地球環境研究センターニュース

大雪山系五色岳の永久凍土観測サイト周辺。太陽の周りに虹、ハロ（日暈）が見える

2019年12月号 ［Vol.30 No.9］ 通巻第348号

永久凍土と地球温暖化　北海道大雪山調査レポート

国立環境研究所 地球環境研究センター 横畠徳太 ほか

気候変動への適応ー地域の取組の活性化に向けてー 筑波会議国環研セッション報告

地球環境研究センター 交流推進係 今井敦子

大気成分長期変動検出ネットワーク（NDACC）運営委員会がつくばで開催され、運営委員会メンバーが国立環境研究所を訪問しました

地球環境研究センター 気候モデリング・解析研究室 主席研究員 中島英彰

【最近の研究成果】北極域の湿原から放出されるメタン量はどのくらいか～1901年から2016年までのモデル推定～

地球環境研究センター 物質循環モデリング・解析研究室長 伊藤昭彦

2019年12月号 ［Vol.30 No.9］ 通巻第348号 201912_348001

永久凍土と地球温暖化

北海道大雪山調査レポート

国立環境研究所 地球環境研究センター **横畠徳太**
国立環境研究所 環境計測研究センター **内田昌男**
国立環境研究所 地球環境研究センター **佐藤雄亮**
海洋研究開発機構 **斉藤和之**
アラスカ大学フェアバンクス校・北海道大学 **岩花剛**

緯度や標高の高い寒冷な地域で、地面の下で年間を通して0°Cを下回る領域がある場所を「永久凍土」と呼びます。冬季には0°C以下になり地表層が凍結するものの、夏季にはその凍結部分がすべて融解するような場所が「季節凍土」です。長い時間スケールで見ると、地球は、気候が寒冷な「氷期」と、より温暖な気候の「間氷期」を、10万年程度の間隔で繰り返しています。現在は「間氷期」にあり、直近の氷期で最も寒冷だったのが2万年前頃（最終氷期）になります。概して、過去2万年間は現在よりも気候が寒冷であったために、現在の永久凍土は、少なくとも2万年程度は凍結し続けていると考えられます。土が凍結すると、永久凍土帯では有機物（植物の死骸など）が分解されないまま残ります。地球温暖化により永久凍土の融解が進むと、凍土中の有機物が分解されて、二酸化炭素やメタンなどの温室効果ガスが大気中に放出されるため、さらに温暖化が加速することが懸念されています [1, 2]。

私たちはこれまで、永久凍土の融解が気候変動に及ぼす影響を調べるため、アラスカやシベリアでの現地観測と、数値モデルを用いた将来予測に関する研究を行ってきました [1–6]。これまでに得られた研究知見と技術を生かし、2018年から開始された国立環境研究所の気候変動適応研究プログラムの研究課題 [7] では、日本の凍土に関する研究を進めています。日本は永久凍土分布の南限近くに位置し、緯度と標高の高い北海道の大雪山や富士山などに、永久凍土が存在することが知られています [8–11]。また、日本の3分の2以上の地域に季節凍土が存在します。日本の永久凍土や季節凍土の現状を把握し、将来の気候変動が及ぼす影響の予測を行い、対応策のための情報を得ることが、この研究課題の目標です。

1. 永久凍土はどこにあるか

気候変動適応研究プログラムの研究課題 [7] では、北海道大学とアラスカ大学の研究チームが2005年から継続している北海道・大雪山系における永久凍土モニタリングサイトにおける観測活動 [12] と共同調査を行いました。大雪山は一つの山ではなく、北海道の中央部に位置する、2000m級の火山群からなる巨大な山岳地帯です。十勝岳までを含めた大雪山国立公園は、南北63km、東西59km、神奈川県ほどの面積があります。大雪山全域に季節凍土が存在し、特に寒さの厳しい場所に、永久凍土が存在します。永久凍土が存在するのは、気温が低く、強風のため雪が積もりにくく、灌木類があまり生えていない場所です。雪や植物は、地面を空気の冷たさから遮断する役割を持つため、地表を覆うものがない場所のほうが、地中の温度が下がりやすくなるためです。写真１, 2は永久凍土の存在が確認されている五色岳の風景です。標高が2200mあり、冬の西風（偏西風）を遮るものがなく、冬に強烈な風が吹き、雪が積もりにくくなっています。風の強さのために、背の低いハイマツやコケ類の植物が、ところどころにあるだけで、それ以外の場所は地面がむき出しになっています。大雪山では、このように標高が高く、強烈な風が吹く場所（風衝地）で、永久凍土が確認されています（写真3, 4）。

写真1　五色岳の永久凍土観測サイト周辺。冬季に強い風が吹き、地表植生が定着しにくい場所に、永久凍土が存在する。中央の奥に見えるのは白雲岳。太陽の周りに虹、ハロ（日暈）が見えていた。2019年9月6日撮影

写真2　白雲岳から黒岳を望む。この一帯にも山岳永久凍土が分布する。2019年9月6日撮影

写真3　白雲岳の火口にある永久凍土観測サイト。2019年9月6日撮影

写真4　白雲岳火口の地表面の様子。凍結と融解、冠水と乾燥を繰り返して、地表がでこぼこしている。2019年9月6日撮影

2. 凍土の不思議な地形

永久凍土では、地下の永久凍土層では年間を通して温度が0°Cを下回りますが、地表層は、夏には0°Cを上回り、その部分の凍土は融解します。永久凍土層より上部で、夏季に融解している地表層を「活動層」と呼びます。また、季節凍土では、冬にのみ地表層が凍結し、それがすべて夏に融解します。このように、凍土が形成される場所では、冬に凍結し、夏に融解する、という周期的な変化が繰り返されます。地面の中で土が凍結する際には、霜柱のように土が持ち上げられる（凍上現象）ために、冬には地面が隆起し、夏には沈降することになります。そのような土地の凍結と融解の作用によってできたと考えられる地形が、「淘汰構造土」です。写真5にあるように、数m程度の網目状

に、石が並べられたように見えます。これは、凍結融解による地表層の凍上と融解沈下が不均一に起こることによって、比較的サイズの大きな石が、ネットワーク状に集まったものだと考えられています。古代遺跡のように、人間が石を並べて作ったのかと思えるほど、きれいに並んでいます。

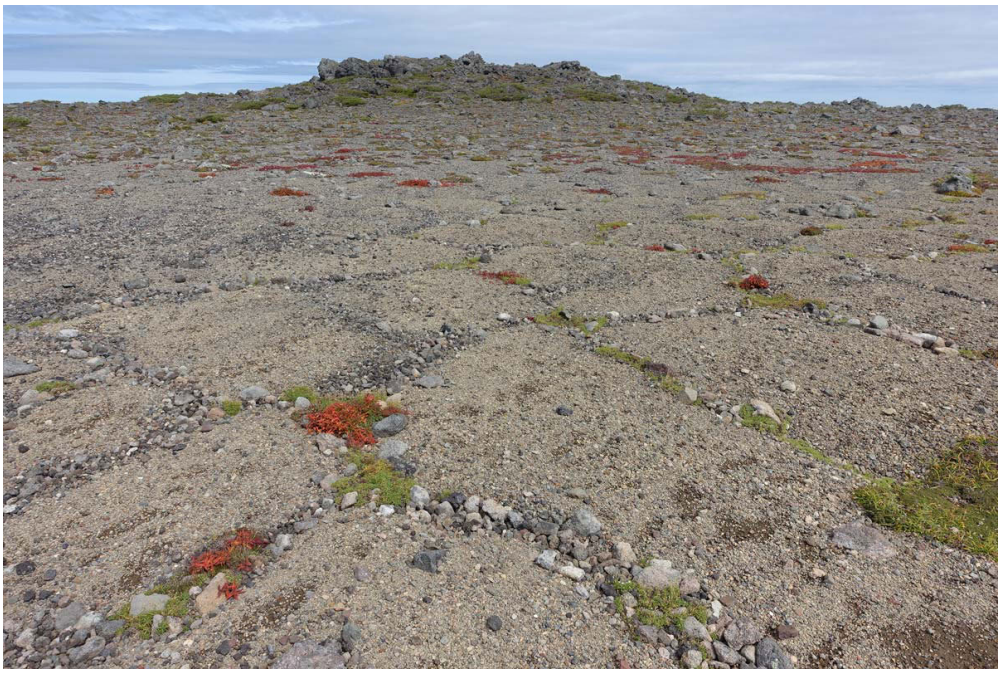

写真5　大雪山赤岳中腹に見られる淘汰構造土。凍結による地面の隆起（凍上）と融解沈下を繰り返すことで、網目状に大きめの石が集められて模様ができている。2019年9月6日撮影

3. 地球温暖化による凍土の変化がもたらす影響

このように、地面の凍結と融解と関係して、凍土はゆるやかに動いています。気候変動によって永久凍土の融解が起これば、徐々に地面が沈降していくかもしれません。また、季節凍土においても、気候変動に伴い、地面の凍結量が減少することになるかもしれません。このような変化は、現在の地表層付近の物理的なバランスを少しずつ変え、自然生態系に様々な影響を与える可能性があります。物理的な変化としては、凍土の融解が進むことによって地盤の強度が弱まり、斜面崩壊や地盤沈降などを引き起こすかもしれません。また、このような土の力学的な状態変化や、地表層の水分状態の変化によって、植生の変化が起こるかもしれません。例えば、凍結した土には水がしみこみにくいため、永久凍土域において夏季に融解する活動層では、水分が保たれやすくなり、夏に花が咲く高山植物が育ちやすくなるところがあります。凍土状態の変化によって様々なバランスが変わることで、自然生態系に、いろいろな変化が生じる可能性があります（写真6）。

写真6　地球温暖化に伴う凍結融解の変化が、地形や生態系に変化をもたらす可能性がある。2019年9月6日撮影

4. 研究プロジェクトでは

このように私たちは、凍土がどのように変化しつつあるのかをモニタリングし、将来の気候変動による、凍土の変化がおよぼす影響についての研究を進めています。永久凍土や季節凍土の現状をより正確に把握するために、北海道大雪山における現地観測と同時に、人工衛星データを用いた分析を行っています。近年の技術開発によって、人工衛星データを利用することで、非常にゆっくりとした地形の変化を把握することができるようになりました。例えばアラスカで森林火災が起こった跡地では、より永久凍土が融解しやすくなり、年間で最大30cmほどの沈降が起こっていることが分かりました[13]。そして、人工衛星で得られたデータを現場で検証するために、大雪山の山岳永久凍土域などにおいて、GPSを用いた測量などを行っています。こうして人工衛星と現場データを合わせて利用することで、季節/永久凍土域における、地球温暖化に伴うゆっくりとした地表面の変化を捉えることができます。さらに、数値モデルを用いて、将来の気候変動による永久凍土分布の変化などについて予測を行います。観測データと数値モデルの結果を併せて利用することにより、地形変化の原因や、将来起こりえる影響について分析を行います。このような分析をすることで、登山道の整備など、山岳地帯における国立公園の管理などのために必要な情報を提供することを目指しています。

数多くの山々が連なる大雪山は、車でアクセスすることができず、登山道を上って重い観測機材などを運ぶ必要があります（写真7）。さらに、険しい地形と厳しい気候のために、網羅的な観測を行うことが難しく、永久凍土の全体的な振る舞いなどを調べるのは至難の業です。地面の中のことを調べるためには、現場でデータをとることが不可欠です。一方で、ゆっくりとした地面の動きや地中の変化をとらえるには、長期間にわたり観測を継続させる必要があります。人工衛星を用いた地表面変化の測定技術や、数値モデルの結果も利用しながら、現場での観測を継続し、自然生態系における凍土の役割や、凍土の変化が及ぼす影響についての研究を進めていきます。

写真7　大雪山、白雲岳と五色岳付近の景観。車道がないため、永久凍土の観測は至難の業である。2019年9月6日撮影

脚注

1. 永久凍土は地球温暖化で解けているのか？ アラスカ調査レポート, 地球環境研究センターニュース2017年10月号
2. 永久凍土は地球温暖化で解けているのか？ アラスカ調査レポート（現地調査編）, 地球環境研究センターニュース2018年11月号
3. 環境省環境研究総合推進費「永久凍土大規模融解による温室効果ガス放出量の現状評価と将来予測」, http://www.jamstec.go.jp/iccp/j/pfch4/
4. 環境省環境研究総合推進費「温暖化予測に関わる北極域土壌圏の炭素収支の時空間変動（2013-2015）」, https://www.env.go.jp/policy/kenkyu/special/houkoku/data_h27/2-1304.html
5. 環境省環境研究総合推進費「北極高緯度土壌圏における近未来温暖化影響予測の高精度化に向けた観測及びモデル開発研究（2010-2012）」, https://www.env.go.jp/policy/kenkyu/special/houkoku/data_h24/A-1003.html
6. 環境研究総合推進費の研究紹介 [10] 北極アラスカと温暖化, 地球環境研究センターニュース2012年6月号
7. 国立環境研究所気候変動適応研究プログラム, 山岳凍土動態変化の長期的監視と気候変動による土地脆弱性評価, http://ccca.nies.go.jp/ja/program/pj1-7.html
8. Iwahana et al., Ninth International Conference on Permafrost, Fairbanks, 809–814 (2008).
9. Sone, Permafrost and Periglacial Processes, 3, 235–240 (1992).
10. Ishikawa et al., Permafrost and Periglacial Processes, 11, 2, 109–123 (2000).
11. Fukuda and Sone, Geografiska Annaler Series a–Physical Geography, 74, 2–3, 159–167 (1992)
12. 岩花剛・澤田結基・片村文崇・石川守・曽根敏雄, 2011：大雪山系における永久凍土観測 ―2005～2010年―. 北海道の雪氷, 30, 147–150.
13. Iwahana et al., J. Geophys. Res.: Earth Surface, 121(9), 1697–1715 (2016)

2019年12月号 ［Vol.30 No.9］ 通巻第348号 201912_348002

気候変動への適応ー地域の取組の活性化に向けてー

筑波会議国環研セッション報告

地球環境研究センター 交流推進係 **今井敦子**

10月2日（水）～4日（金）、つくば国際会議場において、「Society5.0[1]とSDGsを見据えた目指すべき社会の在り方とその実現に向けて取り組むべき課題」をメインテーマに筑波会議[2]2019が開催されました。

筑波会議2日目の10月3日には、「気候変動への適応ー地域の取組の活性化に向けてー」と題する国環研セッションが行われました。

国環研セッション第1部では、Future Earthの事務局長であるDr. Amy Luersが「Climate Adaptation, Resilience, Vulnerability（気候変動への適応、強靭性（レジリエンス）、脆弱性）」と題する基調講演を行いました。講演のなかでDr. Luersは、途上国でのボランティア活動という自らの体験を通して、気候変動リスク管理を広域的に進めるためには、地球規模、地域規模を問わず多様な主体のconnection（連携）が重要だと話しました。第2部は国内機関から5名の講演がありました。本稿では、そのうち2名の講演概要を紹介します。

気候変動適応プラットフォームと適応推進活動の紹介
【講演者】岡和孝さん（国立環境研究所気候変動適応センター・主任研究員）

気候変動はすでに観測されており、自然や人間社会に大きな影響を与えています。気候変動がもたらす被害を小さくするためには、原因となる温室効果ガスの排出を減らす「緩和策」とあわせて、長期的な視野に立った「適応策」が重要です。わが国では、2015年11月に「気候変動の影響への適応計画」が、2018年11月に「気候変動適応計画」が閣議決定されました。また、2018年12月に「気候変動適応法」が施行され、それにあわせて国立環境研究所内に気候変動適応センター（以下、適応センター）が設立され、気候変動影響及び気候変動適応に関する情報の収集・整理・分析・提供や、地方公共団体や地域気候変動適応センターにおける気候変動適応に関する取り組みに対する技術的助言などの役割を担うことになりました。具体的には以下のことがらが含まれます。

① 国内研究機関との連携等による適応研究・事業推進
② 関係機関・事業体・個人等との間での影響・適応等情報収集・分析・提供機能
③ 地域気候変動適応センターとの事業の連携
④ 地方公共団体適応推進のための技術的助言や援助
⑤ 人材育成やアウトリーチによる適応施策支援
⑥ アジア地域等国際的な貢献

さらに、適応センターの重要なミッションの一つが気候変動の影響と適応に関するプラットフォームの開発であり、日本を対象とした気候変動適応情報プラットフォーム（Climate Change Adaptation Information Platform: A-PLAT、http://www.adaptation-platform.nies.go.jp/）と、アジア太平洋気候変動適応情報プラットフォーム（Asia Pacific Climate Change Adaptation Platform: AP-PLAT、http://www.adaptation-platform.nies.go.jp/en/ap-plat/）を開設しました。

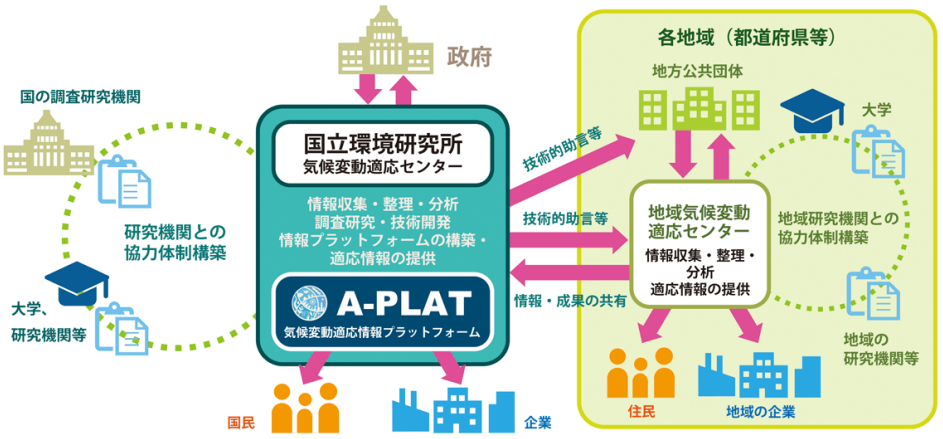

図1　適応センターとA-PLATの役割

まずA-PLATについて説明します。A-PLATは気候変動の影響への適応に関する情報を一元的に発信するポータルサイトとして、当初、地球観測連携拠点（温暖化分野）の下に2016年8月に発足しました。現在、A-PLATは適応センターにおいて運営されるとともに、その充実・強化は適応センターの重要な業務の一つとなっています。A-PLATでは、地方公共団体、事業者、個人の方々による気候変動への対策（適応策）の取組を支援することを目的として、必要な科学的知見（観測データ、気候予測、影響予測）や関連情報を収集・整備し、ステークホルダー間の情報共有を促進します。たとえば、将来の気候変動がコメの収量に与える影響の予測情報を表示したり、適応策データベースを構築したり、地域気候変動適応センターの活動等を紹介しています。地方公共団体の活動を効率よく支援するために、適応センターでは10の地方公共団体にインタビューし、必要とされるものを次の6つに分類しました。①人材育成の支援、②調査・研究の支援、③地域気候変動適応センターの活動に対する支援、④科学的知見の収集に対する支援、⑤ツール開発の支援、⑥資料作成の支援、です。

次に、AP-PLATについても簡単に紹介します。2019年6月16日に開設したAP-PLATは、最新の科学的な気候リスク情報を提供することで、途上国の適応策の支援を行います。このプラットフォームの下で、以下の活動を進めます。

- 国、地方公共団体、事業者、個人による気候変動適応に対する取り組みへの支援
- アジア太平洋地域における科学的知見（観測データ、気候変動予測、気候変動影響予測）の収集と整理
- ステークホルダー間の情報共有の促進

AP-PLATは国際的な協力のもとで開発されました。AP-PLATでは、信頼できる、実用的な適応策の策定に向けて、パートナーの機関との協力を今後も進めていきます。

気候変動と異常気象
【講演者】塩竈秀夫さん（国立環境研究所地球環境研究センター・気候変動リスク評価研究室長）

近年、猛暑などの異常気象がテレビのニュースなどで毎日のように話題に上がります。異常気象が起こると、ジャーナリストや一般の方々から、「これは地球温暖化のせいですか」という質問をよくいただきます。シンプルな質問ですが、答えは簡単ではありません。たとえば台風は、人類が存在する前から発生しており、台風が一つ来たからといって、それをすべて人間活動のせいだと断言することは原理的にできません。しかし、観測結果とモデルによるシミュレーションを比較することで、異常気象の発生確率や規模に対する人間活動の寄与率なら評価することができます。この研究を確率的イベントアトリビューションと呼んでいます。私たちの研究チームでは、大気大循環モデルを利用して、2つのタイプの実験を行いました。

一つは温暖化した条件下での実験です。モデルに人間活動による気候変化因子（CO_2濃度や大気汚染物質の量）と自然起源の気候変化因子（太陽や火山活動）、およびある年の海面水温と海氷の観測データを組み込みます。気候モデルで実験を行うと、同じ条件を与えてもたまたま暑くなるケースもあれば、寒くなるケースもあります。一つひとつは偶然起きるのですが、それがたくさん集まると確率的な性質をもちます。温暖化した条件で、最初に計算した値から少し変えて100回計算しました。

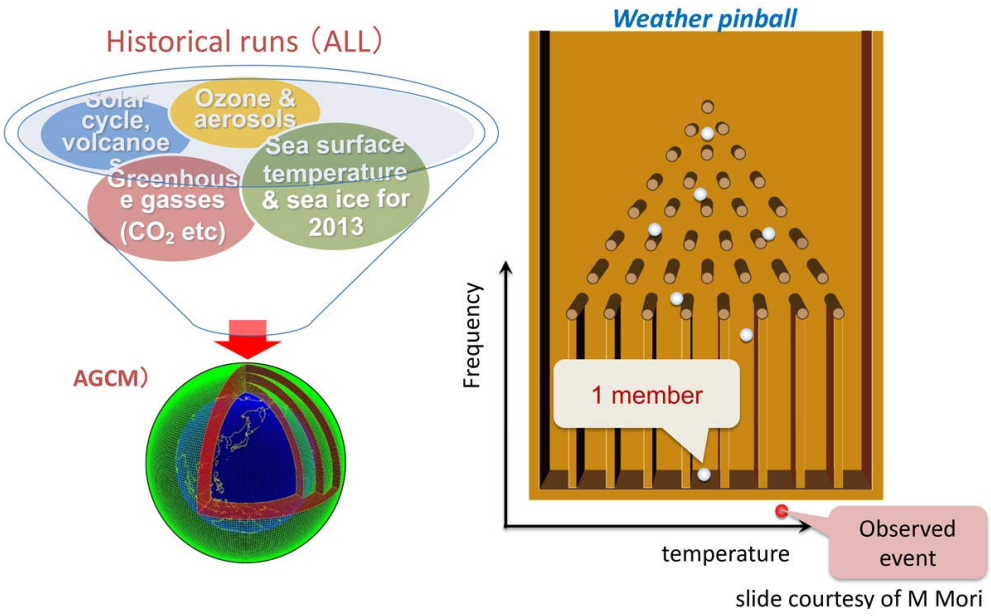

図2　モデルに人間活動と自然起源の気候変化因子、ある年の海氷面温度と海氷の観測データを与えて計算した場合

もうひとつは温暖化していない条件下での実験です。自然起源の気候変化因子は時間変化させるものの、CO_2濃度などの人間活動による気候変化因子は1850年の状態にし、長期変化成分を取り除いた海面水温と海氷の推定値を取り入れて100回計算しました。この温暖化した実験と温暖化していない実験で、現実の観測値を超える確率を比較するのです。

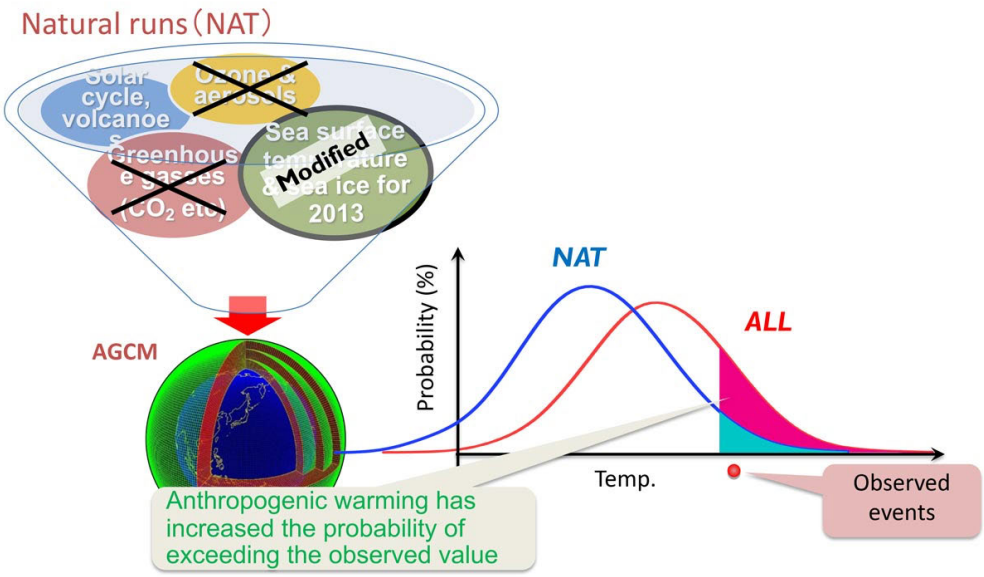

図3　人間活動による気候変化因子を考慮しないで、自然起源の気候変化因子と、海氷面温度と海氷の推定値をモデルに与えて計算した場合（左図）と、人間活動＋自然起源気候変化因子実験（赤）と自然起源気候変化因子実験（青）の確率分布（右図）

イベントアトリビューションの研究例をいくつか紹介します。2013年アメリカ南西部で熱波が起きました。この熱波が起こる確率分布を上記のように、温暖化した条件と温暖化していない条件で計算し観測値と比較すると、温暖化していない条件では0%でしたが、温暖化している条件では14%観測値を上回りました。また、2018年の日本の記録的な猛暑については、これを上回る確率が、温暖化していない条件では0%ですが、温暖化した条件では20%となりました。2010年のアマゾンの深刻な干ばつも上記のようにして計算すると、それよりひどい干ばつが起きる確率は温暖化していない条件では2%ですが、温暖化した条件では14%となりました。これらの異常気象は、温暖化によって起こる確率が増えたのです。

2013年11月にHaiyan（ハイアン）と名付けられた強力な台風がフィリピンを襲いました。この台風による高潮で、7000人以上の死者・行方不明者が出ました。Haiyanによる高潮の潮位を計算すると、温暖化していない条件では最大3.8mですが、温暖化した条件では4.3mになります。つまり、人間活動による温暖化で高潮が0.5m高くなったのです。

2015年、エルニーニョにより東南アジアでは深刻な干ばつが起きました。2015年のようなエルニーニョのときに東南アジアで降水がどう変化するかを調べたところ、温暖化した条件では、2015年の干ばつを超えるような干ばつが約9%増えることがわかりました。

さて、最初の質問「この異常気象は温暖化のせいですか」に戻りましょう。イベントアトリビューションという新しい研究によって、「異常気象は自然のゆらぎによって起きます。ただし過去の温暖化によって自然のゆらぎによるバランスが変わり、異常気象の発生確率（強度）が何%変わりました」と答えられるようになりました。このように、イベントアトリビューションや将来予測は、適応策を策定する際の情報提供としても、ステークホルダーなどが温暖化の緩和策を推進する動機付けとしても重要となります。

脚注

1. サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会（Society）。狩猟社会（Society 1.0）、農耕社会（Society 2.0）、工業社会（Society 3.0）、情報社会（Society 4.0）に続く、新たな社会を指すもので、第5期科学技術基本計画（平成28～令和2年度）において我が国が目指すべき未来社会の姿として初めて提唱された。

2. 2017年7月、世界の産官学の優秀な若手人材を主役とする討論の場を立ち上げ、それを「筑波会議」と呼ぶことが筑波会議委員会によって決議された。筑波会議の目的は、世界から産官学の優秀な若手人材を集め、彼らに討論の場を提供すること。彼らが未来のビジョンを語り、協働する仲間に出会う場の形成を目指している。この新しい討論の場は、100を越える研究機関と約2万人の研究者を擁する研究開発の一大拠点である筑波研究学園都市で開催される。

2019年12月号 ［Vol.30 No.9］ 通巻第348号 201912_348003

大気成分長期変動検出ネットワーク（NDACC）運営委員会がつくばで開催され、運営委員会メンバーが国立環境研究所を訪問しました

地球環境研究センター 気候モデリング・解析研究室 主席研究員 **中島英彰**

2019年10月15日（火）～18日（金）、大気成分長期変動検出ネットワーク（Network for the Detection of Atmospheric Composition Change: NDACC）の運営委員会がつくば国際会議場で開催されました。NDACCはNASAの主導により1991年に始まった全球的な大気環境モニタリングのための国際組織で、様々な地上観測機器や人工衛星観測を用いて、大気環境の長期変動の様子を全球的にモニタリングするネットワークです（http://www.ndaccdemo.org/）。NDACCには世界各国に70以上の観測拠点があり、160以上の観測装置によって日々大気環境の変動にかかわる大気微量成分やエアロゾル、赤外・可視・紫外放射のモニタリングが行われています。これらの観測点で取られたデータは全世界の研究者に公開され、大気関係の長期変動研究に欠かせないデータセットとなっています。NDACCは観測装置ごとに9つのワーキンググループ（Brewer、Dobson、FTIR、Lidar、Microwave、Sonde、UV、UV/Visible、Satellite）に分かれており、それぞれのグループの代表者数名と、関連する大気観測研究グループ（AERONET：エアロゾル放射観測、MPLNET：ライダー観測、AGAGE：地上ガス観測、NOAA/HATS：地上ガス観測、Pandonia：UV/Visible放射計、TCCON：温室効果ガス衛星検証等地上観測、SHADOZ：赤道・南半球オゾンゾンデ観測 etc.）の代表者や、それぞれの国の代表者を含めた運営委員会（Steering Committee）が構成されています。運営委員会会合は年1回世界のどこかで開催され、直近の1年間のNDACC活動のレビューが報告され、ネットワークとして今後行うべき事項について討論が行われます。日本では1999年に、当時国立環境研究所の所属でNDACC運営委員の一人でもあった中根英昭さんのホストで、札幌と陸別を会場に運営委員会が行われました。今回は日本において2回目となる運営委員会が、つくば国際会議場を主会場として開催されました（写真1）。会議の地元事務局（Local Organizing Committee）としては、NDACC日本代表の水野亮・名古屋大学宇宙地球環境研究所教授、NDACC衛星観測サブグループ共同代表の塩谷雅人・京都大学生存圏研究所教授、そして日本共同代表（予定）の中島英彰が務めました。また、水野研究室の石田秘書が、会議の全般にわたって事務方をサポートしてくれました。

写真1　つくば国際会議場エポカルで開催された、NDACC運営委員会集合写真。台風の影響で、10月16日お昼の時点ではすべての参加者はまだ到着していない

今回の運営委員会は当初10月14日（月）～18日（金）に開催予定でしたが、台風19号の影響で、参加者の多くが来日する週末の成田・羽田空港到着便がキャンセルとなり、スケジュールの調整を余儀なくされました。会議の開催自

体をキャンセルしたほうが良いという意見も出ましたが、運営委員会共同議長や事務方の懸命の調整のおかげで、全体スケジュールを1日半後ろにシフトすることで、火曜日の午後から開催出来ました。それでも、参加予定者の約1/3はフライトの調整がつかず、参加キャンセルとなり、水曜日の午後からの参加となった研究者もいました。しかし、最近実用化が進んできているTV会議システムのおかげで、会場に来られなかった参加予定者も、それぞれの国からリモートで会議やディスカッションに参加できました（写真2）。米国や欧州と日本の時間差を考慮し、米国の人には主に午前、欧州の人には主に午後のセッションでTV会議システムでの発表を依頼したおかげで、それぞれの国や地域での真夜中の時間帯での参加要請は最小限に抑えることが出来ました。このことを含む会議アジェンダの変更や、会議スケジュールの再調整は、運営委員会事務局長（Kathy Thompson）がすべて取り仕切ってくれました。彼女は研究者ではありませんが、NASAやNOAAの主催する多くの国際プロジェクトでこれまで事務局長を務めており、並み居るそうそうたる研究者も彼女の指図には歯向かえない絶対的なリーダーシップを発揮していました。私の知る範囲内では、日本でそのような強力なスタッフを見かけたことはなく、今後は日本で育成していく必要があるのではないかと感じました。

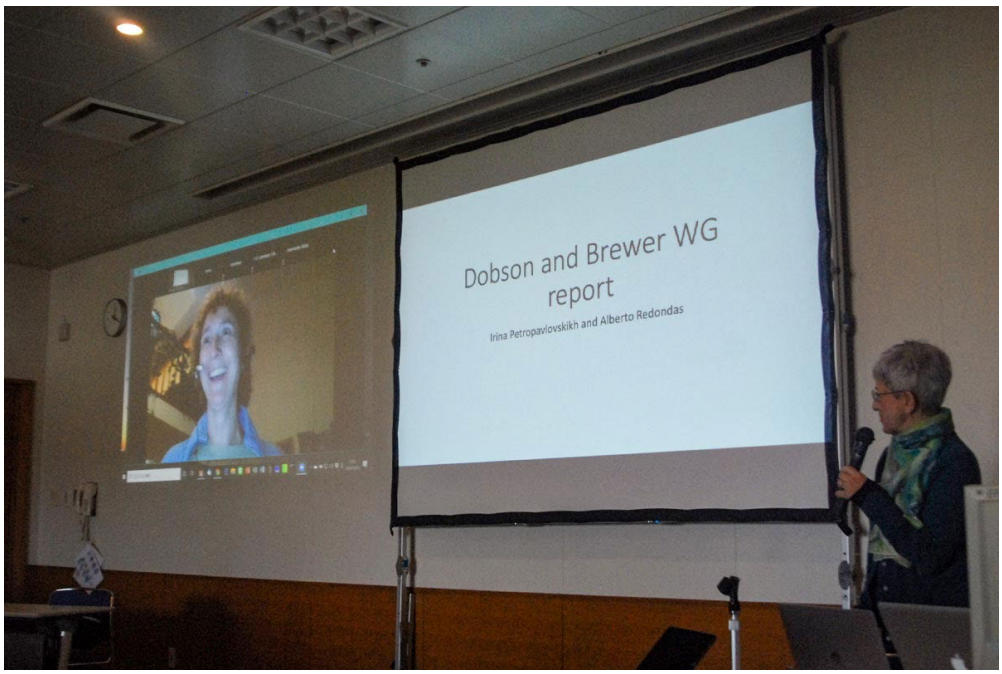

写真2　TV会議システムを用いてリモートで会議に参加して発表を行う米国の研究者（Irina Petropavlovskikh）と、会議のすべてを取り仕切っている事務局長（Kathy Thompson、写真右下の人物）

会議の3日目となる10月17日（木）には、運営委員会参加者に国立環境研究所の地球温暖化研究棟・交流会議室に集まってもらい、日本国内のアクティビティー紹介と、関連研究者との研究交流を行いました。冒頭、渡辺知保国立環境研究所理事長から歓迎の挨拶の後、国立環境研究所、気象研究所、気象庁高層気象台、JAMSTEC、北海道大学、京都大学、名古屋大学の関連研究者から、国内のNDACCと関連の深い研究アクティビティーに関する報告を行ってもらい、情報交換を行いました。出席者の皆さんにとっても、特に気象庁が担当するブリューワやドブソン分光計によるオゾン観測やオゾンゾンデ観測、またJAMSTECやいくつかの大学によるMAX-DOASの研究アクティビティーに関してはあまり知られていないことが多いようで、その内容に関する様々な質疑応答が行われました。このような機会に、日本での大気環境観測アクティビティーをNDACC運営委員のみなさんにPRできたのは、大変有意義であったと思います（写真3）。

写真3　NDACC運営委員会・国内サイエンスセッションに参加した国内研究者と、NDACC運営委員の皆さん。中央は、渡辺知保・国立環境研究所理事長

国内ミーティングがあった日の晩には、運営委員会の夕食会が「つくば山水亭」で開催されました。この会場は、2016年のG7科学技術大臣会合がつくばで開催された際の夕食会でも使われた会場です。参加者の中には、魚介類、キノコ、豆腐や、グルテン（小麦粉）を含んだ食べ物はだめという方もいましたが、さすがG7にも対応した料亭だけあって、スペシャルメニューで対応してもらえました。参加者の皆さんも、日本流のおもてなしと、素晴らしい日本料理の数々に満足されたようです。また、たまたま現在国立環境研究所で研究補助をしていただいている尺八奏者でもある佐々木徹高度技能専門員（元気象庁職員）と、その方の知り合いでつくば在住のお琴の先生（鈴木洋子大師範）に演奏を披露していただき、会議の参加者の皆さんにも大変楽しんでいただくことが出来ました（写真4）。

写真4　つくば山水亭でのNDACC運営委員会バンケットでの集合写真。お琴と尺八の先生とともに

史上最大規模と言われる、近年まれにみる大雨と洪水をもたらした台風19号の被害の最中で今回の会議を何とか開催できたのは、つくばエリアが幸い今回の台風では大きな被害を受けずに済んだことによる運もありましたが、会議直前に参加者間で最新情報共有が出来たことが挙げられます。委員会の参加者の状況は、各自のスマホの情報共有アプリで発信、共有され、来日までのフライトスケジュールの変更状況や、つくばまでの交通情報やバスの運行情報も含めて、皆さんの現状がリアルタイムで参加者間に共有されました。ローマの空港の飛行機の中で数時間以上離陸を

待機中の人とか、成田空港のカプセルホテルで1晩過ごした人の写真などには、多くのコメントが返されていました。

NDACC運営委員会自体は10月18日（金）のお昼で終了となりましたが、その日の午後に、日本に残っている運営委員会メンバーとともに、国立環境研究所のFTIR（写真5）・UV計・ライダー施設、その後場所を気象研究所に移して、気象研究所の3種類のライダー、高層気象台のオゾンゾンデ・ドブソン分光計・ブリューワ分光計見学、そして気象測器検定センターの風洞施設での、風速90m/sでの風速計検定の様子見学と、過去の気象観測測器を展示している資料館見学を行いました（写真6）。翌10月19日（土）には、9名の参加者で、稲葉酒造日本酒醸造所見学、筑波山神社見学、筑波山へケーブルカーでエクスカーションに行ってきました。おかげ様で、参加者皆さん大変今回の日本訪問を楽しんでいただけたようです。今回のNDACC運営委員会の日本での開催が、日本の大気環境研究コミュニティーの国際的研究プレゼンスの向上に貢献し、また、今後の日本の関連研究発展に貢献することを期待いたします。

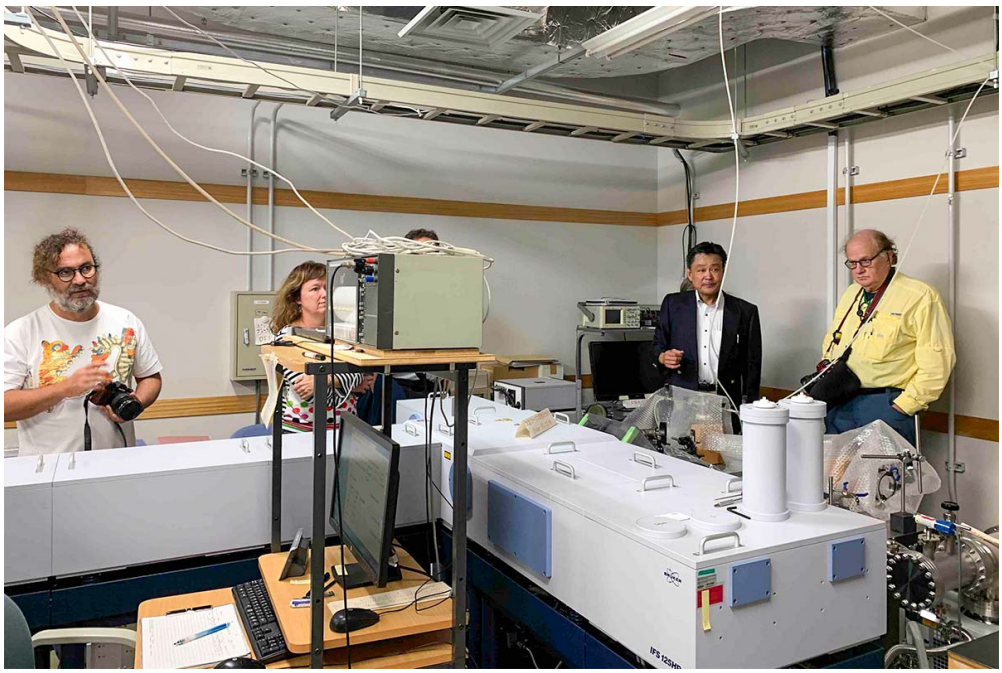

写真5　NDACC運営員会メンバーによる、国立環境研究所内のFTIR見学の様子

写真6　NDACC運営員会メンバーによる、気象庁気象測器検定センター見学の様子

2019年12月号 ［Vol.30 No.9］ 通巻第348号 201912_348004

【最近の研究成果】

北極域の湿原から放出されるメタン量はどのくらいか

～1901年から2016年までのモデル推定～

地球環境研究センター 物質循環モデリング・解析研究室長 **伊藤昭彦**

北極域には広大な湿原やツンドラと呼ばれる草地が広がっており、そこでは主に夏季の湿潤な状態で温室効果ガスのメタン（CH_4）が発生して大気に放出されていると考えられています。その大部分は微生物の作用によるものであり、現在進行している温暖化が微生物活動を促すことでメタン放出量は大幅に増加する可能性があります。本研究では、湿原からのメタン放出量を推定するスキームを組み込んだ生態系モデル（VISIT）[注]を用いて、北緯60°以北に分布する湿原（世界の湿原の約17%）からのメタン放出量を推定しました。20世紀初めからの116年間について、観測に基づく気象条件を与えてシミュレーションを行ったところ、平均的な放出量は年間1090万トンから1140万トン（メタン重量）と推定されました。これは全陸地の湿原から放出されるメタンの5～7%を占める規模であり、特に西シベリアや北米ハドソン湾低地、大河川下流の平野が主要な放出源となっていました（図（a）のうち青で示された領域）。近年の推定メタン放出量には、気象変化に伴う年々の変動や緩やかな増加傾向が見られました（図（b））。ただし、そのような時間変化は推定に用いるモデル間で異なっており、また観測でも明確に検出されている段階ではありません。今後温暖化が進み、凍土融解などのより劇的な現象が加われば、メタン放出量はより強く変動する可能性があるため、今後も観測による監視と広域モデル推定を進めていく必要があります。

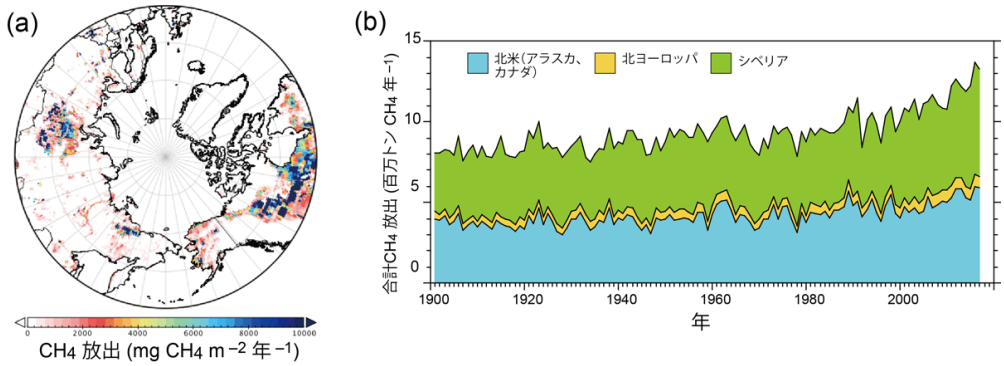

図　陸域生態系モデル（VISIT）で推定された北極域（>北緯60°）の湿原によるメタン放出量。（a）平均的な放出量の分布。（b）年々の放出量変化。いずれもVISITに組み込まれた2種類のCH_4計算スキームのうち、メカニズムをより詳しく扱うWalter-Heimannスキームの結果

脚注

- VISIT: Vegetation Integrative SImulator for Trace gases. 温暖化研究のために陸域生態系の炭素循環、窒素循環、温室効果ガス交換を表現するモデルで、国立環境研究所において開発が進められている。

本研究の論文情報

Methane emission from pan-Arctic natural wetlands estimated using a process-based model, 1901–2016

著者： Ito, Akihiko

掲載誌： Polar Science (2019) 21, 26–36. doi:10.1016/j.polar.2018.12.001