



会場のみなさまと一緒にパリ協定合意による地球温暖化対策について考えました
(春の環境講座で行われたパネルディスカッション)

2016年8月号 [Vol.27 No.5] 通巻第308号

生態系モデルの新たな進展について ～この5年間を振り返って～

地球環境研究センター 物質循環モデリング・解析研究室 主任研究員 中山忠暢

気象キャスターと科学者が語る地球温暖化 トークセッション 「2050年の天気予報」 報告ー

社会対話・協働推進オフィス 科学コミュニケーター 岩崎茜

徹底討論ーパリ協定でどうなる？ どうする？ 地球温暖化ー開催報告 第1部：「パリ協定」で地球温暖化対策はどうなる？

地球環境研究センター 交流推進係 広兼克憲

徹底討論ーパリ協定でどうなる？ どうする？ 地球温暖化ー開催報告 第2部：「パリ協定」を受けて、地球温暖化対策をこれから「どうする？」

社会対話・協働推進オフィス 科学コミュニケーター 岩崎茜

【最近の研究成果】 「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 衛星観測研究室 特別研究員 Eric Dupuy ほか

酒井広平講師による「検定試験問題を解いてみよう」シリーズ [30] 地球温暖化とヒートアイランドー3R・低炭素社会検定よりー

地球環境研究センターニュース編集局

生態系モデルの新たな進展について

～この5年を振り返って～

地球環境研究センター 物質循環モデリング・解析研究室 主任研究員 中山忠暢

2016年5月9日～12日にかけて、アメリカ・ボルチモア近郊のタウソン大学で生態系モデルに関する国際会議（The International Society for Ecological Modelling Global Conference 2016: ISEM2016）が開催された（写真）。本会議はタウソン大学のホストのもと、国際生態モデル学会（International Society for Ecological Modelling: ISEM）とElsevierのオーガナイズで開催された。これまで、2009年にカナダ・ケベックシティで、2011年に中国・北京^[1]で、2013年にはフランス・トゥールーズで開催されており（北アメリカ・アジア・ヨーロッパ間での持ち回り）、今回の第20回は再び北アメリカで開催のグローバル会議である。以下に筆者の感想を交えつつ概要を報告する。



写真 ISEM2016の学会会場となったタウソン大学（創立150周年。今回の会議のメインホストであるBrianが在籍）

今回の会議では始めに、ISEMに加えて英文雑誌Ecological Modellingを含む複数の雑誌の創始者であるSven Erik Jørgensen（コペンハーゲン大学）の訃報があった^[1]。Svenは筆者が2002年に東京での国際会議に招聘して以来、会うごとにシステム生態学や生態系モデルを含む研究の独自の世界観について力強く説明していた。前回のISEMの会議でも帰りの飛行機内の隣席で、複数の湖沼や森林を含む大邸宅での暮らしぶりの話（所有するクルーザーでの水遊びなど）や、デンマークの孤島で自然再生エネルギーによる実証実験を主導して有効エネルギーに関するエクセルギー（exergy）評価というユニークな研究を行ってきた話など、年齢を感じさせないパワフルな印象ばかりを持っていただけに、訃報は残念でならない。ただ、今回のISEMのホストの1人、かつSvenの後任でEcological ModellingのEditor-in-ChiefのBrian D. Fath（タウソン大学）を筆頭に、Guy R. Larocque（カナダ天然資源省）、Tarzan Legović（ルジェル・ボスコビッチ研究所）、Todd M. Swannack（アメリカ陸軍工兵隊）、Bai-Lian Li（カリフォルニア大学リバーサイド校）など、筆者が知っているだけでも多数の著名な研究者がSvenの志を引き継いでおり、こ

の会議でも生態系モデルに関する新たな展開に関する発表が幾つもあった。

本会議は、参加者約330名、6つの基調講演、15のシンポジウム、8つの一般セッション、ポスター発表が行われた。全体的に前回のツールズでの発表に比べて生態学の理論や原理に関する発表はだいぶ減り（生態学に限らず、時代の流れなのかもしれない）、リスク評価、生態系回復、景観解析、人間活動や気候変動に伴う影響解析のように、生態系モデルの適用可能性、特にグローバルなスケールでの適用に関する発表が増えたように感じた。初日の基調講演では、IGBP (International Geosphere-Biosphere Programme) の議長であるJames Syvitski (コロラド大学) による幅広い地球科学コミュニティへの適用に向けた様々なモデルの統合 (Community Surface Dynamics Modeling System: CSDMS) が興味深かった。昨年秋に立ち上がったEcosystem Dynamics Focus Research GroupがCSDMSを更に俯瞰する手立てとして機能し、200個程度のオープンソースモデルに基づくネットワーク化やキャパシティ・ビルディングに留まらず、様々な教育や知識の創出に向けた取り組みは、これからの生態系モデルのあるべき姿として大きな役割を果たすものと思われる。また、生態学の代謝理論 (metabolic theory of ecology)、個体ベースモデル (Individual-Based Model: IBM)、エージェントベースモデル (Agent-Based Model)、物理環境生息場評価モデル (Physical Habitat Simulation Model: PHABSIM)、水質生態系モデルなどのオーソドックスな生態系モデルの発表 (詳細は脚注^[1]などを参照) に加えて、動的エネルギー収支 (Dynamic Energy Budgets: DEB)、AQUATOX生態系モデル、人間-社会結合システム (Socio-Ecological、もしくは、Coupled Natural & Social Systems)、都市システムモデル (Urban System Modelling)、最先端の計測技術や画像解析技術と生態系モデルの組み合わせ、持続可能性評価 (Sustainability Assessment) 等のセッションでの発表 (各モデルの詳細は省略するが、別概念の既存モデルとのアナロジーを用いたり、人為活動の影響を加えたり、コンピュータの性能向上による新たな解析の実施、など) は新鮮であった。筆者は生態水文学 (Eco-Hydrology) ^[2]のセッションにおいて、生態水文学モデル NICE (National Integrated Catchment-based Eco-hydrology) ^[3]と複数の生物地球化学的循環モデル (LPJWHyMe、Biome-BGC、SWAT、QUAL2Kw、RokGeM、CO2SYSなど) を新たに結合したプロセス型のNICE-BGCを用いることによって、これまでグローバル炭素循環評価においてほとんど無視されてきた陸水が炭素循環に及ぼす影響評価についての研究発表を行った。

筆者はもともと流体力学における乱流現象をテーマに学位論文を書き^[4]、国環研に入所後に新たにNICE^[3]を開発してきたが、初めてISEMに参加^[1]してからのこの5年間 (3回目) だけでも生態系モデルは随分と複雑になってきていることを改めて感じた。Svenのように生態系モデルを総括的かつ包括的に説明してくれる講演者が今回いなかったのは残念であったが、一方でJamesのようにこれまでの生態系モデルの流れを踏まえつつ、より大きな枠組みの中で地球科学コミュニティへ積極的に貢献していこうとする姿勢は、これからの生態系モデルが活路を見だしていく上で不可欠な要素の1つである。そのような意味においても、筆者が近年行ってきた生態水文学モデルと生物地球化学的循環モデルの結合NICE-BGCは、単に炭素循環におけるホットスポット検出や早期検出システム構築のためにとどまらず、もっと広い視野から持続可能な開発目標 (Sustainable Development Goals: SDGs) ^[5]における「2030アジェンダ (正式名称: 我々の世界を変革する: 持続可能な開発のための2030アジェンダ)」を達成するために必要であり、地域レベルとグローバルな観点の融合の必要性がここにあるのだと再認識した。

脚注

1. 中山忠暢「これからの生態系モデルには何が必要なのか?」地球環境研究センターニュース2011年11月号
2. 水文学 (hydrology) と生態学間での相互作用の理解を目指す学問分野。筆者も編集委員を務めている「Ecohydrology」(Wiley-Blackwell出版社) 及び「Ecohydrology & Hydrobiology」(Elsevier出版社) などをご参照ください。
3. 例えば、Nakayama T. (2015) Integrated assessment system using process-based eco-hydrology model for adaptation strategy and effective water resources management. AGU Geophysical Monograph Series 206, pp.521-535.
4. Nakayama T. (2000) Turbulence and coherent structures across air-water interface and relationship with gas transfer. Ph.D. Dissertation of Kyoto Univ. <http://jairo.nii.ac.jp/0019/00122889/>
5. UNDP (2015) Sustainable Development Goals. <http://www.un.org/sustainabledevelopment/>

気象キャスターと科学者が語る地球温暖化

－トークセッション「2050年の天気予報」報告－

社会対話・協働推進オフィス 科学コミュニケーター 岩崎茜

地球温暖化と未来の天気をテーマにしたトークセッションが5月29日（日）つくば市のつくばエキスポセンターで行われ、気象キャスターの井田寛子さんと国立環境研究所の江守正多・気候変動リスク評価研究室長がそろって登壇しました。



写真1 来場者に問いかける井田さん（右）と江守室長（左）

1. はじめに

「今年の京都の紅葉の見ごろはクリスマス頃になりそうです。」

34年後の天気予報の中で気象キャスターの井田さんが伝えています。CO₂排出量がこのまま増加して地球が温暖化した場合に予測される未来の天気です。途中から江守室長が登場し、科学者の立場から温暖化について解説しています。

これは、2014年にNHKで制作された「2050年の天気予報」 (<https://www.youtube.com/watch?v=NCqVbJwmyuo>) という映像で見られる一場面です。

この映像のライブ版とも言える、井田さん、江守室長を招いたトークセッション「2050年の天気予報－気象キャスターと科学者が語る、34年後の天気－」が、5月につくばエキスポセンターで開かれました。通常は星空を鑑賞するプラネタリウムで行われたこのイベント。来場した約200人は、ドーム型天球に囲まれた特別な雰囲気の中で、二人のトークに聞き入りました。



写真2 プラネタリウムの客席から見下るす形でセッションが行われた

冒頭で上映された約5分の映像の中では、温室効果ガスの排出が増加し温暖化が進むと、2050年には、秋の風物詩である京都の紅葉がクリスマスにずれ込んだり、最大風速70メートルという巨大な台風が日本列島に上陸したりするなど、“異常な” 天気が報じられるようになること示唆されています。続くトークでは、こうした未来の日本の姿から、温暖化問題の深刻さと今から対策を取ることの重要性を、参加者と一緒に考えました。

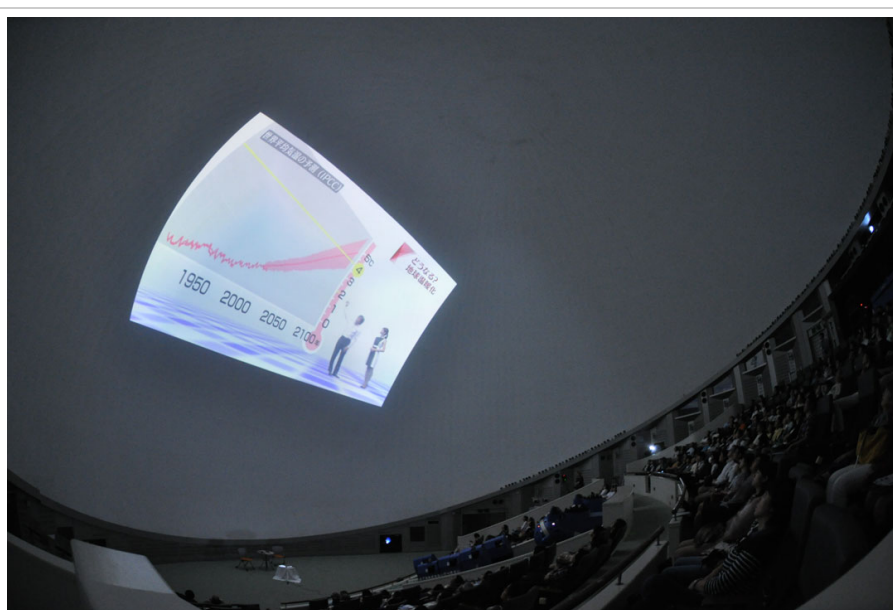


写真3 プラネタリウムの天球に映像を映し出して視聴した

クリスマスの紅葉や、入学式ではなく卒業式シーズンに咲いてしまう桜など、温暖化によって従来の日本の四季のイメージが崩れてしまうことは悲しいと話す井田さん。桜や紅葉は日本の文化や祭りとも結びついているので、見どころが変化したり、四季がずれてしまったりすることで、観光面にも影響が出る心配があります。しかし、そうした望ましくない未来像や現状を人々に知ってもらうことが、温暖化について考えることにつながる。この映像はそのきっかけになるツールとして、世界気象機関のキャンペーンの一環で作られました。世界で14の国と地域が制作に参加し、日本版には井田さん、江守室長の二人が出演しています。

2. 気象キャスターとして伝える難しさ

セッションは、気象キャスターとして活躍する井田さんのお話から始まりました。筑波大学を卒業し、つくば市とも縁の深い井田さん。卒業後にTV番組のキャスターとなり、「伝える仕事」に従事する中で、災害報道に携わるため

の“武器”を身に着けたいと、気象予報士にチャレンジ。5回目で見事に資格を手にし、現在は気象キャスターとして朝の情報番組に出演しています。

出演番組では地球温暖化や自然災害について「伝える」難しさと日々格闘しているといいます。難しさの一つに、異常気象が増えていることで、かえってその深刻さが伝わりづらくなっていることがあるとか。「数十年に一度」や「記録的」などの言葉が付く現象が増えると、世間がそれらの言葉に慣れてしまい、キャスターの発言が“オオカミ少年”のように聞こえてしまう。こうして視聴者に危機意識の薄れが起こることのないよう、伝える言葉の使い方には苦労しているそうです。

そもそも、最近の異常気象は地球温暖化と関係があるのか。そうした疑問の声に直面することもしばしば。これについて江守室長は、「異常気象とは、ある場所で30年に一度くらいの頻度で起こるようなまれな気象のことを指し、基本的には何も原因がなくても起こるもの。そこに温暖化が加わることで、異常気象の頻度や確率、強度が増す傾向にある」と説明。つまり、異常気象のすべてが地球温暖化によって引き起こされるわけではないけれど、温暖化により異常気象のリスクは高まると考えられるのです。

3. 温暖化防止の世界のうねりを実感

トークは地球温暖化の話へと移ります。

昨年、アジアの気象キャスターが集まって気候変動について考えるワークショップが東京で開かれ、井田さんも議論に参加しました。サモアやクック諸島など南太平洋の島嶼国のキャスターから聞かれたのは、海面上昇で住むところが失われつつあったり、熱波やハリケーンなど自然災害に脆弱で命の危機すらあるような、温暖化によって切迫した状況に置かれた国々の訴えでした。それを聞いた井田さんは、CO₂をたくさん排出している国の一つである日本が立ち上がり、取り組まなければならない問題だと強く感じたそうです。

また、一昨年ニューヨークで開かれた気候サミットに、各国から招待された気象キャスターの一人として参加した話も紹介されました。井田さんが現地で見えたのは、地球温暖化を防止しようと、30万もの人々がデモ行進をする「ピープルズ・クライメート・マーチ (People's Climate March)」の光景でした。米国元副大統領のアル・ゴアや俳優のレオナルド・ディカプリオといった著名人も参加し、気候に関する史上最大規模と言われているこのデモ行進。ニューヨークの市街地にこれだけ多くの人々が集まるのは異例のことで、世界的に温暖化が深刻に受け止められていた証拠とも言えます。

江守室長が指摘したのは、多くの人々が「クライメート・ジャスティス (Climate Justice)」と書かれたプラカードを持ってデモ行進していたことでした。日本語では「気候正義」と訳され、気候問題にかかわる公平性を考えることを意味します。これまで温室効果ガスを排出して温暖化の原因を作ったのは先進国や新興国であり、一方ですでに深刻な影響を受けているのは、ほとんど排出していない途上国の人々です。別の国の人たちの行ったことが原因で、生きるか死ぬかという目に合っている人がいる。これは国際的な人権問題と言えます。そのような不正義な状況を正すという意味で温暖化を止めなくてはいけない。これが「クライメート・ジャスティス」という考え方です。

ニューヨークでの取材や各国の気象キャスターとの交流を通じて、井田さんは、エネルギーをあまり使わない暮らしをしている人たちが被害にあう理不尽な状況を痛感したといいます。地球温暖化は先進国が立ち上がらないと解決しない問題であること、そして、先進国に住む私たちが果たすべき正義について、日本でも多くの人に伝えていきたいと話していました。



写真4 気象キャスターが温暖化を伝える意義について話す井田さん

4. 私たちが目指す未来

では、私たちは温暖化対策に向けて何をしたらよいのでしょうか。

江守室長からは、昨年12月のCOP21で採択されたパリ協定と、「2°C目標」について話題提供がありました。パリ協定では、世界の平均気温を、産業革命前に比べて2°C未満に抑えよう、できれば1.5°C未満に抑えるように努力しよう、という数値目標が決められました。

2°C未満に抑えるということは、最終的には人為的に「CO₂を出さない世界」に向けて歩いていくことを意味します。CO₂は、エネルギーを作る時に化石燃料を燃やすことでたくさん排出されるので、排出量ゼロの世界を目指すためには、化石燃料に頼らず太陽光や風力など自然エネルギーで賄う世界を実現する必要があります。

温暖化防止のために私たちにできることとなると、「省エネをしましょう」で話が終わってしまいがちです。しかし、排出量ゼロを目指すためには、技術だけではなく、社会のルールや常識までも脱炭素の方向に大きく変える必要があると江守室長は言います。パリ協定が合意されたことは、人類がそうした歴史の大転換を目標にし始めたということなのです。



写真5 パリ協定の2°C目標の意味について説明する江守室長

温暖化対策のために私たちが何をしたらいいのか、井田さん、江守室長から来場者へのメッセージという形で、トークは締めくくられました。

井田さん

温暖化というと、急に遠い話になり、自分と関係ないと思ってしまう人も多いですが、お天気と同じく温暖化は大事なことであり、興味を持って調べたり聞いてみたりする、そして周りと話してみることで、これからの解決策が出てくると思います。ぜひ、今日の話を決りの皆さんにも話してみしてほしいです。

江守室長

温暖化対策という「こまめに電気を消しましょう」、「冷蔵庫に詰めすぎないようにしよう」で終わってしまいがち。しかし、世界中でCO₂を実質的にまったく出さないようにしないといけない、というのが最終ゴールです。

私たち一人ひとりにできることは、身近なことはもちろん大切ですが、それだけではありません。たとえば、これから大人になる子供たちは、将来、温暖化を止める素晴らしい技術や社会の仕組みをつくるかもしれません。ぜひそうなってほしいと思います。

5. 質疑応答

トークの後、会場との質疑応答が行われました。その内容は次の通りでした。

質問1

異常気象といわれる大雨や強風が多くなってきていますが、住宅で今からやっておく備えなどはありますか。物が飛んでくるのが怖いので、私の家では2階の部屋にもシャッターを付けました。

井田さん

どんな災害かによって対応の仕方が変わってきます。竜巻に関して言えば、窓にシャッターをつける、窓から離れた場所にいるようにする、などが考えられます。竜巻は2階が被害にあいやすいので、1階の中央にいるようにするなどです。自分の住まいにどんな災害が発生する可能性があるのかを、ハザードマップなどを見て、準備しておいてほしいです。

質問2

スーパーコンピュータを使って気象予測がされているのなら、伝えるのはお天気キャスターではなく、一般のキャスターでもいいのではないのでしょうか。お天気キャスターとして今後どうあるべきだと考えていますか。

井田さん

気象予報は天気図や数字などのデータから判断をしますが、データをどう読み解くかは、人の役目です。今日はこんなに晴れないのではないのか、こんなに雨は降らないのではないのか、という最終的な判断は私たちがしています。その辺の微妙なところは、嗅覚のようなもので、人の感覚の方が、コンピュータよりも優れています。最終的には人間の感覚というのが災害を守っていくことにつながると思います。

災害から身を守るというのは、視聴者との信頼関係があって初めてできることでもあります。伝え方の工夫により視聴者との間に信頼関係ができて、いざというときには行動してもらえるようにする。それが私たち気象キャスターの使命です。

質問3

太陽の活動が変化すると惑星間空間の磁場の量に変化する。磁場が減ると宇宙線の飛来量が増え、地球上の雲の量がそれに応じて変化する、と聞いたことがあります。気象の観点では雲が増える、増えないというのは、温暖化につながるのか、それとも寒冷化につながるのでしょうか。

江守室長

まず宇宙線の話抜いて考えると、温暖化すると場所によっては雲が増えるところもありますし、減るところもあります。どういう高さや厚さの雲が増えるのか、減るのかによって、温暖化を増幅させるのか抑制するのか、効果が異なります。なぜかという雲は日射を遮ると同時に赤外線をため込むからです。雲の変化というのは非常に注目され

て研究が進んでいますが、温暖化の予測で、まだ一番難しいところです。

太陽活動の変化によって磁場が変化して、宇宙線の入ってくる量も変わり、それがさらに雲も変化させる、という議論はずっとありました。よく分からない部分は結構あると思いますが、僕自身の現時点での理解では、そのことを考慮したとしても、予想されている太陽活動の弱まりよりは、温室効果ガスの効果の方が強いと思います。さらに研究していかなくてはいいませんが、おそらく、宇宙線の効果を入れると寒冷化する、という話にはならないでしょう。



写真6 会場からの質問に笑顔で答える二人

6. 番外編：地球は温暖化しているの？

トークの中で、そもそも地球は温暖化しているのか、という疑問に江守室長が答える場面もありました。

地球温暖化を疑っている人々の根拠の一つに、次の氷期が来ることで地球はむしろ寒冷化に向かうという考え方があります。江守室長によれば、地球は氷期と間氷期を10万年ほどの周期で繰り返し経験しており、現在は間氷期に当たるので、次の氷期が来てもおかしくはありません。しかし、天文学的な計算に基づく最新の科学的な予測では、あと1万年は氷期が来ないと考えられています。

あるいは、もう一つの根拠に、太陽活動が弱まっているということがあります。300年ほど前にも一度、太陽のエネルギーが弱くなったことがありました。しかし、いま300年前と同じことが起こっても、人間が増やしている温室効果ガスの効果の方が上回り、一部は打ち消されたとしても、地球は温暖化すると考えられます。

つまり、地球がこれまでの歴史で経験してきた太陽活動や軌道の影響を超えるほど人間活動の影響が大きくなっている、というのが、私たちが生きている今の時代に言えることなのです。

徹底討論—パリ協定でどうなる？ どうする？ 地球温暖化—開催報告

第1部：「パリ協定」で地球温暖化対策はどうなる？

地球環境研究センター 交流推進係 広兼克憲

2016年4月23日（土）、国立環境研究所一般公開「春の環境講座」の企画として、パネルディスカッション（午前）と高校生も含めた会場とのディスカッション（午後）を開催しました。パネルディスカッションは今回で6回目を迎え、一般公開の定番イベントとなりました。2015年12月にCOP21で「パリ協定」が合意されたことから、テーマを「パリ協定後の地球温暖化問題についての徹底討論」と設定しました。さらに、若い世代ともしっかりと話ができるように工夫し、今回初めてつくば市内の茗溪学園から高校生3名をパネリストとしてお招きしました。

午前中は「パリ協定」がどのようなものかをわかりやすく解説した上で、研究者の説明と高校生の疑問点に答えるパネルディスカッション方式とし、午後からは高校生パネリストを含めた会場のみなさまと一緒に、今後、地球温暖化の対策を「どうする」のかを考えるセッションとしました。

国立環境研究所 春の環境講座 2016 来場者参加型パネルディスカッション

徹底討論 パリ協定

—パリ協定でどうなる？ どうする？ 地球温暖化—

第1部：
一般パネルディスカッション

第2部：
高校生を交えてのディスカッション

入場無料
事前申込不要です
※入場券は配布していません

日時：4月23日(土) 10:30~12:00/13:30~15:00 場所：国立環境研究所 地球温暖化研究棟 交流会議室

第1部(午前) モデレーター 江守 正多	パネリスト 西岡 秀三	第2部(午後) パネリスト 高橋 環	パネリスト 久保田 泉	パネリスト 広兼 克憲	ゲスト(パネリスト) 高木 薫 (茗溪学園)	ゲスト(パネリスト) 柳 由 人 (茗溪学園)	ゲスト(パネリスト) 大谷 龍平 (茗溪学園)
----------------------------	----------------	--------------------------	----------------	----------------	---------------------------	----------------------------	----------------------------

1. 地球温暖化問題の基本的情報を会場内で共有する

地球温暖化について新聞やテレビなどからある程度の情報を得ている方は多いと思いますが、この問題についてじっくり考えたり、他人と議論したりする機会は少ないでしょう。

そこで、短い時間で地球温暖化をめぐる状況と今回のテーマであるパリ協定について理解いただくため、2つのプレゼンテーションを準備しました。パネルディスカッションを行う上でも最低限の基礎的情報は共有しておく必要があります。

最初は、モデレータを務めた江守正多さんと人気気象キャスターの井田寛子さんが出演し、NHKが制作した『科学者が予測する「2050年の天気予報」』（写真1）という約5分間の映像です。

2つ目はパリ協定の交渉過程を研究対象とし、COP21にも参加してきた久保田泉さんによるパリ協定の解説（約15分間のプレゼンテーション）です（写真2）。

これらにより来場者はディスカッションに備えて必要な知識を復習しました。

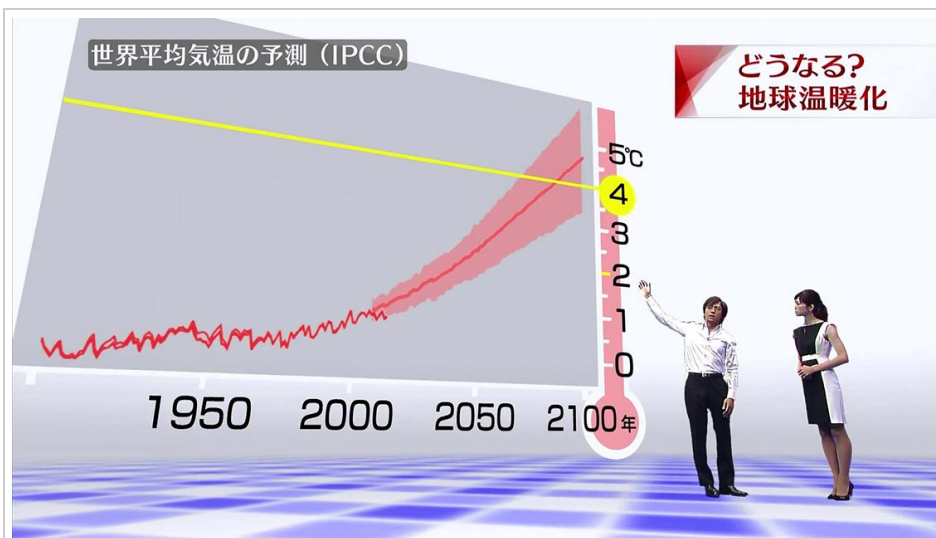


写真1 世界気象機関 (WMO) の呼びかけで製作された、『科学者が予測する「2050年の天気予報」』のワンシーン

世界気象機関 (WMO) : 2050年の天気予報 (NHK) (<https://www.youtube.com/watch?v=N CqVbJwmyuo>) より



パリ協定のポイント

4. 国際社会全体で温暖化対策を着実に進めるための仕組み

- ① 長期目標達成に関する世界全体の進捗状況の確認 (5年ごと)
- ② 途上国への支援 (資金、技術) の促進
 - ・ 温室効果ガス排出削減策をとる国
 - ・ 適応策をとる国への支援
 - ・ 温暖化影響に困っている国への支援

1. 長期目標の設定

- ・ 産業革命前からの平均気温上昇を **2°C未満** に抑える (1.5°Cにも言及)
- ・ できるだけ早くピークアウト
- ・ 今世紀後半に、**人為起源のGHG排出を正味ゼロ**にする

2. すべての国による長期目標の実現に向けた温暖化対策

3. 各国での温暖化対策の強化

- ① 温室効果ガスの排出削減:
 - ・ 5年ごとに約束草案 (= 排出削減目標) を見直し・提出
 - ・ 提出した目標の達成を目指して国内で温暖化対策をとり、情報を提出
 - ・ 前の期よりも進展させた目標を掲げること
- ② 温暖化影響への適応:
 - ・ 温暖化影響の評価
 - ・ 適応計画の策定・実行
 - ・ 適応報告書の定期的な提出・更新
- ③ 途上国への資金・技術支援 (先進国 + 能力のある国)

『科学者が予測する「2050年の天気予報」』をご覧いただき、会場の方々には、これから地球温暖化の対策をまったくとらないと、産業革命前と比較して今世紀末に平均で4°Cを超える地表温度の上昇がおり、地球温暖化に伴う様々な悪影響に襲われる可能性が高いことを理解していただきました。そして、長期的に国際社会がどの水準を目指して温暖化対策をとっていくか、すなわち、産業革命以来の地表の温度上昇を平均で2°C以内に抑えるという目標が、パリ協定という法的拘束力のあるかたちで合意されたこと、ただし、パリ協定では、それをどのように達成するかについては、大枠について合意できたのみで、具体的な道筋は今後の交渉に委ねられていることなどについて、久保田さんのプレゼンテーションにより理解いただきました。

2. 地球温暖化研究の先輩に聞く

久保田さんの解説が終了したのち、30年以上にわたり地球温暖化研究の最先端を走り続けてきたパネリストの西岡秀三さんから以下のようなコメントがありました。

「温室効果ガスを出せば出すほど温度は上がってゆきます。だからいま毎年世界で約400億トンもある人為的な温室効果ガスの排出を、ほぼゼロにしなければ温暖化を止めることはできないのです。今のようなエネルギーの使い方をしていたのではとてもゼロには減らせません。私たちのすまい方、社会の仕組みを大きく変えなくてはなりません。ところが、地球温暖化をめぐる国際交渉を長い間見てきて、おかしなことだと思うのは、日本を含めた各国が、自分の国の得になるように交渉するばかりで、地球温暖化にどう対応すれば影響が最小限で済むのかなど、本当に必要なことを十分に議論してこなかった点です。最近になって、中国では自国の環境問題が深刻になってきたこと、米国ではシェールガスなどが発見されたことから、やっと温暖化対策に協力していこうかという機運がうまれてパリ協定合意に至りましたが、私自身は遅きに失したと感じています。」



写真3 研究者として長く地球温暖化研究にかかわってきた西岡さん

3. 研究者はどのような状態になるのが目標と思うのか？

続いて、今回初めての参加となった3名の高校生パネリストから久保田さんの説明について質問をいただきました。具体的には以下のとおりです。

「(2°C目標の達成のために) 社会変革が必要とあったが、具体的にはどのようなことをいうのでしょうか(高木薫さん)」

「（世界各国に求められている）“共通だが差異ある責任の再解釈”という言葉がよくわからなかった（柳由人さん）」

「2020年以降のことはどのように決めていくのでしょうか（大谷龍平さん）」

このような質問は会場でも多くの人が聞きたいところだと想像します。高校生の率直な発言を聞いて、彼らにパネリストをお願いしたことの効果が早速現れたように思いました。

さらに、「2℃目標を守ろうとするのであれば、今後排出できる温室効果ガスはあと1兆トン、と言われてもどのような量かわからない（高木さん）」という質問がありました。そこで、江守さんが「産業革命以来、これまで人間が出してきた量が2兆トンです」、西岡さんが「このままでいくとあと30年で1兆トン排出してしまうことになる。大事なことは、これから出せる量は1兆トンしかないということ」と補足しました。社会変革とは何かという高校生の問いは、この後の議論のなかで取り上げられました。

ここで、高校生パネリストが研究者に問いかけた質問が「研究者はどのような状態を目標と考えているのか」です。つまり、地球温暖化を解決した理想の未来の社会について聞きたかったのです。西岡さんは、「公式的には、持続可能な社会、つまり後に生まれてくる人が困らないような社会をつくるということ、これを達成するやり方はいろいろあり、どの方法が理想的ということはない」とコメントしました。久保田さんは「次の世代が使うべき資源を横取りするような社会であってはならない。また個人の気合や根性に頼らない社会システムを実現することが重要」と述べました。

また、温暖化を止めるために便利な生活を我慢せざるを得ないのかという問いに対して、西岡さんは、「ものをシェアする社会（例えば車を一人1台持つ必要はない）」など、単に我慢するだけではなく、より柔軟に環境問題を考えていくアイデアを提案しました。

4. 会場とのコミュニケーション

江守さんが会場に「地球温暖化を防ぐために何か具体的なことをやっている人は○を挙げてください」と質問をしました。○を挙げた参加者から実際に取り組んでいることをいくつかお聞きして、会場全体で情報の共有を図りました。もう少し時間が取ればよかったのですが、それでもいくつか考えの共有ができてよかったと思いました。



写真4 表裏に○×がついた札でコミュニケーション（写真では札の裏側が見えています）

5. 何をすべきか？（パネリストからのメッセージ）

最後に、地球温暖化防止に向けてできることをテーマに、パネリストに会場の皆さんへのメッセージを書いていただきました。

大谷さん「団結」、一人ではできないこともみんなで団結すればできると思います。



柳さん「まず知ること」、パリ協定について知らなければ温暖化についてもきちんと対応できません。



高木さん「自分の意見を持つ」、知ったうえで自分なりに意見を持つと思いました。



(動物代表のパネリスト) ペンギンさん「納得できるまで勉強します。いいことはシェア。」



久保田さん「持続可能な社会システムを作り上げる」、私は研究所唯一の法学専門の研究者として、よりよい社会づくりに貢献します。



西岡さん「挑戦」、自分はまだ76歳、年寄りとしてまだできることがある。温暖化の話は面白い、知るということは知識を得ること、知行合一、行動するために知識を得るのです。



江守さん「選ぶ」、環境省がクールチョイスというのを挙げている。この春から、消費者が電気も選べるようになった。できることはたくさんあり、それは、決して我慢とか辛抱ではないと思います。

徹底討論—パリ協定でどうなる？ どうする？ 地球温暖化—開催報告

第2部：「パリ協定」を受けて、地球温暖化対策をこれから「どうする？」

社会対話・協働推進オフィス 科学コミュニケーター 岩崎茜

2016年4月23日（土）、国立環境研究所一般公開「春の環境講座」の企画として、パネルディスカッション（午前）と高校生も含めた会場とのディスカッション（午後）を開催しました。パネルディスカッションは今回で6回目を迎え、一般公開の定番イベントとなりました。2015年12月にCOP21で「パリ協定」が合意されたことから、テーマを「パリ協定後の地球温暖化問題についての徹底討論」と設定しました。さらに、若い世代ともしっかりと話ができるように工夫し、今回初めてつくば市内の茗溪学園から高校生3名をパネリストとしてお招きしました。

国立環境研究所 春の環境講座 2016 来場者参加型パネルディスカッション

徹底討論 パリ協定

—パリ協定でどうなる？ どうする？ 地球温暖化—

第1部：
一般パネルディスカッション

第2部：
高校生を交えてのディスカッション

入場無料
事前申込不要です
※入場券は配布していません

日時：4月23日(土) 10:30~12:00 / 13:30~15:00 場所：国立環境研究所 地球温暖化研究棟 交流会議室

第1部(午前) モデレーター 江守 正多	パネリスト 西岡 秀三	第2部(午後) パネリスト 高橋 潔	パネリスト 久保田 泉	パネリスト 広兼 克憲	ゲストパネリスト 高木 薫 (茗溪学園)	ゲストパネリスト 柳 由 (茗溪学園)	ゲストパネリスト 大谷 龍平 (茗溪学園)
-------------------------	----------------	-----------------------	----------------	----------------	-------------------------	------------------------	--------------------------

午後の部は、午前の部と同様にパネリストである研究者とのディスカッションに加えて、会場のみなさんから沢山の意見をいただく機会を作りました。

議論のテーマはタイトルにもある「どうする？ 地球温暖化」。パリ協定を受けて、地球温暖化問題に対してこれからどんなことを考えたり、どんなことに取り組んだりしなければならないのか。おそらく研究者だけでは答えを出せないこの課題について、会場全体で考えました。

午後はパネリストが入れ替わり、午前から引き続いて登壇の久保田さんと高校生3人のほか、地球温暖化の影響や適応策の研究をしている高橋潔さんが加わりました。



写真1 午後のディスカッションでは会場全体で地球温暖化対策を「どうするか」を考えました

温暖化の対策として、自分に何ができるのかを考えるのはもちろん大切です。ただ、個々人の日常的な意識や取り組みだけでは対策として不十分なのは事実です。では、もっと大きな枠組みで考えたときに、「誰」が、「何」をすればよいのか？ 終盤ではこのお題で参加者のみなさんに問いかけ、アイデアをふせんに書いてもらいました。

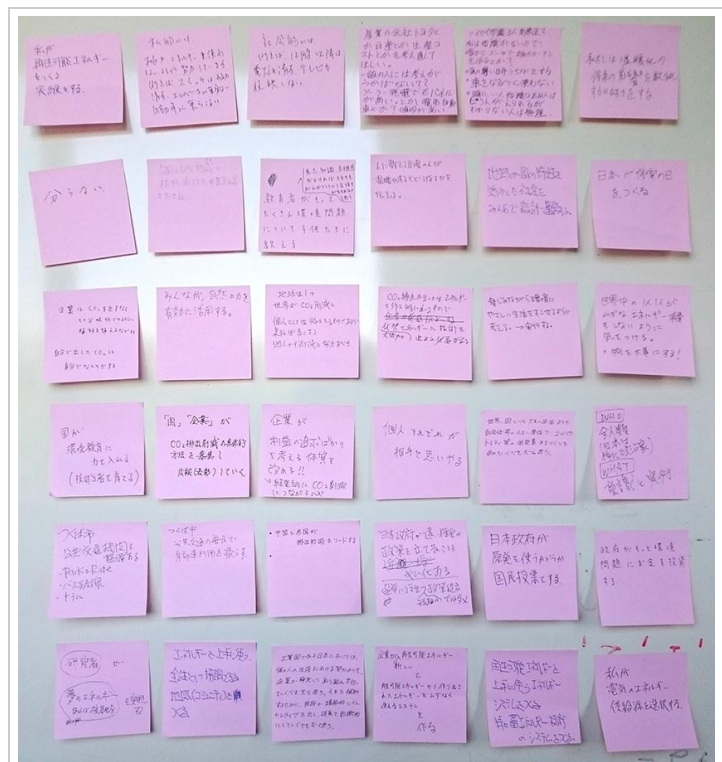
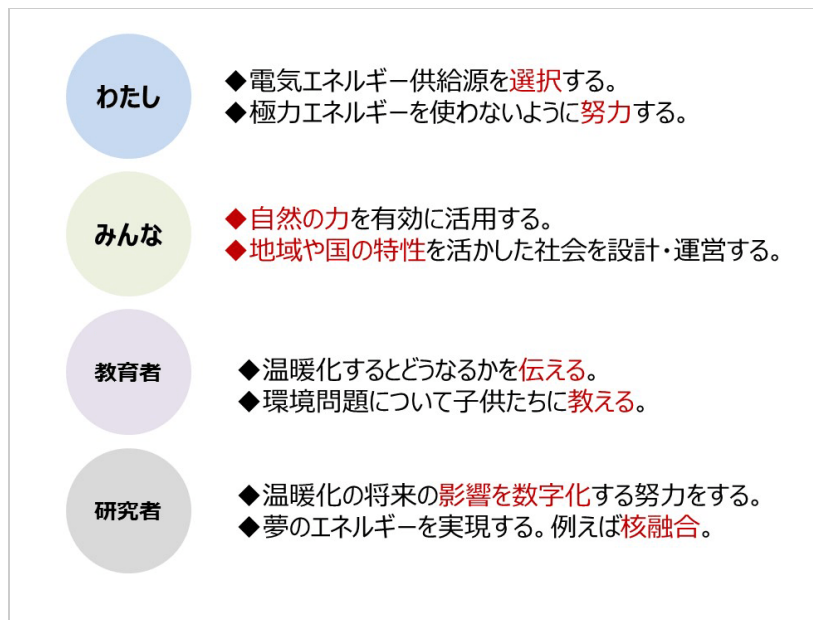


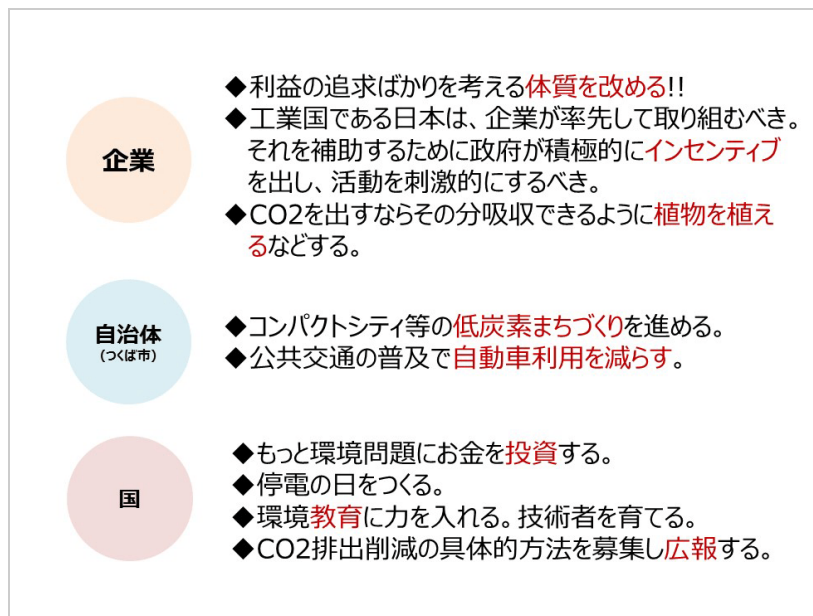
写真2 参加者のみなさんから集まったアイデアのふせん

1. 集計「誰が、何をすればよいのか？」

どんな意見が集まったのかを以下にまとめました。



ふせんには、「私」や「自分」ができることのアイディアのほか、「教育者」や「研究者」が果たす役割についての意見もありました。夢のエネルギー源といわれる核融合発電に期待する声もあります。「影響のデジタル化」は、研究者の意見でしょうか。



企業や国がリードすることでより大きな対策が進んでいく、と考える意見もたくさんいただきました。体質改善や環境への投資などという意見から、社会や経済のシステムを大きく変えなければならないということのヒントが見えてきます。

その他

- ◆中国と米国が排出削減をリードする。
- ◆再生可能エネルギーを上手に使うエネルギーシステムをつくる。特に畜エネルギー技術のシステムをつくる。
- ◆大電力の代替エネルギー技術を進める。

こんな意見も・・・

- ◆頭のいい知識のある人はヒントがえられるがわからない人は無理。
- ◆一般の人には考えがうかばない？
- ◆分からない。

二酸化炭素はエネルギーを使うときにたくさん排出されるので、エネルギーのあり方を変えるという意見も多く見られました。そして、一般の人々には「分からない」という声もいくつかありました。

誰が何をすべきか、に一つの答えはないため「分からない」という意見もうなずけます。だからこそ、「知識のある」研究者だけではなく社会全体でどうすべきかを考え続けなければならないとも言えます。温暖化問題は、地球上に生きるすべての人にかかわる問題なので、分からないといったまま、問題から目を背けているわけにはいきません。その意味で、今回のイベントが、研究者と高校生、参加者といったさまざまな人々が意見を交換し考える機会となったことは、とても有意義だったといえるのではないのでしょうか。

2. パネリストからのメッセージ

最後に、各パネリストの意見は次の通りでした。まずは高校生パネリストから。

大谷さん 「改善しようという意思を持った者」が「身近な人々と団結する」こと。

柳さん 「人類」は「地球のことをもっと考える」べき。

高木さん 「企業」が「温暖化問題をもっと発信」する。
「学校教育」にもっと「環境教育を取り入れる」。

高校生パネリストのメッセージには、午前中のセッションのときよりも、問題を掘り下げて考えている様子が現れていました。

パネリストの研究者の意見です。

高橋さん 「子供・家族」と「温暖化対策についてもっと話し合う」。

久保田さん 「法政策の研究者」が「法政策の可能性をもっと知らせる」。

最後に、ディスカッションを聞いていた向井人史センター長の意見です。

「時間」が「ゆっくりする」。

この言葉には、「地球がゆっくり回って時間が倍に延びれば、環境研究所のやっていることが少し楽になる」という向井センター長の願いが込められています。言い換えれば、2°C未満目標の達成に向けて、これから100年近く人類は休むことなく地球温暖化対策の努力をし続けなくてはならないということです。

みなさんからの意見を集めて俯瞰することで、研究者や研究所のスタッフも、温暖化対策に対して幅広い立場や視点で考えることができました。

次回のパネルディスカッションのテーマは「地球温暖化対策－低炭素社会を目指す－」

今回のパネルディスカッションは参加者も多く、ほとんどの方が午前、午後とも90分間の時間いっぱいお付き合いくださいました。アンケートでも非常に高い評価をいただいています。

7月23日（土）に予定されている国立環境研究所「夏の大公開」でもパネルディスカッション第7弾を開催します。テーマは、「地球温暖化対策－低炭素社会を目指す－」です。環境省の低炭素社会担当官と、マスメディアから新聞記者の方にゲストパネリストとしてご参加いただき、この問題を掘り下げます。次回も高校生パネリストが参加予定です。

「夏の大公開」では、全所をあげて、子どもから大人まで楽しんでいただける役に立つ企画を多数ご用意します。多くの方々のご来場を職員一同お待ちしております。

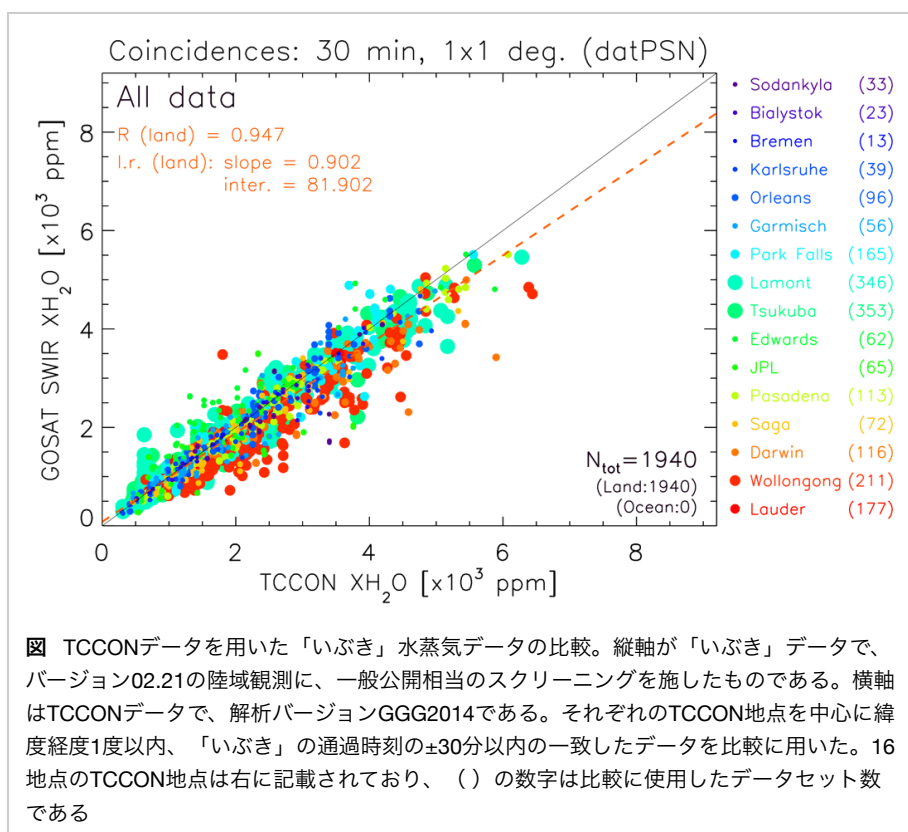
【最近の研究成果】

「いぶき」は水蒸気も測っています！

— 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 —

地球環境研究センター 衛星観測研究室 特別研究員 **Eric Dupuy**
地球環境研究センター 森野勇、吉田幸生、内野修、松永恒雄、横田達也ほか

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」が打ち上げられ、現在も観測を継続している。「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されている。地球大気中の水蒸気の分布や変動を理解することは、地球温暖化研究だけでなく、雲、降水などの気象現象や水循環の研究にも重要である。地上観測や直接測定は高精度な水蒸気データの取得が可能であるが、同じ方法で全球を網羅的に観測することはできないので、衛星観測が非常に重要な観測手段である。様々な手法を用いた数十の衛星による水蒸気観測が行われているが、「いぶき」も7年以上の観測データが蓄積され科学的価値が上がってきた。本研究では、「いぶき」による水蒸気カラム平均濃度を、地上設置フーリエ変換分光計観測網 (TCCON^[2]) によるデータ (TCCONデータ) を用いて比較した。TCCONデータ (解析バージョンGGG2014) は、日本のつくば、佐賀を含む計16地点のデータを用いた。「いぶき」データは、バージョン02.21の陸域観測に対して、二酸化炭素やメタンが一般公開されているのと同様のスクリーニングを施したものをを用いた。その結果、「いぶき」データはTCCONデータより103ppm (3.1%) 小さい結果となった (図)。この結果は、類似の衛星観測と同程度の結果で、概ね良い一致を得たと言える。本研究の結果を基に、「いぶき」の水蒸気データも、7月中旬に一般に公開される予定である。



脚注

1. 吉田幸生「長期観測を支える主人公—測器と観測法の紹介— [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. 森野勇「長期観測を支える主人公－測器と観測法の紹介－ [9] 空を見上げて温室効果ガス濃度を測る組織－TCCON－」地球環境研究センターニュース2015年3月号

本研究の論文情報

Comparison of XH₂O Retrieved from GOSAT Short-Wavelength Infrared Spectra with Observations from the TCCON Network

著者： Dupuy E., Morino I., Deutscher N. M., Yoshida Y., Uchino O., Connor B. J., De Mazière M., Griffith D. W. T., Hase F., Heikkinen P., Hillyard P. W., Iraci L. T., Kawakami S., Kivi R., Matsunaga T., Notholt J., Petri C., Podolske J. R., Pollard D. F., Rettinger M., Roehl C. M., Sherlock V., Sussmann R., Toon G. C., Velazco V. A., Warneke T., Wennberg P.O., Wunch D., Yokota T.

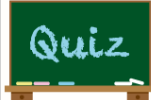

掲載誌： Remote Sens. 2016, 8(5), 414; doi:10.3390/rs8050414, 2016.

酒井広平講師による「検定試験問題を解いてみよう」シリーズ

30 地球温暖化とヒートアイランド

－3R・低炭素社会検定より－

地球環境研究センターニュース編集局

 酒井広平講師による
「検定試験問題を解いてみよう」シリーズ  [一覧ページへ▶](#)

3R・低炭素社会検定は、持続可能な社会の実現のため、3Rや低炭素社会に関する知識を活かして、実践行動を行う人を育てることを目的としています。【3R・低炭素社会検定 低炭素社会分野試験問題解説集「はしがき」より】
検定試験問題から出題します。

問89

都市部のヒートアイランド現象を緩和するために、私たち一人ひとりができることとして、最も不適切なものはどれか？

初級レベル

正答率 90%

- ① 冷暖房の負荷を下げる
- ② 買い物・通勤には、自転車や公共交通手段を使う
- ③ 電気製品を買い替えるときは、省エネ型のものを選ぶ
- ④ 水分補給や服装の工夫で熱中症対策を行う

ヒント

出題の趣旨はヒートアイランドへの適応方法ではありません。

答えと解説

答え：④

問題は「ヒートアイランド現象の緩和策」を尋ねていますから、④は「熱中症対策」であり、明らかに不適切（誤り）です。出題の趣旨を誤解、混乱しなければ、比較的容易に正解できる問題です。

*正答率は第5回3R・低炭素社会検定受験者のものです

問90

都市部ではヒートアイランドの影響もあり、35℃以上の猛暑日が増え、熱中症の年間死亡者が増加した。特に暑い夏であった2010年の日本における熱中症による年間死亡者数について、最も適切なものはどれか？

上級レベル

正答率 21%

- ① 約5人
- ② 約50人
- ③ 約170人
- ④ 約1700人

ヒント

正答率が低いように驚きの数字です。

答えと解説

答え：④

暑い夏であった2010年の日本の熱中症による年間死亡者は約1700人まで達しました（厚生労働省調べ）。そしてその約8割が65歳以上であり、発生場所は家が最も多いという結果でした。それ以前の1995～2009年の各年の年間死亡者数は150～900人程度で推移していました（そのうち最も多かったのは2007年の約900人）。なお、2010年に熱中症で救急搬送された人は5万4千人に上っています。

この暑い夏であった2010年の夏（6～8月）の平均気温がどれだけ高かったかという、平年値と比べて東日本でわずか1.5℃、西日本で0.8℃高いだけです（気象庁データによる）。また、2010年同様に暑い夏であった2013年の夏は、高知県四万十市で最高気温の歴代1位を塗り替えた41.0℃や甲府で歴代5位の40.7℃、東京都心（千代田区大手町）で30℃を割らない熱帯夜を記録した年でしたが、夏の平均気温は平年値と比べて東日本で1.1℃、西日本で1.2℃高いだけでした。今の平均気温より2℃上昇するということがどれだけ大変なことなのか考えておく必要があります。

* 正答率は第6回3R・低炭素社会検定受験者のものです

問91

IPCC第5次評価報告書第1作業部会報告書（自然科学的根拠）の内容の説明として、最も不適切なものはどれか？

中級レベル

正答率 75%

- ① 世界平均気温は、1880～2012年の間で0.85℃上昇した
- ② 人間活動が20世紀半ば以降に観測された気温上昇の主な要因であった可能性が「極めて高い」（95%以上の確率）
- ③ 京都議定書などの国際的な排出削減努力により、近年大気中のCO₂濃度は安定化傾向にある
- ④ 緩和策を実施しない場合、今世紀末（2081～2100年）の世界平均気温は現在（1986～2005年の平均）に比べ2.6～4.8℃上昇する可能性が高い

ヒント

世界のCO₂排出量は年々増加しており、近年は大気中のCO₂濃度が400ppmを超えたということが、話題なっています。

答えと解説

答え：③

2013年から2014年にかけて、順次、IPCC第5次評価報告書が公表されました。2013年9月に報告された第1作業部会（自然科学的根拠）報告の結果によると、世界平均気温は、1880～2012年の間で0.85℃上昇し、人間活動が20世紀半ば以降に観測された気温上昇の主な要因であった可能性が「極めて高い」（95%以上の確率）とされており、緩和策を実施しない場合、今世紀末（2081～2100年）の世界平均気温は現在（1986～2005年の平均）に比べ2.6～4.8℃上昇する可能性が高いとされています。

なお、世界のCO₂排出量は京都議定書発効後も増加しており、近年の大気中のCO₂濃度も増加を続けています（最近10年の増加率は約2ppm/年）。

2014年3月には気象庁からこの報告の要約にあたる「政策決定者向け要約」の日本語版も公表されています。

※正答率は第7回3R・低炭素社会検定受験者のものです

出典：3R・低炭素社会検定 (<http://www.3r-teitanso.jp>) 低炭素社会分野試験問題解説集

地球温暖化については、「気象キャスターと科学者が語る地球温暖化 トークセッション「2050年の天気予報」報告」でも紹介しています。