

# 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. 20 No. 3

2009年(平成21年)6月号 (通巻第223号)



【地球環境モニタリングステーション・落石岬 (56枚の太陽電池モジュールが並びます) (18ページ参照)】

## Contents

● 温室効果ガス排出削減に関する中期目標検討について	2
● 霞ヶ浦、泥の中で激しい変化が起きた！	5
● 2007年度(平成19年度)の温室効果ガス排出量について ～総排出量13億7,400万トン、前年度から2.4%の増加～	8
● 日本への温暖化の影響に関する新しい知見(6) ○ 温暖化による健康への影響	11
● 国内研究機関における地球環境関連の研究計画紹介(14) : (独)日本原子力研究開発機構 ○ 原子力機構の中期計画と地球環境関連研究開発について	14
● 「地球温暖化研究プログラム」の実施状況(中間報告)	16
● 観測現場からー落石岬ー	18
● オフィス活動紹介ー国環研 GOSAT プロジェクトオフィス ○ 『いぶぎ』(GOSAT) 打ち上げ成功とデータ取得、提供の開始	19
● 最近の発表論文から	20
● 国立環境研究所で研究するフェロー	21
● お知らせ ○ 国立環境研究所夏の大会	22
● 地球環境研究センター活動報告(5月)	23



## 温室効果ガス排出削減に関する中期目標検討について

社会環境システム研究領域 統合評価研究室長 増井 利彦

### 1. はじめに

去る4月14日に、温室効果ガス排出削減に関する中期目標検討委員会が、表1に示すような6つの選択肢を報告しました。6月10日には、麻生首相が2020年の中期目標として2005年比(注1)15%削減を発表し、今年12月にコペンハーゲンで開催される気候変動枠組条約第15回締約国会議(COP15)に向けて主要国の削減目標が出揃いました。国際交渉はこれからですが、中期目標検討の過程について整理をするとともに、科学が政策決定にどのように関わることができたのかについて筆者の感想を交えつつ、振り返ってみたいと思います。検討結果そのものの詳細につきましては、[http://www-iam.nies.go.jp/aim/prov/middle\\_report.htm](http://www-iam.nies.go.jp/aim/prov/middle_report.htm) や<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/tikyuu/kaisai/> をご参照下さい。

### 2. 背景

中期目標に関する議論は、2008年11月から本検討がはじまりました。

1997年に京都で行われたCOP3の反省から、まずは科学的な視点でオープンな議論を行い、日本国内において2020年に温室効果ガス排出量をどこまで削減できるか(つまり、排出クレジットの海外からの購入や森林吸収も対象としていません)についての選択肢を、対策費用や実現に必要な政策、経済活動への影響を、モデルを用いて評価した上で絞り込み、最終的には内閣総理大臣が中期目標を決定するという方針が定められました。作業のとりまとめは内閣官房が行い、地球温暖化問題に関する懇談会(奥田碩座長)のもとに中期目標検討委員会(福井俊彦座長、以下、検討会)が設置され、さらに検討会に情報を提供するためにワーキングチーム(以下、WT)が設けられました。筆者をはじめとする国立環境研究所(以下、国環研)のメンバーは、WTに参加しました(注2)。WT

に参加した機関は、国環研のほか、日本エネルギー経済研究所、地球環境産業技術研究機構、日本経済研究センター、慶応大学で、慶応大学を除く各研究機関の代表者が、検討会の委員として参加し、WTで議論してきた結果を報告しました。国環研からは、西岡秀三特別客員研究員がその役割を担いました。

### 3. 分析の流れ

中期目標の検討として、どのような選択肢があるかが検討会において議論されました。WTではその選択肢に対応して、世界を対象とした技術積み上げモデル、日本を対象とした技術積み上げモデル、日本を対象とした経済モデルという3つの異なる種類のモデルを用いて分析を行い、検討会に対して結果を提供しました。その結果を受けて、検討会が中期目標の選択肢を最終的に選定するという手順で作業が進められました。国環研は、これまでに開発してきたAIMモデルを用いて、3つの異なる種類のモデルを用いたすべての分析を行いました。

世界を対象とした技術積み上げモデルでは、国際的な視点からわが国やEU、米国など主要国・地域の削減ポテンシャル(技術的にどの程度まで削減が可能か)や限界削減費用(追加的に温室効果ガスを1トン削減するために必要な費用)の見積もりを行いました。日本を対象とした技術積み上げモデルでは、わが国の2020年の温室効果ガス排出量を削減した姿を、導入される施策とともに詳細に検討しました。さらに、日本を対象とした経済モデルを用いて、日本を対象とした技術積み上げモデルで示された温暖化対策の経済影響を評価しました。

当初の分析案では、人口やエネルギー価格など最低限の項目については共通の前提をおくが、細部については各モデル独自の前提を使用してい



表1 中期目標検討会で示された6つの選択肢

選択肢	2020年温室効果ガス排出量[*1] (対1990年変化率)	必要な対策・政策の考え方	限界削減費用[*2] (ドル/tCO <sub>2</sub> )	対策の例 [*3]		
				太陽光発電	次世代自動車	高効率給湯器
①: 「長期需給見通し」努力継続 [*4]	+4%	既存技術の延長線上で機器等の効率改善に努力し、耐用年数の時点でその機器に入替え	35	600万kW	60万台	900万台
②: 先進国全体-25%・限界削減費用均等	+1%~-5%		166			
③: 「長期需給見通し」最大導入改訂 (フロー対策強化)	-7%	規制を一部行い、新規導入 (フロー) の機器等を最先端のものに入替え	187	1400万kW (-500万トン)	1210万台 (-600万トン)	2800万台 (-490万トン)
④: 先進国全体-25%・GDP 当たり対策費用均等	-8%~-17%		422			
⑤: ストック+フロー対策強化・義務付け導入	-15%	規制に加えて導入の義務付けを行い、新規導入の機器等を最先端に入替え。更新時期前の既存 (ストック) の機器等も一定割合を最先端に入替え	295	3700万kW (-2000万トン)	1360万台 (-1140万トン)	3900万台 (-1020万トン)
⑥: 先進国一律-25%	-25%	新規・既存のほますべての機器等を義務付けにより最先端に入替え。また、炭素価格付けの政策により活動量 (生産量) が低下		7900万kW (-4500万トン)	2170万台 (-2130万トン)	4400万台 (-1120万トン)

\*1 中期目標検討会で示された削減率であり、国環研のモデルだけでなく他のモデルの結果も含んでいます。

\*2 限界削減費用は、世界を対象とした国環研の技術モデルによる結果のみを示しています。また、選択肢⑥については、想定した対策技術だけでは達成することができないために、空欄となっています。

\*3 対策の例は、日本を対象とした国環研の技術モデルによる結果であり、( )内は選択肢①からのCO<sub>2</sub>削減量を示しています。

\*4 「長期需給見通し」努力継続は、EUが掲げる1990年比20%削減、米国が掲げる1990年比±0%と同等の限界削減費用となりました。なお、EUは他先進国が同等の排出削減にコミットし、経済面でより成長した途上国が責任と能力に応じて適切な貢献をする場合には1990年比30%削減するとしています。

ということでした。しかし、各モデルからの結果が明らかになるにつれて、結果が収束するように前提はできる限り揃えると方針が転換されていきました。研究という視点では、モデルが異なれば結果が違うのは当然のことで、さまざまな前提のもとでの結果の相違点を分析することが求められますが、政府として国民に説明するという視点では、結果が違っていると説明が困難になるというのがその理由です。このため、今回の計算においては、これまでの国環研のAIMモデルで想定してきた前提とは異なる設定のもとで計算することが求められました。将来を分析する上で、前提条件は重要ではありますが、正確に予測することは不可能で

あり、むしろ、前提とは異なる状況になっても適切な対応策をとることができるように多様な前提を想定し、「将来を今から経験する」ことがこうした将来を記述する分析における重要な役割の一つです。そこで、提示された前提は、他のモデルと結果を比較するためのものであるとみなし(つまり、前提を他のモデルとあわせれば他のモデルと同じような結果が得られることを明らかにして)、国環研としての主張については、別途前提等を想定して計算結果を示すようにしました。例えば、投資回収年数(導入する設備の費用が何年で回収できるか)を長くした場合や既存の電源計画等を反映させた場合など、温暖化対策を検討する上で



重要となる枠組についても試算しています。

1月23日に仮分析結果が検討会で報告され、その結果や前提に対する業界ヒアリングが行われ(注3)、さらにWT等での議論を重ね、検討会において最終的に選択肢は6つに集約されました。国環研は、すべてのモデル分析に関わってきたこともあり、他チームとの前提の調整や結果の検討、資料作成などにも時間を割くことになり、3月以降は平日、休日を問わず連日徹夜作業が続き、なんとか4月14日の最終報告を迎えることができました。

#### 4. 検討会であまり議論されなかった話題の提供も

検討会およびWTの議論では、削減ポテンシャルの推計や、先進国間において限界削減費用均等化を想定した場合の日本の削減量とそれを実現するための施策の検討などが中心となりました。温暖化影響の視点から温暖化をどの水準に食い止める必要があるか、途上国を温暖化対策にどのように巻き込むか、という議論は十分に行われませんでした。このため、国環研からは、地球環境研究総合推進費「温暖化の危険な水準および温室効果ガス安定化レベル検討のための温暖化影響の総合的評価に関する研究」の成果から、温暖化による被害についても報告しました。また、衡平性の評価軸を変えると、2020年の日本の排出削減の負担はどのように変化するのか、限界削減費用を均等化するという主張が国際交渉の中でどのような意味を持つか、ということについてもとりまとめ、提示しました。こうした議論は、今後の国際交渉上、重要な役割を担うものと思われる。

#### 5. おわりに

今回、モデルグループ間でさまざまな議論が行われ、最終的に6つの選択肢が提示されました。結果についての意見交換会やパブリックコメントでは、最も緩い選択肢①と最も厳しい選択肢⑥に意見が分かれています。前者は経団連を中心とする産業界(注4)、後者は環境NGOが、それぞれ強く主張しています。このように意見が大きく分かれる背景には、議論の前提である2020年が遠い将来のようでありながら、実際に対策に残された時間は十分ではないということ、低炭素社会の実

現に向けて政府としてのビジョンが明確にされなかったこともあると思われます。特に、温暖化対策を行う前提となる社会のあり方についての議論が十分ではなく、温暖化対策の費用など見かけの数値のみが注目されたことも要因でしょう。こうした点に対する反省は、10年後に起こるであろう次々期中期目標検討に活かされるべきであると考えています。

筆者は京都議定書が定められたCOP3の直前の議論の際は、博士課程の学生として学位論文を書き上げた頃で、当事者ではありませんでしたが、故森田恒幸先生をはじめ多くの方から当時の話をうかがっていました。それと比較すると、今回は科学的な議論ができたという点で評価できると思いますが、まだまだ議論すべき点が多々ありました。特に、どのような社会を構築していくのかという議論が不足していました。本来なら、中期目標は、低炭素社会の実現に向けた一歩であるにもかかわらず、想定されている社会はこれまでのトレンドのみで描かれ、低炭素社会の構築に向けた社会のあり方についての議論には至らなかった点が惜しまれます。検討会では、「長期目標との整合性」ということでわずかに触れられただけですが、モデルで想定されている将来の新しい技術がどのような社会の状況で実現されるのかということも、単なる前提としてではなくきちんと議論すべき点です。また、技術選択モデルで想定された活動量については、対策の強度によって変わってくるはずですが(これは経済モデルの分析から明らかにされています)、そうした点が考慮されていないといったことも指摘できます(もっとも、こうしたことをきちんと考慮しようとすると、そちらにばかり議論が集中し、最終目的である中期目標の設定まで到達できない恐れもあるという、これまでの環境税の議論からの教訓です)。

一方、今回の結果を国民に伝えるマスコミの方々からは、国民にとってわかりにくい内容であることを指摘されました。例えば、対策をとらない場合と比較した経済影響などは、マイナス面のみ強調されて、現状と比べてどうなのかイメージしにくい(実際には、どの選択肢でも現状よりもGDPは大きくなる)などです。こうしたわかりにくい

情報であったとすると、先ほど指摘したように、選択肢の議論において見かけの数値だけで議論された可能性があります。中期目標そのものは決定されましたが、どのような視点で将来の目標を考えればいいのかという私たちの意見を[http://www-iam.nies.go.jp/aim/prov/middle\\_v1\\_20090430\\_.pdf](http://www-iam.nies.go.jp/aim/prov/middle_v1_20090430_.pdf) にまとめていますのでご参照ください。

地球温暖化問題のように、不確実性が極めて高く、また、利害関係者も多い問題は、最適解を出すのが難しく、科学と政策が両輪となって対応する必要のある課題です。今回の検討会およびWTでの議論は、科学が政策決定に資する情報を提供した例といえます。今回の検討を通じて、温暖化対策の結果や低炭素社会をよりわかりやすく説明することが、政策決定者から科学に対して求められたのです。今後は、先進国対途上国、先進国間の交渉というさらに困難な議題が待ち受けています。こうした問題の解決に貢献できるモデル開発に、これからも積極的に取り組みたいと考えています。

(注1) 決定された中期目標では、基準年が2005年となっていますが、本文では京都議定書などこれまでの経緯も踏まえ、1990年を基準年とした記述をしています。なお、中期目標に最も近い選択肢③は、

2005年比14%減です。

(注2) 本検討においては、筆者以外に以下の方々が一作業に関わりました。ここに記して謝意を表します(順不同、敬称略)。

(京都大学) 西本裕美・長谷川知子・松岡譲 / (東京工業大学) 蟹江憲史 / (みずほ情報総研) 石井久哉・日比野剛・藤原和也 / (三菱UFJリサーチ&コンサルティング) 加山俊也・川島一真・平塚基志 / (国立環境研究所) 明石修・芦名秀一・池上貴志・甲斐沼美紀子・金森有子・亀山康子・花岡達也・脇岡靖明・藤野純一

(注3) 検討会でのヒアリング以外に、以下の各業界に対して個別にヒアリングを行い、将来技術に関する情報や試算結果等についてさまざまなご意見、ご批判をいただきました。ここに記して謝意を表します(順不同、敬称略)。

日本自動車工業会、日本鉄鋼連盟、電気事業連合会、日本製紙連合会、日本化学工業協会、セメント協会

(注4) 産業界もすべて選択肢①を主張しているのではなく、経済同友会は国際間の公平性を条件に選択肢③を妥当と考えています。このほか、個別には積極的な取り組みをする企業も多くあります。なお、内閣府の行った世論調査では、選択肢③の1990年比7%削減が最も支持されています。



## 霞ヶ浦、泥の中で激しい変化が起きた！

水圏環境研究領域 湖沼環境研究室長 今井 章雄  
 水圏環境研究領域 湖沼環境研究室 研究員 小松 一弘  
 水圏環境研究領域 湖沼環境研究室 NIES 特別研究員 高津 文人

### 1. はじめに

私たちは、霞ヶ浦において、1977年から水質や生物の調査を続けています(1996年以降はUNEP GEMS/Water 霞ヶ浦トレンドモニタリングとして)。霞ヶ浦トレンドモニタリングから得られた長期的なトレンドプロフィールから、霞ヶ浦で何が起きたのか、起きているか、起きるのかについて考察を繰り返しています(地球環境研究センターニュース2007年12月号参照)。

本稿では、霞ヶ浦トレンドモニタリングと連動した研究の一環として始めた底泥間隙水の水質モニタリングの成果についてお話しします。間隙水の水質特性から、有機物や栄養塩の底泥からの溶出等を評価することを展望としています。

### 2. 霞ヶ浦と底泥からの溶出について

霞ヶ浦(西浦)は、茨城県東南部に位置し、湖面積は220km<sup>2</sup>、流域面積は2,157km<sup>2</sup>に及ぶわが国

第2位の大きさの湖です。平均水深は4 mと浅い湖です。霞ヶ浦の年平均値は、湖心で、全リン濃度は  $100 \mu\text{g/l}$  を、クロロフィル a は  $50 \mu\text{g/l}$  を軽く超えています。富栄養化した典型的な湖です。

霞ヶ浦のような浅い湖では、有機物や栄養塩（窒素とリン）の供給源として湖底に溜まった（堆積した）底泥からの溶出はとても重要です。霞ヶ浦の場合、底泥から溶出してくる負荷の量は、化学的酸素要求量（COD）で全体負荷の56%、全リンで56%、全窒素で34%を占めていると報告されています（茨城県霞ヶ浦湖沼水質保全計画 [平成12年度]）。ところが、これだけ重要である底泥溶出は、実は、平成7年度以前に実施された底泥溶出実験の結果に基づいて、算出されています。1年間のうち90日間を嫌気状態、245日間を好気状態、30日間を浮上溶出（底泥の巻き上がって再浮上しての溶出）状態と設定して年間溶出量を算定しています。これでいいのだろうか？ 素朴な疑問が頭をよぎってしまいます。

上記のような底泥溶出に関するブラックボックス的な捉え方が適切なのか（というより「不適切である」こと）を確かめるために、私たちは1997年から毎月1回、霞ヶ浦トレンドモニタリング調査の際に、湖心で底泥柱状（コア）サンプルを採取して、底泥間隙水中のリンおよび窒素の鉛直濃度プロファイルや溶出フラックスの変化を調べています。最近、間隙水中の栄養塩濃度プロファイルに急激な変化が起きました。長期トレンドを主に注目していたためか、この比較的短期的な変化はとても新鮮で興味深く、結構心が震えております。

### 3. 間隙水中の栄養塩、リンと窒素のトレンド

底泥間隙水中では、リンはそのほとんどがリン酸態リン ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ) として、窒素はほとんどがアンモニア性窒素 ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) として存在していました。そのため、これ以降の記述は、この二つの栄養塩種について検討したものです。

#### (1) リンの変化

1997年～2008年の11年間における、霞ヶ浦湖心での、底泥間隙水中  $\text{PO}_4\text{-P}$  濃度の深さ別の変動を図1に表します。1997年～2005年までは、間隙水中  $\text{PO}_4\text{-P}$  濃度は全深度で年々増大していました。その間、深さ2～6 cmのところで濃度ピーク

を発現しました。ピークの最大値は夏季～秋季に観察されました。ところが、2006年からは、漸増していた間隙水中  $\text{PO}_4\text{-P}$  濃度が反対に転じました。深さ方向での濃度差も小さくなり、興味深いことに2008年8月と9月には、底泥表層（0～1cm）で  $\text{PO}_4\text{-P}$  濃度が最大となりました。

間隙水  $\text{PO}_4\text{-P}$  濃度のピークが2～6cmに現れることはとても興味深いことです。この濃度ピークの発現は、底泥微生物群集構造の変化に対応していると思われます。霞ヶ浦底泥では硫酸還元菌に近縁なクローンが多数検出されますが、0～1cm層からはほとんど検出されず、1cm以深のサンプルから大部分が検出され、特に4～8cmにその検出が集中していたと報告されています。硫酸還元反応は、鉄の還元反応、すなわち、3価鉄  $\text{Fe(III)}$  の水酸化沈殿物  $\text{Fe(OH)}_3(\text{solid})$  が還元されて2価鉄  $\text{Fe(II)}$  になる酸化還元電位よりも低い電位（より還元的な状態）で起きます。硫酸還元が起きている底泥の直上で鉄還元が起けると、 $\text{Fe(III)}$  酸化物に吸着していたリンが脱着され液相に溶出します。底泥の2～6cmで  $\text{PO}_4\text{-P}$  の濃度ピークが現れるのは、この説明と合致します。底泥表層で  $\text{PO}_4\text{-P}$

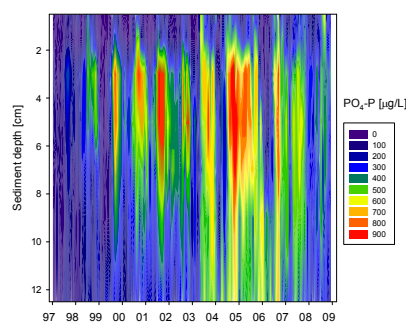
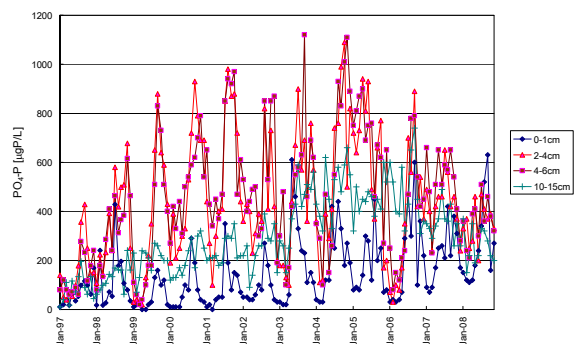


図1 霞ヶ浦湖心間隙水中のリン酸態リン ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ) 濃度の深度別トレンド：上図、深度別トレンド；下図、鉛直方向濃度等高線表示

濃度が減少するのは、この層まで溶存酸素が侵入して好氣的となり Fe(II) から Fe(III) への酸化が速やかに起きて、結果として PO<sub>4</sub>-P が再び Fe(III) 水酸化沈殿物に吸着されたと想定されます。

2006 年以降、底泥 2cm 以深において間隙水 PO<sub>4</sub>-P 濃度は低下しました。この濃度変化は、何らかの要因によって底泥における酸化還元状態が変化したことにより微生物群集構造が変化して、結果として PO<sub>4</sub>-P が蓄積する深さが表層の方向に移動したものと推測されます。底泥表層 (0 ~ 1cm) の間隙水 PO<sub>4</sub>-P 濃度は依然として増大傾向にあることは、この説明と整合しています。

## (2) 窒素の変化

間隙水中の NH<sub>4</sub>-N 濃度は、1997 年 ~ 2005 年において、PO<sub>4</sub>-P 濃度とは正反対に、底泥全層において年々減少していました (図 2)。NH<sub>4</sub>-N 濃度は最深層で最大となり、表層に向かって低くなる傾向を示しました。PO<sub>4</sub>-P のように特異的な深さでの濃度ピークは観察されませんでした。ところが、やはり 2006 年以降、PO<sub>4</sub>-P のケースと同様に急激な変化が現れました。間隙水 NH<sub>4</sub>-N 濃度は V 字回復

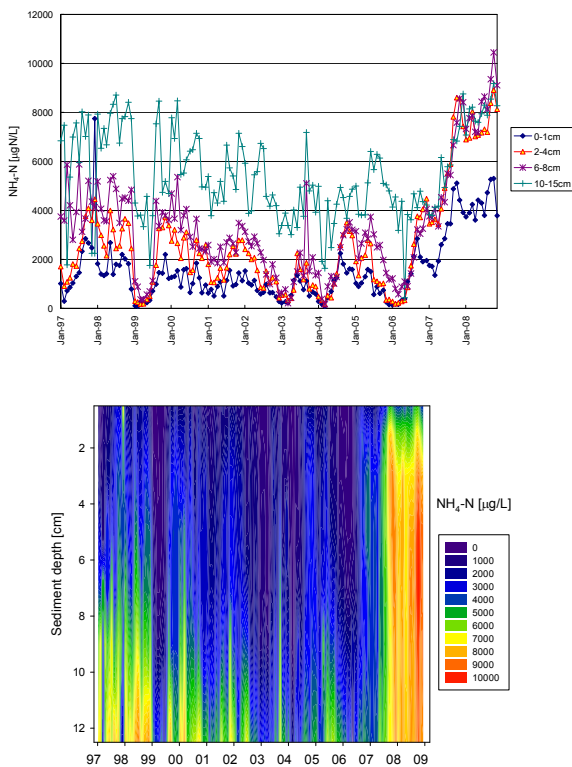


図 2 霞ヶ浦湖心間隙水中のアンモニア性窒素 (NH<sub>4</sub>-N) 濃度の変動: 上図、深度別トレンド; 下図、鉛直方向濃度等高線表示

のように一変して増大に転じました。この濃度上昇はとても急激かつ強烈なものであり、深さ 2 cm 以深ではほぼ同じ濃度になってしまいました。

間隙水 NH<sub>4</sub>-N 濃度の急激な上昇は、底泥での有機物分解 (嫌気性分解、有機物→タンパク質→アミノ酸→NH<sub>4</sub>-N) が顕著に進行したためと考えられます。従って、2006 年以降、霞ヶ浦底泥は急激に嫌気性が進行し始めたかと推察されます。霞ヶ浦では、2006 年からアオコを形成する典型的な藍藻類 *Microcystis* 属の発現が確認されており、また透明度も改善傾向にあります。この藻類種の変化および一次生産量の変化によって底泥表層への分解しやすい有機物の供給が増大して、結果として底泥の酸化還元状態をより還元的なものに変化させたかと推測されます。

2cm 以深の底泥における間隙水 NH<sub>4</sub>-N 濃度の急激な上昇は、2cm 以深で底泥が嫌気性化したことを意味します。従って、湖水から底泥へ拡散供給される溶存酸素は底泥表層ですべて消費され、2cm 以深まで到達しないことになります。そうすると、硫酸還元菌の基質である硫酸イオン SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> の底泥への供給が激減するため、底泥における PO<sub>4</sub>-P 濃度の蓄積が低下すると推測されます。この推測は 2006 年以降の間隙水 PO<sub>4</sub>-P 濃度の変化とも符合しています。

## 4. まとめ

以上の結果から、霞ヶ浦における底泥間隙水中のリンと窒素濃度の深さ方向プロファイルは経年的・季節的に著しく変動していることが明らかとなりました。注目すべきことは、窒素とリンの底泥溶出に係るメカニズムはかなり異なることです。環境要因の変動によって底泥溶出が変化した場合、底泥の状態に依存して、溶出される窒素とリンの量は顕著に異なると推察されます。年間 90 日間は嫌気状態、245 日間は好気状態云々というようなガチガチの捉え方では、対応できないことは明白です。

今回のモニタリングで底泥の状態が予想していた以上に急激に変化することがわかりました。底泥間隙水や底泥自体の特性を表すパラメータを定期的に、できれば頻度高くモニタリングする必要性は高いといえます。そのためには、まず、それを可能にするモニタリングシステムを開発しなければならないでしょう。



## 2007年度（平成19年度）の温室効果ガス排出量について ～総排出量 13億7,400万トン、前年度から2.4%の増加～

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 NIES アシスタントフェロー 酒井 広平  
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 マネジャー 野尻 幸宏

2009年4月30日に2007年度（平成19年度）の、わが国の温室効果ガス排出量が環境省から公表されましたので、その概要を簡単に紹介します。なお、温室効果ガスインベントリオフィス（以下、GIO）では環境省の委託を受け、わが国の温室効果ガスインベントリの作成を行っております。

### 1. 温室効果ガスの総排出量

わが国の温室効果ガスの排出量の推移を表1に示します。2007年度の温室効果ガス総排出量（各温室効果ガスの排出量に地球温暖化係数（注1）を乗じ、CO<sub>2</sub>換算したものを合算した量）は13億7,400万トン（CO<sub>2</sub>換算、以下同様）であり、京都議定書の規定による基準年（注2）を9.0%上回りました。また前年度比で2.4%（3,200万トン）の増加とな

りました。

### 2. 各温室効果ガスの排出量

#### (1) 二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）

2007年度のCO<sub>2</sub>排出量は13億400万トンであり、基準年比で14.0%の増加、前年度比で2.6%の増加となりました。

部門別では、CO<sub>2</sub>排出量の36%を占める産業部門からの排出量（注3）が2007年度において基準年比で2.3%の減少、前年度比で2.8%の増加となりました（図1）。産業部門における基準年からの排出量の減少は非製造業からの排出量が大きく減少（基準年比30.9%減）したことによります。

運輸部門からの排出量は2007年度において基準年比で14.6%増加し、前年度比で1.6%の減少と

表1 各温室効果ガス排出量の推移

[百万t CO<sub>2</sub>換算]

	京都議定書の基準年	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
二酸化炭素（CO <sub>2</sub> ）	1,144.1	1,143.2	1,226.6	1,254.6	1,238.8	1,276.7	1,283.9	1,282.5	1,287.3	1,270.2	1,303.8
メタン（CH <sub>4</sub> ）	33.4	32.6	30.2	26.4	25.6	24.7	24.2	23.8	23.4	23.0	22.6
一酸化二窒素（N <sub>2</sub> O）	32.6	32.0	32.8	29.3	25.8	25.5	25.2	25.3	24.8	24.7	23.8
ハイドロフルオロカーボン類（HFCs）	20.2		20.3	18.8	16.2	13.7	13.8	10.6	10.6	11.6	13.2
パーフルオロカーボン類（PFCs）	14.0		14.4	9.7	8.1	7.5	7.3	7.5	7.1	7.4	6.5
六ふっ化硫黄（SF <sub>6</sub> ）	16.9		17.0	7.3	6.0	5.7	5.4	5.3	4.6	5.1	4.4
計	1,261.3	1,207.8	1,341.2	1,346.0	1,320.5	1,353.7	1,359.7	1,355.0	1,357.8	1,342.1	1,374.3

※1：土地利用、土地利用変化及び林業（LULUCF）分野の排出・吸収量は除く。

※2：地球温暖化係数は、CO<sub>2</sub> = 1、CH<sub>4</sub> = 21、N<sub>2</sub>O = 310、HFCs = 1,300 など、PFCs = 6,500 など、SF<sub>6</sub> = 23,900 である。

※3：京都議定書の基準年値は「割当量報告書」（2006年8月提出、2007年3月改訂）で報告された1990年のCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>Oの排出量および1995年のHFCs、PFCs、SF<sub>6</sub>の排出量であり、第1約束期間中に更新されることはない。毎年公表される1990年値（または1995年値）は統計の更新や算定方法の変更等により更新されることがある。したがって、京都議定書の基準年値と1990年値（または1995年値）は異なることがある。

なりました。基準年からの排出量の増加は貨物からの排出量が減少（基準年比 6.7% 減）した一方で、旅客（主に自動車）からの排出量が増加（同比 34.8% 増）したことによります。しかし、2001 年以降では、運輸部門の排出量の約半分を占める旅客用自動車の排出量が減少に転じており、運輸部門からの排出量は 2001 年をピークとして漸減傾向にあります。

家庭部門からの排出量は、2007 年度において基準年比で 41.2% の増加、前年度比で 8.4% の増加となりました。基準年からの排出量の増加は電力消費量の増加および世帯数の増加によるものであり、前年度からの増加は電力排出原単位の悪化（注 4）、夏季の高温・冬季の低温（前年度比）による冷暖房需要が増加したこと、世帯数が増加したこと等によるものです。

業務その他部門（注 5）からの排出量は、2007 年度において基準年比で 43.8% の増加、前年度比で 1.9% の増加となりました。基準年からの排出量の増加は、業務床面積の増加およびそれに伴う空調・照明設備の増加、オフィスの OA 化の進展等による電力消費量の増加等によります。前年度からの増加は家庭部門と同様に、夏季の高温・冬季

の低温（前年度比）の影響および電力排出原単位の悪化等によるものです。

非エネルギー起源 CO<sub>2</sub> 排出量は、2007 年度において基準年比で 0.6% の減少、前年度比で 0.3% の減少となりました。基準年からの減少は工業プロセス分野（セメント製造等）からの排出量が減少したこと等によります。

## (2) メタン (CH<sub>4</sub>)

2007 年度の CH<sub>4</sub> 排出量は 2,260 万トンであり、基準年比で 32.3% の減少、前年度比で 1.9% の減少となりました。基準年からの排出量の減少は廃棄物（埋立、排水処理）、農業（稲作、家畜排せつ物管理、消化管内発酵）、燃料からの漏出等からの排出量の減少によるものです。

## (3) 一酸化二窒素 (N<sub>2</sub>O)

2007 年度の N<sub>2</sub>O 排出量は 2,380 万トンであり、基準年比で 27.1% の減少、前年度比で 3.8% の減少となりました。基準年からの減少は、6,6- ナイロンの原料となるアジピン酸の生産に伴う N<sub>2</sub>O 排出量の減少が大きく寄与しており、農用地の土壌、運輸部門などからの排出量の減少も影響しています。

## (4) ハイドロフルオロカーボン類 (HFCs)、パーフルオロカーボン類 (PFCs)、六ふっ化硫黄 (SF<sub>6</sub>)

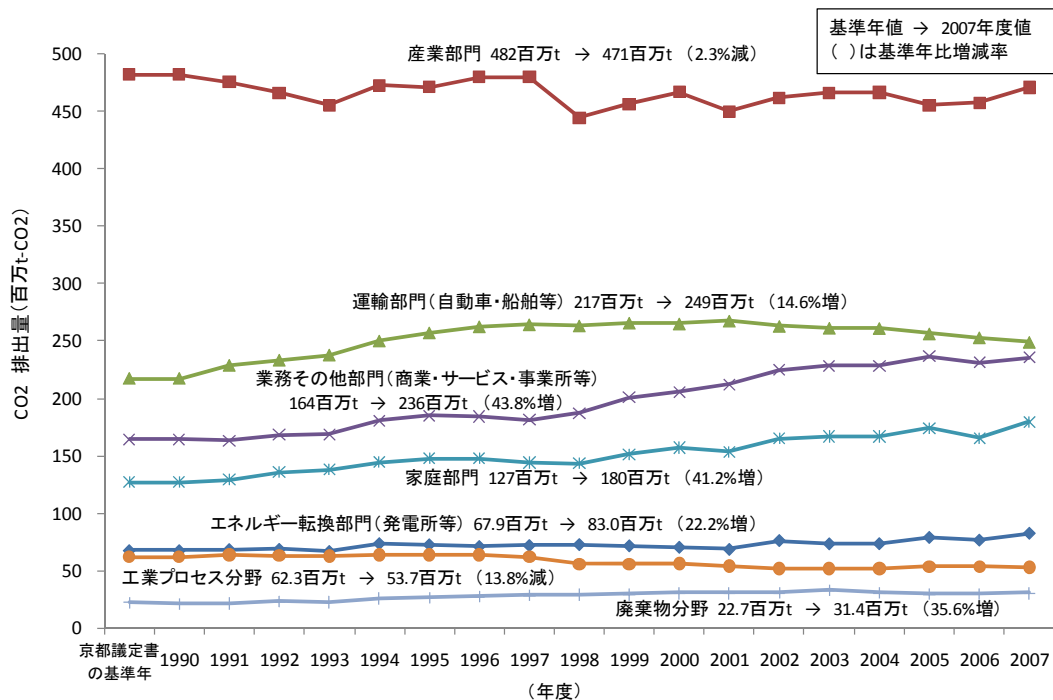


図1 二酸化炭素の部門別排出量の推移



2007年のHFCs、PFCs、SF<sub>6</sub>のそれぞれの排出量は、1,320万トン、650万トン、440万トンであり、基準年(1995年)比でそれぞれ34.6%、53.8%、74.1%の減少、前年比でそれぞれ13.7%の増加、12.2%の減少、14.8%の減少となりました。

基準年からの減少はHCFC-22製造時におけるHFC-23排出量の減少、変圧器等電気絶縁ガス使用機器の使用時(電力設備)におけるSF<sub>6</sub>回収促進、洗浄剤・溶剤等からのPFCs排出量の減少等によるものです。前年からのPFCs、SF<sub>6</sub>の減少はそれぞれ、半導体製造からの排出量の減少等、SF<sub>6</sub>製造時の漏出による排出量の減少等によるものです。前年からのHFCs排出量の増加はオゾン層破壊物質であるHCFCからHFCへの代替に伴う冷媒からの排出量の増加等によるものです。

### 3. まとめ

今回の排出量算定には2008年度に実施された「温室効果ガス排出量算定方法検討会」(環境省主催)で決定した算定方法が取り入れられています。2009年度以降も同検討会は必要に応じて随時開催され、インベントリの算定方法が継続的に改善されていく予定です。

なお、本稿に使用したデータはGIOのホームページ < <http://www-gio.nies.go.jp/index-j.html> > にて公表しております。

京都議定書の第1約束期間(2008～2012年)も2年目に入り、今秋には初年度値である2008年度の排出量の速報値も公表される予定です。今後、温室効果ガス排出量に対する注目度がさらに高まるとは思いますが、多くの方々にわが国の温室効果ガス排出量の現状を知っていただけるよう、また、京都議定書の目標達成を促進させる足掛かりとなるよう、随時こちらのホームページの充実も図ってまいりますので、さまざまな場面でご利用ください。

### 参考文献

日本国温室効果ガスインベントリ報告書(2009年提出版)

GIO「日本の温室効果ガス排出量データ(1990～2007年度)」

(<http://www-gio.nies.go.jp/aboutghg/nir/nir-j.html>)

環境省「2007年度(平成19年度)の温室効果ガス排出量(確定値)について」

(<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=11091>)

(注1) 地球温暖化係数(GWP: Global Warming Potential): 温室効果ガスの地球の温暖化をもたらす程度を、時間も加味した上で、二酸化炭素の当該程度に対する比で示した係数。京都議定書第1約束期間は、IPCC第2次評価報告書(1995)に示された100年値を用いる。

(注2) 京都議定書の基準年値は「割当量報告書」(2006年8月提出、2007年3月改訂)で報告された1990年のCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>Oの排出量および1995年のHFCs、PFCs、SF<sub>6</sub>の排出量であり、変更されることはない。

(注3) 産業部門(工場等。工業プロセスを除く)からの排出量は、製造業(工場)、農林水産業、鉱業および建設業におけるエネルギー消費に伴う排出量を表し、第三次産業における排出量は含んでいない。また、統計の制約上、中小製造業(工場)の一部は業務その他部門(オフィスビル等)に計上されている。

(注4) 電気事業者のCO<sub>2</sub>排出原単位(使用端)は2006年度の0.410 [kg-CO<sub>2</sub>/kWh]から、2007年度の0.453 [kg-CO<sub>2</sub>/kWh]に悪化した。

(注5) 業務その他部門(オフィスビル等)には、事務所、商業施設等、通常概念という業務に加え、中小製造業(工場)の一部や、一部の移動発生源が含まれる。

## 日本への温暖化の影響に関する新しい知見 (6)

## 温暖化による健康への影響

前・国立環境研究所 環境健康研究領域 総合影響評価研究室長 小野 雅司

## 1. はじめに

地球温暖化（気候変動）による健康影響にはさまざまなものがあり、直接的なものとして死亡リスクの上昇と熱中症に代表される熱ストレスへの影響、間接的なものとして大気汚染（光化学オキシダント）の影響とマラリアやデング熱など動物媒介性感染症、さらには水媒介性の感染症への影響、があげられる。本稿では地球環境研究総合推進費「温暖化の危険な水準及び温室効果ガス安定化レベル検討のための温暖化影響の総合的評価に関する研究」(S-4) で実施している課題の中から、国立環境研究所が深く関わっている、死亡リスク、熱中症リスク、光化学オキシダントの影響、に関する研究の概要を紹介する。

## 2. 温暖化による死亡リスクの上昇

年間の死亡者を日最高気温別に集計した各最高気温1日当たりの死亡率は、多くの場合V字型（ある気温で死亡率が最低になり、それより気温が低くても高くても死亡率は高くなる）を示す。またその関係は気候によって異なり、至適気温（死亡率が最低となる気温）は寒冷な気候では低く、温暖な気候では高くなる。都道府県別の至適気温は日最高気温の85パーセンタイル（年間の日最高気温の低い方から85%の値）とほぼ一致する（参考文献1）。次に、地球温暖化に伴う、わが国における熱ストレスによる超過死亡リスク（図1）を求めた（参考文献2）。ここで、熱ストレスによる超過死亡リスクとは、都道府県別に求めた至適気温よりも気温が高い日と至適気温日の死亡率の差であ

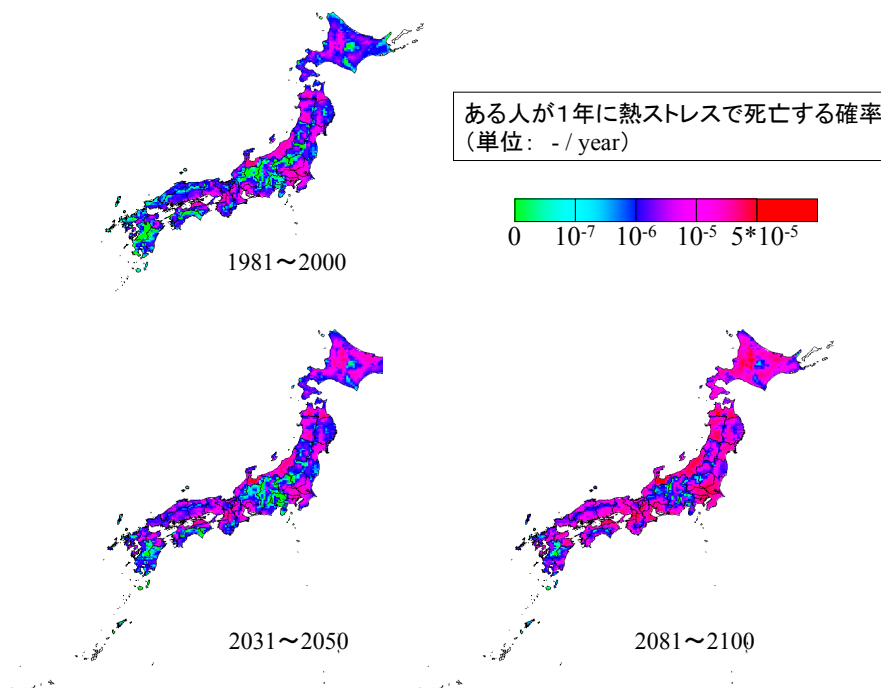


図1 1人の人間が1年間に熱ストレスにより死亡する確率

り、高温が原因で生ずる全死亡を意味する（気温が高い日には、熱中症に限らず、呼吸器・循環器系疾患やその他の原因による死亡も増加する）。なお、将来予測にあたっては、適応が起きない、人口構造が変化しない、と仮定した。この例では、首都圏から東海地方にかけて影響の大きな地域が存在することがわかる。気温上昇に伴い、20世紀末と21世紀末で比較すると、熱ストレスによる超過死亡リスクが、小さな県でも約2倍、大きな県では5倍以上にもなると予測された。

地球温暖化による影響を考える時、高温日の増加による死亡数増加と、一方で低温日の減少による死亡数減少を考慮する必要がある。高温日の増加による死亡数増加については比較的単調な関係が想定されているが、低温日の減少によるプラスの効果（リスク減少）については気温だけではなく冬季に流行を繰り返すインフルエンザの影響など不確定な要素が大きいと考えられている。

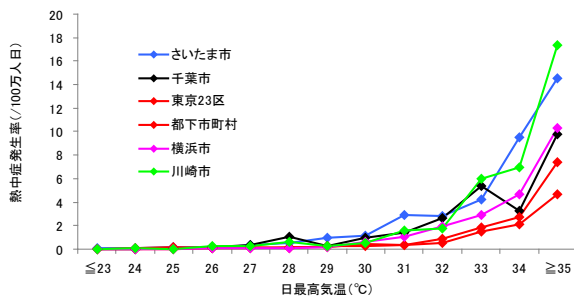


図2 地域別・日最高気温別熱中症患者発生率

### 3. 温暖化と熱中症に関する研究

国立環境研究所では2003年度より、全国政令市の協力を得て、救急搬送熱中症患者の統計をとっている。図2に2007年夏の関東地区の日最高気温出現日1日当たり・人口100万人当たりの患者数を示した。日最高気温が27℃、28℃あたりから患者の発生が見られ、31℃、32℃を超えるあたりから急激に増加する様子が観察された。ただし、同じ日最高気温であっても地域により熱中症患者発生率にかなりの違いが見られ、原因として、日最高気温以外の気象要素（湿度、日射、風速、等）や屋外作業人口などの影響が考えられる。

日最高気温別・熱中症患者発生率を年齢階級別にみると、高齢者は発生率自体が高いのに加え、35℃を超える高温でも発生率は引き続き上昇していた。高齢者では、他の年齢層と異なり、35℃を超えるような高温環境下でもエアコンの利用など適切な対策がとられていないことが原因ではないかと考えられる。このことは、温暖化による影響が高齢者で顕著に現れることを示すとともに、一方で、適切な対策をとることにより予防が可能であることを示すとも言えよう。

### 4. 温暖化に伴う大気汚染リスクに関する研究

光化学オキシダント（Ox）は、温度上昇によって生成反応が促進される。地域ごとにこれまでの夏季（6月～8月）の光化学オキシダント（Ox）濃度を気象パターンごとに求め、予想される将来の気象パターンにこの濃度を当てはめ、Ox濃度の

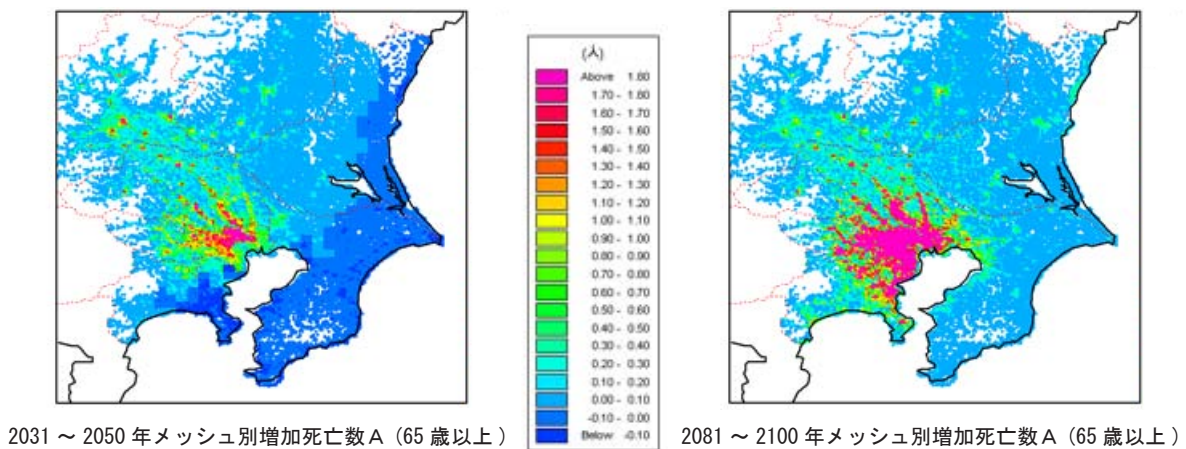


図3 関東地方のOx濃度変化による死亡増加数の予測  
(△Oxに対する夏季20年間(60か月)の1kmメッシュ当たりの合計死亡増加数)



将来予測を行った。これに対応する増加死亡数は、O<sub>x</sub> 濃度上昇分に死亡の相対危険率を掛けてリスクの増分を求め、これに地区メッシュごとに推定した65歳以上と65歳未満の将来人口を乗じて計算した。ここでは、都市集中型の社会シナリオ A (注1) のケースにおける将来人口を用いた。図3には関東圏の推計結果(影響の大きい65歳以上の結果)を示した。その結果、関東7都県ではほとんどの地域で将来のO<sub>x</sub> 濃度上昇とそれに伴う死亡増加が見込まれた。なお、近年問題となっている越境汚染による今後の濃度上昇は考慮していない。

### 5. 今後の課題

ここに紹介した内容は、地球環境研究総合推進費(S-4:平成17~21年度)中間報告書に添ったものである。なお、死亡リスクに関しては本田靖氏(筑波大学)、光化学オキシダントについては田村憲治氏(国立環境研究所)の研究を紹介した。

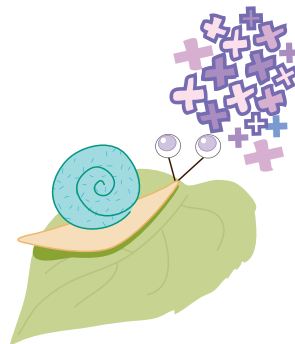
現在、最終年度の研究が行われているところで

あり、最終報告書においては、全国をカバーするより詳細なリスクマップを提示する予定である。また、影響を大きく左右する社会的、生理的適応についても検討中である。

### 参考文献

- 1) Likhvar VN et al. (2008) Choice of degree of smoothing in fitting nonparametric regression models for temperature-mortality relation in Japan based on a priori knowledge. JHS, 54:143-153
- 2) Takahashi et al. (2007) Assessing Mortality Risk from Heat Stress due to Global Warming. J. Risk Res., 10, 339-354

-----  
(注1) シナリオ A: 都市集中、個人重視で、技術開発により快適な生活を目指すという「活力型社会シナリオ」で、人口は大都市に集中し出生率は人口研予測の低位ケース程度で推移するものと予想される。



## 国内研究機関における地球環境関連の研究計画紹介 (14)

## 原子力機構の中期計画と地球環境関連研究開発について

(独) 日本原子力研究開発機構 経営企画部 技術主幹 山口 隆司

独立行政法人日本原子力研究開発機構（以下、原子力機構）は、平成 17 年 10 月、日本原子力研究所と核燃料サイクル開発機構が統合して設立された、基礎・基盤研究からプロジェクト研究開発までを包含する総合的、かつ、先端的な、わが国で唯一の大規模な原子力の研究開発機関である。

原子力機構は、現在、設立後最初の中期計画（期間は平成 17 年 10 月 1 日から平成 22 年 3 月 31 日）を実施している。以下、中期計画の概要、およびその中の地球環境関連研究開発の状況を示す。

## 1. 中期計画の概要

原子力機構の中期計画において、機構業務を定める「国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するため取るべき措置」は、以下の 6 項目で構成されている。

- ① エネルギーの安定供給と地球環境問題の同時解決を目指した原子力システムの研究開発
- ② 量子ビームの利用のための研究開発
- ③ 原子力の研究、開発および利用の安全の確保と核不拡散に関する政策に貢献するための活動
- ④ 自らの原子力施設の廃止措置および放射性廃棄物の処理・処分に係る技術開発
- ⑤ 原子力の研究、開発および利用に係る共通的科学技術基盤の高度化
- ⑥ 産学官との連携の強化と社会からの要請に対応するための活動

①では、高速増殖炉（核分裂に高速の中性子を利用する原子炉）サイクルの確立に向けた研究開発、高レベル放射性廃棄物の処理・処分技術に関する研究開発、分離・変換技術の研究開発（高レベル放射性廃棄物を合理的に低減する分離技術と核変換技術）、高温ガス炉（冷却材であるガス温度

を約 950℃と高めた原子炉）とこれによる水素製造技術の研究開発、核融合エネルギーを取り出す技術システムの研究開発、民間事業者の原子力事業を支援するための研究開発などを実施している。ここで高速増殖炉サイクルとは、燃料製造、原子炉、燃料再処理（原子炉からの使用済み燃料から有用なウラン、プルトニウム等を取り出す）、放射性廃棄物処理・処分の各プロセスよりなり、原子力機構は全ての工程に関連する研究開発を実施している。

②では、ライフサイエンス、ナノテクノロジー等のさまざまな科学技術分野における優れた成果の発出に貢献し、先端的な科学技術分野の発展や産業活動の促進に資することを目的として、中性子、荷電粒子・放射性同位元素、光量子・放射光等の量子ビームの高品位化や利用の高度化等を目指した量子ビームテクノロジーの研究開発を実施している。

③では、原子力安全規制行政に対する技術支援を行う安全研究、原子力防災等に対する技術支援、核不拡散政策に関する支援活動を実施している。

④では、原子力機構の研究開発に伴って発生する施設の廃止措置、放射性廃棄物の処理・処分およびこれらに係る技術開発を実施している。



図1 原子力機構の概要（原子力機構の目指すもの）

⑤では、わが国の原子力研究開発の基盤を形成し、新たな原子力利用技術を創出するための原子力基礎工学研究、および将来の原子力科学の萌芽となる未踏分野の開拓を進め、新原理、新現象の発見、新物質の創生、新技術の創出を目指した先端基礎研究を実施している。

⑥では、原子力機構の研究開発成果の普及とその活用の促進、原子力機構の有する施設・設備の外部利用の促進、原子力分野の人材育成、原子力に関する情報の収集、分析および提供、産学との連携による研究開発の推進、国際協力の推進、立地地域の産業界等との技術協力、社会や立地地域の信頼の確保に向けた取り組み、および情報公開および広聴・広報活動に関する業務を実施している。

さらに、原子力機構法が平成20年6月に改正され、研究施設等で発生する低レベル放射性廃棄物の埋設処分業務を実施することとなった。

## 2. 地球環境関連の研究開発の紹介

原子力機構では、地球環境問題の解決に資するために、以下に示すようなさまざまな研究開発を実施している。

### (1) エネルギーの安定供給と地球環境問題の同時解決を目指した原子力システムの研究開発

わが国は、エネルギー供給構造が脆弱であることから、自国において安定的なエネルギー供給体制を確立することは、重要な国家的課題と認識さ

れている。一方、地球温暖化問題の観点から、エネルギー源の化石燃料から非化石燃料への一層の転換が求められている。このように、資源の有効利用やエネルギー・セキュリティの確保、さらには地球環境の保全に取り組む観点から、非化石エネルギー源である原子力の研究、開発及び利用を、安全確保を徹底した上で着実に進めることが必要不可欠である。

このため、原子力機構では、エネルギーの安定供給と地球環境問題の同時解決を目指し、高速増殖炉サイクル技術を確認する研究開発、核融合エネルギーを取り出す技術システムの研究開発などを実施している。

### (2) 水素製造など原子力エネルギーの多目的利用に向けた研究開発

水から高効率水素製造、ガスタービンによる高効率発電、海水の淡水化等の需要に応じて、約950℃の高温熱を供給することができる高温ガス炉は、多様なシステムを構築できる可能性を有している。これまで発電に限られていた原子力エネルギーを多様な用途に利用することによって、二酸化炭素の排出削減に大きく貢献することができる。

### (3) 量子ビームテクノロジーを用いた環境に貢献する研究開発

量子ビームを利用して、燃料電池システムの中心部材である電解質膜の開発、貴金属使用量の削減に繋がる自動車用新型排出ガス浄化触媒の開発、水素貯蔵材料の研究、植物由来のゴムのような弾性ゲルの開発、環境耐性や環境浄化に役立つ植物の品種改良（遺伝資源の創成）(図2)、弾力性のあるカーボンニュートラルな材料(ポリ乳酸)の開発、二酸化窒素浄化作用能が向上した植物品種の育成などを実施している。

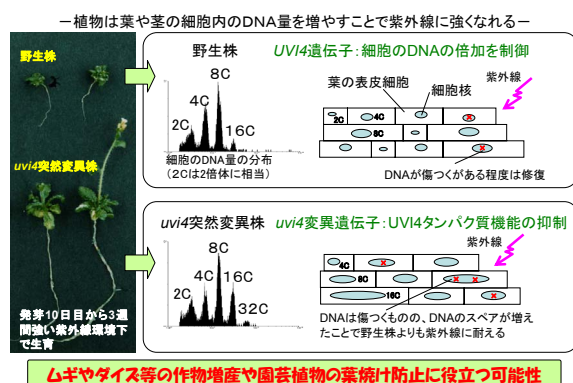


図2 植物が紫外線に負けない新たなしくみを発見

### 【問い合わせ先】

(独) 日本原子力研究開発機構

経営企画部 山口 隆司

〒100-8577 東京都千代田区内幸町2-1-8

TEL: 03-3592-2111 FAX: 03-3592-2112

E-mail: yamaguchi.takashi@jaea.go.jp



## 「地球温暖化研究プログラム」の実施状況（中間報告）

地球環境研究センター長 笹野 泰弘

### 1. はじめに

国立環境研究所では第2期中期計画期間（平成18年度～22年度）において、4つの重点研究プログラムを設定し研究を推進している。「地球温暖化研究プログラム」はそのうちのひとつとして、二酸化炭素等の温室効果ガスや関連気体の空間分布とその時間変動の観測とデータ解析に関する研究、人工衛星を利用した温室効果ガスの測定データ処理解析手法の開発、二酸化炭素濃度分布等の観測データと大気輸送モデルに基づく二酸化炭素収支の解析手法に関する研究や、気候・影響・陸域生態・土地利用モデルの統合によるシミュレーションモデルの開発および将来の気候変化予測と影響評価に関する研究、将来の脱温暖化社会（低炭素社会）の構築に係るビジョン・シナリオ研究、気候変動に関する国際政策分析、温暖化対策の評価に関する研究等を行っている。

今年度は計画期間の4年目となるが、最初の2年間の研究の状況については国立環境研究所特別研究報告（SR-82-2008）（注1）に詳しく報告されており、本稿では紙幅も限られていることから、主として平成20年度（3年目）の実施状況を簡単に紹介したい。

### 2. 研究のねらい

温室効果ガスによる地球温暖化の進行とそれに伴う気候変化は、その予測される影響の大きさや深刻さからみて、人類の生存基盤に関わる最も重要な環境問題の一つであり、持続可能な社会の構築のためにはその防止および影響緩和に向けた取組が必要不可欠である。その一環として、平成17年2月に京都議定書が発効したことにより、「京都議定書目標達成計画」（平成17年4月閣議決定、平成20年3月に全改訂）の確実な実施による排出削減約束の達成がわが国の当面の重要課題となった。しかし、それに留まらず、京都議定書の第1約束期間後の国際枠組みの構築、さらには将来の

社会経済システムを温室効果ガスの排出の少ないものへと変革することを目指して、50年～100年後の中長期までを見据えた温暖化対策の検討を進め、低炭素社会の実現に向けた道筋を明らかにしていく必要がある。

このため本プログラムでは、温暖化とその影響に関するメカニズムの理解に基づいた、将来に起こり得る温暖化影響の予測のもとに、長期的な気候安定化目標およびそれに向けた世界および日本の低炭素社会のあるべき姿を見通し、費用対効果、社会的受容性を踏まえ、その実現に至る道筋を明らかにすることを全体目標とした。本プログラムでは、平成18年度に地球環境研究センターに新たに設置された4つの研究室が中心となって、以下に述べる4つの中核研究プロジェクトを推進している。

### 3. 実施の状況（平成20年度）

#### (1) 温室効果ガスの長期的濃度変動メカニズムとその地域特性の解明

本プロジェクトでは、アジア（シベリアも含む）－オセアニア地域での陸・海・空に展開した広い観測網による温室効果ガス（CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O、フッ素系温室効果ガス等々）や関連するトレーサー物質の時空間分布や、それらのフラックスの長期的変動を捉え、濃度変動を引き起こすメカニズムやその地域的な特性を検出する。このため、以下の研究を実施した。

航空機定期路線を用いたアジア、ヨーロッパへの航路上の二酸化炭素連続観測を継続し、採取された大気試料の分析を行った。民間船舶を用いた大気観測では日本－オセアニア、日本－北アメリカ、アジア路線の観測を継続した。波照間、落石の観測ステーションではフロン等を含め酸素、炭素同位体比など高頻度観測を継続するとともに、アジアや北域での新たな地上観測サイトの展開を検討した。これらによりアジア－太平洋地域の温室効果ガスの分布変化を検出し、酸素や同位体等



の緯度ごとの経年変動等から、温室効果ガスのグローバルな収支変化と気象・気候との関連や、大気輸送モデルを用いて各地の観測データを解析し発生源と観測値の関係を検討した。

さらに、日本からニュージーランドまでの西および北太平洋における海洋の二酸化炭素分圧観測、日本や中国、シベリアの陸域生態系における二酸化炭素等の吸収量の観測と収支推定の方法論の研究、温暖化フィードバックに対する土壌有機炭素の応答性に関する数カ所の森林生態系での実験的調査を実施した。

#### (2) 衛星利用による二酸化炭素等の観測と全球炭素収支分布の推定

本プロジェクトでは、温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT)の取得データから、二酸化炭素・メタン等のカラム平均濃度の全球分布を高精度に導出するためのデータ処理手法の開発を行う。また、データプロダクトの検証の準備研究を進める。さらに、衛星観測データと地上で取得される測定データとを併せて地域別炭素フラックスの推定を行うためのインバースモデルについて、定常運用化に向けた研究を進める。このため、以下の研究を行った。なお、「いぶき」は本年1月23日に、種子島から打ち上げられた。

短波長赤外波長域での測定に関して、さまざまな大気条件下でのデータ処理手法の精緻化と高速化を行うとともに、それらにより導出される二酸化炭素およびメタンカラム濃度値の誤差評価を行った。また、衛星観測データを検証するための地上設置高分解能フーリエ変換分光器の測定精度を評価するため、航空機による大気パラメータの直接測定や地上設置機器等による同時観測データと比較する評価実験を実施した。衛星搭載センサーと類似仕様の地上モデルセンサーを用いて分光観測を行い、その導出結果の評価を行った。さらに、偏光データの利用手法と地表面気圧導出手法の妥当性を計算機シミュレーションにより評価した。

観測データの利用準備の一環として、二酸化炭素の空間分布を求めるフォワード計算および二酸化炭素の地域別収支算出のためのインバース計算に必要な大気輸送モデルのテストと調整を完了した。また、濃度導出に必要な二酸化炭素およびメタンの地表面フラックスのデータセットを整備した。

#### (3) 気候・影響・土地利用モデルの統合による地球温暖化リスクの評価

本プロジェクトでは、気候モデル、影響モデル、および陸域生態・土地利用モデル各々の高度化と、極端現象および不確実性を考慮したモデルの高度利用を行う。また、地球温暖化リスクの総合的な評価を行うため、モデルの統合利用並びに結合の作業を進めるとともに、モデルによる評価が困難な要素も含めたりスクの全体像の整理を行う。このため、以下の研究を行った。

モデルの改良ならびに次期モデル実験の準備をほぼ完了するとともに、予測の不確実性を考慮した確率的気候変化シナリオの開発を進めた。また、極端現象の発生メカニズムおよび土地利用変化・灌漑が気候に与える影響を調査した。影響モデルについて、影響評価の不確実性を明示的に表現するための手法の開発を進めた。また、水資源および農業影響モデルを高度化するとともに、気候モデルとの結合作業を進めた。さらに、専門家やメディアとの意見交換等により地球温暖化リスクの全体像の整理を進めた。

陸域生態・土地利用モデルについては、陸域生態モデルの高度化および土地利用変化モデルの開発を進めるとともに、IPCCの新しいシナリオ開発プロセスに対応して、次世代気候モデル実験の入力条件となる詳細な空間分布を持つ排出・土地利用変化シナリオの開発を行った。

#### (4) 脱温暖化社会の実現に向けたビジョンの構築と対策の統合評価

本プロジェクトでは、京都議定書の削減目標達成のための環境政策の評価、2012年以降に開始される将来枠組みに関する諸制度の分析、脱温暖化社会(低炭素社会)の構築に向けたビジョン・シナリオの作成を行う。このため、以下の研究を行った。

低炭素社会を実現するための具体的な方策や対策を組み合わせた一連の施策群を収集し、誰がいつどこで何をすればよいかのヒントを与えるパッケージ集を作成した。また、目標達成にどの施策・施策パッケージを実施するのが適当かを提示するため、従来のバックキャストモデルを改良し、低炭素社会への道筋を検討した。さらにアジアの新興国・途上国や欧米の研究機関と協力して低炭素社会づくりの政策対話を推進した。

これまでの研究成果をふまえ、次期国際枠組みに関する具体的かつ詳細な制度提案をまとめるとともに、COP13 バリ会合（2007年12月）以降本格化した次期枠組み交渉における、わが国の政策決定に資する情報を提供した。また、次期枠組みに関する第4回アジアワークショップ会合（ニューデリー）を開催し、アジア諸国にとってはいかなる国際制度が望ましいのか、を中心に議論した。同時に、アジア各国内の能力増強の具体的方策を検討した。

IPCC 第4次評価報告書の成果をもとに、簡易気候モデルである AIM/Climate のパラメータの調整、新たなモジュール（炭素循環フィードバック）の付加、分析対象年次の延長（IPCC 新シナリオの想定に基づいて2300年まで）などの改良作業を行った。また、世界経済モデルの改良と、AIM/Climate との連携を通じて、IPCC の第5次評価報告書に向

けた新シナリオの開発に着手した。さらに、これまでに開発してきた国別モデルや世界技術選択モデルを対象に、データの更新や温暖化に関する既存の政策課題を評価することが可能となるようにモデルの改良を行い、わが国における温暖化対策の評価を行った。

-----  
 (注1) 国立環境研究所特別研究報告 (SR-82-2008) をご希望の方は、下記までお問い合わせください。送料のみ負担していただきます。なお、報告書はPDF化されており、ウェブサイト (<http://www.nies.go.jp/kanko/tokubetu/index.html>) からダウンロードできます。

【問い合わせ先】

国立環境研究所 環境情報センター情報企画室出版普及係

〒305-8506 茨城県つくば市小野川16-2

TEL: 029-850-2343 FAX: 029-850-2566

E-mail: [pub@nies.go.jp](mailto:pub@nies.go.jp)



## 太陽の恵み 環境負荷軽減への取り組み

国立環境研究所地球環境研究センターは、温室効果ガス等の観測を行うため、北海道根室市落石岬に直轄の観測拠点「地球環境モニタリングステーション・落石岬」を設けています。当該施設では、24時間365日にわたり無人で多くの観測機器や分析機器が稼働しています。機器の増加に起因する消費電力増加への対応、あるいは停電を伴う緊急時の対応は、当該施設での観測を継続するための重要な課題です。

これらの課題解決へ向けた取り組みの一環として、今春当該施設へ太陽光発電システム（出力約10kW）を設置しました（表紙写真）。設置したシステムは、太陽電池による発電と蓄電池による電力貯蔵を組み合わせた停電対応型の太陽光発電システムです。通常時においては、太陽電池の発電と電力会社からの供給によって観測機器や分析機器を動かします。停電時においては特定の機器のみを稼働させることとし、太陽電池の発電が使用電力を上回る場合は、機器への給電に加えて蓄電池への充電を行い、逆に下回る場合には太陽電池と蓄電池とから機器へ給電を行います。夜間など太陽電池の発電がない場合は、蓄電池から特定の機器へ給電を行います。

太陽光発電システムの設置によって、通常時においては、当該施設における消費電力の1割程度をまかなうことが可能となり環境負荷の軽減が実現できます。また、停電を伴う緊急時等においては、国立環境研究所（茨城県つくば市）からwebカメラ等を通して室内や各機器の状況を把握することが可能となります。これまでは、現地管理人が駆けつけるまでは状況が判らず、つくばからの対応ができない事態に多く直面していました。今後は、迅速かつ的確な対応が可能となり、緊急時対応機能が飛躍的に向上します。

太陽の恵みを有効に利活用することで、地球環境に配慮しつつ質の高い観測を継続することができます。

地球環境研究センター 観測第一係長 樽井 義和

OFFICE  
活動  
紹介

## 国環研 GOSAT プロジェクトオフィス



## ■ 『いぶき』 (GOSAT) 打ち上げ成功とデータ取得、提供の開始

- 国環研 GOSAT プロジェクトオフィス マネージャ 渡辺 宏
- 国環研 GOSAT プロジェクトオフィス スタッフ 石原 博成

地球環境研究センターニュース1月号の本コーナーでも速報としてお知らせしましたが、温室効果ガス観測技術衛星『いぶき』(Greenhouse gases Observing SATellite: GOSAT)は、宇宙航空研究開発機構(JAXA)種子島宇宙センターから1月23日12時54分に打ち上げられました(写真1)。

『いぶき』はその後3カ月間の初期機能確認においてセンサなどが順調に機能していることが確認され、現在はデータの精度確認や補正などを実施する初期校正検証運用に移行しています。

この間、『いぶき』に搭載されている2つのセンサから初の観測データを取得し、JAXAにより一次処理がなされました。それらのデータは国立環境研究所に送信され、所内に整備したGOSATデータ処理運用施設(GOSAT DHF; Data Handling Facility)でデータの hochu 処理を定常的に実施するための機能確認を進めています。データの hochu 処理は、モデルシミュレーション計算を含む多くの処理プロセスから構成されています。それらが期待通りに機能するか、また観測データのすべてに対して問題なく機能するかをひとつひとつ確認しています。想定外の問題も数多く発生しており、プロジェク

トのスタッフやシステム開発業者、システム運用業者とその対応策、解決策を探るために毎日のように話し合いを持ちながら作業を進めています。確認が終了したFTSレベル1B(スペクトル)、CAIレベル1B(地図投影を含む内挿処理は未実施の画像)、CAIレベル1B+(地図投影とバンド間レジストレーションのための内挿を実施した画像)、CAIレベル2雲フラグ(雲の有無を推定した結果)の各プロダクトを研究公募によって採択された、校正・検証・処理アルゴリズム研究を行う研究者に対して、4月23日から順次提供を開始しています。

5月28日には、二酸化炭素およびメタンのカラム平均濃度の初処理結果を国環研、環境省、JAXAの三者でプレスリリースしました。図1は、4月20日から28日の9日間の二酸化炭素の陸上の晴天観測点における処理結果(カラム平均濃度)です。4月下旬の二酸化炭素の全球分布として北半球で濃度が高く南半球で低いという傾向は、概ね従来の地上観測による結果と整合しています。しかし、全体として明らかに低いカラム平均濃度となっていること、地域的に高濃度や低濃度が認められるデータが存在することの確からしさの調査・検討



写真1 GOSAT 打ち上げの様子

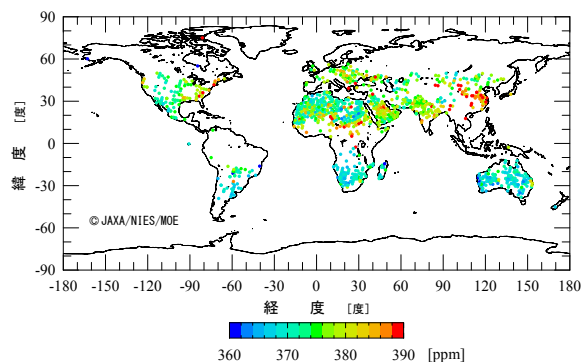


図1 二酸化炭素のカラム平均濃度(未校正値)

など、今後定量的な議論を行うための処理アルゴリズムの改訂やプロダクトの校正、検証作業を進めます。

データの提供および観測要求受けのための

ユーザ登録開始後、特に海外からの問い合わせが多く、対応が大変ですが、それだけ GOSAT データへの関心が高いことを示すものと思ひ、日々頑張っています。

## 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。



Retrieval of atmospheric methane from high spectral resolution satellite measurements: a correction for cirrus cloud effects (衛星からの高分解能スペクトル測定による大気中メタンの推定：巻雲効果の補正)  
Bril A., Oshchepkov S., 横田達也 (2009) Appl. Optics, 48, 11, 2139-2148

温室効果ガス観測技術衛星 (GOSAT) による近赤外太陽散乱光観測に着目し、その擬似観測輝度スペクトルデータを用いてメタン推定精度を評価した。特に、光学的に薄い巻雲を含む気象条件下でのメタン気柱量の推定に重点を置き、大気散乱の効果を補正するために光路長分布関数 (PPDF) を用いるメタン推定方法を採用した。この方法により、二酸化炭素を代理指標とする従来の補正方法と同等以上のメタン推定精度が得られることが示された。本手法では、二酸化炭素量の大きな変動に対しても正確にメタンを導出できる利点を利用している。



Global emissions and mitigation of greenhouse gases in 2020 (2020 年における世界地域別の温室効果ガス排出量および緩和策の評価)  
花岡達也, 明石修, 長谷川知子, 日比野剛, 藤原和也, 金森有子, 松岡譲, 甲斐沼美紀子 (2009) J. Global Environment Engineering, 14, 15-26

2020 年における技術的な緩和策による世界の地域別・部門別の削減ポテンシャルとその削減費用を評価した。限界削減費用が 100 ドル /CO<sub>2</sub> トン以下の対策を取った場合、中国、米国、インド、欧州、ロシアの上位 5 地域の削減量は世界全体の約 6 割を占め、大きな削減ポテンシャルが期待されるが、活動量の増加の影響により世界全体の 2020 年排出量は 2000 年排出量を依然超えていることが示された。よって、低炭素社会の構築のためには、より高効率な技術の導入や社会構造の変化などをさらに考慮する必要がある。



The role of energy intensity improvement in the AR4 GHG stabilization scenarios (IPCC 第 4 次評価報告書の温室効果ガス安定化濃度シナリオにおけるエネルギー集約度改善の評価)  
花岡達也, 甲斐沼美紀子, 松岡譲 (2009) Energy Efficiency, 2, 2, 95-108, DOI 10.1007/s12053-009-9045-y.

IPCC 第四次評価報告書の第三作業部会においてレビューされた長期 (~ 2100 年) の温室効果ガス安定化濃度シナリオ (カテゴリー I ~ VI) を整理し、短期 (~ 2020 年) や中期 (~ 2050 年) におけるエネルギー集約度の改善の役割を評価した。カテゴリー I ~ VI のいずれにおいても、エネルギー集約度の改善は短期・中期で重要な役割を担っている。ただし、より濃度制約の厳しいカテゴリー I ~ III の達成のためには、中期・長期で、燃料の転換や炭素隔離貯留などの革新的な技術の導入などもさらに必要とされる。



地球環境研究センターのウェブサイト (<http://www-cger.nies.go.jp/index-j.html>) には、この他の論文情報も掲載されています。



## 国立環境研究所で研究するフェロー：奈良 英樹

地球環境研究センター 炭素循環研究室 NIES ポスドクフェロー



写真1 フジトランスワールド号下船時に仲のいいフィリピン人船員と（左が筆者）

2007年4月より国立環境研究所（以下、国環研）の地球環境研究センター炭素循環研究室 NIES ポスドクフェローの奈良です（写真1）。国環研では現在、民間船舶会社の協力の下、計4隻の貨物船を用いて太平洋上で大気・海水中の微量気体の観測を行っています。筆者はこの4隻のうち、アジア航路を定期巡航するフジトランスワールド号での一酸化炭素を中心とした大気微量成分の観測に深く従事しています。近年、東アジア域では急速な経済発展に伴って温室効果気体や反応性微量気体等の排出量が増加しているにも拘わらず東アジア域、とくに東南アジアを網羅するような大気観測が行われていない状態です。そこで、太平洋西部に存在するアジア諸国を4週間間隔で定期巡航する本船を用いた観測が今日、およびこれからの地球環境を考える上で非常に重要な役割を果たすこととなります（図1）。

当該船舶では船室の一室を改装し、そこを大気観測室としています（写真2）。大気観測機器は原則無人で機動できるようにカスタマイズしますが、月に一度の日本寄港時に観測機器の保守・点検、観測データ・大気サンプルの回収を行っています。ただし、やはり新しい観測機器を搭載した場合や、何かしらの理由で停止していた観測機器の再運転時には自ら船舶に乗り込んで安全を確認しなければなりません。また、乗船時には日ごろ時間制限があるメンテナンス作業では行うことができないような実験等を行っています。本観測は2007年9月に開始されましたが、今までの観測結果から、一酸化炭素を含めた微量気体は基本的にはアジアモンスーンによる大気循環に密接に関連した濃度

変動を示すことがわかりました。一般には、人間活動から直接放出される化合物（人為起源物質）の濃度は、夏季には航路上に太平洋・インド洋からの清浄な空気が流れ込むために低くなるのに対し、冬季には東アジア域からの大陸性の汚染空気塊が航路のほぼ全域を覆うために高くなります。具体的には、人間活動が盛んで排出抑制技術が十分に確立されていない中国やタイなどの国々の周辺では人為起源物質の濃度が高くなる傾向があります。一方で、マレーシアやインドネシアのような熱帯地域では乾季になると森林火災が生じ、自

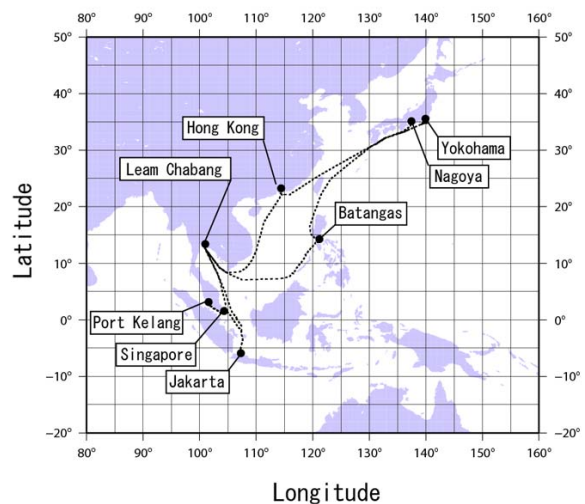


図1 フジトランスワールド号の航路

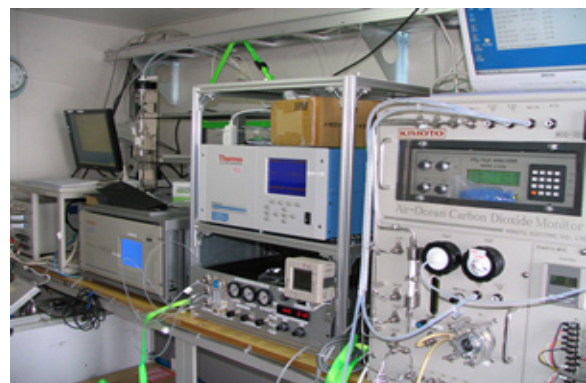


写真2 大気観測室の様子。所狭しと高価な大気観測機器が設置されています。

然発生源からも本観測で計測している化合物の濃度分布が影響を受けることもわかってきました。

筆者は上述の通り、観測業務で貨物船舶に乗船することがあります。今までにフィリピン人、インド人主体の船舶に乗船したことがありますが、フィリピン人はフレンドリーで明るいといったカラーを持っているのに対し、インド人はまじめで寡黙といった違いがあることに気が付きました。面白いことに、こういった国民性の違いは船中での生活姿勢にも反映されています。例えば、フィリピン人は筆者の観測業務を勤務時間を問わず必要とあれば手伝ってくれます。また、労役後の余暇の時間には誰かの部屋や食堂に集まってにぎやかに談笑やゲームをしたり、レクリエーションルームでカラオケをしたりしています。彼らは特にカラオケをこよなく愛しており、筆者が夜間に部屋から出て廊下で耳を澄ませば誰かの歌声がほぼ毎日聞こえてくるほどです。このように、フィリピ

ンは単独ではなくみんなで余暇を楽しく過ごします。これに対しインド人は勤務時間は自分の仕事に集中していますが、労役が終わればみな自分の部屋に籠ってしまい、筆者が居住区を徘徊していても人影すら見ることはできません。ところが筆者の下船サヨナラパーティーでは、お酒を嗜むかたわらで、シャウトして激しいダンスをしたり、エアギターをしながらインドのロックに相当する曲を歌ったりしました。もちろん筆者もこの中に加わって負けじと頑張りましたが、彼らの日頃の態度からはとても想像ができない変貌ぶりでした。次の日には何もなかったようにしっかりと仕事を寡黙にこなしています。このはっきとしたメリハリもインド人の特徴のようです。こういったさまざまな国民性や異文化に実際に触れ、多くの知見や友人を得ることができるのは本業務の魅力の一つです。

## Information

### 国立環境研究所夏の大会

7月25日(土)に、恒例の「国立環境研究所夏の大会」を開催します。これは研究所内を一挙に公開して、みなさまをお迎えする年に一度の大イベントです。今年も研究者をはじめ、スタッフ総動員で最新の研究成果をわかりやすくご紹介します。

- ◆日時：2009年7月25日(土) 9:30～16:00(入場無料、受付15:00まで)
  - ◆場所：国立環境研究所(つくば市小野川16-2)
  - ◆地球環境研究センターからの出展内容：「ココが知りたい温暖化」講演会／研究成果および観測機器の展示・説明／自転車発電／クイズ／ぱらぱらマンガ(新作予定)
- 夏の大会初日の企画：2050年までに日本が低炭素社会を実現するための技術や政策をまとめた「12の方策」のポスターの展示・説明／実験室の見学「潜入！実験室ツアー ～世界の空気はここで測る～」

\*「ココが知りたい温暖化」講演会 ～低炭素社会のつくりかた～  
2020年の温室効果ガス排出量をどうする？(増井利彦)  
2050年の低炭素社会をどうデザインする？(藤野純一)

\*「潜入！実験室ツアー ～世界の空気はここで測る～」は午前2回(10:30～、11:30～)、午後3回(13:00～、14:00～、15:00～)、各10名程度です。  
受付開始は午前2回分 9:30～、午後3回分 12:00～を予定しています。

\*夏の大会の最新情報は以下に掲載されます。

国立環境研究所全体の企画について <http://www.nies.go.jp/>

地球環境研究センターの企画について <http://www-cger.nies.go.jp/index-j.html>

## おしらせ



## 地球環境研究センター (CGER) 活動報告 (2009 年 5 月)

## 所外活動 (会議出席) 等

2009. 5. 6 ~ 8 東南アジア地域における持続可能な温室効果ガスインベントリ整備のためのキャパシティ・ビルディング・プログラムに基づく農業・土地利用 (ALU) ソフトウェアに関する地域的ワークショップで発表 (野尻副センター長・赤木 NIES ポスドクフェロー・小野 NIES アシスタントフェロー / カンボジア)  
標記ワークショップにおいて、「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 (WGIA)」についての活動実績と将来展望について発表した。
- 11 低炭素社会実現のための温暖化対策に関する日米ワークショップ (第 6 回) で講演 (甲斐沼室長 / アメリカ)  
標記ワークショップが、環境省、米国環境保護庁、IGES の共催で、日米両国の行政府、学界、主要研究機関から約 25 名が出席して開催された。本ワークショップにおいて、低炭素社会実現のための方策について発表し、中長期温暖化目標について検討した。
- 14 平成 21 年度佐賀環境フォーラムで講演 (江守室長 / 佐賀)  
標記フォーラムにおいて地球温暖化の現状と将来予測について講演した。
- 19 IR3S - Tyndall Centre Joint Symposium - Pathway toward low carbon society and global sustainability - (藤野主任研究員・松本 NIES ポスドクフェロー / イギリス)  
イーストアングリア大学で開催された標記のシンポジウムに参加し、藤野は Experience of Japan Scenario Development と題する基調講演を行い、松本は IPCC 次期評価報告書に向けた将来シナリオに関する発表を行った。
- 27 ~ 28 Regional Workshop on Scenario and Modeling for Integrated Environmental Assessment in Asia and the Pacific (甲斐沼室長・藤野主任研究員・池上 NIES ポスドクフェロー / タイ)  
25 ~ 28 日にタイ・ホアヒンで行われた UNEP 主催の標記ワークショップにおいて、27 ~ 28 日に AIM モデルを用いた叙述シナリオ開発、定量的シナリオ開発に関する講義およびトレーニングを行った。
- 28 ~ 29 Workshop on estimating GHG mitigation potentials and costs for Annex I countries で発表 (花岡主任研究員 / オーストリア)  
標記ワークショップにおいて、温室効果ガス排出主要国の削減ポテンシャルに関する研究成果および他モデルとの比較研究成果について発表し、また、他モデルによる削減ポテンシャル研究の発表についてコメンテーターを行った。

## 見学等

2009. 5. 14 ツムラライフサイエンス (株) (10 名)  
20 安城市立安城北中学校 (11 名)  
26 早稲田大学環境関連施設見学実習班 (3 名)

## 視察等

2009. 5. 28 ベルー ブラック環境大臣

2009年（平成21年）6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

発行部数：2900部

〒305-8506 茨城県つくば市小野川16-2

TEL：029-850-2347

FAX：029-858-2645

E-mail：cgercomm@nies.go.jp

<http://www-cger.nies.go.jp>

★送付先等の変更がございましたらご連絡願います

このニュースは、再生紙を利用しています。また CGER のウェブサイト上で PDF 版（カラー）をご覧いただけます。  
発行者の許可なく本ニュースの内容等を転載することを禁じます。