

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. 1

2013年(平成25年)4月号(通巻第269号)



【国設辺戸岬酸性雨測定所では湿性沈着試料と乾性沈着試料を採取しています(6ページ参照)】

Contents

- 「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 2
- 最近の発表論文から 5
- 南の島、絶景ポイントで酸性雨調査
～全国環境研協議会酸性雨広域大気汚染調査研究部会に参加して～ 6
- 環境研究総合推進費の研究紹介(14)
○温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」により推定された陸域二酸化炭素吸収量を
陸域炭素循環モデル改善に利用する
環境研究総合推進費 RF-1007
「GOSAT 衛星データを用いた陸域生物圏モデルの改善とダウンスケーリング」 8
- 富士山頂でこそ得られる研究成果を目指して 11
- 地球環境研究センター出版物等の紹介 13
- アクセスランキング 14



「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

1. はじめに

2013年1月23日、一橋大学一橋講堂中会議場において、第5回温暖化リスクメディアフォーラムが開催された。本フォーラムは、地球温暖化にかかわる研究者と温暖化を報道するメディア関係者が集まり、最近の温暖化科学に関する話題提供と参加者による意見交換の場をもつことを目的として、2009年3月の第1回から年1回行われている。2011年度までは環境省環境研究総合推進費S-5の一環として開催されていたが、S-5の終了にともない、2012年度からは文部科学省気候変動リスク情報創生プログラムが引き継ぐ形で、同プログラムの一環として開催された。今回は「地球温暖化は進行しているのか？—最近の疑問にお答えします—」と題し、長期的な気候変動の中での近年の気温変動傾向の捉え方や、中長期的な太陽活動や北極海の高氷の変動等、地球温暖化を取り巻く最近の疑問について、気候学の立場から議論した。参加者は研究者とメディア関係者合わせて60名程度であり、研究者の割合がやや多かった。

(野沢徹)

2. 各講演の概要

海洋研究開発機構気候変動リスク情報創生プロジェクトチームの河宮未知生プロジェクトマネージャーによる趣旨説明のあと、3件の講演があった。はじめに、東京大学大気海洋研究所副所長の本本昌秀教授より、2000年頃から地球温暖化の傾向が鈍っているように見える問題についての説明があった。続いて筆者(野沢)は、最近活動が低下している太陽変動が地球の気候におよぼす影響について、気候学の立場から解説した。最後に、海洋研究開発機構北極海総合研究チームの菊池隆チームリーダーから、2012年秋にその最少記録を

更新した北極海の高氷減少について最新知見の解説があった。

(1) 近年、地球温暖化の傾向が鈍っている

図1の赤線は地球の平均地上気温の経年変化を示す。ご存じのとおり、地球の気温は20世紀の100年間で約0.7℃上昇しているが、大気中の温室効果ガス濃度は増加し続けているにもかかわらず、2000年頃からは明瞭な温暖化の傾向が見られない。このような温暖化の傾向が鈍っている期間のことを、「空白、裂け目、活動休止」などの意味をもつ英語を用いて「hiatus」と呼んでいる。木本教授によれば、観測された「hiatus」は10年程度の期間にわたっているが、同程度の「hiatus」は過去にも観測されたことがあり(例えば1950年頃など)、驚くほどのことでは決してない。今回の「hiatus」をもたらした原因については諸説あり、後述する太陽活動の低下なども原因の一つである可能性は否定できないが、温室効果ガス濃度の増加による加熱を相殺するためには量的に不足しており、大気や海洋など気候システムを構成する要素間の相互作用による気候の揺らぎ(内部変動)によるとする説が有力である。ただし、その詳細なプロセ

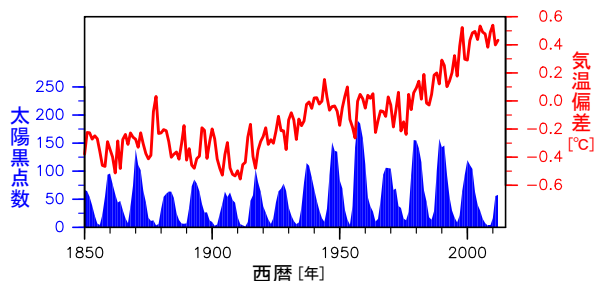


図1 地球の平均気温(赤線)と太陽黒点数(青く塗られた部分)の経年変化。ココが知りたい温暖化「太陽黒点数の変化が温暖化の原因？」の図のデータを最新版に更新したもの。



すやメカニズムについてはまだよくわかっていない。複数の気候モデルによる長期積分結果では、観測された「hiatus」を必ずしもよく再現できているとは言えないものの、観測データで初期値化した数十年程度の近未来予測実験では、観測された「hiatus」の再現性が向上している。

(2) 太陽活動の低下の影響は軽微

ちょうど1年ほど前、太陽観測衛星「ひので」による研究成果が報道発表され、太陽の活動が停滞期に入ろうとしている可能性が指摘された。およそ350年前、70年程度の期間にわたって太陽活動が極端に不活発であった時期（マウンダー極小期）があり、北半球の平均気温が低かった時期と一致することから、今後は寒冷化に向かうのではないか、といった報道が見られた。そこで筆者（野沢）は、太陽活動の変動が地球の気候に与える影響について、太陽活動を含むさまざまな気候変動要因（気候システムの外部から地球の気候に影響を与える要因）の影響を総合的に研究している立場から解説した。太陽活動が地球の気候に影響をおよぼす過程には、大きく分けて以下の四つが考えられる。一点目は全太陽放射のほとんどを占める短波放射の変化による地表面加熱・冷却およびそれにとまなう大気循環等の変化である。太陽活動は約11年周期で強弱を繰り返しているが（図1の青く塗られた部分を参照）、その変動幅は地球が受け取る全太陽放射のわずか0.2%にも満たず、全球平均気温への直接的な影響は軽微である。二点目は紫外線の変化による成層圏の加熱・冷却と対流圏との相互作用である。高度20km付近より上層の成層圏の気温への影響は確かだが、大気波動などを通じた対流圏への影響は、内部変動の存在によりシグナルの検出が難しい。三点目は宇宙線に起因する下層雲を介した気温変化である。例えば、太陽活動が低下すると太陽磁場が弱まり、地球に降り注ぐ銀河宇宙線が増加し、大気中に生成されるイオンが増加、イオンを核として大気下層の雲量が増加することで地球の気温を低下させる、というわけである。物理的には十分考えられるメカニズムではあるものの、根拠として用いられている雲のデータに問題があること、雲凝結核とな

る物質は他にもたくさん存在すること、などから、現段階では信憑性の高くない可能性のひとつにすぎない。四点目は高エネルギー粒子に起因する成層圏化学を介した変化である。高緯度域の上部成層圏より上層における化学物質に影響を与えるが、極渦内に限定されることから、対流圏の気候への影響は非常に小さい。このように、まだ多くの不確実性が残されているものの、太陽活動変動の地球気候への影響は必ずしも大きくはないと考えられる。太陽活動以外にも、地球の気候を変化させる可能性のある要因はたくさんあり、全球平均気温の変化をもたらした原因を検討する際には、そのようなさまざまな気候変動要因の影響も踏まえて、総合的に判断しなければならない。最新の研究成果によれば、19世紀までは、太陽活動の変動は、火山噴火と並んで、長期気候変動をもたらす重要な要因の一つであったと考えられるが、20世紀後半における温暖化は主に人為起源の温室効果ガスの濃度増加によりもたらされており、太陽活動はほとんど影響を与えていない可能性が高い。このことは、最近の「hiatus」についても言える。

(3) 北極海の海水の将来

温度計による観測から、北極域の温暖化は全球平均のおよそ2倍の速さで進行していることが明らかになっている。海洋研究開発機構の菊池リーダーによれば、9月の北極海の海水面積は人工衛星による観測が始まった1979年以降減少し続けており、去年はそれまでの最少記録を更新して、2000年以前の平均値のほぼ半分にまで減少した（図2

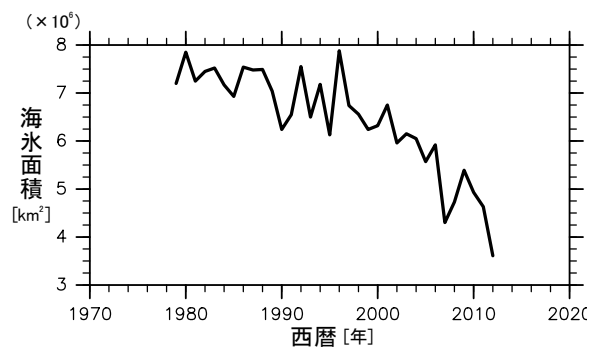


図2 夏季（9月）の北極海の海水面積の経年変化。米国雪氷データセンター（NSIDC）より取得したデータから作成。



参照)。北極海の海水はその面積が減少しているだけでなく、厚い多年氷が減少し、若く薄い脆弱な氷が増えている。このことは、北極海の温暖化や低気圧活動の活発化などの影響により、海水減少がさらに加速する可能性を示唆している。このままのペースでいけば、2030年～2040年頃には夏の北極海の海水がなくなってしまう恐れがある。また、北極海の海水減少は、日本の冬の気候に大きな影響を及ぼしている可能性がある。ロシア北西部の北極海沿岸部に位置するバレンツ・カラ海上での局所的な大気循環の変化により、ユーラシア大陸上のシベリア高気圧に寒気が蓄積され、日本を含む東アジア域に寒波や豪雪をもたらしていると考えられる。(野沢徹)

3. パネルディスカッション

3件の講演の後に、国立環境研究所江守正多室長をモデレータ、3名の講演者と日本経済新聞社の滝順一氏をパネリストとして、ディスカッションが行われた。事前に集められたアンケートで得られた質問などを交えて、議論された主な内容は以下のとおりである。

(1) 両論併記について

今回のメディアフォーラムの大きな論点として、「両論併記」の問題があった。事前に参加者に対して行ったアンケートでも「ある問題に関して異なる二つの説がある場合、両者をどのように扱うべきか」といった設問があった。気候研究者の側から出された意見は、ある問題に関してさまざまな科学的な検討を行った結果「○○という説が確からしい(可能性が高い)」として主張される見解と、そのような検討を行うことなく「○○かもしれない」と主張される見解には、信頼性のうえで大きな違いがある、ということである。科学的な検討を行うことなく、主張者の先入観や思い込みで発言された見解には、それなりの信頼性しかないはずだ。信頼性の異なる見解を、並列に、あたかも同じような信頼性があると思われるような書き方をすることには問題があるだろう、との指摘である。さらに、研究者側の意見として、大学や研究所で教授などの高い地位にあるからといって、そ

の見解のすべての信頼性が高いとは限らない、という問題が挙げられた。一方、この問題に関するメディア側の意見としては、やはり記者は記事を書いて売らなくてはならないので、読者が興味をもちそうな、面白い説を紹介したくなるのは仕方がない、という主張である。しかしその一方で、記者としても間違ったことは書きたくないので、さまざまな見解の信頼性について理解したいという要求もある、という興味深い意見も聞くことができた。

(2) 地球温暖化に関するよくある疑問

地球温暖化や気候予測に関する疑問について議論が行われた。もっともよくある疑問のひとつとして挙げられたのが「異常気象」の問題である。非常に高い気温や非常に強い雨など、めったに起こらない大気現象を異常気象と呼ぶ。気象庁の定義によると「数十年間に1回程度の現象、あるいは人が一生の間にまれにしか経験しない現象」とのことである(気象庁ホームページより)。このような現象が起こった時、はたしてそれは温暖化のせいかどうか?ということ、多くの人がもつ疑問のようだ。これに対して気候研究者として答えられることは「ある現象が温暖化のせいでは起こったかどうか」ではなく、「ある現象が起こる頻度は、温暖化によってどの程度になりそうか」ということである。どんなに極端な現象(非常に高い気温や非常に強い雨など)でも、少ない頻度では(地球温暖化が起こっていなくても)起こる可能性はある。気候学的に扱うことのできる問題は、地球温暖化が起こると平均的に気温が上昇するため、極端に暑い日は増えるだろう、といった頻度の問題である。

また事前のアンケートから、地震学が進歩しても地震予知が難しいように、気候学が進歩しても気候予測は難しいのではないかと、この質問が取り上げられた。これに対して「予測」の意味について議論が行われた。気候予測で行おうとしていることは、天気予報のような、将来のある日のある場所での天候ではなく、今後温室効果ガスが増加した場合に、将来の平均的な気候状態がどうなるかという、気候の全体的な傾向である。地球温暖

れの「予測」という言葉を使う場合に、一般の方々のイメージする内容が、実際に研究の最先端で行われていることと必ずしも一致していない場合があるのではないかと、との指摘がなされた。

(横島徳太)

4. まとめ

「地球温暖化は進行しているのか？」に関する講演は、最新の研究の知見が盛り込まれ、非常に興味深いものだった。多くの気候研究者の見解としては、近年気温上昇が鈍っているようにも見えるが、それは自然の変動の範囲内（温室効果によって地球を暖めようとする熱が、海洋の深層に逃げているため、地表の気温が上がらない、など）のこのようである。今後の気温変化の動向によって、果たしてこの見解が正しいかどうか、明らか

になるであろう。温暖化にかかわるさまざまな疑問に対する、第一線の研究者のわかりやすい解説を聞くことができたことも貴重な機会であった。また、メディア関係者の方の率直な意見、読者の興味を引く記事を作らなくてはならないと同時に真実を伝えたい、という想いを知ることができたこともよかった。地球温暖化はスケールが大きく、理解するのがなかなか難しい問題かもしれない。しかしこのワークショップで行われたような対話を通して、研究の最新の知見が広まること、研究者が多くの人々の疑問について理解を深めることには意味があるだろう。また地球の気候に関して得られた研究成果のおもしろさも広く伝わることで、科学的に信頼の高い説こそが読者の興味を引くようになることにも期待したい。

(横島徳太)

最近の発表論文から



*地球環境研究センター職員および地球温暖化研究プログラムメンバーの最近の発表論文を紹介します。



全球気候モデル出力のバイアス補正手法の違いによる水文解析への影響

眞崎良光, 花崎直太, 高橋潔, 肱岡靖明 (2013) 土木学会論文集 B1 (水工学), 69(4), I_1813-I_1818

将来気候予測には大気大循環モデル (GCM) が用いられるが、特有のバイアスを含むため、出力値を補正する必要がある。代表的な2種類のバイアス補正法 (シフティング&スケーリング法、度数分布一致法) を用いたとき、補正法の違いが水文解析結果にどのように影響するかを調べた。シフティング&スケーリング法は、現在気候の降水量レンジを拡大・縮小するため、降水量の最大値側に影響が現れやすい。そのため、洪水等の解析を行なう際には注意を要する。



地球環境研究センターのウェブサイト (<http://www.cger.nies.go.jp/ja/about/results/>) には、このほかの論文情報も掲載されています。



南の島、絶景ポイントで酸性雨調査

～全国環境研協議会酸性雨広域大気汚染調査研究部会に参加して～

沖縄県衛生環境研究所（酸性雨広域大気汚染調査研究部会委員） 岩崎 綾

1. 全国で酸性雨の共同研究

平成 25 年 1 月 29 日、国立環境研究所において全国環境研協議会酸性雨広域大気汚染調査研究部会（以下、全環研酸性雨部会）の第 2 回会議が開催されました。部会長、理事委員、解析委員、支部委員、有識者、事務局の総勢 24 名が平成 23 年度全国酸性雨調査報告書のとりまとめとこれからの全環研酸性雨調査について熱い議論を交わしました。また、過去の 4 次調査（2003 年～2008 年）のデータベース化についても議論されました。

全環研酸性雨部会の役割や成果については、これまでの地球環境研究センターニュースや全国環境研会誌、大気環境学会誌にあるように、環境省の国内モニタリングと相互補完しながら日本の酸性雨調査に大きく貢献してきました。平成 23 年度の調査参加機関は 53 機関で調査地点数は約 60 地点でした。全国で同一手法により継続して調査が行われていることは全環研酸性雨部会の一番の強みであると思います。大学の研究室にいた頃も私は酸性雨の研究に携わっていたのですが、沖縄本島の南北 6 地点で蓋閉装置のない降水のバルク試料を集めるのに必死でした。現在は全国共同で質の高い試料が集められており、当時の私からす

れば夢のような研究環境です。

2. 沖縄県の調査地点

全環研酸性雨部会の調査地点として、沖縄県には大里と国設局の辺戸岬の二つがあります。大里の調査地点は南城市の沖縄県衛生環境研究所屋上にあり、降水自動採取機で採取する湿性沈着試料は週ごとに、ガス・エアロゾルなどの乾性沈着試料は 2 週間ごとに採取しています。辺戸岬は沖縄本島の最北端に位置し、広大な海と緑に囲まれた自然豊かな国頭村にあります。ここでは湿性沈着試料を日ごとに、乾性沈着試料は 2 週間ごとに採取しています。



写真 1 全国環境研協議会酸性雨広域大気汚染調査研究部会第 2 回会議



写真 2 部会会議の様子



3. これからも酸性雨広域大気汚染調査部会と共に

部会の活動は今年で23年目を迎えます。私はいえ、研究所に配属され酸性雨の担当になって2年のヒヨッコです。そんな私に、酸性雨研究とより深くかかわる機会と広い視野を与えてくれたのがこの部会です。年齢構成は20代から60代まで、男性女性とも幅広く参加されており、時に真面目に、時にざっくばらんに、知識・交流を深めています。もっと踏み込んだ研究を行いたい、そんな時には賛同者を募って全国を網羅する共同研究が行われています。部会では酸性雨の豊富な知識と経験のある先輩方が知恵や力を貸してくれます。いつもそこに心強い支えがある、この部会は酸性雨研究者にとってかけがえのない存在です。データの蓄積によってより詳細な大気汚染状況の把握をしていくこと、そして全国の酸性雨研究者たちのつながりをこれからも大切に繋いでいくこと、これが全環研酸性雨部会の存在意義だと感じています。すばらしい部会を生み育ててくださった先輩方に感謝いたします。



写真3 フェンス外で発見されたハブ (2012年12月撮影)

4. あとがき～観測現場から～

辺戸岬へは毎月通っていますが、当研究所からは車で片道2時間半の、沖縄県内ではかなり長いドライブになります。沖縄に暮らしていても、本島北部地域、特に国頭村に入ってから海は本当にきれいだと感じます。しかし、沖縄の自然の美しさを感じながら、沖縄ならではの怖い経験もありました。つい最近のことですが、辺戸岬測定所の局舎のフェンス外で、ハブの死骸を見つけました。局舎のフェンスは隙間が大きく、追加でハブの侵入防止のために膝丈までのネット（通称ハブネット）がぐるりと張り巡らされており、それに守られて難を逃れたのかもしれませんが。局舎敷地内の草刈作業は、降水試料を適切に採取するためだけでなく、ハブの隠れ家を作らないためにも重要な仕事の一つです。酸性雨担当者はイオンクロマトグラフィーによる分析技術と共に草刈機の扱いが上達するという特典が付いてきます。

辺戸岬局舎屋上からは、光を浴びた濃い青色の太平洋が一望できます。作業に追われていてもふと見渡すと、まるで時間が止まったように感じることもあります。美しい自然が皆さまをお迎えします。ぜひ沖縄にお越し下さい。



写真4 辺戸岬局舎屋上から北を望む (隣は国環研の観測ステーション)

環境研究総合推進費の研究紹介 (14)

温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」により推定された
陸域二酸化炭素吸収量を陸域炭素循環モデル改善に利用する
環境研究総合推進費 RF-1007 「GOSAT 衛星データを用いた
陸域生物圏モデルの改善とダウンスケーリング」

福島大学共生システム理工学類 准教授 市井 和仁
 福島大学共生システム理工学類 研究員 近藤 雅征
 名古屋大学大学院環境学研究科 助教 佐々井 崇博
 大阪府立大学生命環境科学研究科 助教 植山 雅仁

1. 研究背景

地球温暖化は現代の地球環境問題における大きな課題の一つであり、温暖化メカニズムを解明する上で、地球環境の将来予測を正確に行うことが重要である。しかし、大気中の二酸化炭素濃度の予測精度はいまだ十分ではないと考えられている。その一つの要因として、陸域において、いつどこでどの程度二酸化炭素が吸収されているのかを正確に予測できていないことが挙げられる。例えば、複数の温暖化予測モデルを比較した実験では、2100年時点で陸域が二酸化炭素の吸収源なのか、放出源なのか、ということ自体もモデル間で一致しない。したがって、温暖化を予測する上で、陸

域における二酸化炭素の収支をより正確に予測できるモデルの構築が急務とされている。

陸域モデルの推定精度を向上させるためには、モデルを検証、または制約させるさまざまな観測データが必要である。なかでも、陸域における炭素循環をコントロールする直接的な生態系プロセスである、光合成、呼吸、分解、攪乱などのデータは必要不可欠である。これまで、さまざまな地上観測サイトで大気-地表間での二酸化炭素交換量の観測が行われてきた(例: AsiaFlux; <http://www.asiaflux.net/>) が、サイトでの観測では広域を把握することは困難である。また、衛星観測(例えば Terra 衛星/MODIS センサなど)を組み合わせる

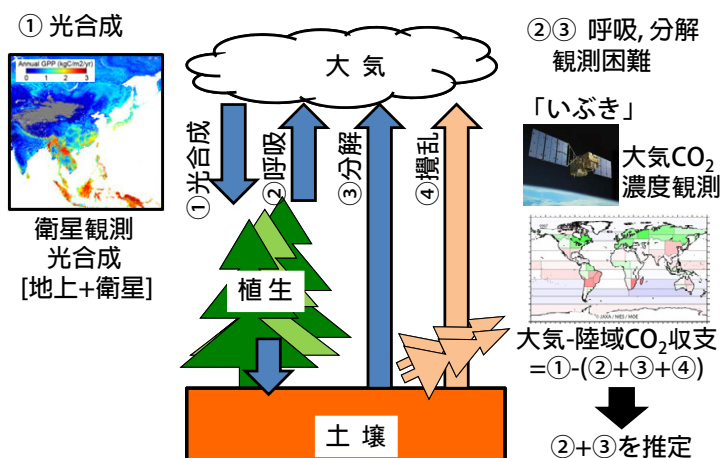


図1 陸域における二酸化炭素(炭素)循環の概要と大気-地表間の二酸化炭素交換量を制約するためのデータ

ことで、観測に基づく光合成量などの広域推定が試みられている（例 BEAMS モデル；http://db.cger.nies.go.jp/dataset/terres_carbon/index.html）が、光合成量に匹敵する大きさをもつ呼吸・分解（生態系呼吸量）や大気―地表間の二酸化炭素交換量については十分な広域観測が欠如しており、モデルの改良を困難にさせる一つの要因となっている。

2009年に打ち上げられた「いぶき」は、宇宙から地球大気中の二酸化炭素濃度を計測することを主目的とした世界初の衛星である。衛星からの大気中二酸化炭素濃度の全球観測があれば、これらの情報をもとに、大気―地表間の二酸化炭素交換量が推定できる。従来は、大気中の二酸化炭素濃度の観測は地上観測に限られていたが、衛星観測を通して全球観測が可能になり格段に観測点を増やすことができる。このため、従来の地上観測値のみを用いた推定よりも、大気―地表間の二酸化炭素交換量をより正確に推定できることが期待されている。

2. 研究目的

本推進費では、「いぶき」の観測から推定されたデータ（大気―地表間の二酸化炭素交換量）を有効利用することによって、陸域における二酸化炭素収支を予測するモデル（陸域炭素循環モデル）を高精度化することを目的とした。陸域炭素循環モデルに対する新たな制約が加わることによって、モデルが高精度化されれば、温暖化予測における不確実性の低減にも貢献できることとなる。

3. 研究方法と成果

上記の目標の達成のため、本研究では、下記の項目の研究を行った。その方法と成果の概要を以下に述べる。

(1) 「いぶき」から得られた大気―地表間の二酸化炭素交換量を利用した生態系呼吸量の推定

「いぶき」からの大気―地表間の二酸化炭素交換量を陸域炭素循環モデルに適用するためには、まず、「いぶき」の二酸化炭素交換量データをモデルに合わせた細かい空間スケールのデータに変換する必要がある。「いぶき」の大気―地表間の二酸化炭素交換量プロダクトでは、計算の単位が亜大陸スケール（レベル 4A プロダクト：<http://www.gosat.nies.go.jp/jp/gosat/page5.htm>）となっているためである。

本研究では、「いぶき」による二酸化炭素収支の推定値、地上観測と衛星観測により算出された光合成量と他データを組み合わせることにより、生態系呼吸量の高解像度マッピングを行った（図2）。「いぶき」による二酸化炭素収支の推定値は空間解像度が粗い一方で広域平均の収支が既存の手法よりも不確実性が小さくなったことで、このような手法が可能になると考えている。さらに、現在は、更なる検証を進めることによって、精度向上を目指している。

(2) 「いぶき」データなどを利用した陸域炭素循環モデル改善

このダウンスケールされた大気―地表間の二酸化炭素交換量プロダクトなどのさまざまなグロー

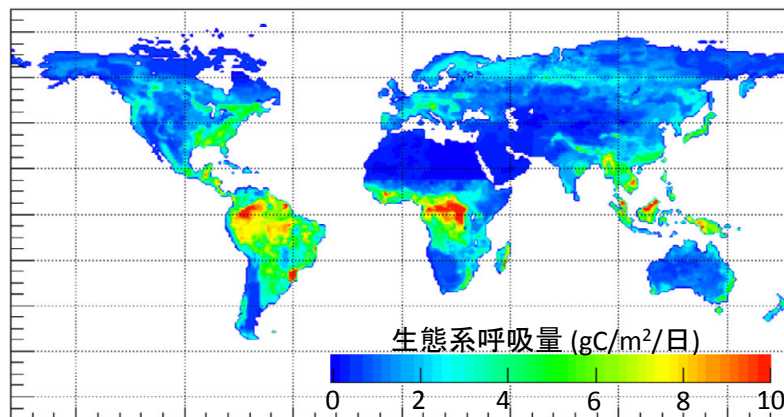


図2 本研究で推定された本研究で推定された生態系呼吸量

バルプロダクトを陸域炭素循環モデルの制約として用いたモデルパラメータ最適化方法の構築を行い、陸域炭素循環モデルがどの程度改善されるのかを評価した。

「いぶき」データをもとに作成した上記の陸域二酸化炭素収支や呼吸・分解量、その他光合成量やバイオマス量などのグローバルデータなどを制約として陸域炭素循環モデル Biome-BGC のパラメータ最適化・モデル改善のフレームワークを構築した。その結果、本課題で構築したような二酸化炭素収支の広域データを用いると多くの森林地域でモデルの改善が望めることがわかった。一方で、二酸化炭素収支データだけでは十分なモデル改善を望むことができず、今後はバイオマス量や林齢等の他のデータの構築も必要であることがわかった。

(3) 地域別の解析

これらの手法を、シベリア域、アラスカ域などの大陸・地域スケールに適用した。シベリア・アラスカともに、大気二酸化炭素濃度から推定された大気―地表間の二酸化炭素収支と陸域炭素循環モデルを用いた二酸化炭素収支については、その大きさに違いはあるものの、季節変動については

ある程度一貫した結果を得ることができた（アラスカにおける結果を図3に示す）。また、シベリア・アラスカともに10km以下の空間スケールでの二酸化炭素収支の推定を行うことができた。

4. 現在の取り組み

本課題においては「いぶき」からの二酸化炭素収支の推定結果を利用した陸域炭素循環モデルの改善にむけた指針を示すことができた。その次のステップとして、「いぶき」を含めたさまざまな地球観測衛星データを複合利用することにより、陸域炭素循環モデルの更なる高精度化をはかることができるとの結論に至った。幸いにも新規課題が採択されたため、RFa-1201「衛星データを複合利用したモデル―データ融合による陸域炭素循環モデルの高精度化」（平成24年度～26年度）として研究を進めている。本記事の著者に加え、小林秀樹氏（海洋研究開発機構）が加わり、衛星観測データを有効利用した新たな陸域炭素循環モデル（モデル―データ融合型陸域炭素循環モデル）の提案と、それを用いた現在・将来の陸域における二酸化炭素収支の変動の解析を行う予定である。詳しくは、別の機会に紹介したい。

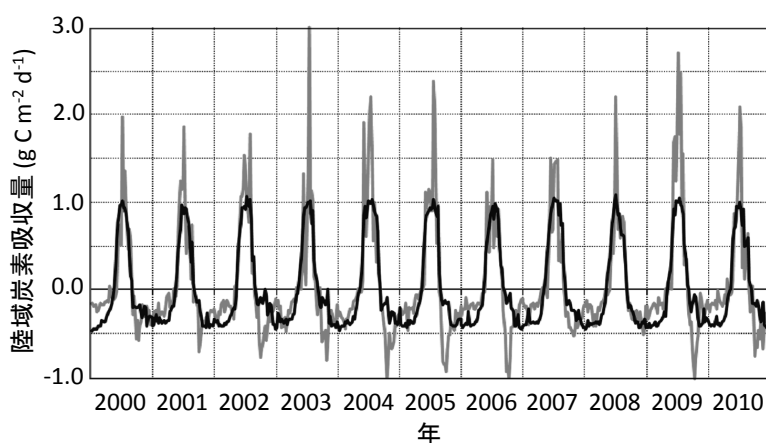


図3 アラスカ域における、地上観測+衛星観測による陸域二酸化炭素吸収量（黒線）と大気二酸化炭素濃度から推定された陸域二酸化炭素吸収量（CarbonTracker 2011）（灰色線）の比較結果

*環境研究総合推進費の研究紹介は地球環境研究センターウェブサイト (<http://www.cger.nies.go.jp/cgernews/suishinhi/>) にまとめて掲載しています。



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

1. はじめに

NPO 富士山測候所を活用する会が主催した第6回成果報告会が、2013年1月27日に東京大学の小柴ホールにて行われました。本稿では、その成果報告会を主催したNPO 富士山測候所を活用する会の紹介と、報告会で発表された成果を紹介します。

2. NPO 富士山測候所を活用する会

富士山の頂上にある富士山測候所は、気象衛星の発達により山頂での気象観測の必要性が低下した等の理由から2004年に無人化され、観測施設廃止の可能性が高まっていました。これを受け、大気化学の研究者たちが、標高3776mの富士山頂は地上の影響を受けていない自由対流圏に位置し、



写真1 富士山頂剣ヶ峰にある富士山測候所（レーダードームは2001年に撤去されている）



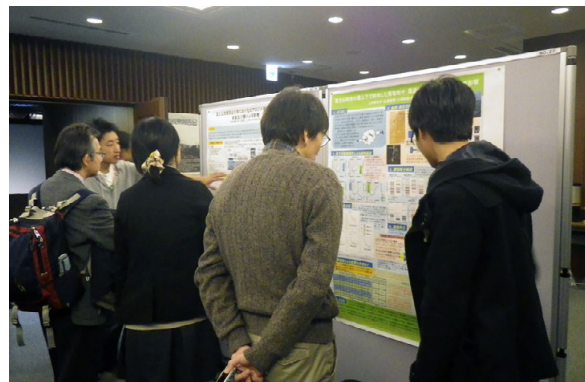
写真2 第6回成果報告会の様子（左：口頭発表、右：ポスター発表）

その大気を定点観測できる測候所が廃止されてしまうのは惜しいと考え、責任ある借受母体として2005年に「NPO 富士山測候所を活用する会」を設立しました。この地点の大気観測で得られる大気中成分の測定値は、地上の影響を受けていないバックグラウンド濃度を示し、かつアジア大陸から越境する汚染を捉えられる場所と考えられています。

このNPOが中心となり、2007年から毎年夏期（7～8月）に大気化学、高所医学や天文学などの研究者が測候所を利用するようになりました。気象関係のみにしか活用されなかった測候所が、現在では幅広い研究分野の活動の場として活用されています。

3. 成果報告会

その研究等で得られた成果は、6年前の2008年から毎年、成果報告会で発表されています。2013年の報告会では、富士山頂における夏期・年間の大気中成分（二酸化炭素 [CO₂]、一酸化炭素 [CO]、オゾン [O₃]、塩化水素 [HCl]、亜硝酸 [HONO]、硝酸 [HNO₃]、二酸化硫黄 [SO₂]、ラドン [Rn]、窒素酸化物 [NO_x]、水銀 [Hg]、微小粒子状物質濃度、雲凝結核濃度とその粒径分布、エアロゾル粒子の粒径、高エネルギー放射線）の測定結果や、富士山頂での落雷・晴天率・恒星の撮影、富士山頂付近の永久凍土の有無、富士山測候所の落雷対



策、富士山登山時の急性高山病・酸化ストレスの発症状況などの調査結果が、10名の口頭発表と19名のポスター発表により報告されました。

それぞれの発表は、研究の背景や得た成果が全く異なるものの、富士山で研究を行う動機は、みな、同様なものでした。それは富士山頂で研究を展開することが、目的の成果を最も捉えられる・深められるはずである、という動機でした。

4. 研究成果の一例

当NPOが設立されて以降、どのような成果が出ているのかを簡単にご紹介します。まず筆者が所属する国立環境研究所 地球環境研究センターが展開している富士山頂におけるCO₂の通年観測についてです。

測候所は、夏期(7~8月)しか電力が供給されていません。そのため冬期の室温は、室外の気温に近い温度(約-30℃)まで下がります。

このような状況下で、測候所を利用し山頂の大気中CO₂濃度を通年計測するために、国立環境研究所では2007年から2009年にかけて、極低温下でも計測可能な機器と、測候所に電力が供給される夏期にバッテリーに充電し、電力が供給されない冬期から春期に、蓄えたバッテリー電力をCO₂濃度計測機器に供給するシステムの開発を行いました。その後、開発したCO₂計測機器と電力供給システムを2009年から本格稼働させ、測候所付近の大気中CO₂濃度を毎日1回、継続的に計測しています。

計測された富士山頂のCO₂濃度は、地上の影響を受けていないバックグラウンド濃度と思われる



写真3 測候所一室にある大気中二酸化炭素濃度を通年観測する機器一式

値であると同時に、大陸からの影響を受けていると考えられ、アジア太平洋地域で富士山頂と同じような高所山岳でCO₂のバックグラウンド濃度の観測が行われている中国のMt. Waliguan(標高3810m)やハワイのMt. Mauna Loa(3396m)の濃度とは、若干異なる特有の値を示しています(図1)。このことから富士山頂でのCO₂濃度観測は、観測の空白地域であった富士山が位置する東アジアのバックグラウンド濃度を示す大変貴重な結果を積み重ねていることが示されました。

このCO₂濃度の計測のほかに、測候所に電力が供給されている夏期に大気化学分野の研究者が計測しているCOやO₃、微小粒子状物質などについても、富士山が位置する東アジアのバックグラウンド濃度を示すと共に大陸からの影響を捉えているという研究結果が出ています。このように当NPOが設立されて以降、富士山測候所を用いて、地球規模での物質循環の仕組みを明らかにするための興味深いデータが観測されるようになっていきます。

5. むすび

当NPOは、今後も継続的に富士山測候所を活用しながら有益なデータをとっていき、さまざまな自然観測・観察の拠点、自然科学の研究拠点となっているスイスのユングフラウヨッホのような高所山岳の研究施設として、確立することを目指しています。富士山頂での研究にご興味ある方は、お気軽にNPO富士山測候所を活用する会に連絡ください。

NPO富士山測候所を活用する会ホームページ

<http://npo.fuji3776.net/>

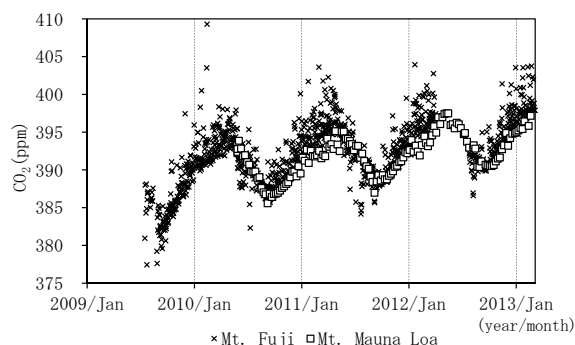


図1 富士山とMt. Mauna LoaのCO₂濃度推移



地球環境研究センター出版物等の紹介



下記の出版物が地球環境研究センターから発行されました。ご希望の方は、送付先、送付方法を記入し、E-mail、FAX、または郵便にて【申込先】宛にご連絡下さい。送料は自己負担とさせていただきます。出版物のPDF ファイルはウェブサイト (<http://www.cger.nies.go.jp/ja/activities/supporting/publications/report/index.html>) からダウンロードすることもできます。

地球温暖化研究のフロントライン –最前線の研究者たちに聞く–

(CGER-I109-2013)

本書は地球環境研究センターニュースの2009年5月号から2012年9月号に掲載したインタビューシリーズ「温暖化研究のフロントライン」を取りまとめ、その後の動向などを加えたものです。本シリーズは、地球温暖化問題が社会で認知されつつある現在、地球温暖化研究に携わってきた研究者たちは何を次なる問題として捉え、何を明らかにしようとしているのか、それは地球温暖化問題に関する理解を深める上でどういう意味をもっているのかを探ることを目的として、所内外の21名の第一線の研究者の皆さまに当研究所で地球温暖化研究に携わる研究者がインタビューさせていただいたものです。内容は、地球温暖化研究に関するものだけでなく、「研究者」とは、どうやって研究者になったのか、自然に接した子ども時代の思い出や研究者を志した動機など楽しい話も織り交ぜられ、地球温暖化問題の専門家だけでなく、一般の方々や将来研究者を志す若い世代の方々など、多くの方に読んでいただけるものになっています。



【送付方法】

1. 前払い（切手を先にお送り下さい）
 - I109 出版物 1冊：290円分の切手をお送り下さい。
 - 2冊以上：下記【申込先】まで郵送料をお問い合わせ下さい。
2. 着払い（受け取り時に送料をお支払い下さい）
 - ゆうメール（旧冊子小包）：郵送料の他に手数料として20円かかります。
 - 宅配便：電話番号を明記してお申し込み下さい。

【申込先】

国立環境研究所 地球環境研究センター 交流推進係

〒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



アクセスランキング

2012年10月～2013年3月累計

順位	タイトル	執筆者等	掲載号
1	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
2	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 横島徳太	2012年4月号
3	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
4	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
5	平成24年度国立環境研究所夏の公開「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
6	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
7	環境研究総合推進費の研究紹介 (11) : 植生変化とエアロゾル増加がアジアモンスーン気候を変えている? 環境研究総合推進費 A-0902 「植生変化・エアロゾル複合効果がアジアの気候に及ぼす影響」	名古屋大学地球水循環研究センター 特任教授 安成哲三	2012年7月号
8	いよいよ導入される温暖化対策税	社会環境システム研究センター 統合評価モデリング研究室長 増井利彦	2012年10月号
9	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1 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 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・玉井暁大	2012年2月号
10	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 環境研究総合推進費 A-1003 「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」	環境計測研究センター 同位体・無機計測研究室 主任研究員 内田昌男・研究員 近藤美由紀	2012年6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、国立環境研究所の到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到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）4 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/>