# 地球環境研究センターニュース

CONTRAILプロジェクトが第1回日本オープンイノベーション大賞環境大臣賞を受賞しました

## 2019年5月号　［Vol.30 No.2］ 通巻第341号


酸性雨って、まだ降っているの？ー全国環境研協議会酸性雨広域大気汚染調査研究部会平成30年度第2回会議とデータの活用ー

名古屋市環境科学調査センター（酸性雨広域大気汚染調査研究部会委員） 久恒邦裕

楽しくワクワク暮らせる環境経済社会をめざしたいー中井徳太郎さんに聞きましたー

地球環境研究センターニュース編集局

「地球温暖化のわかっていることとこれからのこと」パネル展示の報告

練馬区立春日町リサイクルセンター 事業コーディネーター 西國史乃

CONTRAILプロジェクトが第1回日本オープンイノベーション大賞環境大臣賞を受賞しましたー原田環境大臣と町田室長らとの懇談ー

地球環境研究センター 交流推進係

帯広市で国立環境研究所地球環境セミナーを開催しました

地球環境研究センター 交流推進係

【最近の研究成果】 温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」（GOSAT）から得られた水蒸気のバイアス補正法の評価

地球環境研究センター 衛星観測研究室 特別研究員 TRAN Thi Ngoc Trieu
地球環境研究センター 森野勇、内野修、大山博史ほか

Evaluation of bias correction methods for GOSAT SWIR $XH_2O$ using TCCON data

Thi Ngoc Trieu Tran
Research Associate, Satellite Remote Sensing Section, Center for Global Environmental Research
Isamu Morino, Osamu Uchino, Hirofumi Oyama, et al.
Center for Global Environmental Research

2019年5月号 ［Vol.30 No.2］ 通巻第341号 201905_341001

# 酸性雨って、まだ降っているの？

## ー全国環境研協議会酸性雨広域大気汚染調査研究部会平成30年度第2回会議とデータの活用ー

名古屋市環境科学調査センター（酸性雨広域大気汚染調査研究部会委員） **久恒邦裕**

## 1. はじめに

題名の〈酸性雨って、まだ降っているの？〉は、市民向けの講座で酸性雨の話をするときに、しばしば問いかけられる言葉です。そしてそれはまた、約10年前に環境分野の調査・研究に参加し始めた私自身の、素直な感想でした。当時の自分が持つ環境問題についての知識は、一般的なメディアからの情報が主であり、『酸性雨』とは、むかし聞いたことのある公害問題の一つで、【もうほとんど聞かないキーワード】という認識でした。

しかし、地方環境研究所（以降、地環研）の研究員として酸性雨について学び、調査する中で、酸性雨が現在も起きている問題であることを知り、現在では冒頭のフレーズを酸性雨の講座で使う資料のタイトルとして利用しています。講座でお話をする対象は、小学校低学年から還暦を迎えられた大人の方々まで様々ですが、いつも酸性雨が過去の問題ではないということを説明させてもらっています。もちろんその講座の中では、全国環境研協議会の酸性雨広域大気汚染調査研究部会（以降、酸性雨部会）によってまとめられているデータを、様々に利用しております。

そして私自身、酸性雨についてより深く学ぶために、2016年度より酸性雨部会に委員として参加させていただいております。

## 2. 酸性雨部会の紹介

2019年2月6〜7日、酸性雨部会における6次調査のデータ取りまとめならびに次年度調査の検討のための会議がつくば市にある国立環境研究所において開かれました。これは平成30年度2回目の会合になりますが、1回目は2018年11月22日に東京都環境科学研究所で開催されました。これらの会議では、全国から集められた前年度酸性雨の公表データの作成、今後のデータ収集、調査方法の詳細や課題などについて様々な議論がなされます。

平成30年度部会メンバー

部会会議の様子

前述の通り、酸性雨のデータは全国から集められます。その集計で気をつけなければならないものの一つが、各分析機関の精度の差になります。各分析の基本的な精度については、イオンバランス（R1）および電気伝導率バランス（R2）という指標を用いて判断しています。R1およびR2の定義および許容範囲 [1] については表1に示します。

**表1**　イオンバランス（R1）および電気伝導度バランス（R2）の定義および許容範囲 [1]

| $\Sigma C_i + \Sigma A_i$ ($\mu eq\ L^{-1}$) | $R_1(\%) = \{(\Sigma C_i - \Sigma A_i)/(\Sigma C_i + \Sigma A_i)\} \times 100$ | $\Lambda_{obs}$ ($mS\ m^{-1}$) | $R_2(\%) = \{(\Lambda_{cal} - \Lambda_{obs})/(\Lambda_{cal} + \Lambda_{obs})\} \times 100$ |
|---|---|---|---|
| ＜50 | ±30 | ＜0.5 | ±20 |
| 50～100 | ±15 | 0.5～3.0 | ±13 |
| ＞100 | ±8 | ＞3.0 | ±9 |

$\Sigma A_i = [SO_4^{2-}] + [NO_3^-] + [Cl^-]$　　但し，当量濃度（$\mu eq\ L^{-1}$）

$\Sigma C_i = [H^+] + [NH_4^+] + [Na^+] + [K^+] + [Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]$　　但し，当量濃度（$\mu eq\ L^{-1}$）

$\Lambda_{cal}$：測定対象イオンの当量濃度に極限等量電気伝導率を乗じた積算値

$\Lambda_{obs}$：降水試料の電気伝導率測定値

ただし、このR1やR2はあくまで指標であり、許容範囲を超えていたからといって即座に精度が悪いと判断はできま

せん。しかし連続して範囲を超えている場合は、なんらかの改善ポイントが存在する可能性があります。またこれとは別に、酸性雨測定分析精度管理調査というものが毎年行われています。これは、濃度既知のサンプルを各分析機関が分析し、その結果を設定濃度と照合する調査です。この調査結果によって各分析機関は自らの測定精度について情報を得て、必要であれば改善につなげてもらっています。

しかし、分析担当者がなんらかの改善が必要だと考えた場合、具体的な改善策を決定するためには多くの経験や知識が必要になります。全国の多くの地環研は、昨今の人員削減・予算削減の影響で多忙を極めており、改善の検証に割ける労力は少なく、相談できる方が近くにいるとも限りません。つまり、改善の意思はあるものの、手をこまねいている機関が存在する可能性は、否定できません。そこで酸性雨部会として、そのような状況改善の一助になればと相談窓口を明確化し、必要に応じて積極的な働きかけも実施することとしました。これにより、酸性雨部会が蓄積した知見を、広く利用していただくことが可能になると考えております。ちなみに、窓口は私の担当になっておりますので、上記のようなニーズのある機関の担当者の方は、ぜひご連絡いただければと存じます。

## **3.** さらなるデータの活用を目指して

全国から集められた酸性雨調査のデータは、全国環境研会誌に毎年掲載して季節変動や地域ごとの特徴を解析しています。しかしさらに深い解析を目指して、酸性雨部会では有志による勉強会を実施しています。勉強会では、メンバーそれぞれがテーマを持ち寄って、その内容を議論し、切磋琢磨しあって解析の精度を高めています。その成果の一つとして、大気環境学会誌第54号第2号に、千葉県環境研究センターの横山氏の論文が掲載されました [2]。これはガス状および粒子状のアンモニア（アンモニウム）について、フィルターパックによる長期モニタリングの結果を解析したものです。

勉強会にはまだ議論中のテーマもあり、それらについてもこの成果に続くようにメンバー一同、精進しております。

## **4.** おわりに

冒頭でもふれましたが、酸性雨に関する世間の関心は、決して高いものではありません。環境問題が注目を集めるときは、そのほとんどが何かしらの悪化・悪影響が起きた時です。その意味では、環境問題が関心を持たれないことこそが、望ましい状況だと言えなくもありません。しかし、そのために調査がおろそかになり、実態が把握できなくなってしまうのであれば、それは憂慮すべき事態と言えます。

酸性雨調査は20年以上のデータが蓄積されており、これもひとえに全国の地環研の皆さまのご協力のおかげです。
この貴重な調査を継続していくため、地環研および関係各所においては、これからも酸性雨部会の活動についてご理解ご協力を頂ければ幸いです。

**参考文献**


1. 環境省地球環境局環境保全対策課, 酸性雨研究センター：湿性沈着モニタリング手引き書（第2版）, 2001, http://www.env.go.jp/air/acidrain/man/wet_deposi/index.html
2. 横山新紀, 山口高志, 藍川昌秀, 向井人史 (2019) 日本におけるアンモニアガスおよび粒子状アンモニウム濃度の長期変動. 大気環境学会誌, 54, 75-83.


＊全環研・酸性雨広域大気汚染調査研究部会の過去の記事は以下からご覧いただけます。

- 山神真紀子「全環研・酸性雨広域大気汚染調査研究部会 平成21年度第2回会議報告」2010年4月号
- 村野健太郎「酸性雨問題の現状と全国環境研協議会酸性雨広域大気汚染調査研究部会の活動」2011年4月号
- 野口泉「全国環境研協議会・酸性雨広域大気汚染調査研究部会」2012年6月号
- 岩崎綾「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～」2013年4月号
- 遠藤朋美「雪にも負けず、酸性雨調査ー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ー」2014年5月号
- 松倉祐介「これからの酸性雨調査の話をしようー全国環境研協議会酸性雨広域大気汚染調査研究部会事務局を務めて

ー」2015年4月号

- 多田敬子「第6次酸性雨全国調査に向けて」2016年5月号
- 濱野晃「全国環境研協議会酸性雨広域大気汚染調査研究部会事務局の任を終えて」2017年6月号
- 濱村研吾「風は西からー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ー」2018年5月号

2019年5月号 ［Vol.30 No.2］ 通巻第341号 201905_341002

# 楽しくワクワク暮らせる環境経済社会をめざしたい

## ー中井徳太郎さんに聞きましたー

地球環境研究センターニュース編集局

地球温暖化・気候変動の研究者や地球環境問題に携わる方にその内容や成果、今後の展望などをインタビューします。今回は、環境省の中井徳太郎さんに、地球環境研究センター副センター長の江守正多がお話をうかがいました。

中井徳太郎（なかい とくたろう）さんプロフィール

環境省総合環境政策統括官
1962年生まれ。東京大学法学部卒業。1985年大蔵省入省。主計局主査（農林水産係）などを経て、1999年から2002年まで富山県庁へ出向。生活環境部長などを務め、日本海学の確立・普及に携わる。2002年財務省広報室長。2004年東京大学医科学研究所教授。2009年財務省理財局計画官。2010年財務省主計局主計官（農林水産省担当）。東日本大震災後の2011年7月の異動で環境省に。総合環境政策局総務課長、大臣官房会計課長、大臣官房秘書課長、大臣官房審議官（総合環境政策局担当）、大臣官房審議官（総括担当）、廃棄物・リサイクル対策部長を経て、2017年7月より現職。

## 地域循環共生圏の「思想」とは

**江守**　まず、2018年4月に閣議決定された第五次環境基本計画（以下、第五次基本計画）のポイントとなっている「地域循環共生圏」についてわかりやすく教えていただけますか。

**中井**　2015年9月の国連持続可能な開発サミットで採択された「持続可能な開発のための2030アジェンダ」に記載された2016年から2030年までに世界が目指す持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals: SDGs）と、同年12月のCOP21で採択された国連気候変動枠組条約に基づく多国間の国際的な合意であるパリ協定の二つが世界の大きな潮流になるというなかで、第五次基本計画の検討が進められました。ですか

ら、SDGsとパリ協定の目標達成のための日本発のビジョンとして、サステナブルな社会、経済、環境への対応を描くのが第五次基本計画の根本的なテーマです。第五次基本計画では、環境・経済・社会の統合的向上を具現化していくことで温暖化の緩和もできるというかなり掘り下げた社会ビジョンを地域循環共生圏という形で出しました。地域循環共生圏という概念は、従来の環境政策でいうと、資源循環の分野から地域循環圏という構想がありましたし、生物多様性の分野では自然共生圏が言われてきましたから、統合的なアプローチを考えたものです。地球全体のエコシステムのなかに人類は存在し、社会や経済がどういう状態なら健康で良好な状態なのかというのをバックキャスティング的な発想でとらえています。地球エコシステムの循環を壊すような人類活動ではなくて、本来の生態系自然システムのフローが健全に回っていくというネットワーク循環システムができているという概念です。

**江守**　地球生態系、物質循環、エネルギー循環に人間社会を溶け込ませていくような、それに沿うような形で人間社会が持続するような一つの思想だということですね。

**中井**　そうです。「思想」があります。どういう状況が持続可能なのかを定義したのです。地球エコシステム全体の健全性という答えがあると、皆がイメージしやすいのです。

## 議論の過程で全体的な合意形成ができた地域循環共生圏の概念

**江守**　地域循環共生圏の考え方は、第五次基本計画の審議のなかで、どのように議論されたのでしょうか。特に、各ステークホルダーの意見はいかがだったでしょうか。先日、審議に参加した委員の方とお話ししたところ、環境・経済・社会のバランスが盛り込まれたのでよかったとおっしゃる方がいた一方で、環境が社会・経済の基盤だというところまで踏み込めなかったので残念という方もいらっしゃいました。

**中井**　従来から、環境政策は経済社会をないがしろにしているのではないかという産業界の懸念がありました。環境政策の発想では、2050年に二酸化炭素（$CO_2$）を80%削減、21世紀後半には$CO_2$の大気への正味の放出を事実上ゼロにする社会を構築しなければならないというのは、経済社会の仕組みが変わらないとどうにもならないということです。第四次基本計画に初めて、80%削減が目標として書かれていますが、人類が衰退しても$CO_2$だけ減らせばいいとは誰も言っていませんから、経済と折り合いを付けなければなりません。最近産業界が脱炭素化を掲げています。アプローチは違いましたが、やっと同じ土俵に立ったなと第五次基本計画の議論の中で実感しました。

**江守**　何と何のアプローチが違ったのでしょうか。

**中井**　環境政策としては環境がベースで、一方、産業活動、経済活動はコストと折り合いを付けるべきということでした。しかし、SDGsやパリ協定の達成のためには社会が大きく変わらなくてはいけないという合意ができ、すべてがうまくバランスしている姿を検討できました。

**江守**　地域循環共生圏に対するステークホルダーの委員の受け止め方や印象はどうでしたか。

**中井**　地域循環共生圏の構想や環境生命文明社会は新しい概念なので、どういうものなのかということはありましたが、皆いいことだという感じでとらえていたと思います。

**江守**　審議の中で新しい概念を皆で共有していくプロセスがあったのでしょうか。

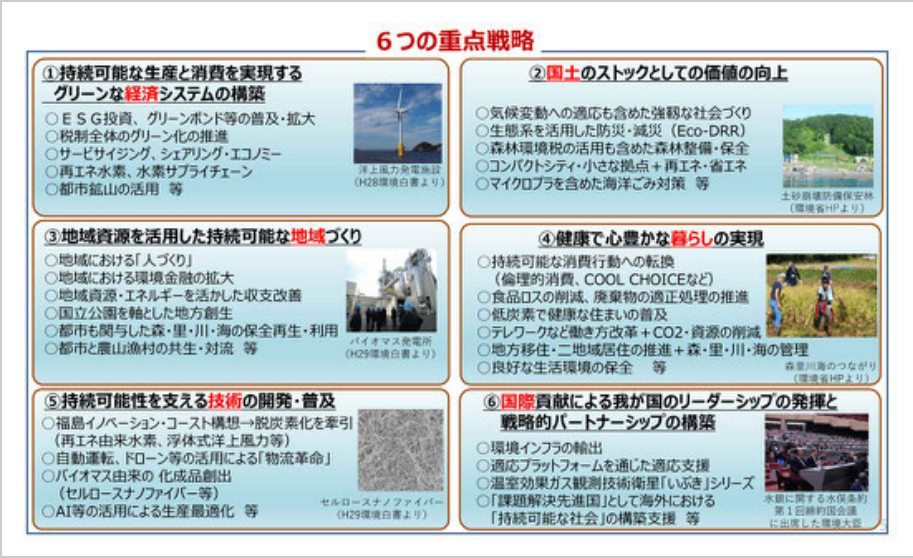
**中井**　ヒアリングを重ねながら原案を作り、ステークホルダーから何回もコメントをもらっていきましたから、状況認識や社会のビジョンについて議論を戦わせるより、大きな転換が必要なのだから皆で合意しましょうという方が強かったです。

**江守**　自立・分散というのは僕自身はしっくりくるのですが、ともすると反グローバリズムのような地域主義にも聞こえ、全体をつなげればもっと効率よくできるものを地域のブロック経済のように囲い込む発想なのではないかという警戒をされてしまいそうです。

**中井**　それぞれの要素がポテンシャルを発揮するという意味での自立・分散です。あくまでもネットワーク社会を前提に、その中で自分が生きていますというオーナーシップを地域の人々がもつべきですし、地域のエレメントである人間も自分一人では生きていけませんから、生態系の一部だということです。

## 重点戦略の取り組みのためには、まず環境省が汗をかくこと

**江守**　地域循環共生圏と6つの重点戦略のどれを見ても分野横断的な取り組みがいると思うのですが、省庁間連携の戦略があればお聞かせください。




**中井**　これは環境省が旗幟鮮明にして汗をかくということしかありません。本来の環境政策の域を越えた分野横断の重点戦略を中核とする第五次基本計画が、経産省、国交省、文科省、農水省も賛同して政府の計画として閣議決定されたことが意味をもつのです。従来から進めている化学物質のリスク管理や廃棄物行政などをベースにしながら、地域循環共生圏が目指す、$CO_2$を出さないで皆が楽しくワクワク暮らせる環境・経済・社会を実現するためには、あらゆる政策リソースやステークホルダーがコラボする形で取り組まなければなりません。それを具現化するには環境省が地域や社会に実装される政策を立案することです。また、従来ですとエネルギー分野は資源エネルギー庁（経産省）が一手に担っていたのですが、実は今、環境省と組んで地域にエネルギーの自立・分散の仕組みを作る具体策を検討しています。

**江守**　各省庁の政策とシンクロしているのですね。それで何か大きく関係は変わったのでしょうか。きっかけは何でしょうか。

**中井**　時代の状況です。面白くてワクワクするようなことをどんどん進めようという時代になっています。霞が関も、従来は法律の法益を具現化するだけの頭の堅い役人の集団というイメージがありましたが、他省庁のトップレベルの人とコラボしたり若い世代の人も交流しています。

**江守**　それはとても希望がもてる話ですね。しかし、霞が関に染みついた古いカルチャーが簡単に変わるでしょうか。

**中井**　すぐには変わらないでしょうが、ありとあらゆるやる気のあるチャネル、人的な交流をとらえて、進めていくことです。霞が関の中で環境省が一番小さい組織ですから、「まず環境省が変われ」と私は話しています。役所の垣根を越えてダイナミックに取り組まなければと思っています。

**江守**　他省庁が環境省を見る目は変わってきているのでしょうか。

**中井**　変わってきていると思いますよ。環境省と組んだら安心だ、メリットがあるというふうに思ってもらえるようにしていきたいです。

## 国民運動を展開して地域循環共生圏を社会に

**江守**　地域循環共生圏を社会に定着させるためのコミュニケーション戦略について、お考えがあればお聞かせください。

**中井**　真の意味での国民運動を展開するしかないでしょう。地域循環共生圏を国民に理解してもらうために、つなぎ支えるべき森里川海の重要性を再発信しようと思っています。運動の一環としてメディアにも相当出ていますし、地域でのオーガニックフェスティバルなど、多くの人が集まるイベントでうまく地域循環共生圏を入れ込もうと思っています。

**江守**　森里川海については以前から環境省が取り組んでいたのは知っていますが、それがベースになって地域循環共生圏を描いているというのは、簡単には伝わらない気がします。

**中井**　確かに工夫がいりますね。

**江守**　地域循環共生圏という難しい言葉を皆が知っているようにしようというわけでは必ずしもないということですか。

**中井**　理解してもらいたいのですが、言葉さえ広がればいいと思っているわけではありません。リアルに社会や経済の質を変えるためには、国民の属性に合ったやり方、戦略を練ることです。もう一つは、価値観を変えて皆が本気にならないと世の中が変わらないという思いで、ライフスタイルにアプローチした施策としてグッドライフアワード[注]という取り組みを進めようと思います。効果があり波及していくような取組を大臣表彰などをして輪を広げるやり方です。

**江守**　新しいテクノロジーと融合していくというのがこのビジョンの中に入っていると思いますが、森里川海はむしろテクノロジーから遠いところにあるイメージです。

**中井**　それはまったく違います。地域循環共生圏を議論する時は必ず人類の英知である技術と融合していくと話しています。

**江守**　人々が追いつくのに時間がかかるかもしれません。今まで自然が好きな人、「オールド環境省ファン」みたいな人達は、比較的技術が嫌いだったりすると思います。そういう人たちのイメージも変わっていかなければなりませんね。

**中井**　一昨日、関東で自給圏を進める人たちの研修会があり、参加しました。従来からそういう取り組みしてきた人が、世の中がいよいよ大きく変わっていくところだから、点で行ってきたものをネットワークとして構築することを目指したシンポジウムがあったのです。自己実現としてやる活動から、異質なものに触れて、マスにしていこうという事は会議の総論になっていました。

## 地球システム全体とのつながりを研究面から発信してほしい

**江守**　環境研究への期待について、お聞かせください。特に我々、地球環境研究センターは、地球規模の環境問題、たとえば地球規模の炭素循環とか気候変動予測とか脱炭素シナリオなどの研究をしています。「地球規模」の問題は第五次基本計画の「前提」には大きく登場しますが、計画の中身では「国際貢献」に現れる程度で、見えにくくなっているように感じます。地球規模の環境研究を、基本計画との関連でどう位置付けていったらよいか、アドバイスをいただけませんか。

**中井**　地球環境研究センターには、温暖化への適応の各論とリンクする発想をもちながら地球規模の研究をしていただきたいと思います。第五次基本計画は、環境・生命文明社会を目指してできることをできる範囲でやっていきましょうというメッセージになっています。地域や個人といった身に迫った当事者意識のある世界と地球システムがつながっているのが全体の仕組みなのだということを、地球のグローバルなシステムの研究という側面からもうまく伝えていただきたいです。要するに、一人ひとりが環境の問題でオーナーシップをもっているのだから、人間の健康のことを考えるのとパラレルな発想で地球の健康を考えてほしいのです。

**江守**　地球のことは自分とは関係のないどこか遠い所の話ではないということですね。

**中井**　生命系の生命駆動体が積み重なって組織ができて人間ができて地域ができてというような、生き物感覚を繋げていくことが地域循環共生圏なのです。

**江守**　逆に言いますと、地域循環共生圏の政策が最終的には世界に繋がっていくわけですよね。それはどういうビジョンなのですか。どうやってこれで世界を変えていくのですか。

**中井**　まず、総合概念を英語で発信すべきです。グローバルな研究をしている国立環境研究所は、ストーリーをたてて地球システムはすべて連携しているということをさまざまなところで発信してほしいです。

## ワクワク感をもって社会をデザイン

**江守**　最後に、第五次基本計画への、中井統括官の「想い」を改めてお聞かせください。

**中井**　この時代は、人類が今後も地球上で生きられるかどうかというチャレンジングな課題をかかえています。この課題は運動として捉えなくてはいけません。運動というのは口だけでは駄目なので具体的なアクションを起こすことです。たとえば一人ひとりの50kgか60kgかの質量をエネルギーに換算したらとてつもない規模になります。そのくらいのポテンシャルをもっているのですから、皆、爆発しようと言いたいです。その場合、行くところを決めないと駄目です。そうしないと本気にならないからです。そういうことを話せる面白くてダイナミックな時代です。

**江守**　環境省がそういう発想になったのはとても嬉しいです。

**中井**　地道なリスク管理の行政分野は従来通り進めるというのが前提ですが、大きく社会をデザインして変えるということは本気でないとできません。力量不十分かもしれませんが、行政のアプローチを変えたと言い切れることが大事です。

**江守**　一緒に運動をやらせていただきたいと思います。

**中井**　是非お願いします。

---

**脚注**

- 環境省が主催するグッドライフアワードは、環境と社会によい活動を応援するプロジェクトで、社会をよくする取組を「環境大臣賞」として幅広く表彰している。

＊このインタビューは2019年2月13日に行われました。

＊第五次環境基本計画については、社会対話・協働推進オフィスのウェブサイトにも掲載されています。【連載】審議委員に聞く―新環境基本計画が目指すもの―（https://www.nies.go.jp/taiwa/jqjm1000000bg2lu.html）

2019年5月号 ［Vol.30 No.2］ 通巻第341号 201905_341003

# 「地球温暖化のわかっていることとこれからのこと」パネル展示の報告

練馬区立春日町リサイクルセンター 事業コーディネーター **西國史乃**

## 1. はじめに

練馬区立春日町リサイクルセンターは、練馬区内に4つあるリサイクルセンターの一つで、循環型社会の実現のために、広く一般区民の方々に向けて環境やリサイクルについての知識や情報を提供する施設です。練馬区は住宅地エリアが圧倒的に多い区で、特に幣館の立地エリアは近隣に小・中学校が5校あり、子育て世代の住居が多い地区なので、子どもから大人まで幅広い年代の方が来館します。リサイクルセンターでは、2月の省エネルギー月間に合わせて、省エネに関する講座やイベント、展示などを毎年開催しています。家庭でできる省エネの方法については少しずつ浸透してきていますが、未だ「地球温暖化」を知らなかったり、言葉は聞いた事はあるけれど実際には分からない方が多いのが現状です。そのため、今年は地球環境研究センターのご協力を得て「地球温暖化のわかっていることとこれからのこと」のパネルを省エネ月間特別展として2月1日から28日まで展示させていただきました。

## 2. 展示の様子

展示物は「地球温暖化のわかっていることこれからのこと」パネル5枚と地球環境研究センターの取組みパネル1枚の他に「ここが知りたいパリ協定」とセミナー案内フライヤーを自由に持ち帰れるコーナーを作りました。様々な年代の方にゆっくり展示を見ていただく為に、ラウンジスペースであるコミュニティーコーナーに展示しました。

展示期間中は1日平均約100名の来館者があり、主に平日は乳幼児のお子様連れの家族やご年配の方が、週末は小学生とその家族や働く世代の方々がコミュニティーコーナーを利用しながら展示を見てくれていました。さらに、2月17日（日）にエコ工作と省エネの実演や体験をできるミニイベントを開催し、その日はいつも以上にたくさんの親子が展示コーナーに立ち寄ってくれました。

パネルは地球温暖化の「しくみ」「影響」「対策」「取り組み」を画像やイラストなどで分かりやすく解説していて、グラフも難しいデータを使っているのではなく、一目で二酸化炭素濃度と平均気温が上昇しているのが見て取れます。特に来館者の目をひいたのが、地球温暖化が進んだ場合の2041年–2050年の世界の地表面の温度上昇と北極付近の海氷面積予測結果の画像で、1951年–1960年の平均と比較すると地球温暖化が深刻な状況である事が分かり、「あと20年でこんなに地球が赤く（暑く）なってしまうんだね。」や「暑くなるとどうなるの？」と家族や友人同士で会話をしている場面を多くみました。また、地球温暖化の対策には緩和策と適応策があり、原因を少なくする方法だけでなく影響に備える方法も伝える事が重要だと、筆者も勉強になりました。

**写真1**　春日町リサイクルセンター展示エリアの様子

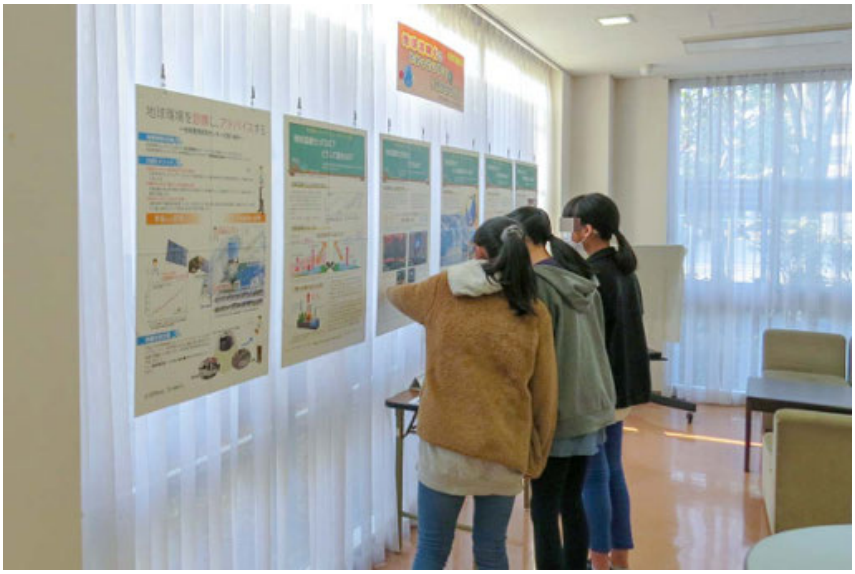


**写真2**　週末にセンターに遊びに来ていた子どもたちが熱心に見てくれていました

## 3. 終わりに

1ヶ月間の展示を通じて、今まで地球温暖化について興味がなかったり、難しさを感じていた方々にも知ってもらういい機会になったと思います。少しでも多くの方々に地球温暖化の状況を理解してもらい、行動を起こしてもらうように導くのが当センターのミッションだと改めて感じました。今後も地球環境研究センターのご協力も得ながら、展示の他にイベントや講座などでコミュニケーションを取りながら様々な方法で啓発に取り組んでいきたいと思います。

2019年5月号 ［Vol.30 No.2］ 通巻第341号 201905_341004

# CONTRAILプロジェクトが第1回日本オープンイノベーション大賞環境大臣賞を受賞しました

## ―原田環境大臣と町田室長らとの懇談―

地球環境研究センター 交流推進係

地球環境研究センター大気・海洋モニタリング推進室の町田敏暢室長を中心とする研究チーム（国立環境研究所、気象研究所、日本航空、ジャムコ、JAL財団）が実施している民間航空機による大気観測プロジェクト（CONTRAILプロジェクト）が、第1回日本オープンイノベーション大賞[注]環境大臣賞を受賞し、3月5日に表彰式が行われました。

表彰式で表彰状とトロフィーが授与されました（左から3人目が町田室長、右から2番目が澤室長）

「日本オープンイノベーション大賞」は、ロールモデルとなる先導的または独創的な取組の表彰と発信により、オープンイノベーションをさらに普及させ、我が国のイノベーション創出を加速することを目的としています。式では環境大臣賞の他に内閣総理大臣賞など12の賞に14の団体が表彰を受けました。CONTRAILプロジェクトは、これまで関わりのなかった機関同士が連携して新たな観測方法を創出し、継続した観測で成果を上げてきたことを評価されました。当日は表彰式に先立って記念シンポジウムがあり、「大学から見たオープンイノベーション」、「企業から見たオープンイノベーション」と題して2部形式の受賞者パネルが開かれました。町田室長は「日本はまだオープンイノベーションが進んでいないと言われますが、パネルに登壇した受賞者代表はいずれも高い意識で組織の枠を超えた連携を進めていました。大学は法人化以降に積極的に企業の力を活用しようと工夫をしていますし、企業は自社以外の技術やノウハウを取り入れ、協力することで今後の発展があるとの考えでした。もしかしたら最もオープンイノベーションが遅れているのは国の機関かもしれません。CONTRAILプロジェクトも現状に甘んじることなくさらに他機関や他のプロジェクトとの連携を進めていくべきと考えさせられる有意義な受賞式となりました」と感想を述べていました。

表彰式に先立ち、2月20日に原田義昭環境大臣と町田敏暢室長、気象研究所の澤庸介室長が懇談しました。その概要を紹介します。

原田大臣（右端）にCONTRAILプロジェクトのパネルを寄贈しました

## 民間企業の理解がCONTRAILを支えた

**町田**： 2005年11月に開始したCONTRAILプロジェクトでは、日本航空（JAL）が運航する10機の飛行機を改修し、二酸化炭素（$CO_2$）濃度連続測定装置（CME）および自動大気採取装置（ASE）の2つの装置を搭載しています。

CMEは飛行中に連続計測できますが、成分としては$CO_2$のみです。一方ASEはメタンや亜酸化窒素、六フッ化硫黄など複数の温室効果ガスも測れるメリットがあります。分析結果から、$CO_2$濃度の季節変動は上空においても北半球で大きく、南半球では小さいことが確認できます。また、高度8km以上における4月と7月の$CO_2$濃度の分布からも北半球が南半球より季節変動が大きいことがわかりました。

CONTRAILプロジェクトによる長期観測により科学的な貢献が多く生まれましたが、これは、環境省の地球一括計上のような継続的予算措置があったからです。長期的視点で研究を支えてくれる予算は非常に限られており、大学を含めた日本の研究機関が環境省の取り組みに深く感謝しています。

CONTRAILの歴史を紹介します。まず、ジャンボ機と呼ばれていたボーイング747型機に装置を搭載するため、飛行機を改修し、2005年11月と12月にCMEとASEの初飛行を行い、データ取得が始まりました。その後2010年に747型機が退役したときには、すでに承認をとって2006年から観測を行っていた777型機に変わりました。現在ASEを搭載できる飛行機の運航がないヨーロッパ便では手動サンプリング（MSE）により空気の採取を行っています。これは電気を使わない手動ポンプによるサンプリングです。コックピットに澤さんや私たち観測者が乗り、ハンドルを回して空気を採取します。日本からパリまでの12時間の飛行中に、場所を決めて12回のサンプリングを行います。サンプリングに必要な時間は1回15分くらいですが、その間200〜300回ずつハンドルを回します。この観測による成果は澤さんが論文として発表しています。

CONTRAILプロジェクトは研究者と企業の協働です。観測により、興味深い発見がありすぐれた論文を発表できれば研究者にとっては大きな喜びになりますし、環境省の政策にも貢献できますが、民間企業は具体的なメリットがわかりにくいので、今回のような賞をいただけることはとてもありがたいことです。このプロジェクトは民間企業の理解があって進められているものですから。

**原田大臣**： 日本の観測レベルの高さを証明するためにも、私も折に触れてこのプロジェクトを紹介したいと思っています。CONTRAILプロジェクトによる$CO_2$の観測はまったく新しい手法でしょうか。

**町田**： ヨーロッパのグループが1993年から大気中のオゾンの観測をしていますが、$CO_2$の観測では日本が世界初です。ヨーロッパもCONTRAILプロジェクトの影響を受けて温室効果ガス観測の重要性を認識し、2007年から装置の開発を行い、昨年から観測を始めたと聞いています。最初は彼らをライバルと思っていましたが、だんだんと気持ち

が変わってきました。日本からのフライトでは南米やアフリカ、大西洋を横断する便があまりありません。しかし、ヨーロッパの便はその不足している部分をカバーしていますから、お互いが取得したデータを組み合わせて利用することが大切です。私たちはヨーロッパのグループの開発のサポートをしています。そして、将来は、世界中をカバーできるような統合したデータセットを共同でつくることを目指しています。

## 地球規模の$CO_2$循環の理解が進む

**原田大臣**： データはどういう形で気候変動対策に活かせるのでしょうか。

**町田**： $CO_2$濃度の地上観測はたくさんあるのですが、これまで上空の観測はほとんどありませんでした。CONTRAILプロジェクトによって従来と比較して取得データ数を飛躍的に増やすことができました。地球上の大気の循環では、地上付近より上空のほうが効率的に空気が輸送されます。その循環過程の$CO_2$濃度を観測できるので、地球規模での$CO_2$の循環を理解するための貴重なデータになっています。また、コンピュータによる大気輸送モデルを使った放出量・吸収量の推定にもCONTRAILのデータを利用しています。たとえば、インドは$CO_2$濃度については地上データもあまりなかったのですが、CONTRAILプロジェクトで興味深いことが明らかになりました。インドにおいても夏に$CO_2$を吸収し冬に放出するのですが、夏の吸収量と冬の排出量にあまり差がないというのがこれまでの研究結果でした。ところがCONTRAILのデータを加えたところ、夏には$CO_2$を大量に吸収しており、年間を通しても放出より吸収が多いことがわかりました。インドでは人為的排出量は多いのですが、生態系に限れば$CO_2$を吸収してくれているということです。また、赤道域は雲があって温室効果ガス観測技術衛星（GOSAT）での測定が困難な地域ですし、地上観測地点もほとんどないところですが、JALはシンガポール便が多くあり、赤道上空のデータを大量に取ることができました。2015年は強いエルニーニョ現象により森林火災が頻発し、$CO_2$が熱帯林から大量に放出されたといわれています。いろいろな観測をもとにどれくらいの排出量だったかという論文が出ましたが、私たちの観測をもとにした推定では多くの人が出している数値は少し高すぎることがわかっています。

**原田大臣**： CONTRAILプロジェクトがさまざまな推定結果を実証したということですね。

**町田**： そうです。また、$CO_2$は大気中で化学変化が起きにくい成分です。いったん地上から出るとなかなか消えないという性質を利用し、$CO_2$の動きから目に見えない空気の動きを見ることができます。

## 原田大臣からもJALに感謝

**原田大臣**： 可視化ですね。ところで手動サンプリングで観測するのはご苦労ですね。

**町田**： 澤さんも私もパイロットやキャビンアテンダントから「ご苦労ですね」と言われますが、私たちにとっては北極上空の空気という貴重なサンプルがとれるのですから、感謝しています。

**原田大臣**： 私は環境大臣としてJALにもお礼を言いたいですね。

**町田**： ありがとうございます。JALにはほぼボランティアで協力していただいていますから、非常に励まされると思います。私も原田大臣が感謝しているとお話します。

原田大臣と町田室長がCONTRAILプロジェクトについて懇談しました

---

**脚注**

- https://www8.cao.go.jp/cstp/openinnovation/prize/index.html

2019年5月号 ［Vol.30 No.2］ 通巻第341号 201905_341005

# 帯広市で国立環境研究所地球環境セミナーを開催しました

地球環境研究センター 交流推進係

2月16日（土）北海道帯広市のとかちプラザにおいて、地球環境研究センターは、北海道十勝総合振興局、北海道環境財団と共催で「変貌する十勝の気候と地球温暖化」と題するセミナーを行いました。本セミナーでは3人の講師が最前線の研究成果を踏まえた情報提供をしました。上記3機関は2018年3月10日にも帯広市で同様のセミナーを開催し（http://www.cger.nies.go.jp/cgernews/201806/330004.htmlを参照）、今回は2回目となりますが、当日は70人もの方にお越しいただき、講演後のディスカッションでは、参加者と講演者との活発な意見交換が行われました。

3人の講演による講演概要とディスカッションについて報告します。

## 1. 増え続けている$CO_2$ー北海道では？ 世界では？

**【講師】町田敏暢（国立環境研究所地球環境研究センター 大気・海洋モニタリング推進室長）**

本日は、(1) 地上で観測された二酸化炭素（$CO_2$）濃度、(2) 過去の$CO_2$濃度、(3) 上空の$CO_2$濃度はどうなっているか、についてお話しします。

### (1) 地上で観測された$CO_2$濃度

国立環境研究所は北海道の落石岬と沖縄県の波照間島の2カ所に大気を観測するステーションを設置しています。波照間島は1993年、落石岬は1995年に観測を開始しました。1993年から今週までに波照間ステーションで観測された$CO_2$濃度のデータを見ると、のこぎりの刃のようにギザギザしながら、だんだんと濃度が増えているのがわかります。このギザギザを詳しく見てみると、1年に一回下がっています。ここで問題です。

【問題1】**1年のうちで$CO_2$濃度が最も低くなるのは、夏でしょうか、冬でしょうか。**

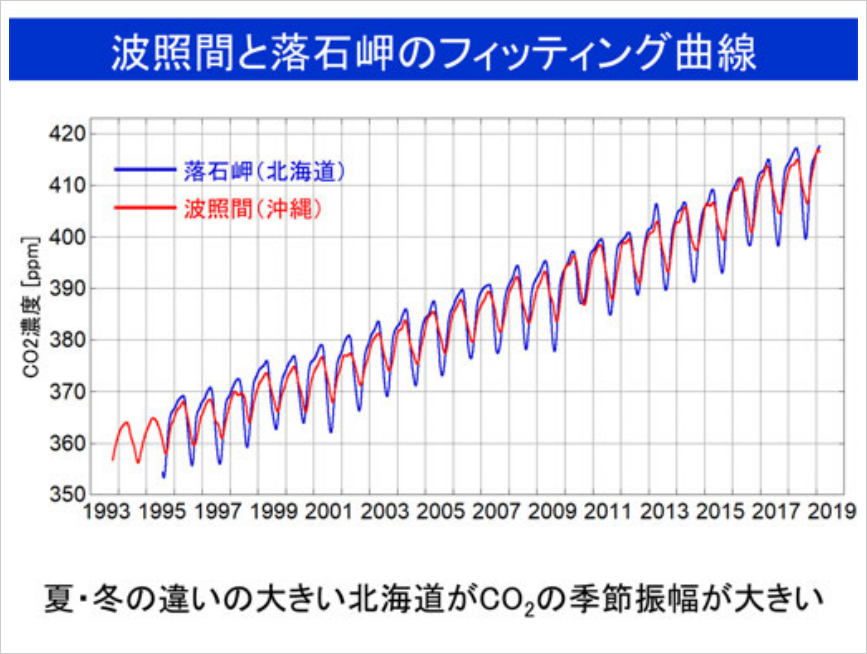
［答えは**夏**。反対に1年のうちで最も高いのは冬です。］

【問題2】**$CO_2$が1年のうちで低くなったり高くなったりする季節変化の原因は、石油や石炭などの化石燃料の燃焼**

**によるものでしょうか、植物の活動によるものでしょうか。**

［答えは**植物**。植物の葉は光を受けると光合成により$CO_2$を吸収します。夏には葉が開いて光合成を盛んに行いますから、大気中の$CO_2$濃度が最も低くなります。植物も人間同様、呼吸をします。酸素を吸収し$CO_2$を出しています。夏が過ぎると光合成活動が弱まり呼吸のほうが強くなります。］

波照間も落石岬も人の活動の影響を直接受けにくいきれいな空気を測ることができます。2地点のデータを比較すると、年々の上昇傾向は同じでも、落石岬のほうが夏の濃度が低く冬が高くなっています。これは、波照間島より落石岬の方が夏と冬の気温差が大きく、植物の光合成・呼吸活動の季節差が大きいからです。




十勝管内の陸別町にある銀河の森天文台の一室でも地上から上空までの$CO_2$濃度を測っています。陸別町上空の$CO_2$濃度も季節変動しながら少しずつ上昇しています。なぜ陸別で観測しているのかというと世界初の$CO_2$濃度を測るための専用の人工衛星である「いぶき」の観測データの検証をするためです。陸別は世界25カ所にある同様の方法での観測ネットワーク（TCCONネットワーク）の一役を担っているのです。陸別は世界と連携して$CO_2$データを蓄積している場所なのです。

### (2) 過去の$CO_2$濃度は？

$CO_2$はいつから増え始めたのでしょうか？ 増え始める前の濃度はどのくらいだったのでしょうか？ これらの疑問に答えることができます。南極の氷の中に昔の空気が保存されているのです。それを取り出して過去の$CO_2$濃度を測ることができます。これによれば1800年以前はほぼ280ppmでした。18世紀後半の産業革命により人間が石炭や石油を燃やすようになってから$CO_2$が増え始め、現在は400ppmを超えてしまいました。この250年間で120ppm上昇したことになります。また、120ppmの増加の半分の60ppm増えるのに200年以上かかっているのに、残りの60ppmにはたったの30年しかかかっていません。最近の$CO_2$増加がいかに急激かわかります。

### (3) 上空の$CO_2$濃度

2005年から民間航空機に2つの装置を搭載して観測を始めました。飛行中に$CO_2$濃度を連続して測定できるCMEと自動大気採取装置ASEです。このおかげで、貴重な興味深いデータを得ました。高度8km以上の上空の$CO_2$濃度分布をみると、4月は南半球より北半球のほうが高濃度ですが、7月になると北半球の植物が$CO_2$を吸収するので逆に南半球のほうが高濃度になります。南半球には海が多く、陸地や森林が少ない一方、北半球はシベリアや北米などに大森林があり、その光合成の働きで夏に大きな$CO_2$吸収が起きているためです。航空機による観測を通じて、地上だけではなく、上空でも違いがあることがわかってきました。この新しい観測で得られたデータを世界の研究者に提供し、世界の$CO_2$循環に関する最先端の研究が進んでいます。

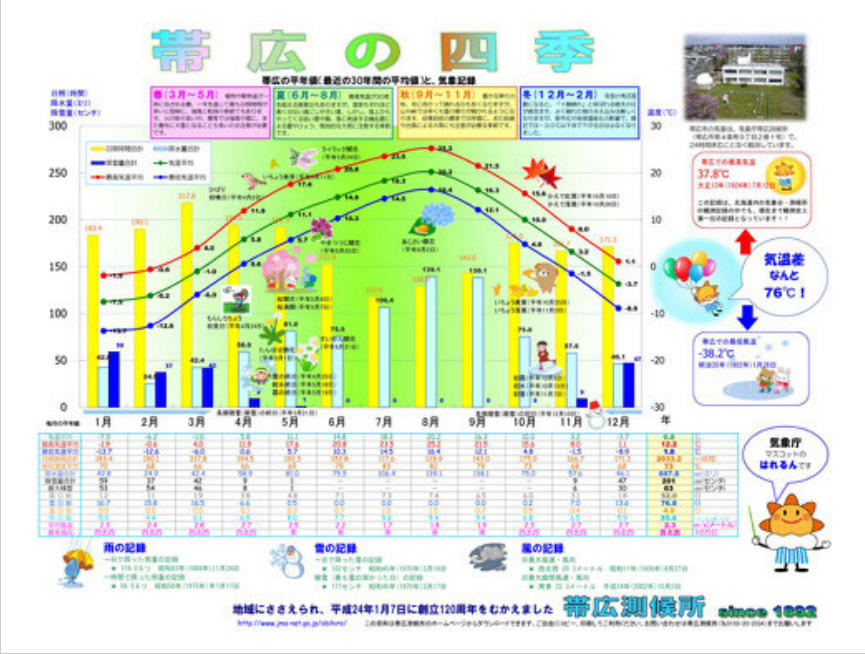
## 2. 十勝地方の気候の変化

**【講師】小司晶子（気象庁札幌管区気象台 気候変動・海洋情報調整官）**

十勝地方の気候の変化を、観測データを使ってお話します。さらに、今後の北海道の気候予測についても紹介します。

### (1) 十勝地方のこれまでの気候変化

帯広測候所で観測された過去30年間のデータを見てみます。帯広の冬はとても寒いのですが（1月の最低気温の平均がマイナス14°C）、1月の日照時間は183時間と長く、日照には恵まれています。8月の最高気温の平均が25°C、最低気温の平均は16°Cくらいですから本州と比べると過ごしやすい夏です。過去の最高気温は大正13年に37.8°Cを記録し、真夏日は年10日くらい観測されています。帯広の気候の特徴は、夏と冬の寒暖差が大きいことと、年間降水量は887mmと少なめで、内陸の気候の特徴をもっていることです。




世界の年平均気温は100年で0.73°C上昇しています。北海道地方は、約1.6°Cの上昇で、世界平均より上昇量が大きくなっています。これは、温暖化に加えて、札幌などの都市化の影響が考えられます。帯広は、100年で約1.9°C上昇しています。最高気温より最低気温の上昇割合が大きく、これは地球温暖化に加えて都市化（ヒートアイランド）により夜の気温が下りにくくなっていることが原因と考えられます。帯広の気温の上昇を季節別にみると、冬季や春季は100年間で2°C以上上昇していますが、夏季は1°C程度です。

北海道では大雨や短時間強雨（1時間の降水量が30mm以上）に増加傾向が見られます。2016年は、台風第7号、第11号、第9号、第10号が北海道に相次いで上陸・接近し、記録的な大雨・災害が発生し、帯広では、2016年夏季の降水量は729.5mm（観測史上1位）を記録しました。8月29日～31日は、台風第10号の接近や東海上の高気圧からの暖かく湿った空気の流入により、日高山脈周辺で300mmを超える大雨となり、十勝川水系札内川が氾濫し、「氾濫発生情報」が発表されました。

北海道の日本海側では最深積雪が10年あたり約3.9%の割合で減少していますが、帯広では単調な増減は確認できません。

さくらの開花日は10年で1.4日早まってきています。逆にかえでの紅葉は10年で1.9日遅くなっています。これは、地球温暖化の影響が考えられますが、年々変動も大きいです。

**(2) 今後はどうなるのか**

気象庁が2017年に発行した「地球温暖化予測情報第9巻」をもとに、今後の北海道の気候についてご説明します。「地球温暖化予測情報第9巻」は今後あまり温暖化対策をしないで$CO_2$を排出し続けたらどうなるかというシナリオ（RCP8.5）をもとにしています。それによると、21世紀末の年平均気温は、現在気候に比べ、全国平均で4.5°Cの上昇、北海道地方は約5°C上昇すると予測しています。これまで十勝地方ではほとんどなかった猛暑日（最高気温が35°C以上）や熱帯夜（夜間（夕方から翌朝まで）の最低気温が25°C以上）も、21世紀末には1年に5日程度みられるという予測が出ています。

北海道では、現在気候で数年に1日（回）程度しか現れない大雨（日降水量100mm以上）や短時間強雨が、21世紀末にはほぼ毎年出現し、十勝地方でも同様に増える予測となっています。大雨や強雨が増え、降水量が増加すると災害発生のリスクが高まります。21世紀末の北海道地方の年降雪量と年最深積雪は、現在気候に比べ減少する予測となっており、今より過ごしやすくなるかと思います。しかしどちらも内陸部では減少率は小さくなっています。

## 3. 「脱炭素社会」構築に必要な「大転換（トランスフォーメーション）」

**【講師】江守正多（国立環境研究所地球環境研究センター 副センター長）**

このまま$CO_2$が増えると気温は上がり続けます。ではどうしたらいいでしょうか。

**(1) パリ協定の長期目標は達成できるのか**

2015年のCOP21で採択されたパリ協定では、「世界的な平均気温上昇を産業革命以前に比べて2°Cより十分低く保つとともに、1.5°Cに抑える努力を追求する」という長期目標が合意されました。この実現には、「今世紀後半に人

為的な温室効果ガスの排出と吸収源による除去の均衡を達成する」ことが必要で、具体的には今世紀末には実質の温室効果ガスの排出をゼロにしなくてはなりません。

人間活動で出る温室効果ガスの大部分は$CO_2$です。そのうちの大部分はエネルギーをつくるときに出てきます。世界のエネルギー源を見ると、8割くらいは化石燃料です。しかし近年石炭は減少傾向にあり、太陽光、風力等の再生可能エネルギーが加速度的に増えています。絶対量はまだ少しですが、パリ協定では、石炭、石油、天然ガスをすべて置き換えるほど再生可能エネルギーが増えることを目標にしています。ここで皆さんに質問です。

**今世紀末には実質の温室効果ガスの排出をゼロにすることが実現できそうだと思う人は〇、無理そうだと思う人は×を挙げてください。**

結果：〇が1〜2割でした。ちょっとできそうな気がしないという意見が多かったようです。

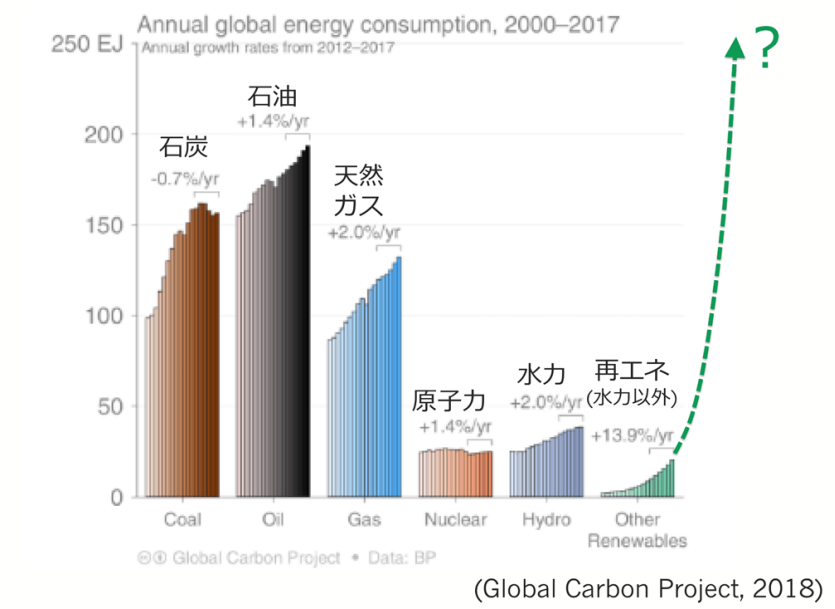



**図1**　世界のエネルギー源の変化（2000–2017年）

再生可能エネルギーが大幅に増える可能性を、過去の技術を参考にしてみてみます。アメリカでは電話、電気、自動車、ラジオ、冷蔵庫などの技術はある程度まで導入が進むと、その後一気に社会に普及しました。特にスマホなどデジタル技術は10年経たないくらいの期間で、社会にほぼ100%普及しています。いま、太陽光も風力もどんどん安くなっていますので、あるところを超えると急激に普及するということは起こりえないことではなさそうです。

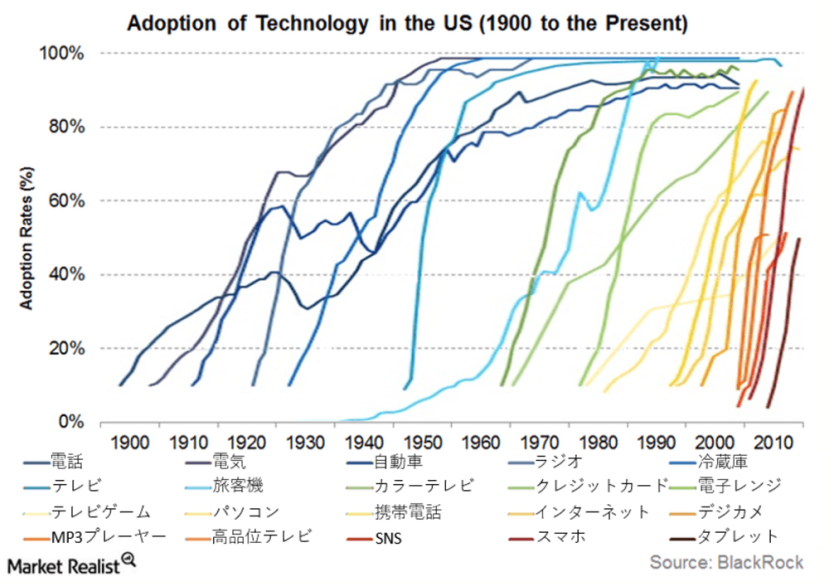



**図2**　アメリカにおける諸技術の普及率の推移（出典: https://www.blackrockblog.com/

2015/12/11/economic-trends-in-charts/)

### (2) 1.5°C報告書をどう受け止めるか

パリ協定の努力目標である1.5°Cの温暖化を科学的に評価した報告書が2018年10月に公表されました。この報告書の内容について、私自身の考えを含めてお話します。

1.5°Cを超えると、豪雨災害や熱波による健康被害がさらに増加し、ほとんど$CO_2$を出していない途上国の貧しい人たちや先住民族が生活の基盤を失うような被害に遭います。また、生態系の不可逆的な損失が進みます。グリーンランド氷床はすでに融け始めていますが、ある温度を超えると融解が止まらなくなります。「1.5°Cまでなら平気で、2°Cなら困る」のではなく、今すでに困っており、1.5°Cならもっと、2°Cならもっともっと困るのです。

今世紀末までに世界の排出量を正味でゼロにするということは実現可能なのでしょうか。報告書には「自然科学的、技術的、経済学的には不可能ではない」と書かれています。机上の計算では不可能ではないということですね。ではどうしたらよいのでしょうか。それには、投資の増加、適切な政策、イノベーションの加速、すべてのアクター（国家政府だけではなく、自治体や企業、市民など）の参加、国際協力等が不可欠です。「1.5°C未満」の実現には、持続可能な社会が必要です。つまり、リサイクル、シェアリングが進み、少ないエネルギーや資源で経済が回り、社会の格差が小さく国家間の仲がいい状態ですと$CO_2$を減らしやすいのです。「1.5°C未満」は大変な目標ですが、これを目指すということは持続可能な社会への取り組みを加速する機会であると、前向きに考えればいいと思います。

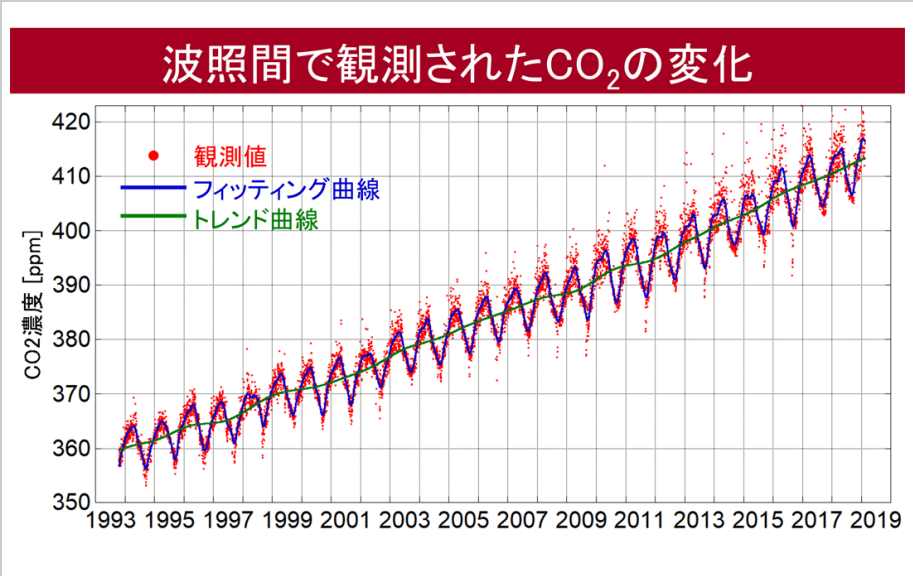
実は前向きに取り組んでいる人たちが世界にはたくさんいます。アメリカでは州政府、大学、企業の人がWe are still inというグループをつくり、連邦政府がパリ協定から抜けると公表してもわれわれは残るという意思表示をしています。RE100（renewable energy 100）という、再生可能エネルギーだけを使ってビジネスを進めようという目標をたてた企業が世界中にたくさんあります。日本では気候変動イニシアティブがあり、自治体や企業が主体的に対策を進めています。さまざまな取り組みが始まっていますし、主体的に行動するという雰囲気が盛り上がってきているという気がします。

## **4.** ディスカッション

ディスカッションでは、休憩時間中に参加者が付箋に書いた質問に講演者が答えました。

**Q**： 波照間ステーションの$CO_2$データで年間のばらつきが近年になるにつれて大きくなっているように見えるのはなぜか。

**町田**： 波照間島では、冬になると北西の季節風が大陸から吹いてきます。冬に大陸から季節風か吹いてくるときにばらつきが大きくなっています。中国で大量の$CO_2$を出すようになったので、その風が来るとき、来ないとき、でばらつきが出ています。$CO_2$以外の成分も近年上昇しています。日本にありながらそういうことがわかる非常に興味深い観測地点です。




**Q**： 短期間強雨が増えているが、予測精度は上がっているのか。たとえばアンサンブル予測などで局所的な雨の予測は可能となるのか。

**小司**： 局所的な雨の予測は難しいです。予測精度はすぐには上がりませんが、観測データやモデルの改善など地道な努力で少しずつ向上しています。新しい気象衛星ひまわり8号は空間的にも時間的にも解像度が上がっており、細かい現象をとらえられるようになっています（補足情報：2019年6月、短期予報に利用されるメソアンサンブル予報の運用が開始される予定です。これにより予報の信頼度向上が見込まれます。詳細は数値予報研修テキスト [注] をご覧ください）。

**Q**： 自然エネルギーへの転換は大切。十勝では太陽光発電の設置が進んでいるが、大切な$CO_2$吸収源の森林を皆伐し、その後に発電施設が設置されているのを見ると心が痛む。

**江守**： 今までは環境アセスメントなしで太陽光発電設備を作れたので、森林を破壊したり土砂崩れしやすい場所に設置してしまったり、景観が損なわれたりなど、日本中で苦情が出ています。今後はアセスメントが必要になりますし、さらに見直しも検討されています。

**Q**： 一番いいと思われる発電方法やエネルギー源は何か。

**町田**： 再生可能エネルギーで発電してバッテリーに蓄え使うというのは一つの方法です。もう一つは水素です。アメリカでは水素自動車がかなり普及していて、水素ガスステーションがたくさんあります。水素化社会に日本も向かっていくという可能性があります。

**小司**： 個人的な意見ですが、潮流発電や地熱発電など自然を利用したものが今後増えていくといいと思います。

**江守**： 今日本でも水素ステーションができ始めていますが、太陽光パネルで水を電気分解してできた水素で水素自動車が走れるといいです。再生可能エネルギーは変動しますから、安定化させるためにはバッテリーが重要です。そういったものをいろいろと組み合わせていくことがいいと思います。

最後に、江守副センター長が会場からの意見や質問をお聞きしたところ、参加者から以下のようなご提案をいただきました。

**参加者**： 温暖化によって食糧難や住む場所がなくなる人がたくさん出てきます。これは世界で進めなければならない対策ですから、世界中の人たちが少しずつでもいいからお金を出し合って取り組むべきです。たとえば、火力発電所をすべてゼロにすることを決断し、世界中の人たちから集められたお金でトップランナーの技術を採用して試してみるといいです。そういうことが話し合われているでしょうか。また、実現の可能性はありますか。

**江守**： ありがとうございます。とてもいいアイデアだと思います。私自身は聞いたことはありませんが、インターネットで呼びかけるとそういうムーブメントが起きそうな気がします。

参加者から貴重な意見をいただき、ディスカッションは大変有意義な時間となりました。

---

**脚注**

- https://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/nwptext/nwptext.html

＊写真提供：久保田学氏（北海道環境財団）

2019年5月号 ［Vol.30 No.2］ 通巻第341号 201905_341006

**最近の研究成果**

# 温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」（GOSAT）から得られた水蒸気のバイアス補正法の評価

地球環境研究センター 衛星観測研究室 特別研究員 **TRAN Thi Ngoc Trieu**
地球環境研究センター **森野勇**、**内野修**、**大山博史**ほか

主要な温室効果ガスである二酸化炭素とメタンの全球濃度分布を明らかにするために、2009年に温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」（GOSAT）が打ち上げられ、現在も継続して観測運用中である。「いぶき」に搭載された温室効果ガス観測センサの短波長赤外領域スペクトルから[1]、二酸化炭素やメタンのカラム平均濃度、更に自然起源の温室効果ガスである水蒸気も同時推定[2]されている。これまで、二酸化炭素やメタンについて、地上設置フーリエ変換分光計観測網（TCCON[3]）のデータを用いて「いぶき」データの全球で一様なバイアス（全球バイアス）と同時に推定するパラメータに依存するバイアスを明らかにし、TCCONデータを真値として重回帰分析（あるデータを他の2つ以上のデータによって説明するための関係式を作る分析法）を用いてこれらのバイアスを経験的に補正する手法を開発した[4]。本研究では、TCCONデータを用いて、「いぶき」による水蒸気データのバイアスを補正する方法を評価した。水蒸気は、高度や時空間の違いによる濃度変動が非常に大きく衛星観測データのバラツキも大きくなり、衛星観測データのバイアスを評価することは容易ではない。先ず、「いぶき」とTCCONによって観測された空気塊が、同じ時空間に存在すると仮定する（マッチング）範囲の大小が「いぶき」水蒸気データのバラツキにどう影響があるかを調べた。その結果マッチング範囲を極力小さくした方が、バラツキが小さいことが分かった。しかし、マッチング範囲が小さすぎると「いぶき」データの補正に用いるデータセット数が足りなくなるため、TCCON観測地点を中心に緯度・経度0.5度以内の「いぶき」データをマッチングすることにした。つぎに、TCCONと「いぶき」のそれぞれの観測地点の高度差による影響を補正する高度補正、上記の経験的補正法、及び両補正を組み合わせた3つの補正方法について比較し、その結果、本研究の解析条件では、高度補正のみを用いる方法が最も有効であることが分かった。高度補正前後の結果を図に示す。「いぶき」とTCCONデータの一致度とそれを示す相関係数（*R*）が改善していることが分かる。本研究の結果を基に、「いぶき」の水蒸気データの利用が進むことを期待したい。

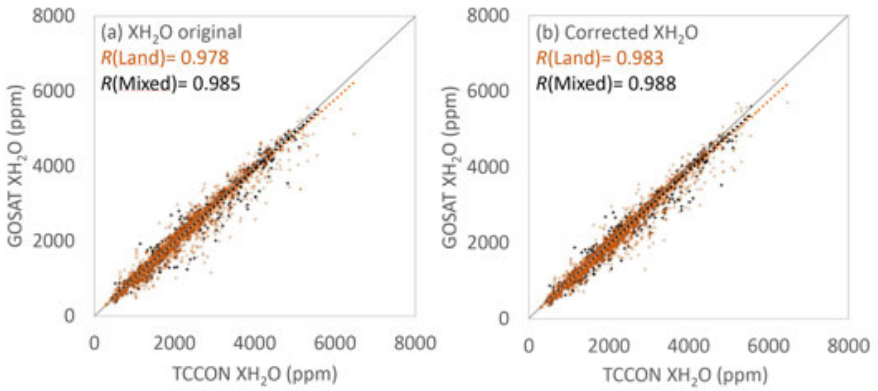



**図** TCCONデータを用いた (a) 補正前と (b) 高度補正後の「いぶき」水蒸気データの比較。茶色と黒色の点はそれぞれ陸域、海陸混合域の「いぶき」データ。茶色と黒色の点線はそれぞれ陸域、海陸混合域の回帰直線で、灰色の実線は両データが一対一に対応する線。それぞれのTCCON地点を中心に緯度・経度0.5度以内の「いぶき」データ、「いぶき」の通過時刻の±15分以内の一致したTCCONデータを比較と補正に用いた

**脚注**

1. 吉田幸生「長期観測を支える主人公ー測器と観測法の紹介ー [4] 避けては通れない雲とエアロゾル：宇宙から温室効果ガ

ス濃度を推定するTANSO-FTS」地球環境研究センターニュース2012年12月号

2. Eric Dupuy・森野勇・吉田幸生・内野修・松永恒雄・横田達也ほか「『いぶき』は水蒸気も測っています！ー温室効果ガス観測技術衛星による水蒸気の観測と地上観測との比較ー」地球環境研究センターニュース2016年8月号
3. 森野勇「長期観測を支える主人公ー測器と観測法の紹介ー [9] 空を見上げて温室効果ガス濃度を測る組織ーTCCONー」地球環境研究センターニュース2015年3月号
4. 井上誠・森野勇・内野修・中津留高広・吉田幸生・横田達也・町田敏暢ほか「衛星『いぶき』（GOSAT）から得られた温室効果ガス濃度の高精度化に向けたバイアス補正手法の開発」地球環境研究センターニュース2016年10月号

**本研究の論文情報**

Evaluation of Bias Correction Methods for GOSAT SWIR $XH_2O$ Using TCCON data

著者： Tran T. N. T., Morino I., Ohyama H., Uchino O., Sussmann R., Warneke T., Petri C., Kivi R., Hase F., Pollard D. F., Deutscher N. M., Velazco V. A., Iraci L. T., Podolske J. R., Dubey M. K.

掲載誌： Remote Sens., (2019) 11(3), 290

＊英語版も掲載しています。

201905_341006-en

# Evaluation of bias correction methods for GOSAT SWIR $XH_2O$ using TCCON data

**Thi Ngoc Trieu Tran**
Research Associate, Satellite Remote Sensing Section, Center for Global Environmental Research
**Isamu Morino**, **Osamu Uchino**, **Hirofumi Oyama**, et al.
Center for Global Environmental Research

The study evaluated three bias correction methods of systematic biases in column-averaged dry-air mole fraction of water vapor ($XH_2O$) data retrieved from Greenhouse gases Observing SATellite (GOSAT) Short-Wavelength InfraRed (SWIR) observations compared with ground-based data from the Total Carbon Column Observing Network (TCCON). They included an empirically multi-linear regression method, altitude bias correction method, and combination of altitude and empirical correction for three cases defined by the temporal and spatial collocation around TCCON site. The large altitude differences between GOSAT observation points and TCCON instruments are the main cause of bias, and the altitude bias correction method is the most effective bias correction method. The lowest biases result from GOSAT SWIR $XH_2O$ data within a 0.5° × 0.5° latitude × longitude box centered at each TCCON site matched with TCCON $XH_2O$ data averaged over ±15 min of the GOSAT overpass time. Considering land data, the global bias changed from −1.3 ± 9.3% to −2.2 ± 8.5% and station bias from −2.3 ± 9.0% to −1.7 ± 8.4%. In mixed land and ocean data, global bias and station bias changed from −0.3 ± 7.6% and −1.9 ± 7.1% to −0.8 ± 7.2% and −2.3 ± 6.8%, respectively after bias correction. The results also confirmed that the fine spatial and temporal collocation criteria is necessary in bias correction methods. In addition, GOSAT SWIR $XH_2O$ data are correlated mainly with the retrieved albedo and air mass (a function of the solar zenith angle and the satellite-viewing angle). However, only the mixed data are correlated with the retrieved AOD at 1.6 μm, whereas land data are correlated strongly with surface pressure and altitude of GOSAT observation point. The correlation coefficient *R*, which ranged from 0.91 to 0.99 after bias correction, demonstrated that corrected GOSAT SWIR $XH_2O$ data are very strongly correlated with TCCON data. Besides that, the imperfect retrieval algorithms of GOSAT data as well potential bias from TCCON might also contribute to GOSAT SWIR $XH_2O$ total bias.

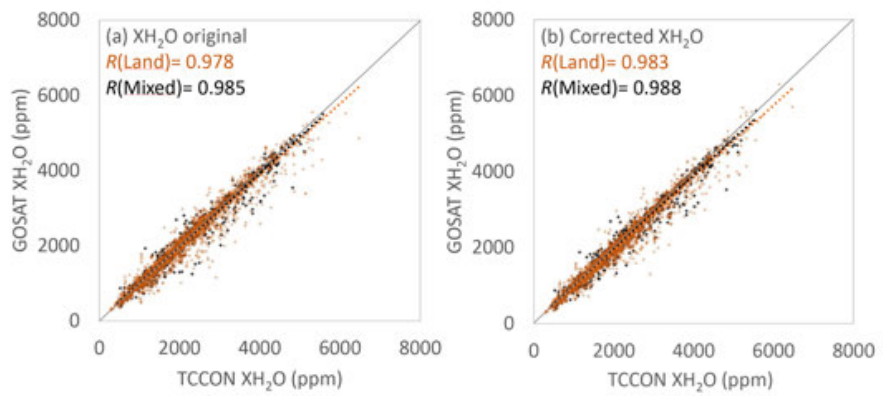



**Figure** Correlations between GOSAT SWIR $XH_2O$ data within a 0.5° × 0.5° latitude × longitude box centered at each TCCON site matched with TCCON $XH_2O$ data averaged over ±15 min of the GOSAT overpass time. (a) Original GOSAT SWIR $XH_2O$ and TCCON $XH_2O$; (b) GOSAT SWIR $XH_2O$ corrected by bias correction method (A) and TCCON $XH_2O$.