ISSN 0917-0820

地球環境研究センターニュース

独立行政法人 国立環境研究所

Center for Global Environmental Research

Vol. 24 No. 6

2013年（平成25年）9月号（通巻第274号）

【「どーなってるの地球温暖化！ココが知りたい生パネル」では多くの皆さまに議論に参加していただきました。（16、18 ページ参照）】

Contents

●定点カメラの連続撮影による高山生態系の融雪および植生の季節変化を検出する観測方法の開発
（山小屋との連携による高山生態系長期連続観測の実現） 2

●大気環境の長期モニタリングと炭素循環メカニズムの理解に向けて
－NDACC-IRWG/TCCON 合同国際会議報告－ 6

●アジア途上国の温室効果ガスインベントリ隔年報告への挑戦
「第 11 回アジアにおける温室効果ガスインベントリ整備に関するワークショップ」（WGIA11）の報告 9

●地球環境豆知識（21）：隔年更新報告書（Biennial Update Report：BUR） 12

●地球環境モニタリングステーションが取り持つ地域交流 14

●夏の大公開「来て、見て、納得、あなたもエコ博士」を開催しました 16

●どーなってるの地球温暖化！　ココが知りたい生パネル
－人類は地球温暖化を止めることができるのか－ 18

●地球環境豆知識（22）：シェールガス 23

●「空飛ぶ実験室」コントレイルプロジェクト、環境大臣賞を受賞！ 24

●オフィス活動紹介－国環研 GOSAT プロジェクトオフィス－
〇いよいよ観測５年目！となった温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」 25

●アクセスランキング 27

定点カメラの連続撮影による高山生態系の融雪および植生の季節変化を検出する観測方法の開発（山小屋との連携による高山生態系長期連続観測の実現）

地球環境研究センター陸域モニタリング推進室　高度技能専門員　井手 玲子
環境計測研究センター環境情報解析研究室　主任研究員　小熊 宏之

1. 背景

近年、温暖化の影響による高山植物の種類や生育場所、開花時期などのさまざまな変化が世界各地で報告されています（参考文献 1)。気候変動に関する政府間パネル（IPCC）においても気候変動に対する高山生態系の脆弱性が指摘され、長期的なモニタリングの必要性が世界的に認識されています。

ハイマツやライチョウなど貴重な動植物がみられる日本の中部山岳地域は、世界有数の豪雪地帯であり、気候変動による積雪量や融雪時期の変化は高山の生態系に影響を与えると考えられます。しかし、高山帯はその厳しい自然条件とアクセスの難しさから、これまで詳細なデータを広範囲で連続的に取得することが困難でした。従来の地上調査は、多大な労力を要するうえに調査地点や期間が限定されてしまいます。一方、人工衛星による観測では、広い地域を反復的に調査することができるものの、雲や霧の発生しやすい山岳地域では観測可能な日が多くありません。

これらの弱点を補う高分解能のモニタリング手法の一つとして、近年、デジタルカメラの利用が注目されています。多くの山小屋ではすでにインターネットを通して登山客に情報提供を行うライブカメラが設置されています。国立環境研究所では、山小屋との連携によりこれらの画像を有効利用し、世界に先駆けてリアルタイムで多地点から高山生態系のモニタリングを行っています（小熊宏之「観測現場から—北アルプス上高地周辺— ブロードバンド化が進む高山帯」地球環境研究センターニュース 2012 年 7 月号)。

本研究では高山生態系の経年変化の抽出とその要因の解明のため、定点カメラの連続撮影による時系列画像を用いて、融雪過程と植生の季節変化（フェノロジー、注 1 ）を定量的に検出する画像解析アルゴリズムを開発しました。

2. 研究方法

標高 3000m 級の山々が連なる北アルプスを研究対象とし、立山室堂山荘および NPO 法人北アルプスブロードバンドネットワーク（燕山荘、涸沢ヒュッテ、涸沢小屋および北穂高小屋）の協力の下、合計 5 か所の山小屋に設置されたカメラを利用し（図 1)、2008 年から 2011 年まで毎日 1 時間おきに撮影された画像を解析しました。画像は 30 万画素の JPEG 形式ファイルに保存されています。立山で

図 1　(a) 観測対象（撮影地点）: 立山（室堂山荘)、燕岳（燕山荘)、涸沢岳（涸沢ヒュッテ)、前穂高岳（涸沢小屋)、槍ヶ岳（北穂高小屋)、(b) 室堂山荘カメラ（Canon , EOS 5D Mark Ⅱ)、(c) 北穂高小屋カメラ（Victor, TK-S810)

は 2010 年から 2100 万画素の高解像一眼レフカメラを設置し、さらに詳細な観測を行っています。

融雪の検出は、画像に含まれる各画素の赤緑青の色を表す値（RGB 値）を元に、対象画素の積雪の有無を統計的に判別しました。植生の生育期間の推定には、各画素の RGB 値から植生の緑色の濃さを表す指標の一つである Green Ratio（GR: 注 2、参考文献 2）を算出し、植生の季節変化に伴う GR の増加率（減少率）から生育開始日（終了日）を推定しました。ここで生育期間とは、光合成活動の可能な期間と定義し、常緑性植物については融雪から秋の降雪まで、落葉性植物については開葉から落葉までの期間としました。

3. 研究成果

（1）融雪過程の定量的な把握

積雪の有無を自動的に判別するとともに、一部の誤判別の原因となる雲の影や霧の影響を除外した結果、積雪画素を精度よく検出し、対象領域中の積雪画素の割合の変化から融雪過程を表すことが可能になりました（図 2）。

その結果、融雪時期は地形の凹凸や斜面方位によって異なることがわかりました。また、立山と涸沢岳では 2009 年の融雪が 2008 年や 2010 年よりも早い傾向が見られましたが、他の 3 か所では明らかな年次間差は認められないなど、融雪過程を定量的に表すことにより、融雪の年変動や局地的な特徴を客観的に比較できるようになりました。

（2）植生の生育開始日等の分布

春から夏の画像中の各画素の GR の増加率から、立山における 2009 年と 2011 年の植生の生育開始日を面的に推定しました（図 3a, b）。図の赤い部分ほど早く、青い部分ほど遅く生育開始したことを表しています。

2011 年は 2009 年に比べて全体的に生育開始が遅く、8 月の残雪が多かったことがわかりました。時系列画像に見られるように（図 3c ～ j）、植生の生育は山頂付近や地形の盛り上がった部分のハイマ

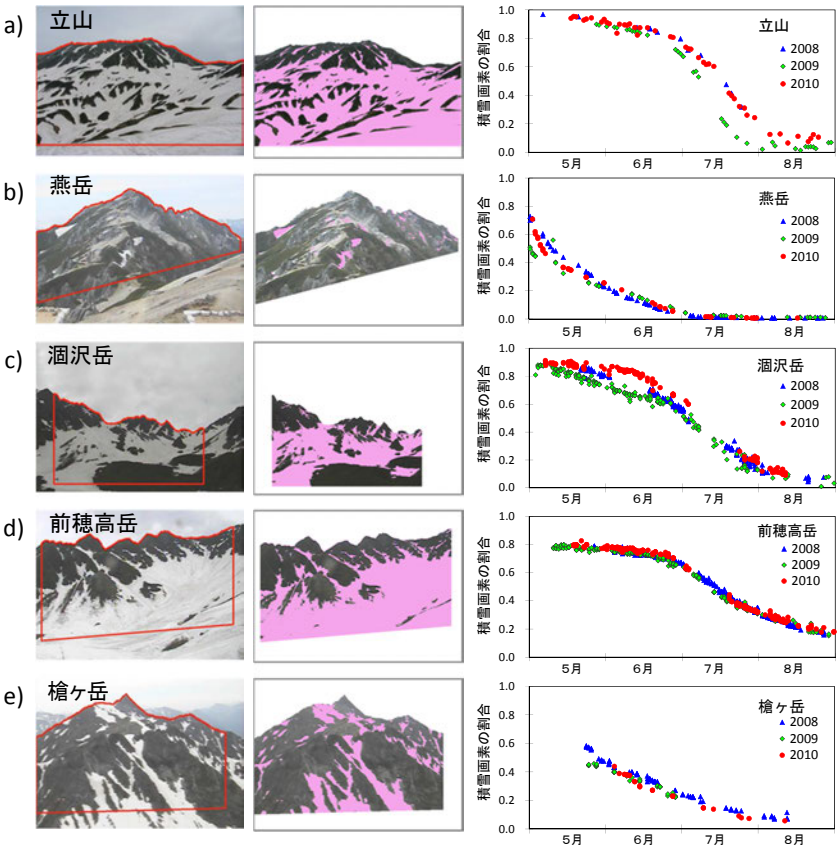


図 2　各地点において 6 月 30 日ごろに撮影された画像とその解析対象範囲（左、赤枠内）から検出された積雪画素（中央、ピンク色部分）、および積雪画素の割合の変化（右）。

ツ（図 3 の赤色部分）から始まり、次にその周辺の落葉性低木やササ（同黄）、続いて緩やかな斜面（同緑）から谷筋の草本類（同青）へと、雪融けに伴って徐々に進行する過程が明らかになりました。

同様に、秋の連続画像の各画素の GR の減少率から立山における 2011 年の生育終了日を推定し、その分布を示しました（図 4a）。

さらに、生育終了日と開始日の差から植生の生育期間を算出した結果（図 4d）、1 年間の生育期間は、主に雪融け時期の影響を受け、植物種の違いによって約 40 日から 120 日まで大きく異なることが判明しました。

4. 今後への期待

本研究では、膨大な量の画像から各画素の RGB 値を自動処理し、融雪過程と植生の生育期間の空間分布を植生の群落や種レベルという高解像度で示すことに初めて成功しました。カメラを利用したモニタリング手法により、従来に比べて格段に少ない労力で詳細なデータを高頻度に収集することが可能になりました。今後さらにカメラを増設し、観測地域の拡大を目指しています。

今回の研究結果からも明らかなように融雪やフェノロジーはその年や地点間で大きな変動を示すため、温暖化の影響を評価するためには長期間の観測が必要です。本研究で開発した方法は、多地点における複数年のデータを統一的な基準で客観的に比較し、その変化の検出に役立ちます。今後、現地調査による検証に加え、地理情報や気象情報を重ね合わせることにより、フェノロジーの挙動とその要因の解明など高山生態系の理解に貢献するものと期待されます。

撮影された画像は高山生態系のモニタリングに用いるほか、多くの方々に関心を持っていただけるよう、ウェブサイトから公開するなど情報提供を行っていく予定です。

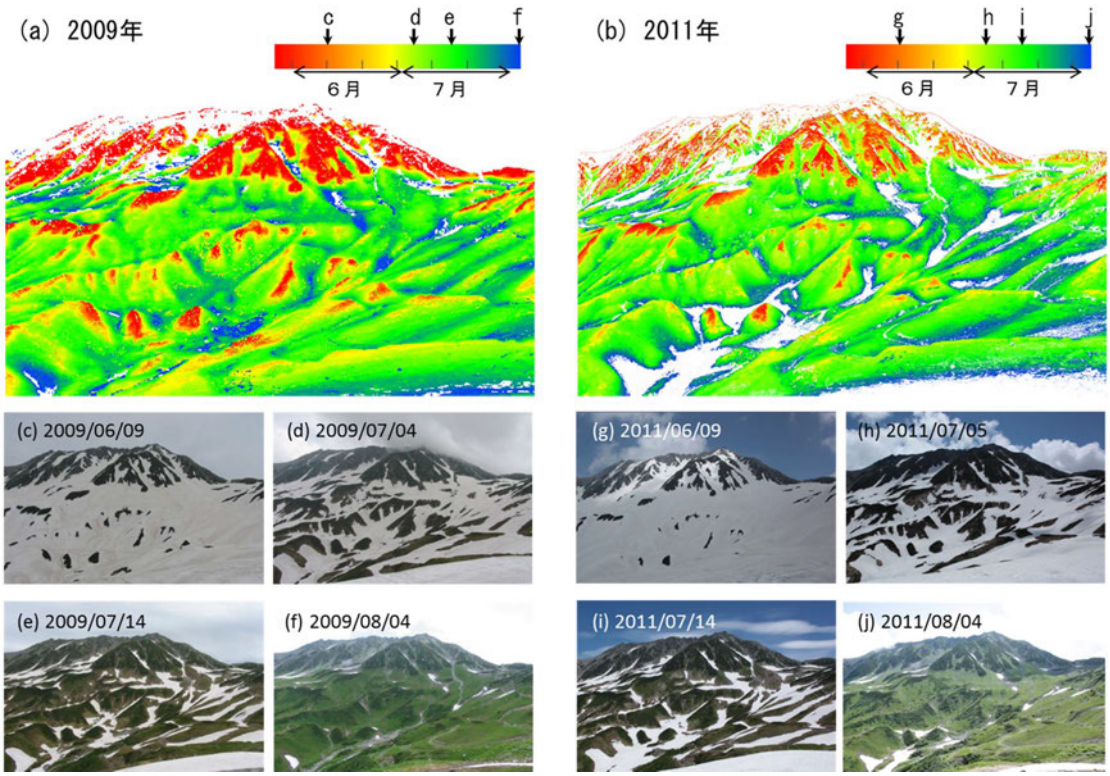


図 3　立山における（a）2009 年と（b）2011 年の生育開始日の空間分布（解析期間は 5/25 ～ 8/4）。（c ～ f）2009 年と（g ～ j）2011 年に撮影された画像。カラーバー上の記号はそれぞれの画像の撮影日を示す。

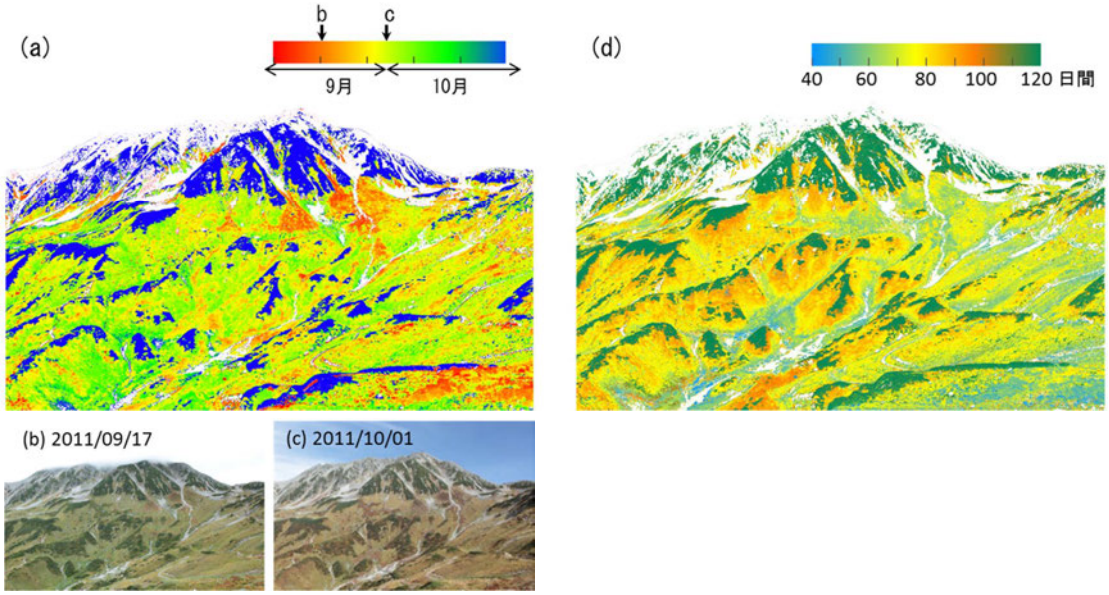


図 4　立山における 2011 年の（a）生育終了日と（b，c）撮影された画像。カラーバー上の記号は画像の撮影日を示す。（d）生育期間の空間分布

参考文献

（1）Walther G.R., Post E., Convey P., Menzel A., Parmesan C., Beebee T.J.C., Fromentin J.-M., Hoegh-Guldberg O., Bairlein F.（2002）Ecological responses to recent climate change. Nature, 416, 389–395.

（2）Ide R., Nakaji T., Motohka T., Oguma H.（2011）Advantages of visible-band spectral remote sensing at both satellite and near-surface scales for monitoring the seasonal dynamics of GPP in a Japanese larch forest. Journal of Agricultural Meteorology, 67（2）, 75-84.

この内容は、平成 25 年 7 月発行の「Ecological Informatics」に学術論文として掲載されるとともに、国立環境研究所から平成 25 年 6 月 28 日付で記者発表されました。

発表論文：Ide R., Oguma H.（2013）A cost-effective monitoring method using digital time-lapse cameras for detecting temporal and spatial variations of snowmelt and vegetation phenology in alpine ecosystems. Ecological Informatics, 16, 25-34, http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoinf.2013.04.003

記 者 発 表：http://www.nies.go.jp/whatsnew/2013/20130628/20130628.html

---

（注 1）フェノロジー : 生物の季節変化、およびその学問のこと。植物のフェノロジーは主に、開葉、開花、紅葉、落葉などの季節変化を指す。

（注 2）Green Ratio（GR）: GR ＝ G/（R + G + B）

大気環境の長期モニタリングと炭素循環メカニズムの理解に向けて
ーNDACC-IRWG/TCCON合同国際会議報告ー

地球環境研究センター　地球環境データベース推進室長　　中島 英彰
地球環境研究センター衛星観測研究室　主任研究員　　森 野　勇

国立環境研究所主催による標記の合同国際会議を、2013 年 6 月 10 日～ 14 日の 5 日間の日程で、北海道網走市にある「ホテル網走湖荘」で開催した。本合同国際会議には、世界各地の 15 か国・27 の研究・教育機関などから、合計で 58 名の参加者が参集した。

NDACC と は、Network for the Detection of Atmospheric Composition Change（大気組成変化モニタリングネットワーク）の略である。これは、地球の大気環境の長期変動を、さまざまなリモートセンシング手法など（後述のワーキンググループ名を参照）を用いて世界各地でモニタリングするという目的のため、1991 年 1 月に各国の大気関係の研究・教育機関が合同で立ち上げた組織である。現在では世界各地に 70 以上の高精度リモートセンシングなどの観測ステーションが展開されている。

NDACC はさらに下部組織である、いくつかのワーキンググループで構成されている。ワーキンググループには、ドブソン・ブリューワ分光器グループ、ライダーグループ、マイクロ波グループ、ゾンデグループ、衛星グループ、紫外・可視分光グループなどがあるが、その中の一つに IRWG（Infra-Red Working Group：赤外分光ワーキンググループ）がある。このグループは、主に地上設置型の高分解能 FTIR（Fourier-Transform Infrared Spectrometer：フーリエ変換赤外分光器）を観測手段としているグループである。世界各国に、北はカナダ・ユーレカ（80.0°N）から南は南極・アライバルハイツ（77.8°S）まで、現時点（2013 年）で 23 ヶ所の FTIR 装置を展開している。日本国内には、北海道の母子里（44.4°N）、陸別（43.5°N）、茨城県つくば（36.0°N）、あと南極昭和基地（69.0°S）に FTIR 装置を設置して観測を行っている。IRWG は、1992 年からほぼ年に 1 回のペースで、グループ会議を開催してきている。会議では、各観測サイトの現状に関する報告や、最近のトピックに関する話題、解析手法の改善法や、皆が共通で使える解析ソフトの紹介と配布などが行われてきた。この会議では、参加者全員が FTIR 観測や解析に関してはスペシャリストであり、通常の学会の場などでは難しいような、密度の高い情報交換が行われることが特徴である。この会議に出席しないと、FTIR 分野の最新の情報からは取り残されることから、各グループともできる限り最低 1 人は毎回人を送り込むようにしているようである。ちなみに、筆者の一人（中島）は 2002 年の米国・ボールダーでの第 10 回目の会議から参加している。

写真 1　網走湖を背景にした会議の参加者たち

参加者のバランスを考えて、毎年の会議は、当初はヨーロッパと北米が持ち回りのような形で開催されてきた。ところが最近は日本・オーストラリア・ニュージーランドからの参加者も増えてきたので、ローテーションの中に、「その他」ということで、日本、オーストラリア、ニュージーランドが入り込むようになり、最近では 2006 年につく

う一度日本で開催してほしいという要望が増えてきたので、通算第 21 回目の IRWG 国際会議を、日本の FTIR サイトの一つである陸別の近くの北海道網走市で開催することとした。

一方、TCCON（Total Carbon Column Observing Network：炭素カラム全量観測ネットワーク）は、2004 年に米国ウィスコンシン州 Park Falls に最初の FTIR が設置されて観測が開始され以来、現在、正式観測地点として 11 カ所、仮観測地点として 8 カ所、準備中 5 カ所の計 24 カ所に FTIR が展開されている。日本国内では、つくば（36.0°N）が正式観測地点、佐賀（33.2°N）が仮観測地点、陸別（43.5°N）が準備中の位置づけとなっている。TCCON はその観測データを炭素循環の理解に資することを目的として設立され、地球大気中の温室効果ガスである二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素等の大気微量成分の観測を行っている。TCCON の特徴は、炭素循環研究に必要な観測データの要求精度が非常に高いために、共通の観測装置を用いて共通の観測条件で観測が行われ、共通の解析手法を用いて大気微量成分データを導出し、導出されたデータは航空機観測で取得された高度分布データを用いて校正され、高精度なデータ（TCCON データ）として一般に公開している点である（https://tccon-wiki.caltech.edu）。TCCON データは、日本の GOSAT（温室効果ガス観測技術衛星）、アメリカの OCO-2（軌道上炭素観測衛星 2 号機、2014 年打ち上げ予定）等の衛星搭載リモートセンシング観測による温室効果ガスデータの不確かさを明らかにする検証のためには、無くてはならないデータとなっている。TCCON は、長い歴史を持つ NDACC-IRWG の観測手段、観測経験、研究で得た知見を基に設立されたため、TCCON と NDACC-IRWG の両方に深く関わりを持つ研究者が多く、互いに協力し合っている。このため、2 回目以降の TCCON 国際会議は NDACC-IRWG 国際会議に連続して開催されるようになった。今年は 8 回目である。もう一人の筆者（森野）は 2005 年のサンフランシスコでの第 1 回目の会議からほぼ毎回参加している。

今回は、前半の月・火曜日に NDACC-IRWG 国際会議、後半の木・金曜日に TCCON 国際会議を行った。真ん中の水曜日には大型バスをチャーターして、陸別観測室の見学会を開催した。陸別町の銀河の森天文台に併設された国立環境研究所陸別成層圏総合観測室と名古屋大学・太陽地球環境研究所陸別観測所では、1997 年から両者が合同で、成層圏大気や超高層大気に関する観測を行ってきている。ここには観測所設立当時から名古屋大学の FTIR 装置が設置され、成層圏大気微量成分の観測が継続されてきている。そのほかにも、国立環境研究所のミリ波分光装置（現在は、名古屋大学・太陽地球環境研究所に移管され運用されている）や紫外線観測装置などが設置され、成層圏大気の総合的な観測拠点となっている。この観測室に、最近 TCCON 用の FTIR が導入され、TCCON としての観測も近々開始される予定である。会議の参加者たちは、装置の見学を行った後、観測担当者にいろいろと質問をしていた。また併設されている銀河の森天文台の 115cm 望遠鏡「りくり」で、昼間の星や水星などを実際覗いたりもした。

IRWG 国際会議では、37 件の口頭発表と、9 件のポスター発表が行われた。それぞれの発表の詳しい内容の報告はここでは省略するが、興味深い結果が報告されたので 1 件だけ触れておきたい。それは、スイスの山岳観測点で観測された塩化水素（HCl）のトレンドに関する発表である。大気中の HCl は、メチルクロライドなど自然由来で発生するほかに、人為起源のフロンの分解によっても生成する。このフロンの分解で生じた塩素は、南極や北極でオゾンホールを引き起こすことから、1987 年以降モントリオール議定書によってその生

写真 2　陸別観測所の FTIR を見学する、会議の参加者たち。中央左手にあるのが、TCCON 用新 FTIR、右下で青いプチプチにおおわれているのが、従来の IRWG 用 FTIR

産が規制され、2000 年前後をピークに減少に転じていると思われていた。ところが、スイスでの FTIR 観測によると、2007 年ごろからまた増加に転じたことが発表された。その原因はまだ特定されていないが、可能性として考えられるのは、最近モントリオール議定書で発展途上国の冷媒が代替フロンに切り替えられる期限を迎えたために、大量のフロンが大気中に放出されているせいかもしれない。あるいは、温室効果ガスの増加など、気候変動に伴って、成層圏の子午面循環の強度が変化したためかもしれない。あるいはもっと別の要因によるものかもしれず、今後の研究による原因の解明が待たれるところである。

また、TCCON 国際会議では、30 件の口頭発表と 7 件のポスター発表が行われた。まず TCCON の過去・現在・未来を総括した後、TCCON データを用いた GOSAT や OCO-2 等の温室効果ガス衛星観測データ（衛星観測データ）の検証に関する発表があり、各観測地点の報告、TCCON における観測装置、データ解析法、データの校正法、データ配布方法等の技術的な発表と議論が行われた。さらに TCCON データを用いた炭素循環の解明に関する研究発表が行われた。TCCON データを用いた GOSAT データの検証に関するいくつかの研究成果により、TCCON データによる衛星観測データの検証として基本的な研究は既に終了したとの共通認識となっている。しかし現在の TCCON の観測地点は、衛星観測データの検証に重要な地点を十分に網羅出来ていないために、衛星観測データのさらなる高精度化のためには不十分であることが明らかとなっている。このため、これを改善できると見込まれる新たな地点に高分解能 FTIR を設置することが望まれているが、高分解能 FTIR は高価であるために地点数の大幅な増加は見込めない。そこで、TCCON コミュニティーでは、現在の TCCON の高精度なデータ質のままより安価でコンパクトな観測装置を開発することを目指している。また TCCON データを用いた研究対象は、炭素循環の解明だけでなく、都市域の温室効果ガス発生と大気汚染の解明にも広がりつつある。今後の技術的・研究的発展が楽しみである。

IRWG, TCCON いずれの会議でも、今回はディスカッションと質疑応答に十分な時間をかけて、大変密度の高い情報交換が行われた。プログラム等詳細は http://www.cger.nies.go.jp/conference/irwg_tccon_2013/ を参照されたい。なお、次回の会議は、ドイツのイエナで 2014 年 5 月に開催される予定である。

写真 3　バンケットでの旅館の浴衣をまとった参加者たち。英語でスピーチしているのは、水谷洋一網走市長

写真 4　TCCON 国際会議中の会場の様子

アジア途上国の温室効果ガスインベントリ隔年報告への挑戦「第 11 回アジアにおける温室効果ガスインベントリ整備に関するワークショップ」（WGIA11）の報告

球環境研究センター温室効果ガスインベントリオフィス　高度技能専門員　　小野 貴子

1. はじめに

アジアにおける温室効果ガスインベントリ整備に関するワークショップ（Workshop on Greenhouse Gas Inventories in Asia: WGIA）とは、環境省と国立環境研究所が、気候変動政策に関する日本の途上国支援活動の一つとして、アジア諸国の温室効果ガスインベントリの作成能力向上に資することを目的に 2003 年から毎年開催しているワークショップである。また、2008 年に開催された WGIA6 から「測定・報告・検証（Measurement, Reporting and Verification：MRV）可能な温室効果ガス排出削減活動」に関する途上国の能力向上支援のためのワークショップとしても位置付けられている。参加国は、カンボジア、中国、インド、インドネシア、韓国、ラオス、マレーシア、モンゴル、ミャンマー、フィリピン、シンガポール、タイ、ベトナムおよび日本の 14 か国である。

本ワークショップの第 11 回目である WGIA11 は、本年 7 月 5 日から 7 日の 3 日間にわたり、茨城県つくば市において開催され、シンガポールを除く 13 か国から温室効果ガスインベントリに関連する政策決定者、研究者および編纂者が参加した。また、国連気候変動枠組条約（United Nations Framework Convention on Climate Change：UNFCCC）事務局、気候変動に関する政府間パネル・インベントリタスクフォース・技術支援ユニット（Technical Support Unit of the IPCC Task Force on National Greenhouse Gas Inventories：IPCC/TFI/TSU）、アメリカ国際開発庁（the U.S. Agency for International Development：USAID）、豪州産業・イノベーション・気候変動・科学・研究・高等教育省（the Department of Industry, Innovation, Climate Change, Science, Research and Tertiary Education of the Australian Government：DIICSRTE）等の国際および海外関係機関、並びに日本の国内の関係機関からも多数の参加があり、総勢 116 名による活発な議論が行われた。

2. アジア途上国の温室効果ガスインベントリ隔年報告への挑戦

2011 年にダーバンで開催された UNFCCC の第 17 回締約国会議（Conference of the Parties on its seventeenth session：COP17）の下で、途上国が隔年更新報告書（Biennial Update Report：BUR）を 2 年に 1 度の頻度で COP に提出することが義務づけられた（BUR の詳細については地球環境豆知識参照）。インベントリはこの BUR の一部として位置づけられているため、今まで不定期にしかインベントリを作成していなかった途上国も、今後は定期的に作成しなければならない。

WGIA 参加国であるアジアの途上国各国も、現在 BUR 隔年報告に向けての準備を始動しつつある。しかしながら、定期的なインベントリ作成の経験が今までなかった途上国においては、インベントリの定期的な作成・更新のための知見や制度

写真 1　プレナリーセッション

が不足しているという問題がある。WGIA11 においては、WGIA 参加国の知見不足の状況の改善を支援するため、BUR の一部としてインベントリを定期的に作成するための情報の共有に焦点を当てて議論を行った。

3. WGIA11 の概要と結果

(1) 国別報告書（NC）および隔年更新報告書（BUR）の作成の進捗

本セッションでは、ミャンマーより昨年 UNFCCC に提出された第 1 回 NC の概要が、またモンゴルおよびベトナムから第 1 回の BUR の作成進捗状況が報告された。その報告後の議論において、今後隔年で定期的に BUR を作成するためには、予算確保の他、効率的なデータ収集等を実現するための国内制度の整備が急務であることが強調された。

（2）途上国の BUR 作成に関する COP 決定および国際支援について

COP17 において決定された BUR 報告のための UNFCCC ガイドライン に関して UNFCCC 事務局から説明があり、BUR 報告の義務内容の確認後、当該義務内容について活発な意見交換があった。特に、BUR におけるインベントリは国際的な協議および分析（international consultation and analysis：ICA）の活動を通じてその算定結果が検証されることになるが、途上国が COP へ提出していたインベントリは今まで国際的な検証を受けることがなかった。そのため参加国からは ICA がどのように運営されるのかに高い関心が寄せられた。

また、インベントリ作成のための IPCC のソフトウェアや排出係数データベースの有用性、並びに先進国のインベントリの国際審査に途上国の専門家が参加することが途上国自身のインベントリ編纂能力向上の視点から有益である点について認識が共有された。

（3）定期的な国家 GHG インベントリ作成のための国内制度について

インベントリを隔年の頻度で COP に提出するためには、インベントリ編纂の一連のプロセス（国内関係機関からの基礎データ収集、基礎データをもとにした GHG 排出・吸収量の算定、算定結果に対する国内関係行政機関による承認など）を定期的かつ円滑に実施することが必要であり、そのためには安定した国内組織間協力の仕組みが必要となってくる。途上国においては組織間協力の仕組みである国内制度（National System）は義務ではないが、本セッションで報告した韓国、マレーシア、タイは、途上国の中でも比較的整備が進んでいる国々であるため、参考情報を得ようとした参加者から、発表国の国内制度を構成する各組織の役割やそれぞれの組織の活動内容等に関する質問が相次いだ。結果として、WGIA 参加国はそれぞれの国における国内制度構築に有益な参考情報を共有することができた。

（4）インベントリと温暖化の緩和策との関係について

BUR ではインベントリの情報のみならず、当該国の温暖化の緩和策についても報告しなければならない。インベントリは国レベルの過去の温室効果ガス排出・吸収量を包括的に把握するものであるため、国レベルの緩和策を包括的に検討するための基礎データとして重要である。本セッションでは緩和策とインベントリの関係について議論がなされ、緩和策構築におけるインベントリの基礎データとしての重要性が再認識された。また、個々のプロジェクトレベルの削減努力を国家インベントリに反映していくためにも、排出量削減・吸収量増加に効果的な緩和策を国レベルで同定するためにも、行政組織間、国・地方間、およびインベントリ編纂担当・緩和策構築担当間で協働していく必要性が強調された。

（5）さまざまなレベルにおける算定・報告・検証（MRV）を支援するためのネットワークの強化について

MRV については、COP13 で決定されたバリ行動計画にこの用語が明記されて以来、その重要性および内容について議論が進められている。当該セッションでは、MRV の定義が、国レベルのインベントリ、途上国による適切な緩和行動（Nationally

Appropriate Mitigation Action：NAMA)、プロジェクトレベルのクリーン開発メカニズム（Clean Development Mechanism：CDM）や二国間オフセット・クレジット制度（Joint Crediting Mechanism：JCM）等、国レベルまたはプロジェクトレベルなどの文脈の違いによって異なり得ること、並びに異なるレベル間で情報を共有することが、さまざまなレベルの多様な MRV 手法を構築する上で効果的であることについて認識が共有された。

(6) 相互学習

相互学習セッションは、WGIA 参加国から 2 か国のペアを構成し、互いのインベントリの所定の分野に関して詳細に学習し意見交換を行うことによって、当該国のインベントリの改善を図ることを目的として WGIA9 から実施されている。WGIA11 においては、ラオスとタイがエネルギー分野で、中国とミャンマーが農業分野で、マレーシアとベトナムが廃棄物分野でそれぞれ相互学習を行った。

本セッションにおいて、相互学習を通じて得られた知見は各国のインベントリ改善に還元される有益なものであることが再認識され、今後の WGIA においても相互学習を継続的に実施することが合意された。また、相互学習セッション参加国がこれら改善効果を、将来の WGIA のプレナリーセッションにおいて報告することが提案された。

4. おわりに

本会合の議論を通じて、BUR およびその一部であるインベントリを隔年で作成・報告するための制度を構築する上で有益な参考情報を、WGIA 参加国と共有することができた。また、インベントリは途上国の NAMA を国全体の状況を鑑みて計画し、かつ実施状況の結果を国レベルで検証する際に、その計画および検証の基盤となるデータを提供するという重要な役割を果たすことが、本会合の議論を通じて再確認された。そして、その計画および検証をより効果的にするために、行政組織間、国・地方間、およびインベントリ編纂担当・緩和策構築担当間で協働していく必要性が強調された。

結果として、本会合を通じて WGIA 参加国間のネットワークのさらなる強化が図られた。会合三日目の午後にまとめと総括が行われ、WGIA 活動を今後も継続することが確認された。WGIA11 の詳細は、http://www-gio.nies.go.jp/wgia/wgiaindex-j.html で公開される予定である。

（注 1）UNFCCC biennial update reporting guidelines for Parties not included in Annex I to the Convention（Annex III of Decision 2/CP.17［FCCC/CP/2011/9/Add.1］）.

写真 2　相互学習（エネルギー分野）

ちきゅうかんきょう マメ知識

～ 地球環境豆知識 (21) ～

隔年更新報告書 (Biennial Update Report：BUR)

隔年更新報告書（Biennial Update Report：BUR）とは、国連気候変動枠組条約（United Nations Framework Convention on Climate Change：UNFCCC）に加盟している開発途上国が、2 年に 1 回の頻度で UNFCCC の下での締約国会議（Conference of the Parties：COP）に提出しなければならない報告書です。この報告義務は、2011 年にダーバンで開催された第 17 回の COP（COP17）の決定 2 で定められました。第 1 回の BUR については 2014 年 12 月までに COP に提出すべきとされています。BUR に含める情報は以下の通りです。

・国内事情、および継続的な国別報告書（National Communication：NC）の作成に関連した制度的取り決めについての情報、

・人為起源の温室効果ガス（GHG）排出・吸収量についての国家インベントリ、

・気候変動を緩和するための行動およびその効果についての情報、

・気候変動対策に関して財政、技術および能力向上に必要な事項、および受領している支援についての情報、

・BUR の作成および提出を可能にするために受領している支援のレベルについての情報、

・国内的な測定・報告・検証（Measurement, Reporting and Verification：MRV）についての情報、

・その他当該国が条約の目的達成に関連していると考え、かつ BUR に含めるにふさわしいとみなした情報。

UNFCCC に加盟している全締約国は、UNFCCC の第 4 条 1 および第 12 条に基づき、自国の GHG 排出・吸収量および気候変動政策に関する情報を COP に提出する義務を負っています。この規定に基づいて全締約国からそれぞれ COP に提出されるものが NC です。また、条約発効から時を経て、かつ COP での協議が深まるにつれ、第 12 条に列挙されている提出すべき情報をより詳細により頻繁に提出することが要求されるようになりました。ただし、この義務に基づいて報告しなければならない情報量と報告頻度は先進国と途上国で異なっています。

表 1　条約締約国である先進国と途上国が COP に提出しなければならない報告書

	提出しなければならない報告書	頻度
先進国	国別報告書（National Communication：NC）	4 年に 1 度
	隔年報告書（Biennial Report：BR）	2 年に 1 度
	国家温室効果ガスインベントリ	毎年
途上国	N C	4 年に 1 度（推奨）
	隔年更新報告書（Biennial Update Report：BUR）	2 年に 1 度

途上国は、先進国ほどの頻度および情報量で自国の GHG 排出・吸収量および気候変動政策に関する情報を COP に提出する義務を負っていませんが、それでも今後は以前より頻繁かつ詳細に情報を提出することが必要になりました。例えば温室効果ガスインベントリに関しては、COP17 の決定 2 で BUR における報告事項の一つとしてインベントリの定期的な提出の義務が課せられる前までは、途上国はインベントリを NC の一部として不定期に COP に提出していました。その頻度は途上国各国の国内事情によってさまざまですが、平均的には 10 年に 1 度程度の頻度でした。提出については、現在までに第 2 回の NC を提出している国が一番多い状況にあります。しかしながら途上国は今後 NC に加えて、2 年に 1 度の頻度で BUR を COP に提出する義務を負うことになり、その義務化に伴い BUR の一部であるインベントリも 2 年に 1 度のタイミングで更新し COP に提出しなければならなくなりました。また、今まで不定期に提出していた NC についても、カンクンで行われた COP16 の決定 1 によって 4 年に 1 度提出することが強く推奨されることになりました。

上述の内容を含んだ BUR を隔年の頻度で定期的に COP に提出するためには、報告書提出までの一連のプロセス（国内関係機関からの情報収集、情報を基にした報告書の編纂、編纂した報告書の内容に対する国内関係行政機関による承認、承認された報告書の COP への提出、など）を定期的かつ円滑に実施することが必要であり、その実施のためには各途上国において安定した国内組織間協力の仕組みを構築することが必要となってきます。

【参考ウェブサイト】

国連気候変動枠組条隔年更新報告書
https://unfccc.int/national_reports/non-annex_i_natcom/items/2716.php

畠中エルザ・玉井暁大「気候変動枠組条約第 17 回締約国会議（COP17）および京都議定書第 7 回締約国会合（CMP7）報告　政府代表団メンバーからの報告：温暖化国際交渉の次なるフェーズへ」地球環境研究センターニュース 2012 年 2 月号

（小野 貴子）

＊地球環境豆知識は地球環境研究センターウェブサイト（http://www.cger.nies.go.jp/publications/news/series/mame-chishiki.html）にまとめて掲載しています。

地球環境モニタリングステーションが取り持つ地域交流

企画部　広報室長　　小口 馨

北海道根室振興局・根室市の主催によるエコスクールが7月4日に開催されました。国立環境研究所地球環境研究センターは根室振興局の要請により、地元貢献の一環として1998年より参加しています。おもな対象は落石および落石近傍地区の小学校5，6年生で、落石小学校と、昆布盛小学校および海星小学校にて、交互に開催されています。

今回は、根室市立落石小学校の5，6年生11人が元気よく参加しました。

今年のエコスクールは、国内2か所の地球環境モニタリングステーションの設置地域の交流を図る観点から、落石小学校と波照間小中学校によるネット交流会とステーション見学会を予定していましたが、当日は、あいにくの雨で見学会は中止となり、地球温暖化についての授業となりました。

開校式のあと、地球環境モニタリングステーションについて、町田大気・海洋モニタリング推進室長より人為的な影響を無視できる大気の高精度・自動無人観測を目指して、落石岬、波照間に設置したこと、両地域が日本および世界の温室効果ガス観測の重要な地域であることを説明しました。小学生たちは、自分たちの地域に誇りを持つとともに、その重要性を理解してくれたものと思います。

続いて、落石小学校と波照間小学校とのネット交流会を実施しました。交流会の開催に至った発端は、3年ほど前に地球環境モニタリングステーション－波照間－（以下「波照間ステーション」という。）の現地管理人を地球環境モニタリングステーション－落石岬－（以下「落石岬ステーション」という。）へ案内したときに、現地管理人同士が意気投合し交流を始められたことによります。そしてすばらしいことに、現地管理人同士の交流から、地元の小学校を介した地域の交流に発展したのです。交流会では、波照間小中学校と落石小学校双方から学校紹介、地域紹介等が行われました。地域紹介では、気温の話題が出て、交流時の落石小学校の気温が13℃であったのに、波照間の気温は31℃で、年間平均気温が22℃という説明に落石の一同は驚いていました。また、お互いにクイズを出し合い、それぞれの地域特性を楽しく理解し合うよい機会がもてました。日本は南北に長く、多様な文化、気候、生態系があることを理解することができたことでしょう。

一方、波照間小中学校では、5，6年生が6人しかいなかったこともあり、交流会には3，4年生も参加しました。波照間小中学校は、日本最南端の

写真1　波照間小学校と交信が開通した時の落石小学校の様子

写真2　落石小学校の説明に興味深く耳をかたむける波照間小中学校の子供たち

小中学校ということで全国各地からこのような交流の申し込みが多くあるそうで、生徒も先生も手慣れた様子でした。

交流が始まり落石小学校の生徒が画面に映ると、「なぜジャージを着ているのだろうか？」と、落石との気温差について実感できないでいるようでした。生徒たちはどの話題にも興味深げに画面を見ていましたが、中でも、根室市の納沙布岬にある北方領土返還を祈願したモニュメント「四島のかけ橋」の「祈りの火」が波照間島で採火されたものだという話には驚いていました。交流会に参加した生徒たちの多くは、地球温暖化問題についてまだ学習していませんでしたが、昨秋の波照間ステーション20周年記念イベントでの一般公開に参加した生徒もおり、この交流をきっかけに波照間ステーションや地球環境問題への関心が高まったことと思います。

引き続き、根室市在住の北海道地球温暖化防止活動推進員の千葉精一さんが温暖化、循環型社会について授業を行いました。地球儀にラップをかけることで、地球温暖化のメカニズムをわかりやすく説明していただきました。

最後に、町田室長が、二酸化炭素（CO_2）の季節変動は植物の光合成活動や呼吸活動の季節による違いに由来するため、一年中温暖な波照間に比べて冬に雪に閉ざされる落石ステーションの方が季節変動が大きくなるという説明を行いました。また、植物の葉が大きくなることは、光合成が活発に行われ大気中のCO_2を植物が取り込み、蓄えることを意味しており、そのため大気中のCO_2が減少するとの説明に、皆うなずいていました。CO_2の動きを植物の成長に例えることで可視化することができ、地球温暖化を身近に感じてもらえたことでしょう。

以上のように、モニタリングステーションを通じて、国立環境研究所と地域の小学校、地球環境モニタリングスターション設置地域の交流が行われたことは、国立環境研究所の事業を理解いただくとともに、地域の多くの方々に環境問題に興味を持っていただく大変有意義な機会であったと思います。

写真3　町田室長、千葉さんによる地球環境の授業風景

夏の大公開
「来て、見て、納得、あなたもエコ博士」を開催しました

地球環境研究センター地球環境データベース推進室　主任研究員
（国立環境研究所　一般公開実行委員）　白井 知子

2013 年 7 月 20 日（土）に、恒例の国立環境研究所「夏の大公開」を開催しました。例年、暑い時期の開催のため、熱中症対策に気を遣うのですが、今年は、狙いすましたかのように涼しい一日となりました。天候に恵まれたことも幸いして、昨年度を上回る 4,440 名もの方々にお越しいただくことができました。地球温暖化研究棟では、子供から大人まで幅広い年齢層の方々に、地球温暖化について、わかりやすくお伝えするための企画に工夫をこらしました。特に今年は、会場参加型のパネルディスカッションを行ったり、展示でも来所者の皆様に実際に手で触れ目で確かめて頂くことに力を入れました。子供向け企画も人気で、途中で景品が足りなくなるほどでした。行った主な企画は以下の通りです。

「どーなってるの地球温暖化！ココが知りたい生パネル」

これまでの地球温暖化に関する講演会を発展させ、来場者の皆さんとより活発な議論が可能なパネルディスカッション形式を試みました。地球環境研究センターと社会環境システム研究センターからパネリスト 4 名とコーディネーター 1 名が参加しました。来場者には、○×の意思表示をして頂く手作りのボードが配られ、パネリストが質問をした際、それを使って答えて頂きました。小学生からも積極的に質問が出るなど、会場が一体となって地球温暖化問題の「今」について考え、開始から終了後まで議論の絶えない印象的な企画となりました。詳細は 18 ページで紹介します。

潜入！実験室ツアー「世界の空気はここで測る」

普段は公開していない地球温暖化研究棟の内部（実験室、観測室、データ処理装置等）を特別に公開するラボツアーを毎年行っています。今年は、気体が赤外光を吸収する原理を利用した、地球大気中の温室効果ガス濃度を観測する「大型フーリエ変換分光計」観測装置をお見せしました。実際に、観測された光の信号の強弱が、ガラスセル中の温室効果ガスの濃度と対応していることを見て頂くことで、GOSAT などの衛星観測に応用されている分光リモートセンシング（遠隔計測）の原理を参加者に実感して頂きました。途中、GOSAT 専用のデータ処理装置も紹介しましたが、立ち並ぶ計算機に思わず写真を撮る参加者も見られました。

地球環境モニタリング「海で測る」「空から測る」「宇宙から測る」「植物や土壌による CO_2 の吸収・排出」

地球環境研究センターでは、地球温暖化をはじめとした地球環境問題に関するさまざまな分野において、国際的に連携しつつ継続的なモニタリングを実施しています。それらの対象は、大気・海洋、および生物圏などの地球環境全般に及んでおり、船舶を使って海から、航空機を使って空から、また人工衛星を使って宇宙から、と地上ステーション以外にもさまざまなプラットフォームを利用して、温室効果ガス濃度などの測定を行っています。特に今年は、平成 25 年度 環境賞（優秀賞ならびに最高位の環境大臣賞）を受賞したことを記念して、航空機による大気観測プロジェクト「CONTRAIL」の展示をより充実させました。また、チャンバーを用いて、植物の光合成・呼吸による二酸化炭素（CO_2）濃度の変化を見る実験もありました。展示にお立ち寄りくださった多くの方に、実際に測定機器やデータをご覧になって頂き、日々変化する地球環境の現状を把握するための観測の重要性を実感して頂けたと思います。

温暖化影響モニタリング「サンゴが知らせる海の温暖化」

海水温の上昇によって海の生物が変化しており、

その実態の把握と、今後の水温上昇に対する応答予測が必要とされています。展示では、沢山の種類のサンゴの実物を手で持ったり、顕微鏡で構造を確認したりしながら、地球温暖化が生態系に及ぼす影響について考えて頂きました。

地球温暖化を予測する

温暖化予測チームでは、Flash を使った温暖化クイズと気候モデルの空間解像度向上を実感するレゴブロックの展示を行いました。温暖化クイズはネコのイラストがかわいい「おこさま編」とひねりのきいた問題が並んだ「おとな編」があり、順番待ちができるほどの人気でした。レゴブロックの展示は、ここ 10 年ほどで気候モデルの解像度がどれくらい向上したかを実感していただくためのもので、最新の約 50km 解像度と昔の 300km 解像度で、日本列島の見え方や標高分布が大きく変わり、より詳細な計算ができるようになっていることをお伝えできました。

日本とアジアの CO_2「排出量はどれくらい？」

日本全体から排出される温室効果ガスを推計している温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）では、世界の国々や日本で排出される CO_2 排出量を、子供から大人までわかりやすいようにタワーで立体的に表現しました。多くの人が興味を持って立ち止まり、アメリカや中国のタワーの高さ、中国の近年の排出量の伸び等に驚いていました。また、日本の温室効果ガス排出量の今後についての質問もあり、関心の高さがうかがえました。

写真 1　地球環境研究センターの入り口で参加者を出迎えたグリーンカーテン。今年はゴーヤー、フウセンカズラの他に、パッションフルーツやニューメロンなど珍しい植物も実を付け始めており、興味深く立ち止まる人も多かったようです。

パネルで探検クイズ／地球環境ぱらぱらマンガ喫茶／挑戦！折り紙手品！／紫外線かるた大会

今回のクイズのテーマは「空から測る！」。受付で解答用紙を受け取り、展示を回って、航空機観測に関するクイズに回答すると、CGER オリジナルハンカチがもらえる、ということで、訪れたほとんどの子供が参加してハンカチを獲得してくれました。また、「地球環境ぱらぱらマンガ喫茶」として、一室を子供用企画に開放し、ぱらぱらマンガや折り紙手品をじっくり楽しめるようにしました。折り紙手品は一瞬でパッと図柄が変わるのが子供たちに受けていました。その一角で、『太陽と紫外線かるた』の大会が行われ、子どもたちがカルタ取りをしながら紫外線の健康影響や防御方法について学んでいました。

自転車 de 発電

毎年、行列ができるほど人気のあるこの企画は、自転車をこぐエネルギーを電気のエネルギーに変えて、いろいろな電化製品を動かしてみる、というものです。大人用と子供用の自転車を用意して、多くの皆さんに楽しんでいただけました。日頃、何気なく使っている電化製品も、相当がんばって自転車を漕がなければ使えないことに改めて驚く人も少なくありませんでした。

写真 2 「潜入！実験室ツアー」の風景。光源である太陽からの光が大型フーリエ変換分光計（FTS）に誘導される光の流れを説明しているところ。この後、説明者の前の台の上のガラスセル中の温室効果ガス濃度を変えるとモニターに映し出される吸収スペクトル（光の信号）の形が変わってゆく様子を見て頂きました。

どーなってるの地球温暖化！　ココが知りたい生パネル
ー人類は地球温暖化を止めることができるのかー

地球環境研究センター交流推進係　高度技能専門員　　今井 敦子

7月20日（土）に行われた国立環境研究所夏の大公開において、地球環境研究センターと社会環境システム研究センターは、地球温暖化問題に関するパネルディスカッションを開催しました。ここでは、その様子を紹介します。

向井（地球環境研究センター長）：最近記録的な猛暑やゲリラ豪雨などが以前より多く報告されているにもかかわらず、東日本大震災以降、地球温暖化についての議論が聞かれなくなっています。しかし、二酸化炭素（CO_2）の大気中濃度は確実に増加してきており、原子力や再生可能エネルギーの問題は地球温暖化問題と直結しています。この夏の公開イベントでは、一般の方々から事前に寄せられた地球温暖化問題に関する疑問点なども踏まえ、研究者が直接問いかけ、地球温暖化問題の今について考えていきたいので、会場の皆さまそしてパネラーの皆さま熱い議論をよろしくお願いします。

江守：今から4、5年くらい前地球温暖化問題はブームでしたが、最近地球温暖化の話はあまり聞かれなくなりました。まず、会場のみなさんがこの問題をどういうふうに思っているのかをうかがってみたいと思います。

モデレータ：**江守正多**（地球環境研究センター気候変動リスク評価研究室長）
【専門】地球温暖化リスク論

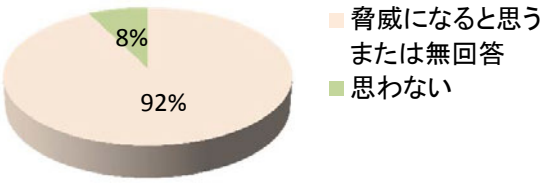
パネリスト：**三枝信子**（地球環境研究センター副センター長）
【専門】地球環境観測

小倉知夫（地球環境研究センター気候モデリング・解析研究室主任研究員）
【専門】気候変動予測

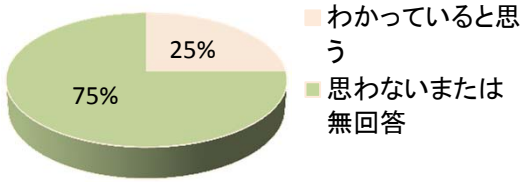
亀山康子（社会環境システム研究センター　持続可能社会システム研究室長）
【専門】国際環境政策

藤野純一（社会環境システム研究センター持続可能社会システム研究室主任研究員）
【専門】低炭素社会構築

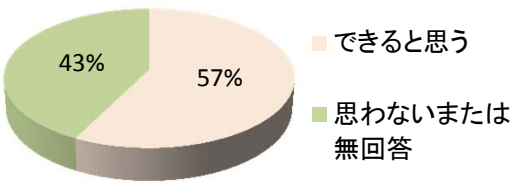
問2　地球温暖化が進むと人類にとって深刻な脅威になると思いますか？



問1　地球温暖化は科学的によくわかっていると思いますか？



問3　人類は地球温暖化を止めることができると思いますか？



今の答えを踏まえまして今日の客層がわかりました。次に 4 人のパネリストが自己紹介を兼ねたプレゼンテーションとクイズを行います。

三枝：国立環境研究所では、地球温暖化に関して非常に重要な役割を担っている温室効果ガス、とくに CO_2 の濃度やその収支を大気や海や森で観測しています。私は森林炭素収支モニタリングを担当しています。森林は、葉がついている夏季に CO_2 をたくさん吸収し、葉が枯れてしまう冬に放出するという季節的な変化を示します。

【クイズ 1】地球の表面の 7 割は海、3 割は陸です。人間活動によって放出された CO_2 の半分以上は森林が吸収してくれている？（答えは 22 ページ）

小倉：私は地球温暖化の予測について研究しています。地表面気温は、20 世紀後半からはっきりと上昇しています。これは、ほとんどは人間活動による温室効果ガス増加からもたらされた可能性が非常に高い（IPCC 第 4 次評価報告書 , 2007 年）と結論づけられています。大気海洋の内部変動等により温暖化の一時的な抑制・加速があり得るのですが、温室効果ガスの排出増加により今後も気温は上昇する見込みです。

【クイズ 2】つくばが将来 2℃温暖化すると、いまの名古屋と同じくらいの平均気温になる？（答えは 22 ページ）

亀山：国立環境研究所では温暖化を抑制するための対策について研究しています。CO_2 排出量は確実に上昇しています。気候変動枠組条約でどうやったら各国が CO_2 やその他の温室効果ガスを削減できるかを話し合っていますが、なかなか合意できません。理由の一つは衡平性です。世界各国に求める義務の間で釣り合いがとれていると納得できる合意ができるかが今後の課題です。

【クイズ 3】衡平性をはかる一つの指標が一人当たりの排出量です。日本の現在（2010 年時点）の一人当たりの CO_2 排出量は、世界平均の 2 倍より少ない？（答えは 22 ページ）

藤野：私は 2004 年から低炭素社会シナリオづくりを進めています。私たちが使うエネルギーは、石炭、石油、天然ガス、原子力、再生可能エネルギーから供給されています。低炭素社会を実現するためには、①省エネルギー、②再生可能エネルギー、③化石燃料の効率的な使用、④安全な原子力の利用の 4 本の矢が重要です。

【クイズ 4】震災が起こる前の 2010 年度の一年間、日本で使われていたエネルギーの 20％以上は原子力発電によって供給されていた？（答えは 22 ページ）

さらなる温暖化を遅らせて負の影響を減らすためには

江守：このパネルディスカッションを企画したときに、ウェブサイト等をとおして研究所内外の方から温暖化に関する質問を募集しました。いろいろな質問をいただき、ありがとうございました。ただ、本日はこの質問に一つひとつお答えしても会場のみなさんが満足するのかわからないので、別の方法で進めさせていただきます。最初に私がした質問のなかで、問 3　人類は地球温暖化を止めることができると思いますか？　について、とらえ方の違いはあると思いますが、会場のみなさんのお答えはほぼ半々でした。そこで、この問題についてパネリストはどう考えているかを聞いてみたいと思います。

三枝：人類が絶滅するほどの地球温暖化の影響は止めることができると信じたいですし、私はそのために研究を進めていると思っています。温暖化による負の影響はこれから止められないものもありますが、多くの人が生命の危機に遭うような事態を避けるためにある程度の試練を与えられていると思いますので、そこをどう解決するかです。

小倉：100 ～ 200 年という長い時間をかければ、社会的な変化もあり、技術的にも進化しますので、

人類が滅亡するかどうかを心配するレベルまでいかずに止めることはできると思っています。しかし、10～20年の間ではかなり難しいと思います。

亀山：止められればいいと思います。難しいのは、こういうところに足を運んでくださらない方々、温暖化による脅威についてまだよく理解していない人たちに、メッセージを伝えていくことです。それが使命だと思っていますし、そういうことができないとかなり危険だと思います。

藤野：やろうと思えば今すぐでもひょっとしたら止められるかもしれません。必要最小限のエネルギー使用の生活まで戻す、または技術を使えばできると思います。つまり、やらないからできない。原子力の問題、熱中症、節電などをどのように取り組むかです。多くのできない理由ばかりを聞いていると、残念ながら悲観的にならざるを得ません。

江守：意思があればできるということですね。さきほどの質問はなるべくシンプルにしようと思ったため、わざとあいまいに聞きましたが、どれくらいで止まるかをはっきりしないと正確な話はできません。たとえば、産業革命前と比較して全球の平均気温が2℃を超えないようにするという考え方が温暖化の条約の交渉で合意されています。これまでに0.8℃上昇していますからあと1.2℃しかありません。このままいくと2℃はいつ頃超えるのでしょうか。

小倉：排出量を大きく削減しなければ今世紀中には超えてしまうでしょう。

江守：排出量をどれくらい削減できるかということですね。パネリストの話を聞いて、会場の方にご意見をうかがいたいと思います。

会場からの意見・質問は以下のとおり。

○このまま地球温暖化が進むと「何か対策をとらないと」、と考えると思うので、止められる。

○さまざまなことを進めているが、人間はせっぱ詰まらないとだめなので止められないのではないか。

○再生可能エネルギーは50～100年後始動するかもしれないが、それまではシェールガス（地球環境豆知識参照）やCO_2を出すエネルギーが使われるので止められない。

○日本人の気質として楽な方にいきたくなる傾向がある。地球温暖化はよほどの痛みがない限り、積極的な努力はしないだろう。

○国際社会一丸となって意識を変えていかないと温暖化は食い止められない。日本はエネルギー効率を上げる技術は世界の最先端を走っている。日本の技術を途上国に供与し、途上国の人たちに納得してもらえるような政策提案が必要。

三つの課題：ライフスタイルの変革、技術開発、社会構造の変化

江守：三つの問題があるかと思います。ライフスタイルを変えることが重要だが、一方でそれは難しいというご意見がありました。もう一つは技術の問題。エネルギーは必要で化石燃料に頼らなければならないなら、技術開発しなければならない。三つ目として社会構造を大きく変えるということですが、どう変えたらいいでしょうか。このへんをうまく整理していただけますか。

藤野：先ほど4本の矢のお話をしましたが、現在は5本目の矢として、エネルギーから得られるサービスの満足度を見直す研究を進めています。そもそも、何のためにエネルギーが必要なのか。歩いて暮らせる街をつくる、地域のエネルギーをみんなで共有するという社会構造を変えるのは時間がかかります。また合意形成が必要です。大事なことは成功事例を作っていくことです。

江守：技術については、現在、再生可能エネルギーよりシェールガスでいいのではということになっているように思えますが。

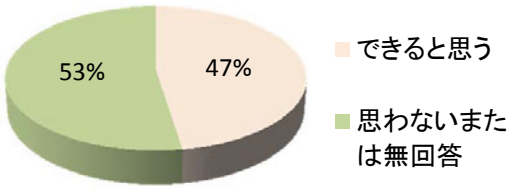
藤野：どの国もエネルギー問題を抱えており、米国は再生可能エネルギーもプッシュしていますが、シェールガスを利用するとそれ相当の温室効果ガ

スが排出されます。バランスの議論が大切です。

三枝：お話を聞いていて、私が止めることができるというレベルと多くの方が考えているレベルが違うのではと思い始めました。私は最初、人類に大変な被害が及ぶ前に止めることができると思いたいと言いました。現代の日本でみられる快適な生活を続けながら止めることができるということではありません。ここまで許せるという幅に大きな違いがあると考えた方がいいかもしれません。いま快適な生活を送っている人にとっては耐え難いことでも、そうでない人たちにはそれほど耐え難いことではないかもしれません。

地球温暖化を止めるために、これからは…

江守：危機感についてイメージするのは難しいですね。ここまでの議論をお聞きになって、お気持ちが変わった人もいるかもしれません。そこでもう一度先ほどの質問をしたいと思います。人類は地球温暖化を止めることができると思いますか？



最後にパネリストのみなさんからコメントをお願いいたします。

藤野：できると思う人が減ったことに対して、私の発言がひょっとしたら影響したかなと思って反省しています。原子力発電所の事故が起こった福島県の会津では、住民自らが震災後、自然エネルギー研究会を設立して定例的に勉強しながら、たとえば小水力発電所が設置できないか取り組んでいます。一方で、もともとその地域は過疎の問題を抱えていました。両方を解決するために地域にある資源をもう一度見直そうという動きがあります。地域に根ざした活動に技術が組み合わされた事例が出てくればと思い、応援しています。そこに希望をもっています。

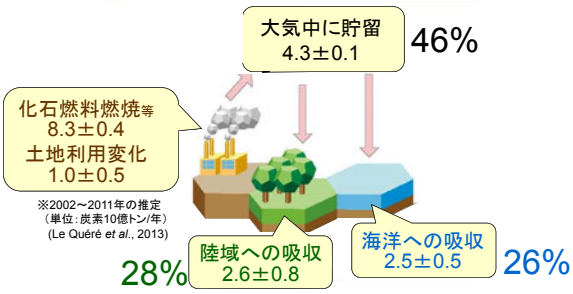
亀山：温暖化の脅威ににについてお話ししたいと思います。アメリカではエネルギー産業が政治的な力をもっていて、なかなか温暖化問題に積極的になっていませんが、温暖化は環境問題ではなく安全保障問題を担当しているところで議論されています。温暖化で食料紛争になったり、地域戦争が起きたりします。あるいは海面上昇で小さな島国が沈んで、難民がアメリカに流入するのではないかという観点で安全保障問題として議論しています。日本では環境問題の一つとしてしか議論していません。もうちょっと違った観点で温暖化問題を議論することが必要ではないかと思っています。

小倉：温暖化を止めることができるかについて意見が分かれるのは、温暖化がどれほど怖いかという共通見解がないためかも知れません。温暖化の怖さを感じやすいのは平均気温の上昇というより豪雨や干ばつなど、災害にかかわる極端な現象がどう変わるかという部分だと思います。今後の温暖化の研究のなかで重要になってくるのは、自然災害にかかわるような気象現象がどう変わるかを見積もることです。温暖化の影響についてよりはっきりしたイメージをもってもらえるよう、研究を進めることが大事だと思います。

三枝：世界中の人たちが目や耳となって変化を検出し、国を越えて意思疎通できるということを一つの希望と考えています。大きな痛みを抱えているところにみなが気づかないということがないように、それが第一歩かなと思っています。

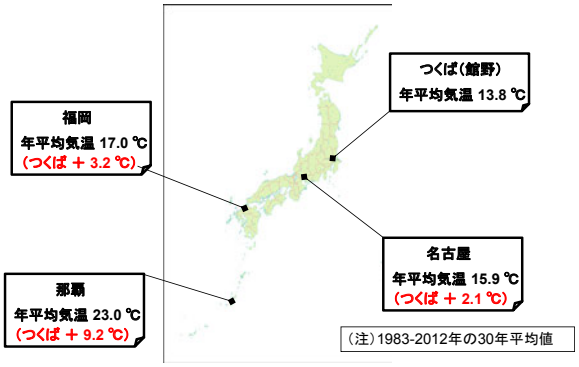
江守：今回はなるべく会場のみなさんと一緒に考える形にすることを試みてみました。限られた時間で議論を深めることは難しかったですが、今後も改良しながら続けていきたいと思います。ありがとうございました。

【クイズ１の答えは　×】

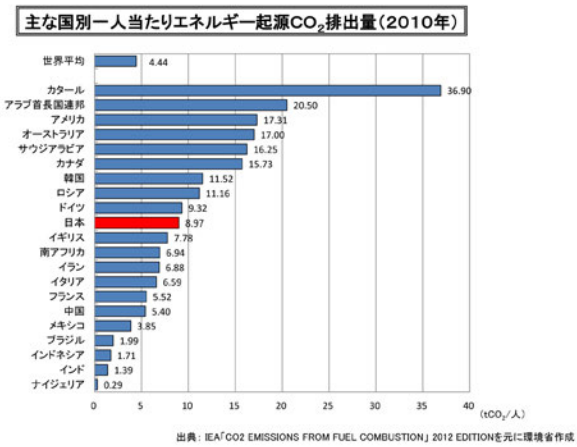


人為的に排出された二酸化炭素の一部は森林や海に吸収されていると考えられていますが、不確実な部分は大きく、また将来どう変化するかも予想が難しいです。

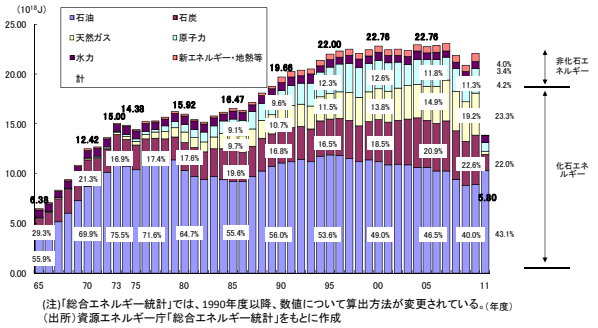
【クイズ２の答えは　○】



【クイズ３の答えは　×】



【クイズ４の答えは　×】



一次エネルギー国内供給の推移

（注）発電電力量ではありません。発電電力量における割合では原子力は 30％くらいです。

ちきゅうかんきょう マメ知識

～ 地球環境豆知識 (22) ～

シェールガス

天然ガスの多くは地下にある砂岩に貯留していますが、シェールガス（shale gas）は地下深く（数百から数千メートル）の頁岩（けつがん）層に含まれています。主成分はメタンで、液化天然ガス（Liquefied Natural Gas: LNG）と変わらないのですが、従来の天然ガスとは異なる場所に貯留しているので、「非在来型天然ガス」と呼ばれています。

シェールガスが世界各地の地下に存在することは以前から知られていましたが、頁岩は堅い岩盤で粒子が細かく液体や気体を通すすきまがほとんどないことから、採掘に高い費用がかかり採算がとれませんでした。しかし 21 世紀に入り採掘技術が進歩し、生産コストが大幅に下がりました。また、生産量も一気に増え、将来の世界のエネルギー事情を激変する可能性を秘めていることから「シェールガス革命」と呼ばれ、脚光を浴びています。

シェールガスは北米、南米、中国、ヨーロッパなど世界各地で埋蔵が確認されていて、その量も多いと推定されています。シェールガスは今後数百年にわたり 、世界のエネルギー需要をまかなっていける可能性があります。推定埋蔵量が最も多いのは中国ですが、現在、生産量が最も多いのは埋蔵量世界第 2 位のアメリカです。先端の採掘技術をもち、開発が拡大したアメリカは、シェールガスを自国で生産することにより海外からの LNG など天然ガスの輸入量を大幅に減らすことができると大きな期待を寄せています。

日本はアメリカや中国などの大陸部と比較して地層が新しいため、シェールガスはほとんど出てきませんが、日本企業はカナダなどのシェールガス開発計画に参画しています。

当初シェールガスは石炭や石油よりも二酸化炭素排出量が少なく、地球温暖化防止の観点から普及が望まれました。しかし、シェールガスは二酸化炭素より温室効果の高いメタン（地球温暖化係数は二酸化炭素＝ 1、メタン＝ 21）を主成分とするため、採掘などで大気中にそのまま放出されてしまうと余分に温室効果が増加する可能性があります。また、開発時のエネルギー使用量が多いことと、ガスの採取に伴いメタンなどの成分が地中に漏れ、土壌・地下水を汚染することも心配されています。

（編集局）

＊地球環境豆知識は地球環境研究センターウェブサイト（http://www.cger.nies.go.jp/publications/news/series/mame-chishiki.html）にまとめて掲載しています。

「空飛ぶ実験室」コントレイルプロジェクト、環境大臣賞を受賞！

地球環境研究センター　主幹　　広兼 克憲

日立環境財団と日刊工業新聞社が共催する第40回「環境賞」では、応募総数50件の中から、日本航空、ジャムコ、JAL財団、国立環境研究所、気象庁気象研究所で構成されるCONTRAILプロジェクトチームによる「定期航空路線を利用した温室効果ガスのグローバル観測」が環境大臣賞・優秀賞を受賞しました。CONTRAILとは「飛行機雲」の意です。

同プロジェクトは、全球的な二酸化炭素の動態把握のデータを取得するため、軽量かつ安全な二酸化炭素の高性能連続計測システムを開発し、旅客機の安全確保のための非常に厳しい安全性検査をクリアーした後、それを民間（日本航空）との協力で定期国際線航空便に搭載することにより、低コストの3次元二酸化炭素濃度観測を可能にしました。これは世界初の試みであり、いわば「空飛ぶ実験室」の実現です。また、官民連携の好例であるとして高い評価を受けました。

このプロジェクトによりこれまで観測の空白域であった東南アジアやインド上空の二酸化炭素濃度変動が得られ、南アジアを含む熱帯地域の二酸化炭素排出・吸収量の見積もり誤差の大幅軽減が実現しました。取得されたデータは各国の研究者に広く提供され、二酸化炭素循環の実態解明に交換しています。

今後、欧州発の航空機観測プロジェクトの大西洋域観測データ等と合わせ、さらに正確な全球規模の二酸化炭素循環の見積もりや排出量削減に向けた国際協力に貢献することが期待されています。

【日立環境財団の表彰式のページ】
http://www.hitachi-zaidan.org/kankyo/topics/topics67.html

【関連記事】

- 町田敏暢「観測現場から－JAL－（航空機の「おなか」の中）」地球環境研究センターニュース 2006年12月号
- 町田敏暢「観測現場から－JAL－（世界を旅するCME）」地球環境研究センターニュース 2008年2月号
- 町田敏暢「CONTRAILプロジェクトが始まって5年経ちました」地球環境研究センターニュース 2010年12月号
- 白井知子「成田上空の二酸化炭素濃度の短周期変動－民間航空機を利用した大気観測結果の解析－」地球環境研究センターニュース 2013年3月号
- 町田敏暢「長期観測を支える主人公－測器と観測法の紹介－（5）　旅客機でCO_2を測る：民間航空機搭載型の自動CO_2測定装置」地球環境研究センターニュース 2013年3月号

写真1　環境省白石総合環境政策局長より日本航空日岡執行役員に環境大臣賞を授与

写真2　CONTRAILプロジェクトメンバー（右下は地球環境研究センター町田室長）

OFFICE 活動紹介

国環研 GOSAT プロジェクトオフィス

いよいよ観測５年目！となった温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」

2009 年 1 月に打ち上げられた温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」（GOSAT）に搭載された二つのセンサ、温室効果ガス観測センサ（Thermal And Near infrared Sensor for carbon Observation-Fourier Transform Spectrometer: TANSO-FTS）と雲・エアロソルセンサ（Thermal And Near infrared Sensor for carbon Observation-Cloud and Aerosol Imager: TANSO-CAI）は順調に稼働しており、海外局で受信された観測データは、宇宙航空研究開発機構（JAXA）で 1 次処理され、レベル 1 プロダクトとして国立環境研究所（NIES）に毎日配信されてきます。NIES では、配信されたレベル 1 プロダクトと気象庁など他機関から入手した参照データとを用いて、二酸化炭素とメタンのカラム量をあらわすレベル 2 プロダクトを作成し、その算出データを用いて全球における二酸化炭素の吸収・排出量と濃度の 3 次元分布の推定処理を行い、レベル 4 プロダクトを作成しています。GOSAT 観測データの定常処理は、2009 年 6 月以降の観測データについて実施されており、既に 4 年以上の観測データが蓄積されています。GOSAT の設計寿命は 5 年！ですが、順調に安定した状態で運用されており、今後も継続して観測データを取得できる見込みです。

2013 年 5 月中旬に実施された JAXA によるレベル 1 処理バージョンアップの結果として、TANSO-FTS データの更なる品質向上が期待されます。これに対応して NIES でも 9 月には、5 月以降の新レベル 1 観測データについてレベル 2 プロダクトの処理・配布を開始します。過去の全観測データについても JAXA においてレベル 1 再処理結果が提供され次第、レベル 2 プロダクトの再処理に着手します。

TANSO-FTS の観測データは、SWIR（Short Wavelength InfraRed、FTS のバンド 1, 2, 3 の総称）と TIR（Thermal InfraRed、FTS のバンド 4 の別称）の 2 種に分かれています。上記レベル 2 プロダクトは実は SWIR 観測データであり、TIR 観測データのレベル 2 プロダクト処理は未着手でしたが、この 8 月に JAXA から処理コードが提供されましたので、TIR 関係プロダクトの作成と配布に向けた準備に着手しています。

さて、TANSO-CAI についても、最近のトピックスをご紹介します。TANSO-CAI は 4 バンドを有する画像センサで、FTS の視野を含む広い範囲での雲の有無の判定に利用しています。TANSO-CAI のバンド 1 から 3 は、分解能 500m で観測幅 1000km、バンド 4 が分解能 1500m で観測幅 750km です。GOSAT の回帰日数（同じ場所を観測する間隔）は 3 日ですので、同一場所を 3 日ごとに TANSO-CAI 画像で撮影できます。

この春には北京の PM2.5 による大気汚染や黄砂について報道されました。TANSO-CAI のバンド 2（波長 674 nm）：赤、バンド 3（波長 870 nm）：緑、バンド 1（波長 380 nm）：青でのカラー合成画像表示により、2013 年 3 月に中国で発生した黄砂が北京周辺に分布している様子や黄砂が朝鮮半島南を通過し、西日本に到達した様子を可視化しました。（http://www.gosat.nies.go.jp/jp/related/2013/201303.htm）

また、6 月下旬にシンガポールでの煙被害の状

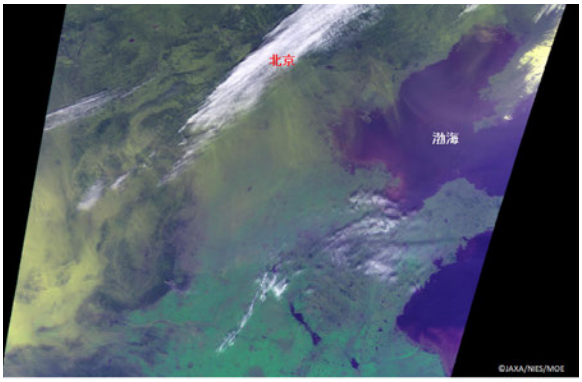


図 1　TANSO-CAI 画像の北京及び渤海湾周辺拡大図（2013/3/9）

況がテレビ放映された直後には、TANSO-CAI 画像でもインドネシアの森林火災や焼き畑による煙がシンガポール周辺に流れ込んでいる状況を確認できました。（http://www.gosat.nies.go.jp/jp/related/2013/201306.htm）

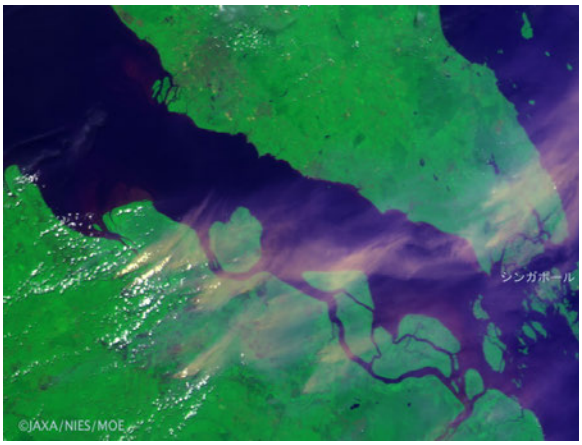
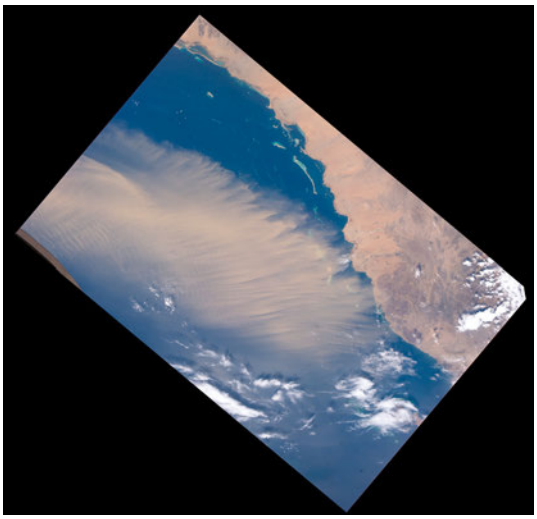


図 2　TANSO-CAI 画像のシンガポール付近拡大図（2013/6/20）

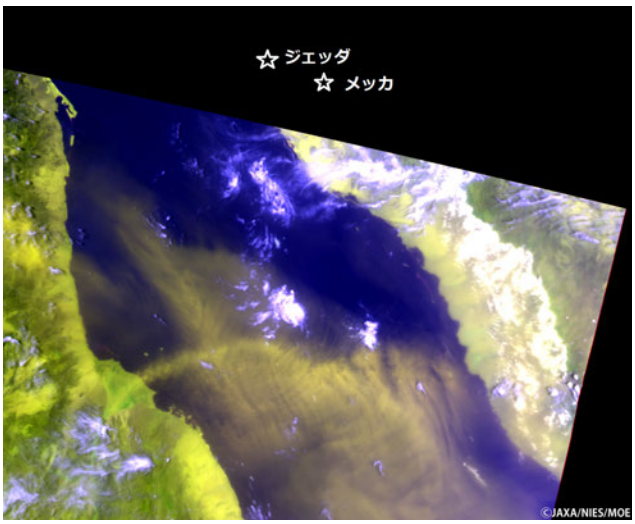
7 月 19 日には、国際宇宙ステーション（ISS）の宇宙飛行士によって撮影され、欧州宇宙機関（ESA）の space in images に「Like a sweeping cloud, a sand storm reaches across the Red Sea」と題されて公開された画像で、紅海を渡ってサウジアラビア西岸にまで達した砂嵐の様子が紹介されました。GOSAT オフィスで早速 7 月 19 日の TANSO-CAI 画像を検索したところ、同日 10:30（UT）の画像に砂嵐の様子を確認できました。ISS から撮影した画像（図 3 左）では海上に赤茶色の砂が写っています。TANSO-CAI ブラウズ画像でも紅海の西側海岸線付近の地表と同じ黄色のダストが海上に見えます（図 3 右）。

GOSAT プロダクト提供サイト（GOSAT User Interface Gateway: GUIG）において簡単なユーザ登録操作をすることにより、どなたでも公開されているプロダクトを入手できます。（http://data.gosat.nies.go.jp/）

また、GUIG のギャラリーには、TANSO-FTS の SWIR 観測データから算出された二酸化炭素とメタンのカラム量レベル 2 プロダクトを月単位で平均した結果の図、大気輸送モデルを用いて推定した二酸化炭素の全球三次元濃度分布図（レベル 4B）のアニメーション画像などのコンテンツを掲載しています。是非、GOSAT プロジェクトのウェブサイト（http://www.gosat.nies.go.jp/）と GOSAT プロダクト提供サイトをご覧のうえ、それらに関するご意見をお寄せください（gosat-prj1@nies.go.jp）。



ISS から撮影した画像（出典：space in images, ESA）



TANSO-CAI 画像（2013/7/19 10:30）

図 3　紅海を渡りサウジアラビア西岸に達した砂嵐

アクセスランキング

2013 年 3 月～ 2013 年 8 月累計

順位	タイトル	執筆者等	掲載号
1	「地球温暖化は進行しているのか？」研究者とメディア関係者の対話	岡山大学大学院自然科学研究科 教授 野沢徹・地球環境研究センター 気候変動リスク評価研究室 研究員 横畠徳太	2013 年 4 月号
2	長期観測を支える主人公―測器と観測法の紹介―（2）：透明人間！であるガスを測定する方法―NDIR：二酸化炭素の場合― その 1	地球環境研究センター 副センター長 向井人史	2012 年 7 月号
3	Planet Under Pressure 会議報告―地球環境研究の新しい枠組み Future Earth に向けて―	地球環境研究センター 陸域モニタリング推進室長 三枝信子・地球環境研究センター 気候変動リスク評価研究室長 江守正多	2012 年 6 月号
4	長期観測を支える主人公―測器と観測法の紹介―(2)：透明人間！であるガスを測定する方法―NDIR：二酸化炭素の場合― その 2	地球環境研究センター 副センター長 向井人史	2012 年 8 月号
5	気候変動枠組条約第 18 回締約国会議（COP18）および京都議定書第 8 回締約国会合（CMP8）報告 政府代表団メンバーからの報告 (1)：第二約束期間スタート、将来枠組みに向けた作業の骨格も明らかに	地球環境研究センター 温室効果ガスインベントリオフィス 高度技能専門員 畠中エルザ・ホワイト雅子	2013 年 2 月号
6	平成 24 年度国立環境研究所夏の大公開「ココが知りたい地球温暖化」講演会概要（1）地球温暖化はどれくらい「怖い」か？（講師：江守正多）	文責：編集局	2012 年 9 月号
7	2013 年以降の対策･施策に関する報告書（1）エネルギーの選択肢づくりに関する私見－中央環境審議会地球環境部会 2013 年以降の対策・施策に関する検討小委員会の議論に参加して－	社会環境システム研究センター 持続可能社会システム研究室 主任研究員 藤野純一	2012 年 7 月号
8	全国環境研協議会・酸性雨広域大気汚染調査研究部会	北海道立総合研究機構 環境科学研究センター（酸性雨広域大気汚染調査研究部会委員）野口泉	2012 年 6 月号
9	富士山頂でこそ得られる研究成果を目指して	地球環境研究センター 炭素循環研究室 特別研究員 野村渉平	2013 年 4 月号
１０	気候変動と食料生産の将来予測に向けて	地球環境研究センター 気候変動リスク評価研究室 研究員 横畠徳太	2012 年 4 月号

地球環境研究センターニュースは、当センターウェブサイトからご覧いただけます。

http://www.cger.nies.go.jp/cgernews/

また、国立環境研究所の新着情報メール配信サービスにご登録いただきますと、国立環境研究所ウェブサイトの新着情報をお知らせすると同時に、「地球環境研究センターニュース」発行の際も随時ご連絡させていただきます。国立環境研究所ウェブサイト http://www.nies.go.jp のトップページ右下の登録用アイコンをご利用ください。

さらに、RSS をご利用いただくと、RSS フィードによって、「地球環境研究センターニュース」の記事タイトルや URL などの更新情報を自動的に受け取ることができます。当センターウェブサイトの「RSS について」http://www.cger.nies.go.jp/cgernews/rss/ からフィードを購読し、ご利用ください。

2013 年（平成 25 年）9 月発行

編集・発行　独立行政法人 国立環境研究所
地球環境研究センター
ニュース編集局

〒 305-8506　茨城県つくば市小野川 16-2
FAX：029-858-2645
E-mail：www-cger@nies.go.jp
http://www.cger.nies.go.jp/