

## 地球環境研究センターニュース

Center for Global Environmental Research



【クイズやパラパラまんがに挑戦(つくば科学フェスティバル2003にて)本文18ページ参照】

2003年(平成15年) 11月号 (通巻第156号) **Vol.14 No.8**

## 目次

- オゾン層は回復し始めたか？  
大気圏環境研究領域 上席研究官 中根 英昭
- 統合された地球規模の炭素観測システムを実現する戦略(2)  
地球環境研究センター 総括研究管理官 井上 元
- 総合科学技術会議備忘録 環境研究の国家戦略の構築とその実践(その8)  
生物圏環境研究領域 領域長 渡邊 信
- 環境省だより  
移入種対策に関する措置の在り方について 環境省自然環境局野生生物課 石山 一意
- 国立環境研究所で研究するフェロー：周 凌晞 (地球温暖化研究プロジェクト JSPSフェロー)
- スーパーコンピュータによる地球環境研究発表会(第11回)報告  
地球環境研究センター 総合化・交流係 宮本 愛彦
- つくば科学フェスティバル2003報告  
地球環境研究センター 主幹 中山 正史
- お知らせ  
「地球環境研究総合推進費」平成16年度新規研究課題の公募について  
かんきょう問題かんしん度チェックのURL変更
- 四季折々 - 波照間 -
- 地球環境研究センター活動報告(10月)



## オゾン層は回復し始めたか？

大気圏環境研究領域

上席研究官

中根 英昭

### 1. はじめに

最近、オゾン層破壊が話題になっている。一つは、NASA(アメリカ航空宇宙局)のオゾン層回復についての発表に関するものであり、もう一つは、今年の南極オゾンホールが過去二番目に大きかったという報道である。昨年のオゾンホールが記録的に小さかったこともあり、フロン対策の効果が現れたとする向きもあった。これらの議論の多くは「オゾン層の回復」に関するものである。ここでは、2002年に作成されたWMO/UNEPのオゾン層破壊に関する科学アセスメント報告書と最近の報道等に基づいて、「オゾン層の回復」について考えてみたい。

### 2. NASAの「上部成層圏オゾン層の回復確認」発表

本年7月29日にNASAは、“NASA OBSERVATIONS CONFIRM EXPECTED OZONE LAYER RECOVERY”というタイトルのプレス発表を行った([http://www.nasa.gov/home/hqnews/2003/jul/HQ\\_03253\\_Ozone\\_Recovery.html](http://www.nasa.gov/home/hqnews/2003/jul/HQ_03253_Ozone_Recovery.html))。タイトルだけ読めば、オゾン層全体の回復、つまり、紫外線の増減に直結するオゾン全量(地表面から大気上端までの単位面積あたりのオゾン分子数)が減少から増加に転じたことを確認したと思ってしまう。しかし、発表の1行目には、オゾンの減少速度(the rate of ozone depletion)が小さくなった(増加し始めたのではない)、と書いてある。また、5行目には高度22~28マイル(35~45 km)の上部成層圏で、1997年からオゾンがあまり減らなくなった(less ozone depletion)ことを科学者が見つけたとある。Journal of

Geophysical Researchに受理された論文には図1が掲載されている。

筆者らが主張していることは、成層圏塩素を代表するHCl濃度が直線的増加からずれ始めた1997年から、オゾン濃度が直線的減少からずれ始めたということである。論文ではさらに、ずれを際立たせるために直線からのずれを1980年から積分したものを図示している。結論はほぼ間違いないと考えるが、実際にオゾンが増加することを確認する必要がある。共著者の一人であるJoe Zawodnyが「もしSAGE II やHALOEが正規のミッション寿命以上に長期に運用されていることがなかったなら、この発見はなかっただろう。」と言うように、20年近いデータの蓄積がなければこのような解析は困難であり、長期観測データの重要性を痛感させる例である。なぜこれ程長期にわたる観測データが必要かという、オゾン変動に影響を与える要素として11年周期の太陽活動があるからである。直線的なオゾントレンドが仮定できるならば11年のデータで何とか解析できるが、直線からのずれを検出しようとする22年以上のデータが欲しい。今回の解析では1979年から1980年代初頭まで観測した衛星センサーSAGEのデータを加えて22年以上のデータセットを作っている。また、オゾン破壊の主な原因であるフロンから生成された塩素の主な貯留物質であるHClのトレンド及びトレンドからのずれをプロットして説得力のあるものになっている。塩素濃度にオゾン濃度がストレートに応答すると考えられる上部成層圏に着目して解析したことも、恐らく20年以上前からの計画であったと

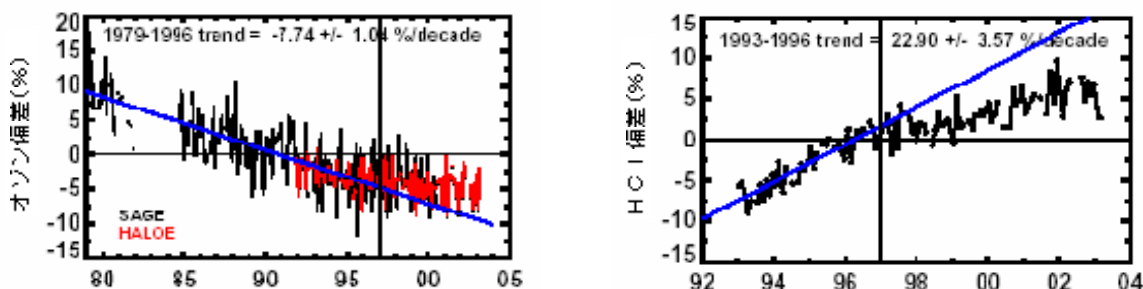


図1 上部成層圏(35-45km)のオゾン(左)およびHCl濃度の時間変化。オゾンについては、季節変化、約2年周期の変動(準二年周期変動; QBO)、約11年周期の太陽活動成分を除去してある。(Newchurch et al., 2003より)

$Cl + O_3$	$ClO + O_2$	$Cl + CH_4$	$HCl + CH_3$
$ClO + O$	$Cl + O_2$	$ClO + NO_2 + M$	$ClONO_2 + M$
正味 ; $O_3 + O \rightarrow 2O_2$			

図2 高度40km付近で重要な気相触媒サイクル(左)と貯留物質への変換による塩素化合物の不活性化(右)

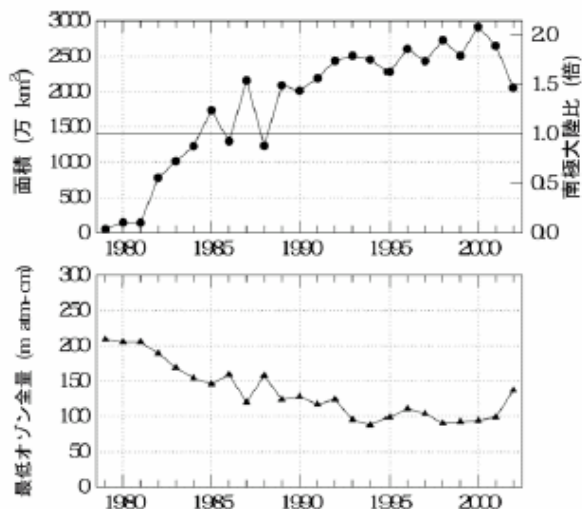


図3 オゾンホール面積(上)と最低オゾン全量(下)の長期変化(気象庁「オゾン層観測報告 2002」より)

思われる。大変な観測を継続して精緻な解析を行ったことに敬意を表したい。ただ、この研究は「オゾン層の回復確認」というタイトルで発表されるべき大発見というよりは、予想されたことをきちんと確認しようとした、むしろ地味な研究であると思う。私見ではあるが、「あれだけのフロン対策を行ったのだから、それに対するaccountabilityとしてオゾン層の回復を早く証明すべきである。」というプレッシャーが米国では日本よりもはるかに強いのではないかと考えている。米国の研究管理者がこの文脈でaccountabilityという言葉を使うのを何度も聞いている。また、NASAの研究者達がミッション寿命を超えて運用されている衛星センサーによる観測の継続のために困難な努力を続けていることも知っている。このような状況が、オゾン全量の数%の上部成層圏オゾンが「回復に向かう兆候を示した、二次微分が正になった」時点で、「オゾン層の回復の第一段階の確認」という形で発表することを後押しした可能性はある。

さて、ここで上部成層圏のオゾン破壊のメカニズムを確認しておきたい。フロン等が成層圏の短波長の紫外線によって分解し、塩素原子(Cl)を放出する。その塩素原子がオゾンと反応して、一酸化塩素(ClO)を生成し、ClOが酸素原子と反応して酸素分子と塩素原子を作る。この塩素原子が再び

オゾンと反応して・・・、というふうに連鎖反应的にオゾンを破壊する(オゾンと酸素原子を2個の酸素分子に変えてしまう)。この反応は気相の分子やラジカル、原子のみが関わる気相反応であって比較的単純であるが、酸素原子が多い上部成層圏で有効である。しかし、このサイクルは無限に回るのではなく、塩素や一酸化塩素はメタンや二酸化窒素との反応などによってHClやClONO<sub>2</sub>のような塩素を貯留する分子(貯留物質)に取り込まれて活性を失う。上部成層圏では、塩素の多くはHClの形をとっている。従って、オゾンの減少とHClの増加の相関を関連付けて議論することは合理的である。

### 3. 南極や北極のオゾンは回復しつつあるのか？北極ではどうか？

地表面から大気上端までのオゾン全量が回復しつつあるかという問いに答えることは、上部成層圏のオゾン層の回復の検出に比べてはるかに困難である。また、南極・北極域とそれ以外では状況が違う。そこでまず、南極オゾンホールから見てみよう。図3は、オゾンホール面積と最低オゾン全量を1979年から2002年までプロットしたものである。

2002年は成層圏の異常気象といえるほど気温が高く、オゾンホール面積は小さく、最低オゾン全量も大きかった。2003年は逆に、2000年と同程度の大きなオゾンホールになり、最低オゾン全量も小さかった。そこで、図3から2002年のデータを除いて考察することにする。最低オゾン全量は1995年ごろから一定である。ところが、オゾンホール面積は1995年以降も増加し、現在ピークに到達しているか、まだ緩やかに増加するのかわかりしない。オゾンホールの中のオゾン破壊のメカニズムは、図4のように、成層圏にできる雲 - 極域成層圏雲(Polar Stratospheric Clouds; PSC) - が重要な役割を果たしている。従って、成層圏の塩素濃度がピークに近い濃度で高止まりしている状況では、PSCができる気温である約 - 78 (195K)以下の領域の面積が増えればオゾンホール面積は



拡大する。他方、図5に見られるように、下部成層圏で「壊されるべきオゾン」は存在しない」状況では、最低オゾン全量は下がりにくい。

北極ではどうか。図6に見られるように、南極ほどではないが、北極でも極域でオゾンは減少してきた。特に1990年代に顕著であった。北極の場合には、PSCができる気温が広範囲に広がるかどうかはその年によって大きく違う。もともと、下部成層圏の気温はそれ程微妙なのである。南極ほど気温が下がらないのは、極渦(あるいは極夜渦)と呼ばれる、冬から春に成層圏にできるジェット気流が弱く、蛇行しやすいからである。時には、極渦が分裂して、極渦内の空気が中緯度に広がることもある。そもそも極渦自体が北極海の上空にじっとしているのではなく、北ヨーロッパの上空やシベリアの上空、時にはロンドンやパリの上空にまで動く。極渦が分裂した片割れが北海道上空に来ることもある。そのように中緯度との相互作用が強いため、極渦内部の空気も暖められやすい。極渦が蛇行する原因は、成層圏にできる地球規模の大気波動であるプラネタリー波である。プラネタリー波は、アルプス、ヒマラヤ、ロッキーなどの大規模山脈や大陸と海洋が交互に分布することなどによってできる対流圏の波動が成層圏に伝播してできるため、北半球のほうが南半球よりはるかに強い。このように、極域の成層圏の気温が高いために、北極では南極オゾンホールほどのオゾン層破壊は起こっていなかった。

南極オゾンホールもプラネタリー波の影響を受けるが、北極に比べると影響は弱く、毎年オゾンホールができる。しかし、1988年と2002年にはプラネタリー波の活動が極めて強く、極渦が強くゆがみ、南極域の成層圏の気温も高く、オゾンホー

ルも早く消滅した。このような現象は「成層圏の異常気象」というべきものであって、「オゾン層の回復の兆候」ではなく、オゾン層回復の確認を困難にする年々変動が強くなったものである。2003年のオゾンホールは2000年、2001年に並ぶ記録的な強く大きいオゾンホールになったが、11月半ば以降オゾン全量の低い領域は小さくなっている。

図5 2001年10月の昭和基地上空のオゾン高度分布。太線はオゾンホール出現前のオゾン高度分布の平均値。(気象庁「オゾン層観測報告2001」より)

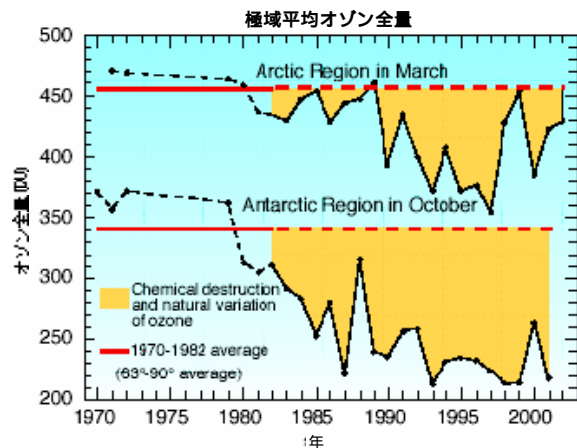
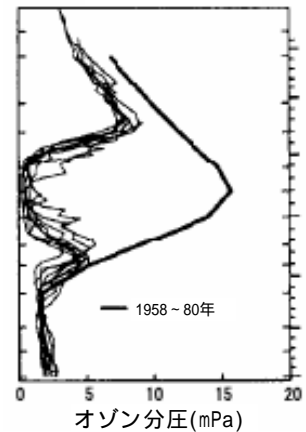


図6 北極域3月(上)と南極域10月の平均オゾン全量の長期変化(オゾン層破壊に関する科学アセスメント報告書2002「オゾン層に関する20の質問」より)

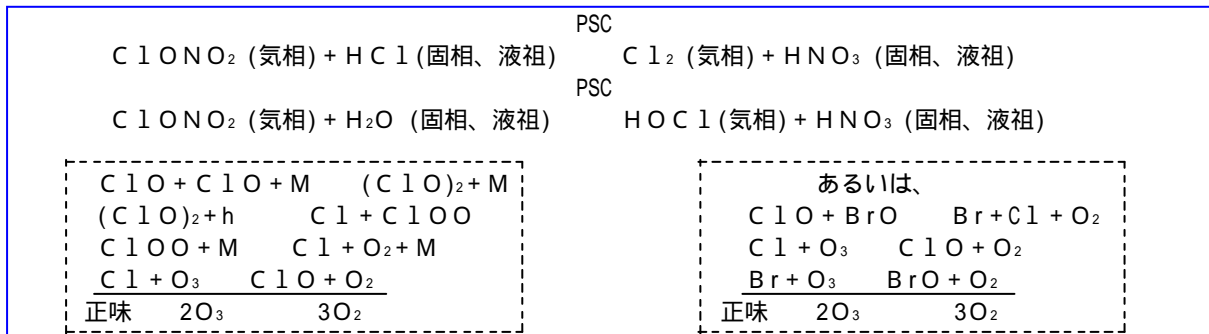


図4 南極オゾンホールをもたらす化学反応。液相または固相の極域成層圏雲(PSC)の関与する「不均一反応」が特徴である。オゾンホールができる下部成層圏では酸素原子が少ないため、 $ClO$ 二量体や臭素が関与する触媒サイクル(連鎖反応)が重要である。

4. 南極オゾンホール、春季北極オゾン層破壊、地球規模のオゾン層の将来は？

オゾン層破壊の将来はフロン等のオゾン破壊物質の将来シナリオによって大きく左右されるが、そのシナリオはモントリオール議定書とその改定・調整によって対策をほぼ打ち尽くしたため、図7に見られるようにはっきりしている。南極オゾンホールや北極のオゾン層破壊の現状に基づいてオゾン層保護対策を行わなかった場合の状況を想像すると戦慄が走る。オゾン層保護対策のサボタージュや違法なフロンの輸出入がいかに危険かということが分かる。現在のシナリオどおりでも皮膚がんはあと40~50年増え続ける可能性があるというのはショッキングだが、もし紫外線の皮膚がんへの影響が積分で効くのであれば、現在が積分の増加速度が最大であるので論理的には当然である。ただ、積分範囲は人間の寿命なので限りはあるが。

現在の規制シナリオが成功裏に実行されると(その可能性は高いが)、オゾンホール、春季北極オゾンがどうなるかを示したものが図8である。

ここで用いられた数値予測は、フロン等のシナリオだけでなく、二酸化炭素の増加、メタンや一酸化二窒素の増加シナリオに基づいて三次元放射-力学-化学結合モデルで予測したものであり、現在もっとも進んだ手法によるものである。北極で南極並みのオゾン破壊を予測しているGISSモデルは、1998年のアセスメントに使用された、現在より単純なモデルである。2002年のアセスメントでは、北極で南極オゾンホール並みのオゾンホールが起こることはありそうにないとされている。ただし、これらのモデルは、同じアセスメントで報告されている成層圏の水蒸気の増加を再現できていないため、将来の極域成層圏雲(PSC)を過少評価している可能性があり、今回のアセスメントが最終的な結果にどれ程近いかは予断を許さない。さらに研究を進める必要がある。

地球規模のオゾン層についての過去の推移と将来予測をまとめたものが図9である。北緯60度から南緯60度の間のオゾン全量の推移を見ると、1993年に最小になっていることが分かる。

つまり、ある意味では「オゾン層は回復し始めている」のである。ただし、1993年の最小値はピナツボ火山の影響としてモデル化できており、その影響を除くと回復に向かっているのかどうか分

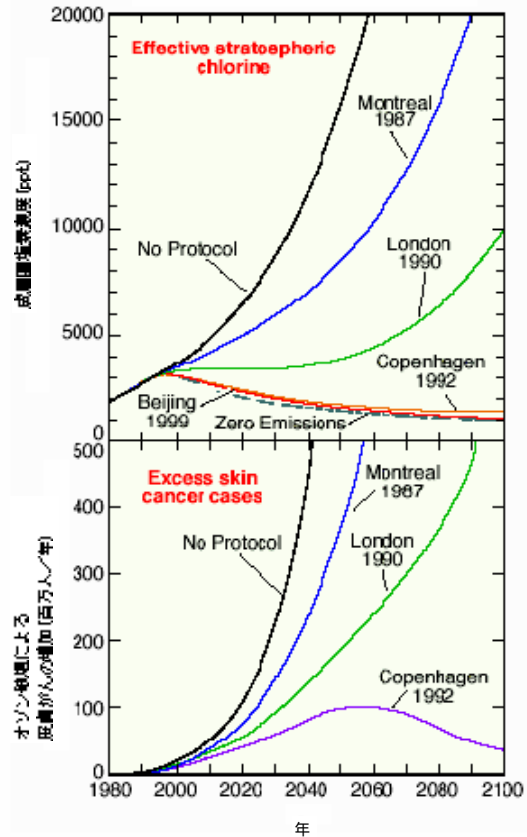


図7 成層圏塩素濃度(上)とそれによる皮膚がんの増加の将来シナリオ(下)(オゾン層破壊に関する科学アセスメント報告書2002「オゾン層に関する20の質問」より)。成層圏塩素濃度のピークは、1997年頃とされている。

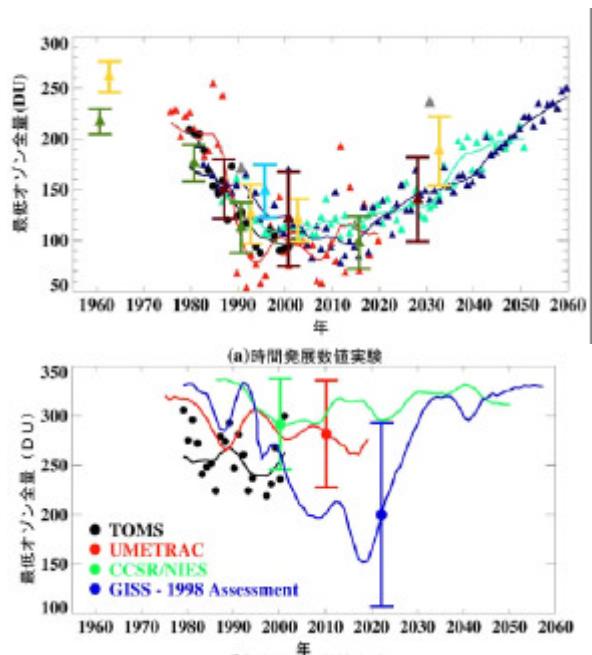


図8 南極オゾンホール(上)及び春季北極オゾン層破壊(下)の将来予測(環境省 平成14年オゾン層等の監視結果に関する年次報告書より)

からない状況である。不規則な年々変動があり、それらは、この予測に用いられた二次元モデルでは再現されていない。成層圏の塩素濃度のピークは1997年だが、それよりもオゾン層の回復は遅れ気味のようなのであるが、判断できないという方が正しいであろう。

#### 5. まとめ - オゾン層は回復しはじめているか？

オゾン層は回復しはじめているか？「そうかもしれないが、それはまだ分からない。」と言うべきであろう。少なくとも、「 % / 年の減少」というような、直線的なトレンド解析が無意味な時期に入っているようである。長期の高精度のモニタリングを、地球規模で続ける必要がある。気候変動による影響を、気候変動かあるいは別の原因の成層圏水蒸気の増加を再現でき、より精度の高い気温の予測が可能のように、最新の三次元モデルを磨き上げる必要がある。そのために必要なメカニズム解明研究も必要である。対策については、オゾン層破壊物質の代替をいかに温室効果の少ない方法でできるかが課題である。その成果をどれ

だけ途上国に還元できるか、これも一番重要な対策である。

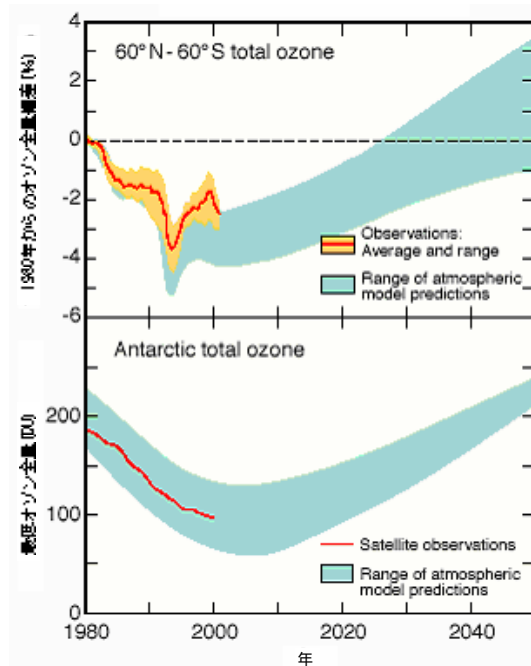


図9 オゾン全量の推移と将来予測。上が中緯度・熱帯域、下が南極域。(オゾン層破壊に関する科学アセスメント報告書2002「オゾン層に関する20の質問」より)

## 統合された地球規模の炭素観測システムを実現する戦略(2)

地球環境研究センター  
総括研究管理官 井上 元

### 4. 全球炭素観測システムに向けて

#### (1) 展望と目標

GCOS(Global Climate Observing System)は二つの主要な目標を持っている。

現在と将来の全球炭素循環の振る舞い、特にどんな要素により全球の二酸化炭素濃度レベルが決まるのかを理解するために必要な、長期の観測データを提供する。

自然や人為の二酸化炭素の発生や吸収と区別して、炭素隔離や排出削減の効果を計測し、予測する。

第一の目標は基礎的なものと行政的なものを含んでいるが、第二の目標は温室効果ガス排出規制の国際的な交渉の文脈で行政に直接役に立つ情報を提供することを目指している。

この二つの目的を達成するには、正しく較正された観測データと、海洋・陸域の炭素循環を表現

するモデルとを結合させるインバースモデルやデータ同化により、地表面と大気間の炭素収支を求める必要がある。

#### 統合のためのデータへの要求

データに対する要求としては、観測の合理的配置、アルゴリズムの発展、データ調和、蓄積、配布が必要である。現在は炭素観測の大多数は研究目的で行われており、研究予算でまかなわれ、主として国の研究プログラムとして実施されている。このグローバルな研究活動は国際的にはGCP(Global Carbon Project)として組織されている。焦点を絞った炭素発生・吸収源やプロセスをモニターする系統的なシステムを作る必要がある。研究により始動された観測を継続することは重要であるが、最も緊急な優先項目は定常的な観測の中核となるセットを実施することである。要求される観測システムの要約を表1に示す。

表1 大気と地表面の炭素交換の決定に必要な観測

衛星から大気中の二酸化炭素カラム濃度を計測すること  
 地上や航空機などによる大気二酸化炭素濃度の直接測定ネットワーク  
 渦相関法による二酸化炭素の地上 大気フラックス観測を全ての生態系 / 地域をカバーして実施すること  
 船舶や浮遊ブイによる大気 海洋二酸化炭素分圧差(  $p\text{CO}_2$ )とフラックス算出に必要な変数(SSTや風速)などを海域別に経時的に観測すること  
 宇宙からの観測と直接観測のデータを総合してグローバルなフラックスにする診断的、予測的海洋大気のボトムアップモデル

#### 統合のためのモデル戦略

炭素収支モデルは観測によって厳密に評価されなくてはならない。モデルを使って、観測結果から逆に、表面の発生や吸収を推定することができる。さらに、モデルは広い空間・時間スケールで炭素蓄積やフラックスを定量化することができる。また、モデルは、費用対効果の良い観測戦略を最適化するのにも使える。

われわれが挑戦すべき課題は、最高水準の炭素モデルと大気輸送モデルを組み合わせ、直接観測や遠隔計測情報の双方を使った複合拘束条件下で問題を解き、炭素収支の時空間分布を求めることにある。

#### (2)地球規模炭素観測システム

必要な地球規模炭素観測システムには、研究と定常観測の二つの組織が必要である。長期の定常的な観測に中心を置くと同時に、研究ベースの観測ネットワークとデータ同化を行うモデルを結合するため、パートナーシップの確立を目指す。

##### フラックス：強度と分布

GCOSの最優先課題は、「地表面と大気間の二酸化炭素フラックスをグローバルで高い分解能の地図として得ること」である。炭素フラックス測定システムの基本は、直接及び衛星による二酸化炭素分布の大気観測である。その理由は、人間の与える炭素循環への擾乱(一義的には化石燃料の燃焼)を直接的に反映しているのは大気であり、また、大気と海洋・陸域の炭素循環の変化を最も鋭敏に示すからである。

地上のフラックス観測、大気中二酸化炭素濃度計測を含む宇宙からの遠隔計測データ、および、モデル解析では、2015年までに地上10 km、海洋上50 kmの分解能で、1週間の時間スケールでフラックス分布を与えることを目指す。地表面被覆の不均一性と土地利用管理の実施(農業や林業)を、大気との二酸化炭素交換に結びつけるには、高い空間分解能が必要である。現在の渦相関法は、植生

の樹冠上での二酸化炭素フラックスの連続モニタリングを可能にしている。陸域のフラックスとその変動は、気象のパターンや生物パラメータと関連付ける必要がある。気象変化のパターン(霜や日照りの森林への影響)によって引き起こされる陸域フラックスの変動を把握するには1週間の分解能で十分である。

海洋でのフラクスマップを作るためには、二酸化炭素のフラックスを物理的・生物学的パラメータと確実に関連させなくてはならない。およそ月間隔の海洋での表層 $p\text{CO}_2$ の測定が海洋・大気フラックスを推定するのに必要である。しかし、沿岸でのフラックスを評価するには、陸からの栄養塩供給により生産性が高くなるのを高い空間時間分解能で観測し、それを支配するプロセスの情報をもたらす補助的な観測とリンクする必要がある。たとえ大気に対してはネットでプラスにもマイナスにもならないとしても、水平のフラックスを評価する必要がある。水平のフラックスには侵食や河川輸送、材木や食物生産物の輸出入を含む。

また、GCOSでは、大陸棚における永久凍土やハイドレートの不安定化による $\text{CO}_2$ や $\text{CH}_4$ など、可能性は小さくても大きなフラックスになるかも知れないものも検出できなくてはならないとしている。

##### 炭素プール：大きさ・分布・変化

地表面 大気フラックスのマッピングに加え、重要な炭素プールの分布や大きさの変化、その時間的展開を決める必要がある。炭素貯留の大きさの変化を測定するには、フラックスに必要なものよりもずっと長い期間のサンプリングを行う必要がある。炭素プールが多様であることや、人為的な擾乱が全炭素よりもっと小さいため、数年程度の変動がないと検出されないのである。

地上については、熱帯、温帯、寒帯の自然や管理された森林においては、主たるバイオームのサンプリングプロットで地上バイオマスの(5年間隔の)測定を完全に実施する。材木生産の炭素の行方



表2 炭素プールとその変動のモニタリング

全ての森林バイオームについての森林バイオマスのインベントリー 土壌炭素のインベントリー 海域スケールで炭素システムパラメータをカラム全体についてサンプリングするインベントリー 補助的な観測 貯水池や池の堆積物の炭素貯留 主として材木生産における人為的な炭素貯留量 特に沿岸堆積物における、沈降粒子トラップや海床の研究
--

はバイオマスインベントリーの収支を閉じたものにするために必要である。国の森林インベントリープログラムと共同し、データを調和させ、炭素循環研究に適応し、炭素アカウンティングやその他の科学研究を目的とした内部的に矛盾のないデータを透明で検証できるように報告することが、当面のチャレンジである。衛星からのバイオマス観測もまた、強く要請されている。これは衛星ライダー(植生樹冠ライダー)や適切なライダーシステム(長波ライダーや偏光干渉)の開発と実用化に強く依存している。

同様に、土壌炭素の調査プ

ログラムは、植物バイオマスインベントリーと調和させ、土壌への炭素蓄積の長期変動(局地的空間変動性によるが5~10年ごとに)を検出する。しかしながら、土壌炭素分布は大きな不均一性があるから、プールの大きさ変化を検出するには世界で極めて多くのサンプリングサイトが必要になる。

主たる海洋の上では、海洋に溶解している炭素のプールは5~10年で測定するので、大気海洋フラックスのマッピングと独立に実施するもので十分である。炭素プールの大きさを決定することは、北大西洋や南極海のような深海もぐりこみのある領域など、特別の場所では特に興味ある。現存のマルチトレーサー技術は、自然の状態が無機炭素が多く含まれているにもかかわらず、大気中の過剰CO<sub>2</sub>が海洋に侵入する量の評価を精度良く行うのに役立つ。

最後にダムや湖沼のような炭素生成物のプールでは炭ができて蓄積し、海洋では深いところの堆

カナダにおける炭素排出量の比較

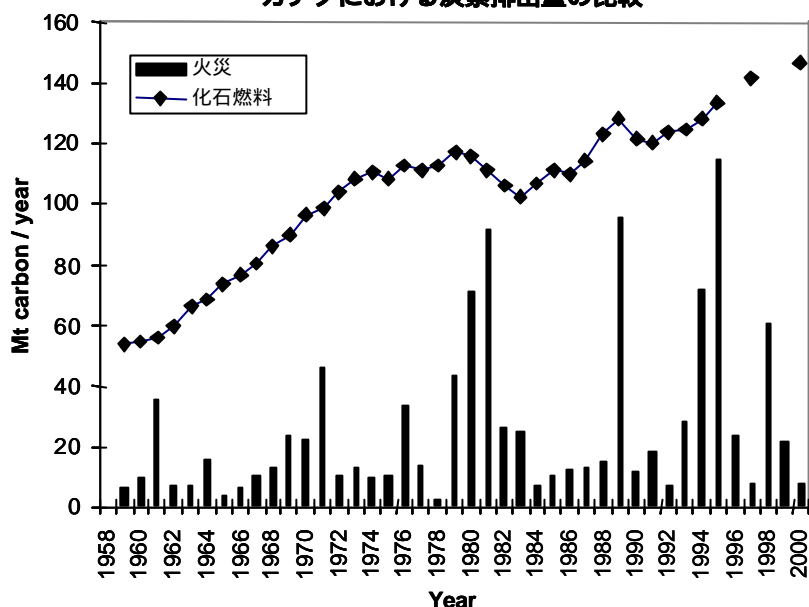


図1 化石燃料の燃焼によるCO<sub>2</sub>排出量と火災によるCO<sub>2</sub>排出量を比較することにより、地域カーボンバジェットにおけるバイオマス燃焼の重要性が明らかになる

積物として蓄積するので、これに関する補助的な観測もなされる。特に、沿岸の炭素蓄積量を河から深海への炭素輸送量としてより良く評価する。

GCOSが実施する炭素プール測定は、地表面と大気フラックスに加え、測定すべきプールの量だけではなく、内部のサブプール間の鍵となるフラックス推定を可能にする。特に、大気と接している早いプール(海洋混合層や葉)から、長いターンオーバータイムを持つプール(海洋中層水や幹・リター)への炭素輸送のプロセスをモニターする必要がある。

上記に概観した炭素プールの中核的観測の中で、森林のバイオマスインベントリーのみが現在定常観測として存在しているが、それは炭素貯留量を評価するためではなく樹木の経済的価値からである。しかしながら、それらはすべて国ベースの観測値なので、現在のデータを比較したり方法を標準化したりすることが中心的な案件である。それ



表3 プロセス研究とリンクした観測

宇宙からの地表面被覆のモニタリング 宇宙からの擾乱(火災の頻度と大きさなど)のモニタリング 補助的観測 渦相関フラックスタワーでのプロセスに関連するパラメータの同時観測(土壌水分、栄養塩、呼吸、生理学など) 船舶、浮遊ブイ、時系列(生態系変化、色、栄養塩など)からプロセスにかかわるパラメータの同時観測 二酸化炭素フラックスを駆動するプロセスに関連した宇宙からの観測。例えば 海色の観測、気候・気象データ、土壌含水量、葉面積指数と関連パラメータ プロセスにかかわる直接観測 土壌特性、陸域バイオマスの生理、栄養塩の分布(海洋と陸域)、生態系の種構成 海洋、陸域生態系、化石燃料やバイオマス燃焼を分別するための大気微量成分(O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , <sup>13</sup> C-CO <sub>2</sub> , CO; aerosols) 非二酸化炭素の観測方法 メタンの自然発生にかかわる湿原面積の宇宙からの観測 生態系からの非二酸化炭素フラックス
--

以外のプールの観測は研究モードであり、過去を振り返ったり、再解析したり、炭素収支研究などを定常的システムに組み込むには、かなりの開発が必要である。

観測によるフラックスとプロセスの結合

プロセスに関するものであるが、定常的な観測を行うべき重要なものがある。第一に、土地被覆変化は毎年の二酸化炭素排出の大きな部分であり、通常1.5~2.0 GtCyr<sup>-1</sup>の範囲にある。土地被覆変化の通常観測は少なくとも1 kmの分解能で世界をカバーしており、炭素収支を駆動するものとして評価できる。第二に、生態系の擾乱はしばしばイベント的に大きな二酸化炭素やその他の炭素化合物

の発生源となる。全球的には最も大きな擾乱は火災であり、2~4 GtCyr<sup>-1</sup>の発生量であるが、その一部は火災後の生態系の再成長により埋め合わされる。遠隔計測はいまや火災の分布や焼失面積をモニター可能であり、GCOSの中核観測であるべきだ。

補助的な観測の多くは定常的なフラックス観測に関連した研究プログラムの一部として、また、観測航海の一部として同時に測定されている。その幾つかは現在宇宙プラットフォームからルーチンに測定されており、他の観測システムに含まれている；例えば海色の観測はITOS(Integrated Test and Operations System)-Pの海洋課題の構成要素に含まれている。

**総合科学技術会議備忘録**

**環境研究の国家戦略の構築とその実践(その8)**

生物圏環境研究領域  
領域長 渡邊 信

4-6. 環境分野の研究推進戦略策定

第5回環境プロジェクト会合(平成13年7月17日開催)において、各省が連携したイニシャティブ研究の枠組みを示すことができたことで、分野別推進戦略の9月末策定を実現するために、8月3日に第6回環境プロジェクト会合を開催し、そこで各イニシャティブの概念図、内容及び推進目標について、事務局案を提示し、検討していただいた。また、正規のプロジェクト会合とは別途に重点課題ごとにアドホックな会合をもち、十分に時間をかけて議論していくこととした。ここでは、環境プロジ

エクトの委員の専門を考慮して、重点課題ごとに4~5名の委員を選び、日程を調整し、各イニシャティブにどのようなプログラム、目標を設定するかについて議論した。具体的には下記のような日程で、各イニシャティブについて、プロジェクト会合の委員から3~5名の委員を選定し、イニシャティブの内容を深化していった。

- 7月24日 自然共生型流域圏・都市再生技術研究イニシャティブ
- 7月30日 地球温暖化研究イニシャティブ

表1 地球温暖化研究イニシャティブの推進目標

項目	今後5年間で達成すべき目標	中・長期的目標	
地球温暖化研究イニシャティブの全体達成目標	気候変動枠組条約の目標を見据え、人類や生態系に危機をもたらさないような大気中の温室効果ガス排出抑制の可能性を探求するため、科学的知見の取得・体系化と対策技術の開発・高度化を行うとともに、得られた知見をもとに温暖化抑制シナリオ策定を検討する。	気候変動枠組条約の最終的な目標を達成するための継起的意思決定に資する科学的知見及び技術的基盤を国際的協調のもとで提供する。	
プログラム毎の目標	温暖化総合モニタリングプログラム	二酸化炭素等の海洋・陸域吸収/放出推定量の不確実性を半減し、気候変動を感度よく検出することを目指したアジア太平洋地域を中心とするモニタリング体制を作るとともに、国際協力によりデータの蓄積と利用・提供ネットワークを確立する。	国際協力による地球環境常時監視システムの構築とそれによるモニタリングデータの集積
	地球温暖化将来予測・気候変化研究プログラム	モデル開発に必要な地球環境変動機構の解明を進め、温室効果ガスの濃度予測と気候変動予測モデルの精緻化により、異常気象の発生傾向の変化を含む温暖化に伴う将来の気候変化の予測モデルの高度化を行う	生態系や人間社会と気候の間の複雑な相互作用を取り入れた統合モデルの開発による高精度予測
	温暖化影響・リスク評価研究プログラム	わが国を中心とし、アジア太平洋地域も視野にいたれた総合的な温暖化影響評価を実施し、将来の影響・リスクを明確化し、リスク回避のための適応策を提示する。	温暖化に係るリスクとコストを定量化し、緩和・適応ベストミックス戦略を提示
	温室効果ガス固定化・隔離技術開発プログラム	気候変動枠組条約の目標達成に向けて、森林等生態系による吸収の拡大、排ガス等からの分離・回収・固定化・隔離・再利用技術を開発する。	気候変動枠組条約の目標達成に必要な二酸化炭素等の吸収・固定・隔離・貯蔵技術及び技術システムの実用化を実現する。
	エネルギー等人為起源温室効果ガス排出抑制技術の開発	気候変動枠組条約の目標達成に向けて、省エネルギー、新エネルギー等による二酸化炭素の削減、その他温室効果ガスの排出削減技術を開発する。	気候変動枠組条約の目標達成に必要な省エネルギー関連技術、新エネルギー関連技術、革新的排出抑制技術及び技術システムの開発・実用化
	温暖化抑制政策研究プログラム	社会経済動向、気候変動予測の不確実性、温暖化の影響・リスク緩和技術開発の可能性を考慮した温暖化抑制シナリオを提示する。	地球温暖化に係る科学的知見及び技術の進展を踏まえた温暖化抑制シナリオを提示するシステムを構築する。

- 8月21日 地球規模水循環研究イニシャティブ
- 8月21日 ゴミゼロ型資源循環型技術研究イニシャティブ
- 8月22日 自然共生型流域圏・都市再生技術研究イニシャティブ、化学物質リスク総合管理技術研究イニシャティブ
- 8月27日 地球温暖化研究イニシャティブ
- 9月1日 地球温暖化研究イニシャティブ
- 地球規模水循環研究イニシャティブ

通常環境プロジェクト会合では2時間という時間枠で、事務局からの説明に平均30分程度とり、残りの1時間半程度が議員や委員の質問や意見を述べる時間としてとっている。しかし、議員・委員の人数が約20名なので、一人平均4分半程度の時間しか意見を述べる機会がない。さらに会合での議事内容や資料は当日に配布されるので、十分に考える時間もなく、軽微なミスの指摘やおおざっぱな

感想をのべるのが精一杯で、委員の責任で戦略をまとめあげているという気持ちも持てない。上記のアドホックな会合は、少人数に限定し、テーマも各イニシャティブの内容にしぼったため、委員にとってはきわめて充実した議論・検討ができたと思う。今でも当時の委員の先生方と会うと、このアドホックな会合を設定したことがどれだけよかったか、評価されることが多い。できれば、もう少し多く、このようなアドホックな会合を開催し、内容をより充実したかったが、9月末までに分野別推進戦略を総合科学技術会議本会議で決定しなければいけないこと、そのためには9月初めには環境プロジェクトからの案をまとめておかねばならない、という時間的制約があったため、足りないところはメールでやり取りすることとした。そこでの案は、9月7日に開催された第7回環境プロジェクト会合での意見及び関係各省からの意見も踏まえて、各イニシャティブについて表1~5のようなプ

表2 ゴミゼロ型・資源循環型技術研究イニシアティブの推進目標

項目	今後5年間で達成すべき目標	中・長期的目標
ゴミゼロ型・資源循環型技術研究イニシアティブの推進目標	廃棄物の減量化、再生利用率の向上並びに有害廃棄物による環境リスクの低減に資する技術及びシステムの開発を実現する。	循環型社会形成推進基本法が目指す循環型社会の姿を実現するために必要な技術を開発するとともに、海外との連携により適切な循環型システムを構築する。
プログラム毎の目標	循環型社会創造支援システム開発プログラム	物質循環階層性原則及び低環境負荷原則に基づいて、循環型社会への変革を進めるための技術あるいはシステムを適切に評価するLCA手法等の開発を行う
	リサイクル技術・システムプログラム	個別循環資源に関するリサイクル技術やシステムの高度化・実用化を進めるとともに、リサイクルシステムの基盤となる静脈物流の効率化、高度化および実用化を図る。
	循環型設計・生産プログラム	設計・生産する段階で3R性を一体化させた工業製品や食品循環資源、建設物等を提供できるようにするための設計・建設・生産技術を開発する。
	適正処理処分技術・システムプログラム	最終処分場の逼迫と不適正処理の解消、廃製品や不法投棄、不適正処理による汚染跡地等の負の遺産解消という重要な課題に対処するための技術及びシステムを開発する。
		施策の実施状況、国民意識の変化等を踏まえつつ、循環型社会への転換を一層推進するための研究を実施する。
		技術開発や社会的取組等の動向を踏まえつつ、個別循環資源のリサイクルのための要素技術の高度化、評価の適正化を推進し、低環境負荷型リサイクルを実現する。
		モノ作りなど川上での対応と使用済みとなったもののリサイクルなど川下での対応連携のどれた技術開発を行う。
		物質循環の繰返しによる廃棄物の発生特性の変化を把握しつつ、これに対応した循環型社会を支えるモニタリング、廃棄物処分技術及びシステムの開発を行うとともに、有害廃棄物に関する安全安心確保技術の一層の高度化を図りつつ、着実に負の遺産処理を果たす。

表3 自然共生型流域圏・都市再生技術研究イニシアティブの推進目標

項目	今後5年間で達成すべき目標	中・長期的目標
自然共生型流域圏・都市再生技術研究イニシアティブの全体目標	主要都市・流域圏の自然共生化に必要な具体的プラン作成に資するために、流域圏・都市再生技術・システムを体系的に整備するとともに、流域圏における都市のスプロール化の抑制と自立化を図りながら、自然共生型都市を実現するためのシナリオを設計・提示する。	主要都市圏における都市圏再生プログラムを10年後までに作成し、それに基づいた国土環境再生計画を立案・作成する。
プログラム毎の目標	都市・流域圏環境モニタリングプログラム	モデル都市域内及び都市・農山漁村を含む流域圏の水・物質循環・生態系等の環境状況を総合的に観測・診断するとともに、全国の過去～現在までの都市・流域圏の再生・管理に係るデータを収集し、これらの環境総合情報システムを構築する。
	都市・流域圏管理モデル開発プログラム	都市・農山漁村を含む流域圏の水循環・物質循環・生態系等の変動に係るプロセスの解明とこれらの地域での人間活動の分析をもとに、環境変動予測や影響評価モデル並びにそれらを統合した都市・流域圏環境管理モデルを開発する。
	自然共生化技術開発プログラム	都市・農山漁村を含む流域圏の良好な自然環境の保全、劣化した生態系の修復や悪化した生活空間の改善のため、要素技術の開発及びシステム開発を行う。
	自然共生型社会創造シナリオ作成・実践プログラム	都市・農山漁村を含む流域圏における自然共生型社会の構築に不可欠な人間活動・社会システムのあり方に関する基本的コンセプトの提示とその実現に必要な環境修復・再生に関する技術開発・政策シナリオの設計・提示を行う。
		モニタリングデータ及び流域圏・都市環境情報の全国的な集積
		モデル都市・流域圏での管理モデルの検証に基づく管理モデルの最適化と高度化
		新たな政策シナリオに基づく国土環境再生計画に必要な革新的技術メニューの開発・評価・実用化
		環境改善・修復再生技術開発動向に基づく新たな政策シナリオの策定、並びにシナリオに基づく各種都市・流域圏再生事業の評価を基に、国土環境再生の立案を行なう。

表4 化学物質リスク総合管理技術研究イニシアティブの推進目標

項目	今後5年間で達成すべき目標	中・長期的目標	
化学物質リスク総合管理技術研究イニシアティブの全体達成目標	PRTR 対象物質等リスク管理の必要性・緊急性が高いと予想される化学物質のうち対象物質を定めつつ、「安全・安心」を確保するため、化学物質総合管理の技術基盤、知識体系並びに知的基盤を構築する。	10年後(2012年)を目途に、対象化学物質について社会各層のリスクコミュニケーションができるようなリスク評価・管理のための体系を構築する。	
プログラム毎の目標	リスク評価システム開発プログラム	革新的計測技術・環境動態モデリング技術による効率的な予測・監視と暴露評価及び人・生態系への有害性評価技術の高度化を達成する。これらの知見をリスク削減の優先度判定が可能な形で体系化し、的確なリスク極小化への方向性を提示して効果的・効率的なリスク評価を行う総合化技術を開発する。	開発された化学物質の革新的計測技術、環境動態モデリング技術、環境有害性評価技術等に基づき、各種の系に対して効率的に暴露予測と監視を行うシステム並びに人及び生態系への環境有害性評価システムを確立する。これにより予防にも配慮した合理的なリスク評価システムを確立する。
	リスク削減技術開発プログラム	化学物質の排出削減技術や革新的な環境調和型生産技術基盤及び最適適用可能技術体系の確立、並びに化学物質による土壌・地下水・底質等の環境汚染の修復・無害化処理のための基盤技術を確立する。	全体として最適な形で化学物質のリスクを極小化する技術の開発を行う
	リスク管理のための社会システム的手法構築プログラム	化学物質に係る科学的知見を体系化した化学物質総合管理支援情報システムを構築するとともに、環境リスク管理のための政策的手法やリスクコミュニケーションのための知識の体系化など社会的・政策的リスク管理手法を開発する。	リスクに応じ、最適な管理政策を選択するため、リスク管理のために最適の情報システムや社会システム体系を構築する。
	知的基盤構築プログラム	情報資料の保存・管理システムの整備及び標準試験生物の開発・保存を進めるとともに、取得した試料の保存体制を整備し、世界に発信しうるスペシメン・バンキングシステムを構築する。	継続的な標準試験生物の開発・保存、環境試料の収集、標準試料の作成を行い、バンキングシステムの運用を行う

プログラムと目標を設定し(これらは第8回環境プロジェクト会合で了承:総合科学技術会議ホームページ([http://www8.cao.go.jp/cstp/project/env/env\\_pj7\\_shiryu/env\\_pj7\\_gijishidai.html](http://www8.cao.go.jp/cstp/project/env/env_pj7_shiryu/env_pj7_gijishidai.html))参照)、それをもとに環境分野の推進戦略(科学技術基本計画に基づく分野別推進戦略、平成13年9月総合科学技術会議参照)が策定され、9月19日10:00~12:00に開催された第8回環境プロジェクト会合で了承され、さらに9月21日13:00~15:00に開催された第8回重点分野推進戦略専門調査会にて了承、及び同日の19:30~20:00に開催された本会議で承認された。この間、9月12日に開催された第7回重点分野推進戦略専門調査会では、分野ごとに担当の議員から推進戦略案の説明がなされたが、環境分野はリーダーの吉川議員が不在のため、かわってサブリーダーの石井議員が説明された。石井議員からは、環境分野の推進戦略は密に記述されているが、独創性ある内容、質の豊かさは十分に評価されるもの

と自信をもって専門委員の方にお示しすることができる、と言っていた。また、井村議員からは「環境分野推進戦略の事務局は研究者のグループでプロジェクト委員や行政との連携を非常に上手にとってくれて、イニシアティブという日本では新しい概念でもって各省連携を実現しようとしている」と高く評価していただいた。1月からのいまだ経験をしたことのない業務で精神的にも肉体的に疲れきっており、1年でやめようと思い、理事長や市川先生にもその気持ちを伝えていたが、石井議員、井村議員の発言で再び元気づけられ、イニシアティブの実行体制ができるまで頑張ることとし、1年でやめるのを撤回することとした。

\* 渡邊領域長は、2001年(平成13年)1月から2002年(平成14年)7月まで内閣府総合科学技術会議の環境・エネルギー担当の参事官を併任されました。本稿はその回想録です。



表5 地球規模水循環変動研究イニシアティブの推進目標

項目	今後5年間で達成すべき目標	中・長期的目標
地球規模水循環変動研究イニシアティブの全体達成目標	水資源需給・水循環変動が人間社会に及ぼす悪影響を回避あるいは最小化するとともに、持続可能な発展を目指した水管理手法を確立するための科学的知見・技術的基盤を提供する。	予測・評価に係わる不確実性の低減、最適な対策シナリオや技術レベル並びに適応方策の提示、水循環変動に伴う新たな環境問題の予見と対策技術の整備を行い、アジア地域における最適水管理法を提案する。
プログラム毎の目標	全球水循環観測プログラム	衛星観測、海洋観測、陸上調査・モニタリング等の組織的な観測を推進するとともに、観測データの相互利用を可能とする全球水循環観測システムを構築する。また、アジアモンスーン地域を中心としたデータの蓄積を推進する。
	水循環変動モデル開発プログラム	水資源需給変化・気候の年変化等に伴う水循環変動を予測するモデルを開発する。さらに水循環に影響を及ぼす人間活動動向の分析シナリオを作成し、水循環変化並びにそれに伴う環境変化の予測を可能とするモデルの基礎を築く。
	人間社会への影響評価プログラム	水循環変化及びそれに伴う環境変化予測に基づく食糧、水資源、生態系、人の健康、社会・経済等に及ぼす影響の定量的な評価を実現する。
	対策シナリオ・技術開発の総合的評価プログラム	最適水管理を目指して既存技術の適用性評価を行い新たな技術開発を進めるとともに、対策シナリオを提示する。

## 移入種対策に関する措置の在り方について

環境省自然環境局野生生物課 石山 一意

### 1. はじめに

日本列島は南北に長く、亜熱帯から亜寒帯までの気候帯に属し、いくつもの島嶼を有することなどから、わが国は、狭い国土面積にも関わらず豊かな生物相を有している。

一方、人間活動の発展に伴い人と物資の移動が活発化した結果、国外又は国内の他地域から、人為によって導入され野生化した生物種が増加している。それらの生物により、在来種の捕食、在来種との交雑による遺伝的攪乱、農林水産業への影響、人の健康への影響等様々な影響が生じている。

生物多様性条約第6回締約国会議では、「生態系、生息地及び種を脅かす外来種の影響の予防、導入、影響緩和のための指針原則」が決議され、国際的に取り組むべき課題とされている。また、「新・生物多様性国家戦略」において、移入種問題をわが国の生物多様性の危機の一つとして位置付け、移入種対策の取組を着実に進めることとしている。

このため、環境省は中央環境審議会に「移入種対策に関する措置の在り方について」を

諮問し、本年2月に中央環境審議会野生生物部会に移入種対策小委員会が設置され、検討が進められており、10月中間報告がまとめられた。

### 2. 中間報告の概要

中間報告は、「現状と問題」、「外来種対策に関す

る措置の在り方」の二つに大きく分けられる。その主な概要は、次のとおりである。

#### 「現状と問題」

- ・外部から導入される生物種を表す用語として、これまで「外来種」と「移入種」が使用されているが、生物学用語との整合性から本報告では

「外来種」を用いることとした。

- ・既存文献によれば、現在、わが国では少なくとも脊椎動物で108種、昆虫類で246種、維管束植物で1,553種の外来種が定着しているとされている。
- ・外来種による影響は、マングースやオオクチバスによる在来種の捕食、ノヤギによる採食や踏みつけによる自然植生への影響などがある。
- ・動植物の海外からの持ち込みや国内における取扱いに関しては、植物防疫法、感染症法、動物愛護管理法等があるが、これらは人の健康の保護や産業の振興等を目的としたものであり、生物多様性の保全をも対象とした制度はない。

「外来種対策に関する措置の在り方」

基本的考え方

- ・生物多様性条約の指針原則での「侵入の予防、早期発見、早期対応・防除」は、わが国においても基本となる。

- ・生物多様性や農林水産業等への影響が懸念される侵略的な外来種に対する制度的な措置を検討すべき。

制度化に当たり検討すべき事項

- ・わが国に新たに外来種を持ち込もうとする者に、当該外来種の生態等の基礎的情報を提出させ、国が生物多様性等への影響の可能性を評価する。悪影響と判定された種の輸入については、適正

な管理を実施できることが公的に確認されている者以外には認めない。

- ・悪影響と判定された種については、在来種との接触が発生しないよう、その種の個体を利用しようとする者が適正な管理ができる施設や能力を有するか公的に確認する仕組みを設ける。
- ・既に定着し問題を生じているか、あるいはそのおそれが高い外来種については、計画的に防除実施できる仕組みを設ける。
- ・わが国に持ち込まれた外来種について、状況を監視し、問題が生じた場合には緊急的な防除など早期の対応がとれるようにする。
- ・外来種対策の重要性と制度の内容について国民に分かりやすく普及啓発を図るとともに、外来種に係る定着状況、生態的特性等に係る調査研究を推進する。

### 3. おわりに

11月中には、小委員会の最終報告が取りまとめられる予定であり、審議会答申が出されれば、環境省として法制化の作業を始めることとなる。

外来種対策について国民の要請は強く、早急かつ適切な対応が必要である。このため、環境省としては、次の通常国会に法案を提出できるよう具体的な事例も踏まえつつ作業を行うこととしている。

## 国立環境研究所で研究するフェロー：周 凌晞 (Zhou, Lingxi)

(地球温暖化研究プロジェクト JSPSフェロー)



つくばに住み、国立環境研究所地球温暖化研究プロジェクトに所属し、向井先生と温室効果ガスやその他の環境変動を観測する地上モニタリングの研究をする機会に恵まれました。私は中国人で、夫(Fenglin LI)と息子(Boyi LI)の三人家族です。

1985年に中国東部にある私の郷里の南京大学を卒業後(化学専攻)、北京大学環境科学センターで学び、2001年に博士課程を修了しました。博士論文は「中国における主要な温室効果ガスの特徴に関する研究」です。

その間、中国東部の無錫化学研究計画研究所ではアシスタント・エンジニアとして(1985～1990年)、北京の中国農業科学アカデミーではエンジニアとして(1991～1994年)勤務しました。1995年からはCAMS(中国気象科学アカデミー)の准教授となり、1998年から2001年までは北京大学に所属しました。

海外での研究生生活は日本が初めてではありません。これまで、カナダ・トロントにある大気環境局 炭素循環研究室(1996年11月～1997年3月)、フィンランド・ヘルシンキの国立気象研究所 大気質



夏祭りにて

研究部(1999年1~2月)、アメリカ・ボルダーのNOAA(アメリカ海洋大気庁)気候モニタリング・分析研究室の炭素循環温室効果ガスグループ(1999年7~8月)で研究を行ってきました。

JSPS(日本学術振興会)のフェローとして来日する前にも日本には数回来ています。1997年に名古屋で開催された大気化学と将来の地球環境に関するIGAC(地球大気化学国際協同研究計画)シンポジウムに参加した時、初めて向井先生にお会いしました。引き続いて行われた第3回大気化学と環境に関するアジア・ミーティングにも参加しました。また、2000年につくばで開催されたAPN(アジア太平洋地球変動研究ネットワーク)ワークショップ:大気中二酸化炭素に関する同位体比測定 of インターキャリブレーションや2001年に東京で行われた第11回WMO/IAEA(世界気象機関/国際原子力機関)二酸化炭素に関する専門家会議、同年仙台で開催された第6回二酸化炭素国際会議に参加いたしました。

2002年3月から国立環境研究所で研究生活を送っていますが、自分自身の知識や能力を向上させることだけではなく、国立環境研究所とCAMSとの協力関係を築いていくことがJSPSフェローとしての私の仕事です。アジアの研究機関との強い協力関係ができることにより、中国での関連するモニタリング研究が進み、世界的にも研究者やコミュニティ、政策担当者にとって有効な手段を提供することができるでしょう。調査は、主に、世界に22カ所あるWMO-GAW

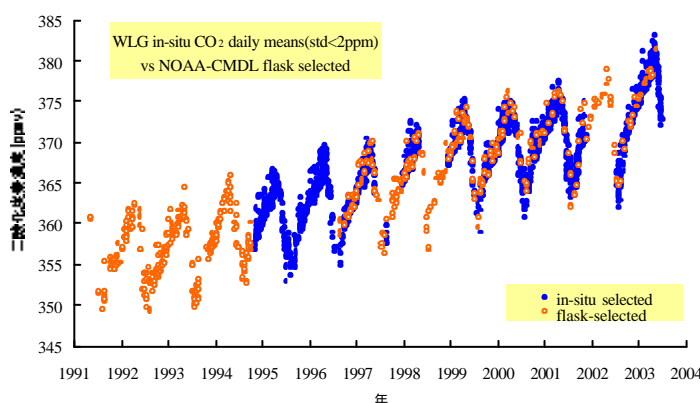


ワリガン観測所

(世界気象機関-全球大気監視計画)のベースラインステーションの一つである中国のワリガン観測所(36°17'N, 100°54'E, 標高3816m)で取得される観測データを基本としています。JSPSフェロー在職中に、国際誌と中国の学会誌にそれぞれ一つずつ研究論文が掲載されました。さらに、中国の学会誌には二つの論文が受理されておりますし、その他にも三本の原稿を提出しています。研究成果に関する発表も、今年3月につくばで開催された第8回ASAAQ(大気科学とその大気質への応用国際会議)を始め、9月には、倉敷で行われた第13回ゴールドシュミット国際会議、京都での第44回大気環境学会、カナダ・トロントで開催された第12回WMO/IAEA二酸化炭素に関する専門家会議で行いました。

つくばという有名な研究学園都市での生活は、研究者にとってとても魅力的なものです。澄んだ空と静かな環境は気持ちが休まり、脳は活性化されます。国際都市でもあり、お祭りや様々な行事、公園、通り、商店、研究所およびアパート(私は竹園ハウスに住んでいます)でいろいろな国の人と会います。残念ながらつくばは典型的な日本の街ではありませんが、JST(科学技術振興機構)が企画するイベントを通して、私たち外国人は日本の文化に触れることができ、大いに楽しんでいます。最後になりますが、向井先生はじめ国立環境研究所の皆さんにも大変親切にいただき感謝しています。

(滞在予定期間:2002年3月30日~2004年3月30日)



ワリガン観測所で計測された二酸化炭素濃度の日平均値とOAA-CMDLのフラスコサンプリングとの比較

\*本稿は周 凌希さんご自身が書かれた原稿を事務局で和訳したのですが、原文(英語)は最後のページに掲載されています。



## スーパーコンピュータによる地球環境研究発表会(第11回)報告

地球環境研究センター

総合化・交流係

宮本 愛彦

「第11回スーパーコンピュータによる地球環境研究発表会」が10月21日(火)に国立環境研究所(以下、国環研)地球温暖化研究棟交流会議室で開催されました。本発表会は当研究所のスパコンを利用する所内外の研究者らが年一回、研究成果を発表するとともに、研究者間の情報交換の場として利用されており、今回は温暖化、オゾン層破壊や水循環などの研究テーマに加え、森林の炭素循環過程解明のための森林放射やヒートアイランドなどの新規研究テーマに関する発表が行われました。発表課題数は20テーマ(うち、新規4テーマ)、発表会の参加者は約80名でした。なお、今回は実験的にJapan Gigabit Networkを利用して発表会の模様を北海道大学へオンライン配信し、当日会場に来られなかった北海道大学の学生らが遠く札幌から聴講しました。

ここでは、その発表会の一部を紹介します。

新規課題の発表では、進捗状況や今後の研究計画について発表がありました。そのうち、「森林の放射環境シミュレーション」(国環研; 武田・小熊ら)では、森林炭素循環過程解明に用いるリモートセンシングの高度化に必要な個々の葉の分光特性と群落の反射特性の関係を森林の3次元モデルを用いて日射吸収・散乱過程をスパコン上に模擬しようとするものです。現在、実際の森林の3次元構造の測定と並行して、放射環境シミュレーションプログラムの開発を進めているとのことでした。

また、「ヒートアイランド数値モデルの高解像度化に関する研究」(建築研究所・国環研; 足永・一ノ瀬ら)では、都市スケールでの評価が求められるヒートアイランド現象に建物の表面形態や空調メカニズムを正確に捉えることが期待できる都市キャノピーモデルを導入して、熱・運動量の輸送現象における再現性などの検証を通じて、Urban Climate Simulation System(マクロの3次元大気乱流モデルと都市キャノピーモデルを連成)の精度向上を図り、各種ヒートアイランド対策の評価に役立

てようとするものです。発表では関東エリアにおける大気熱負荷量分布の現状のUCSS解析事例(屋上緑化の効果)などの簡単な紹介が行われました。

優先研究課題の「全球3次元エアロゾル輸送・放射モデルを用いたエアロゾル直接・間接効果による気候変動の解析」(九州大学応用力学研究所・国環研(NIES)・地球フロンティア研究システム・東京大学気候システム研究センター(CCSR); 竹村・野沢・江守・中島・日暮ら)では、温暖化予測の精度向上において不可欠な大気中のエアロゾルの直接効果、特に間接効果の不確定性を減らすことに成功したとの発表がありました。SPRINTARS(CCSR/NIES AGCMに結合したエアロゾルモデル)に導入した雲・エアロゾル相互作用のパラメタリゼーションでは、エアロゾル数や粒径・化学特性などを物理的に考慮して雲粒数を診断し、雲粒径などに変化が与えられるようになりました。現在のエアロゾル関連排出量を与えた実験と産業革命以前の排出量を与えた実験結果の比較からは、人の住んでいる陸地の雲粒径は産業革命以前と比べ小さい(間接効果を的確に模擬)などの結果が得られているとのことでした。

他に、一般研究課題の「水惑星GCMの熱帯域におかれたさまざまな暖水域分布に対する大気応答の依存性に関する基礎的実験」(北海道大学・九州大学; 林・石渡・小高・山田・中島ら)では、大気大循環モデルを用いて、海面水温高温域が全球規模での降水分布と循環構造に与える影響を調べました。昨年度は東西一様南北対称な海面水温分布を持つ仮想水惑星の赤道上に単一の暖水域を与えた場合、東側領域で降水増加、西側領域で降水減少が起きると発表されていました。今回は昨年度の延長実験として赤道上に2つの暖水域を置き、相互の距離や暖水域の分布形状などを変えて種々の実験を行い、その結果の考察を進めることで大気循環のメカニズム解明(単純・複雑)を行っているとのことでした。基礎的実験で実験設定などは分



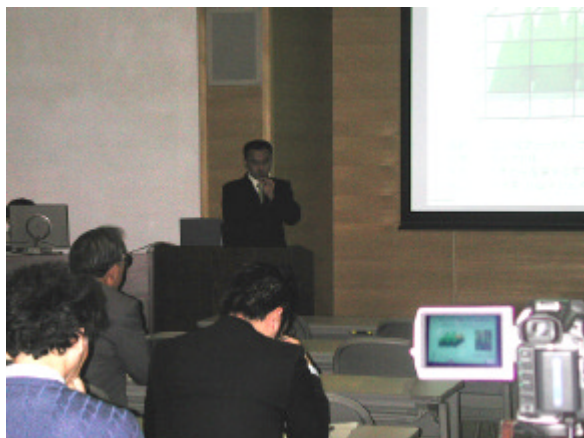


写真1 発表風景(国立環境研究所 武田氏)



写真2 北海道大学への中継風景

りやすいが、結果の解釈はとても難しそうな印象を受けました。

また、「新排出シナリオに基づく新しい気候変動シナリオの推定に関する研究」(気象研究所; 野田・行本・内山ら)では、気象研究所で開発した大気化学輸送モデル(MASINGAR)を用いて、6つのSRESシナリオ全部に対して、大気中エアロゾル濃度の計算が完了したとの発表がありました(温室効果ガスについては排出シナリオから大気中濃度を計算し、大気中濃度シナリオとして公開されているが、エアロゾルに関しては排出シナリオのみで、大気中濃度シナリオの形で公開されていない)。現在、この3次元エアロゾル分布を用いて温暖化予測実験を継続中とのことでした。なお、本研究の目的は、次期IPCC評価報告書(AR4)作成に向けたシナリオ実験を実施することであり、今後の研究成果が大いに期待されています。

「大気輸送モデルによる炭素循環の年々変動の研究」(地球フロンティア研究システム・NIES・東北大学; マクシュートフ・パトラ・石澤・井上・中澤ら)では、インパースモデル開発と将来の衛星CO<sub>2</sub>観測データを利用した炭素循環の不確定性削減について発表がありました。



写真3 発表風景(地球フロンティア研究システム マクシュートフ氏)

最後に、国立環境研究所地球環境研究センターのスーパーコンピュータは昨年度から第3世代のSX6が順調に稼働し、研究課題数や利用者数が増えたため、今年度は昨年度よりも稼働率がさらに上昇し、スーパーコンピュータシステムを提供している側からしてみればうれしいことですが、ユーザーの方々からしてみれば、実行待ちの時間が当然長くなってきています。運用面ではより効率的な運用を環境情報センターの協力のもとで心がけておりますが、ユーザーの方々におかれましてはマナーを遵守した使い方をされますよう、より一層お願いいたします。

また、本発表会に参加していただいた方々及び研究発表者並びにその共同研究者の方々のご協力に深く感謝します。なお、当発表会のプログラムは地球環境研究センターホームページのお知らせ欄(<http://www-cger.nies.go.jp/index-j/topics/workshop/w030930/w030930.html>)を参照願います。

## つくば科学フェスティバル2003報告

地球環境研究センター

主幹 中山 正史

「つくば科学フェスティバル」は、青少年の科学に対する夢を育むために、政府系の研究機関が数多く集積するつくばの特性を生かし、市内の研究者や、小・中・高等学校の教師・生徒等により、科学の楽しさ、大切さをわかりやすい実験などをおして科学に親しみ、科学の不思議をおもしろく発見する科学イベントです。つくば市、つくば市教育委員会、つくば市科学教育事業推進委員会が主催し、平成8年度から数えて今年で第8回となります。

今年は、10月11日(土)、12日(日)の2日間にわたり、つくばカピオ(つくば市竹園)で「あけてみよう！ふしぎがいっぱい、かがくのとびら」をテーマに開催されました。年々出展ブースが増え、今年は、55団体、67企画で、入場者数も2日間でのべ9,664人に達しました。

国立環境研究所(NIES)では、PM2.5研究

プロジェクトによる「森や林が支えるあなたの命」と地球環境研究センター(CGER)による「ばらばらマンガを作ろう」、「かんきょう問題かんしん度チェック(クイズ)」、「あの日の大気はどこから来たの?」と題した地球温暖化に係わる企画を出展し、多くの子ども達に、楽しみながら地球温暖化の実際とその防止策を含めた地球環境問題について学んでもらいました。

CGERが出展した企画のうち、「ばらばらマンガを作ろう」では、昨年作成した温暖化シナリオに基づく気候モデルを使ってスーパーコンピュータで計算した地球温暖化の将来予測をばらばらマンガにした「だんだん温暖化」と、今年新たに作成した「あなおそろしや~、オゾンホール」の2種類

を用意しました。後者は、アメリカ航空宇宙局(NASA)のオゾン分布観測衛星センサTOMSで観測された、2001年8月から同年12月までの5カ月間の南極のオゾンホールを視覚的に見せる図として著したもので、同時に紫外線の増加と関連づけて学ぶことができるような内容構成となっています。

「かんきょう問題かんしん度チェック(クイズ)」では、テーマとして、「温暖化」「酸性雨」「水」「エネルギー」「ゴミ」「野生動物」「オゾン層」「ダイオキシン」「京都議定書」「紫外線」「ヒートアイランド」「二酸化炭素削減」等の従来のものに「生物多様性」「地球温暖化の影響」を加えた計14種類のクイズに挑戦してもらい、スクラッチカードで答えてもらいました。一昨年、昨年と見かけた顔ぶれもチラホラ・・・、新たに加わった問題も含め、頭をひねりながら一問一問一生懸命カードを削る光景に思わず



あの日の大気はどこから来たの?

微笑んでしまいました。

「あの日の大気はどこから来たの?」では、CGERが開発した「METEX:ある時ある場所にある大気の移動経路を時間軸に沿って算出したり、気象要素を地図上に表示したりできる、ウィンドウズ(R)PC用ツール」を展示し、訪れた人の誕生日、誕生したところの県庁所在地など各人の特別な日の上空の大気はどこから来たかを表示しました。本システムは、データをご自分で用意されればどなたでも無償で利用できます。開催期間中、子ども達に同伴された親御さん方々を含む多くの大人の方も目を輝かせてマウスを動かしていました。

2日間で、スクラッチクイズ挑戦者延べ1,600名、

ぱらぱらマンガ挑戦者延べ1,400名、METEX体験者100名と、多くの方々に挑戦・体験していただき、子ども達や父兄方々に地球環境問題のことを少しでも知ってもらうことができたように思います。2

日間のべ20名のCGERスタッフも、当日の秋晴れの空のような充実感に満ちたさわやかさを感じるとともに、疲れきった体を十分癒せるだけの達成感に満たされることができました。

### 「地球環境研究総合推進費」平成16年度新規研究課題の公募について

地球環境研究総合推進費は、地球環境政策を科学的に支えることを目的とした競争的研究資金です。国内の研究機関に所属する研究者であれば、産学官等を問わず研究に参画できます。平成16年度新規課題の公募は平成15年12月22日(月)12:00(必着)まで行っています。

応募様式などの詳細は、推進費HP(<http://www.env.go.jp/earth/suishinhi/index.htm>)をご覧ください。

<問合せ先> 環境省地球環境局研究調査室 (E-mail : [suishinhi@env.go.jp](mailto:suishinhi@env.go.jp))

### かんきょう問題かんしん度チェックのURL変更

かんきょう問題かんしん度チェックのURLが変更になりました。

(旧) <http://www-cger.nies.go.jp/~moni/question/welcome.html>

(新) <http://www-cger.nies.go.jp/check/welcome.html>



\* 新しい問題も追加して掲載しています。 \*



### きれいなそら

ステーションで測定している温室効果ガスは、非常に微量で地球大気の変動を捉えるには人為的影響を受けない場所での測定が条件となります。波照間は周囲に工場や大都市がないため、空気がきれいで観測には充分適した場所です。このことは、特に夏の空をみてもわかります。点検のため地上約40 mの観測鉄塔に登ると、所々に白い雲が浮かぶ青空が、頭上すぐ近くに感じられ、空はこんなに青かつ

たのかと、あらためて感じるものがあります。

このきれいな空は、昼間だけのものではありません。人工的な光も少ないことから、夜には星空が非常にきれいで、天の川など、まさに満天の星が見えます。特に波照間付近の上空は、ジェット気流が通っていないことから大気の揺らぎも少なく、星の輝きが一段ときれいです。また最南端であることから、春には本州などでは見ることができない南十字星を見ることができます。このような条件から、平成6年には、20 cm屈折式望遠鏡を備えた、星空観測タワーという竹富町立の天文観測施設ができ、毎晩星空を眺める観光客で賑わっています。

波照間のきれいな“そら”を見上げると、地球環境の今と満天の星を見ることができます。

(財)地球・人間環境フォーラム 調査研究主任 織田 伸和



星の窓口

波照間にある星空観測タワー。毎晩多くの人を訪れます。

## 地球環境研究センター(CGER)活動報告(2003年10月)

### 地球環境研究センター主催会議等

- 2003.10.21 スーパーコンピュータによる地球環境研究発表会(第11回) 本誌16ページを参照。
- 28~29 北海道大学天塩研究林での植樹式及びワークショップ開催(藤沼研究管理官・川村係長・犬飼環境専門員/北海道) 詳細は、後日本誌に掲載。
- 30 有害紫外線モニタリングネットワーク担当者会議(藤沼研究管理官・五十嵐係長/北海道) ネットワークの推進および参加機関の連携を図るため、北海道陸別町にて標記会議を開催した。会議には関係者24名が出席し、平成14年度の観測結果や今後の活動内容について検討を行った。2日目には陸別成層圏総合観測室の視察を行った。

### 所外活動(会議出席)等

- 2003.10.15 陸別町地域新エネルギービジョン第1回策定委員会出席(藤沼研究管理官/北海道) 北海道陸別町役場で開催された標記委員会に出席し、北海道陸別町の新エネルギー技術導入に関する報告書の中間とりまとめ作業を行った。
- 21~22 炭素収支解析の総合化とアジアへの広域展開に向けて - 高山観測サイト開設10周年記念 - ワークショップ出席(犬飼環境専門員/岐阜) 産業技術総合研究所等が運営する高山観測サイトに係る観測研究について情報収集を行うとともに、意見交換を行った。

### 見学等

- 2003.10.1 (財)新潟県危険物安全協会三条地区支会一行(20名)
- 8 鳥取県立鳥取東高等学校2学年一行(18名)
- 8 JICAハンガリー水質関係研修生一行(3名)
- 9 鳥取県立八頭高等学校2学年一行(20名)
- 16 新潟県立新潟南高等学校1学年一行(44名)
- 23 中国政府代表団(若手行政官)一行(20名)
- 23 JICAスリランカカウンターパート研修員一行(9名)
- 23 モンゴルNGO研修員一行(4名)
- 28 富山県立富山南高等学校2学年一行(28名)
- 29 東葛地区行政相談員協議会松戸市担当行政相談委員一行(10名)
- 31 松本省藏 環境省総合環境政策局長
- 31 筑波大学地球科学系自然学類大学3年生一行(21名)

2003年(平成15年)11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：3150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

Homepage: <http://www.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。

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。

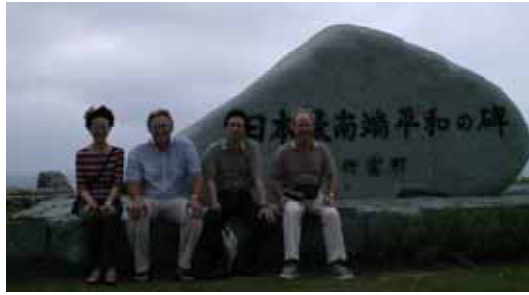


## A Chinese Researcher (JSPS Fellow) in NIES – Tsukuba

*Lingxi ZHOU (周凌晞)*



Cape Ochi-ishi, Hokkaido



Hateruma, Okinawa (with Dr. Mukai & US scientists)



NIES, Tsukuba



Kimono Show



My family (with husband & son)



Summer Festival

I'm very pleased to live in Tsukuba and work with Dr. Mukai in NIES on the *Global Environmental Monitoring Project (Global Warming): Ground-based monitoring to observe greenhouse gases and other environmental variables*. I'm a Chinese citizen, come from capital city Beijing. I'm married, husband Fenglin LI and son Boyi LI.

Education: I graduated from *Department of Chemistry, Nanjing Univ.* (Eastern China, my hometown) in 1985 with a B.S. degree; from *Center of Environmental Sciences, Peking Univ.* (Beijing) in 2001 with a PhD degree, thesis "Study on the Background Characteristics of Major Greenhouse Gases over Continental China". Employment: *Assistant Engineer*, Wuxi Institute of Chemical Research & Design, Eastern China, 1985-1990; *Engineer*, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing, 1991-1994; *Associate Professor*, Chinese Academy of Meteorological Sciences (CAMS), Beijing, since 1995 (enrolled *Peking Univ.* 1998-2001). Experience in foreign countries: Carbon Cycle Research Lab, Atmospheric Environment Service, Toronto, Canada, Nov.1996-Mar.1997; Air Quality Research Division, Finish Meteorological Institute, Helsinki, Finland, Jan.-Feb.1999; Carbon Cycle Greenhouse Gases Group, Climate Monitoring & Diagnostic Labs, NOAA, Boulder, USA, July-Aug.1999.

Former visit to Japan: the *IGAC Symposium on Atmospheric Chemistry & Future Global Environment*, Nov.11-13, 1997, Nagoya (met Dr. Mukai for the first time); the *3<sup>rd</sup> ACE Asia Open Planning Meeting*, Nov.14-16, 1997, Nagoya; the *APN Workshop: Inter-calibration of Isotope Ratio Measurement for Atmospheric CO<sub>2</sub>*, Nov.8-10, 2000, Tsukuba (invited by Dr. Mukai); the *11<sup>th</sup> WMO/IAEA Meeting of Experts on CO<sub>2</sub> Concentration & Related Tracer Measurement Techniques*, Sept.24-29, 2001, Tokyo, and the *6<sup>th</sup> International CO<sub>2</sub> Conference*, Oct.1-5, 2001, Sendai (Dr. Mukai joined).

Work in NIES (JSPS Fellow, Mar.2002-Mar.2004) is to improve personal knowledge and ability, and to initiate NIES-CAMS relationship. By intensive cooperation with Asian institutions, to assimilate and optimize related monitoring-research in China, and to further provide useful tools for researchers, communities and policy-makers globally. The investigation mainly based on observational records at Waliguan Observatory (WLG, 36°17'N, 100°54'E, 3816m asl), one of the twenty-two World Meteorological Organization's Global Atmosphere Watch (WMO-GAW) baseline stations. Up to now in my JSPS fellowship tenure, one international journal paper and one Chinese journal paper published, two Chinese journal papers accepted, another three manuscripts submitted. Presentations include oral reports at the *8<sup>th</sup> ASAAQ International Conference*, Mar.11-13, 2003, Tsukuba, Japan; the *13<sup>th</sup> Annual V.M. GoldSchmidt International Conference*, Sept.7-12, 2003, Kurashiki, Japan; the *44<sup>th</sup> National Annual Meeting of Atmospheric Environment*, Sept.24-26, 2003, Kyoto, Japan; and China national report at the *12<sup>th</sup> WMO/IAEA Meeting of Experts on CO<sub>2</sub> Concentration & Related Tracer Measurement Techniques*, Sept.15-19, 2003, Toronto, Canada.

Life in the famous science city Tsukuba is very attractive for a researcher. The clean and quiet atmosphere calms soul but stimulates brains. It is an international city as well; you can meet people from numerous countries in festivals, entertainments, parks, streets, markets, institutes and residences (my apartment in the JST Takezono House). Though Tsukuba is not a typical Japanese city, thanks JST arranged many activities that let us foreigners enjoyed traditional Japanese culture. I also appreciate Dr. Mukai and the other NIES colleagues for their kindness and help all along.



WLG station & hot monitoring outcomes

