



南極ラングホブデ氷河にて
厚さ300メートルの棚氷を掘削中。
(撮影:土屋 達郎)



Research



生物の代謝フローを可視化する!
高感度! 分子内 Stable Isotope Probing法の開発と応用
(力石 嘉人/滝沢 侑子) 2



第59次南極地域観測隊での氷河・海洋観測
(杉山 慎/平野 大輔) 6



Simulations of the present state and future evolution of
the Greenland ice sheet with the model SICOPOLIS
(Ralf Greve) 8

People 10

Report

低温科学研究所共同研究集会
(的場 澄人) 15

海外調査
(杉山 慎・平野 大輔) 16

Publication/Press Release/News

生物の代謝フローを可視化する! 高感度! 分子内Stable Isotope Probing法の 開発と応用



水・物質循環部門 力石 嘉人／滝沢 侑子

安定同位体の存在量で物質の移動を見たい

同位体物質循環分野では、非生物と生物（無機物と有機物）、生物 A と生物 B（捕食や共生、図 1）、もしくは、1 つの生物の中にある有機分子 A と有機分子 B（生合成や代謝）などといった、様々なスケールにおける物質と物質のつながりを、水素・炭素・窒素などの元素が持つ「安定同位体の存在量の変化」を用いて見えています。

「安定同位体」とは、同一の原子番号を持ち（＝陽子の数が同じ）、中性子の数が異なる原子のうち、放射性崩壊を起こさない原子のことです（図 2）。例えば、水素には、質量数 1 の水素（ ^1H ）と質量数 2 の重水素（ ^2H ）があり、炭素には、質量数 12 の炭素（ ^{12}C ）と質量数 13 の炭素（ ^{13}C ）があります。おそらく多くの方が、高校や大学で「同位体」を知り、「同位体は、陽子数と電子の配置が等しいため、物理・化学的性質が全く同じである」と学んでいると思います。しかし、本当は、質量の小さい同位体は、質量の大きい同位体に比べて、極僅かですが、確実に反応しやすいために、質量の異なる同位体は、様々な反応や現象において、常に異なる挙動を示します。そのため、地球上に存在する様々な物質の安定同位体の存在量には多様性が生まれ、図 2 に示されるように存在量の表記には、必ず「平均」という言葉をつけます。

では「安定同位体の存在量」は、どのくらいのスケールで変化するものなのでしょうか？具体的な例をひとつ挙

安定同位体	平均存在量(%)
水素 ^1H	99.9844
$^2\text{H(D)}$	0.0156
炭素 ^{12}C	98.890
^{13}C	1.110
窒素 ^{14}N	99.635
^{15}N	0.365
酸素 ^{16}O	99.760
^{17}O	0.040
^{18}O	0.200

図 2 水素、炭素、窒素の安定同位体の平均存在量

げてみましょう。我々動物は、「餌を食べて、消化し、養分を吸収し、その養分に含まれているグルタミン酸（アミノ酸の一種）を分解して、エネルギーを得る」という代謝系を持っています。この時、養分に含まれているグルタミン酸が、約 50% 分解された場合、分解されずに残ったグルタミン酸が持つ ^{15}N の量は、分解される前と比べて、ほんの僅か、+0.0015% 分だけ上昇するのです。私たちは、このような存在量の“超”微小なスケールの変化を精密に測ることによって、「何の物質が、どのような経路を通り、どのくらい反応したのか」を見ています。

なお、有機分子が持つ安定同位体の存在量を、どのような機器を用いて測定するのかは、研究室のホームページ（<http://www.lowtem.hokudai.ac.jp/isophysiol/products/cn6/pg172.html>）に掲載していますので、こちらも読んで頂けると嬉しいです。



図 1 研究室で飼育しているハゼとエビ。自然界では、このハゼとエビのように、異種の動物間の共生関係がしばしば見られます。これらの「共生」はどのようなメカニズムで成立しているのでしょうか？また、そこには、どのようなエネルギーの効率化（獲得、貯蓄、消費のバランスの最適化、価値交換）があるのでしょうか？

Stable Isotope Probing 法とは

つい先ほど、安定同位体の存在量の「超微小なスケールの変化」を精密に測ることによって、研究対象とする物質の反応経路と、その反応量を評価していると述べました。しかし、自然界でおこる安定同位体の存在量の変化には、現在の我々の技術力をもってしても捉えることができない「更に小さいスケールでの変化を持つ事象」がたくさん存在します。そこで登場するのが、「Stable Isotope Probing 法」です。Stable Isotope Probing 法とは、試料（生物そのものや、土壌などの環境試料）に、安定同位体の存在量を「人為的」に大きく変化した基質（＝原料）を与え、その「人為的」な存在量を追跡することで、生体内で「どのような反応が起きているのか」、もしくは「その環境にどのような生物がいるのか」などを知るための技術です。これを用いることで、その「たくさんの事象」を研究することができるようになります。

この「Stable Isotope Probing 法」を用いたおそらく最も有名な例が、ピロリ菌の検査です。ピロリ菌は、我々人間の胃に感染し、胃炎や、胃・十二指腸潰瘍をもたらす菌です。彼らは強酸性の胃の中で生育するため、胃の中にある尿素を、アンモニアと二酸化炭素に分解し、その生産したアンモニアを用いて胃酸を中和していると考えられています。すなわち、ピロリ菌の感染の有無（もしくは、除去の成否）は、「 ^{13}C 量を人為的に大きく変化した尿素」を経口投与し、ピロリ菌による尿素分解の生成物として「人為的な ^{13}C 量を持つ二酸化炭素」が発生するかどうか、を測定することで調べることができるのです。

“分子内” Stable Isotope Probing 法とは

Stable Isotope Probing 法では、反応基質の「全体」の安定同位体の存在量を変化させていたのに対し、「分子内 Stable Isotope Probing 法」は、反応の基質となる有機分子の「特定の部位の元素のみ」の安定同位体の存在量を人為的に変化させ、その「人為的」な存在量を、有機分子の分子構造の中の「1つ1つの元素のレベル」で追跡できる、2000 年頃から注目を集めている技術です。この「分子内 Stable Isotope Probing 法」を用いると、生物の生合成・代謝における物質の流れ（＝フロー）や、有機分子の生物間の移動を極めて正確に評価することができ、その結果として、生物や生物群が、与えられた環境で何

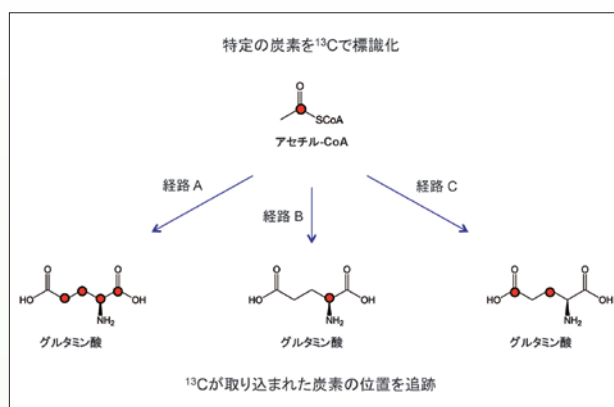


図3 分子内 Stable Isotope Probing 法 の概念図

をしているのか（＝どうやって生きているのか）を、正確に知ることが可能になります。

具体的な例を一つあげましょう。図3に示すように、生体内で、アセチル-CoA 分子からグルタミン酸分子を作る経路として、A、B、C の3つが考えられるとします。そのような場合に、アセチル-CoA のカルボニル基の炭素（図3の赤●）の ^{13}C 量を人為的に変化させ、新たに合成されたグルタミン酸の分子構造の中の「どの炭素の ^{13}C 量が増えているのか」を追跡することができれば、グルタミン酸の合成経路 A、B、C のうち、どの経路が働いているのかを明確に知ることができるのです。

しかし、この「分子内 Stable Isotope Probing 法」は、開発当初から、非常に大きな問題を抱えていました。それは、安定同位体の「人為的」な存在量の測定に用いる「核磁気共鳴（NMR）」の感度がとても低いことです（図4）。例えば、多くの大学や研究機関で一般的に使用されている NMR を用いて測定する場合、 ^{13}C 量が 50% 以上の有機分子を mg ～ g スケールで用意する必要がありますが、この条件を満たす試料を用意することは、現実的には（お金と労力の面で）非常に難しいという課題がありました。このような背景から、新たな「高感度な測定技術」が強く求められていました。

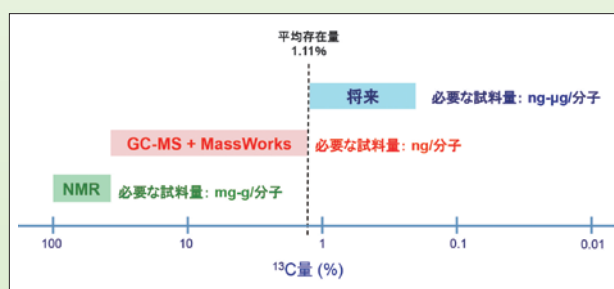


図4 分子内 Stable Isotope Probing 法の感度

“高感度”分子内 Stable Isotope Probing 法の開発

そこで我々は、従来よりも少ない試料量で、短時間で、安く、正確に測定できるという「夢の技術」の開発を目指し、一般的なガスクロマトグラフー質量分析計（GC-MS）に、GERSTEL 社が販売する MassWorks というソフトウェアを組み合わせて利用することで、

- (1) 研究対象の有機分子を高純度で得る
- (2) ng ~ μ g オーダーの試料量で測定する
- (3) 1 ~ 99% の広い範囲の ^{13}C 量を測定する

の3課題の根本的な解決を試みました（図5）。GC-MS は、ガスクロマトグラフ（GC）部で、混合物から研究対象の有機分子をクロマトグラフィーで分離し、質量分析計（MS）部で、分子をイオン化し、分子イオンとそのフラグメントイオンの m/z を測定することで、有機分子の構造を決定する装置です。そして MassWorks は、式1に示すように、GC-MS で得られた質量の情報と、安定同位体の平均存在量を使って、研究対象の有機分子の精密質量を計算するソフトウェアです。

$$[\text{GC-MS の質量分析情報}] + [\text{安定同位体の平均存在量}] = [\text{精密質量}]$$

(式1)

この式1を用いて、研究対象である有機分子の「安定同位体の存在量」を得るためには、既知の精密質量に、

GC-MS の質量分析情報を与えればよいことになります（式2）。

$$[\text{精密質量}] - [\text{GC-MS の質量分析情報}] = [\text{安定同位体の存在量}]$$

(式2)

また、MS 部で生じたフラグメントイオンをうまく使えば、理想的には、有機分子を構成する1つ1つの元素の安定同位体の存在量を計算することも可能になります。実際に ^{13}C 量が既知のアミノ酸の標準物質を用いて検証したところ、20ng ~ 20 μ g という少ない試料量で、 ^{13}C 量にして1 ~ 2% の誤差で、アミノ酸に含まれる個々の炭素の ^{13}C 量を求めることができる、ということがわかりました。

応用研究：始原的微生物が持つ TCA 回路の機能と役割を調べる

開発した「高感度分子内 Stable Isotope Probing 法」の応用先として、1つ研究を紹介したいと思います。この研究は、始原的な系統（＝地球上に最初に生まれた生命に近い系統）に属する水素酸化硫黄還元好熱細菌 *Thermosulfidibacter takaii* の TCA 回路（別名：クエン酸回路）が「可逆的」であり、回路の回転方向（機能と役割）が利用可能な炭素源に対応して柔軟に変化できることを証明したもので、2018年の2月にサイエンス誌

(Nunoura et al., 2018, Science 359. 559-563) に、布浦拓郎博士（海洋研究開発機構・主任研究員）、跡見晴幸教授（京都大学）と力石他との共同研究として掲載されました（詳細は論文を読んで頂けると嬉しいです）。

我々人間を含む全ての好気性動物のミトコンドリアが持つ「酸化型 TCA 回路」は、食事から得た有機分子を分解し、生じたアセチル-CoA を、完全に水と二酸化炭素に分解するとともに、有機分子が持つエネルギーを取り出す回路です。一方で、生物界全体を見渡すと「TCA 回路」と称されるものの中には、「酸化型」なもののみならず、嫌気性細菌が持つ「分

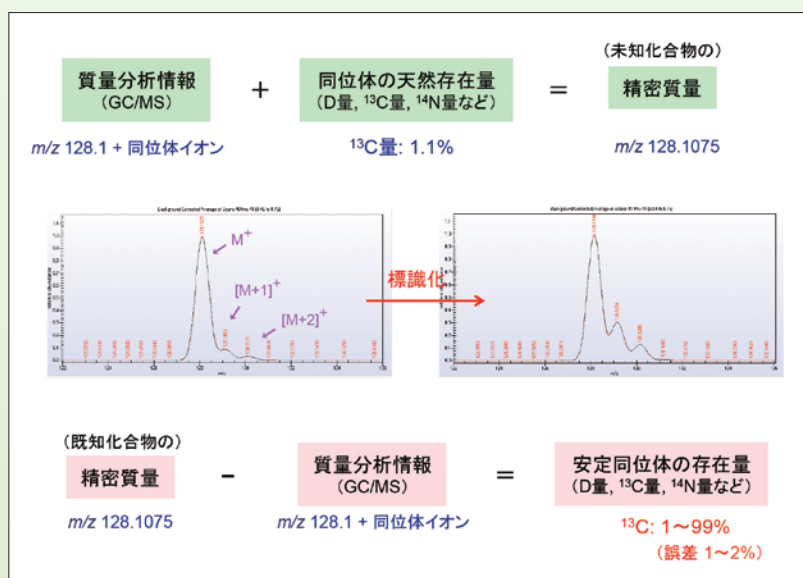


図5 GC-MS と MassWorks を組み合わせた高感度分子内 Stable Isotope Probing 法の仕組み

岐型」や、二酸化炭素を固定して有機分子を生成する「還元型」（逆 TCA 回路ともよばれる）もの、一部が欠損する「不完全型」や「バイパス型」など、基本的には同じような酵素群で動き、同じような反応系であるにも関わらず、その反応の経路や、回転の向きには多様性があることが知られています。

この「TCA 回路がどのような向きで動いていたのか」を、とくに始原的な系統に属する微生物について調べることは、「原始生命が、無機物から有機物を作る独立栄養生物であったか？有機物を利用して生きる従属栄養生物であったか？」という、長きにわたり議論されてきた疑問の解決に貢献できます。たとえば、初期の生命が従属栄養生物として誕生した場合、炭素や他の元素を固定する者が存在しないので、彼らは一方的に消費するばかりで、すぐに絶滅してしまうでしょう。一方で、生命は有機物プールの中から生まれたとされる仮説がありますが、もしそうだとするならば、有機物が有り余っている状態の中で、新たに有機物を生産する独立栄養型生物が果たして生まれるのか？という疑問が残ります。

そこで、我々は、始原的な系統に属する *T. takaii* が、どのような TCA 回路を持っているのかを理解するために、 ^{13}C 量を変化させた CO_2 、酢酸、コハク酸などを用いて培養し、生合成されたアミノ酸の 1 つ 1 つの炭素の ^{13}C 量を測定しました。その結果、

- (1) 独立栄養での培養条件（ CO_2 の添加）においては、還元的 TCA 回路が機能する
- (2) 酢酸、コハク酸のどちらか 1 つを添加すると、分岐型の TCA 回路が機能する
- (3) 酢酸、コハク酸の両方を添加すると、酸化的 TCA 回路が機能する

ということを明らかにできました（図 6）。そしてこの発見は、始原的な系統に属する生命が、「独立栄養的に、無機物から有機物を作る機能」を持つと同時に、「従属栄養的に、有機物からエネルギーを獲得できる機能」を、柔軟に使い分けられる「混合栄養生物」であった、と考える世界で初めての重要な証拠になりました。

なお、この研究は、約 100 細胞/ml 程度しか増えない *T. takaii* について、数〜数十 ml の培養液を用いて、実施したものであり、わずか数十 ng の有機分子があれば、1〜2% の誤差で有機分子の個々の炭素の ^{13}C 量を測定できる（図 4）、という「高感度分子内 Stable Isotope Probing 法」のデモンストレーションという点でも、重要な研究になりました。

今後の展望

前述したように「Stable Isotope Probing 法」は、現在の我々の技術力では、「自然界でおこる安定同位体の存在量の極々微小の変化」を捉えることができない多くの事象に関して、安定同位体の存在量を「人為的に」大きくコントロールした基質を試料（生物そのものや、土壤などの環境試料）に与え、その「人為的な存在量」を追跡する技術です。すなわち、この技術を用いる時には、必ず、飼育や培養実験が必要になります。また、自然界ではあり得ない濃度の「重い同位体」やそれが含まれる有機物を、環境に散布することは、その環境に少なくないダメージを与えます。そこで、我々は原点に返り、自然界から採取した試料を用いて、「自然界でおこる安定同位体の存在量の極々微小の変化」の痕跡を、「Stable Isotope Probing 法」を使わずに、なんとか有機分子に含まれる 1 つ 1 つの原子のレベルで、見たい、見られるようにしたい！と思い、現在は新たな研究手法の開発と、その応用研究に取り組んでいます（図 4）。近い将来、皆さんに良い報告ができることを楽しみにしています。

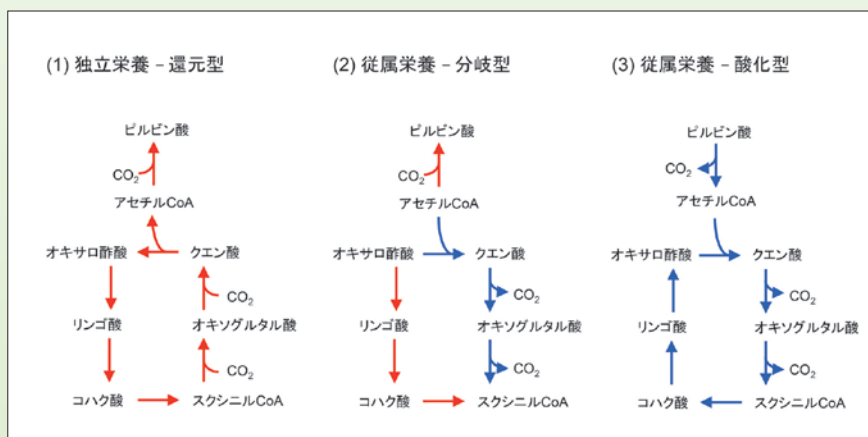


図 6 各種の培養条件における *Thermosulfidibacter takaii* の TCA 回路のふるまい。赤矢印が還元的 TCA 回路の向き、青矢印が酸化的 TCA 回路の向き



第59次南極地域観測隊での氷河・海洋観測

共同研究推進部 杉山 慎／水・物質循環部門 平野 大輔

南極氷床が海に融かされている？

南極大陸を覆う氷の厚さは平均で2000メートル。この巨大な氷のかたまりを「南極氷床」と呼びます。地球に存在する氷の約90%を抱える南極氷床は、その変動が地球環境に大きな影響をもたらします。氷が融けて海に流れ込めば海水準が上昇するだけでなく、海洋の循環が変わって気候にもインパクトを与えます。その南極氷床が今、海洋との相互作用によって変化しつつあります。南極を取り巻く海洋の水温、塩分、循環が変化して、氷床沿岸部で氷の融解が増加しています。またその反対に、氷床の融解が原因で海洋に変化が生じ、地球の気候や海洋生態系に影響が及ぶと考えられています。

このような背景のもと低温科学研究所では、共同研究推進部のプログラムとして「南極気候システム」の研究に力を入れています（図1）。国立極地研究所が推進する南極観測に協力し、9期重点研究課題「氷床・海水縁辺域の総合観測から迫る大気・氷床・海洋の相互作用」をリードしています。また2017年度からスタートした科研費・新学術領域研究「熱・水・物質の巨大リザーバ：全球環境変動を駆動する南大洋・南極氷床」にも参画。多彩な研究者と協力して、新しい南極科学研究の創造に着手しました。そんな中、2017年12月から2018年3月にかけて活動した第59次南極地域観測隊に、低温研から5名の研究者・大学院生が参加しました。氷床と海洋の相互作用解明に向けて、氷と海の境界で実施した活動を紹介します。

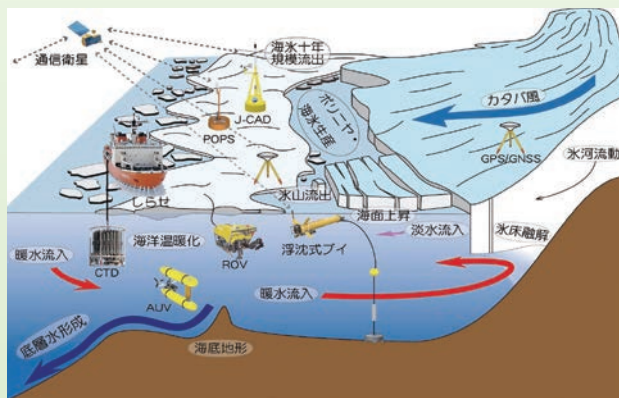


図1 南極氷床沿岸における研究プロジェクトの概要

氷河の孔から海を覗く

昭和基地から20キロメートル離れたラングホブデ氷河（図2）では、棚氷と呼ばれる海に浮いた末端部を掘削し、氷の下に広がる海を調査しました。棚氷の底面は海が運ぶ熱で融かされていると考えられますが、300～400メートルの厚さを持つ氷河の下環境は良く分かっていません。私たちがラングホブデ氷河を掘削するのは6年ぶり。今回は氷河の末端ギリギリまで近寄って、棚氷下の全貌を明らかにします（図3）。掘削に使うのは低温科学研究所が開発した熱水掘削システム（図4）。ボイラーで加熱した80度の熱水ジェットを毎分30リットル噴出し、氷を融かしながら氷河を掘り進めます。1時間に約50メートル、一日がかりの掘削作業で直径約10センチの孔が棚氷の底面に到達します。この掘削孔から装置を降ろして各種の観測を試みました。

海水温度、塩分、流速を測定した結果、棚氷の下には外洋の暖かい海水が流れ込み、広い範囲で氷を融かしていることが分かりました。6年前に限られた観測データで提案した仮説が、新しいデータで確認されたことになります。また、掘削孔から降ろした耐圧カメラによって、棚氷の下に暮らす様々な生物が見つかりました。オキアミ、クラゲ、ゴカイなど、暗くて冷たい環境は彼らにとって住み心地が良いようです。深さ500メートルを超える海底からは堆積物をサンプリング。生態系や氷河変動の情報が期待されます。氷河を去る前には、厚さ300メートルの氷の下に水温・塩分・流速の長期測定システ

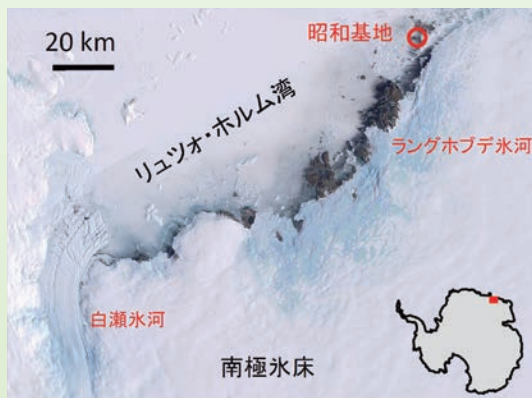


図2 観測を行ったラングホブデ氷河とリュツォ・ホルム湾



図5 氷河上のキャンプ

ムを設置。棚氷下の環境変化をモニタリングする準備が整いました。

氷河の上では約1か月のキャンプ生活（図5）。南極とはいえ、日が沈まない夏はテントで暖房なしに暮らすことができます。仕事の後にはキッチンテントに集まって、様々な食材を工夫した夕食を囲みます。氷のベッドも慣れるとなかなか快適。美しい環境で特別な夏を過ごしました。

氷床・氷河を取り巻く海の流れを探る

棚氷の下に入ってくる暖かい海水、その流れは様々なスケールの海洋循環にコントロールされています。しかしながら、南極周辺は海水や氷山が邪魔をして観測が難しい場所。海水の特性や循環はもちろん、水深さえ分かっていない海域がたくさんあります。特に昭和基地周辺は海水が厚く成長する難所ですが、観測隊を運ぶ船しらせの強力な砕氷能力を活かした観測が実現しました。

昭和基地やラングホブデ氷河が位置するリュツォ・ホルム湾では（図2）、海水を割りながら進むしらせを使って様々な海洋観測が行われました（図6）。水温・塩分・流速の測定からは、この海域に外洋から流れ込む暖かい水と、地域最大の氷河である白瀬氷河から流出する淡水の振る舞いが明らかになりました。長い歴史を持つ日本の南極観測において、昭和基地周辺での大規模な海洋観測は近年の新しい試みです。さらに、新規導入した遠隔操作型の無人潜水機（ROV）を運用して海中と海底の環境を観測（図7）。このような新しい装置が、海水に

覆われた海や棚氷下の環境を明らかにする上で、強力な武器になると考えています。

しらせが昭和基地を離れてからも海洋観測は続きます。昭和基地から1,200キロメートル離れたケープダンレーは、地球規模の海洋循環を駆動する南極底層水が生み出される海域です。ここでは、長期間にわたって海水特性を測定する係留系を回収・設置しました。低温科学研究所によって氷海用に開発された海中昇降式のモニタリングブイも無事に回収されて、通年データによる成果が期待されます。さらに、急速な棚氷の融解が報告されているトッテン氷河では、氷河の間近までにじり寄って海洋観測を実施しました。巨大な氷床と、広い海との相互作用を解明するため、日本の南極研究はその守備範囲を広げつつあるのです。



図7 氷海に投入されるROV（撮影：矢口春吾）

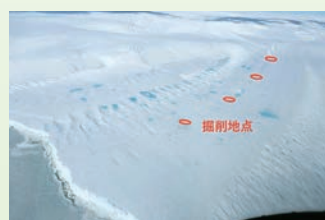


図3 ラングホブデ氷河上の掘削地点



図4 熱水掘削システム



図6 砕氷船しらせを使った海洋観測

若い研究者の活躍

今回私たちが誇らしく感じたのは、低温科学研究所が取り組む「南極学カリキュラム」で学んだ4名の若手研究者が観測隊に参加して活躍したことです。南極学カリキュラムは、南極をキーワードにして極域や雪氷寒冷圏について総合的に学ぶプログラムです。開講して12年目を迎え、これまでに12名の受講生が南極観測の夢をかなえています。低温研を巣立った若者たちが、次世代の南極研究を支えてくれる日もすぐそこです。

本研究にご協力頂いた南極地域観測隊のみなさま、プロジェクト関係者のみなさまに感謝いたします。私たちが取り組む南極研究の概要と、観測の様子を以下でご覧頂けます。

<http://www.lowtem.hokudai.ac.jp/soshiki/acros.html>

http://wwwice.lowtem.hokudai.ac.jp/~sugishin/photo_album/langhovde2018/langhovde2018.html



Simulations of the present state and future evolution of the Greenland ice sheet with the model SICOPOLIS

Frontier Ice and Snow Science Division Ralf Greve

Global warming and sea level rise

Global warming, also referred to as climate change, is the observed rise in the average temperature of the Earth's climate system and its related effects. It is established scientific consensus that the climate system is warming, and that human influence has been the dominant cause of the observed warming since the mid-20th century. A major consequence of global warming is sea level rise, currently occurring at a rate of 3.2 ± 0.4 millimetres per year. The largest source is thermal expansion of ocean water, followed by melting/discharge of ice sheets, ice caps and glaciers. In the long term, the two ice sheets of Antarctica and Greenland are the largest potential contributors to global sea level rise because of their enormous volumes, together amounting to ~ 65 metres of sea level equivalent. The ice sheets are therefore the focus of intensive observational as well as modelling efforts.

The Greenland ice sheet

The Greenland ice sheet is the second largest ice body in the world, after the Antarctic ice sheet. Its volume amounts to 7.36 metres of sea level equivalent, and it covers an area of ~ 1.8 million square kilometres, 83% of the entire surface of Greenland (including isolated glaciers and ice caps not connected to the main ice sheet). It is significantly warmer than the Antarctic ice sheet, and the regions close to the ice margin experience a considerable amount of surface melting during the summer season. This makes the Greenland ice sheet very vulnerable to ongoing global warming, and it will likely become the largest contributor to global sea level rise over the next decades and centuries.

Ice sheet model SICOPOLIS

SICOPOLIS ("Simulation COde for POLythermal Ice Sheets", www.sicopolis.net) is a computer model that simulates the evolution, dynamics and thermodynamics of ice sheets and ice caps (Fig.1). It was originally created by the author in the mid-1990s in a version for the Greenland ice sheet. Since then, SICOPOLIS has been developed continuously and applied to problems of past, present and future glaciation of Greenland, Antarctica, the entire northern hemisphere, the polar ice caps of the planet Mars and others. This led to more than 100 publications in the peer-reviewed scientific literature. The model is available as free and open-source software.

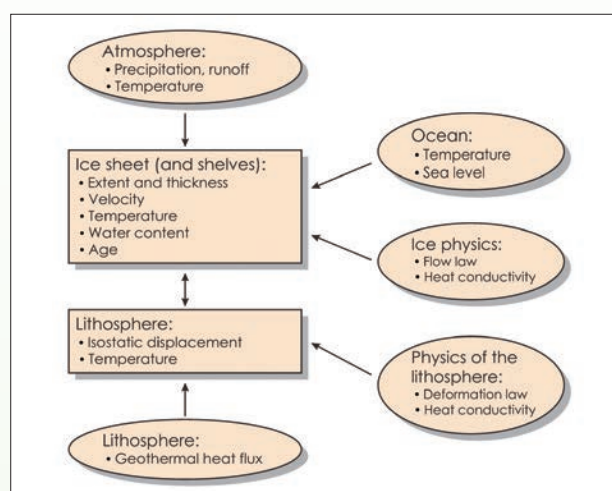


Figure 1: Sketch of the ice sheet model SICOPOLIS. The rectangular boxes denote prognostic model components, while the ovals indicate required model input (boundary conditions etc.).

Spin-up simulation

The Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) is a major international climate modelling initiative (tinyurl.com/wgcm-cmip6). As a part of this project, the Ice Sheet Model Intercomparison Project for CMIP6 (ISMIP6) brings together a consortium of ice sheet modellers to explore the sea level rise contribution from the Greenland and Antarctic ice sheets (tinyurl.com/clic-ismip6). An early sub-project of ISMIP6 is InitMIP-Greenland, a model intercomparison project focusing on initialization of the Greenland ice sheet. Initialization means creating an accurate present-day state of the ice sheet that serves as an initial condition for simulating its future evolution. Two different initialization methods are available: (1) In spin-up procedures, the ice sheet model is run forward in time from tens or hundreds of thousands of years ago until today with reconstructed or modelled paleoclimatic boundary conditions. (2) Data assimilation techniques combine observations of geometry and surface velocity with suitable inverse techniques to construct the present-day state directly (without the need for a paleoclimatic simulation). Both methods have their specific advantages and disadvantages.

Here, we show the result of a spin-up simulation carried out with SICOPOLIS for InitMIP-Greenland. It covers the period from 140,000 years ago until today (reference year 1990), thus simulating the ice sheet through the last (Eemian) interglacial, the last (Weichselian) glacial and the current (Holocene) interglacial periods. Figure 2 depicts

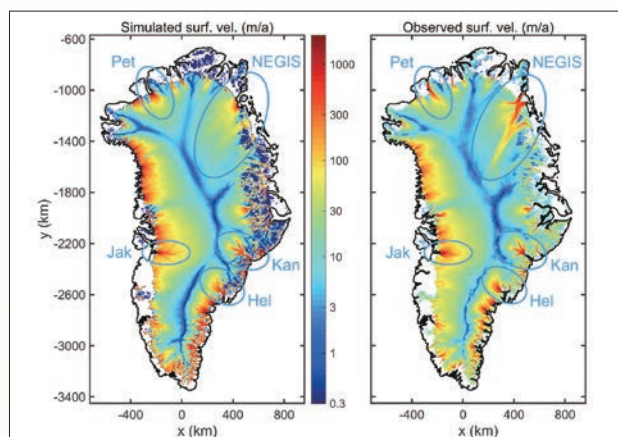


Figure 2: Left: Surface velocity of the Greenland ice sheet that results from the spin-up simulation for the year 1990 (in m/a = metres per year). Right: Observed surface velocity (mean of 2000–2016; by Joughin and 3 others, 2016, doi: 10.5067/QUA5Q9SVMSJG). Jak: Jakobshavn Ice Stream, Hel: Helheim Glacier, Kan: Kangerdlussuaq Glacier, Pet: Petermann Glacier, NEGIS: North-East Greenland Ice Stream.

the simulated and observed present-day surface velocity. The general patterns agree very well, and most of the fast-flowing ice streams are reproduced by the simulation. An exception is the North-East Greenland Ice Stream (NEGIS), which is more pronounced in reality than in the simulation. This problem deserves further attention.

Future climate simulations

InitMIP-Greenland also comprises two future climate experiments over 100 years: “ctrl” is a constant (present-day) climate control run, while “asmb” is forced by a schematic surface mass balance anomaly that mimics the impact of an upper-end climate-change scenario. Figure 3 shows the results of the simulations with SICOPOLIS. For ctrl, the ice sheet is almost stable, while for asmb, the volume loss after 100 years amounts to a sea-level contribution of ~ 125 millimetres, and the area reduces by $\sim 7\%$. Across all models contributing to InitMIP-Greenland, the results show a significant spread (Goelzer and 30 others, 2018, *Cryosphere* 12, 1433–1460).

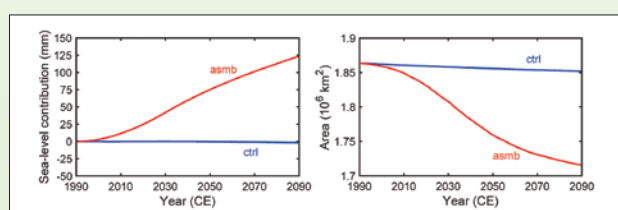


Figure 3: InitMIP-Greenland future climate experiments: Simulated sea-level contribution (due to ice volume change) and area of the Greenland ice sheet for the runs ctrl (control) and asmb (schematic surface mass balance anomaly).

As an example of a longer-term scenario, let us assume a spatially and temporally uniform warming of $+10^\circ\text{C}$ over the Greenland ice sheet sustained for 1000 years. This assumption might seem quite extreme. However, in

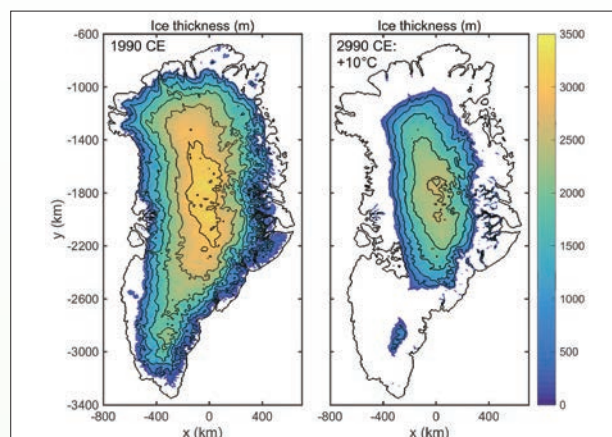


Figure 4: Thickness of the Greenland ice sheet. Left: Observed thickness (Bamber and 10 others, 2013, *Cryosphere* 7, 499–510). Right: Simulated thickness 1000 years in the future for an assumed spatially and temporally uniform $+10^\circ\text{C}$ warming over the ice sheet.

a “business-as-usual” world without efficient measures for climate change mitigation, it is not unrealistic in the longer term because of the process of Arctic amplification: A mean global warming of, e.g., $+4^\circ\text{C}$ may well lead to a warming of $+10^\circ\text{C}$ in Arctic regions like Greenland. As shown in Fig. 4, the impact on the ice sheet is drastic: it loses approximately two-thirds of its entire volume, which corresponds to a global sea-level rise of ~ 5 metres.

Future work

Within the ISMIP6 initiative, we will define a set of future climate scenarios by evaluating results of atmosphere-ocean general circulation models (AOGCMs) over and surrounding the Greenland and Antarctic ice sheets. These scenarios will be used as forcings for ice sheet models like SICOPOLIS to simulate the likely ice-sheet response to climate change, along with a quantification of associated uncertainties. Results will serve as input for the Sixth Assessment Report (AR6) of the United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), due for publication in the early 2020s.

Acknowledgements

The author wishes to thank numerous colleagues who have been contributing to the development and application of SICOPOLIS over the years.

The work sketched here was supported by the ProGrIS (Projecting discharge from the Greenland ice sheet using climatic forcings derived from atmosphere-ocean models) project of the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS KAKENHI grant number 16H02224), and by the Arctic Challenge for Sustainability (ArCS) project of the Japanese Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT).

着任のご挨拶

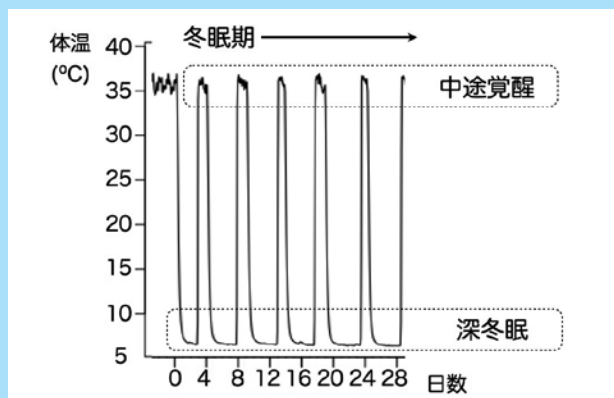
生物環境部門 山口 良文



はじめまして、2018年1月から発足した冬眠代謝生理発達分野に着任した、山口良文と申します。低温科学研究所では、これまで進めてきた哺乳類の冬眠の仕組みについて解明していきます。冬眠は、

冬季など寒冷かつ餌の限られる状況において、体熱産生をカットし体温を低下させ、消費エネルギーを節約することで冬を乗り切る現象です。冬眠する哺乳類として、北海道ではシマリス、ヒグマが馴染み深いかもしれませんが、ヒトを含む多くの哺乳類はこの芸当はできず、長期間の低体温が続くと細胞や組織が傷害され死んでしまいます。こうした冬眠する哺乳類の持つ「冬眠能」は、低体温での臓器障害などへの耐性、貯蔵脂肪の有効活用、寝たきりでの筋萎縮耐性などから構成され、基礎科学的にも医学応用等の面においても興味深いものです。しかし、冬眠の仕組みは殆どと言って良いほど未解明です。私たちはこの謎に迫るべく、シリアンハムスターを冬眠動物のモデルとして研究しています。詳細な研究内容については、また研究紹介等で機会を頂けた際に述べることで、本稿では自己紹介をかねて、私自身の研究歴と今の冬眠研究に至った経緯について述べさせていただきます。

私は京都大学理学部・京都大学大学院生命科学研究科において、竹市雅俊教授、高田慎治助教授のもと発生生物学を学び学位を取得しました。私が高校・大学を過ごした1990年代は、からだの形作りの仕組みが、遺伝子とその産物であるタンパク質によって説明する分子発生生物学が花開いた時代でした。一個の受精卵が細胞分裂によって細胞数を増やしていく間に、頭と尾側、背中と腹側、手足や複雑な臓器などが出来てくる仕組みが、破竹の勢いで明らかになって行きました。遺伝子改変技術の進歩により、遺伝子と形質との因果関係まで実験的に検証できるようになったためです。この地球上の多細胞生物には動物から植物に至るまで共通の「からだの設計図」（故・岡田節人先生が書かれた岩波新書のタイトルにもなっています）が存在することが、遺伝子という根拠を持って明確に語れるようになったことに、私は非常に興奮しました。ぱっと見では全く異なる多様な生物の



冬眠時のハムスターの体温変化図。冬眠時には、深冬眠とよばれる体温10℃以下の状態になる。深冬眠は中途覚醒により中断され、冬の間なんども繰り返し生じる。

中に、共通原理が潜んでいることに強く心惹かれるとともに、科学を通じて自分自身や人々の世界観が変わりうることを実感し、私もそのような研究がしたいと思うようになりました。しかし大学院での研究は順風満帆ではなく、期待したような成果を得ることはなかなかできませんでした。自分自身の力不足が一番の要因なのですが、何事もやってみないとわからない、という実験科学研究の洗礼を浴びたわけでもあります。自分の予想外の事柄が起きた時こそ新しい何かを拾えるチャンスで、そこをどうものにするのが大事、と痛感させられました。こんな当たり前のことに気がつくのに私は結構時間がかかってしまったのですが、この経験はその後の自分自身の研究の方向性に大きく影響を与えました。

学位取得後は愛知県の自然科学研究機構岡崎統合バイオサイエンスセンターに移った高田慎治教授と引き続き研究を継続したのち、東京大学薬学部の三浦正幸教授の研究室で助教として勤務することになりました。三浦研では発生過程における細胞死の研究を行いました。動物の体ができてくる最中には、細胞が増えるだけでなく、たくさんの細胞が死んでいきます。なぜこうした一見無駄にみえることが起きるのか？この問いに答えるべく、遺伝子改変により細胞死が生じなくなった動物を解析し、さらに特殊なプローブと顕微鏡を用いて細胞が死ぬ現場をライブで捉えることで、脳の正常な構築で細胞死が果たす役割を明らかにしてきました。遺伝子産物が積極的に細胞を殺す仕組みとしてよく知られているのは「アポトーシス」と呼ばれる細胞死ですが、近年は

これ以外にも、多様な仕組みの細胞死があることが明らかになってきました。こうした仕組みの破綻はさまざまな疾患や病態につながることもわかってきています。これらの研究は、新学術領域研究「ダイイングコード」班において日本の細胞死研究の第一人者の方々と推進しています。

そしてようやく(?)冬眠研究です。発生と細胞死に関する研究を東京大学では進めつつ、新たな方向性も常に心中で模索していました。自分の全てを投じて身を削るような思いで行う研究者生活を考えた時、学生の頃に発生学研究の世界に飛び込んだ時に感じた、全く未知の世界が開かれていく感動、現象を理解したいという気持ち、そして自分の生物観・世界観も変わるという経験を、より未開拓で手付かずの謎が多く残る分野で味わいたいという願望が強くなってきたのです。そうした時に、岡崎時代に読んだ一本の論文を忘れることはできませんでした。今はもう廃止された三菱生命研で、近藤宣昭先生が為されたシマリスの冬眠制御に関する論文です。シマリスの体内に年単位のリズムを刻むタンパク質があり冬眠に重要な働きをしているという、10年以上に渡るシマリス冬眠研究のデータが凝縮されたこの論文は、読んだ人誰もが度肝を抜かれるものでしたが、学位取得後の研究テーマを模索していた自分にとって、冬眠に潜む謎に挑戦したいという思いを強く呼び起こすものでした。また冬眠研究は、生き死にの狭間という根本的な問いに挑むのみならず、医学応用などの面で人々の暮らしに貢献できる可能性が少なくとも自分の距離感としては感じやすいもので、研究生活を賭する価値が十分にあると私には感じられました。さらに近年の解析技術、方法論の進化が、これまで解明を阻んできた冬眠の謎に挑むに足るレベルに届きつつあることも、決断を後押ししました。幸い、東大の三浦教授は冬眠研究に大変に理解を示して下さい、また冬眠研究に共鳴した学生が研究室に参画してくれたおかげで、構想5年(?)にして冬眠研究を立ち上げることができました。この際に大きかったのが、まだ研究がきわめて萌芽的な段階で、JST さきがけの研究費を頂けたことです。そのおかげで、ゼロスタートだった冬眠研究を軌道に乗せることができ、今に至っています。

と、自分の学生時代からの20年間弱の研究生活を振り返ってみても、身の回りのIT環境の変化をはじめと

する科学技術の進歩、そして社会や大学を取り巻く環境の変化には驚くばかりです。自分自身の研究分野でも研究技術は日進月歩であり、伝統を大事にしつつも常に新しい動向にも目を配らないと、あっという間に時代遅れになってしまうのではないかと危機感も日々感じます。ですので、危機感を持って常に新しいことに挑戦する、ということと、自由な発想でのびのび独自路線で進む、という二つの姿勢を研究の両輪としてこれからも進んでいきたいと思っています。私の研究は、冬眠研究に限らずですが、理解あるメンター、諸先輩方、一緒に研究をしてくれた学生たち、そして素晴らしい共同研究者の方々との出会いに恵まれ支えられてきました。幅広い分野の研究者から構成される北大低温研でも、一緒にじっくり面白く冬眠研究を展開できる同志に出会うための努力は惜しまず、研究成果という形で皆様に恩返ししていきたいと思っています。

私自身は東京生まれの横浜育ちで、京都、愛知、東京と動いてきたわけですが、北国は初経験です。ただ実は、私の高祖父は明治開拓の時代に四国から北海道に移住し、その息子の曾祖父は低温研の目の前にある札幌農学校で学んだということです。百余年の時を経て、同じ地に戻ってきたのも何かの導きではないかと感じます。先人たちが有した開拓精神と志とを肝に銘じ、冬眠の謎を解いていくことで、低温科学研究所、日本、そして世界の人々に少しでも貢献できるよう精進する所存です。これからどうぞよろしくお願いいたします。



© 2018 HIB Metab Physiol Dev
冬眠中のハムスター

着任のご挨拶

水・物質循環部門 滝沢 侑子



こんにちは！2018年4月1日に、水・物質循環部門 同位体物質循環分野の助教として着任いたしました、滝沢侑子（たきざわ ゆうこ）と申します。私はこの3月に北海道大学環境科学院で学位を取

得しました。この4月からは、低温科学研究所の教員として、研究や教育、そして社会に対して貢献できるよう、積極的に活動したいと思っておりますのでどうぞよろしく申し上げます。

研究の関心：彼らはなぜ、そこに存在できるのか？

私の数ある趣味のうち、幼少期から続いているものとして「森歩き」があります。いきなり趣味の話をしてしまい恐縮ですが、皆さんは「森」ときいて、どのようなイメージを持つでしょうか。木漏れ日が射す広葉樹のあたたかな森、針葉樹が立ち並ぶ薄暗くてひんやりとした森、鳥獣の声がひしめくジャングルのような騒がしい森、しんと心が清められるような静かな森・・・など、一言で「森」と表現できる環境の中にも、大きな多様性があります。そしてそれぞれの森では、植物から動物まで、数え切れないほどたくさんの、多様な生物が生活しています。私は、様々な環境に身をおきながらも懸命に生きていく彼らの生き様を、「森歩き」を通して観察することがとても好きです。

それぞれの環境に存在する生き物どうしのつながり、まとめ全体を称して「生態系システム」と私たちは呼んでいますが、生態系の構成要因である「生物」と「その生育環境」の間には、いつも決まって、とても重要な共通点が必ず見つかります。それは、その生育条件（たとえば、光や温度、水、栄養環境の違い）に【最も適応できている生き物】のみが、その環境に生息できる、という点です。一見すると当たり前のように聞こえますが、たとえばペンギンは熱帯雨林では見つからないし、キリンがシベリアにいてもありません。針葉樹の多くは北海道の寒い冬でも葉を維持することができますが、広葉樹にはそれができません。また、変温動物や一部のほ

乳類は、代謝活性を落とし「越冬・冬眠」できますが、我々人間は寒空のもと外に放り出されたら、あっけなく死んでしまいます（図1）。私は、このような疑問：なぜこの環境で、彼らが生き残ることができるのか／できないのか、それを決定する要因は何なのか、どのような生存戦略をもち、どのような変化に適応できるポテンシャルがあるのか、ということを理解したいと考えており、これが研究をする上での大きなモチベーションとなっています。

エネルギーを「どのくらい消費したか？」を知りたい

植物や動物たちは、生物種としての「末永い存続」を手に入れるべく、多彩な表情を持つ自然の中で、自分が最も適応しやすい環境に身を置き、そしてしばしば見舞われる悪天候や飢餓などの大小様々な環境変化（ストレス）に対して、抗い、耐えながら、したたかに生きています。私は彼らのその「したたかさ」の根拠として、「エネルギーの貯蓄と効率的な利用」が大きく影響しているのではないかと考えています。もう少し具体的にいうと、ある環境の中で、彼らが「どのようにエネルギーや基質を得て、どのような物質をつくり、蓄え、いつ、どのような時に、どのくらい消費して生きているのか？」を理解することによって、彼らが「なぜそこに存在できるのか」という、私にとっての積年の疑問を解決するための糸口を見つけられるのではないかと考えています。それを解き明かすために、私は、生物あるいは環境中に存在する「有機化合物とその安定同位体比」を用いて研究をおこなっています。

有機化合物（例えば、糖、タンパク質、脂質など）とその安定同位体比を組み合わせた解析法は、対象とする有機化合物が、誰によって（＝起源生物）、何を材料として、どのように作られたのか（＝合成経路）という「合成」に関わる情報を理解するためのツールとして、この30年間、広い分野でたくさん研究されてきました。それは、誰が作ったのか？という「起源生物」の情報を、有機化合物または有機化合物群の組成から評価しやすいこと、そして、どのような経路をたどって、どの程度反

応したか? という「プロセス」と「量」の情報を、同位体比から明らかにできること、という2つの特徴に基づいています。

その一方で、有機化合物は、植物などの独立栄養生物によって、無機物（水、二酸化炭素、無機態窒素など）を原資として合成された後、様々な生物によって「利用」されていきます。実際に、私たち従属栄養生物（動物プランクトンから肉食の高次捕食者まで）は、彼らがつくった有機化合物を「利用（代謝）」することで、生きるためのエネルギーを得ています。このように、生物や環境中に存在している有機化合物は、合成に関わる情報のみを持つわけではなく、必然的に、その「量」は「合成（生産した）量」から「代謝（分解された）量」を引いた「差分」に相当し、また「保存されている情報」は「合成と代謝」の両方であると考えられます。にもかかわらず、有機化合物がどのような経路を通して分解され（＝代謝経路）、どの程度使われるのか（＝代謝量、または生合成と代謝のバランス）という「分解」にかかわる情報については、今までは全くと言ってよいほど研究されてきませんでした。それは（1）「代謝されて、既にこの世

から失われてしまった物質」を研究対象として扱うこと自体が非常に困難であること、そして、仮に、代謝が卓越する環境から有機化合物を抽出できたとしても、そこには、（2）「合成」と「代謝」の情報が複雑に混ざり合っ

て存在しており、それらを区別して評価するための手法（測定法も方法論も）が無い、などといった理由が、研究を進めるための大きな足枷となっていたからです。

私は、これらの「評価する手段さえ無い」という現状を抜本的に解決する1つの手段として、現在、「脂質」の代謝（分解）における炭素の同位体比の変化を正確に、そして精密（＝高感度で）に捉えるための「分子内安定同位体比測定法（Position-Specific Isotope Analysis）の開発」と、その測定法を実際の環境試料への応用するための「方法論の構築」を試みています。これらが達成されることによって、今までほとんど評価することができなかった、生物や環境の中での有機化合物の代謝（合成と代謝のバランス）の情報にアクセスでき、生物が「いつ、どのような時に、何をどのくらい消費して生きているのか?」ということについて、定量的に理解できるようになると期待しています。



図1 例えば、同じほ乳類であっても、厳しい冬の寒さをしのぐことができる生物（例：冬眠するクマ）と、できない生物（例：生身の人間）がいます。両者の間におそらく存在するであろう、エネルギーの「利用性（限られたエネルギーを、効率良く利用する術）」や「消費量」の違いを、有機化合物の安定同位体比から評価したいと思っています。

着任のご挨拶

雪氷新領域部門 W. M. C. Sameera

**Biography:**

I was born and raised in Sri Lanka. I studied chemistry and physics at the University of Sri Jayawardenepura. In 2009, I was awarded a Ph.D. in computational chemistry from the University of Glasgow. Soon after graduation, I was an EPSRC Postdoctoral Fellow at Oxford University. Then, I carried out postdoctoral research at the Institute of Chemical Research of Catalonia. In 2013, I was a Marie Curie Research Fellowship at Gothenburg University, and then a JSPS Fellow in the group of Keiji Morokuma at the Fukui Institute of Fundamental Chemistry. Now I am an assistant professor at the Institute of Low temperature Science in Hokkaido University.

My research interests

I am interested in understanding molecular structures and chemical reactions in the atomic scale. For this purpose, I use principles in quantum chemistry, mathematical algorithms, and high-performance computing to calculate molecular structures and their properties (Figure 1). Visualizing chemical processes in atomic or molecular levels is challenging from experimental point of views. Therefore, my theoretical predictions are very useful for experimental researchers.



Figure 1. Computational chemists use quantum chemistry, mathematical algorithms, and high-performance computing to calculate molecular structures and their properties.

My goals

Chemistry of the interstellar medium (ISM) is an important area of research. The ISM harbours cosmic rays, gas in the forms of atoms and molecules, as well as solid nano-to-micrometre sized dust particles. There is a significant interest in the astrochemistry field to understand the origin of the ISM molecular species on icy mantles of interstellar grains, mechanistic details of their formation and reactions. My goal is to rationalize reaction mechanisms for the amino acids and complex molecules formation in the ISM using theoretical and computational methods (Figure 2). My contributions will be beneficial for understanding the origin of life in the Universe.

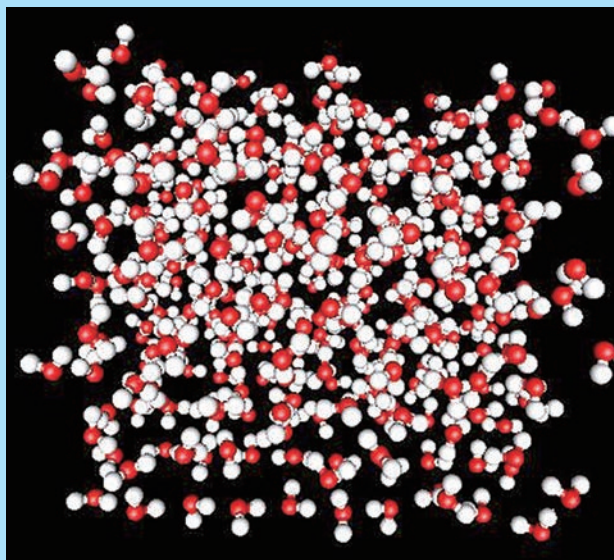


Figure 2. An amorphous ice model in my computational studies.

My hobbies

I would like to make my family laugh all the time. I love to read bedtime stories for my kids. I am fluent in bass guitar. I played bass for my high school and university orchestras. I still enjoy playing bass for modern classical music. I like to watch science fiction movies.

■低温科学研究所共同研究集会「子育て、ライフイベントとフィールドワーク」

環オホーツク観測研究センター 的場 澄人

平成29年10月26日に、低温科学研究所共同研究集会「子育て、ライフイベントとフィールドワーク」を開催しました。本研究集会は、大学生、大学院生、研究者やフィールドワーカーが出産、子育て、親の介護などのライフイベントとどのように向かいあっていけるのかをテーマに、ロールモデルとなる講演と、保育園の問題など参加者からの提案をうけたフロアディスカッションを行いました。

この研究集会を開催するきっかけは、「女も男もフィールドへ（100万人のフィールドワーカーシリーズ12）」（古今書院）の編集にたずさわったことでした。この本の2章、3章では、子連れでフィールドワークへ行くフィールドワーカーや結婚や出産を機に研究スタイルが変わったフィールドワーカーの体験が紹介されています。この本の編集を進めながら、子育てしながら子どもを連れてフィールドワークをしている研究者の体験を紹介するイベントを東京で開催しました。そのイベントには、子育てを機に離れていた研究に復帰しようとしている方が少なからずいました。そして、ディスカッションを通し、自身が直面する問題は多種多様で、その問題を相談できる、共有できる、成功例、失敗例を含め、体験を知ることができるの必要性を感じました。その後、北大女性研究者支援室の長堀紀子准教授との議論を通し、このような問題は女性研究者だけの問題ではなく、男性研究者も含めた研究スタイルの多様性の問題だと気づきました。そして、様々なロールモデルを知り、お互いの状況、悩みなどの情報交換ができる場を北海道の大学で行いたいと思いました。

研究集会では、子連れフィールドワークの体験を、オランウータンなどの研究をしている久世濃子さん（国立科学博物館）とケニアやウガンダでの研究をされている椎野若菜さん（東京外大）から、北大の人材育成、支援の状況や留学生、外国人研究者の保育園事情を長堀紀子さん（北大）から、在宅でのリモートワーク

の試みと葛藤を薦谷匠さん（京大）から紹介され、中年期以降のライフイベントとフィールドワークの関係を的場から報告しました。そのあとのフロアディスカッションでは、子育てをしながら学業や研究をしている参加者から、現在のご自身の状況や困っていることなどの情報交換、学振特別研究員がお子さんを保育園に入れたいときに問題となる状況について話し合いました。研究分担者以外に、北大の学部生、大学院生からも多数参加頂け、幅広い分野の方々と意見を交換することができました。改めてお礼申し上げます。

この研究集会は、北海道大学人材育成本部女性研究者支援室（共催）とNPO法人FENICS（Fieldworker's Experimental Network for Interdisciplinary CommunicationS）（協力）との共同で開催しました。イベントの詳しいレポートはFENICSのウェブサイト（研究集会に関するレポートが、FENICSのウェブサイトに掲載されています。（<http://www.fenics.jp.org/mailmaga-app/repo20171026b/>）また、研究集会への参加者のお子さんの一時保育のための経費を低温科学研究所から支弁いただきました。



東京外国語大学 椎野若菜さんによる講演の様子

海外調査

■杉山 慎／平野 大輔

- (1) 調査・観測先：南極昭和基地周辺、ラングホブデ氷河、ケープダンレーおよびトッテン氷河沖
- (2) 期間：2017年12月から2018年3月
- (3) 参加者：杉山慎、平野大輔、箕輪昌紘、伊藤優人（低温研）、山根志織（低温研・環境科学院 M2）
- (4) カウンターパートの機関名：国立極地研究所
- (5) 観測目的：

第59次南極地域観測隊に参加して、昭和基地周辺での氷河観測、および砕氷船しらせによる海洋観測を実施した。昭和基地の南方に位置するラングホブデ氷河では、熱水掘削システムによって氷河末端部を全層掘削して棚氷下の海洋環境を調査した。またリュツォ・ホルム湾（白瀬氷河沖）、ケープダンレー及びトッテン氷河沖において、CTD観測、海水サンプリング、ROV観測、係留系回収・設置等の海洋観測を実施した。観測の詳細は本文中での研究報告を参照のこと。本研究は、南極地域観測第9期重点研究課題「氷床・海水縁辺域の総合観測から迫る大気-氷床-海洋の相互作用」の一環として実施した。実施に当たっては科研費・新学術領域「熱・水・物質の巨大リザーバ：全球環境変動を駆動する南大洋・南極氷床」の助成を受けた。



昭和基地に接岸した砕氷船しらせ



しらせ上空を覆うオーロラ



南極大陸での観測活動



「巨大リザーバ：南大洋・南極氷床」

北海道大学低温科学研究所

低温科学 第76巻 292P

平成30年3月7日発行

ISSN1880-7593

地球の水の約90%を占める南極氷床は、海水準で約60mに相当する淡水リザーバ(貯蔵庫)であり、過去の地球で起こった海水準変動のほとんどは氷床の拡大・縮小によるものである。一方、南大洋では南極底層水という最も重い水が生成される。これは全海水の30-40%を占める巨大な(負の)熱のリザーバであり、世界の海洋の底層に潜り込み、海洋大循環(熱塩循環)のパターンや強度を規定する。その量や水温の変動は地球の熱の分配に大きく影響し、数百年―数千年スケールの全球気候を左右する。さらに、南大洋はCO₂の最大のリザーバであり、氷期・間氷期サイクルにおけるCO₂変動は南大洋が決めてきたという説が有力である。このように、熱・水・CO₂の巨大リザーバ

である南極氷床と南大洋は、全球気候や海水準を決定づける最重要コンポーネンツである。

近年、地球最大の淡水リザーバである南極氷床の融解や流出の加速が明らかになり、海水準の大幅な上昇が懸念されている。また、氷床融解によって生じた淡水が海洋の成層を強め、海洋大循環やCO₂吸収が変化することによって全球気候を激変させる可能性があり、そうした海洋の変化が氷床融解をさらに促進することも考えられる。このように、南極氷床と南大洋は一体となって全球環境に大変動をもたらす潜在力を秘めている。IPCCの第5次評価報告書でも、氷床融解の加速とともに南極底層水の生成量の顕著な減少が報告されており、いずれは全球規模の熱塩循環が変化する恐れがある。過去の地球では、氷床も海洋熱塩循環も数百年から数万年以上の時間スケールを持って変動してきたが、かつてないスピードでCO₂濃度が上昇し温暖化が進んでいる現在、巨大リザーバである南極氷床及び南大洋の変容を読み解くことは、地球システムの将来予測において不可欠かつ喫緊の課題といえる。

一方で、南極氷床と南大洋は、その観測の困難さから現状で最もよく分かっていないコンポーネンツでもある。特に、未探査領域とも言える氷と海洋の境界域における観測には、無人探査機等の新しい観測技術が必須である。さらに、現状の理解と将来の予測のためには、過去の理解が不可欠であり、アイスコア・海底コアや地形情報などによる古環境データの取得・分析が必須となる。南大洋のCO₂(炭素)収支やその変動には、生物活動がCO₂を取り込み深層・海底へ隔離する、生物ポンプが重要な役割を担っている。数万年以上の時間スケールをもって変動する氷床に対して地殻(固体地球)はすぐにはadjustしない(平衡にならない)ので、氷床変動に対する固体地球の粘弾性応答(GIA)の理解も重要となってくる。南大洋と南極氷床が一体となって全球環境変動を駆動するシステムの理解と将来予測には、観測や分析で得られる知見を取り入れた、大気・氷床・海水・海洋・固体地球を結合させたモデル研究が必須となる。

このようなシステムの解明に向けて、まず、南極地域観測第IX期6か年計画「南極から迫る地球システム変動」が2016年度より開始された。さらに、新学術領域研究「南大洋・南極氷床」が2017年度より開始された。なお、この領域研究の概要については、本巻でも、領域代表を務める川村賢二氏による総説の「はじめに」に述べられている。

これらのシステムの理解とプロジェクトの遂行のためには、分野をまたがった様々な相互作用の理解が本質的であるため、既存の学問分野を超えた研究アプローチが不可欠である。そのためには、各研究者が関係する他分野を広く理解し、異分野間での連携と議論を深めていくことが鍵となる。しかしながら、他分野を理解する敷居は高く、効率的に理解するための文献や教科書がほとんどないのが現状である。

そこで「低温科学」本巻(Vol.76)では、以上の背景のもと、南大洋・南極氷床をキーとする学際研究を大きく発展させ

る目的で、関係する広範な研究分野を網羅・横断する解説・総説集を供することとした。具体的には、南大洋・南極氷床学際研究に関わる全ての分野、気候力学、気象学、雪氷学、海洋物理学、海洋化学、生物学、計算科学、地球力学、地質学、地形学、測地学、機械工学、の各分野の方々に御執筆を頂き、計20編となる総説集を完成させた。

最後に、総説を執筆して頂いた全ての著者の方々に心より感謝申し上げる。執筆者の皆様の御足労が、研究分野を超越した視点を持つ研究者が育つことを含めて、真の“longterm investment”となること、を信じてここに発刊するものである。

目次

- ・南極底層水と全球海洋子午面循環
- ・南極沿岸ポリニヤでの海水生成と底層水形成
- ・南大洋における観測からみた海洋長期変動
- ・棚氷と海洋の相互作用とそのモデリング
- ・海洋炭素循環モデルの考え方と基礎
- ・南大洋における人為起源二酸化炭素の取り込み
- ・南極海生態系研究の現状と展望—炭素循環と低次生産者の視点から
- ・南極域環境変遷のさらなる理解に向けて—珪藻および黄金色藻化石研究の現状と課題—
- ・全球気候変動を駆動する南大洋海洋循環—アガラスリーケージとウェッデルジャイヤー
- ・最終間氷期の南極氷床崩壊と海水準上昇
- ・南極のアイスコアから復元する過去の気候変動
- ・アイスコアによる氷水面積変動の復元
- ・南極氷床—その変動と海洋との相互作用—
- ・氷床モデリングの基礎
- ・衛星観測による南極氷床質量収支
- ・南極氷床変動と氷河性地殻均衡
- ・最終氷期最盛期以降の南極氷床融氷史：地形地質学から見た現状と課題
- ・南大洋の形成
- ・自律型無人探査機(AUV)による未探査領域調査
- ・音波探査で海底を見る：海底地形に記録された地球環境変動

「低温科学」第76巻編集委員会

編集委員長： 大島慶一郎(北大・低温研)

編集委員： 須藤 斎(名古屋大学)

北川 暁子(北大・低温研)

(2018/1/23)

北極の硝酸エアロゾルはNO_x排出抑制に関わらず高止まり ～過去60年のグリーンランド氷床に記録された北極大気NO₃-フラックスの変遷～

発表者：助教 飯塚 芳徳

研究成果の概要

北海道大学低温科学研究所の飯塚芳徳助教らの研究グループは、21世紀になってからの北極の硝酸エアロゾル^{*1} フラックス^{*2}（流束）が、周辺国によるNO_x（窒素酸化物）^{*3}の排出抑制政策を反映せず高い値を維持していることを明らかにしました。

同グループは北極グリーンランド氷床にいくつかある頂上（ドーム）のうち、最も雪が多く降る南東部で約90mのアイスコア掘削に成功し、氷床ドームアイスコア史上最高の年代精度で過去60年間の北極大気環境を復元しました。このアイスコアに含まれる過去60年間のNO₃⁻（硝酸イオン）の季節フラックスの変動を求め、各国からのNO_x排出量の変動割合と比較したところ、両者は一致していませんでした。NO_x排出量は1970-80年以降、減少傾向を示していますが、アイスコアのNO₃⁻フラックスは1990年代が最も高く、2000年以降（21世紀）は1960-80年代よりも高いという特徴があります。

今回の結果は、北極大気のNO₃⁻フラックスが周辺国（米国や欧州）における排出抑制政策によるNO_xの減少割合を反映せず、高い値を維持していることを示しています。今後、北極NO₃⁻フラックスがNO_x排出量と連動せず高い値を維持している原因と、将来の人間活動への影響を評価する必要があります。

本研究成果は2つの論文に分かれています。これらは2017年10月26日と2018年1月4日（Web版）のJournal of Geophysical Research: Atmospheres 誌に掲載されました。

論文発表の概要

論文名：Seasonal-scale dating of a shallow ice core from Greenland using oxygen isotope matching between data and simulation（モデルとアイスコア間の同位体マッチングによる季節スケールのアイスコア年代決定）

著者名：古川峻仁¹、植村 立²、藤田耕史³、Jesper Sjolte⁴、芳村 圭⁵、的場澄人¹、飯塚芳徳¹（1. 北海道大学低温科学研究所、2. 琉球大学理学部、3. 名古屋大学大学院環境学研究科、4. ルンド大学（スウェーデン）、5. 東京大学生産技術研究所）

雑誌名：Journal of Geophysical Research: Atmospheres（大気科学の専門誌）

D O I：10.1002/2017JD026716

公表日：2017年10月26日（木）

論文名：A 60-year record of atmospheric aerosol depositions preserved in a high-accumulation dome ice core, southeast Greenland（グリーンランド南東部の高涵養量ドームに保存された過去60年間の大気降下物の記録）

著者名：飯塚芳徳¹、植村 立²、藤田耕史³、服部祥平⁴、関 幸¹、宮本千尋⁵、鈴木利孝⁶、吉田尚宏⁴、本山秀明⁷、的場澄人¹（1. 北海道大学低温科学研究所、2. 琉球大学理学部、3. 名古屋大学大学院環境学研究科、4. 東京工業大学物質理工学院、5. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、6. 山形大学学術研究院、7. 国立極地研究所）

雑誌名：Journal of Geophysical Research: Atmospheres（大気科学の専門誌）

D O I：10.1002/2017JD026733

公表日：2018年1月4日（木）（Web版公開）

【用語解説】

- *1 硝酸エアロゾル … 硝酸イオン (NO_3^-) のように酸化窒素の形で存在する窒素が、大気中に微粒子として浮遊している状態のこと。大気中で生成した硝酸は雨等により大気圏から取り去られ、海洋や森林などの生物圏に再び沈着される。
- *2 フラックス … 流束(単位時間単位面積あたりに流れる量)のこと。
- *3 NO_x … 窒素の酸化物の総称で、一酸化窒素、二酸化窒素、一酸化二窒素、三酸化二窒素、五酸化二窒素などが含まれる。 NO_x は工場の煙や自動車排気ガスなどから人為的に排出され、気管支炎、酸性雨、PM2.5、流域の富栄養化など、人間活動や環境に悪影響を与えている。窒素分子そのものは、大気中に最も多く含まれる気体である。



(2018/2/2)

生命誕生に迫る始原的代謝系の発見 ～多元的オミクス研究による新奇TCA 回路の証明～

発表者：国立研究開発法人海洋研究開発機構海洋生命理工学研究開発センター
研究開発センター長代理 布浦 拓郎
北海道大学低温科学研究所 教授 力石 嘉人

研究成果の概要

国立研究開発法人海洋研究開発機構(理事長 平 朝彦)海洋生命理工学研究開発センターの布浦拓郎主任研究員らは、北海道大学(総長 名和 豊春)、京都大学(総長 山極 壽一)、製品評価技術基盤機構(理事長 辰巳 敬)と共同で、南部沖縄トラフの熱水活動域から採取した試料より単離した細菌が、アミノ酸など生命に必須の化合物の生合成に不可欠なTCA回路(tricarboxylic acid 回路：クエン酸回路)の中でも、最も始原的な形態の回路を有することを発見しました。

本研究の一部は、国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)の戦略的創造研究推進事業(CREST)の助成を受けて実施されました。

本成果は、米国科学誌「SCIENCE」に2月2日付け(日本時間)で掲載されました。

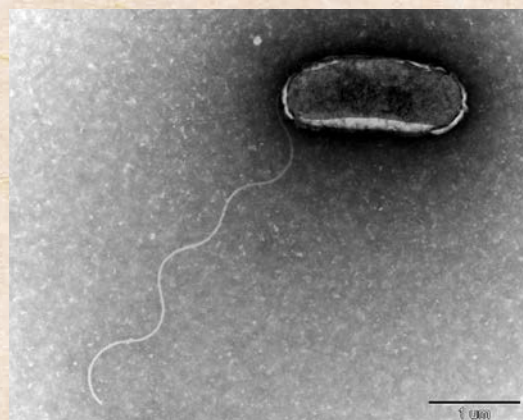
論文発表の概要

タイトル：A primordial and reversible TCA cycle in a facultatively chemolithoautotrophic thermophile

著者名：布浦拓郎¹、力石嘉人^{1,2,3}、井崎久⁴、諏訪貴士⁴、佐藤喬章⁴、原田健史⁵、森 浩二⁵、加藤裕美子⁵、宮崎征行^{1,6}、島村 繁⁶、柳川勝紀⁶†、首藤 彩¹、大河内直彦²、藤田信之⁵‡、高木善弘^{1,6}、跡見晴幸^{4,7}、高井 研⁶

所属：1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構 海洋生命理工学研究開発センター、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構 生物地球化学研究分野、3. 北海道大学 低温科学研究所、4. 京都大学大学院工学研究科、5. 独立行政法人製品評価技術基盤機構、6. 国立研究開発法人海洋研究開発機構深海・地殻内生物圏研究分野、7. 国立研究開発法人科学技術振興機構 CREST

現所属：†北九州市立大学、‡東京農業大学



(2018/2/6)

宇宙に様々な種類のガスが存在する理由を解明 ～長年の天文学の謎解きに成功～

発表者：助教 大場 康弘
教授 渡部 直樹

研究成果の概要

北海道大学低温科学研究所の大場康弘助教・渡部直樹教授らの研究グループは、実験室に宇宙空間を再現することで、光の届かない冷たい宇宙空間にただよう氷の微粒子(氷星間塵^{こおりせいかんじん})から分子がガスの状態で放出されるしくみを、世界で初めて明らかにしました。長年、天文学の分野で謎とされていた「極低温の宇宙空間で、なぜいろいろな分子が凍りつくことなく、ガスの状態で存在できるのか？」に対する答えを見つけたといえます。

宇宙空間には、星も存在していない、 -263°C という極低温の領域(分子雲)が存在します。この領域は肉眼では真っ黒で何も無いように見えますが、最近の天文観測の結果、そこには大量の氷星間塵とガスが存在することがわかってきました。しかし、物理学の考え方では、水素などの軽い分子を除いて、ほとんどすべての原子や分子は極低温の氷星間塵に付着し、そのまま凍りついてしまうため、ガスとしては存在できないはずでした。また、分子雲には氷の表面の分子をガスに蒸発させるために必要な、紫外線などのエネルギー源がありません。それなのに、なぜ、分子雲に大量のガスが存在できるのか、これまで天文学上の謎でした。研究グループは、 -263°C の擬似的な氷星間塵を作製し、その表面を観察することにより、化学反応が引き金となって氷表面から分子が効率よく放出されることを、世界で初めて明らかにしました。この実験結果は、光などのエネルギーがない極低温の宇宙空間で、氷星間塵からガスを放出させるしくみを実証するもので、これにより、多種多様な分子が凍りつくことなく、ガスとして分子雲に存在できる理由が明らかになりました。

なお、本研究成果は、英国時間2018年2月5日(月)公開のNature Astronomy誌に掲載されました。

論文発表の概要

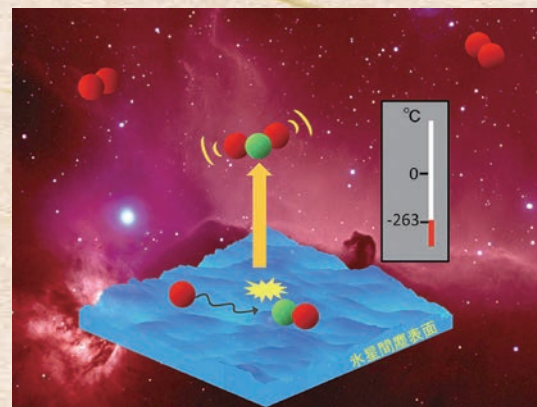
論文名：An infrared measurement of chemical desorption from interstellar ice analogues (疑似氷星間塵からの分子の脱離を赤外吸収分光法により観測)

著者名：大場康弘¹、都丸琢斗¹、ターニャ・ランバーツ²、香内 晃¹、渡部直樹¹ (1. 北海道大学低温科学研究所、2. シュツットガルト大学)

雑誌名：Nature Astronomy

DOI: 10.1038/s41550-018-0380-9

公表日：英国時間2018年2月5日(月) (オンライン公開)



(2018/3/6)

南極の気温と二酸化炭素変動の不一致は日射量が引き起こす —過去72万年間の南極と周辺海域の温度変動を復元—

発表者：琉球大学 准教授 植村 立
北海道大学低温科学研究所 助教 飯塚 芳徳

研究成果の概要

琉球大学理学部の植村立准教授、北海道大学低温科学研究所の飯塚芳徳助教ら国内外11機関19名からなる研究グループは、日本の南極地域観測隊が南極ドームふじで掘削したアイスコア*1の分析によって、過去72万年間の南極の気温と周辺海域の水温変動を復元しました。本研究のように、海水温も含めてアイスコアから復元したデータとしては、過去最長だった42万年間の記録を30万年延長するものです。地球温暖化をはじめとする気候変動を正確に予測することが社会的にも大きな課題となっています。今回の研究は、環境が大きく異なっていた過去について、二酸化炭素濃度や日射量の変動と気温変動との関係を明らかにしたもので、地球の気候変動のメカニズムの解明に役立つと期待されます。この成果は、2018年3月6日付「Nature Communications」誌にオンライン掲載されました。

論文発表の概要

論文名：Asynchrony between Antarctic temperature and CO₂ associated with obliquity over the past 720,000 years

著者：植村立^{1*}、本山秀明^{2,3}、Valérie Masson-Delmotte⁴、Jean Jouzel⁴、川村賢二^{2,3}、東久美子^{2,3}、藤田秀二^{2,3}、倉元隆之^{2#}、平林幹啓^{2,3}、三宅隆之²、大野 浩^{2##}、藤田耕史⁵、阿部彩子^{6,7}、飯塚芳徳⁸、堀川信一郎^{8§}、五十嵐誠⁹、鈴木啓助¹⁰、鈴木利孝¹¹、藤井理行²

1. 琉球大学 理学部、2. 情報・システム研究機構 国立極地研究所、3. 総合研究大学院大学 極域科学専攻、4. Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE), CEA-CNRS-UVSQ, France、5. 名古屋大学大学院 環境学研究科、6. 東京大学 大気海洋研究所、7. 国立研究開発法人 海洋研究開発機構、8. 北海道大学 低温科学研究所、9. 国立研究開発法人 理化学研究所、10. 信州大学理学部、11. 山形大学 学術研究院

#現在 福島県環境創造センター、##現在 北見工業大学 地球環境工学科、§現在 名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター、¶現在 丸善株式会社

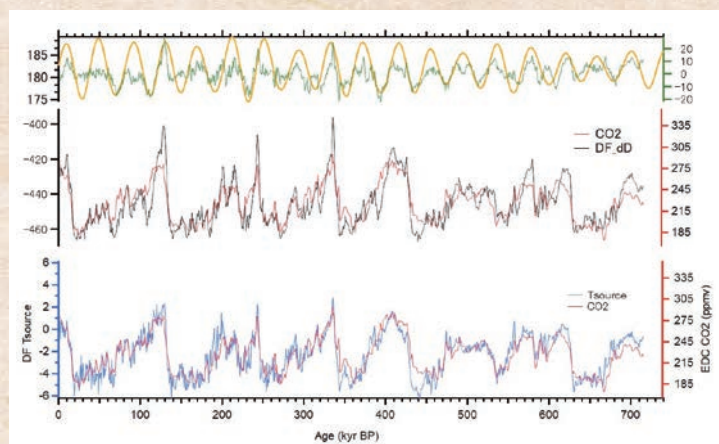
雑誌名：Nature Communications

DOI：10.1038/s41467-018-03328-3

公表日：2018年3月6日

【用語解説】

*1 アイスコア：南極や北極の氷床を掘削して得られた円柱状の氷試料のこと。本研究で使用したドームふじアイスコアは、南極地域観測事業「第2期ドームふじ観測計画」により2003～2007年に掘削された。



(2018/5/9)

深海底の緩やかな起伏が表層海流と海面水温前線を生む ～亜寒帯の表層海流と強い海面水温前線をつくり出す新メカニズムを発見～

発表者：教授 三寺 史夫

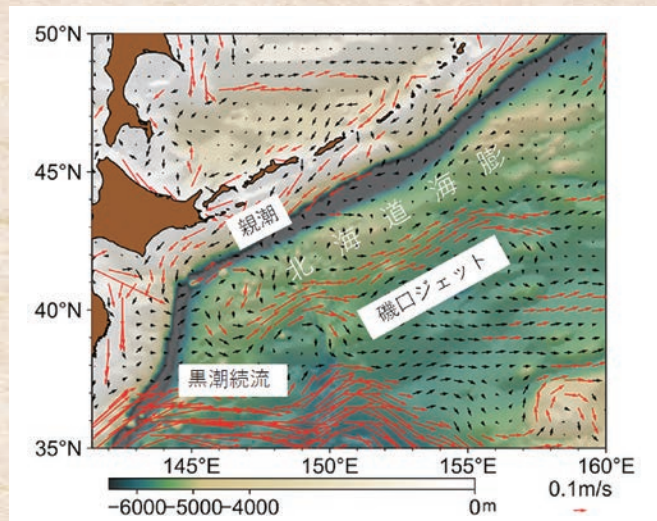
研究成果の概要

北海道大学低温科学研究所の三寺史夫教授らの研究グループは、水深約5,500mの深海におけるわずかな海底起伏が、実は海の表面の海流や水温前線をコントロールしている、という新たな海流形成メカニズムを発見しました。

2000年代になって、北海道の東方1,000kmの沖合に黒潮を源とする海流(通称・磯口ジェット；下図)が見出されました。温かい黒潮水を運ぶ磯口ジェットは、親潮による亜寒帯海水との間に強い水温前線を作るため、その周辺海域は好漁場となっています。またその変動は、北半球規模の気候変動を引き起こす要因であることも最近の研究でわかってきました。しかし、磯口ジェットがなぜ岸から1,000kmも離れた海域に安定して存在するのか、その形成メカニズムは謎のままでした。

本研究では、従来見過ごされてきた、水深約5,500mの深海底における500m程度の低い緩やかな海底地形(北海道海膨^{かいほう})が、渦-地形相互作用を通して海洋表層の磯口ジェットと海面水温前線を驚くほど効率的に生み出すという、新たなメカニズムを発見しました。背の低い緩やかな海底地形は世界中の海のいたるところにあるため、中高緯度の様々な海で、今回発見した海流形成メカニズムが働いていることが予想されます。本研究を基礎にした海洋学、水産学、気候学の進展が期待されます。

なお、本研究成果は、2018年3月22日(木)公開のNature Communicationsに掲載されました。



海表面流速(矢印)と海底地形(カラー陰影)。海底地形は深海底の起伏(5,000～6,000m)を強調表示。

論文発表の概要

論文名：Low ocean-floor rises regulate subpolar sea surface temperature by forming baroclinic jets (深海底の背の低い起伏が傾圧ジェットを形成し亜寒帯の海面水温を規定する)

著者名：三寺史夫¹、美山 透²、西垣 肇³、中野渡拓也⁴、西川はつみ¹、中村知裕¹、和川 拓⁵、古恵 亮²、藤井陽介⁶、伊藤進一⁷ (1. 北海道大学低温科学研究所、2. 海洋研究開発機構、3. 大分大学理工学部、4. 国立極地研究所、5. 水産研究・教育機構日本海区水産研究所、6. 気象庁気象研究所、7. 東京大学大気海洋研究所)

雑誌名：Nature Communications

DOI：10.1038/s41467-018-03526-z

公表日：英国時間2018年3月22日(木) (オンライン公開)

■低温科学研究所 新所長就任



平成30年3月31日限りで江淵直人所長が任期満了となり、福井学教授が新所長に就任しました。

低温科学研究所は、地球環境科学の一翼を担う研究機関として、寒冷圏の様々な自然現象の解明に取り組むとともに、物性物理学、地球化学、地球惑星科学、海洋科学、生物環境科学などに関する基礎的研究も推進しながら、様々な分野と複合的に結びつき新たな学術創成に努めてまいります。

皆様のより一層のご支援、ご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

■低温科学研究所が紋別市と連携協定を締結

低温科学研究所では、2月19日（月）に紋別市と連携協定を締結しました。調印式は紋別市文化会館にて行われ、紋別市から宮川良一市長、本研究所からは江淵直人前所長が出席しました。

本研究所は昭和40年に流水研究施設を紋別市に設置し、オホーツク海の総合研究により、流水は地球環境や海洋生物の生産活動等に大きな影響を与えることを解明してきましたが、平成16年に施設を廃止・転換し、環オホーツク観測研究センターを札幌に設置しています。

今回の連携協定は、研究のみならず、紋別市と共に培ってきた学術、文化、人材育成の分野において、より緊密で組織的な協力関係を構築し、教育、地域振興の分野においても相互の発展充実を目的として締結されたものです。また、協定締結により、紋別市海洋交流館内にあるオホーツク海洋研究室は新たな研究拠点となり、今後もさらに積極的な交流連携が期待されます。



連携協定調印式後の記念講演の様子



協定書を取り交わす宮川良一市長(右)と江淵直人前所長

 AWARD

渡部 直樹

北海道大学 ディスティングイッシュトプロフェッサー

(平成30年4月19日)

小島 久弥／福井 学

一般社団法人日本生態学会 Ecological Research 論文賞

(平成30年3月17日)

小野 数也

平成29年度北海道大学教育研究支援業務総長賞(貢献賞)奨励賞 技術部門

(平成30年3月15日受賞)

木村 勇氣

独立行政法人日本学術振興会 第14回(平成29年度)日本学術振興会賞

(平成30年2月7日)

網野 智美

Fifth international symposium on arctic research,

Young scientists poster award of excellence

(平成30年1月18日)

■共同研究・研究集会採択課題

平成30年度北海道大学低温科学研究所共同研究・研究集会は、平成29年12月1日から平成30年1月19日まで公募を行い、審査の結果、下記の課題を採択いたしました。

なお、研究代表者の職名は原則として申請時のものといたしましたことをご容赦願います。

I. 開拓型研究（採択件数 2 件）

氏名	所属	職名	タイトル
長尾 誠也	金沢大学 環日本海域環境研究センター	教 授	陸海結合システムの解明 -マルチスケール研究と統合的理解-
新家 寛正	東北大学金属材料研究所	助 教	氷のキラル結晶化における不斉発現機構の解明と不斉源としての可能性の探索

II. 研究集会（採択件数 14 件）

池原 実	高知大学海洋コア総合研究センター	教 授	未来の温室地球の類型としての過去の温暖期の気候状態の解明
遠藤 貴洋	九州大学応用力学研究所	准教授	宗谷暖流を始めとした対馬暖流系の変動メカニズム
小畑 元	東京大学大気海洋研究所	教 授	西部北太平洋亜寒帯域における物質循環および海洋生態系とのリンケージ
佐崎 元	北大低温研	教 授	結晶表面・界面での相転移ダイナミクスに関するその場観察および理論
田村 岳史	国立極地研究所	准教授	南極海洋 - 海氷 - 氷床システムの相互作用と変動
坪田 敏男	北海道大学大学院獣医学研究院	教 授	冬眠休眠研究会
庭野 匡思	気象庁気象研究所	研究官	現在気候下におけるグリーンランド氷床質量変動メカニズム解明
縫村 崇行	千葉科学大学	講 師	気候変化に伴う質量収支と氷河変動に関する研究
野原 精一	国立環境研究所	室 長	雪氷の生態学(12)気候変動による湿原生態系の将来
服部 祥平	東京工業大学物質理工学院	助 教	グリーンランド南東ドームコアに関する研究集会
程木 義邦	京都大学生態学研究センター	特定准教授	水環境の保全と再生に向けた環境微生物学・水環境学の最前線
宮崎 雄三	北大低温研	助 教	寒冷圏大気 - 海洋間の生物地球化学的相互作用に関する研究集会
安田 一郎	東京大学大気海洋研究所	教 授	西部ベーリング海におけるロシア船観測航海実施のためのワークショップ
渡部 直樹	北大低温研	教 授	星間物質ワークショップ2018

III. 一般研究（採択件数 58 件）

青木 一真	富山大学大学院理工学研究部(理学)	教 授	大気・雪氷・植生融合分野における北海道の大気エアロゾルの動態変化
麻川 明俊	山口大学大学院創成科学研究科	助 教	水熱環境での結晶成長の特殊性を1分子高さレベルで究める
阿部 真之	大阪大学大学院基礎工学研究科	教 授	複合環境制御型原子間力顕微鏡による氷表面の分子分解能計測
石井 弘明	神戸大学大学院農学研究科	准教授	森林火災による北方林の攪乱動態を予測する数値モデルの開発
石川 尚人	海洋研究開発機構 生物地球化学研究分野	研究員	アミノ酸の炭素同位体比を用いた生態系の解析手法の萌芽的研究
石崎 武志	東北芸術工科大学	教 授	寒冷地の文化財の劣化に関わる凍上現象の実験的研究
石塚 航	北海道立総合研究機構林業試験場	研究主任	未利用の北方系カラマツ属樹種の遺伝資源情報の収集
泉 洋平	島根大学生物資源科学部	准教授	ニカメイガ越冬幼虫体液の水結晶成長抑制に関わる物質の探索
稲垣 厚至	東京工業大学環境・社会理工学院	助 教	格子ボルツマン法LESを用いた複雑地表面上で発達する大気境界層の数値解析
稲津 将	北海道大学大学院理学研究院	教 授	吹雪・雪崩災害予測のための降雪粒子自動観測装置および自動解析スキームの開発
植田 寛和	立教大学理学部物理学科	助 教	水分子・水クラスタービームの開発および氷の構造解析
牛尾 収輝	情報・システム研究機構 国立極地研究所	准教授	南極域沿岸定着氷の物理的・生物地球化学的特性の解析
金子 文俊	大阪大学大学院理学研究科	准教授	低温域における昆虫体表脂質凝集構造の組成依存性
木田新一郎	九州大学応用力学研究所	准教授	ドローン空撮を用いた沿岸域の流れ場の解明
桑形 恒男	農業・食品産業技術総合研究機構	ユニット長	耕地生態系と大気環境の相互作用の解明
小濱 剛	千葉科学大学危機管理学部 環境危機管理学科	准教授	飼育ウナギの代謝活性の測定

後藤 晶子	金沢大学理工研究域	博士研究員	植物脂質(脂肪酸)の水素同位体比測定：植物の温度適応の解明にむけて
斉藤 和之	国立研究開発法人 海洋研究開発機構	主任研究員	南半球陸域における凍土状況と気候の変動
佐藤 正英	金沢大学総合メディア基盤センター	教 授	氷表面での特異なステップの振る舞いの解明－不純物の可能性－
澤田 結基	福山市立大学都市経営学部	准教授	岩塊斜面に形成される地下水氷の観測手法の確立
杉浦幸之助	富山大学大学院理工学研究部	教 授	吹雪の鉛直多層エネルギー交換モデルによる大気および積雪特性の検証
杉本 敏樹	分子科学研究所 物質分子科学研究領域	准教授	極低温星間鉱物表面に物理吸着した水素分子のオルソ－パラ転換
杉本 宜昭	東京大学 大学院新領域創成科学研究科	准教授	原子間力顕微鏡による氷表面の原子分子の拡散の研究
鈴木 利孝	山形大学学術研究院（理学部）	教 授	グリーンランド南東ドーム氷コア中の金属成分解析
高崎 和之	東京都立産業技術高等専門学校	准教授	民生用重量計を利用した積雪重量自動計測システムの改良
竹腰 達哉	東京大学天文学教育研究センター	特任助教	ミリ波サブミリ波分光撮像観測に基づく星間物質進化の研究
多田 雄哉	国立水俣病総合研究センター	特別研究員	海洋低次生態系における食物網構造の決定と水銀濃縮過程の解明
立花 義裕	三重大学生物資源学研究所	教 授	オホーツク海と相互に影響を及ぼしあうグローバル大気海洋諸現象
塚本 勝男	大阪大学大学院工学研究科	招へい教授	結晶光学軸分布測定みた多結晶から単結晶氷への成長
中井 陽一	理化学研究所 仁科加速器研究センター	専任研究員	低温領域における C60 フラーレンの水素化反応
中川 達功	日本大学生物資源科学部	准教授	北海道厚岸湖におけるシアノコバラミン生成微生物の低温環境適応に関する研究
中島 啓裕	日本大学生物資源科学部	助 教	北方林における微生物、昆虫、脊椎動物の腐肉をめぐる相互作用
中村 和樹	日大工学部	准教授	衛星観測で捉えた東南極における氷河流動と海水状態変化の相互作用
西村 尚之	群馬大学社会情報学部	教 授	北方林の更新維持機構の生態学的・遺伝学的解析
庭野 匡思	気象庁気象研究所	研究官	大気－積雪間の熱・水交換過程をモデル化するための観測的研究(2)
布浦 拓郎	国立研究開発法人 海洋研究開発機構	主任研究員	環境微生物における新規炭素中央代謝・アミノ酸合成経路の探索
野口 航	東京薬科大学	教 授	落葉樹林の林床の常緑草本の葉における低温ストレスへの光合成系の保護機構の解明
野村 大樹	北大院水産	助 教	南極における海洋・海水の観測研究
早川 洋一	佐賀大農学部	教 授	昆虫サイトカインプロセシング酵素の活性化分子機構の解析
原口 昭	北九州市立大学国際環境工学部	教 授	北方泥炭地生態系の炭素収支をより正確に計測する手法の検討
原田鉦一郎	宮城大学食産業学群	准教授	北海道内における土壌凍結深の変動に関する研究及び機器の開発
東岡由里子	高知工業高等専門学校	准教授	寒冷地沿岸部における石油系炭化水素分解硫酸還元菌に関する研究
平島 寛行	防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター	主任研究員	水みちを考慮した積雪変質モデルによる分布型融雪流出モデルの開発
平野 高司	北大大学院農学研究院	教 授	泥炭の好気的分解にともなう CO ₂ および CH ₄ 放出量の定量化
藤田 耕史	名古屋大学大学院環境学研究科	准教授	ヒマラヤの氷河融解を抑制するデブリの熱特性の計測とモデル開発
古川 善博	東北大学大学院理学研究科・理学部	准教授	隕石に含まれる糖およびその関連物質の炭素同位体比および光学異性体比の解明
堀 彰	北見工業大学	准教授	ラマン散乱法によるグリーンランド南東ドーム浅層コアの気泡の空気組成の測定
本同 宏成	広島大学大学院生物圏科学研究科	講 師	油脂－乳化剤結晶表面および界面の原子間力顕微鏡観察
的場 澄人	北大低温研	助 教	積雪の新国際分類法に対応した従来の国内積雪分類方法の改訂
美山 透	国立研究開発法人 海洋研究開発機構	主任研究員	海底地形と渦がつくる亜寒帯特有の循環形成と変動メカニズムの理解
民田 晴也	名古屋大学宇宙地球環境研究所	主任技師	多周波・偏波レーダを利用した固体降水観測技術の高精度化
安成 哲平	北海道大学大学院工学研究院	助 教	小型エアロゾルセンサーと PM2.5 センサーの比較検証及び寒冷地用低温動作試験
山田 芳則	気象庁気象研究所	室 長	サブ km 解像度の数値モデルによる発雷を伴う降雪雲の内部構造の解明
山中 明	山口大学大学院創成科学研究科	教 授	チョウ類の休眠性に関連した表現形質制御に関する解析
山本 俊政	岡山理科大学工学部 バイオ・応用化学科	准教授	好適環境水で飼育した魚・甲殻類のアミノ酸安定同位体比の測定
横沢 正幸	早稲田大学人間科学学術院	教 授	個体の空間配置情報を取り入れた植物個体群のサイズ構造モデルの改良
吉川 知里	国立研究開発法人 海洋研究開発機構	技術研究員	海洋植物プランクトンの窒素源推定手法の確立
渡邊 英嗣	海洋開発研究機構 北極環境変動総合研究センター	研究員	北極域における海水・海洋の観測モデル融合研究

■人事異動(平成29年10月2日から平成30年4月1日まで)

異動日	異動内容	氏 名	職 名	備 考
H29.10.31	転出	高 瀬 吉 晴	係 長	病院医事課課長補佐へ
H29.11. 1	転入	瀬 崎 修 一	係 長	総務企画部情報企画課主任から
	採用	田 村 豪 主	博士研究員	
H29.12. 1	採用	安 藤 香 織	技術補助員	
	採用	CHAMBERS, Christopher	博士研究員	
	採用	篠 原 ありさ	研究支援推進員	
H29.12. 6	採用	VAN DRIESSCHE ALEXANDER E.S.	特任准教授	
H30. 1. 1	採用	山 口 良 文	教 授	東京大学薬学部准教授から
H30. 2. 5	任期満了	VAN DRIESSCHE ALEXANDER E.S.	特任准教授	
H30. 2. 9	辞職	張 偉	非常勤研究員	
H30. 3.31	定年退職	宮 内 政 幸	事務長	
	任期満了	橋 場 しのぶ	事務補佐員	
	任期満了	佐々木 瑶 子	技術補佐員	
	任期満了	石 川 恵里子	事務補助員	
	任期満了	蛭 名 よしみ	技術補助員	
	任期満了	小 瀧 明 美	技術補助員	
	任期満了	新 堀 邦 夫	技術補助員	
	任期満了	高 橋 一 弘	技術補助員	
	任期満了	山 崎 智 也	博士研究員	
	任期満了	猪 股 将 弘	学術研究員	
	任期満了	田 中 今日子	学術研究員	
H30. 4. 1	採用	滝 沢 侑 子	助 教	
	転入	中 田 雄 二	事務長	薬学事務部事務長から
	転入	阿 部 裕 幸	主 任	環境科学事務部主任から
	転入	土 田 とも峰	主 任	総務企画部情報企画課主任から
	採用	W. M. C. サミラ	特任助教	
	採用	稲 津 智恵美	事務補助員	
	採用	若 月 美 香	事務補助員	
	採用	伊 藤 優 人	非常勤研究員	
	採用	梅 澤 和 寛	非常勤研究員	
	採用	大 橋 良 彦	学術研究員	

編✱集✱後✱記

- ▶今号も私達の幅広い研究成果を満載しました。どうぞお楽しみください。(渡辺)
- ▶低温研としての新しい研究テーマと地球温暖化の今に触れて刺激を受けました。(木村)
- ▶今号も魅力ある記事ばかりだと思います。特に新任の先生方の研究紹介を通して、低温研の " 未来 " に触れてみてください。(村田)
- ▶南極地域観測隊としての研究も紹介されており、充実した内容となっています。(長尾)

低温研ニュース第45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

(渡辺 力、木村 勇気、村田憲一郎、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:011-706-5445 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>