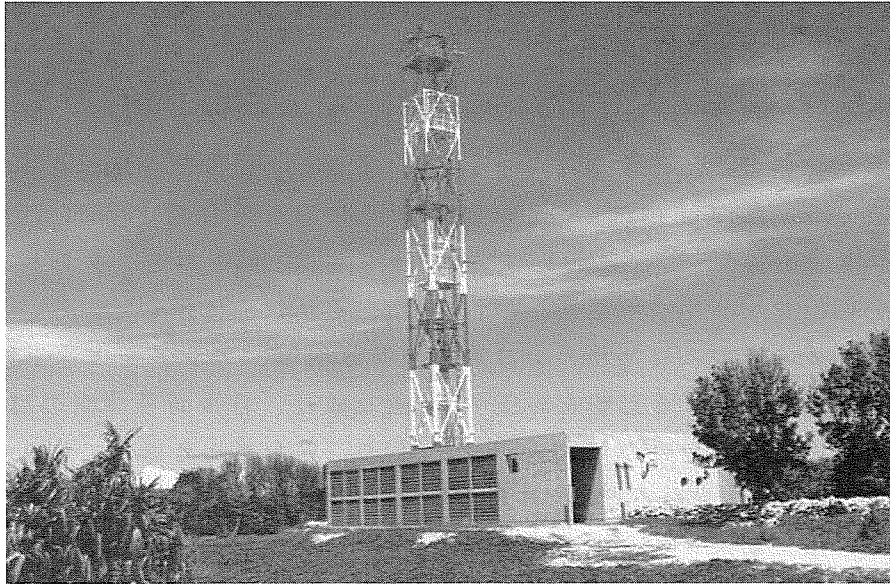


国立環境研究所

## 地球環境研究センターニュース

Center for Global Environmental Research



【地球環境モニタリングステーション-波照間】

2000年(平成12年)6月号(通巻第115号) Vol. 11 No. 3

## ◇目次◇

- IPCC特別報告書-排出量シナリオ  
地球環境研究グループ温暖化影響・対策研究チーム 研究員 増井 利彦  
社会環境システム部 部長 森田 恒幸
- IPCC特別報告書「土地利用、土地利用変化と林業」とCOP6  
地球環境研究センター 研究管理官 山形 与志樹
- 環境月間行事  
○ 国立環境研究所公開シンポジウム  
-21世紀への環境研究のプロローグ-概要(速報版) 国際研究協力官 広兼 克憲  
○ 波照間ステーション一般公開報告 地球環境研究センター 研究管理官 藤沼 康実
- 地球環境研究センターを1から知ろう  
○ 衛星観測プロジェクトにおける地球環境研究センターの役割 研究管理官 横田 達也
- 地球環境研究センター出版物等の紹介
- お知らせ  
第8回スーパーコンピュータによる地球環境研究発表会
- 地球環境研究センター活動報告(6月)



環境庁 国立環境研究所 地球環境研究センター  
 Homepage: <http://www.nies.go.jp>  
<http://www-cger.nies.go.jp>

# IPCC特別報告書—排出量シナリオ—

地球環境研究グループ温暖化影響・対策研究チーム

研究員 増井 利彦

社会環境システム部

部長 森田 恒幸

## 1. はじめに

2000年3月15日深夜、ネパールのカトマンズで開かれた気候変動に関する政府間パネル(Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC)第三作業部会第5回会合において、IPCCの新しい排出シナリオが承認された。IPCCではシナリオの作成に当たり、①対策をとらない場合の気候変動の影響を評価するため、②対策を行った場合の気候変動の影響を評価するため、③異なる地域、部門、時間軸の中で、温室効果ガスの排出を抑制する可能性と費用を分析するため、④国家間における削減可能量を取り決めるため、の各入力情報を挙げている(Alcamo et al, 1995)。地球温暖化がどの程度進むかは、自然の不確実な挙動を別にすれば、われわれ人間社会がどのような方向に発展するかによって大きく左右される。つまり、将来の社会の描き方により、エネルギー利用や土地利用変化の予想が大きく変わり、温室効果ガスや硫黄酸化物などの排出シナリオが大きく変化する。その結果、温暖化の予測に大きな差が生まれ、温暖化対策にも大きな違いが出てしまう。

今までの地球温暖化予測のほとんどは、IPCCによって1992年に作成された排出シナリオ(Houghton et al, 1992)を前提にしてきた。このシナリオはIS92a(「IPCCで作成した参照シナリオ1992年版のaケース」の意味)と呼ばれ、6つ作られたうちの1つであり、あ

くまでも一つの社会の発展方向を描いたものに過ぎず、先に挙げたシナリオの目的②～④のために設計されたものではなく、それらに適したものでもない。また、このシナリオは1985年のデータを基礎にして描かれ、それ以降に生じたいろいろな社会変化(ソ連崩壊、アジア発展途上国の経済の急激な成長、自由貿易体制の導入など)を当然のことながら考慮しておらず、現在の排出コミットメントについて最新の情報を考慮する必要があった。さらに、1992年のシナリオには先進国の研究者の一方的な考え方が反映されており、先進国と途上国の所得格差をなくす発展経路の多様性を示すべきとの指摘や、技術進歩の異なったトレンドを示すべきとの指摘があり、新しい温室効果ガス等の排出シナリオの作成が勧告された(Alcamo et al, 1995)。

これを受けてIPCCでは、1996年から特別のプロジェクトチームを組織し、新しい排出シナリオの作成作業を進めてきた。IPCCは本来、既に発表された学術論文の科学的レビューを行う機関であり、このような独自の研究プロジェクトを組織することは例外的である。しかし、排出シナリオは地球温暖化問題を科学的に解明するための基本情報であり、この基本情報の提供がIPCCに求められ、それに応えるためのプロジェクトであった。このプロジェクトに要した期間は3年半にもなり、経済モデルを含めた

大規模なコンピュータ・モデルによるシミュレーション作業に特に多くの時間が費やされた。われわれのチームもこのシミュレーション作業に参加したほか、既存の排出シナリオのデータベースを新たに作成するなど、全ての期間にわたって貢献してきた。そして、一連の成果を「排出シナリオに関する特別報告書」としてとりまとめ、この5月のIPCC第16回全体会合(モントリオール、カナダ)において、正式のIPCC報告書として刊行される運びとなった。報告書の英文名は「Special Report on Emissions Scenarios」であり、頭文字を取って、この新しい排出シナリオは「SRESシナリオ」と呼ばれている。

## 2. SRESシナリオの作成過程

SRESシナリオは、既存の排出シナリオのレビュー、叙式的シナリオ(「ストーリーライン」と呼ばれる)の作成、定量的シナリオの作成、インターネットによる公表と意見聴取(オープン・プロセス)、定量的シナリオの改良、という5つの手順を経て

作成された。

まず、既存の研究による排出シナリオのレビューは、国立環境研究所においてデータベースを作成することから始まった(Morita and Lee, 1997)。約170のソースから400以上の排出シナリオを収集し、そのうち2100年までを推計期間としている190のシナリオを分析した。図1はこれらのシナリオの全てについて、二酸化炭素排出予測をプロットしたものである。多様な社会経済発展の仮定のもとで非常に大きな幅のシナリオが描かれていることがわかる。これらの多様な仮定や大きな推計幅は、以下のSRESシナリオの作成過程に反映され、このような幅を網羅するシナリオの作成が試みられた。このデータベースは、新たな結果も含め、国立環境研究所地球環境研究センターのホームページ(<http://www.cger.nies.go.jp/cger-e/db/ipcc.html>)からダウンロード可能である。

次のステップとして、将来の社会経済の発展について、叙式的シナリオを作成した。

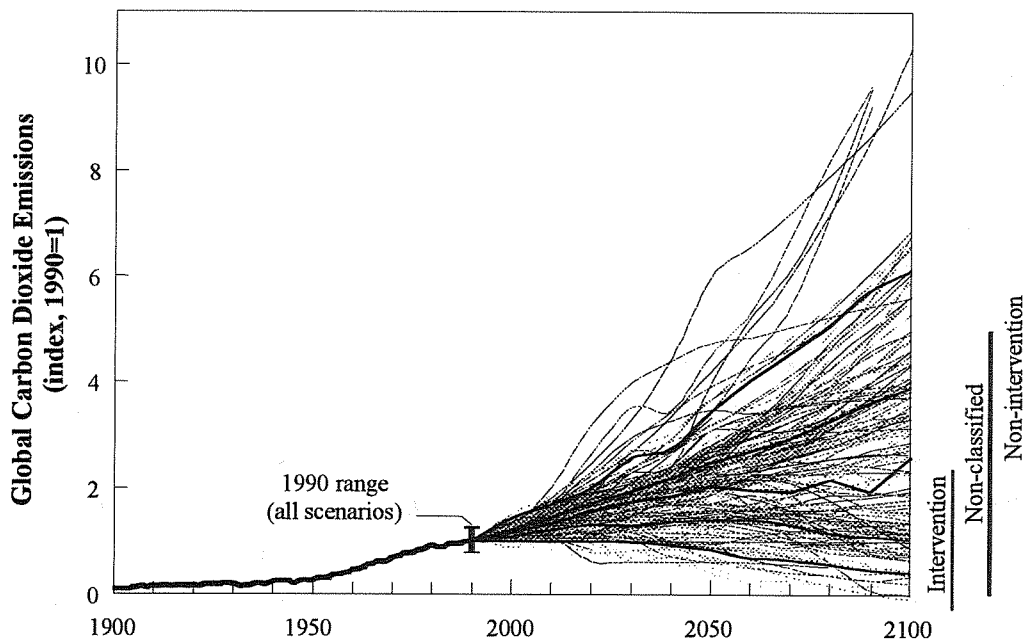


図1 既存研究による二酸化炭素排出シナリオ(エネルギー起源及び工業起源二酸化炭素)

これは、シナリオ内において一貫性を持った人口統計的・社会的・経済的・技術的・環境的・政治的将来を、量的でなく質的に記述したものである。定量的シナリオの作成の前にこうした叙述的シナリオを作成した理由は、研究プロジェクトの各メンバーが複雑な前提条件を一貫性を持って考えやすいようにするため、シナリオを様々な使用者に対して説明しやすくするため、後の政策分析や気候変動の影響分析においていろいろな仮定を追加する際の指針とするためである。

こうして作られた叙述的シナリオは、後で解説するように4つある。それぞれ、人口や技術進歩などを社会変化の駆動力として、具体的な社会的・経済的・技術的・環境的パラダイムを展開したもので、将来の発展の可能性を全て網羅しているわけではないが、非常に広い範囲にわたる。ただし、モデルによる定量化が難しく、発生の可能性が極端に低いとされる「サプライズ」シナリオ、「大惨事」シナリオは除外された。

1998年に入って、4つの叙述的シナリオをベースに定量化作業が開始された。この作業は次の6つのモデリング・チームが実施した。

■国立環境研究所(日本)のアジア太平洋統合モデル(AIM)チーム

■ICF Consulting (米国)の大気安定化枠組モデル(ASF)チーム

■オランダ公衆衛生・環境保護研究所(National Institute of Public Health and Environmental Protection : RIVM)の温室効果ガス影響評価統合モデル(IMAGE)チーム

■東京理科大学(日本)の多地域資源産業配分モデル(MARIA)チーム

■国際応用システム分析研究所(オーストリア)(International Institute for Applied Systems

Analysis : IIASA)のエネルギー供給戦略・環境影響モデル(MESSAGE)チーム

■国立太平洋北西研究所(米国)(Pacific Northwest National Laboratory : PNNL)の簡略気候評価モデル(MiniCAM)チーム

各チームがそれぞれアプローチの異なるモデルを用いて複数の叙述的シナリオを作成した。これらのうち、4つの叙述的シナリオに対応して、「マーカー・シナリオ」と呼ばれる排出シナリオが選ばれた。マーカー・シナリオは、定量化の初期の段階で叙述的シナリオを最もよく反映していたもので、4つの叙述的シナリオ毎にそれぞれ異なるモデルで推計されたものが選ばれた。マーカー・シナリオは他のシナリオに比べてより中心的という意味ではなく、より多くのチェックを受けたという特徴があるに過ぎない。他のシナリオはマーカー・シナリオの人口、GDP及び最終エネルギー量と調和するよう、それぞれのシナリオを調整した。

4つのマーカー・シナリオは1998年6月にホームページに掲載され、寄せられたコメントをもとに改訂が行われた。また、4つのシナリオ群それぞれに対して追加のシナリオがモデリング・チームによって作成され、その結果、改訂された4つのマーカー・シナリオと、他の36の代替シナリオ、計40の排出シナリオが作成された。

### 3.4つの叙述的シナリオ

4つの叙述的シナリオは、地球温暖化を軽減させるための政策を含まない4つの異なった発展方向を示したものである。これらのシナリオは、単純に「A1」、「A2」、「B1」、「B2」という記号で呼ばれる(図2)。以下に、各シナリオの概要を説明する。

A1シナリオは、「高成長社会」とイメー

ジできる。マーケットの利点を活用して、世界中がさらに経済成長を遂げるシナリオである。過去100年間の平均経済成長率約3%/年が今後100年間も続くとし、2050年の一人当たり所得は世界平均で2万米ドルを超える。特に発展途上国の成長がめざましく、南北の格差が急速に縮まる。これにより途上国の出生率は下がり、世界人口は2050年の90億人から2100年には70億人に下がる。平均寿命は伸び、核家族化が進む。急速な経済の拡大は、大量のエネルギー資源を必要とし、資源開発や新エネルギー開発への投資が加速する。途上国の食生活が肉食嗜好に急速にシフトし、集約農業に移行する。先進国から途上国への技術移転も進み、途上国の技術革新や自動車保有が早まる。環境問題の解決はマーケットの影響を大きく受け、環境保全というよりも環境管理や創造の観点から解決が図られる。A1シナリオは、エネルギー・システムにおける技術革新の選択肢が異なる4つのグループに細分される。石炭のクリーン利用技術の大幅な革新を仮定したシナリオ(A1C)、石油と天然ガス関連の技術革新が顕著なシ

ナリオ(A1G)、新エネルギーの大幅な技術革新を見込んだシナリオ(A1T)、そしてこれらの技術革新がバランスして生じるシナリオ(A1B)である。これらの多様なシナリオは、高い経済成長のシナリオでは技術革新の程度も大きく見込まれ、技術革新のいくつかの方向が温室効果ガス等の排出に及ぼす影響の感度を分析するのに好都合だったために想定された。なお、通常A1シナリオと呼ばれる場合は、A1Bを指す。

A2シナリオは、「多元化社会」と呼べるものを表す。世界の各地域が固有の文化を重んじ、多様な社会構造や政治構造を構築していくことによって、世界の経済や政治がブロック化していくことを仮定している。このような社会では、国際的な貿易や人の移動、技術移転が制限される。このため経済発展は遅れ、一人当たり所得も2050年で7千ドル程度と伸び悩む。途上国の出生率は下がらず、来世紀末の人口は150億人に達する。地域間の自然資源や資産の格差は、地域間の所得格差をますます拡大させる。資源の少ない地域では技術開発への投資が加速されるが、経済成長が低めであ

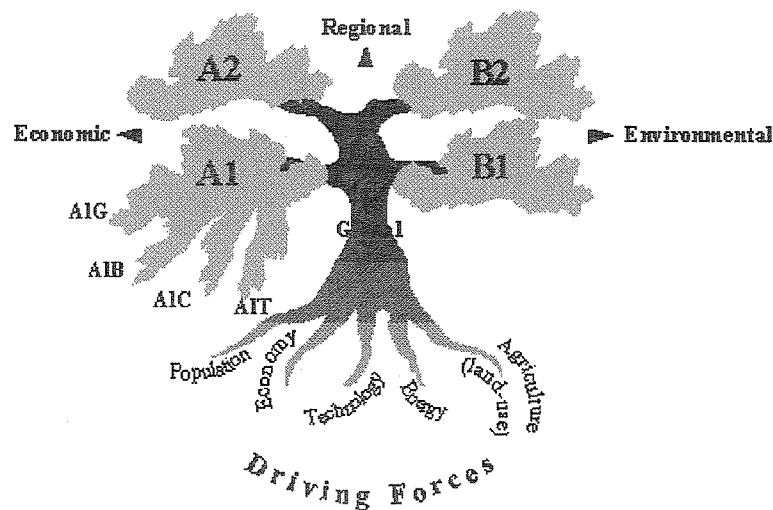


図2 叙事的シナリオが示す4つの社会

るため一般的に技術革新は遅れ気味となる。環境への関心は相対的に低く、地域的な環境問題の深刻化のみが環境対策の動機づけとなる。

B1シナリオは「持続発展型社会」と呼ぶのがふさわしい。環境や社会への高い関心に基づいて、地球公共財としての環境の保全と経済の発展を地球規模で両立し、バランスのとれた経済発展を図る。資源利用の効率化（脱物質化）、社会制度、環境保護に集中的に投資が起こる。資源利用の効率化は、資源の供給側面を重視するA1シナリオと違い、資源の需要面に集中する。また、廃棄物の減量化やリサイクルが進み、環境産業の市場が急速に拡大し、これが経済成長の持続に大きく貢献する。経済成長率はA1シナリオより低いが、2050年の一人当たり平均所得は1万3千ドルに達する。発展途上国では、先進国からの先端技術の移転が進み、教育やキャパシティビルディング（生産能力育成）も大きく進展する結果、公害対策が著しく進展する。公共交通システムが整備され、都市構造はコンパクト化し、低投入・低負荷型農業が普及する。自然保護を推進することにより農産物価格は相対的に高いが、肉食への食生活のシフトは抑えられる。

B2シナリオは「地域共存型社会」と呼べるかもしれない。環境や社会への関心は高いが、地球規模での問題解決という方向に向かわず、地域の問題と公平性を重視して、ボトムアップの方向で発展を図るシナリオである。マーケットではなくローカルな政府の政策が発展を牽引する。教育と福祉向上政策により、発展途上国の死亡率、出生率の双方が下がるため、人口は来世紀末で100億人程度となる。国際マーケットよりも地域の共存を重視するため経済成長

はやや低めとなり、2050年で一人当たり所得が1万2千ドルとなる。個人間及び南北間の所得格差は縮小する。技術移転などの途上国支援は個別に進められる。地域的な独立性が高まり、地域毎の経済圏や政治システムが発達していく。これにより、エネルギー、食糧、環境などの問題は、各地域の中で主体的に解決が図られる。

#### 4. 排出シナリオ

以上の4つの叙述的シナリオを前提として、われわれのチームも含めた世界の6つのチームが、エネルギーモデルや土地利用モデルを組み合わせた世界経済モデルをもとに、将来のエネルギー利用や土地利用変化、それに工業プロセスをシミュレートし、その結果排出される二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)、メタンガス(CH<sub>4</sub>)、亜酸化窒素(N<sub>2</sub>O)、二酸化硫黄(SO<sub>2</sub>)などを総合的に推計した。

図3は、エネルギー及び工業起源のCO<sub>2</sub>排出量の推移を示している。CO<sub>2</sub>排出量は環境を重視したB1シナリオが最も少ない。このような社会を築くと、とりたてて温暖化対策をやらなくても温暖化は食い止められる。伝統的な環境保護論者の理想像に近いB2シナリオは、経済発展至上主義に近いA1シナリオと比べて、来世紀末のCO<sub>2</sub>排出量がほぼ同じ水準となる。地域を重視して環境問題を解決する方向に働く要因と、経済発展によって技術効率が向上する要因とが、21世紀末におけるCO<sub>2</sub>排出抑制に対して同じ程度の効果を発揮した。「多元化社会」を指向したA2シナリオでは、技術移転が遅れる結果、温暖化対策には信じられない程のコストがかかる可能性を示唆している。

図4は硫黄酸化物(SO<sub>x</sub>)の排出シナリオを示す。IS92aなど今までの多くのSO<sub>x</sub>排出シ

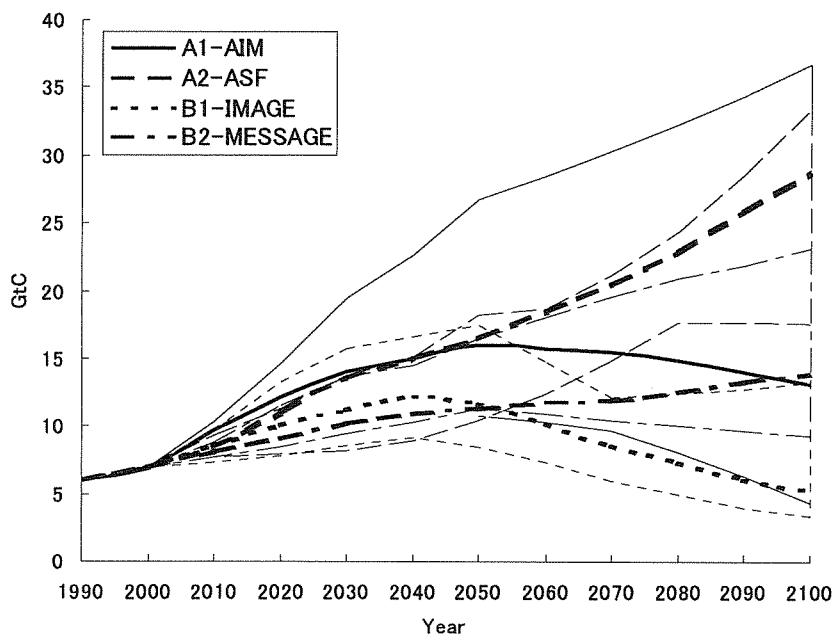


図3 標準化されたSRES二酸化炭素排出シナリオ(エネルギー起源及び工業起源)  
 マーカー・シナリオは太線で示される。  
 他のシナリオは各マーカーと同じ種類の細線の領域に分布する。  
 縦軸はギガトンカーボン(Gt C: 10億トン炭素)、横軸は年を表す。

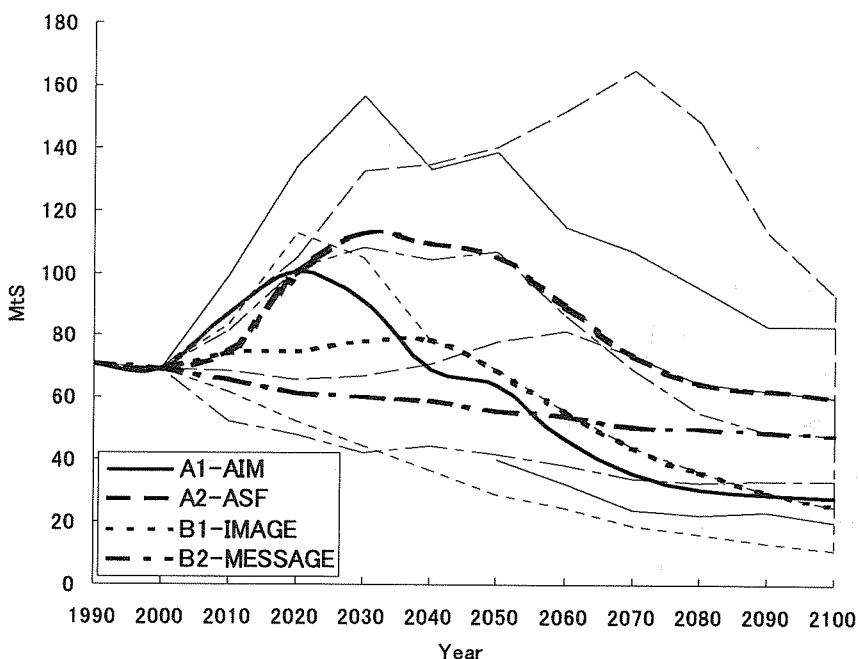


図4 標準化されたSRES硫黄酸化物排出シナリオ  
 マーカー・シナリオは太線で示される。  
 他のシナリオは各マーカーと同じ種類の細線の領域に分布する。  
 縦軸はメガトン硫黄(Mt S: 100万トン硫黄)、横軸は年を表す。

ナリオは、来世紀末まで排出量が伸び続けるというものであったが、今回のすべてのシナリオでSO<sub>x</sub>排出量が大きく減少するという結果が得られた。これは、途上国の経済発展に伴って一人当たりのGDPが3千ドルから5千ドルに達すると、公害被害への認識が高まり一気に公害対策が進むという、日本を始めとする先進国の公害対策の歴史から得られた知見をモデルの中に組み入れた結果である。これによってSO<sub>x</sub>排出量は減少し続けるか、あるいは逆U字の形で来世紀に入って減少する(環境クズネット曲線と呼ばれる)かのいずれかとなる。このSO<sub>x</sub>排出量の減少は、大気中の硫酸エアロゾルを減少させ、硫酸エアロゾルの持つ「冷却効果」を低下させる結果、地球温暖化を加速させることが推定される。

#### 5. おわりに

カトマンズでの会合における各国政府代表による審議の過程では、主として2つの修正が行われた。第一は、4つのマーカーに加えて2つの準マーカーが追加され、気候モデルの入力条件に2つの準マーカーを加えるよう推奨することになった。これは、アメリカ政府代表団の強い要請によるもので、その背景には、BIシナリオにおける温室効果ガスの排出量が低過ぎるとの政策担当者の直観をもとに、全体のバランスをとるために高い排出量のシナリオを加えるべきとの認識があったようである。A1シナリオ群の石油と天然ガス関連の技術革新が顕著なシナリオ(AIG、報告書ではAIFIと変更)とともに、新エネルギーの大幅な技術革新を見込んだシナリオ(AIT)から、それぞれ1つの排出シナリオが準マーカーに選ばれた。第二の修正は、サウジアラビアや中国の意見に従ってSRESシナリオに

基づく放射強制力の分析に関する部分の全面的削除である。これらの修正は、SRESシナリオの本質を変えるものではなく、政策担当者への説明のやり方について若干の手を加えたものといえる。このSRESシナリオの政策決定者のための要約は、<http://www.ipcc.ch/>からダウンロード可能である。

SRESシナリオを用いた新たな研究も始まっている。SRESシナリオは温暖化軽減のための対策を含まないシナリオであったが、IPCCの第三次評価報告書第三作業部会においては、SRESシナリオをベースにした対策シナリオの章が設けられ、このための分析作業が進められている。この対策シナリオは「Post-SRESシナリオ」と呼ばれ、SRESに参加した6チームを含む9つのモデリング・チームが参加している。この中では、SRESシナリオに描かれた将来の発展方向を前提として、温室効果ガスの大気中濃度がある目標に抑えるための排出削減をシミュレートし、対策のレベルや必要とされる技術革新にどのような違いが出てくるかを分析している。そして、どのような発展の方向に向かったとしても意味のある「ロバスト(頑健)な」対策や技術革新とは何かを明らかにすることが、温暖化対策研究にとって重要な研究領域になろうとしている。

SRESシナリオは、IPCCによって用意された新しい排出シナリオというだけでなく、多くの科学的あるいは政策的な示唆を与えている。このシナリオが示唆するものは、人類の将来の発展方向は多様であり、これらの発展の方向によって温暖化の程度や温暖化対策の意味は大きく違ってくるということである。今、世界の温暖化対策の議論で最も欠けているポイントは、実はここにある。世界の向かっている方向がどの

ような社会であるのかをまず議論する必要がある。そして、その社会がわれわれを豊かにし、温暖化対策の方向と大筋で一致しているのであれば、温暖化対策を積極的に進めることが世界の発展を牽引していることになる。

#### 参考文献

Alcamo, J., A. Bouwman, J. Edmonds, A. Gruebler, T. Morita, and A. Sugandhy, 1995, An Evaluation of the IPCC IS92 Emission Scenarios. In Climate

Change 1994, Cambridge University Press, pp.233-304.

Houghton, J.T. et al. (ed.), 1992, Climate Change 1992. Cambridge University Press, 200pp.

IPCC, 2000, Special Report on Emissions Scenarios. Cambridge University Press.

Morita, T. and H. Lee, 1997, Emission scenario Database prepared for IPCC Special Report on Emission Scenarios convened by Dr. Nebojsa Nakicenovic. <http://www-cger.nies.go.jp/IPCC/aim/>.

## IPCC特別報告書「土地利用、土地利用変化と林業」とCOP6

地球環境研究センター

研究管理官 山形 与志樹

### 1. 地球温暖化と森林生態系

地球温暖化(地球規模の気候変動)と森林生態系の間には、地球環境問題を考える上で極めて重要ないくつかの結びつきがある。すなわち、温暖化に対する森林伐採の影響、温暖化の森林生態系への影響、そして、森林によるCO<sub>2</sub>の吸収などの関係である。

実は、産業革命以降の化石燃料の燃焼等によるCO<sub>2</sub>の排出が270ギガトンカーボン(Gt C: 10億トン炭素)であったのに対して、そのほぼ半分の136 Gt CものCO<sub>2</sub>が、熱帯林伐採等の土地利用変化によって排出されてきた。森林減少は、かけがえのない森林生態系を破壊するだけでなく、温暖化の重要な原因ともなっている。

もしも現在のペースでCO<sub>2</sub>排出の増大が続き、急速な温暖化が進行する場合には、森林生態系が受ける気候ストレス(気候による負荷)が適応の限度を超え、天然林の崩壊や劣化が大規模に発生する可能性も指摘されている。幸いなことに、今のところ森林生態系全体はCO<sub>2</sub>のシンク(吸収源)と

なっており、年間約2 Gt CものCO<sub>2</sub>を吸収している。しかし今後、数年から数十年の内には、森林生態系がCO<sub>2</sub>のソース(発生源)に変化する可能性があり、これまで森林生態系に吸収されていたCO<sub>2</sub>が排出されることによって、さらに温暖化が進行する危険性もある。未解明の点も多い森林と温暖化の複雑な関係については、気候変動に関する政府間パネル(Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC)の第二次評価報告書(1995)において科学者によるレビューがなされ、世界各国の政策決定者に伝えられるところとなった。

一方、国際政治の世界では、1994年に発効した「国連気候変動枠組み条約」(United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC)において、吸収源としての森林の機能が明確に意識されるようになった。特に、1997年12月に京都で開催された第3回締約国会議(The Third Session of the UNFCCC Conference of the Parties: COP3)で採択された京都議定書においては、新規植林、再植林、森林減少などの吸収源活動が、数

値目標の達成のための温暖化対策として認められることとなった。COP3以降、吸収源としての森林が世界中で新たに注目を集めつつあり、今年の11月にオランダのハーグで開催される第6回締約国会議(COP6)において、京都議定書で吸収源として認められる森林に関わる活動についての詳細な定義や、計測手法についての決定がなされる予定である。本報告では、IPCC特別報告書で提示された京都議定書における吸収源の取り扱いに関する議論を中心として、COP6に向けての国際的な検討課題について紹介する。

## 2. 京都議定書における吸収源の取り扱い

京都議定書では、1990年以降の、「新規植林」、「再植林」、「森林減少」(第3条第3項)、森林管理など(第3条第4項)の人為的活動によって生じる、吸収源における約束期間(2008年～2012年)での炭素ストック(蓄積量)変化が、数値目標達成の判定にカウントされることとなった。また、海外における植林等の吸収源拡大の活動も、共同実施(Joint

Implementation : JI、注1)(第6条)、クリーン開発メカニズム(Clean Development Mechanism : CDM、注2)(第12条)という新たなメカニズムによって数値目標の達成に貢献する可能性が開かれた。しかし、京都議定書の吸収源関連条文の解釈は明確になっていない。どのような吸収源活動が認められるのか(定義)、どのように炭素ストックの変化を評価すべきなのか(アカウンティング)が引き続き国際的に検討すべき課題となっている。

図1に、第3条第3項において考えられる解釈オプション(選択肢)を示した。特に、解釈で問題となっているのが「再植林」の定義である。IPCCタイプと呼ばれる土地利用変化を基準にしたオプションでは、農地等に転用された土地に植林を実施して、森林を回復させる活動だけが「再植林」とされる。一方、国際連合の食糧農業機関(Food and Agriculture Organization(UN) : FAO)タイプと呼ばれる土地被覆を基準とするオプションでは、林業活動によって森林を伐採した後に、森林が再生することも「再植林」となる。各国における林業活

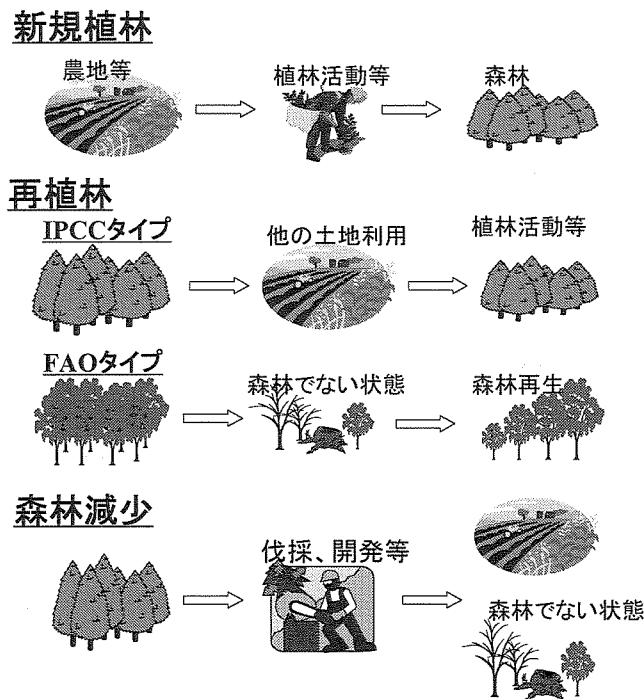


図1 京都議定書第3条第3項の活動の定義に関する説明図

動を議定書でいかに評価すべきかがオプションとなっている。特に林業活動を入れる場合、伐採活動を「森林減少」と考えて排出としてカウントするかどうか重要なオプションとなる。すなわち、伐採を排出とすると、先進国の林業活動が約束期間における排出源となり、一方、伐採を排出としない場合には、森林の再成長だけが吸収となるため、林業活動に対して極めて大きなインセンティブが与えられる事になる。

次に、第3条第4項においては、追加的人為的活動として図2に示したような、森林管理や森林保全などの活動が認められる可能性がある。しかし森林管理や森林保全のような活動については、人為的活動による吸収量増大の評価に関して方法論的に難しい課題が多く残されている。例えば、活動が実施されなかった場合の炭素ストック変化をベースライン(基準線)と呼ぶが、第3条第4項にベースラインを設定する必要があるかどうか議論となっている。

議定書でカウントできる吸収量は、各国の数値目標の達成に密接に関係している。第3条第3項、

第3条第4項の活動として何が認められるのか、いかに吸収量を算定するか等に関する政治的な意志決定が、COP6で予定されている。吸収源活動を独自に解釈することによって、数値目標の達成を見込んでいた先進国が多い中で、COP6での交渉は極めて困難なものとなることが予想されている。現在、世界各地で定義とアカウンティングに関して、各種の国際的な検討が実施されている。中でもIPCCは、この問題に関する緊急的な検討を気候変動枠組み条約事務局から委託され、1年半にわたる検討の結果、今年の5月に報告書が完成し、各国政府に配布された。

### 3. IPCCの特別報告書

この報告書(Land Use, Land-Use Change, and Forestry, IPCC, Cambridge University Press, 2000)は、京都議定書を実施するために必要な科学・技術的な検討を目的として、世界各国の森林生態系、林業、農業関連の100名以上の研究者を動員して作成された。報告書本体は約400ページにもおよび、炭素循環における森林が果たす役割に関する

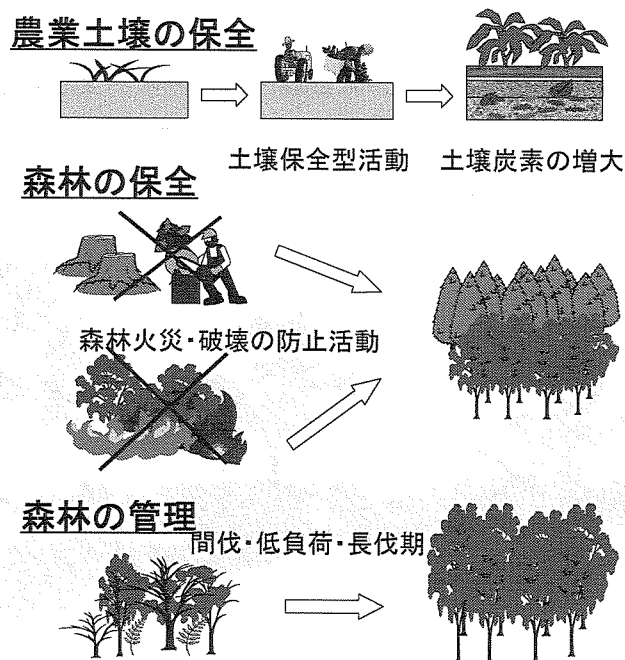


図2 京都議定書第3条第4項の活動の定義に関する説明図

最新の知見、京都議定書の吸収源条文に関する解釈オプションの提示、解釈オプションの評価、計測手法、プロジェクト、報告、環境影響などに関する検討結果をまとめたものとなっている。しかし、政策決定者がこの報告書を読むことはほとんど不可能であるため、約20ページの「政策決定者のための要約」が用意されている(内容の詳細は、本記事の最後に紹介したホームページを参照)。

IPCCの提示した最も重要な結論としては、京都議定書における解釈オプション(定義、アカウンティング方法の組み合わせ)に対して、炭素ストックの何をどのように計測する必要があるのか、大気と森林生態系との間のCO<sub>2</sub>のやりとり(フラックス)との整合性がどうかについて論じた点である。特に、森林の地上部と地下部における炭素ストックの変化には、図3に示したように数年(熱帯林)から数十年(北方林)におよぶ変化パターンのずれが存在している。報告書は、森林生態系の全ての炭素変動をカウントするフルカーボンアカウンティング方式だけが、大気と森林とのCO<sub>2</sub>のやりとりを正確に反映すると評価している。また、定義とアカウンティングに対しては、数多くのオ

プションの組み合わせが考えられる中で、下記の4つの定義シナリオが提示された。

- ①FAO定義+土地基準アカウンティング(約束期間の全炭素ストック変化)
- ②FAO定義+土地基準アカウンティング(活動実施時点からの全炭素ストック変化)
- ③FAO定義+活動基準アカウンティング(活動実施時点からの活動による炭素変化)
- ④IPCC定義

それでは、京都議定書で認められる第3条第3項の吸収源活動から、どれくらいの吸収量が約束期間に見込まれるのであろうか。表1に第3条第3項の活動にカウントされる平均年間炭素ストック変化の推定結果を示した。この結果によると、上記の4つの定義シナリオのケースに対して、締約国I国(EU、アメリカなど先進国と旧ソ連、東欧諸国などの市場経済移行国を含む計39カ国)における合計吸収量は、それぞれ、1) -0.85から-0.33 GtC、2) -0.28から0.21 GtC、3) 0.0から0.45 GtC、4) -0.08から-0.04 GtC程度であると評価される。これは基準年である1990年の植林活動、森林減少がその後20年間継続する事を仮定して計算した値となって

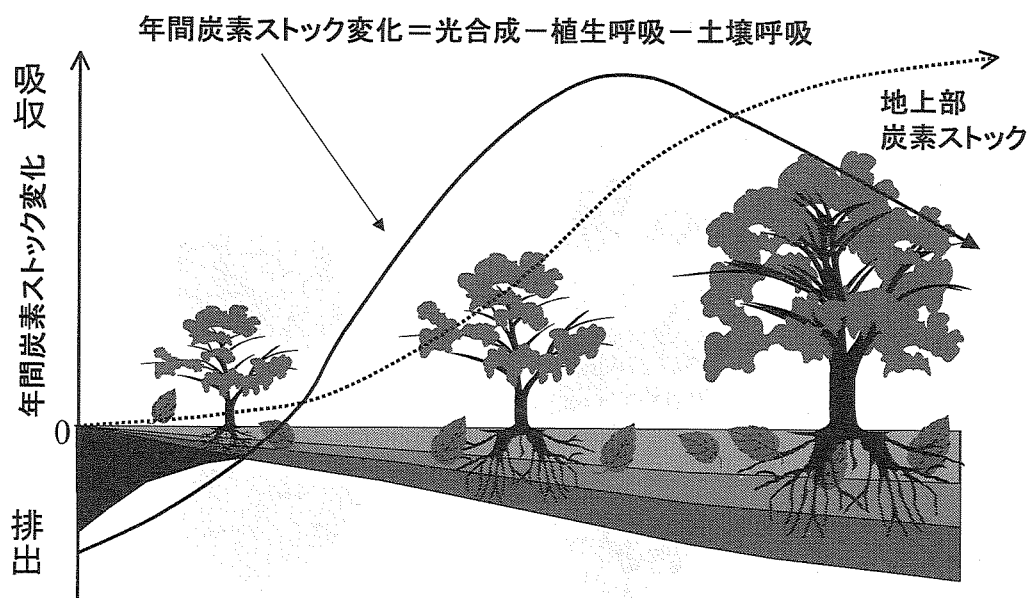


図3 森林の成長と炭素ストック変化(フラックス)の関係

表1 京都議定書第3条第3項の活動にカウントされる平均年間炭素ストック変化の推定

IPCCとFAOの定義シナリオとFAOの定義シナリオに基づく3つのアカウンティング方法を適用し、異なるアカウンティングアプローチの影響を示している。負の数字は排出を示し、正の数字は吸収を示す。(IPCC特別報告書SPMより)  
 A : Afforestation (新規植林), R : Reforestation (再植林), D : Deforestation (森林減少)  
 Total ARD : AR - D, n/a : データなし (not available)

地域	活動	アカウントされる平均年間ストック変化(2008-2012)の範囲の推定 (Mt C/y)						
		AR平均吸収速度 (t C/ha/y); D平均ストック (t C/ha)		面積変化(Mha/y)		地上部及び地下部バイオマスの炭素を含む、土壌及び枯死有機物中の炭素は除く		
				伐採後の更新	非森林と森林の間の移行	FAO定義シナリオランドベース1アカウンティング	FAO定義シナリオランドベース2アカウンティング	FAO定義シナリオ活動ベースアカウンティング
寒帯地域全体 (=附属書1)	AR	0.4 ~ 1.2	3.1	0.1	-209 ~ -162	-56 ~ -8	5 ~ 48	0 ~ 12
	D	35		0.5	-18	-18	-18	-18
	Total ARD				-227 ~ -180	-74 ~ -26	-13 ~ 30	-18 ~ -16
温帯地域附属書1	AR	1.5 ~ 4.5	5.4	0.5	-550 ~ -81	-134 ~ 303	81 ~ 519	7 ~ 44
	D	60		1.2	-72	-72	-72	-72
	Total ARD				-622 ~ -153	-206 ~ 231	9 ~ 447	-65 ~ -28
附属書1全体	AR		8.5	0.6	-759 ~ -243	-190 ~ 295	87 ~ 573	7 ~ 46
	D			1.7	-90	-90	-90	-90
	Total ARD				-849 ~ -333	-280 ~ 205	-3 ~ 483	-83 ~ -44
温帯地域全体	AR	1.5 ~ 4.5	n/a	1.9	n/a	n/a	n/a	27 ~ 167
	D	60		2.1	-126	-126	-126	-126
	Total ARD				n/a	n/a	n/a	-99 ~ 41
熱帯地域全体	AR	4 ~ 8	n/a	2.6	n/a	n/a	n/a	170 ~ 415
	D	120		13.7	-1644	-1644	-1644	-1644
	Total ARD				n/a	n/a	n/a	-1474 ~ -1229
世界全体 (地域全体の合計)	AR		n/a	4.6	n/a	n/a	n/a	197 ~ 584
	D			16.3	-1788	-1788	-1788	-1788
	Total ARD				n/a	n/a	n/a	-1591 ~ -1204

表2 グローバルな京都議定書第3条第3項活動のポテンシャル予測

1990年以降の土地利用変化を伴う第3条第3項活動による、第1約束期間における炭素吸収量のシミュレーション予測。

値は締約国(先進国)における量、括弧中の値は非締約国全体における値を示す。(山形とアレキサンドロフ, IPCC特別報告書より)

	森林定義における樹冠率		
	閾値なし	10%	40%
吸収量 (Gt/y)	0.228 (0.206)	0.078 (0.041)	0.170 (0.174)
排出量 (Gt/y)	0.017 (0.591)	0.017 (0.586)	0.012 (0.478)
正味吸収量 (Gt/y)	0.211 (-0.385)	0.061 (-0.545)	0.158 (-0.304)

いる。我々は、20年間の土地利用変化シナリオ予測(オランダ公衆衛生・環境保護研究所が開発したIMAGEモデル)と独自に開発した炭素ストック

変化モデルを組み合わせ、独自の吸収量予測を試みた。この吸収量予測結果を表2に示す。我々の計算によれば、IPCCシナリオの場合に、約0.2GtC

表3 京都議定書第3条第3項の活動候補の第1約束期間における最大ポテンシャル

ほぼ同じレベルの政策支援があると仮定して、付属書Iの締約国と地球全体において追加的  
活動から生じる炭素ストック変化量の推計を示している。

(1)activity	(2) 総面積(Mha)	(3)2010年におけるactivity の仮想割合(%)	(4) 炭素ストックの年間純変化量 (Mt C/ha)	(5)2010年における炭素ス トックの推計純変化(Mt C/y)
<b>A. 付属書I国</b>				
<i>a) 土地利用を伴う改善された管理</i>				
森林管理	1900	10	0.5	100
穀倉地管理	600	40	0.3	75
牧草地管理	1300	10	0.5	70
アグロフォレストリー	83	30	0.5	12
水田	4	80	0.1	<1
都市管理	50	5	0.3	1
<i>b) 土地利用変化</i>				
穀倉地から草地への転換	600	5	0.8	24
アグロフォレストリー	<1	0	0	0
湿地の回復	230	5	0.4	4
劣化のひどい土地の回復	12	5	0.25	1
<b>B. 全球における推計</b>				
<i>a) 土地利用を伴う改善された管理</i>				
森林管理	4050	10	0.4	170
穀倉地管理	1300	30	0.3	125
牧草地管理	340	10	0.7	240
アグロフォレストリー	400	20	0.3	26
水田	150	50	0.1	7
都市管理	100	5	0.3	2
<i>b) 土地利用変化</i>				
穀倉地から草地への転換	630	20	3.1	390
アグロフォレストリー	1500	3	0.8	38
湿地の回復	230	5	0.4	4
劣化のひどい土地の回復	280	5	0.3	3

の吸収が締約国I国においてカウントされる見通しである。

また表3に、特別報告書に最終的に取り入れられた、第3条第4項の活動としてカウントされる可能性がある吸収源の管理に関わる活動について、第1約束期間(2008年～2012年)における最大ポテンシャルを評価した結果を示す。表3は、積極的な政策により、大規模な活動が推進されるという仮定の下でのストック変化の推定を表している。2010年に実際に活動が実施される土地の割合は、アカウンティング方式や、インセンティブに対する土地所有者の反応、ベースラインの適用などによって大きく変動する。この表における総ストック変化量は、最大のポテンシャルを表していると考えられ、現実的なシナリオのもとで、炭素ストック変化を推定している表1や表2の結果とは、かなり違った意味で解釈する必要がある。

IPCCの排出シナリオ(IS92a: IPCCで作成した参照シナリオ1992年版のaケース)が、京都議定書がない場合の約束期間における排出量を示していると考え、締約国I国における数値目標達成に必要な排出削減量は年間0.75 Gt Cになる。この値と、前述した各種吸収量を比較することによって、さまざまな解釈オプションを選択した際に、先進国が数値目標を達成するために利用できる吸収源活動と、エネルギー等その他の部門における排出削減活動における努力のポートフォリオ(配分)が示されると考えることができる。果たして何割の排出削減努力を吸収源活動として実施することが適切であるのか、COP6における最も重要な検討課題の1つとなるであろう。

#### 4. COP6における交渉の焦点と課題

COP6において政治的に決定されるべき吸収源関連としては下記の項目が考えられる。

- ① 第3条第3項の活動の定義：新規植林、再植林、森林減少
- ② アカウンティング方式：炭素ストックの範囲、人為的変化の分離、火災等の扱い、不確実性
- ③ 第3条第4項の活動の範囲とアカウンティング方式
- ④ 共同実施、クリーン開発メカニズムにおけるプロジェクト活動の範囲

これらの事項の決定に際しては、吸収源としての森林に関する制度を最適に設計するだけではなく、図4に示したような、森林に関わる様々な環境レジーム(制度・体制)との相互作用に、同時に注意を払う必要がある。森林などの陸域生態系の価値は、吸収源機能の観点だけで評価することはできない。それ以上に、生物多様性、環境保全、地域社会、農林業などに関わる多面的な機能の観点からの評価が不可欠となっている。また、陸域生態系の吸収源機能についても、まだ科学的に未解明な点も多い。吸収源に関する国際制度を考える上では、この不確実性についても注意する必要がある。最終的には、吸収源の不確実性が、数値目標の達成(遵守)の判定に際して、極めて大きな

影響を与える可能性があることに注意する必要がある。今後の森林生態系に関する科学的研究の国際的な発展とともに、上述した森林の特徴を十分考慮した国際的な制度に関する検討がなされることを期待したい。

なお、本報告で紹介した京都議定書における吸収源の取り扱いについての詳しい検討や、IPCC特別報告書に関する情報にご関心をお持ちの方は、地球環境研究センターのホームページ(<http://www-oger.nies.go.jp/index-j.html>)をご覧ください。

(注1) 共同実施とは、ある締約国 I 国が、別の締約国 I 国に投資してプロジェクトを実施し、その結果、当該プロジェクトを行わなかった時と比較して排出量が削減された場合、投資した国が削減量の一部を自国の分として受け取れる制度。

(注2) クリーン開発メカニズムとは、内容は共同実施と同じで、投資の受け入れ国が締約国 I 国以外となった場合の制度。

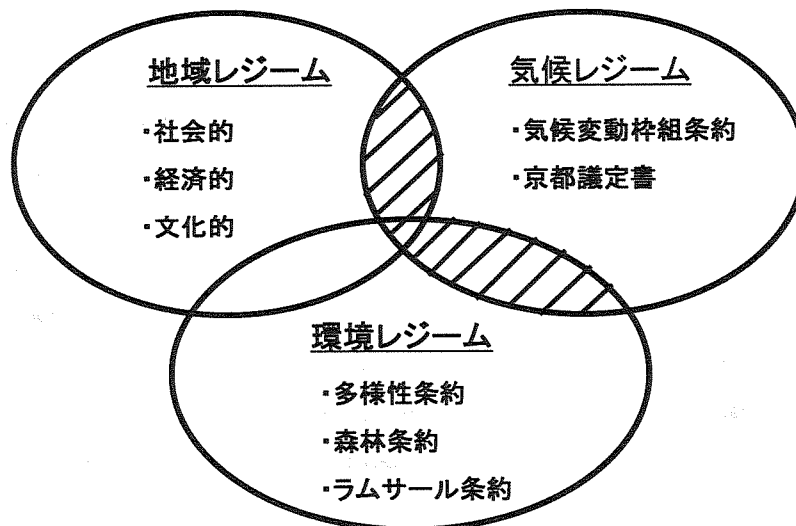


図4 吸収源の国際制度を設計する際に考慮する必要がある相互作用

## 環境月間行事



# 国立環境研究所公開シンポジウム — 21世紀への環境研究のプロローグ— 概要(速報版)

国際研究協力官 広兼 克憲

国立環境研究所公開シンポジウム2000が、6月6日(火)、東京・有楽町の東京国際フォーラムにおいて開催されました。このシンポジウムは、国立環境研究所の環境問題への取組を一般の方々にもわかりやすく紹介することを目的に、毎年、環境月間である6月の行事として開催してきたものです。

平日の開催にも拘わらず、会場には1200人を超える幅広い層からの参加者が集まり、報道機関による取材やインターネットでの紹介等もなされるなど、過去3回行われたシンポジウムの中でも最大規模のものとなりました。

シンポジウムでは、「都市大気汚染と酸性雨」、「環境ホルモンとダイオキシン」という社会の関心が特に高まっている2つの問題を取り上げ、当研究所における最新の研究内容と国内外における取組内容を紹介しました。

大井所長による開会挨拶に続く第一セッションでは、都市大気汚染と酸性雨というスケールの異なる問題をテーマとして、当研究所における豊富なデータと多角的な研究成果を示しつつ、この問題の解説を行いました。具体的には、東京などの都市域で深刻な自動車による大気汚染の複雑なメカニズムを説明し、一方で大陸から海を越えてやってくる大気汚染物質の挙動をわかりやすく示しました。また、招待講演者からは国際的な取組についての紹介がなされました。そして、これらの研究成果等から「もはや世界が環境保全分野で協力していかなければ、我々自身の地域環境を守る

ことすら難しい」というアピールを行いました。

午後の部ではまず最初に、人工化学物質がもたらすホルモンシステムの攪乱を扱った「奪われし未来(Our Stolen Future)」の著者であるダイアン・ダマノスキー女史を米国よりお招きし、世界におけるこの問題に対する取組の状況と我々がこの問題をどのように扱うべきかについて特別講演を頂きました。続いて第二セッションでは、当研究所がダイオキシンによる環境問題をいち早く取り上げ、地道な研究を積み重ねてきたこと、根気強い研究から環境ホルモンによる新たな影響を見だし、科学的にこれを明らかにしてきたことなどを紹介しました。招待講演者からは、直近の国際会議における議論のポイントや我が国における最新の研究内容等が紹介されました。全体として、このような科学的な研究成果を前にして私たちは何をすべきか、今後の研究は如何にあるべきかを聴衆に示すと同時に、問いかけを行いました。シンポジウムは、合志副所長の挨拶で締めくくられるまで、広い会場を埋めた熱心な聴衆の参加のもとで続きました。

さらに、これらセッションとは別に、21のテーマからなるポスター発表が、会場内のホールにて行われました(表1参照)。ここでの発表は、シンポジウム本体で取り上げたテーマ以外にも、多くの課題・テーマを国立環境研究所では研究しているということが参加者に理解していただくのに役だったものと思います。ポスター会場は、前回より大幅に収容人数を増やしたにも拘わらず、満員

の人で賑わい、参加者の間からさらに規模を拡張して欲しい旨の要望がありました。

シンポジウム終了後、すべての参加者を対象にアンケート調査を行い、結果は現在集計中ですが、概して多くの方々から高い評価を頂きました。その一方で、シンポジウムのあり方はもとより、環

境研究成果の生かし方などについて厳しい指摘も頂きました。来年度からは独立行政法人国立環境研究所として、その活動をよりわかりやすく世の中に伝えていかなくてはなりません。その意味でも公開シンポジウムの役割は重要であり、今後さらに充実させていく必要があります。

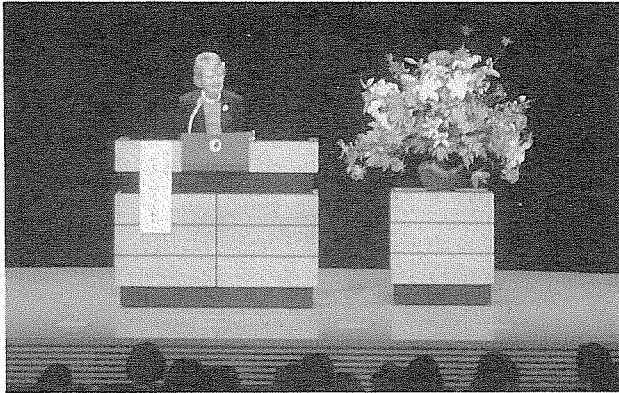


写真1 特別講演をするダイアン・ダマノスキー女史



写真2 満員の人で賑わうポスター会場

表1 プログラム

日時：平成12年6月6日(火) 10:00~17:00

会場：東京国際フォーラム ホールC

総合司会 渡邊 信(生物圏環境部)

10:00~10:10 開会挨拶 国立環境研究所長 大井 玄

10:10~12:10 第一セッション 司会：笹野泰弘(大気圏環境部)

「便利なくらしと大気汚染～都市大気汚染と酸性雨～」

"Convenient life and air pollution from urban air pollution to acid rain"

「都市での快適な暮らしがもたらしたものの…大気汚染」

若松伸司(地域環境研究グループ)

「東アジアの経済発展により広がる酸性雨の脅威」

村野健太郎(地球環境研究グループ)

■招待講演 「東アジア地域における大気汚染と日本の役割」

米本昌平(三菱化学生命科学研究所科学技術文明研究部長)

12:10~13:50 昼休み(ポスターセッション)

13:50~14:50 特別講演 \*同時通訳あり 司会:渡邊 信(生物圏環境部)

「環境ホルモンが提起する重大な問題に、私たちは立ち向かう準備ができていますか」  
ダイアン・ダマノスキー(ジャーナリスト)

14:50~16:50 第二セッション 司会:彼谷邦光(化学環境部)

「環境ホルモン(内分泌かく乱化学物質)とダイオキシン」  
"Endocrine Disruptors and Dioxins"

「ダイオキシン類の生成から処理にいたるまで」

森田昌敏(地域環境研究グループ)

「有機スズ化合物による巻貝の性のかく乱」

堀口敏宏(化学環境部)

■招待講演 「環境ホルモン影響の最近の話題:ヒトへの影響の可能性」

森 千里(千葉大学医学部教授)

16:50~17:00 閉会挨拶 国立環境研究所副所長 合志陽一

(ポスターセッション・テーマ)

1.温室効果ガスの排出量と地球温暖化の影響を予測する/2.突然のエルニーニョ終息の謎を探る/3.レーザーレーダーで熱帯西太平洋上のエアロゾルと雲を探る/4.北極オゾン層の変化を衛星センサーILASで捉える/5.オゾン層破壊をもたらす化学反応を探る/6.フェリーと衛星回線を使って海洋環境をリアルタイムで監視する/7.ユーラシア北東域1千万年の環境変動をバイカルに見る/8.遺伝子組換えを行った魚で変異原物質を検出する/9.ダイオキシンは甲状腺ホルモンを減少させるか/10.小型焼却炉を使ってダイオキシンの生成条件を調べる/11.廃棄物埋立地排水の毒性を新たな手法で調べる/12.ディーゼル排気は体の機能を損なうか/13.湖沼では分解しにくい溶存有機物が増えている/14.バイオ・エコエンジニアリングで水環境を修復する/15.微生物による海洋油汚染浄化は微生物生態系をかく乱する/16.受粉用バチの導入が在来バチの生態をかく乱する/17.自然界の多様な微細藻類を見る/18.超低周波電磁界の人体に与える影響を検証する/19.景勝地に訪れる人の意識と行動をどのように調べるか/20.地球環境研究センターの活動/21.環境情報センターの活動



## 波照間ステーション一般公開報告

地球環境研究センター

研究管理官 藤沼 康実

環境月間行事の一環として、人が居住する我が国最南端の島「波照間島」（沖縄県八重山郡竹富町字波照間）に所在する「地球環境モニタリングステーション-波照間」で、施設の一般公開を実施しましたので、その結果を報告します。

波照間ステーションでは、人為的影響の少ないベースラインレベルの温室効果ガスなどを高精度に自動観測しており、北半球中緯度地帯の太平洋西海岸域に所在する観測拠点として世界的にも注目されています。このステーションは、無人観測施設であり、島の人々の協力・支援によって、円滑に観測が行われています。

一般公開は、毎年実施する施設の定期整備に合わせて、2000年（平成12年）6月16日（金）の午後に開催し、今回が2回目となります。

今回の公開では、施設内の観測設備の案

内、および地球環境モニタリングの活動や成果概要をパネルで紹介しました。一般公開には、約80名の見学者があり、沖縄本島から来られた方も2名おりました。また、島内の波照間中学校の全生徒・職員や、「オバァー」（尊敬を込めた「老婦人」の沖縄地方の方言）の見学もあり、いつもは閑散としている島内の光景からは想像できないような賑わいでした。なお、今回の一般公開については地元報道機関でも紹介され、琉球テレビやNHKテレビ（九州・沖縄版）では、ニュースで放映されました。夜には、島の人々との交流会を開催し、地酒を酌み交わしながら親交を深めました。

地元の理解を得るためには、今回のような催事は不可欠であり、今後も機会があるたびに何らかの交流の場を企画したいと考えています。

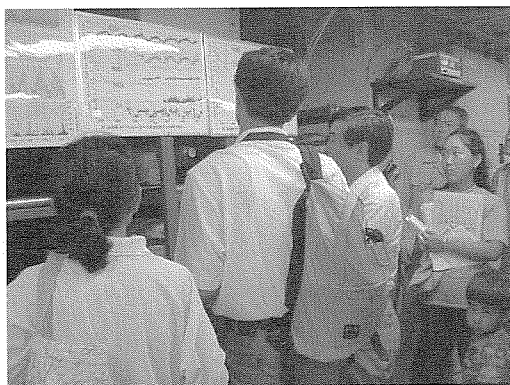


写真1 施設内での観測データの説明



写真2 屋外で施設の説明を熱心に聞く  
波照間中学校生徒

地球環境研究センターを1から知ろう

## 衛星観測プロジェクトにおける 地球環境研究センターの役割

地球環境研究センター

研究管理官 横田 達也

### 1. はじめに

人工衛星による地球環境観測には、大気、陸(植生、砂漠、都市)、水(湖沼・海洋)など、一般には多くの対象がありますが、国立環境研究所で「衛星観測プロジェクト」といえば、環境庁(地球環境部)と国立環境研究所が協力して推進している「衛星センサーILAS関連のプロジェクト」に特定されます。もちろん、国立環境研究所ではNOAA衛星の受信システムなどの観測システムの整備や植生や湿地環境に関する研究も行われていますが、10年以上の長期に渡り、センサーの開発からデータ処理、データ利用研究までを一貫して推進してきたプロジェクトで、その予算規模も大きいので、これを「衛星観測プロジェクト」と呼んでいます。

### 2. 衛星観測プロジェクトの起源

今から10年ほど前の地球環境問題として、世界の最大の関心事の一つに「オゾン層破壊」の問題がありました。国産の地球観測プラットフォーム技術衛星ADEOSに搭載するセンサーとして、環境庁がオゾン層観測センサーILASを提案し、採用されたのが1989年です。当初はILASによる運用観測の開始が1995年に定められたため、環境庁では、すぐに機器の詳細な仕様決定についての議論が始められました。これには、国

立環境研究所と環境庁の各担当者のほかに、文部省宇宙科学研究所の研究者の方とセンサー開発メーカーが加わり、科学的に有用なデータを測定するセンサーの製作に向けて熱心な議論が進められました。一方、国立環境研究所では、ILASデータ処理のための手法(アルゴリズム)開発と計算機システムの開発導入のため、1989年から実質的なプロジェクトチームを編成して研究を進めていました。このプロジェクトの推進チームを、正式に組織として編成したのは、国立公害研究所から国立環境研究所に名称を変更し、組織を大幅に改編した1990年7月です。当初、地球環境研究グループ・オゾン層研究チームの中に発足しました。その後、1991年に同グループ・衛星観測研究チームとして分離し、ILASに関する研究開発が本格化しました。また、ADEOS衛星には、地上からレーザー光を衛星に向けて照射し、その反射光を解析して途中光路のオゾンの分布やフロンのカラム量を測定するための反射鏡である、RISも搭載され、その研究開発は国立環境研究所の大気圏環境部・高層大気研究室で進められました。

### 3. 衛星観測プロジェクトの役割

衛星観測プロジェクトでは、ILASデータ処理のためのアルゴリズム開発研究と計算

機システムの開発導入作業のほかに、海外の研究者や大学の研究者を含むILASサイエンスチームの運営支援、センサーの地上試験への協力、検証実験実施への計画策定と準備作業なども積極的に実施してきました。また、1996年8月の衛星打ち上げ後は、ILASのデータ処理上のアルゴリズム改訂研究やILASデータを利用したオゾン層関連の研究、検証実験の実施や検証データの解析などを行っています。国立環境研究所では、1995年度からはILAS-IIプロジェクト、1999年度からはILAS-II後継機であるSOFISプロジェクトが開始され、これらも合わせて、衛星観測プロジェクトでは総合的に研究や業務を実施しています。

#### 4. 地球環境研究センターの役割

地球環境研究センターは、発足当初の1990年から、地球環境モニタリング業務の一つとして、ILAS・RIS衛星データ処理運用施設(以下、ILAS&RIS DHF。DHFは、Data Handling Facilityの略)の開発と導入に関与しています。1993年10月には、衛星担当の研究管理官として、神沢博氏(現大気圏環境部・大気物理研究室長)が文部省国立極地研究所から異動して着任し、衛星観測プロジェクトにおけるデータ処理システムの導入に向けての準備作業が本格化する体制となりました。神沢氏は、地球環境研究センターの研究管理官としての任務の他に、検証実験に関する様々な準備と、スウェーデン・キルナの 에스レンジ観測所においてフランスのCNESとの共同で行った、大規模な検証気球キャンペーンの計画実施のリーダーとしての任務も担っていました。

ADEOSは1996年8月に打ち上げられました。ILAS&RIS DHFの導入は、その1年半前の1995年2月でした。ILAS&RIS DHFは、国

立環境研究所内に新しい研究棟(研究本館Ⅲ)が建設され、その棟内の温度・湿度がコントロールされている計算機室に設置される予定でしたが、それが完成するまでの2月から8月の7ヵ月間は、別棟の水理実験棟内にプレハブの簡易計算機室を作成して仮設置し、そこでデータ処理プログラムの開発と試験が進められました。

#### 5. ILASプロジェクトの思い出

1996年8月17日にADEOSが順調に打ち上げられた後、衛星に搭載されている機器一つ一つのチェック(稼働試験)が順番に進められました。ILASのチェックが始まった9月17日のことは、今でも忘れることができません。多くの研究プロジェクトの中にあつて、衛星観測プロジェクトの宿命とでもいおうか、他と違う大きな特徴は、衛星の打ち上げ成功と観測機器の正常稼働開始が、その後のプロジェクトの遂行には不可欠だということです。場合によってはそれまでの努力が一瞬のうちに水泡に帰することになります。ADEOSの打ち上げは、驚くほど順調に成功し、第一ハードルは無事突破しましたが、ILASの稼働試験時には全てが順調という訳ではありませんでした。ILASには太陽を追尾するための鏡を動かす機構(ジンバル)があります。それが衛星打ち上げ時の振動で壊れないようにブレーキによるロックがかけられています。打ち上げ後1ヵ月を経て、地上からのコマンドによって、そのロックシステムが解除されるはずでした。しかし、2度の解除指令にも拘わらず、解除の確認信号が得られません。関係者が相談の上、ADEOSが日本の上空付近を通過する次の周回軌道(地上局からの電波が届く範囲にある時)を待って、ブレーキリリースのコマンドを連続して何度も

打つこととなりました。そして、ようやくその作業の後、センサーからの解除信号が確認されました。このようにして、その後もいくつかのハードルを無事に越え、9月18日にILASの観測した初めての信号が届きました。準備していたILAS&RIS DHFによる処理出力として、可視チャンネルと赤外チャンネルのスペクトルデータ(注1)が得られました。チャートには、理論計算から予想されるスペクトルとほとんど差のないスペクトルが印刷されていました。理論通りのスペクトルが観測されて当然なのでしょうが、当時、データ処理アルゴリズムの開発を担当していた私は、それになぜか強い感動を覚えました。

その後、ILASは1996年11月から定常運用に入り、観測を順調に続けていました。しかし、ADEOSの太陽電池パドルの故障によって、ILASやその他の搭載センサーの全てが1997年6月30日に一斉に機能を失うこととなりました。それまでの約8ヵ月の運用期間に、地球の南北両極域付近で、ILASによる6,892地点の観測が計画され、6,743地点の観測データがILAS&RIS DHFに届きました。これらのデータの中には、観測が途中で終わっているものや欠損データもあり、処理バージョンによって若干変わりますが、約5,800件の正常な結果が、ILAS&RIS DHFからの処理プロダクトとして得られています。

1997年4月からは、神沢研究管理官の後任として横田が衛星担当の研究管理官の職に就きました。神沢研究管理官は、地球環境研究センターの総合化研究の担当に異動されました。横田は研究管理官となった後も、ILASのデータ処理アルゴリズム関連の研究を継続しています。

## 6. 衛星観測データの処理・提供とは

ILASの運用は1997年6月に停止してしまいましたが、その後のILAS&RIS DHFは何をしていたかについて、少し解説したいと思います。

ILASは極域オゾン層の破壊機構解明に役立つような、オゾンと関連物質の高度分布情報を定量的に測定することを目的としていました。したがって、データ処理の導出精度を含む測定の確からしさ(精度 precision と確度 accuracy)をきちんと示さなければ、世界の研究者から信用してデータを利用してもらえなくなります。その結果として、科学的根拠に基づいて策定される行政施策にも、ILASの観測結果が反映されないこととなります。そのため、確からしさをきちんと示し、データに大きな「ばらつき」や「偏り」がある場合には、データ処理アルゴリズムを改訂して、十分に信頼される結果を導出しなくてはなりません。この確からしさを推し量る指標を得るために「検証実験」が実施されました。検証実験とは、ILASの観測に合わせて、地上からオゾンゾンデ(注2)を上げて観測したり、大気球に気体成分測定器を搭載して、ILASとほぼ同時刻にILASと近い地点の大気を測定することです。南半球では南極の昭和基地で1996年11月から1997年2月までの間に23のオゾンゾンデによる観測データの取得が行われました。北半球ではスウェーデンのキルナに近いエスレンジにおいて、1997年の2月と3月に大規模な検証実験が行われ、この間に56のオゾンゾンデによる観測と17基の大気球による観測が行われました。ほかにも、ロシアのヤクーツクや米国アラスカのフェアバンクスでもオゾンゾンデによる検証観測が行われました。このように、予定されていた検証実験のほとんどは1997年6月までに完了していたため、ILASのデータ

質を評価する情報は、ILASの運用期間中に得られていました。これは、衛星観測プロジェクトにおいて極めて幸運であったと言えます。検証実験データがなければ、ILASの測定処理結果の確からしさを推し量る術が無く、処理はしたものの研究に利用できるような信頼性の高いデータは導出できなかったかもしれません。ILASの検証データとしては、これらの検証実験データの他に、他衛星センサー(例えば米国のSAGE-IIやHALOE, POAM)のデータが利用できます。同一時期の近い観測点の観測結果を個々に、あるいは統計的に比較することで、両者の傾向の違いを知ることができます。

ILAS&RIS DHFでは、観測スペクトルの非線形最小二乗推定により、オゾンなどの微量気体の高度分布を算出しています。これは次のように説明できます。高性能の計算機システムを用いて、宇宙で行われている観測系(注3)を計算機上にモデル化します。オゾンなどの複数の気体の高度分布を与えて、その条件でILASが観測すると予測されるスペクトルを理論に基づいて計算します。この理論スペクトルとILASの観測スペクトルとを比較し、スペクトルの不一致部分の方向とその程度の情報から、オゾンなどの存在量を自動的に調整し、再び理論スペクトルを計算して観測値と比較します。これを繰り返して不一致度がある程度小さくなった時に、仮定した複数の気体の濃度を解とします。このようにして、ある高度の複数の気体が同時に推定されます。通常、この繰り返しは、ある高度において5、6回で収束しています。この理論スペクトル計算の際に、モデルが誤っていると正しい結果が得られません。モデルには、気体の吸収特性や、装置の分光特性、観測時の大気屈折や大気中のエアロゾルなどの影響が

取り込まれています。これらの情報を、より精度の高いものにしたたり、新たに影響があると思われる因子を取り込むことが、アルゴリズムの改訂です。アルゴリズムの改訂が正しかったかどうかは、ILASの検証実験とILASデータとの比較から、両者の一致性が改善されたかどうかを見ることによって判断できます。このようにして、ILASの運用観測が停止してからも、データ処理アルゴリズムの改訂と観測データの再処理作業が続けられ、2000年夏までにILASの取得データを全て処理したVersionだけでも、Version 3.00, 3.10, 3.47, 4.20, 5.10 と6種類に及んでいます。以上のように、観測機器の開発・製作、センサーの観測運用、観測データの処理、検証実験の実施、処理アルゴリズムの改訂と検証比較が、個々に正しく完結して初めて、プロジェクトが順調に進行し、目的とする正しい観測結果を得ることができるわけです(図1)。

## 7. おわりに

2000年1月には、ILAS&RIS DHFはその5年間の任を終えて撤去されました。その間、このシステムはデータ処理アルゴリズムの

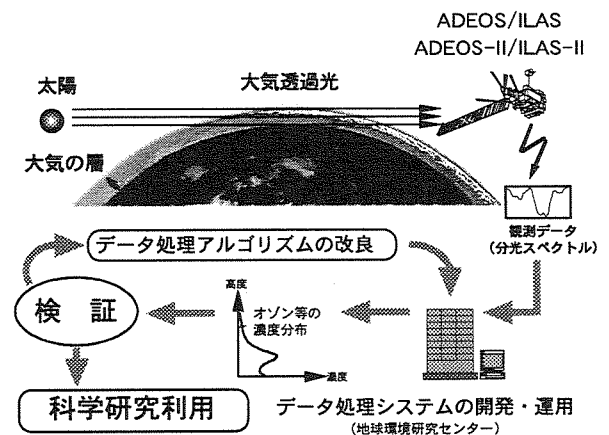


図1 衛星観測データの取得からデータ利用までの流れ

改訂研究とデータの再処理に十分に活用することができました。ILASの観測した1996年から1997年の北半球の冬季にはオゾン減少が大きく、興味深い年でした。ILASの最新データを用いた解析研究論文も報告され始めています。なお、ILAS&RIS DHFには、その開発と運用のための経費として多額の国家予算が投じられてきました。国民の税金によるこの経費は、たった8ヵ月間のILASのデータ処理のためだけに使用された訳ではありません。ILASの後継機であるILAS-IIが、環境観測技術衛星ADEOS-IIに搭載されて来年2001年11月に打ち上げられる予定であり、ILASのデータ処理で得られた貴重な知見は、ILAS-IIのデータ処理に100%活用されて引き継がれ、精度の高いデータが導出されるはずです。また、着実にそれを実施することが、衛星観測プロジェクトを担う我々の責務です。現在は、地球環境研究センターは「ILAS-II データ処理運用施設 (ILAS-II DHF)」の導入を終え、システムの改訂を行いながら来年度からの観測データ処理の開始に備えています。また、ILAS-IIのデータ処理運用が始まるまでは、ILASの観測データのアルゴリズム改訂と再処理に当システムを活用しています。今後は、ILAS-IIの後継機で、打ち上げが2006年頃と予想されるSOFISのデータ処理運用システムの開発・整備作業も本格化する予定です。地球環境研究センターでは、これらのプロジェクトが効率よく順調に進むために、業務を着実に遂行していくことによって、国民からの環境観測・環境研究への期待に応えていかななくてはならないものと認識しています。

なお、衛星観測プロジェクトではホーム

ページを開設して、広く一般の方にも情報を提供しています。ご興味をお持ちの方は、<http://www-ilas.nies.go.jp/> をご覧下さい。

(注1) 太陽光を分光して得られる、光の波長別の大気吸収の程度を示すデータ。

(注2) ゴム気球によって打ち上げる高度別のオゾン濃度の連続測定器で、通常は高度30~35km程度まで観測が可能。

(注3) 太陽光の特性から途中の大気の吸収・散乱や屈折、測定器の特性、取得データの頻度や精度までを含む観測に関する総合的なシステムのこと。

#### 略語一覧

**ILAS** : Improved Limb Atmospheric Spectrometer  
(改良型大気周縁赤外分光計)

**NOAA** : National Oceanic and Atmospheric Administration (アメリカ海洋大気庁)

**ADEOS** : Advanced Earth Observation Satellite  
(地球観測プラットフォーム技術衛星)

**RIS** : Retroreflector In Space (地上衛星間レーザー長光路吸収測定用リトロリフレクター)



**SOFIS** : Solar Occultation FTS for Inclined-orbit Satellite (傾斜軌道衛星搭載太陽掩蔽法フーリエ変換分光計)

**CNES** : Centre National d'Etudes Spatiales (フランス宇宙研究センター)

**SAGE-II** : Stratospheric Aerosol and Gas Experiment II (米国の衛星センサー)

**HALOE** : Halogen Occultation Experiment (米国の衛星センサー)

**POAM** : Polar Ozone and Aerosol Measurement (米国の衛星センサー)


 地球環境研究センター出版物等の紹介
 

下記の出版物が環境庁から発行されました。若干の残部が当センターにありますので、御希望の方は、郵便、FAX、E-mailにて下記【申込先】宛てご連絡下さい。

## 地球環境研究総合推進費平成10年度研究成果報告書

- ・A-1 衛星データ等を利用したオゾン層破壊機構の解明及びモデル化に関する研究
  - ・A-2 臭化メチル等の環境中挙動の把握と削減・代替技術の開発に関する研究
  - ・A-4 紫外線の増加が人に及ぼす影響に関する疫学的視点を中心とした研究
  - ・A-5 紫外線増加が生態系に及ぼす影響に関する研究
  - ・B-6 陸域生態系の二酸化炭素動態の評価と予測・モデリングに関する研究
  - ・B-7 北太平洋の海洋表層過程による二酸化炭素の吸収と生物生産に関する研究
  - ・B-8 地球温暖化に係わる対流圏オゾンと大気微量成分の変動プロセスに関する研究
  - ・B-10 地球温暖化によるアジア太平洋域社会集団に対する影響と適応に関する研究
  - ・B-11 温暖化の社会・経済的影響の評価と検出に関する研究
  - ・B-51 温室効果ガスの人為的な排出源・吸収源に関する研究
  - ・B-52 アジア太平洋地域における地球温暖化の局地植生への影響とその保全に関する研究
  - ・C-1 東アジアにおける環境酸性化物質の物質収支解明のための大気・土壌総合化モデルと国際共同観測に関する研究
  - ・C-2 酸性・汚染物質の環境-生命系に与える影響に関する研究
  - ・D-1 渤海・東シナ海における河川経由の環境負荷が海洋生態系に与える影響評価手法に関する研究
  - ・D-3 アジア大陸隣接海域帯の生態系変動の検知と陸域影響抽出に関する研究
  - ・E-1 熱帯環境林保続のための指標策定に関する研究
  - ・E-2 熱帯環境保全林における野生生物の多様化と持続的管理のための指標に関する研究
  - ・E-3 熱帯林の環境保全機能の評価に関する研究
  - ・F-1 野生生物集団の絶滅プロセスに関する研究
  - ・F-4 生物多様性保全の観点からみたアジア地域における保護地域の設定・評価に関する研究
  - ・G-2 中央アジア塩類集積土壌の回復技術の確立に関する研究
  - ・H-4 アジア地域における人間活動による広域環境変化と経済発展の相互影響に関する研究
- 地球環境研究総合推進費平成10年度終了研究成果報告集(英語版)

・Global Environmental Research of Japan (Final Reports for Projects Completed in 1998) PART 1

・Global Environmental Research of Japan (Final Reports for Projects Completed in 1998) PART 2

地球環境研究総合推進費平成10年度研究成果報告集(中間報告)(英語版)

・Global Environmental Research of Japan in 1998

なお、上記以外の報告書等についても、残部があるものにつきましては送付いたしますので、御希望の方はご連絡下さい。

## 【申込先及び問い合わせ先】

地球環境研究センター総合化・交流

TEL:0298-50-2347, FAX:0298-58-2645, E-mail:cgercomm@nies.go.jp

〒305-0053 茨城県つくば市小野川16-2

## 第8回スーパーコンピュータによる地球環境研究発表会

国立環境研究所のスーパーコンピュータシステムは、当研究所の研究をはじめ、国内外の地球環境研究者の利用に供されています。今回の研究発表会は、地球環境研究センターが保有するスーパーコンピュータシステムを利用した地球環境研究の最新の成果の紹介、利用者間の意見交換などを行います。多くの方のご参加をお待ちしております。

日時：平成12年9月18日(月) 10:00～17:30

場所：国立環境研究所中会議室（茨城県つくば市小野川16-2）

主催：国立環境研究所 地球環境研究センター

問い合わせ先：国立環境研究所 地球環境研究センター 総合化・交流

〒305-0053 茨城県つくば市小野川16-2

Tel : 0298-50-2347, Fax : 0298-58-2645, E-mail : cgercomm@nies.go.jp

### ■ プログラム ■

- 10:00～10:10 開会挨拶（国立環境研究所長 大井玄）
- 10:10～10:30 アジア縁辺海と太平洋との海水、物質交換  
北村佳照（気象研究所）
- 10:30～10:50 崩壊する気液界面を通してのCO<sub>2</sub>輸送に及ぼす気泡の効果  
小森悟（京都大学）
- 10:50～11:00 休憩
- 11:00～11:20 大気海洋結合モデルによる最終氷期のシミュレーション  
村上茂教（気象研究所）
- 11:20～11:40 灰色大気に覆われた惑星の全球凍結条件  
石渡正樹（北海道大学）
- 11:40～12:00 水惑星GCMによる暖水域応答実験：アンサンブルを用いた循環構造の抽出  
林祥介（北海道大学）
- 12:00～14:00 昼休み
- 14:00～14:20 CGER/NIES 3次元化学モデルの開発  
秋吉英治（国立環境研究所）
- 14:20～14:50 IPCC第三次評価報告書に関連した気候感度実験  
野田彰（気象研究所）
- 14:50～15:10 CCSR/NIES AGCMによる1998年夏のアジアモンスーンのシミュレーション  
木本昌秀（東京大学）
- 15:10～15:30 多種類のエアロゾルによる気候影響を考慮した場合のIPCC SRESシナリオに基づく将来の気候変化見通し実験  
野沢徹（国立環境研究所）
- 15:30～15:40 休憩
- 15:40～16:00 Atmospheric CO<sub>2</sub> simulations with Transcom 3 experiment protocol  
Shamil Maksyutov（地球フロンティア研究システム地球変動研究所）
- 16:00～16:50 Computational design of a global-through-urban scale air pollution/weather forecast model and application to the SARMAP field campaign  
Mark Z. Jacobson (Stanford University)
- 16:50～17:20 スーパーコンピュータの現状  
塚越眞（NEC）
- 17:20～17:30 閉会挨拶（国立環境研究所地球環境研究センター長 合志陽一）

\* なお、17:45より所内食堂にて懇親会を開催します。

## 地球環境研究センター(CGER)活動報告(6月)

### 地球環境研究センター主催会議等

2000. 6. 15～16 波照間ステーション施設一般公開(藤沼研究管理官・田代係員・勝本特別流動研究員/沖縄)
- 16 第2回次期コンピュータシステム検討委員会(清水研究管理官・宮部係長/つくば)
- 29 地球環境研究センターデータベース業務に係るヒアリング(井上総括研究管理官・山形研究管理官・酒向係員/つくば)

### 所外活動(会議出席)等

2000. 5. 31～6. 2 第6回大気化学討論会(井上総括研究管理官/三重県)  
温室効果気体や反応性大気微量成分などを対象とし、観測・実験・モデルの研究発表が行われた。シベリアにおける湿原からのメタン放出、航空機観測、モデルに関する発表を行った。
6. 5 平成12年度第1回全公研酸性雨調査研究部会(酒向係員/東京)  
自治体の公害研究所等からの出席者26名により、全国公害研協議会による第3次酸性雨共同調査結果について、とりまとめの方針や今後の作業スケジュール等についての議論が行われた。当センターはオブザーバーとして出席。
- 6 国立環境研究所公開シンポジウム  
内容については掲載記事(国立環境研究所公開シンポジウム—21世紀への環境研究のプロローグ—概要(速報版))を参照。
- 7 CELSS学会に出席及び発表(藤沼研究管理官・勝本特別流動研究員/東京)  
CELSS(Controlled Ecological Life Support Systems)学会平成12年度学術講演会(6～7日東京工業大学)に参加し、講演した。講演題目は「北海道カラマツ林における二酸化炭素フラックス観測」(藤沼)、「インターネットを利用した地球環境モニタリングデータ提供システム」(勝本)。
- 9 第2回独立行政法人国立環境研究所あり方専門委員会(井上総括研究管理官/東京)  
国立環境研究所の問題点、行うべき研究の範囲と内容、環境省との連携、資金確保などについて検討が行われた。
- 9～11 土木学会環境システム委員会地域シンポジウム(一ノ瀬主任研究員/京都)  
市民参加による環境まちづくりが各地の自治体で取り込まれ、多くの実績が蓄積されつつある。環境月間行事の一環として京都市において標記シンポジウムが開催され、先進的な取組事例として、「ドイツの環境都市」について紹介し基調講演を行った。
- 12 アジア・アフリカ地域における砂漠化・土地荒廃防止に関する調査検討委員会(清水研究管理官/東京)  
砂漠化対処条約早期警戒体制アドホックパネル、TPNI国際ワークショップ、本委員会報告書等に関する検討を行った。
- 12～15 第12回気候変動枠組み条約締約国会合(山形研究管理官/ドイツ)  
COP6における吸収源に関する政治的な意志決定に向けた準備段階として、各国の政策オプションごとにどのような活動ポテンシャルがあるかを報告する事となった。そのためのフォーマットづくりのための議論が実施された。
- 16～18 地球環境変動の制度的側面プロジェクト国際科学運営委員会合(山形研究管理官/ノルウェー)  
IHDPの新プロジェクトである地球環境変動の制度的側面(IDGEC)プロジェクトに関する検討を実施した。炭素管理をはじめとする4つの研究プロジェクトを今後どのように国際的に推進していくかについて、IDGECの科学運営委員(SSC)とIHDP議長のアムステルダム・イェーガーとで議論を実施した。
- 17～24 砂漠化防止対策に関する中国での取り組み調査及び砂漠化指標の検討(清水研究管理官/中国)  
中国内モンゴル地域のシリングラ草原生態研究ステーションやモウス砂漠生態研究ステーションを訪問し、砂漠化の現状とその指標について、また砂漠化防止・回復対策に関する中国の取り組みについて検討した。なお、国連砂漠化対処条約のフォーカルポイントである中国林業科学研究院や、中国科学院植物研究所、北京師範大学などの研究者と、今後の砂漠化問題に関する研究協力の推進について議論した。
- 19～21 第6回隔年 HITRAN データベース会議(横田研究管理官/アメリカ)  
大気の放射伝達計算に必要な分子分光データベースに関する会議で、ハーバード・スミソニアンセンターで開催された。口頭発表：22件、ポスター報告：34件、参加者：50数名。当センターからはILAS/ILAS-IIプロジェクトにおける研究発表と情報収集を行った。

2000. 6. 20 地球・人間環境フォーラム創立10周年記念式典(井上総括研究管理官/東京)  
市川初代地球環境研究センター長(現人事官)の講演、岡崎初代理事長(現神奈川県知事)の挨拶などフォーラムの10年の歴史と今後の役割が浮き彫りになった中で、地球環境研究センターの名も随所に。
- 22 落石岬ステーションにて道主催のエコスクール開催(藤沼研究管理官・高田課長補佐/北海道)  
6月の環境月間行事の一環として、北海道根室支庁及び根室市教育委員会が地元の小学生を対象にして、落石岬ステーションにおいてエコスクールを開催しこれに協力した。快晴のもと、野外とステーション内で、地球温暖化について学習してもらった。
- 22~23 第23回大気透過モデル会議(横田研究管理官/アメリカ)  
米国の開発している汎用の大気放射伝達計算コードであるMODTRANとFASCODEに関する会議。口頭発表:26件、参加者:56名。MODTRAN4に関する研究報告が中心であった。当センターからはILAS/LAS-IIプロジェクト用に情報収集を行った。
- 23 次期スーパーコンピューターシステムに係る打ち合わせ(井上総括研究管理官・宮部係長/東京)  
地球フロンティア研究システムの松野システム長らと地球シミュレータと地球環境研究センターのスパコンの役割分担など率直な意見を交換した。
- 26 FACE 2000 Conference(清水研究管理官/つくば)  
地球温暖化の原因物質である二酸化炭素濃度上昇が植物に及ぼす影響を検討するための野外開放系実験(FACE: Free Air CO<sub>2</sub> Enrichment)の研究発表会に参加した。日本では、農業環境技術研究所がイネに関する発表を行ったが、欧米では、草原や樹木などを対象とした研究発表がなされた。第13回地球環境研究者交流会議「二酸化炭素と植生」にも参加した外国人等もおり、活発な議論を行った。
- 28~30 The Asian Regional Thematic Program Network on Desertification Monitoring and Assessment (TPN1) Workshop 出席(清水研究管理官・宮部係長/東京)  
砂漠化対処条約(CCD)のアジア地域活動としてテーマ別プログラムネットワーク(TPN)がある。砂漠化防止への、科学技術面からの協力の推進を目的として、砂漠化のモニタリング及び評価をテーマにTPN1ワークショップが開催された。アジアを中心とした各国の専門家が、自国の現状や、早期警戒システム等を含めた対策などについて発表・討議を行った。今回の成果を本年12月開催の砂漠化対処条約第4回締約国会議(CCD-COP4)に報告することなどが承認された。本会議には準備段階から参画するとともに、砂漠化モニタリングや砂漠化指標に関する共同発表を行った。
- 30 日本建築学会地球環境委員会シンポジウム出席(一ノ瀬主任研究員/東京)
- 30 土木学会環境システムシンポジウム講演(一ノ瀬主任研究員/東京)  
「自然を活用した要素技術」について研究者が最近の研究成果を発表し、それをもとに「自然を利用した都市づくり」の可能性と今後の研究課題について討議を行った。

見学等

2000. 6. 5 ダイアン・ダマノスキー(NIES公開シンポジウム特別講演者)(1名)
- 14 韓国浦項産業科学研究院院長外(2名)
- 20 韓国国際協力事業団(JICA・KOICA)  
第三国研修「水質改善コース」研修(20名)
- 21 櫻井大気保全局企画課長外(6名)
- 23 JICA「環境管理セミナー」研修(10名)

2000年(平成12年)9月発行

編集・発行 環境庁 国立環境研究所  
地球環境研究センター  
連絡先 総合化・交流

〒305-0053 茨城県つくば市小野川16-2  
TEL: 0298-50-2347  
FAX: 0298-58-2645  
E-mail: ogercomm@nies.go.jp  
Homepage: <http://www.nies.go.jp>  
<http://www-cger.nies.go.jp>

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は禁じられています。