質や量の実態やその変化について、何年かごとに同じ場所で観測を続けてきました。その結果、底層水の沿岸に近い部分では、塩分がどんどん低くなっているのがわかりました。これは底層水のできる場所で淡水の流入が増えていることを示していると考えられます。また底層水の厚さや体積が減ってきていることも確認しています。

世界中の研究者が南極底層水の研究を行っており、底層水が暖まっていることもわかってきました。この結果は、私も関わった気候変動に関する政府間パネルの第5次評価報告書（IPCC AR5）でも取り上げられ、世界的に注目されています。

深度4000メートルを越す深海底の水温や塩分が毎年のように変わっていくことは、驚くべきことです。

南極大陸は大部分を氷（南極氷床）に覆われています。その量は、地球上にある氷の約90%。地球の気候に大きな影響を与える存在です。底層水の変化の原因については、さまざまなメカニズムが提唱されていますが、私は「南極氷床の融解が進んだことによって沿岸の水が淡水化して軽くなり、冷たい底層水が以前ほど作られなくなった可能性がある」と考えています。

これが正しいかどうか、まだ確かなことは言えませんし、原因は一つとも限りません。私たちはオーストラリアをはじめとする世界中の科学者と協同して、こうした点について研究しています。

南極海に浮かぶ氷山

南極海での海洋生物観測

南極氷床と気候変動の関係

南極の氷床は重力によってゆっくりと動き、凍った大河となって海に流れ込んでいます。氷床とは、雪が降り積もり、押し固められた氷の塊です。雪が降り積もる量より流れ出る量が少なければ、氷床は太って海の水位が下がります。逆に多ければ、氷床は痩せて水位が上がります。

氷床の流れ出し方は、氷の下にある基盤地形によって異なります。南極の西半球部にある地域（西南極）では基盤地形が低く、ちょっとした変化で氷床の流出が加速する可能性が指摘されてきました。そして近年、人工衛星の観測により、実際に西南極で氷床の流出が加速しているが確認されています。これには海から来る熱が増えつつあることが関係しているかもしれません。氷床の変化と海洋の変化は、互いに密接に関わりあっているのです。

氷床の流出は海の水位に影響を与えます。また、沿岸の海水の重さとその構造をかえることで、先ほど登場した南極底層水のでき方に関わってくると、私は考えています。そうであれば、世界を巡る深層循環が弱まってしまう可能性も、多いにある。地球の気候変動への影響が懸念されます。

西南極の氷床は大きな注目を集めており、韓国などが中心となって、精力的に観測網を整備しつつあります。一方で、私たちが観測を続けている東南極にも同じような基盤地形の場所があり、暖かい水が氷床を洗っている可能性が明らかになってきました。この地域での研究を推進してきた日本が、これまで以上に海洋観測を充実させる必要に迫られています。

開発中の自動海洋観測ロボット

次世代の観測-ROBOTICA

いま、世界中の海を、3000台を超えるロボットが監視しているのをご存知でしょうか。

海氷や氷山の浮かぶ海の観測は、普通の観測船ではなく砕氷船を使う必要があり、なかなか進んできませんでした。しかし最近では、ドローンなど少し前には夢のようだった技術を、誰もが当たり前に使えるようになってきています。衛星電話で砂漠のど真ん中やエベレストの頂上と会話することだってできます。海の中や上でも、無人のロボットが観測をしてデータを送ってくる時代になっているのです。

氷の下ではロボットが迷子になりやすいので、自動観測はまだまだ難しいのですが、技術はどんどん改良されています。

日本の南極観測でも、2016年からはこうした技術を積極的に使い、低温研の研究者たちが中心になって南極沿岸の海と氷の謎に挑もうと計画しています。氷河の底や南極の海底など、これまで見たことがない世界を目にすることで、研究に新たな展望が開けると期待しています。

観測器材を投入して海水の特性を測ったり、採取した海水を分析することで、海洋の構造や働きを調べる

観測ロケットを用いた微小重力実験

共同研究推進部（雪氷新領域部門）
木村　勇気

1.研究の背景

137億年前に宇宙が始まってすぐ、元素は水素、ヘリウム、リチウムの3種類。すべて気体状態で、固体粒子はなかった。それでは宇宙で最初の固体物質は何だったのか?いつどのように形成したのか?宇宙最初の氷は?この疑問の答えを知りたいというのが、今一番のモチベーションである。

現在の宇宙では、微粒子の生成は主に、天体が寿命を迎える前の晩期型巨星や超新星と呼ばれる段階で放出する多量のガス中で行われる。気相状態にある原子や分子が自ら集まって固体を形成する均質核生成は非常に起こり難く、下地があると、その上に優先的に成長する。そのため、最初に生成する微粒子は、残りのガスが固体になるための下地として働く。つまり、最終的な微粒子のサイズやその分布、組成などは、この最初に生成する微粒子が決定すると言える。それ故に我々は、その最初の微粒子の素性を知ることが、宇宙における物質循環の理解において、根幹になると考えている。普段は低温研の実験室で研究を進めているが、宇宙で生成する微粒子の理解には、宇宙で実験をする必要があるとの考えから、微小重力実験を行った。

2.前回の結果と今回の目的

地球を含めた太陽系天体は、46億年昔の分子雲中に存在していた微粒子を主原料に形成した。その微粒子は、晩期型巨星や超新星で作られ、シリカを主成分とするケイ酸塩や酸化アルミニウム、鉄が重要な鉱物である。

今回は、2012年12月にS-520-28号機を用いて行った微小重力実験に引き続いて2回目のロケット実験である。2012年の実験では、シンプルな単元素からなる鉄微粒子の生成過程の解明を目的に実験を行い、微粒子の核の生成効率は、従来の予想よりも1万倍程度低いことを明らかにした。今回は二元素からなる酸化物微粒子に着目して実験を立案した。その中でも重要な酸化アルミニウムとシリカの微粒子が均質核生成から作られる過程を、“その場”で観察・計測することで、その生成過程に迫った。ここでは、打ち上げに至るまでの過程について紹介する。

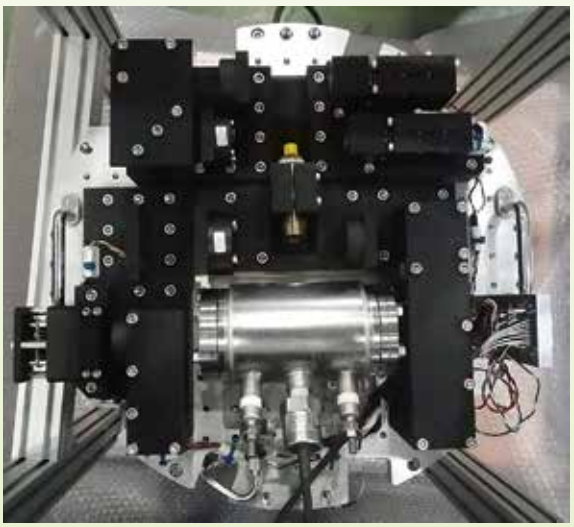


図1. 二波長マッハツェンダー型干渉計の写真。干渉縞の変位から核生成環境の温度と、蒸発ガス濃度を同時に決定する。

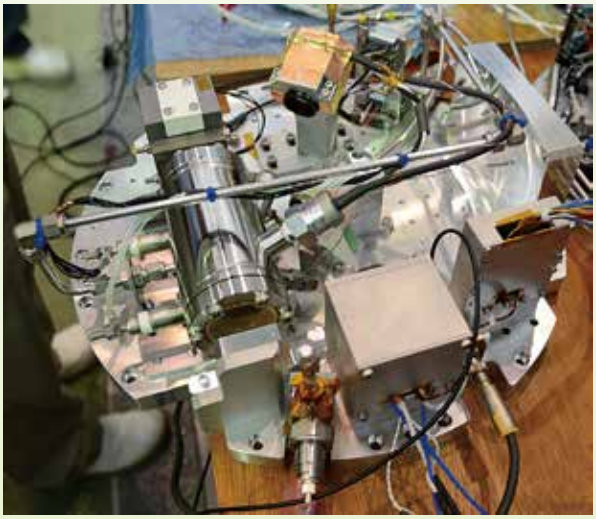


図2. 核生成用真空チェンバーを備えた赤外分光光度計の写真。ガスから核生成する過程の9-17μmの赤外スペクトルを測定する。

3.微小重力実験に向けた準備作業

前回の28号機では、観測ロケット実験が実施できることが分かってから1年足らずの準備期間で実験装置を作り上げることが要請された。幸いにもスケジュール通りに準備を進められ、本番でもすべてのデータを予定通りに取得できた。しかし、かなりタイトなスケジュールであったために、次の機会が得られた際にはもう少し落ち着いて準備したいと常々思っていた。が、その思いに反して今回は打ち上げ実施が決まってからの準備期間はさらに短く、9か月ほどしかなかった。その間に二つの干渉計装置と一つの赤外分光装置を作製する必要があった。前者は28号機と同型であり、蒸発源の工夫の他には大きな開発要素はなかったために、技術部装置開発室の協力の元、問題なく作り上げることができた（図1）。一方で、観測ロケットに搭載可能なサイズの赤外分光光度計の導入は、新たな試みであり、ゼロからのスタートであった。当初は実験室で行っているのと同様の装置であるフーリエ変換赤外分光光度計の小型機を搭載すべく検討していたが、観測ロケットに特有の厳しい振動試験に耐えることが難しいとの結論に達した。そこで、赤外線天文学の分野で活躍している東京大学の左近樹助教に協力を仰ぎ、回折格子を用いた波長分散型の赤外分光光度計を搭載することにした。2014年12月頃のことである。それから、赤外線検出器の選定、光学設計の依頼、加工用のドリルの作製を伴う光学ミラーの作製、そして技術部装置開発室の全面的な協力によるベースプレート及び光学部品などの保持機構の数々を6月初旬までに作製して（図2）、振動試験（図3）や真空試験をクリアし、なんとかロケットに搭載する他機器との接続テストに臨むことができた（図4）。実質半年足らずの準備期間であった。しかし、その接続テスト以降トラブルが続出し、当初7月中には完成予定のスケジュールが8月いっぱいまでずれ込むことになり、宇宙実験の難しさを再認識させられる良い経験になった。

図3. 振動試験の様子。図2に示す装置が試験機の上に取り付けられている。

4.いよいよ打ち上げ!

射場である内之浦（鹿児島県）に移動してからの作業は比較的順調に進み、当初の予定通り2015年9月11日の20時に図5に示す吊り下げ式ランチャーから観測ロケットS-520-30号機を打ち上げることができた。上空312 kmまで上昇した後に太平洋に着水するまでの弾道飛行の途中で得られる約7分間の微小重力状態を利用して実験を行った。打ち上げには、装置開発やアウトリーチ、予算執行など随所で助けて頂いた低温研の方々にもかけつけて頂き、幸いにも目の前で打ち上げを見届けて頂くことができた。当事者の私は、前回と同様に、打上げ場から2-3 km離れたコントロールセンターで実験データが表示されるパソコンの画面を確認する必要があり、残念ながら打ち上げを見ることはできない。テレビ越しに映る打ち上げ風景を横目で見るのがやっとであった。近い将来、生で打ち上げを見られる機会が巡ってくることを期待しつつ、今回得られたデータの解析を楽しんでいるところである。

本実験の一部は、科研費基盤研究S「核生成」（15H05731）や低温研萌芽研究の助成により行われた。

図4. 計器合わせと呼ばれている接続試験の様子。下方の3段にメインの実験装置が搭載されている。

図5. 吊り下げ式ランチャーに取り付けられたS-520-30号機。本ランチャーを用いた打ち上げは今回で2回目となる。実験装置は黒から銀色を呈したロケット先端部に搭載している。

植物の光合成と低温

生物環境部門
横野　牧生

1. 植物も光合成をやめたい時がある。

低温研の窓から外をみると、たいてい植物があります。ほとんどの季節、植物は緑に見えます。緑色であるかぎり、赤と青の光は吸収され、励起エネルギーが発生し続けます。暖かい日は、励起エネルギーは光合成反応中心で電子の流れに変換され、物質生産に使われます。しかし寒い日は、電子を運ぶ物質が動きにくくなり、励起エネルギーが余るようになります。

余ったエネルギーは危険です。今年の集中豪雨では多くの太陽光発電所が破壊されました。太陽電池パネルも、受け取る相手がいなくても光が当たれば発電し続けます。破損したパネルが水に浸かった状態は感電の可能性があってとても危険で、復旧するのには時間がかかったそうです。

図1　突然の雪に快晴。ほとんどの励起エネルギーは余った状態になる。
これでも多くの植物はすぐに枯れたりしない。

植物は必要に応じて励起エネルギーを安全に処理する方法を持っているはずです。なぜなら、緑の色素(クロロフィル)に発生した励起エネルギーを放っておくと、すぐに性質が変化して(～10^{-7}秒)、ラジカル反応を引き起こしたり活性酸素を生み出すようになり、細胞が破壊されてしまうからです。つまり、寒くなってから何日もかけてクロロフィルを減らすだけではとても間に合いません。

2. 余った励起エネルギーを無駄なく使う。

実は反応中心には二種類あり(PSIIとPSI)、PSIIからPSIに電子を運ぶ過程が最初の律速段階になります(図2上)。これまでPSIIとPSIは別々の場所にあって、それぞれが励起エネルギーを受け取って働いていると考えられてきました。低温などで電子を運ぶのが追いつかなくなれば、すぐにPSIIで励起エネルギーが余ってしまいます。しかし私たちは今年、植物において6割以上の反応中心が互いに直接結合して、PSI-PSII超複合体という、とても大きな形態で存在していることを明らかにしました[1]。直接結合することで、PSIIを保護すると同時に、PSIIで余った励起エネルギーをPSIで使うことができます(図2下)。

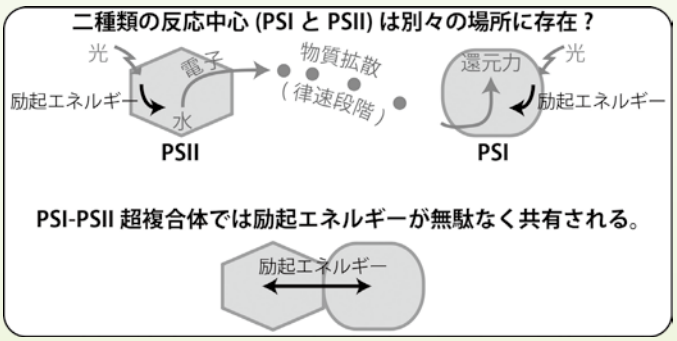


図2

3. それでも余ったらどうするのか。

では、なぜ植物は全ての反応中心をPSI-PSII超複合体として運用しないのでしょうか。まず超複合体の状態では、PSIIは余った励起エネルギーをPSIに渡しますが、同時にPSIIはフル稼働の状態でPSIに電子を伝達しつづけます。そして、この状態でPSIに励起エネルギーが余ってしまうと、PSIが壊れてしまうことが報告されています[2]。ですから私たちは、植物において4割のPSIIがPSIに結合せずに単独で存在しているのは、厳しい条件下では一部のPSIIの稼働を停止してPSIへの電子伝達を抑える必要があるからだと考えています。PSIIの稼働を停止させるときに鍵となるたんぱく質の構造も今年の10月に報告されました[3]。PSIIが稼働しすぎると光合成膜のpHが低下しますが、それに応答して構造を変化させ、PSIIの稼働を停止させる仕組みのようです。

4. 残っている疑問。

ここまでで、植物が光合成をやめたいときは、PSIIの稼働を停止し、同時にPSIに励起エネルギーを集めていることがわかってきました。実は低温研の玄関に生えているイチイも冬には似たことをしています[4]。ではPSIはどのように使い切れない励起エネルギーに対処しているのでしょうか。植物の遠い先祖であるラン藻は、赤外光を吸収できる色素を極僅かにPSIに結合させています。はじめは赤外光を吸収してエネルギー源にするためだと思われていたのですが、PSIIの稼働が停止した状態でPSIが励起エネルギーを熱に変換するのを助けていることがわかってきました[5]。私たちはこれと似た仕組みが植物でも使われているのではないかと考えて研究を進めているところです。

[1] M. Yokono, A. Takabayashi, S. Akimoto, A. Tanaka, A megacomplex composed of both photosystem reaction centres in higher plants, Nat Commun, 6 (2015) 6675.

[2] M. Grieco, M. Tikkanen, V. Paakkarinen, S. Kangasjärvi, E.-M. Aro, Steady-state phosphorylation of light-harvesting complex II proteins preserves Photosystem I under fluctuating white light, Plant physiology, 160 (2012) 1896-1910.

[3] M. Fan, M. Li, Z. Liu, P. Cao, X. Pan, H. Zhang, X. Zhao, J. Zhang, W. Chang, Crystal structures of the PsbS protein essential for photoprotection in plants, Nat Struct Mol Biol, 22 (2015) 729-735.

[4] M. Yokono, S. Akimoto, A. Tanaka, Seasonal changes of excitation energy transfer and thylakoid stacking in the evergreen tree Taxus cuspidata: How does it divert excess energy from photosynthetic reaction center?, Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Bioenergetics, 1777 (2008) 379-387.

[5] N. Karapetyan, V. Shubin, R. Strasser, Energy exchange between the chlorophyll antennae of monomeric subunits within the photosystem I trimeric complex of the cyanobacterium Spirulina, Photosynthesis research, 61 (1999) 291-301.

Report

南極学カリキュラム紹介その2「南極学特別実習I（スイスアルプス氷河実習）」

共同研究推進部（雪氷新領域部門）
杉山　慎

低温科学研究所では環境科学院と協力して、大学院教育プログラム「南極学カリキュラム」を開講しています。その主要な講義と実習を紹介するこの連載、2回目はスイスアルプス氷河実習です。近年の気候変動に影響を受けて、南極や北極、世界各地の高山域で氷河が縮小しています。そんな変化を自らの目で確認し、正確に観測する技術を学ぶために、スイスの氷河で実習を行っています。今年2015年に10回目の実習を開催し、これまでに100名を超える大学院生が二週間にわたるプログラムに参加しました。環境科学院をはじめとした北大の各大学院はもちろん、国内の他大学からも参加者を迎えています。

実習の最初に訪れるのはチューリッヒのスイス連邦工科大学。現地研究者の講義を聴講して、氷河学の基礎とこれから巡る氷河について学びます。翌日には鉄道を使ってアルプスの山岳地帯へ。グリンデルワルド氷河とアレッチ氷河を訪れ、ユングフラウヨッホ高地観測所を見学します。標高3,600 m、ヨーロッパ最高所の鉄道駅に併設されるこの観測所では、雪氷、大気、高所医学などの先端研究に触れることができます。さらに鉄道を乗り継いでアルプスの中心部へ移動し、実習のハイライトであるローヌ氷河での観測実習が始まります。参加者はアイゼンやハーネスなどの安全装備を身につけ、4日間にわたって測量や気象測定、氷河湖の観測などを実施します。後退が著しいこの氷河で毎年観測を行うと、結果の比較からその変化を目の当たりにすることができます。そんなデータに目を輝かせながら、氷の上で元気に活躍する参加者を見るのはとても嬉しいことです。その後、スイス南部のゴルナー氷河で野外プログラムを完了し、チューリッヒに戻ってデータの解析と研究発表会を行います。期間は短いながらも、観測・解析・発表・議論という一連の作業を経験して、今後取り組む修士・博士研究のイメージをつかんでもらうのが私たちの狙いです。

この実習は、氷河や極地を研究する大学院生だけを対象にしたものではありません。むしろ、地球科学や環境問題に興味を持つ広い分野の若者に参加してもらうためのプログラムです。世界を代表する美しく厳しい山岳地域を舞台に、急速に変化する氷河の観測を経験すれば、地球環境とその変動を深く理解することができます。また現地の研究者と交流し、ヨーロッパの文化と生活にふれることで、国際社会で活躍するための一歩を踏み出してもらいたいと考えています。

図1. ローヌ氷河での測量観測

図2. 地図と対比しながら氷河地形を観察

Report

海外調査の報告

■深町　康

(1)調査・観測先:

①南極海インド洋セクター(オーストラリア・ホバート～南極・モーソン基地～南極・デービス基地～ホバート)

②米国アラスカ州バロー

(2)期間:

①2015年1月～4月　②2015年8月

(3)参加者:

①深町　康　②大島　慶一郎、深町　康、高塚　徹

(4)カウンターパートの機関名:

①オーストラリア南極局　②アラスカ大学フェアバンクス校

(5)観測目的:

①南極大陸沿岸域での海氷生産とそれに起因する南極底層水の生成・輸送を明らかにするために日本南極地域観測隊によって設置した係留系の回収作業をオーストラリア南極観測プログラムの協力を得て実施した。

②北極海の一部であるチャクチ海の沿岸域において、海氷の厚さと海洋の循環を明らかにするために係留系を設置して連続観測を実施している。今回は、過去2年間に設置した係留系を回収し、同様の係留系を再設置した。

図1:観測終了後の集合写真

図2:作業終了後にアラスカ大学の共同研究者と現地の観測協力者と記念撮影

■杉山　慎

(1)調査・観測先:グリーンランド北西部カナック周辺

(2)期間:2015年7月から8月

(3)参加者:杉山　慎、EVGENIY PODOLSKIY、箕輪　昌紘(北大)、津滝　俊(北大・極地研)、その他スイスとイタリアの研　究者6名

(4)カウンターパートの機関名:スイス連邦工科大学、フィレンツェ大学

(5)観測目的:グリーンランド北西部における氷河氷床の変動を明らかにするため、ボードイン氷河、カナック氷帽、カナック周辺の海域で観測を行った。特にボードイン氷河では、スイスおよびイタリアの研究者と共同で、カービング(氷山分離)現象に関する集中的な観測を実施した。

図1. ボードイン氷河での観測

図2. 氷河前のフィヨルドでの観測

Publication

「低温科学便覧」

体 裁：A5
頁 数：383 ページ
編：北海道大学低温科学研究所
出 版：丸善出版（株） 定価：10,800円（税込）

このたび、平成27年10月に低温科学研究所創立75周年記念の一環として、当研究所が編纂した「低温科学便覧」が丸善出版株式会社から刊行されました。

「低温科学」という学問領域は物理学・化学・生物学・地球惑星科学・海洋学・植物学・気象学・環境学など広大な学問分野が連携し構成されています。その全容を詳述することは簡単ではありませんが、本便覧は低温科学に関する基礎的な事項の確認や解説を行うとともに、「低温科学」に興味をもつ学生や新たに参入を検討している研究者にも十分な指針を与えられるよう、最先端の研究成果についても紹介しています。

（目次）

第 I 部　序
　第1章　低温科学とは

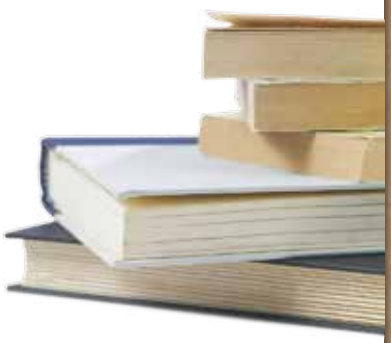
第 II 部　氷と雪の基礎科学
　第2章　氷および雪の結晶成長
　第3章　宇宙の氷
　第4章　惑星形成過程と宇宙氷
　第5章　氷河
　第6章　氷床コア

第 III 部　地球環境と寒冷圏科学
　第7章　南極海における海氷生成と深層水形成
　第8章　環オホーツク地域における大陸と海洋をつなぐ物質循環システム
　第9章　大気と海洋・海氷の相互作用、地球温暖化
　第10章　有機エアロゾル
　第11章　大気と陸面の相互作用
　第12章　雲科学

第IV部　生命圏の低温科学
　第13章　寒冷圏の物質循環と微生物
　第14章　昆虫の環境ストレス応答
　第15章　寒冷圏の生物地理
　第16章　低温化の光合成
　第17章　寒冷圏の植物生態

索引

ご購入は全国書店・丸善出版Webサイトなどでお求めください。
「丸善出版：低温科学便覧紹介ページ」
http://pub.maruzen.co.jp/shop/9784621089644.html



Award

榊原　大貴

北海道大学 環境科学院 2015年度 松野環境科学賞 (平成27年9月25日受賞)

石塚　紳之介

The Joint Conference of 6th International Symposium on Physical Sciences in Space (ISPS-6) and 10th International Conference on Two-Phase Systems for Space and Ground Applications (ITTW2015), Mohri Poster Prize (平成27年9月17日受賞)

箕輪　昌紘

社団法人日本雪氷学会・日本雪工学会主催 雪氷研究大会 学生優秀発表賞
ポスター発表部門 最優秀発表賞 (平成27年9月16日受賞)

古川　義純

形の科学会 論文賞 (平成27年6月13日受賞)

斉藤　潤

日本雪氷学会北海道支部 北の風花賞（論文賞）(平成27年5月15日受賞)

ホーク・モザメル

2014年度 環境科学院 研究成果発表会 ベストプレゼンテーション賞 (平成27年3月25日受賞)

對馬　あかね

平成26年度北海道大学大塚賞 (平成27年3月24日受賞)

(H27.8.19)

水の凝縮核生成の大規模分子動力学シミュレーション
～室内実験レベルの低生成率での凝縮核生成の再現に成功～

発表者：准教授 田中　秀和、日本学術振興会 特別研究員 田中　今日子

研究成果の概要：

飽和した蒸気から液滴が生まれる際の凝縮核生成は、気象学（雲粒形成）や工学（ナノ粒子形成）などの理工学の幅広い分野で重要な研究対象となっています。しかし、最初につくられる凝縮核はナノサイズと極めて微小なため、その生成率を精度よく予言することは困難であり、有効な一般的理論は未だ存在していません。北海道大学とスイス・チューリッヒ大学との国際共同研究チームは、スーパーコンピュータを駆使し、1200万原子までの大規模分子動力学シミュレーションを行うことで、水蒸気からの均質凝縮核生成過程を明らかにしました。その結果、従来計算の10万分の1という低い核生成率で進行する現象を再現し、室内実験で得られている核生成率と同レベルにまで到達することに成功しました。我々が様々な温度や圧力に対し得た水蒸気からの凝縮核生成率やこれまでの室内実験などで得られていたデータは30桁という広範囲にわたりますが、我々はこれらのデータをすべてよく再現する理論モデルも新たに提唱しました。

論文発表の概要：

研究論文名：Homogeneous SPC/E water nucleation in large molecular dynamics simulations
（大規模分子動力学シミュレーションによるSPC/E 水蒸気からの均質核生成）
著者：RAYMOND ANGÉLIL、JÜRG DIEMAND（University of Zürich）、田中　今日子、田中　秀和（北海道大学）
公表雑誌：Journal of Chemical Physics (AIP Publishing)
公表日：米国東部時間 2015年8月11日（火）（オンライン公開）

(H27.9.14)

観測ロケットS-520-30号機打ち上げ成功
微小重力環境を利用した星の“かけら”の再現実験

発表者：准教授 木村　勇気

研究成果の概要：

北海道大学低温科学研究所（研究代表者：准教授 木村勇気）は、宇宙航空研究開発機構（JAXA）平成27年度第一次観測ロケットを用いて、「酸化物系宇宙ダストの核生成過程の解明」を目的とした微小重力実験を実施しました。

打上げロケット：S-520-30号機
打上げ日時：平成27年9月11日（金）20時00分00秒
打上げ場所：内之浦宇宙空間観測所（鹿児島県肝属郡肝付町）
最高到達高度：312km（打上げ283 秒後）
着水時刻：打上げ550秒後
参加研究機関：北海道大学、東京大学、東海大学、JAXA

宇宙ダスト(星のかけら)と呼ばれる微粒子は、天体より放出されるガスから生成します。その中でも最初に生成する微粒子は、ナノメートルのサイズから惑星に至る固体物質の変遷において、非常に大きな影響を与えます。そのため、その最初の物質の同定と生成条件の理解は、宇宙の物質循環を知る上で根幹となります。その中で最も有力な物質が酸化アルミニウム(*1) ですが、地上実験では確定できていません。また、微粒子表面は化学反応の場として使われるため、豊富に存在するシリカ(*2)が酸化アルミニウムの表面を覆い尽くすのか、自ら単独の微粒子を作るのかを知ることは重要です。そこで本実験では、ロケットの弾道飛行による微小重力環境を利用して、酸化アルミニウムやシリカの蒸気から微粒子が生成・成長する過程を直接測定することで、その生成条件を理解し、最初に生成する物質の同定を目指します。

〔用語解説〕

*1 酸化アルミニウム:酸化物を作る天体周辺で、最初に現れる13μm の光の起源物質であると考えられている。

*2 シリカ:酸化シリコン。シリカは最も豊富に存在する酸化物の微粒子(シリケイト:岩石の主成分)が核生成する際の種になると考えられている。

(H27.9.24)

極低温氷表面での水素原子トンネル拡散を初めて観測

発表者:教授　渡部　直樹

研究成果の概要:

宇宙に浮遊する氷微粒子上では、真空中から付着した水素原子が氷表面を動き回り、他の原子や分子と衝突して有機分子を含む多様な分子を生成していると考えられています。極低温の宇宙環境下では、水素原子は極低温特有の量子トンネル効果(粒子の波の性質が顕著になり、エネルギーの壁をすり抜ける現象)によって、氷表面を通常よりも格段に速く動き回る(トンネル拡散する)ことが理論的に予想されています。しかし、実験の困難さゆえ、それを実証した研究は行われていませんでした。本研究では、これまでにない新しい手法により、このトンネル拡散を初めて実験的に観測することに成功しました。

論文発表の概要:

研究論文名:Signatures of quantum-tunneling diffusion of hydrogen atoms on water ice at 10K(10Kの極低温氷表面における水素原子のトンネル拡散の実証)

著者:桑畑　和明、羽馬　哲也、香内　晃、渡部　直樹(北海道大学)

公表雑誌:Physical Review Letters(American Physical Society)

公表日:米国東部時間 2015年9月23日(水)(オンライン公開)

ADMINISTRATION OFFICE

■平成28年度共同研究・研究集会の公募について

平成28年度共同利用・研究集会は、平成27年12月1日から募集を開始しています。
詳しくは、当研究所ホームページの「共同研究」のページでご確認願います。
http://www.lowtem.hokudai.ac.jp/kyoudou.html

■人事異動（平成27年4月2日から10月1日まで）

日　付	異動内容	氏　名	職　名（旧職）
H27.4.7	採用	POKHREL AMBARSH	学術研究員
H27.4.17	退職	岸　万里子	事務補助員
H27.4.30	退職	PAVULURI CHANDRA MOULI	学術研究員
H27.6.19	退職	YAKKALA YAGNESH RAGHAVA	学術研究員
H27.7.1	転出	渡辺　香織	農学事務部研究協力担当主任
H27.7.1	転出	白川　万愉	財務部経理課支出担当主任
H27.7.1	転入	吉田　早織	係員（理学・生命科学事務部係員）
H27.8.1	採用	川上　裕美	技術補助員
H27.8.31	退職	水野　紗希	技術補佐員
H27.9.24	退職	小針　笑美子	技術補助員
H27.9.30	退職	ZHU CHUNMAO	博士研究員
H27.9.30	退職	野村　大樹	非常勤研究員
H27.9.30	退職	大藪　幾美	学術研究員
H27.10.1	採用	HOQUE MOZAMMAL	学術研究員
H27.10.1	採用	立花　英里	技術補佐員
H27.10.1	採用	漢那　直也	学術研究員

編❄集❄後❄記

▶よりビジュアルに、そしてよりわかりやすくなった低温研ニュースに対する皆様のご意見を御待ちしています。（佐﨑）

▶今号の特集は、低温研ホームページの「低温科学最前線（Research Frontiers）」という記事と連動した企画です。ぜひ、ホームページもご覧ください。（田中）

▶今号では、専門家以外の人にも内容が伝わるようにと「専門外」の編集委員が記事をチェックしています。わかりやすくなりましたでしょうか。（高林）

▶今号では研究関連記事を4本、様々な分野の研究者から執筆していただきました。低温科学研究所への皆様のイメージはひろがりましたでしょうか？（佐藤）

低温研ニュース第40号
（北海道大学低温科学研究所広報誌）
発行人：低温科学研究所所長
編　集：低温研広報委員会
（佐﨑　元、田中　亮一、高林　厚史、事務部総務担当）

ご意見、お問い合わせ、投稿は下記まで
〒060-0819　北海道札幌市北区北19条西8丁目
TEL：011-706-5465　　FAX：011-706-7142

●低温研ニュースは本研究所ウェブサイトでも公開しております。
http://www.lowtem.hokudai.ac.jp/newsletter.html