地球環境研究センターニュース

陸別観測施設は2017年11月に設立20周年を迎えました（陸別観測所の表札）

2018年2月号　［Vol.28 No.11］ 通巻第326号

海外のSIF研究の動向とGOSATにより観測されたSIFのこれからの活用 From Photosystem to Ecosystem, Potsdam GHG Flux Workshop 2017参加報告

地球環境研究センター 物質循環モデリング・解析研究室 准特別研究員 **宮内達也**

雪の降る夜、最北の街での成果普及シンポジウム参加報告

地球環境研究センター 交流推進係 **広兼克憲**

「陸別観測施設設立20周年記念シンポジウムー宇宙から地球までー」報告

地球環境研究センター 主幹 **宮本哲治**

池田市クールチョイス環境セミナー「2050年の天気予報」参加報告

地球環境研究センター 交流推進係 **広兼克憲**

【最近の研究成果】南米南端域での成層圏オゾンの比較～地上からのオゾン観測の空白域に寄与するリオ・ガジェゴス～

地球環境研究センター 地球大気化学研究室 主任研究員 **杉田考史**

2018年2月号 ［Vol.28 No.11］ 通巻第326号 201802_326001

海外のSIF研究の動向とGOSATにより観測されたSIFのこれからの活用

From Photosystem to Ecosystem, Potsdam GHG Flux Workshop 2017参加報告

地球環境研究センター 物質循環モデリング・解析研究室 准特別研究員 **宮内達也**

2017年10月24日から26日にかけてポツダム（ドイツ）のドイツ地球科学研究センター（GFZ）にてFrom Photosystem to Ecosystem, Potsdam GHG Flux Workshopが開催された。その参加報告を行う。

1. ワークショップの概要

本ワークショップは光合成をメインとした個葉レベルでの植物生理学的研究や観測タワーによる温室効果ガスのフラックス観測、ドローン、人工衛星などによる植生リモートセンシング、それらの手法の異なる分野間の橋渡しに関する研究発表の場であった。これらの話題について、3日間にわたり24名の各機関の研究者による講演が行われ、初日の夕方にはポスターセッションにて40名が発表を行った。筆者もこのポスターセッションで国立環境研究所が公開している温室効果ガス観測技術衛星GOSAT（Greenhouse gases Observing SATellite）のL4プロダクト作成の過程で用いられる陸域生態系モデルVISITやGOSATによって観測される太陽光励起クロロフィル蛍光（Solar-induced chlorophyll fluorescence: SIF）に関する紹介とGOSAT-2（2018年度打ち上げ予定）に向けたVISITの精度向上のためのSIFの適用について発表を行った。主な参加者はヨーロッパの研究者であり、日本からの参加者は5名であった。ワークショップでは、光合成に関する個葉レベルでの解析から観測タワーでのフラックス観測、航空機観測などの各スケールでの発表が行われた。光合成モデルの分野において長年活躍してきた研究者による講義的な講演や最新の機器を用いた現地観測サイトの設置など講演内容は様々であったが、どの発表でもほぼ必ず出てくるキーワードがあったことが印象的であった。「SIF」というキーワードである。本ワークショップ参加の主な目的もSIFに関する研究動向を調査することであった。以下ではこのSIFに関する動向について報告する。

写真1 講演会場の様子。発表者はこれまでの光合成モデリング分野で長年活躍してきた研究者やSIF研究の火付け役となった研究者であり、現在筆者が行っている研究で参考にしている論文の著者が何人もいた

写真2　ポスター会場の様子。活発な意見交換がなされた

2. 太陽光励起クロロフィル蛍光（Solar-induced chlorophyll fluorescence: SIF）に関する動向

SIFは、2011年にFrankenbergら[1]およびJoinerら[2]によりGOSATの温室効果ガス観測センサTANSO-FTSの観測データから算出できることが報告されて以来、非常に注目を集めており、GOSATやNASAのOCO-2の観測データを用いたSIF研究が盛んに行われるようになった。観測衛星により得られたSIFが総一次生産（植物の光合成による炭素吸収量、GPP）と非常に高い相関を持つことが知られており、陸域における光合成活性の新たな指標として期待されている。衛星によるSIF観測はそのフットプリントの大きさと地上でのフラックス観測のギャップを埋めるための検証が重要であり、そのための観測サイトの設置や検証についての発表が多かった。特にヨーロッパでは地上観測サイトが多く設置され、ヨーロッパで打ち上げ予定の人工衛星計画のための検証結果が報告されていた。The FLuorescence EXplorer（FLEX）は欧州宇宙機関（ESA）が2022年打ち上げを計画している人工衛星計画であり、陸域における光合成活性の把握のためにSIFの他、様々な植生指数の観測を行うことを計画している。SIFの観測に特化した観測衛星であるため、ヨーロッパでは現在検証のためのSIFの地上観測や航空機観測が大規模に行われている。ワークショップ会場で熱心に宣伝されていた、SIF地上観測のために開発されたFluorescence box（FLOX）システムもすでに14か所（ヨーロッパ内には10か所）で設置されて連続観測を開始しているとのことであった。SIFの航空機観測システムであるHyPlantによるSIF観測はビジュアル的にも非常にインパクトがあった。ヨーロッパにおいてSIF研究がどんどん進められており、研究のスピード感に驚かされた。これまでの論文などでも報告されている通り、地上観測と航空機観測のSIFの値は非常によく一致していることが再確認されていた。耕作地のSIFが高い空間解像度で解析された結果が示されており、ワークショップの会場では、下の写真に示すような卓上で航空機観測したSIFの結果を見ることのできる展示物も用意されていた。

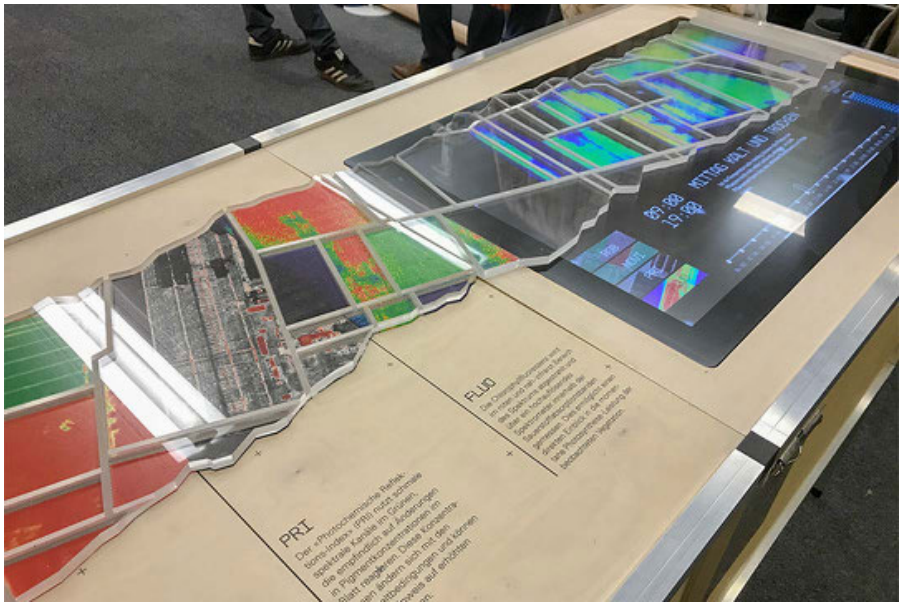


写真3　SIFの航空機観測HyPlantの展示物。タッチパネルで気温や時刻を操作してその条件による耕作地でのSIF強度を表示することができる

3. SIFのモデリング

今回の発表ではSIFのモデリングとしてVan der Tolら（2009）[3]により開発されたSoil-Canopy-Observation of Photosynthesis and the Energy balance（SCOPE）モデルが多く用いられていた。SCOPEは林冠での放射伝達モデル、葉での生化学モデルを組み合わせることで群落での蛍光をシミュレートできるモデルである。FLEXミッションの一環として開発が進められており、数少ないSIFのモデルであるためモデルベースのSIF研究ではこれが使われることが多い。SCOPEは生化学モデルの部分で陸域生態系モデルとの連携が可能であり、総一次生産の推定によく使われる。筆者も陸域生態系モデルとの連携の部分に最も興味があったが、今回のワークショップは生理学的なメカニズムに関する内容が多く、陸域生態系モデルに関しての情報はあまり得られなかった。

4. GOSATにより観測されたSIFのこれからの活用

GOSATのSIFの強みは、その観測データから衛星によるSIFの全球観測が可能であることを世界で初めて示したこと、2009年の打ち上げから現在まで観測データの蓄積があること、TANSO-FTSセンサの波長分解能と精度が高いことである。また観測要求により特定サイトに観測ポイントを合わせることが可能なため、地上観測サイトにポイントを合わせて、地上観測との比較、検証を行うことができ、現在国立環境研究所でもGOSATのSIFの検証を進めている。1度〜2度グリッドにアップスケーリングしたSIFデータから陸域植生の光合成による総一次生産の季節変化やフェノロジーを算出しうることが確認されており、これまでのGOSATプロジェクトの蓄積を研究成果として発表していく段階に入っている。所外でも個葉レベルのSIFモデリングや実験室レベルでの蛍光のメカニズム解明が行われている。ヨーロッパで行われているSIFの研究に遅れを取らないためにも国内での異なる分野間での連携を強めながらGOSATのSIFの強みを活かし、野外での検証や陸域生態系モデルへのSIFデータの利用を行っていかなければならない。

参考文献

1. Frankenberg, C., Fisher, J.B., Worden, J., Badgley, G., Saatchi, S.S., Lee, J.-E., Toon, G.C., Butz, A., Jung, M., Kuze, A., Yokota, T., 2011. New global observations of the terrestrial carbon cycle from GOSAT: Patterns of plant fluorescence with gross primary productivity. Geophys. Res. Lett. 38, L17706.
2. Joiner, J., Yoshida, Y., Vasilkov, A.P., Yoshida, Y., Corp, L.A., Middleton, E.M., 2011. First observations of global and seasonal terrestrial chlorophyll fluorescence from space. Biogeosciences 8, 637-651.

3. van der Tol, C., Verhoef, W., Timmermans, J., Verhoef, A., Su, Z., 2009. An integrated model of soil-canopy spectral radiances, photosynthesis, fluorescence, temperature and energy balance. Biogeosciences 6, 3109–3129.

ボートの旅

宮内達也

ワークショップ2日目の夕方にはポツダム市内を流れるハーフェル川でボートでの食事会が行われた。筆者らのテーブルは現地で合流した日本の研究者の他にボートの中で知り合った海外の研究者を交えてビュッフェを堪能した。冷戦時代に米ソ間でのスパイ交換の場として使われた橋として有名であり、映画「ブリッジ・オブ・スパイ」のロケ地としても使われたグリーニッケ橋が見えるとの事前のアナウンスがあったが、船外は思いのほか真っ暗で何も見えなかった上に寒すぎたため筆者は早々に橋の鑑賞をあきらめ船内に戻った。そのためボートトリップ感はあまりなかったが、船内の食事会は非常に楽しく、海外の研究者の普段の生活や育児事情などポスター会場で行われる議論とはまた違った話を聞くことができた。

写真4　ポツダム市内を流れるハーフェル川に浮かぶボート

写真5　船内の様子

2018年2月号 ［Vol.28 No.11］ 通巻第326号 201802_326002

雪の降る夜、最北の街での成果普及シンポジウム参加報告

地球環境研究センター 交流推進係 **広兼克憲**

日時：2017年10月30日 18:00〜19:30
場所：幌延町問寒別生涯学習センター多目的ホール

1. はじめに

北の大地「北海道」のなかでも北部に位置する幌延町問寒別（ほろのべちょう、といかんべつ）には北海道大学の天塩研究林があります。国立環境研究所は、広大な天塩研究林（225km^2）で地球温暖化に関連する森林土壌からの炭素の放出について2003年から継続的な研究を行ってきました。この度、地元幌延町の皆様に研究内容と成果を解説・紹介する公開シンポジウム「地球の温暖化と森林土壌からの炭素の放出」を開催しましたので、その内容と雰囲気をご紹介します。

写真1, 2 会場となった生涯学習センター多目的ホール（上）と内部に掲示された公開シン

ポジウムポスター（PDF, 986 KB）（下、写真中央左）

写真3　公開シンポジウムの当日は、雪降る夜にも関わらず地元、町役場の方など約40名が参集。説明者は全体調整も行った北海道大学の高木健太郎准教授。高木准教授は天塩研究林の林長も兼ねており、この研究林の重要性をわかりやすく説明した

2. わかりやすい講演タイトル

このシンポジウムのタイトルは

「地球の温暖化と森林土壌からの炭素の放出」

各講演のタイトルは

- 天塩研究林で行われている野外実験
- アジアの森林土壌が地球の将来を左右する？
- 二酸化炭素を放出する、土の中の目に見えない生き物たち
- 土の分解のしやすさを調べて、その将来を予測する
- アジアの様々な森林と野外研究

です。

このニュースの読者なら、「え、研究発表にしては、わかりやすそうなタイトルだね」と思うかもしれません。私も最初、難しい最先端の研究テーマを地元の一般の方々に説明するのは困難なのではないかと思いました。このわかりやすそうな講演タイトルは、北海道大学の高木准教授（天塩研究林長）の指示によるものとのことでした。

では、その内容はどうか、こうしたテーマにあまり接したことのない方にも興味深く聞いていただける内容であったか…ご紹介していきます。

3. 誰にでも理解できるよう心がけた各プレゼンターの工夫

最初の講演は、北海道大学高木准教授による「天塩研究林で行われている野外実験」です。高木氏は、写真と動画を使ったプレゼンテーションにより、地元の皆さんの関心を捉えました。なじみ深い天塩研究林が地球温暖化の研究にどのように利用されているかを視覚的に訴えるともに、北海道大学だけでなく多くの研究者がこの北の地で活動していることを紹介しました。

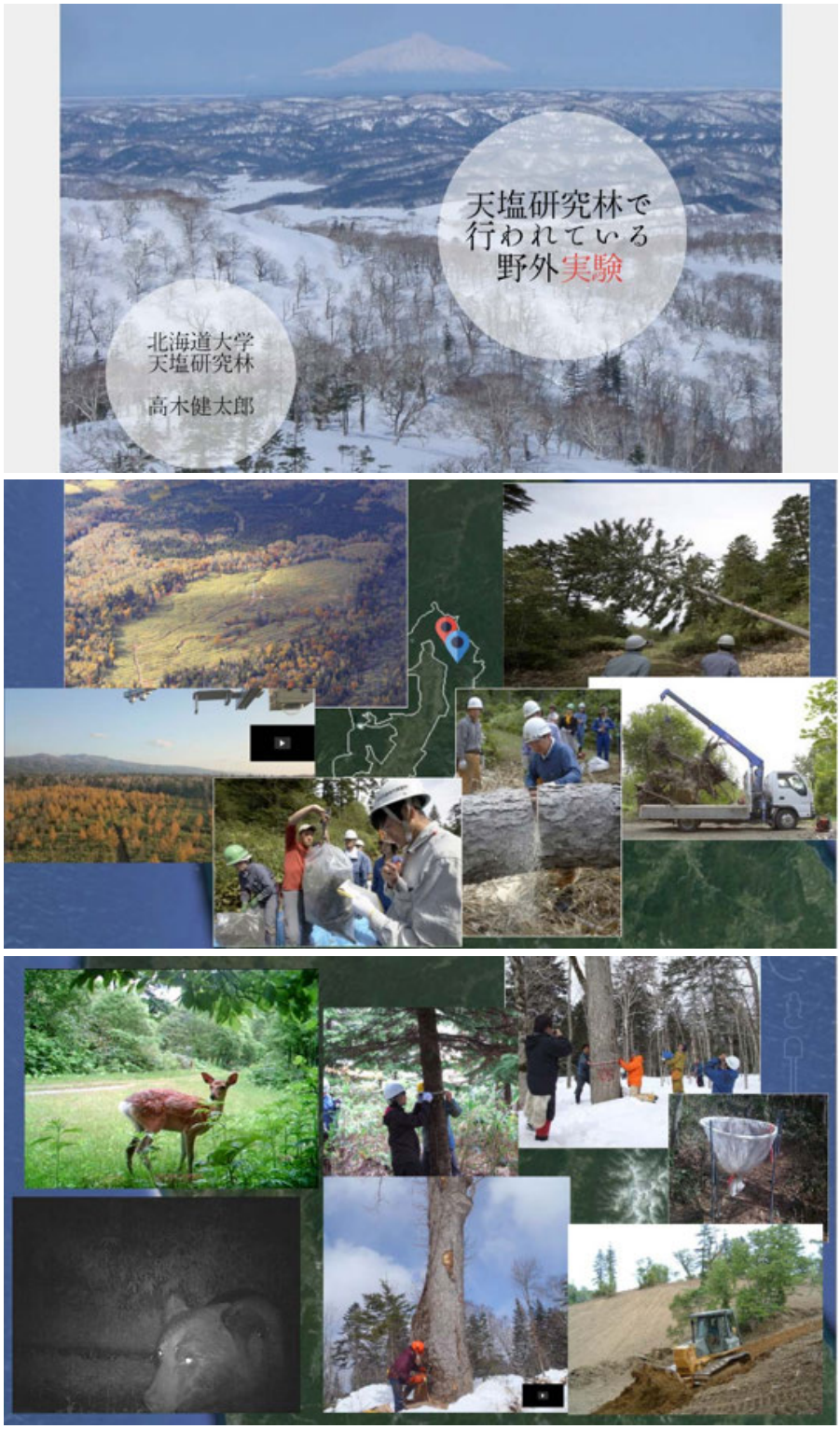


図1, 2, 3　高木研究林長の写真やビデオを多用した視覚的プレゼンテーション。具体的な研究の様子を生き生きと伝え、参加者の関心を捉えました

次に、国立環境研究所の梁乃申主任研究員による「アジアの森林土壌が地球の将来を左右する？」と題する発表です。

梁主任研究員は中国出身ですが、平成になって天塩を訪れ、この地に惚れ込み、世界に先駆けた土壌からの温室効果ガス吸排出に関する研究をここで始めたことを説明しました。

続いて、梁主任研究員は、世界の土壌から植物の根の新陳代謝により年間1,060億トン（人為排出量の約3倍）、土壌中有機物の分解により年間2,600億トン（人為排出量の約8倍）もの二酸化炭素が大気中に排出されていることを説明し、地球温暖化による地表温度の上昇によって、これらの排出量がさらに増える可能性があることを指摘しました。

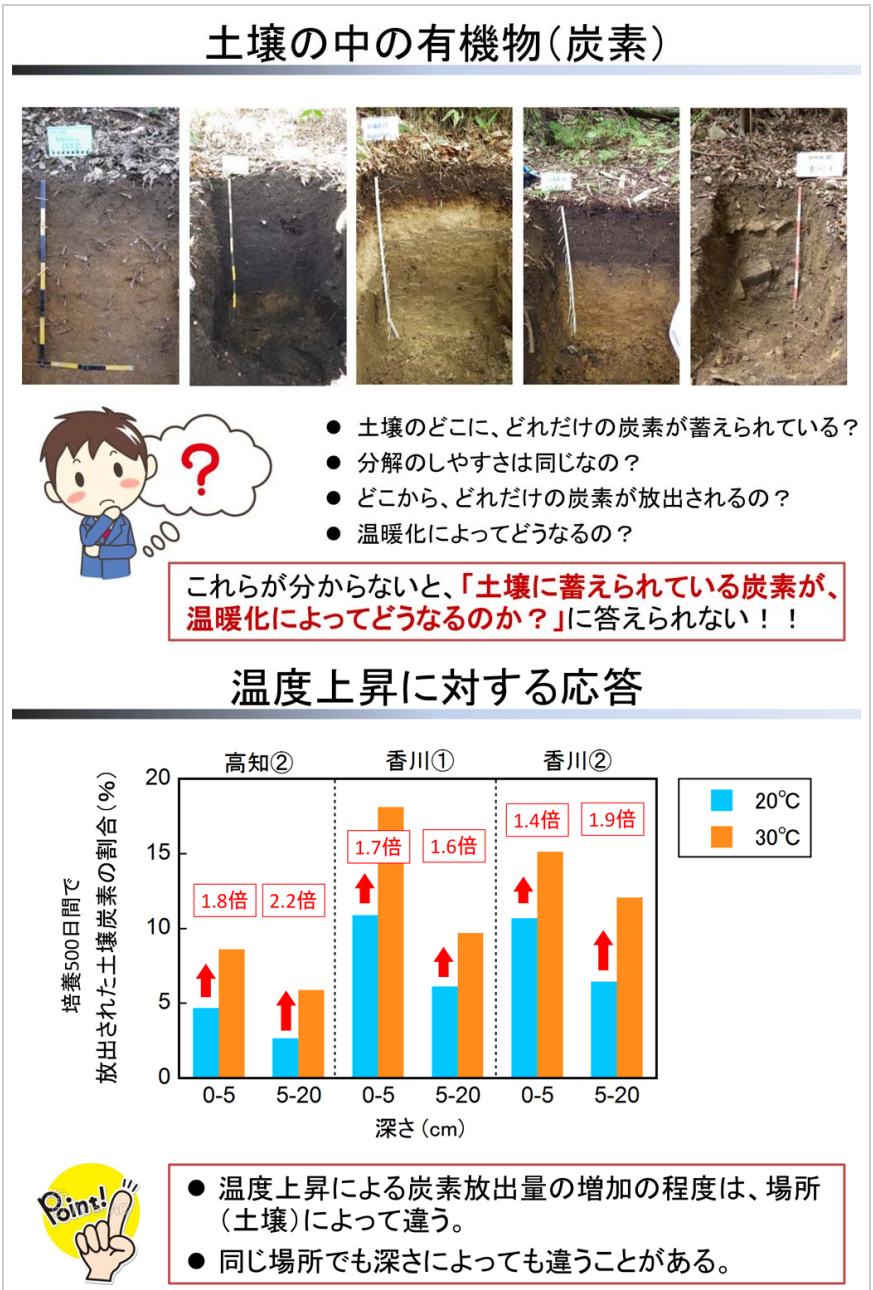
図4, 5　梁主任研究員の天塩における活動状況と土壌からのCO_2を解説したプレゼンテーション。イラストを生かした理解しやすいものとなっています

続いて、広島大学大学院の近藤俊明特任准教授は「二酸化炭素を放出する、土の中の目に見えない生き物たち」と題し、土壌中微生物の役割をカラフルなパワーポイントを使ってわかりやすく説明しました。今後、温暖化した場合に微生物呼吸（土壌中有機物分解）がどう変化するのか研究を進めるとした上で、広島での土壌実験における次世代シーケンサーによるDNA解析によれば、温暖化すると土壌微生物種の多様性が低下する可能性があることを報告しました。つまり、温暖化すると個別の微生物呼吸による二酸化炭素の排出が加速される一方、土壌微生物の多様性が減少して全体としては微生物呼吸が増大しない可能性もあり、地域の土壌の特性によっても差が出る可能性を示唆しました。

図6, 7, 8　近藤特任准教授のQ&Aやカラフルなデータによる実験結果を示したスライド

そして、日本原子力研究開発機構の小嵐淳氏（原子力科学研究部門原子力基礎工学研究センター・研究主幹）は「土

の分解のしやすさを調べて、その将来を予測する」と題し、温暖化した場合の土壌からの二酸化炭素放出について、地域や土壌の深さによって違いが出てくることを示し、さらに放射性炭素 ^{14}Cの含有比を調べて土壌有機物がいつ生成したかを同定し、異なった画分の土壌有機物について分解しやすさ・しにくさの状態を推定することが可能であると報告しました。



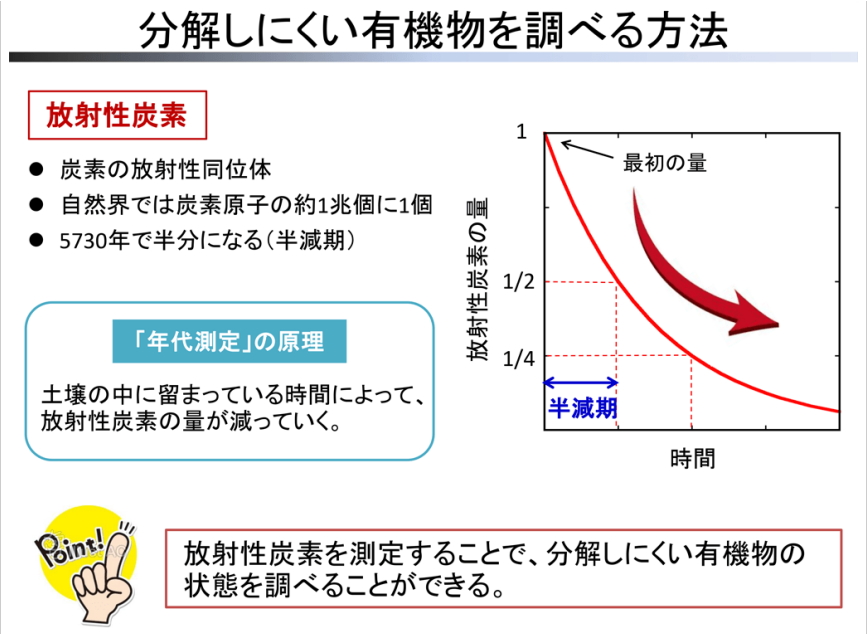


図9, 10, 11　小嵐氏の写真やデータを効果的に配して簡潔でわかりやすく解説されたスライド

4. アジアの森林研究フィールドの紹介

最後に、「アジアの様々な森林と野外研究」として、国立台湾大学の江博能准教授と中国科学院西双版納熱帯植物園の張一平氏からそれぞれ報告がありました。

台湾の研究林は1902年に東京帝国大学演習林として発足したものが受け継がれ、総面積32,778haの研究林として現在に至っています。今世紀に入りこの地に訪れる人が増え、2014年には約1.7億台湾元（日本円で約６億円）の収益（観光客の入場料等）を得ていると報告されました。日本の研究林とは違う運営になっており、興味深いものでした。

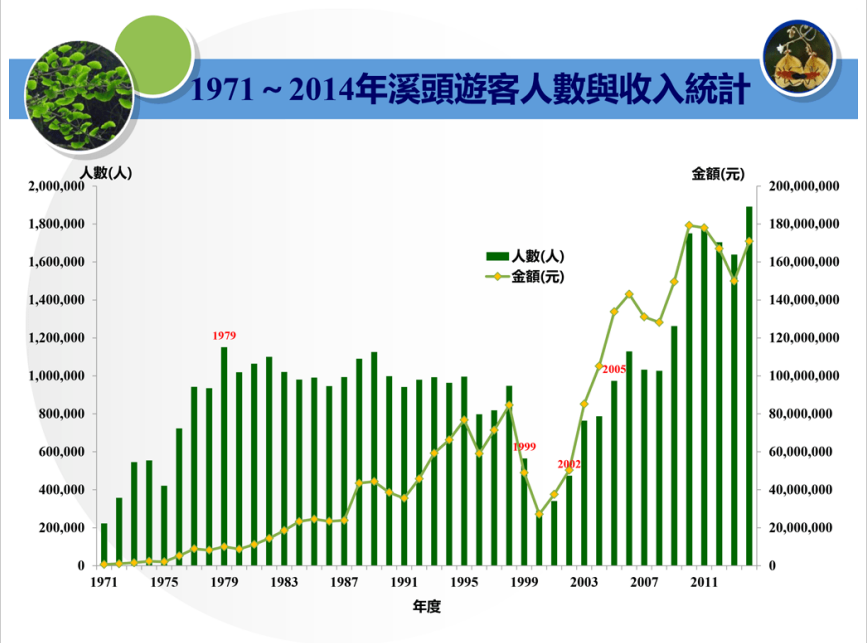


図12　台湾の研究林への観光客数と収益（スライドより）

そして中国から最新の研究機器を備えた、中国科学院西双版納熱帯植物園（面積1,125ha）が紹介され、標高3200mの地点で日本と同じチャンバーを使って土壌からの温室効果ガス吸排出に関する研究が行われていることが報告されました。

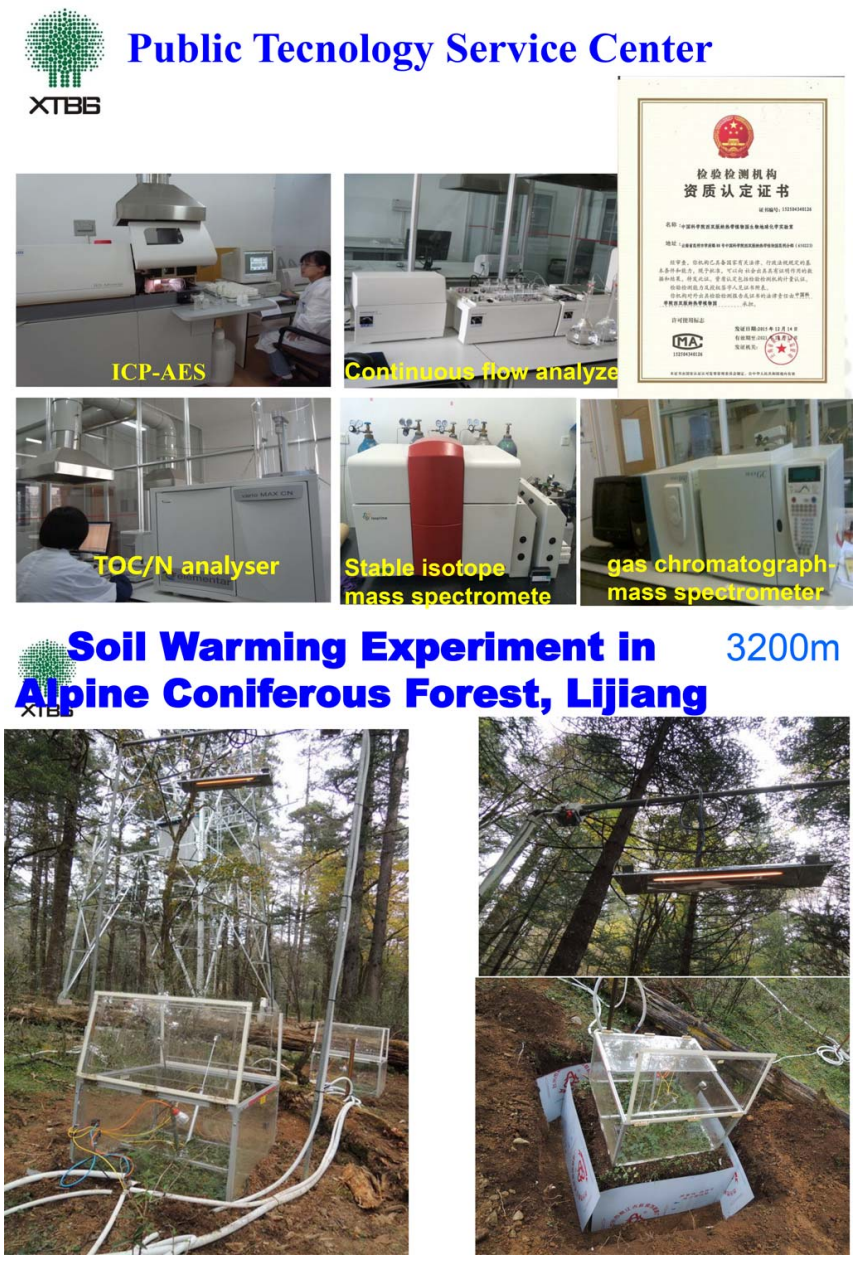


図13, 14　中国の研究林関連施設（上）と高山帯における土壌からの温室効果ガス吸排出に関する研究現場の様子（スライドより）。日本における研究で用いられているチャンバーと同じものが使われています

5. おわりに

最新の地球環境研究について非専門家の皆様にわかりやすくご紹介することは難しいのではと考えていましたが、研究者間のチームワークにより、非常に丁寧な工夫がなされ、シンポジウムは大成功でした。このようなやり方でさらに多くの一般の方々へ最先端の地球環境研究が解説されると良いと感じました。

2018年2月号 ［Vol.28 No.11］ 通巻第326号 201802_326003

「陸別観測施設設立20周年記念シンポジウムー宇宙から地球までー」報告

地球環境研究センター 主幹 **宮本哲治**

1. はじめに

陸別総合観測室が発足してから、2017年11月で20周年を迎えるのを記念して、名古屋大学宇宙地球環境研究所（以下、名大ISEE）、国立環境研究所（以下、NIES）、陸別町の共催で、11月8日～11月9日に、陸別町タウンホールにおいて、「陸別観測施設設立20周年記念シンポジウムー宇宙から地球までー」が開催された。陸別総合観測室は、1998年にオープンした、りくべつ宇宙地球科学館（通称：銀河の森天文台）の2階にあり、陸別総合観測室発足以前から、陸別町にオーロラ観測用分光計や可視分光計等を設置し観測を行っていた名大ISEEの陸別観測所と1997年に名古屋大学と北域成層圏研究に関する合意書に調印したNIESの陸別成層圏総合観測室の共同観測施設である。大別すると、名大ISEEはオーロラ・磁気嵐総合観測、NIESは過去にはオゾン総合観測、現在は温室効果ガス観測を行っているが、りくべつ宇宙地球科学館の建設、陸別観測所用スペースの提供を始め、名大ISEE、NIESの観測、研究は陸別町の支援、協力の下に行われている。

写真1　りくべつ宇宙地球科学館

写真2　陸別観測所の表札

2. シンポジウムのプログラム及び概要

シンポジウムのプログラムと概要を以下のとおり報告する。

11月8日（水）

挨拶
野尻秀隆 陸別町長
松下裕秀 名古屋大学理事
上出洋介 りくべつ宇宙地球科学館長
草野完也 名古屋大学宇宙地球環境研究所長

雪氷・気象
座長：長濱智生（名大ISEE）

- 招待講演 亀田貴雄（北見工大）「陸別町での雪氷分野の実験および最近の研究成果の紹介ー深層掘削機開発実験，南極雪上滑走路造成実験，日本一寒い町，陸別の実証ー」
- 招待講演 小西啓之（大阪教育大）「南極の降雪量を測るー陸別での降雪観測を利用してー」

レーダーI
座長：寺本万里子（名大ISEE）

- 招待講演 長妻努（NICT）「SuperDARN観測と宇宙天気」
- 講演 寺本万里子（名大ISEE）「北海道-陸別短波レーダーを用いたPi2地磁気脈動の研究〜あらせ衛星との共同観測にむけて〜」

大気I（温暖化関係）
座長：水野亮（名大ISEE）

- 招待講演 青木周司（東北大院理）「地球規模炭素循環に関する最近の研究成果について」
- 講演 森野勇（NIES）「衛星及び地上FTIRによる温室効果ガスの観測と陸別における成果」
- 講演 中根英昭（高知工科大）「環境データの新しい解析手法ー深層学習」
- 講演 広兼克憲（NIES）「国立環境研究所の研究成果の発信ー陸別での観測結果を中心としてー」
- 講演 長濱智生（名大ISEE）「陸別観測所FTIRによる成層圏・対流圏微量分子の長期変動研究」

電磁気圏

座長：塩川和夫（名大ISEE）

- 招待講演 Ioannis Daglis（U. Athens & 名大ISEE）「Storm-substorm relation and its connection to geospace energetic particles」
- 講演 塩川和夫（名大ISEE）「陸別観測所におけるオーロラ・大気光と磁場観測」
- 講演 土屋智（名大ISEE）「陸別・信楽の大気光画像を用いた中間圏・熱圏波動の水平位相速度分布の長期統計解析」
- 講演 大矢浩代（千葉大）「陸別観測所で観測された下部電離圏変動現象」
- 講演 村井崚（電通大）「陸別観測所におけるELF帯磁場観測」

11月9日（木）

レーダーII
座長：西谷望（名大ISEE）

- 講演 西谷望（名大ISEE）「SuperDARN北海道-陸別第一・第二HFレーダーによる電離圏プラズマ・超高層大気変動の研究」
- 講演 飯田剛平（名大ISEE）「陸別を含む大型短波レーダー網で観測される磁気圏急圧縮に伴う電離圏対流変動」
- 講演 張玉テイ（名大ISEE）「SuperDARN北海道-陸別短波レーダーによるサブオーロラ帯高速流の電気伝導度依存性（太陽天頂角）の研究」

大気II（成層圏関係）
座長：町田敏暢（NIES）

- 招待講演 塩谷雅人（京大RISH）「地球大気科学における地上観測と衛星観測」
- 講演 中島英彰（NIES）「陸別町でのFTIR観測の立ち上げとその後の歩み」
- 講演 水野亮（名大ISEE）「陸別におけるミリ波オゾン観測 20年間の紆余曲折」
- 講演 大山博史（NIES）「陸別観測所ミリ波分光放射計による成層圏・下部中間圏オゾンの観測」

まとめと将来展望
座長：水野亮、長濱智生（名大ISEE）

写真3　シンポジウムで挨拶する野尻陸別町長

開催にあたり、4名の方から挨拶があった。野尻陸別町長からは、「陸別出身の科学者が生まれること、陸別の観測施設から素晴らしい研究者が輩出されることを望んでいる」「科学の町とすべく陸別町のまちづくりを進めていく」等が述べられた。松下名古屋大学理事からは、「陸別観測所と陸別町の関係は、研究成果の発信、人材育成、社会貢

献の3つの点で他に類を見ないコラボレーションだと思っている」「この陸別町という恵まれた環境で将来の研究者の芽を育てることは重要だと思っている」等が述べられた。上出りくべつ宇宙地球科学館長からは、りくべつ宇宙地球科学館の設立までの思い出等が語られた。草野名大ISEE所長からは、陸別町の研究協力への感謝、イベントを開催した際の経験から感じられた人を育てる場としての陸別町の素晴らしさ等が述べられた。

講演では、講演者から熱のこもった研究内容、成果の説明があり、予定時間を超過する方もいた程であった。また、講演後は、参加者との間に活発な質疑応答が交わされた。筆者にとっては、セッション（大気I（温暖化関係））以外のセッションは、馴染みのない研究分野であり、また、理解の前提となる知識が不足していることから、研究内容、成果の概要を掴むに留まったが、ほとんどの研究において、陸別町が観測や実験に適した地であり、観測、実験場所の提供といった協力支援が研究成果につながっていることを認識した。

プログラムの終わりに、「まとめと将来展望」として、「次の30周年に向けて陸別町での観測関係者は何をしていけばよいか」という観点で参加者間の意見交換があり、「名大ISEE、NIESは観測を大事にし、データを愛情を持って見ていくという文化を継続し、協力していくことがこれからの10年も大切である」「現在、NIESはフーリエ変換分光計（FTS）による観測が主なミッションとなっているが、今後は総合的な大気の観測をテーマとすることも考えていく必要がある」「陸別での観測だけに留まらず、衛星観測分野など他の研究分野との連携も大切である」「長期間取ったデータをわかりやすく整備し、他の研究機関に活用してもらうことも考える必要がある」といった意見が出された。

3. おわりに

NIESの行政職である筆者は、陸別町で行われてきた観測、研究の理解を目的として本シンポジウムに参加させていただいた。既に述べたとおり、研究内容、成果は概要を掴むに留まったが、陸別町の支援、協力により、多くの研究成果が得られていることを認識した。これからの10年間も、名大ISEE、NIESと陸別町の他に類を見ないコラボレーションが継続され、さらに多くの研究成果が出され、将来、「陸別観測施設設立30周年記念シンポジウム」が盛大に開催されることを期待して、本稿を締め括りたいと思う。

2018年2月号 ［Vol.28 No.11］ 通巻第326号 201802_326004

池田市クールチョイス環境セミナー「2050年の天気予報」参加報告

地球環境研究センター 交流推進係 **広兼克憲**

1. はじめに

2017年11月4日（土）大阪府池田市において「池田市クールチョイス環境セミナー」が開催され、一般市民など90名の参加者がありました。その第一部では気象予報士の井田寛子さんと当研究所の江守正多気候変動リスク評価研究室長が「2050年の天気予報」をテーマにトークショーを行いました。実はこのトークショーは2016年5月に地球環境研究センターが企画・実施したものと同じコンセプトに基づいています（http://www.cger.nies.go.jp/ja/news/2016/160511.html）。私もこれに参加させていただきましたので、その結果をご報告させていただきます。

2. 科学者と気象予報士のトークショー

冒頭、2014年にNHKで制作された井田気象予報士と江守室長による約5分間のビデオが上映されました。

写真1　冒頭に井田気象予報士、江守室長の2名が出演したNHK制作の「2050年の天気予報」を上映

これは世界気象機関（WMO）が、国連気候変動サミット(2014年9月開催)に向け、各国に対し「2050年の天気予報」の制作を要請したことによりできたものです。ビデオでは、2050年9月時点では気候変動により猛暑日や真夏日が増え、熱中症による死者が50年前（2000年）から倍増したことからはじまり、日本の代表的風景であった秋の紅葉が、2050年はクリスマス付近になりそうだと予報しています。さらにスーパー台風上陸により大都市に壊滅的な被害が出る可能性やこれまでにない高潮リスクをリアルに予報しています。

改めてこのビデオを見ると、2016年につくば市で上映したときよりもさらに内容が現実味を帯びてきている気がしました。現に、2017年は九州北部の豪雨災害からはじまり史上最大規模の台風の上陸など空前の激しい気象現象が日本を襲ったからです。なお、このビデオはYouTubeなどの動画サイトで「2050年天気予報」と検索することによりご覧いただけます。

上映後はビデオに出演した2人が、実際に会場の皆様に語りかけました。井田気象予報士はビデオを踏まえ、既に地球温暖化に伴う異常気象は発生しており、2017年の九州北部の豪雨災害、2015年の関東・東北豪雨での常総市の水害等がこれまでにないような激しい雨の結果によるものであること、2016年は東北の太平洋側に昭和26年の統計開始以来「初めて」台風が上陸したことなどを説明しました。その上で、「大阪市のこれまでの最高気温記録は次のどれでしょう？」のようなクイズを出題し、具体的なイメージを共有できるように導いてくださいました。

写真2 井田気象予報士は会場に向けて3択のクイズ（熱中症の死亡者数は？）で問いかけました

江守室長はパリ協定の目標を達成するため、すなわち地球温暖化の影響を最小限に食い止めるためには、今世紀中に温室効果ガスの世界の排出を実質的にゼロにしなければならないことを説明しました。そしてそれを達成するためには、CO_2を出さないエネルギーを使えば良いのであって、エネルギーを使わないことが求められているのではないと補足し、実際、最近3年間は経済成長が続いているにも関わらず、これまで一貫して上昇してきた世界のCO_2排出量が増えていないというデータも示しました。これは再生可能エネルギーの普及を示唆するもので、このような対策をどう進めていくかが課題であるとしました。そして2050年に社会や環境がどのようになっているか、エネルギーがどうなっているのか、想像してみてほしいと会場に問いかけました。

3. パネルディスカッション

その後、倉田薫池田市長と「森のようちえん」代表の山口真由さん、そして関西大学の2名の学生さんが加わりパネルディスカッションが行われました。池田市では、3R推進の観点から設置されたエコミュージアムでのリユースショップ・リサイクルステーションの運営によって得たお金で太陽光発電施設を市内各地（4箇所）に導入した例が市長から紹介されました。市長は環境問題がすべての教育教科にまたがっていることから、さらに防災と環境、英語と環境を結びつけた環境教育を充実していきたいと述べました。続いて、「森のようちえん」代表の山口真由さんからは、デンマークで1950年頃から始まった、子どもを自然豊かな環境で育てようという理念をこの緑豊かな池田市でも実現するため、子どもたちが四季を感じながら暮らしや生活の知恵を伝承する活動が紹介されました。江守室長から「こういう環境で育つとどう違うのか」と質問があり、「子どもたち（3–5歳）は枝など自然物を使って遊ぶのが上手になり、創作活動に熱心で、自然に関して敏感です」との回答がありました。まもなく母親になられる井田さんからは「いいなと思う。小さい時に自然に触れることは大切。都心で子どもを育てる場合にはどうしたら良いのか」と質問があり、「便利なものは享受しながらやっていきたい。都会でも空を見たり、木を見たりして様々なことにお互い気づくことが大事なのでは」とのアドバイスがありました。そして、市長からは「井田さんには、ビル群の中ではなく、ぜひ自然豊かな池田市でお子さんを育ててほしい（笑）」とコメントがありました。

江守室長からこのような環境問題に関する対話の重要性に関連して、研究所が2016年に設置した「社会対話・協働推進オフィス」や新しく始めたSNSについても紹介がありました。

写真3 江守室長からは「研究所でもSNSを（いまごろ）はじめました」と、環境問題における対話の重要性をアピールしました

4. メッセージ

アットホームな雰囲気の中で、あっという間に時間が過ぎました。井田気象予報士から、自分は人に伝えるという仕事をしているから感じるが、このような話の内容はここだけで終わるのではなく、是非、家に帰って家族と話すとか、より多くの人に伝えてほしいと訴えました。江守室長からは、環境問題を考えるとき、人と協力することの重要性、いろいろな意見の人と話し合って答えを見つけようとすることも考えてほしいと述べました。

最後に2人はクールチョイス宣言としてフリップでメッセージを会場に示しました。

- 自然を増やし、災害を減らす（井田気象予報士）
- エネルギーのチョイス、社会のチョイス（江守室長）

写真4, 5　最後に井田気象予報士と江守室長らパネラーから会場へメッセージが発信されました

私たち環境問題の広報にかかわるものとして、世の中で起きていることに無関心にならず、みんなと話し合い、エネルギーも含めて「適切に選択」していくことなどにより、気候変動の影響も回避し、持続可能な社会を形成していけるのではと強く感じました。

2018年2月号 ［Vol.28 No.11］ 通巻第326号 201802_326005

【最近の研究成果】

南米南端域での成層圏オゾンの比較

～地上からのオゾン観測の空白域に寄与するリオ・ガジェゴス～

地球環境研究センター 地球大気化学研究室 主任研究員 **杉田考史**

南米南端域は人が住む最南端（緯度は南緯50度付近、図1）であり、南極オゾンホールに対する人々の関心がいまも高い。2009年には南半球の春において11月半ばを中心に20日間ほどオゾンホール由来の低オゾン全量とそれに伴う有害紫外線の増大が南米南端域で生じた（この地域での地上からのオゾン観測は限られている）。この現象はこれまでの観測史上初めてのことであった。この研究ではその期間に焦点をあててアルゼンチン、リオ・ガジェゴス（Río Gallegos; 南緯52度）で継続しているオゾンライダー（DIAL [1]）観測による成層圏オゾン濃度の高度分布を調べた。この結果をもとに国立環境研究所などが開発した化学輸送モデル（CTM [2]）の性能評価も行った。図2にDIALとCTMのオゾン高度分布の濃度差の比較を示す。同時期にリオ・ガジェゴス周辺で観測されたNASA/Aura MLS [3] による衛星センサからの結果も示す。DIALとMLSは気圧が6hPa（高度34km）から56hPa（高度19km）の範囲で□0.1ppmv（3%）以内で良く一致していることが分かった。一方DIALとCTMの比較からは気圧6–8hPa（高度32–34km）でCTMがDIALよりも5–8%低いことが分かった。また低高度で差が0.5ppmv以上となる原因の一つとして、互いの観測空気塊の方向の違いとオゾン濃度の水平分布の兼ね合いで説明できることも分かった。国際的な大気組成観測網であるNDACC [4] においても南半球中緯度の地上観測サイトは非常に限られており、リオ・ガジェゴスでの観測の整備・継続は今後も重要である。なおこの研究はSATREPS [5] の一課題 [6] のサポートを受けて実施された。

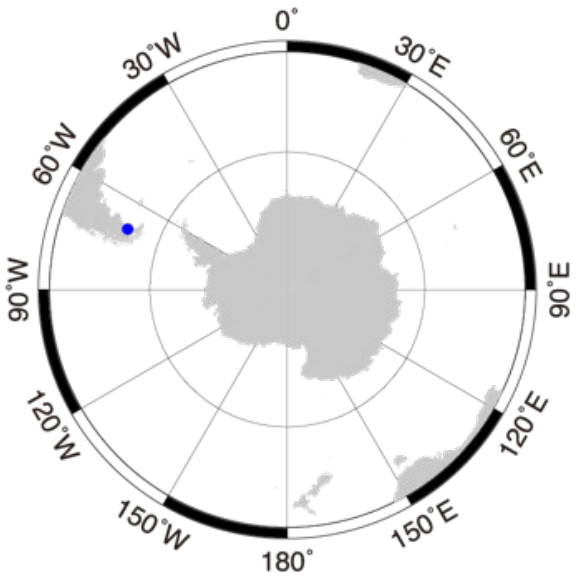


図1 青丸がアルゼンチン、リオ・ガジェゴスの位置（南緯52度、西経69度）。緯度の範囲は南緯30度から90度

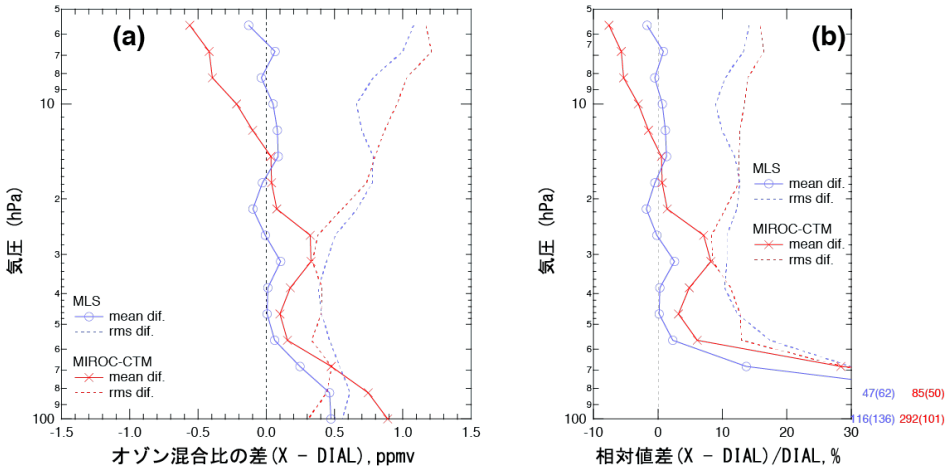


図2 オゾンライダーDIALと衛星センサMLS（青）および化学輸送モデル（赤）からのオゾン濃度の高度分布の差を示す。(a) は差の絶対値で (b) は相対値を示す。実線は差の平均値で点線は差のばらつきの指標として個々の差の二乗値の平均の平方根を示す

脚注

1. DIAL (DIfferential Absorption Lidar) 差分吸収法ライダー： ライダーはレーザーレーダーとも呼ばれ電波の代わりに光を使ったレーダーと言えます。オゾンによる吸収の有無に対応する2つ波長のレーザー光の差分からオゾン濃度の高度分布を測定します。
   参考：環境儀の記事 https://www.nies.go.jp/kanko/kankyogi/42/04-09.html
2. CTM (Chemical Transport Model) 化学輸送モデル： ここで用いたのは東京大学・国立環境研究所が開発した成層圏化学輸送モデルで、気候モデルMIROC (Model for Interdisciplinary Research on Climate) 3.2版に基づき、各種の成層圏光化学過程を導入し、緯度・経度方向に2.8度の水平分解能でオゾンをはじめ各種の成層圏微量成分濃度を計算します。
   参考：日本大気化学会ニュースレター第36号の記事 https://sites.google.com/site/jpsac2016aacr/
3. MLS (Microwave Limb Sounder) マイクロ波リムサウンダ： 大気周縁（人工衛星からの視線方向は大気に水平）からのミリ波・サブミリ波の放射スペクトルを分光測定し、オゾン等の濃度の高度分布を導出します。 https://mls.jpl.nasa.gov/
4. NDACC (Network for the Detection of Atmospheric Composition Change) 大気組成変化検出のためのネットワーク： http://www.ndsc.ncep.noaa.gov/
   詳しくは下記論文を参照。 https://doi.org/10.5194/acp-2017-402
5. SATREPS (Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development) 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム： http://www.jst.go.jp/global/
   国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）並びに国立研究開発法人日本医療研究開発機構（AMED）と独立行政法人国際協力機構（JICA）が共同で実施している、開発途上国の研究者が共同で研究を行う3〜5年間の研究プログラムです。地球規模課題の解決及び科学技術の向上に資すること、などをその目的として進められています。
6. 「南米における大気環境リスク管理システムの開発：2012年度開始」
   本課題の詳細は以下のURLです。 http://www.jst.go.jp/global/kadai/h2404_argentine.html

本研究の論文情報

Comparison of ozone profiles from DIAL, MLS, and chemical transport model simulations over Río Gallegos, Argentina, during the spring Antarctic vortex breakup, 2009.

著者： Sugita T., Akiyoshi H., Wolfram E., Salvador J., Ohyama H., Mizuno A.
掲載誌： Atmos. Meas. Tech., 10, 4947–4964, DOI: 10.5194/amt-10-4947-2017.