

地球環境研究センターニュース

Center for Global Environmental Research



【バイヨン寺院観音像（アンコールトム・カンボジア）（18ページ参照）】

2005年(平成17年) 1月号 (通巻第170号) **Vol.15 No.10**

目次

地球温暖化研究イニシャティブシンポジウム「気候変動研究の現在と将来戦略」報告
社会環境システム研究領域 領域長 原沢 英夫

ブループラネット賞受賞者による記念講演会報告
米国海洋大気庁高層大気研究所 上級研究員 スーザン・ソロモン博士
環境と開発に関する世界委員会 委員長 / 元ノルウェー首相 / WHO名誉事務局長
グロ・ハルレム・ブルントラント博士

地球環境研究up-to-dateインタビュー 第20回
環境と開発に関する世界委員会 委員長 / 元ノルウェー首相 / WHO名誉事務局長
グロ・ハルレム・ブルントラント博士

国立環境研究所で研究するフェロー：新津 潔（地球環境研究センター NIESアシスタントフェロー）

山形とコロラドから地球温暖化を考えるシンポジウム開催報告
GCPつくば国際オフィス 事務局長 ペネロピ・キャンナン

地球環境研究センター出版物等の紹介

地球環境研究センター活動報告(12月)

観測現場から - つくば -



地球温暖化研究イニシャティブシンポジウム 「気候変動研究の現在と将来戦略」報告

社会環境システム研究領域 領域長 原沢 英夫

1. はじめに

2004年11月30日に、地球温暖化研究イニシャティブ(以下、温暖化イニシャティブ)の「気候変動分野」のシンポジウム「気候変動研究の現在と将来戦略」が、国連大学において開催された。約180名の参加を得て、盛大なシンポジウムとなった。温暖化イニシャティブの「気候変動分野」には、温暖化総合モニタリング、将来予測・気候変動研究、影響・リスク評価研究、対応政策研究の4つのプログラムがあり、平成16年度には91課題が登録されている。開始以来2年半が経過し、各プログラムで顕著な成果が出始めており、得られた研究成果を现阶段でとりまとめるとともに、温暖化研究者ばかりでなく、広く一般の方々にも成果を報告し、さらに研究を戦略的に進めようという目的で開催された。本稿では、本シンポジウムの概要について報告する。

2. 挨拶と総合報告

薬師寺泰蔵議員(総合科学技術会議)による挨拶が予定されていたが、所用のため、欠席となった。中野政詩委員長(日本学術会議地球環境研究連絡委員会)の挨拶：

国内外における地球環境研究の重要性、緊急性を認識し、様々なルートで研究するとともに、総合化することが重要である。日本学術会議は、国際学術連合会議(ICSU)のナショナル委員会の位置づけであり、例えば、地球圏-生物圏国際協同研究計画(IGBP)を推進するなど、常に科学の全体を見渡し、科学的研究の方法は如何にあるべきか検討を続けている。日本学術会議は、研究成果を総合化して地球環境問題解決に役立てるために「パートナーシップ」をこの数年掲げて努力してきたが、現在、「社会のための科学」をキャッチフレーズとして新しい体制を構築しつつある。地球環境研究のコミュニティは、分析、評価、融合、将来展望を検討していく必要があり、総合科学技術会議と日本学術会議は、車の両輪として密接に関連しな

がら、科学研究を進めていくことが肝要で、本日のシンポジウムはまずその一歩と位置づけられよう。安井至副学長(国連大学)の挨拶：

国連大学は世界14カ所に研究所・研修所があり、途上国の人材育成を行っている。副学長として環境と持続可能な開発プロジェクトを担当しており、もう一人の副学長が平和と統治を担当している。問題をとりあげ解決の方向を示すことと、分野にまたがる領域や未来を見越した問題領域の発見や予測を行っている。これまでの環境研究はまず国内に目が向き、つぎに国際、例えば、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)への貢献などを目指してきた。国連大学は、アジア、特に南アジア、アフリカ、太平洋・インド洋の小島嶼国の問題にも貢献が求められている。温暖化が進むとこうした国々から環境難民が出ることにより世界全体の安全性が損なわれる可能性もある。本シンポジウムでは災害に関する研究発表もあるが、今後、南アジア、アフリカなどを対象とした研究も是非進めて欲しい。もう一つの期待は、専門分野の研究から一歩進めて、「竹林の七賢人」方式で、未来について歓談しその結果を公表する、そうした異なった専門領域が議論する場としてもイニシャティブを活用して欲しい。

小池勲夫座長の総合報告「わが国の気候変動研究の到達点と課題」：

2002年4月に活動を開始した温暖化イニシャティブは、従来のプロジェクト指向の研究から、イニシャティブ-プログラム-プロジェクトの階層をもつシナリオ指向型の研究を進めてきた。2年半がすぎ、4つのプログラムがそれぞれに、また連携して進めてきた研究の成果が得られた。現時点での研究成果を報告書としてまとめるとともに、各プログラムから3~4課題の成果について発表してもらい、これらを踏まえて今後の温暖化研究の戦略的推進について討論したい。

温暖化イニシャティブ(気候変動分野)の活動内容をまとめると、以下のようになる。

(1)各研究機関・大学の行っている地球温暖化に関する研究課題をとりまとめ、研究相互の連携を図るとともに、わが国の地球温暖化研究に必要な研究分野や課題に大きな穴がないかなどを研究者の立場から検討する。

(2)わが国および国際的な地球温暖化に関する研究のレビューを行い、それをもとに今後の地球温暖化研究に対しての戦略のあり方を検討しとりまとめる。

(3)わが国の地球温暖化研究の成果についての広報活動を国内的、国際的に行う。

各プログラムが上記の方針にそって研究を進めてきた。各プログラムの目標、到達点、今後の課題(省略)を踏まえて、温暖化イニシャティブ全体としての今後の課題は以下のとおりである。

気候変動研究の研究推進体制を整備すること
国際協力と国内研究の連携、資源配分機関との連携での統合的推進

アジア・オセアニアなどとの国際的連携を強化すること

わが国の主体的な取り組み分野、地域の評価と国際共同研究での推進

資源配分の調整を適切に行うこと

戦略的研究計画の策定と資源配分、個別研究の取り込みと育成のバランス

地域から全球への視点を持つこと

各プログラムを統合した地域研究、日本から東アジア、全球への視点による統合化の推進

3. 観測・モニタリングプログラムの講演概要

3題の講演が行われた(写真参照)。

「衛星観測とモデルの結合による陸域生態系炭素収支の計測と評価」(安岡善文、東京大学)

気候変動における陸域生態系の役割、特に炭素循環の評価が重要になってきており、地域、大陸スケールの炭素循環を評価する研究が進んでいる。衛星や航空機によるリモートセンシングデータを活用することによって、より精度の高いモデル化と予測が可能となってきた。中核となるモデルとしては、日本で独自に開発された陸域生態系炭素循環モデルであるSim-CYCLEを用いている。衛星観測による葉面積指数(LAI)を用いたモデルの調整(ナッジング)によって、より高い精度でシミュ

レーションできる手法を開発できた。

「地球雪氷圏に見られる気候変化の兆候とその影響」(大畑哲夫、海洋研究開発機構)

氷河、氷床、海氷、積雪、凍土など、雪氷は、地球システムと水循環、エネルギー、物質循環を通じて関連している。いろいろなデータが集まってきたが、雪氷が気候システムの中でどう振る舞っているかシステムティックな研究は遅れている。積雪域はこの22年間で2%減っている。全陸地の20%を占める凍土も融解するなどの影響が出ている。今後の課題としては、1)実態把握、2)積雪、凍土、土壌、植生の相互作用、正確なフィードバックの把握が必要である。

「海面水位の長期変動について」(小西達男、気象庁)

平成15年度より開始された海面上昇の観測と過去の海面水位変動の解析について報告された。日本沿岸の検潮儀資料の解析から、日本沿岸の海面水位は20年程度の周期で変動しており、近年はこの100年でも高い水準にある。この要因としては偏西風の変動に起因する傾圧応答によることがわかった。その他に、日本近海の表層水温解析、海洋気象観測船資料の解析、数値モデルによる海面水位変動要因の解析、衛星資料による水位変動解析が進められている。

4. モデリング・気候予測の講演概要

「高分解能大気海洋モデルを用いた地球温暖化予測に関する研究」(住明正、東京大学)

IPCCの第四次評価報告書に貢献する気候モデルの中では、最高の分解能をもつ気候モデルの結果



が報告された。東京大学気候システム研究センター、国立環境研究所、地球環境フロンティア研究センターの共同研究であり、開発された気候モデルは、空間分解能100 kmである。将来日本の夏は暑くなり、真夏日が現在に比べて3倍程度に増加し、豪雨の頻度も増加すると予測されている。従来に比べて高解像度の気候モデルを開発し活用することにより、地形が良く表現され、地形に伴う現象が再現でき、梅雨前線が表現できるようになったことが挙げられる。2004年の日本は猛暑、集中豪雨、台風による影響が甚大であったが、気候モデルの予測では将来こうした異常気象が頻発すると予測されている。

「大気海洋結合モデルの高解像度化」(丸山康樹、電力中央研究所)

地球シミュレータを使った研究が発表された。米国大気研究センター(NCAR)が開発したコミュニティモデルをベースにした気候モデルであり、IPCCの排出シナリオ(SRESシナリオ：A1B, AB1)、温室効果ガス安定化濃度シナリオ(750 ppm, 550 ppm)、オーバーシュートシナリオ(2150年から2250年に750 ppmから550 ppmへ安定化濃度を減少させる)を用いた計算を行っている。オーバーシュートシナリオでは、当初750 ppmを目指して安定化をはかるが、後に550 ppmに変更しても、気温、海水体積、熱塩循環などは550 ppm安定化レベルの状態にほぼ復元する可能性が高いことが示された。しかし海面上昇については復元しないこと、生態系や社会への影響については考慮されていない。

「地球環境変化予測のための地球システム統合モデルの開発」(松野太郎、地球環境フロンティア研究センター)

地球環境システムの統合モデルの開発について発表された。地球シミュレータによる気候モデルに植生・海洋の吸収や気候変化のフィードバックなどをより詳細に組み込んだ気候モデルを中心として統合化が可能となった。全球炭素循環・気候結合モデル、あるいは地球システム統合モデルと呼ばれている。組み込まれる動的全球植生モデル、大気化学・気候変化結合モデルの開発が進められており、地球の炭素循環、気候変動との相互作用の解明が進むとともに、森林の吸収源などの評価に役立つと期待される。

「高精度・高分解能気候モデルの開発」(野田彰、気象研究所)

20 kmのメッシュ全球大気モデル(GCM20)および数kmの雲解像モデルによる最新の計算結果が示された。台風の発生から経路がシミュレートされており、気候モデルがよりリアルのものになってきたことが実感される発表であった。気候変化にともない台風は数が減るが、中心風力など規模が大きくなるとされていたが、GCM20によってもその傾向は同じであった。

5. 影響・リスク評価

「気候統一シナリオの開発と提供」(栗原和夫、気象研究所)

温暖化の影響評価のための地域気候モデルによる将来気候予測値(気候統一シナリオ)について発表があった。従来、温暖化の影響研究では大気大循環モデル(GCM)の将来予測の結果を使って計算していたが、日本のように国土の狭隘な国では、こうしたGCMでは空間的な解像度が粗いために、例えば、東京の影響といったスケールでの研究はできなかった。今回気象庁が開発して提供を開始した気候統一シナリオは空間解像度が20 kmであり、関東地方の将来気温などが手に取るようにわかるレベルまでの精度をもっている。

「地球温暖化による災害リスク算定」(和田一範、国土技術政策総合研究所)

気象庁の気候統一シナリオを活用した影響研究の事例が紹介された。現時点と将来時点の比較を行うことにより、各地で、渇水、洪水などの災害リスクがどう変わるかについて大変興味深い結果が得られた。今後、こうしたより空間精度の良い気候シナリオを用いた研究が一挙に進むことが予想される発表であった。

「温暖化の植生への影響 プナへの影響」(田中信行、森林総合研究所)

ブナ林への影響モデルを開発して、将来気候にどう影響がでるかを予測した。IPCCの予測している、2100年までに1.4~5.8 の気温上昇の中間値を想定した計算を行った結果、2100年ごろには日本のブナはほとんどが存在しえない、すなわち消失してしまうと予測された。また、今後温暖化の影響を樹種ごとに拡張していくためには、既存の樹

種などのデータが重要になる。そうしたデータベースの構築も行っていることが紹介された。

「温暖化の危険な水準・安定化濃度と影響研究の課題」(原沢英夫、国立環境研究所)

気候変動枠組条約の究極的な目標である大気中の温室効果ガス濃度と影響・リスクとの関係の研究の必要性が高まっている。安定化濃度と影響・リスクに係わるこれまでの研究成果を整理するとともに、今後の研究課題を示した。また、安定化濃度、気温上昇およびその速度を制約条件として排出量を逆推定するモデルの試算として、2100年において約2 上昇を達成するためには、温室効果ガス濃度を500 ppm以下に制限する必要があるといった知見が得られた。

6. 対応政策

対応政策のセッションでは、地球規模、日本、自治体レベルの対応策についての研究成果が報告された。

「京都以降の国際合意のあり方研究」(亀山康子、国立環境研究所)

ロシアの批准に伴い、2005年2月16日に京都議定書が発効する。先進国は削減目標を達成するために対策を強化することになるが、一方、第一約束期間(2008～2012年)以降の枠組みの議論が始まっている。議定書から離脱した米国、削減目標の達成は先進国の責任であるとする途上国の対応が重要になる。枠組み参加へのインセンティブや仕組み、実施可能な枠組みのオプション提示を目指している。京都議定書の評価が定まらないばかりでなく、評価基準自体に混乱がある。一方、次の枠組みについても多くの提案があるが、それらの整理が必要なこと、また、EUの排出量取引など実質的な活動が開始されていることから、いろいろな制度と将来枠組みを関連づけることも必要である。

「道路交通における二酸化炭素排出量の削減方策とその効果」(並河良治、国土技術政策総合研究所)

温暖化対策を進めるうえで、運輸部門の対策は中核である。これまでに開発した都市交通の環境負荷低減施策評価モデルを用いて、15の主要な対策オプションの検討を行った。東京では鉄道運賃の割引、福岡ではロードプライシング、宇都宮で

は環境税導入の効果が高いことがわかった。さらに施策の社会的受容性についての検討も進めており、行政、市民、企業が一体となって取り組むことの必要性が強調された。温暖化対策は広範多岐にわたるが、例えば、パークアンドライドの実験では、それまでバス等で通っていた人々が車を利用するようになるという逆効果もあることなど、対策評価の難しさを示していた。

「市町村のGHG算定と温暖化防止施策」(中口毅博、環境自治体会議環境政策研究所)

温暖化対策を進めるうえで温室効果ガスの推計は必須であるが、現在多くの市町村でそうした基礎的なデータさえももっていないのが現状である。そこで、市町村単位の温室効果ガスを既存統計データから推計する手法を開発して、その有効性について報告された。全市町村を集計した値は全国ベースで計算した値の9割であり、一部積算されていないエネルギーがあることからほぼ妥当な線であるとしている。人口10万人以下の中小都市が約4割を占めていることから、中小都市におけるCO₂排出特性に応じた温暖化対策を積極的に進めることの必要性が強調された。京都議定書の発効後は、国、自治体、企業、国民がそれぞれの立場でCO₂削減の対策を進める必要がある。市町村レベルのCO₂排出量が推定されたことにより、市町村レベルでの対策立案の具体化が期待される。

7. おわりに

各プログラムの関連研究の発表の後に、「気候変動研究の将来戦略」と題して総合討論が行われた。地球温暖化イニシャティブでは、約1年をかけて今後進めるべき温暖化研究の戦略をまとめ、イニシャティブの環境研究開発推進プロジェクトチームに提出した。本戦略が紹介され、今後の温暖化研究の方向性について議論された。総合討論の内容も含めて、本シンポジウムの講演内容や資料、講演概要集・研究成果報告集については、総合科学技術会議のホームページから順次公開されるので、是非一度閲覧いただきたい。

<http://www8.cao.go.jp/cstp/project/envpt/progmeet/ccra/top.html>

ブループラネット賞受賞者による記念講演会報告

2004年のブループラネット賞受賞者であるスーザン・ソロモン博士(米国海洋大気庁高層大気研究所 上級研究員)とグロ・ハルレム・ブルントラント博士(「環境と開発に関する世界委員会」委員長/元ノルウェー首相/WHO(世界保健機関)名誉事務局長)による記念講演会が、2004年11月12日、国立環境研究所大山記念ホールで行われました。以下は、講演内容の要約です。

*ブループラネット賞：地球環境問題の解決に向けて、科学技術の面で著しい貢献をした個人または組織に対して、財団法人旭硝子財団が毎年その業績を称えて贈る地球環境国際賞。(財団法人旭硝子財団ホームページより引用)

スーザン・ソロモン博士

最初に申し上げたいのですが、今回のブループラネット受賞はうれしい驚きで、私の人生の中で一番感動的な出来事のひとつとなりました。受賞は、長い間オゾン研究に努力してきた様々な国の科学者コミュニティを代表する形で私が頂いたのでと思っています。国境を越えたチームワークがなければできなかった仕事ですから。

オゾン層破壊をめぐる興味深い話をすべてカバーするには時間が短すぎますから、おおまかに、オゾン問題の歴史、つまり主要な研究業績についてお話し、それから、私自身の研究を他の研究との流れの中で説明したいと思います。その後、現在の私の研究について少し触れます。

過小評価されていたオゾン層破壊

オゾン層の安定性に対し関心が持たれるようになったのは、ローランドとモリーナの研究が発端でした。そして、CFC(クロロフルオロカーボン)製造が我々を紫外線放射から守ってくれる自然の盾であるオゾン層をいつか破壊してしまうかもしれないという認識により、関心はさらに高まりました。1974年、モリーナとローランドが世界にこの問題を警告したように、オゾン層破壊は非常に深刻な問題なのです。彼らは、CFCは、このようなサイクルの中で触媒として働いて反応を引き起こし、オゾン層を破壊する可能性があるという重要な指摘をしました。しかし、これらを気体のみを含む反応で説明しました。この理解に基づき、私たちは、成層圏オゾンは、50年から100年後の遠い将来、おそらく2、3%が減少すると予測したのです。つまり、ただの仮説にすぎず、影響も小さく、まだまだ先に起こる現象だと受けとめられた

のです。しかし彼らは、影響を及ぼしている分子の寿命が50年から100年と非常に長いということを目指しました。ですから、もしCFCがオゾン層を破壊するなら、私たちはすでに大気の変化を引き起こし、これを元に戻すには、数世代もかかるのです。

実は、彼らは、この影響を甚だしく過小評価していました。この過小評価は、英国の南極調査隊が1950年代から80年代にかけてのオゾン全量の測定値を発表した時、明らかになりました。英国隊は、最初の20年間は多少の増減はあるものの、非常に安定した10月のオゾン平均値を得ています。ところが、1980年代初めに急降下し、1985年までには、それまでのデータと比べて半分くらいにまで落ち込みました。

なぜ、オゾン層破壊が発生しているのでしょうか？ 私は、この問題に大変興味を持ちました。100年で数%などという話ではなくなり、1985年には50%の減少となりました。これとモリーナとローランドが提案した説とは根本的な違いがあります。そして、私は、美しい成層圏雲での化学反応が、このような驚くべき変化に影響しているのではないだろうかと考えるようになりました。私が考えたのは、貯留分子(reservoir species)である塩化水素と硝酸塩素の反応でした。CFCからつくられたこれらの分子が塩素を放出する段階では、オゾン層はある程度守られていますが、これらが破壊され、他の物質に変わる段階では、オゾン層破壊は加速されます。成層圏の低い場所では、ほとんどの塩素原子は安全な貯留分子に閉じ込められています。私が目をつけたのは、極域成層圏雲の表面で塩素分子をつくるような活性化が起こって

いるのではないかということでした。春に南極成層圏に日光が戻ると塩素分子が光分解し、塩素原子に分かれてしまいます。塩素原子は一酸化塩素をつくるようにオゾンに働きかけ、オゾンはばらばらになってしまうので、破壊の一途をたどるわけです。つまり、貯留分子が、非常に根本的な方法でオゾン層を破壊するように活性化されるという現象が起っています。モリーナとローランドの気体ベースの化学では、上層のオゾンのみが破壊されることとなります。気体ベースの化学では100年で数%の破壊にしかならない理由は、尻尾を少しかじったような状態ですから、オゾンのコラム全体では比較的小さな減少となってしまいます。しかし、極域成層圏雲がこれらの貯留分子を活性化し、中心部でオゾン破壊化学物質に変えるとすると、もっと大きな破壊が起こることになり、最も大きな影響が出る高度では、オゾンのほぼすべてが破壊され、消滅します。

南極上空のオゾン層破壊のメカニズムと北極との比較

冬の南極の成層圏では極域成層圏雲が発生します。この雲を構成する氷の表面に塩化水素が堆積し、硝酸塩素が持ち込まれると、その反応で塩素分子ができます。続いて、光がこの分子を分解し、塩素原子が出来ます。この時点で、オゾンは苦境に陥り、続いて一酸化塩素が2個くっついた二量体(dimer)がつくられます。そして、オゾンは破壊されて酸素分子になってしまいます。つまり、塩素原子が二つの大きな要因と一緒に働くということです。まず、日光ですが、これは南極の冬には存在しませんから、春だけに起こります。南半球の極地では、8、9、10月でしょう。もう一つの要因は、極域成層圏雲が発生するくらい非常に温度が低いということです。もちろん、南極は地球上で最も寒い場所ですからこのような極端な現象が発生します。このことが、何が起こりつつあるかを理解するうえで重要なかぎとなります。

昭和基地では、1960年代、70年代という早い時期からオゾンの鉛直分布が測定されてきました。私は、私自身の研究において、このデータを80年から86年の間の観測データと比較しました。そして、オゾン減少の鉛直分布は、日本の科学者が発見したものと非常に似ていることが明確になりま

した。でも、私の目を極域成層圏雲での化学反応に向けさせたのは、オゾン減少のプロファイルの形、これが特定の高度に限定されているという事実でした。ですから私は、昭和基地のデータにはとても感謝しています。

モデル化については、非常に優れたモデリングが可能だと私は思います。私たちが1986年に発表した論文での計算値は当時観測された数値よりやや少なくなっていますが、正しい形を捉えています。私たちはこの問題を研究し続け、現在では、非常に高レベルに達していると自負しています。オゾン層破壊をモデル化する能力は、減少の原因を理解していることを証明するために重要だと言えるでしょう。もう一つの関連要因としては、塩素原子が不活性化した形態から、オゾンを急速に破壊する活性化した形態に変えられるということだけでなく、これと同時に、二酸化窒素が抑え込まれることがあります。オゾンにとっては踏んだり蹴ったりというところでしょうか。二酸化窒素が十分あれば、活性化した塩素を貯留分子に戻すことができます。でも、塩化水素と硝酸塩素の化学反応で硝酸ができて極域成層圏雲に取り込まれるので、実際には二酸化窒素までが抑制されてしまいます。このことは、鉛直分布の形を決定するうえで重要です。

さて、ここで北極との違いを見てみたいと思います。3月の北極は9月の南極と似ていますが、人工衛星での観測によると、同じ季節の南極より北極のほうが一酸化塩素はずっと少ないことがわかっています。冬の初めに一酸化塩素が多少ありますが、基本的に北極のほうが変動は大きいということです。また、二酸化塩素の増加も測定されており、私自身もグリーンランドで測定しました。オゾン層の減少もあります。北極で気温が非常に低い年には、最大約25%のオゾンが破壊されています。でも、北極は春の早い時期、太陽が戻ってくる前に気温が上がります。南極の9月と比べ、北極では、3月に一酸化塩素が減っていることにその影響が現われています。つまり、北極では、南極のようなオゾンホールが形成されるだけの時間が無いということです。これが、南極にはオゾンホールがあるのに北極には無い理由です。

液体表面での化学反応

別の緯度、違うタイプの表面への影響を取り上げてみたいと思います。粒子は別に氷である必要はありません。時には、成層圏に液体の硫酸と水が存在することがあります。この状況は、特に火山噴火により発生しやすくなりますが、こういふときは、私たち科学者にとっては、液体表面での化学反応を研究する絶好のチャンス到来です。私はこの分野でもかなり研究をしました。南極の固体表面ほど有力ではありませんが、液体表面もオゾン層破壊に影響している証拠があると私は考えます。例えば、スイスの上空で観測されたオゾン層の減少は、1990年代初めフィリピンのピナツポ火山が爆発し、大量の液体エアロゾルが成層圏に発生したため、オゾン層が大きく破壊されました。変化は南極と似ていますが、オゾン層破壊の程度はずっと小さいのです。新しい表面化学は、オゾン層の観測や数値モデリングだけでなく、様々な温度、様々な状態の表面における反応速度に関する実験室での研究と密接に連携をとって進められます。その結果、重要なことは、液体表面が塩化水素を受け取ることができ、その後、塩素原子を自由にするために次々と反応が起こるということでした。これは、温度が200K以下の液体中でも起こりえます。極端な低温でなくても可能なのです。

オゾン層を保護する国際的な政策の成功

ブルントラント博士のような政策決定者たちの努力により、地球のオゾン層を保護するための政策が導入され、CFCの排出は劇的に減りました。80年代、90年代にかけて排出されたCFC-11は常に大量でしたが、政策決定者たちが国際的な協定を策定するのに成功した後は激減し、現在は毎年の排出量が以前より90%も減り、まもなくゼロになるだろうと思われまふ。しかし、排出量が減っているにもかかわらず、CFC-11の濃度は北半球も南半球も減っていません。これは、30数年前モリーナとローランドが指摘したとおり、気体寿命が50年もあると、排出をストップしても大気中には長く残るといふことです。他のCFCについても同じことが言えますので、オゾン層破壊は、今後数十年、おそらく2040年から2050年くらいまで続くでしょう。

オゾン層破壊と気候変動との関係

最後に、私が今非常に興味を持っているオゾン層と気候のつながりについてお話します。単なるオゾン層と気候の関係というよりは、地球大気圏の一部としての成層圏と地上の気候の関係というように、より広義なものです。オゾン層破壊は地球温暖化の原因ではなく、温暖化は二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスの影響です。太陽で暖められた地表面は赤外線を放射し、それが、ある程度大気中の分子に吸収され、エネルギーを蓄え、地球を暖めます。これが温室効果の原理です。これは、あらゆる惑星の温度に影響することは良く知られています。さて、オゾン層破壊はどのようにして気候に影響するのでしょうか？ オゾンが無ければ成層圏は存在しません。地表面から対流圏まで、例えば、山を登るように昇っていきると、気温は低下していきまふ。対流圏の一番上にある圏界面に達すると温度は一定となり、その上のオゾン層をのぼっていきると気温は上昇します。オゾンが紫外線を吸収し、空気を暖めるからです。つまり、オゾンは成層圏全体の保温組織となっていて、成層圏の温度に対し、重要な役割を果たしているのです。また、オゾン層は、それぞれの高度の様々な温度に左右されます。温室効果ガスや大気中の波動の強さにも左右される可能性があります。二酸化炭素が加わると対流圏の温度が上がります。地球表面を暖めるのですが、逆に、成層圏は冷却されます。

極渦がどんな風に作用するかをお話します。冬になると、極地の大気は外側の大気より低温なため、渦巻きのように回ります。これが極渦です。これとコリオリ効果、地球の自転がいっしょになり、回転する大気は高緯度地方にまで張り出します。ここで指摘したいのは、この渦が極に対して対称の時もあれば、ゆらゆらと緯度の低いところまで下がることもあるといふことです。これは気候に大きく影響します。北半球、南半球ともに、中緯度地方のすべてが影響を受けます。

また昭和基地のデータによると、70年代から現在に至るまで、オゾン層破壊の最も激しい高度では、オゾンがほとんどゼロになった年がたくさんあります。もし、オゾンが成層圏の熱源なら、それが無くなれば、当然、成層圏はずっと寒くなる

だろうと考えられます。ところで、昭和基地の科学者たちが、1960年以降、毎週毎週、オゾンの測定を続けてきた事実に対し、私はとても感動しました。すべての年の10月の全データをみると、一種の「知識の川」(river of knowledge)と言えます。観測をしているとき、彼らは、将来、これがどんな風に役に立つのか知るべくもありませんでした。データを見ると、60年代、70年代に遡ることができます。そして、人間活動が生み出してしまった驚くべき変化を示してくれるデータが、素晴らしく価値あるものだとわかります。私たちも、科学者として、この「知識の川」に貢献しているわけで、だからこそ、私も科学者であることに大きな満足を感じます。

さて、オゾンが激減すると南極成層圏の気温は低下します。全観測基地が記録した気温低下傾向は、本当に大きなものです。観測基地や季節によるばらつきはありますが、5 から10 の気温低下が起こっています。この冷却現象は、実際、下に下に伝わっていく力があります。最近このトピックは非常に高い関心を集めていて、特に、北半球に焦点をあてたポールドウィンとダンカーソンの研究は、地上の気候をある程度予測できるとしています。成層圏の渦が弱まり、気温が上昇するとき、この気温が、異なる高度や日によってどう違うかを観察しました。地上の天候と成層圏の間には相関関係があります。成層圏が暖められると、その約一カ月後、地上の気温も上がっています。統計を見ると、成層圏で何が起きているかわかれば、地上の天気や気候の予測が可能であることも明らかです。これを裏付けるように、逆に、成層圏の渦が低温の場合、地上気温も下がることがわかっています。

北極、南極ともに極渦が、過去数十年、平均して強くなっていることが観測から明らかになっています。つまり、寒い気候の方がよく起こり、暖かくなることはあまり無いということです。特に、冬の終わりと春がそうです。長い間、この現象には関心が集まってきました。渦の強さに影響する典型的な要因には海面温度がありますが、ある程度は、自然変動と言えます。しかし、はっきりした傾向が現われていますので、新しい何か、(オゾン層破壊、ひょっとしたら温室効果ガスの可能性

もあります)が、極渦が強くなるのを助けているだろうという説は定着しつつあります。私は、南極の渦が強くなると地上の気候がどうなるかにずっと興味を持っていました。南極の地表気温は、特に12、1、2月に下がっています。データを見ると明らかに気温は低下していますが、南極の半島部では気温が急上昇しています。いったい何が起きているのでしょうか？ 気温を見てみると、私たちがオゾン層破壊が原因で起きていると論じてきた現象と一致する構造になっています。オゾン層破壊は、なぜ、南極の地表気候において気温低下が起こるのかを知るための大きなかぎとなると私は考えます。これが新しい気候フィンガープリントであることはエキサイティングだと思います。気候問題と取り組むためには、この問題を地球全体の規模で十分に解明する必要があるでしょう。少なくとも、北極では本当に我々が考えているような気温上昇が起こっているのか、または、北極も、オゾン層の変化やその他の上空大気の変化のために冷却されているのかをはっきり知らなければなりません。そのためには、オゾン層の変動の理解は不可欠です。

そろそろ結論に移りましょう。非常に重要な疑問は、それまで観測されたものとは全く違うオゾンホールが成層圏に発生した2002年についてです。2002年の気温を見てみると、冬の1月(南極では7月ですが)から春にかけて気温の急上昇が起こっています。こんな気温はここ50年ほど現われていません。これは、単に1世紀に一度だけ起こる偶然だったのでしょうか。または、実際に、成層圏が温室効果ガスの増加のような対流圏での体系的な影響を受け始めているということでしょうか。本当にこれは大きな疑問で、今後、研究に力を入れるべき分野でしょう。

これまでの私の話のなかで、みなさんは、南極がオゾン層破壊を起こすユニークな化学環境であることを理解していただけたかと思います。南極のオゾンホールは、南極だけに発生する単一の現象であることは明らかです。そして、地表の気候に影響することも可能です。私は、南極の高地が冷却され、半島地域、南アメリカ最南端が温暖化している原因は、オゾンホールであると考えます。ここで、私たち気候を研究する科学者たちが直面

しなければならない難問は、単に全球平均について議論するのではなく、それを超えて、実際の高度、緯度、季節における気候変化のフィンガープリントを追及することだと私は考えます。でも、成層圏を理解する日が来るまでは、こんなことは無理でしょう。このことは、南極のケースを見ると明らかです。これについてはいくらでも喜んでお話しできるのですが、残念ながら時間切れのようです。ご静聴、ありがとうございました。

----- (質疑応答) -----

Q：ニューチャーチ博士が提起している、オゾン層の回復について、どうお考えですか？

A：オゾン層の回復程度を見ようとするとき、オゾンの全量ではなく、上部成層圏のオゾン濃度のみを見ている人たちがいます。この高度領域では、モリーナとローランドの提唱した気相反応によるオゾン破壊を研究しているわけですが、これは地上から大気上端までのオゾンの気柱全量(オゾン全量)を一番大きく変化させているものではありません。オゾン全量の大部分が変化している高度領域ではないのですから、オゾン層の回復という話をするのなら、注意が必要かと思えます。また、上

部成層圏では、現時点のデータを用いて太陽の影響を数量化するのはかなり難しいのです。ですから、ニューチャーチの議論の大きな問題のひとつは、オゾン層の回復を本当に見ているかどうか確信が持てないということです。高度40 kmの上部成層圏を見たときに実際に分かることは、気相反応にコントロールされている領域ですからあまり複雑ではない訳ですから、太陽活動の影響を除くと、総塩素濃度の増加速度が緩やかになったので、オゾン層破壊が緩やかになったことが見えたということです。ここで言えることは、オゾン層破壊がより悪化はしてはいないということだけです。現在、CFC-11濃度は増えていませんので、これは当然のことです。いろいろなタイムスケールを計算に入れなければなりません。それでも、基本的には、気相反応が優位な高度領域では総塩素濃度が一定になれば、オゾン濃度も一定になります。この高度領域では、火山やその他、私が前に述べた影響を気にする必要もありません。本当にオゾン層回復が起こっていると言っているわけではありません。この説は、少し誤解して受けとられているのではないかと私は思います。

グロ・ハルレム・ブルントラント博士

このような光栄な賞を受賞できたことを嬉しく思っています。旭硝子財団のブループラネット賞は地球、そして人間の未来にとって重要な問題に注目しているものです。

環境への投資は国の未来を決める - Ekofisk油田の事故を契機に

私は母、医師、そして政治家として、人と環境との関係、保健衛生と経済発展の関係に注目し、その結果として、すべての人の将来および福祉に対して投資をしなければ共通の未来はないという考えに至りました。それなしには持続可能な開発も繁栄も平和もあり得ません。社会的な正義、人間の尊厳、男女の平等、公正な社会についての価値観と信条が常に私の心にあり、国際的な観点からこの問題に取り組むようになりました。

35歳の時に転機が訪れました。一夜にしてノルウェー政府の環境大臣となったのです。私はまたとない機会を与えられたと思いました。そして、環境だけではなく女性の平等の権利、有給での産

休、社会における女性の役割について、ノルウェー国内だけではなく、世界的に議論を展開しました。

環境大臣だった1977年、結婚式のディナーがあった日の夜中に、北海のEkofisk油田で原油噴出の重大事故が起こったという電話を受けました。その時私は他の同僚ほど驚きませんでした。北海での石油掘削はパイオニア的事業で、リスクはあり得ると思っていたので、石油流出を防ぐ装置が必要だということを常に言っていたからです。幸い、不眠、不休という状態で事故の処理に取り組んだ一週間後に油田はカバーされ、環境に対するダメージも当初心配していた程ではありませんでした。しかし、ノルウェーの国民や政治家にとって、この事故は大きな転機となりました。環境問題は単に環境保存を訴える人たちの問題ではなく、国の経済発展の中心的課題であり、環境への投資は国の未来を決める投資の一部だということを理解しました。

若い環境大臣として、私は、問題の経済的側面を十分に理解しなければ、社会における本当の変

化を実現することはできないと思いました。そのためには科学的な事実を考慮に入れなければなりません。環境悪化による影響の正確なコストを分析し、数字で示さなければなりません。環境問題の政治的重要性が有権者にもわかってきた結果、政府も政治家も、産業界や消費者の行動を変えさせるインセンティブを導入することになりました。実際、しっかりした経済面での議論を展開していくことにより、政府も環境に投資するようになり、民間もクリーンな技術開発に投資するようになりました。各国の財務大臣や首脳も、環境政策がもたらす経済的発展に対する影響について理解せざるをえなくなりました。市場の失敗から、市場のもとでグローバルな利益を生み出すという状況に変化してきました。持続可能な開発が徐々に世界的な公共財となってきました。

注目される保健への投資 - HIV/AIDS問題を契機に

最近、私は保健、健康に関しても同じ様な状況が展開されていると考えています。長年にわたり道徳的な面は主張されてきましたが、実際には無視されてきました。ごく最近まで、財務担当の役人や経済学者たちは、保健、健康の問題を経済的発展の目標としても貧困削減の戦略としても重要視していませんでした。

しかしHIV/AIDSの問題が世界的に注目され、人々は目を覚まされました。これはノルウェー人にとってのEkofisk事件の衝撃と同じような影響をもっていました。この問題が、道徳、経済、社会、安全保障に与える影響についての議論が世界的に展開され、保健、健康がこれまでになかった形でとりあげられるようになりました。WHO(世界保健機関)の事務局長という責任ある立場であった私は、保健、健康をもっと広い観点から見ました。つまり、保健、健康という概念は単に医学にとどまらず、人間の生活、生命、進歩の中核に関わることだと考えました。

「我ら共有の未来」(注1)のなかで、二つの単純な問題提起をしています。どうしたら世界のすべての人のニーズに応えることができるのか、そして、将来の世代が私たちと同じ恩恵を受けられることをどうしたら保証できるのかということです。環境と開発に関する世界委員会では、地球の将来に対して投資することは経済的に意味があるということを実証しました。要するに、実際に被害が

起こってから修復するコストは、予防のためのコストよりずっと高いということです。

同じことが保健、健康についても言えます。世界で最も貧しい地域はグローバル化の恩恵を受けていません。1992年のリオの地球サミットでは弱かった声が、2002年のヨハネスブルグのサミットではとても強い声となりました。こうした声に耳を傾けなければなりません。そして、それに対して合意と協調された行動をとって応えていかなければなりません。確信を持って証明できることは、保健、健康に対する投資は見返りがあるということです。その貴重な資産そのものとして、また、経済発展、貧困の削減、環境保護の観点からです。世界の疾病の3分の1は深刻な環境問題から起きており、毎年何百万人もが亡くなっています。貧しい人々や最も弱い立場にある子供の生活を変えていくことができる保健、健康面での活動を拡大するためにどれくらいのコストがかかるかわかっています。私たちは、2000年の国連ミレニアムサミットにおいて、先進国、途上国双方の指導者により達成可能な目標を提議しました。

1970年代に深まった知識から「我ら共有の未来」へ

環境と開発に関する世界委員会が、ブランド委員会や私もメンバーだったパルメ委員会の報告をもとに活動を展開することができたのは幸運でした。ブランド委員会の「共通の危機」とパルメ委員会の「共通の安全保障」に続く次のステップは、「我ら共有の未来」でなければならぬということには私には明白でした。1970年代初め、ローマクラブは、初めて限りある資源が成長の限界をもたらすことを示しました。1972年のストックホルム会議は、この新しい脅威に国際的な形で初めて本格的に取り組みました。

1970年代を通して深まった知識は私たちの世代にとって新しいものでした。人類史上初めて、環境を破壊し、将来の世代の選択肢を減らしてしまうようなことが行われていたことがわかったのです。私たちの世代は、これから生まれてくる子供たちのためにも、環境に対する責任を担っていることを認識したのです。

しかし、途上国では先進国における環境に対する新しい意識について懐疑的でした。自分たちの発展の目標を阻むものだと考えていました。先進国は環境問題を顧みることなく何十年も発展を続

けてきました。途上国は、貧困の拡大、債務の増大、貿易に関わる条件が悪化し、世界市場にアクセスできないという悪循環に陥っていました。

「我ら共有の未来」が果たした役割 - 分析と勧告

私たちの報告書「我ら共有の未来」が果たした重要な役割は、環境と開発の関係をはっきりさせたことです。環境と開発は、これまで、国内外において別々の機関、別々の省庁で取り上げられていた問題でした。過去においては、環境保護の目標と経済発展の目標は相容れないものであり、先進国の利益は第三世界のニーズと対立していると思われていました。私たちの報告書はこの前提が間違っているということを証明しました。一言で言えば、環境保護と経済の発展の両方に注意を払わなければ維持できないのです。私たちが訴えたのは、環境資源ベースを維持し拡大する政策に基づく経済成長という時代です。環境と開発に関する世界委員会では、社会経済問題の解決なくして、環境への脅威に対応することはできないということを示したことで、グローバルなコンセンサスの基礎を築くことができました。より公正な国際経済秩序なくして地球環境を保護することはできないということ、資源基盤を脅かす世界の動向を放置していたら、より正当で平等な未来を築くことは不可能だということを確認しました。

持続可能な開発という概念は、将来の世代のニーズを損なうことなく、現在の世代のニーズを満たしていこうという考え方です。社会、経済、環境の面で進歩をもたらす政治的概念であり、国際協力とより多くの人々が参加する新しい時代を要求しています。自らの生活や将来に関する重要な意思決定に発言できるよう、政治の世界に積極的に参加しなければなりません。また、私たちの分析結果は、国際協力の重要性を促しました。対立ではなく協力することが、世界をよりよく管理・統治し、民主主義の基本原則を守り、経済、社会発展は持続可能でなければいけないという原則を守るビジョンを持つことができるのです。平和、民主主義、環境、発展は21世紀への私たち共通の課題の中核となるものです。

1987年頃と同様、私たちはいかに相互依存を強めているかを今も十分認識しなければなりません。報告書の中では、憂慮すべき傾向について明かにしました。今世紀のいつか、世界人口は現在の2倍

になると予測しました。これは主に途上国で起こることで、何らかの措置をとらなければ、貧困と環境悪化という悪循環がさらに増すだろうと指摘しました。先進国で起きている持続不可能な生産と消費のパターンを改めなければ、有限な天然資源に容認できない負担がかかるでしょう。豊かな北側の国に住む私たちは、たとえ最も裕福な人たちでさえ、このような恐るべき現実から逃避することはできません。たとえばオゾン層破壊がこのまま放置されれば、私たちはみな、紫外線の影響を受けます。世界中のどこでも、気候変動による干ばつや洪水、農業パターンの混乱は起こり得ます。何億人もの人が海面上昇の影響を受ける地域に住んでいます。風や海流によって世界中に広がっていく有毒物質は、人間の呼吸にも影響を与えます。温帯域から出る汚染物質が北極の食物連鎖のなかですで見つかっています。地球の資源を利用する方法やエネルギー開発と使用のあり方、経済発展のメリットを分配する方法を根本的に変えなければなりません。

私たちの安全は、軍事的な面だけではなく、経済的な繁栄、社会的な正義、生態系の安定に左右されるものです。歴史を顧みると、天然資源を巡って緊張や武力紛争が起こってきました。環境悪化を放置しておいたら、紛争のリスクは増していきます。私たちが集団として変えることができるかどうかには将来はかかっています。統合化された予防的措置をとらなければなりませんし、人間の紛争や苦悩の根本原因となるものに対して徹底的に対応しなければなりません。

貧困が最優先課題

貧困撲滅のためには妥協しない立場をとらなければなりません。第三世界においては、貧困が環境悪化の主要因となっています。貧しい人たちは生きることだけに精一杯で、木を切り、過放牧し、農地を乱用しなければ生き残れません。貧しい国では、必要な輸入品の代金を支払うために輸出品を生産しなければならず、そのために天然資源を過剰に開発しなければなりません。価格が下がると、主要農作物を増産しなければなりませんし、自国で生産できないものの代金を支払うため、さらに天然資源を搾取しなければなりません。ですから、グローバルな貿易ルールの改善も大変重要になります。2004年の現在、簡単な解決策はなく、国際

的な相互依存関係を推進していかなければ道は開けないということが理解できます。貧困は耐え難いもので、人間の尊厳と相容れないものです。南北の格差という根本的な問題を無視しようとする傾向には断固として反対しなければなりません。地球の将来が危機にさらされることとなりますから。

WHO(世界保健機関)での任務

私はWHOに1998年に入り、以来、科学と検証の必要性をテーマに取り組んできました。それは単に保健衛生という分野だけではなく、保健衛生と経済発展の相互関係における検証です。コロンビア大学のジェフリー・サックス教授がリーダーとなって進めたマクロ経済と保健に関する委員会が作成した報告書は、保健衛生に適切な介入をすることで、いかに経済発展を促進できるかという理解を深めることができた点で、画期的報告書と言えるでしょう。この報告書は、裕福な国においても貧しい国においても、政策立案者にとって重要な指標となるものです。経済発展のため、特に最貧国において、途上国と先進国の新しいパートナーシップに基づく保健衛生への投資戦略を提供しています。貧しい人たちに保健衛生上の措置をすることにより、毎年何百万人も命が救われ、貧困を削減し、経済発展を促進し、世界全体の安全を高めることができるでしょう。これは私の昔からの信念を表したものです。人権を促進するだけでなく、経済発展を進めるため、人間や保健衛生、教育に投資する必要があります。

我ら共有の未来から京都議定書まで

日本は、持続可能な開発にとってエネルギーが重要であることを過去の経験から認識しています。オイルショックのあった1970年代から省エネにつとめて、世界をリードしてきました。

1987年に「我ら共有の未来」を発表してから、国際世論は劇的に変わりました。NGOや政策立案者、科学者、専門家などの努力により異常気象が問題視され、IPCC(気候変動に関する政府間パネル)のもとで科学的なコンセンサスのプロセスができました。

「我ら共有の未来」を作成した5年後には、グローバルなフレームワークであるUNFCCC(国連気候変動枠組条約)ができました。これは夢にも描いてないことでした。1990年代に入ると様々な首脳会

議が行われ、厳しい交渉や新しい研究報告書が作成され、1997年12月に京都會議(気候変動枠組条約第3回締約国会議)が開催されました。その会議で、温室効果ガスの削減に係る法的なコミットメントである京都議定書ができました。これは歴史的に大変重要な意味を持っていますが、これだけで十分とは言えません。既得権益を主張する人たちは進歩に反対し、交渉は錯綜した細事のなかで行き詰まっています。そして、残念ながら、グローバルに見ると排出は増え続けているのです。ですから、まだまだやるべきことは山積しています。しかし少なくとも重要なスタートをきることができました。

先進国はリーダーシップを発揮し、責任を果たすべき

世界でもっとも豊かな国、米国は、京都議定書から離脱しましたが、ロシアが批准した後、米国の非加盟は益々際だつてくると思います。米国ではブッシュ政権が継続することになり、今も京都議定書の署名は拒んでいます。しかしこれは4年間棚上げする問題ではないと思います。実際、米国の中でもソロモン博士のような専門家、活動家の間で議論があり、政治家のレベルでも、共和党、民主党どちらも議会の中で議論しています。京都議定書について思考している人たちはいますから、今後も世界の大国である米国に圧力をかけ、共通の未来のために共通の懸念に対応をし続けて欲しいと訴え続けることが重要だと思います。

将来世代、そしてこの地球という惑星に対する私たちの責任と立ち向かうためには、多国間協調主義しかあり得ません。時間は限られています。途上国では温室効果ガスの排出が増え続けていて、総排出量が先進国の排出量の合計を上回るかもしれません。将来的には問題解決のためにすべての国が参加する必要があります。しかし、それが実現するまでは、豊かな国が立ち上がり、リーダーシップを示し、責任を引き受けることが重要です。

(注1)「我ら共有の未来」(Our Common Future)：ブルントラント博士が委員長としてリーダーシップを発揮した国連「環境と開発に関する世界委員会」が1987年に発行した報告書で、「持続可能な開発」を世界に提唱している。

地球環境研究up-to-dateインタビュー 第 20 回

「環境と開発に関する世界委員会」委員長 /
元ノルウェー首相 / WHO(世界保健機関)名誉事務局長 :
グロ・ハルレム・ブルントラント博士

インタビュアー : 西岡 秀三(地球環境研究センター長 / 国立環境研究所理事)
松村 隆(国立環境研究所主任研究企画官)

科学が政策に果たす役割は重要

西岡 : 先ほどの講演の続きで、少し質問したいと思います。ブルントラント博士は、環境分野に限らず、我々の将来のために科学が果たす役割の重要性についてお話しされました。科学者の役割とはどういうものとお考えですか。

ブルントラント : スーザン・ソロモン博士が、科学はあくまで科学であり、政策評価をする政治協議にはあまり深く巻き込まれないようにすべきで、もし政治の中に入ってしまうと、自分は科学者としての信頼を失うことになるかと強く感じている、と言っていました。これは、彼女の立場上、そうなのかもしれません。彼女はちょうど良い例なので、ここで使わせてもらうのですが、彼女は科学者としての優れた能力をかわれて、IPCC(気候変動に関する政府間パネル)に参加を求められ、重要な役割を果たすことを期待されています。彼女が自分の研究だけ進め、その成果を専門研究者向けの論文の形で発表しても、科学の進歩に貢献しているわけです。しかし、IPCCでは、さらにその専門知識・能力をもとにレビューをし、他者の質問に答え、また、どうすれば専門家以外の人たちに現実に発生している事象に対して正しい知識を伝えられるかも学びます。そのおかげで、政策決定者が問題を正しく把握し、それが政策に反映されることとなります。これは非常に重要な科学者の役割です。この役割をきちんと果たせる科学者とそうでない科学者がいますが、科学者が自分の研究成果を一般の人に知らせることは重要です。政策決定者が正しい行動を取るためには、その背景に、十分な科学的知識が不可欠なのです。

西岡 : 今年の日本の異常気象について、多くの人が不安を感じ、科学者にこれは気候変動の始まり

ではないかという質問が寄せられました。しかし、科学者は、「はい、そうです」とは絶対に言いませんでした。

ブルントラント : 彼らは、「わかりません」と言いますよね。

西岡 : そう、「わかりません」でも、それで、十分だと思いますか。

ブルントラント : ここが問題です。もし、「不明」というのが現実なら、科学者はその通り、「わかりません」と言わなければなりません。でも、時には、科学者が政治の舞台で説明をするという困難な仕事を避けるために、「不明」という言葉の後ろに隠れてしまうケースもあります。そういう面倒なところに行くのは嫌なので、避けて通る科学者もいるのです。これは問題でしょう。

スーザン・ソロモン博士は、科学的根拠に基づいて、2002年の南極の高気温について講演をしました。彼女は、これは、単なる偶然の一致とも考えられると言ったうえで、他の様々な観測結果も考慮しながらこの問題を見ると、もっと深く掘り下げて調べる必要があると感じていると述べました。こうコメントすることで、彼女は、これは偶然ではないかもしれないと言ったも同然となり、リスクを負ったこととなります。しかし、慎重さは失わず、例えば、今後5年くらい研究したのち、やはり単なる自然の一現象で、偶然の一致だったという結論に落ち着くのかもかもしれません。それでも、科学者が不確かなことを説明する、また、政策決定者に、ある現象が発生する特定パターン、その複雑性、複数の要因を教えることができるというのは大切なことです。個々の質問に答えるだけでなく、科学者は、政策決定者が決断できるように視野を広げるのを助けなければなりません。科学

に立ちますから。ただし、その間、現在の科学技術面の改良も行われなければなりません。コストのかからないエネルギー源は無いのですから、その間はこれまでのようなエネルギー利用はやめて、多額のお金を使ってエネルギーを作り出さなければならぬことになります。こういう理由で、私の国でも、他のヨーロッパの国でも、ガソリンは1リットル1.5ドルします。高いですが、しかたがありません。安ければみんなたくさん使ってしまうから。アメリカは、まだこの問題を検討し始めてもいません。アメリカではガソリンが非常に安く、大きな車を運転し、大量のエネルギーを使う消費パターンが相変わらず推し進められています。明らかにこれは他の皆が真似るべきことではありません。

西岡：では、ヨーロッパ的ライフスタイルがいいとお考えなのですか。

ブルントラント：少なくとも、ヨーロッパは、省エネを仕向けるような努力をしてきました。

民主主義は普遍的な概念

松村：主任研究企画官の松村です。少し質問させていただきます。2000年9月の国連ミレニアム・サミットにおいて、いわゆるミレニアム開発目標が国際社会共通の目標として合意されていますが、その達成については、楽観的見方と悲観的見方があります。ブルントラント博士のお考えはどちらでしょう。もし、この目標が達成できないなら、どのような取組を強化していく必要があるとお考えになりますか。

ブルントラント：そうですね、やや楽観視し過ぎている分野もあるでしょう。2015年までに貧困層を半減するというような宣言をすると、地球上全体で計算が行われデータが出されます。そして、この目標に向かって取組が行われ、毎年毎年、進捗状況の判断が行われます。いずれにしろ、現状を考慮したうえで、場合によっては目標の修正も必要でしょう。

松村：これは研究所の見解ということではなく、あくまで私の個人的な関心事としての質問です。ブルントラント博士は、民主主義的参加型プロセスを支持すると明言されています。私も同感です。

しかし、私が世界銀行や環境省などで勤務したとき、非常に多くの問題と直面しました。この個人的経験で言うと、参加型決定プロセスが必ずしもより賢明な結論を導き出すわけではないと感じました。時として、多数意見が悪い結果をもたらすと感じることもあります。この点のある会議で指摘したら、ほとんどの参加者から、私は民主主義に挑戦していると言われてしまいました。でも、これこそ、私が常に抱えていた一番大きな問題でした。ブルントラント博士は、民主主義、民主的プロセスは、異なる文化が共存するなかで普遍的な概念であり得るし、あるべきだとおっしゃっていますね。

ブルントラント：私が言いたいのは、民主主義以外には選択肢は無いということです。民主主義は完璧ではありませんが、現時点では最も優れたシステムです。私もあなたと同じように、民主主義が誤った、または悪い決定を下すこともあると思います。時間がかかりすぎることも問題です。

ブッシュ大統領の再選は、京都議定書に調印しないという意味表明であるという見方をすることはある程度可能と言えるかもしれませんが、実はそれは間違いです。人々は一般的な考えをもとに投票するからです。もっとも、今後4年間、アメリカは調印しないだろうということは言えるかもしれませんが。私個人は、これは間違っていて、アメリカ人は誤った判断をしたと思います。でも、これがアメリカの民主主義がもたらした結果であり、今の状況になっているわけです。私たちはみな、アメリカ人と協議し、記事を書き、アメリカで講演し、世論を変えるために働きかける権利があります。つまり、これが国家間の民主主義であり、グローバル・レベルでの公のディベートは可能です。三権分立の抑制と均衡もありますが、民主主義に代わる方法があるとは思えません。

また、民主主義について言えることは、人々が教育を受けてなければ、真の民主主義は成立しないということです。真に民主的な社会では、人々は人権を持ち、教育を受けていて、気候変動やその他の問題の危険性を理解することができ、自分の意見を持ちます。

国立環境研究所の今後のミッションは？

西岡：環境科学者として、我々は、どんな課題と取り組むべきであるとお考えですか。国立環境研究所が取り組むべき問題を、キーワード風に5つ挙げていただけませんか。

ブルントラント：(笑)まあ、なんて難しい質問でしょう！それに答えるためには、貴研究所と所属する科学者についてよく知っていて、さらに日本政府が貴研究所をどう位置づけているかを、ヨーロッパの研究所に対する政府評価と比較して理解していなければなりません。ですから簡単には答えられません。今朝どなたかがおっしゃっていましたが、一定の財源を使いながら、物理的、化学的分野のみならず、経済、社会の面も研究課題に入れ、今以上のことに取り組んでいきたいという希望があるということです。つまり、あなた方が、この国立環境研究所をどのような組織にしたいのかという問題でしょう。多岐にわたる幅広い研究をするのか、もっと特定の課題に集中するのです。問題は、取り組まれていない研究分野があれば、それを何処かの研究機関が取り上げるべきですが、それをここでやるべきかどうかです。事情がよくわからない私には、今ここで判断できません。学際的アプローチを取ることは非常に重要だと思いますから、国立環境研究所のような機関で、社会経済的分野の研究を取り入れ、研究の領域を広げて、異なる研究分野の科学者が協力しあえば、大きな成果が得られるでしょう。または、別の研究機関と緊密な共同研究体制を取ることもできます。どちらも可能性があります。私の限られた情報であなたの質問にお答えするのは、とても難しいことをご理解ください。

西岡：国立環境研究所は大変学際的な組織で、私たちは、集中・拡大どちらの道も取ることができます。この点が、今、議論の的です。また、国立環境研究所では高度な計測調査を行っていますが、果たしてそれだけで十分でしょうか。フィールドに出ると、人から「何をしていますのですか？」と尋ねられます。「計測です」と答えると、「計測って何？」と質問されます。

ブルントラント：「なぜ、計測するのですか」と

聞かれることもありますよね(笑)。しかし、私は、計測は不可欠だと確信しています。生物科学、化学、物理などを専門にしている人たちは、観察は、知識を得るためには絶対に無くてはならない作業であると知っています。誰かがやらなければなりませんし、これまでに獲得した知識、伝統、経験も総動員する必要があります。これら、人々が長年お互いに教えあってきた長い伝統が失われれば、大きな喪失でしょう。

持続可能な開発と人間の幸福についてですが、持続可能な開発の定義は幅広い人間活動全般が含まれると言えます。拡大解釈すれば、限りなく広げることができます。

若い世代へ、主体性を持ち、積極的な参加を

西岡：最後に、若い世代の人たちへのメッセージをお伺いしたいのですが。

ブルントラント：大切なことは、若い人々が主体性を持って積極的に活動に参加することだと思います。自分の意見を持ち、はっきりした態度を取り、科学とか教育などの有意義な分野に関わって欲しいです。自分自身の人生に対するのと同様に、自分が属す社会に対し、貢献することを考えていただきたいです。そして、他の人といっしょに活動するとき、翌年に答えを出すというような短い尺度ではなく、長い目で社会について考えて欲しいです。

若い世代にとって最も重要なことは、彼らが、古い世代に、「なぜ、あなたたちはこういうことをしたのですか？」と問いかけ、両親が知らずにおかした誤りを正すために、自分たちの世代は何をすべきなのかを考えることです。間違いは必ずしもその時に間違いと気づくことができるとはかぎりません。若い世代は長期的な視野を持ちつつ、どこで失敗したのか、どうすればこれを克服できるのかを考えなければなりません。

西岡：どうもありがとうございました。

*このインタビューは2004年11月12日に行われたものです。

国立環境研究所で研究するフェロー：新津 潔

(地球環境研究センター NIES アシスタントフェロー)



地球環境研究センターアシスタントフェローの新津潔です。国立環境研究所へは2002年11月より非常勤職員として所属していましたが、2004年8月から

地球環境研究センター所属のアシスタントフェローとなりました。

私の出身大学・大学院は、慶應義塾大学環境情報学部と同大学院政策・メディア研究科修士課程です。在学中は都市環境問題、特にヒートアイランド現象に関心があり自分の研究テーマとしました。ヒートアイランド現象を詳細に観測するために、車両に搭載したGPSを利用して位置情報をリアルタイムに取得しながら気温や地表面温度などを移動観測するシステムを開発するなど、観測の工夫や装置の製作などを行っていました。

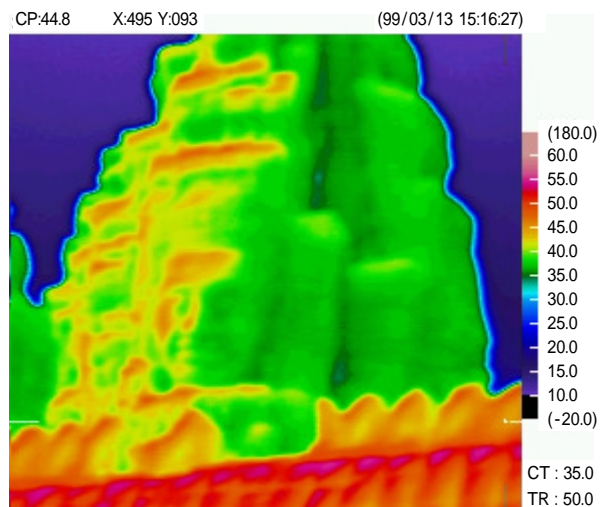
修士課程卒業後はそのまま研究室に残り、アジアの大都市におけるヒートアイランド現象の調査と比較研究を目的として1996年から始まった研究プロジェクト(注1)で、研究員としてバンコクと上海の都市内外に独自に設置した気象観測網の整備・運用や、GPSを利用した移動気象観測と集中観測の遂行、現地カウンターパートとの調整などに従事していました。また、研究室がカンボジアのアンコールワット遺跡保存事業(注2)に参加協力していたため、アンコールトムのバイヨン寺院遺跡の表面温度をサーモグラフィで計測するという貴重な体験も得ました。

ヒートアイランドプロジェクト終了後は、国立環境研究所で、環境省地球環境研究総合推進費「環境低負荷型のオフィスビルにおける地球・地域環境低負荷低減効果の検証」の一環として、地球環境研究センターが入っている地球温暖化研究棟の屋上緑化部分で気象観測や熱流の観測を担当しました。

現在は文部科学省科学技術振興調整費による「アジア国際河川生態系長期モニタリング体制の構築」研究プロジェクトにおいてデータベース事業を担当しており、メコン川の源流部から河口にいたる流域の水質データや生物多様性に関する指標生物の調査データなど、現地の観測データの収集・整備、現地語既存資料の英文化、データ共有システムの構築に取り組んでいます。昨今の中国と東南アジア諸国の急激な経済発展と工業化は、国際河川としてのメコン川の重要性を大きくクローズアップし、将来各国の環境問題はますます重要になってくると思います。今後、歴史的・経済的につながるの深い日本としてどのような協力ができるのが重要になってくると思います。

(注1) 科学技術振興事業団(当時) 戦略的基礎研究推進事業環境低負荷型の社会システム研究領域「都市ヒートアイランドの計測制御システム」(1996~2001)

(注2) Japanese government team for Safeguarding Angkor (日本国政府アンコール遺跡救済チーム)では、1994年から現在までアンコールワットやバイヨン寺院跡の学術調査および修復・保存活動の支援を継続しており、私は1999年3月に訪カンボジアしました。



バイヨン寺院観音像(表紙写真参照)の表面温度をサーモグラフィで計測したもの

山形とコロラドから地球温暖化を考えるシンポジウム開催報告

GCPつくば国際オフィス 事務局長 ペネロピ・キャンナン

1. はじめに

2004年10月26日～27日、山形県において「山形とコロラドから地球温暖化を考えるシンポジウム」が開催された。本シンポジウムは、山形県及び山形県地球温暖化防止活動推進センター、GCP(グローバル・カーボン・プロジェクト)の共催で行われた。筆者と山形と志樹氏(地球温暖化研究プロジェクト総合研究官)が基調講演を行い、米国コロラド大学のAllan Wallis博士が特別講演を行った。また、山形放送の特派員で、GCPの招聘研究員でもある加藤晴巳が、シンポジウム取材した。

コロラド州と山形県は18年前から姉妹提携して国際交流を進めており、ボルダーと山形市も姉妹都市となっている。これまでの文化交流やビジネス上の交流に立脚して、地球温暖化問題に地域としてどう取り組むか、コロラド州と山形県は、2004年4月から情報交換を始めた(写真1)。「地域」として、山形側は、都市、農村を含む県全体を対象とし、コロラド側は、フォートコリンス、ボルダー、デンバー、コロラドスプリングスを含むコロラド州内のロッキー山脈東側の都市や農村コミュニティを「フロント・レンジ地域」として対象としている。日米両サイドで、州・県と市町村が参加し、コロラドの場合は、郡レベルの行政組織も参加しており、また、山形もコロラドも自治体間が協力するための連絡組織が整っている。

2. シンポジウム

シンポジウムの初日には、筆者が地球温暖化と炭素循環について講演した。国立環境研究所の山形氏が地球温暖化に対処する地域における炭素管理の可能性について発表し、東北芸術工科大学の三浦助教授は、日本における地域の温室効果ガス排出分析と削減対策について報告した。コロラド大学のWallis博士は、「地域主義と環境管理」と題する特別講演のなかで、地域は、管理の手が行き届く小さな規模でありながら、政策間のトレードオフを機能させなければならない問題は数多くあり、環境管理のためにはちょうど良いレベルであると強調した。

2日目は、山形県内の公的機関と民間企業が、各自実施している環境活動を報告した。東北エプソンの向山氏は省エネ行動による二酸化炭素削減について発表し、立川町の今井氏からは町民節電所の取組について詳細な説明があった。また、山形県環境科学研究センターの阿部氏からは山形県の温室効果ガス測定について、山形県農林水産部森林課の堀米氏からは森林吸収源対策について、それぞれ発表があった。

3. エクスカーション

会議の翌日、県外からの参加者のためのエクスカーションに参加した。最初は、新庄市の(株)ヨコタ東北の再利用・再使用可能な食品容器を製造する工場を訪問。アメニティセンターでは、箕輪宗廣氏のデザインによるウサギのマスコット「ミンミ」の顔が玄関棟で来訪者を出迎える(写真2)。工場内部は一般公開され、製造工程を見学し、環境リサイクルの重要性を学習できるようになってい



写真1 山形環境ネットワークミーティング
(2004年5月 (株)ヨコタ東北にて)



写真2 マスコットのミンミと
((株)ヨコタ東北・アメニティセンターにて)

る。この他、自然と森林について学ぶことができる山形太陽光発電ハウス、^{おみのわ}大美輪の美しい杉林や金山森林組合の製材所、スクールバスの燃料に職員が廃食用油から作ったバイオ燃料を利用しているめばえ幼稚園や、金山町の市民が町の歴史を保存するために改装した古い木造建築などを見学した(写真3)。



写真3 金山町の改装された木造建築

4. 地域における炭素循環管理

「環境EXPOやまがた2004」(10月30日~31日)の最終日には、子供たちが父兄とともに、環境にやさしく持続可能な開発に貢献する技術や製品について学んだ。図1に示すとおり、持続可能な開発は、社会的な幸福、経済的繁栄、そして環境のバランスが保たなければならない。

植林などによる計画的な炭素の長期蓄積は、炭素循環のダイナミクスを修正し、大気中のCO₂濃度の上昇傾向をある程度抑制できる一つの方法である。もう一つの方法は、エネルギー生産に廃材を利用することである。廃棄物管理政策、新しい肥料体制、効率のいいエネルギー利用対策などを組み合わせれば、炭素循環管理の全球的課題を見据えて将来への責任を持つコミュニティはいくつものオプションを持ちうる。しかしながら、これらのオプションは、炭素循環の影響以外の環境影響、および、地域住民が持つ社会的、経済的目標への影響を考慮しない限り、互いに区別することも評価することもできない。

コミュニティレベルでの課題は、その地域に適切で実行可能な炭素管理のためのすべての可能性を判断し、それらの費用・便益を最大限に見積もることである。また、オプション自体の相互依存、および環境、経済的繁栄、社会的公正を目指す持続可能な開発の目的に関連した費用と恩恵を評価する際の複雑さを把握できるような体系的アプローチが取り入れられなければならない。

「山形とコロラドから地球温暖化を考えるシンポジウム」での提案は、炭素循環の人為的側面と物理的側面を結びつけ、炭素管理に効果的な科学的手法を提供するというGCPの任務の一部である。

効果的な炭素循環管理という目的で、全球炭素循環の物理的、社会的側面を統合するために、GCPは、「全球」(グローバルglobal)を実際に社会スペースにおいて、社会的プロセスが炭素循環と影響しあう現場である地域の集合、そしてこれら地域間で起こる相互作用という意味でとらえている。炭素循環という観点から各場所を見ると、その自然特性、気候パターン、発展の歴史、文化的伝統、社会的・環境的価値、社会経済的条件、地域、国、グローバル・システムの中で該場所がどう位置づけられているかなどにより違いがある。これら、さらに多くの要因が現在の炭素循環を形成している人為的側面となっている。この様相を該場所のPOETICsとして図2の下に示した。POETICsは、Population(人口)、Organization(組織)、Environment(環境)、Technology(技術)、Institutions(制度・習慣)、Culture(文化)の頭文字をとったもので、地域(都市、地方、沿岸域)のPOETICsにより、その地域の森林破壊と二酸化炭素排出の特異性が決まる。

地域のPOETICsを変えることは容易ではない。しかし、それこそが、まさしく地球温暖化の現実に対応するのに必要なのである。山形やコロラド

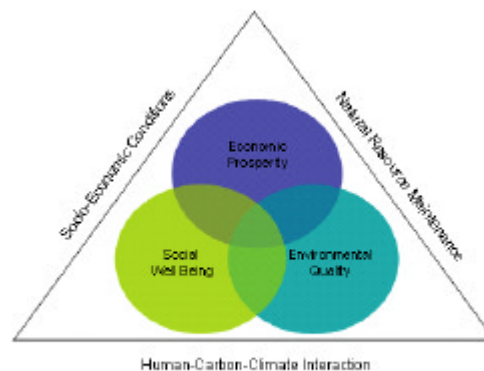


図1 地域における持続可能な開発

The Global Carbon Cycle, Global Warming, & Climate Change

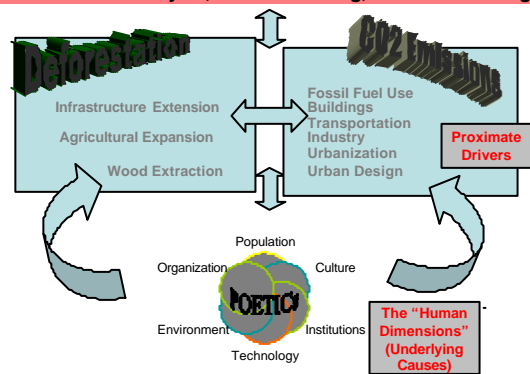


図2 全球炭素循環の原因とその影響

での取組においては、自分たちの地域のために今までとは異なるPOETICsのビジョンを築く責務を引き受けようと、多種多様な参加者のネットワークが生まれつつある。また、地域が炭素循環とい



図3 地域における炭素管理のためのネットワーク

うレンズを通し、地球システム科学という科学的ツールを用いて将来設計をすることが、GCPの目標である。そのため、炭素管理を支援する事業の一環として、GCPは今回のシンポジウムに参加した。炭素管理のための政策に科学的知見を提供するというGCPの目標は、社会の変化を求めために組織されたネットワークに科学的支援が根付いた時実現されるはずである。GCPは、コロラドと山形の地域レベルで姿を現しつつあるような、地球温暖化防止活動推進ネットワーク(climate change action network)の一つの環として、地球システム科学を位置づけている(図3)。

* 本稿は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。

📖 地球環境研究センター出版物等の紹介 📖

下記の出版物が地球環境研究センターから発行されています。御希望の方は、送付先と使用目的を記入し、郵便、FAX、E-mailにて【申込先】宛にご連絡下さい。送料は自己負担とさせていただきます。なお、出版物はPDF化されており、ホームページ(http://www-cger.nies.go.jp/cger-j/report/r_index-j.html)からダウンロードできます。

日本国温室効果ガスインベントリ報告書 - 2004年10月

(CGER-I059-2004)

毎年、日本政府は温室効果ガスインベントリを作成し、気候変動枠組条約の締約国会議に提出しています。このデータは京都議定書の数値目標の達成度の報告に使われる重要なデータです。この報告書では、日本の温室効果ガスインベントリの作成体制、各排出源及び吸収源による温室効果ガスの排出量及び吸収量の推計手法、温室効果ガス(二酸化炭素(CO₂)、メタン(CH₄)、一酸化二窒素(N₂O)、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(SF₆)及び前駆物質等(窒素酸化物(NO_x)、一酸化炭素(CO)、非メタン炭化水素(NMVOC)、二酸化硫黄(SO₂))の排出及び吸収状況を整理してあります。



[送付方法について]

1. 着払い宅配便をご希望の場合
その旨ご記入の上、電話番号を明記してお申し込み下さい
2. 着払いゆうパックをご希望の場合
その旨ご記入の上、電話番号を明記してお申し込み下さい
3. 郵送をご希望の場合
1059出版物1冊のみ：340円分の切手をお送り下さい
2冊以上(他の出版物も含む)：【申込先】までお問い合わせ下さい

【申込先】 国立環境研究所 地球環境研究センター 交流係
〒305-8506 茨城県つくば市小野川16-2
TEL:029-850-2347, FAX:029-858-2645, E-mail:cgerpub@nies.go.jp

地球環境研究センター(CGER)活動報告(2004年12月)

地球環境研究センター主催会議等

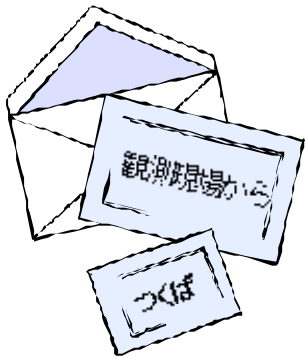
- 2004.12.15 第8回グローバル・カーボン・プロジェクト(GCP)セミナー(つくば)
GCP国際オフィスCanan事務局長を討論者とし、地球環境研究センターノ瀬主任研究員が“Mitigating Urban Thermal Pollution in Planning Asian Mega-Cities”を発表した。
- 20~25 International training in microalgae and their toxin analysis(五十嵐係長/タイ)
メコン川流域5カ国の研修生に対して、藻類の採集・同定・毒と色素の分析等に関するトレーニングコースを開催した。

所外活動(会議出席)等

- 2004.12.6~17 気候変動枠組条約第10回締約国会合(COP10)参加(西岡センター長・中根GIOマネジャー・相沢GIOリサーチャー・久保田NIESアシスタントフェロー/アルゼンチン) 詳細は、後日本誌に掲載
- 14 平成16年度地球環境モニタリング・データベース検討会 有害紫外線モニタリング分科会及びデータ検証ワーキンググループ出席(藤沼研究管理官・五十嵐係長/東京)
- 22 International committee meeting of Mekong River Ecosystem Monitoring (MeREM)(五十嵐係長/タイ)
メコン川生態系モニタリングプロジェクトにおける今年度の活動経過と次年度の活動予定について検討を行った。

見学等

- 2004.12.3 深谷保健所管内環境衛生推進連絡協議会一行(35名)
- 7 長崎県立長崎南高等学校2年生理系一行(31名)



つくばのカラマツ試験林より

つくば市内にある国立環境研究所・生態系研究フィールドでは、ニホンカラマツ幼齢林の炭素吸収量の推定手法について研究が行われています。樹齢は7年、人と言えばまだまだ子供のカラマツですが、その成長の速さには驚かされます。私が初めてつくばに来た3年前はまだ腰の高さ、1m程度でしたが、今はその背丈は6mを超えました。昔は、その成長の早さからC4植物だとの疑惑も出たことがありましたが、そう思われるのも納得の成長の速さです(実際はC3植物)。

カラマツは落葉針葉樹ですので、今は葉を落としてやや寂しい景観ですが、夏は葉も茂り涼しげで、また秋には美しい黄葉を楽しませてくれます。

観測は、カラマツの成長に合わせて組んだ足場に登って行います。昨年はビル2階ほどの高さで樹冠の成長・生理機能と分光反射特性の関係を調査しました。このまま行くと今年はいったいどこまで伸びるのでしょうか。年々高くなる現場に脅威を感じつつも、私の将来もカラマツのようにぐんぐん伸びれば(?)・・・と願う今日この頃です。



7年生カラマツ林と観測足場

地球環境研究センター NIESポスドクフェロー 中路 達郎

2005年(平成17年)1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。

Global Warming Symposium in Yamagata Prefecture

Penelope Canan (Global Carbon Project, Tsukuba International Office)

This past October the Global Carbon Project co-sponsored a two-day Yamagata-Colorado Symposium on Global Warming in Yamagata Prefecture, along with the Yamagata Environmental Network, the prefectural offices of Climate Change Action, and International Relations. Dr. Penelope Canan, Executive Director of the GCP, and Dr. Yoshiki Yamagata, head of CGER's Carbon Sequestration Team, were featured speakers. Dr. Allan Wallis from the Wirth Chair of the University of Colorado Graduate Program on Public Affairs (USA) was the special lecturer for the event. Harumi Kato, Colorado reporter for Yamagata Broadcasting Company, covered the symposium both days.



Photo 1 Yamagata Environmental Network Meeting May 2004 at Yokota Tohoku Corporation

there is also a layer of government at the county level. In both cases there are associations for inter-governmental regional cooperation.

On the first day of the symposium, Canan spoke on global warming and the carbon cycle; Yamagata talked about regional carbon management opportunities, and Professor Shuichi Miura of Tohoku University of Art and Design reported on national and regional efforts at reducing carbon emissions. Wallis's lecture topic was regionalism and environmental management. He stressed that regions were the ideal level for environmental management because they are small enough to manage and large enough to have the diversity required for making policy tradeoffs.

On the second day local public and private entities reported on their environmental activities. Toshiyuki Mukaiyama described Tohoku Epson's Low Energy Campaign; Kouki Imai told how the citizens and businesses of the Town of Tachikawa work together in their Home Electricity Reduction Program; Yoichiro Abe gave details on the operation of the prefectural Environmental Science Research Center's efforts to measure prefectural greenhouse gases; and, Hideaki Horigome of the Yamagata Department of Agriculture, Forestry and Fisheries covered forest sink countermeasures.

Colorado and Yamagata have been sister states for 18 years. The city of Boulder (Colorado) and the city of Yamagata have been sister cities as well. With their history of cultural and business exchange, the two areas began talks last April about learning from each other as they face the regional challenges of global warming (See Photo 1). For the Japan site, the entire prefecture and its constituent urban and rural areas comprise the "region." For the Colorado site, the urban and rural communities on the east of the Colorado Rockies, including Fort Collins, Boulder, Denver, and Colorado Springs, plan to work together as the Front Range Region. In both cases there are state/prefecture and municipal governments. In the Colorado case



Photo 2 Minnmi and Friends

The following day, out-of-town guests were treated to a field trip that began with a tour of Yokota Tohoku Corporation’s factory in Shinjo. Yokota makes recyclable/reusable containers, primarily for retail food sales. At Yokota’s elaborate amenities center, where bunny rabbit mascot “Minnmi” is surrounded by the artwork of Munehiro Minowa (see Photo 2), the general public is welcome to tour the production facility and learn about the significance of recycling for maintaining environmental quality. Other places on the tour were the Yamagata Dappled Sunbeam House which is a center for learning about nature and forests;



Photo 3 Reclaimed Wood Building Kaneyama

a beautiful cedar grove in Ominowa; a cedar lumber mill of the Kaneyama Forest Association; a school (Mebae Kindergarten) where the staff transforms old, used cooking oil into bio-fuel to run its school buses; and the enchanting town of Kaneyama where citizens are preserving the town’s history by reclaiming and refurbishing charming old wood buildings (See Photo 3).

For the larger community, an elaborate Environmental Expo took place the final day where thousands of children and their parents learned about practices, technologies, and products that are environmentally friendly and contribute to sustainable development. As portrayed in Figure 1, sustainable development requires the balance of social, economic, and environmental well-being.

to some extent influence the current upward trend of atmospheric CO₂ concentration. Another is the use of wood waste to produce energy. In combination with waste management principles, new fertilizer regimes, energy efficiency measures, and so forth, communities have many options to consider as they face their future responsibilities regarding the global challenge of carbon cycle management. These options, however, cannot be faced in isolation from each other nor can they be evaluated without reference to their impacts on the environment (other than carbon cycle effects)

Intentional long-term storage of carbon (for example, planting forests for sequestration) is one avenue for humans to modify the dynamics of the carbon cycle and

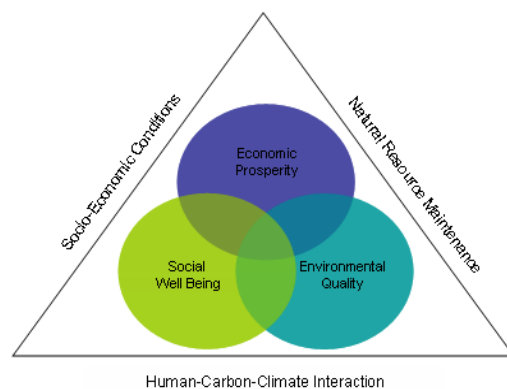


Fig.1 Regional Sustainable Development

or their impacts on the social and economic goals of regional citizens.

Thus the challenge at the community level is to assess the full range of regionally appropriate and feasible carbon management alternatives, to evaluate the full range of their costs and benefits, and to do so with a system approach that recognizes the interdependencies among the options themselves and the intricacies of evaluating costs and benefits in the context of sustainable development goals for environmental quality, economic prosperity and social equity.

The GCP’s involvement in the Yamagata-Colorado Symposium on Global Warming is part of the organization’s mandate to support efforts to couple the human and physical dimensions of the carbon cycle and to provide scientific tools for carbon management. For the purposes of effective carbon cycle management, the GCP conceives of the “global” as the collection of and interaction among local(e)s where social processes interact with the carbon cycle in real places, as well as in social space. Places vary in ways relevant to the carbon cycle in terms of their

The Global Carbon Cycle, Global Warming, & Climate Change

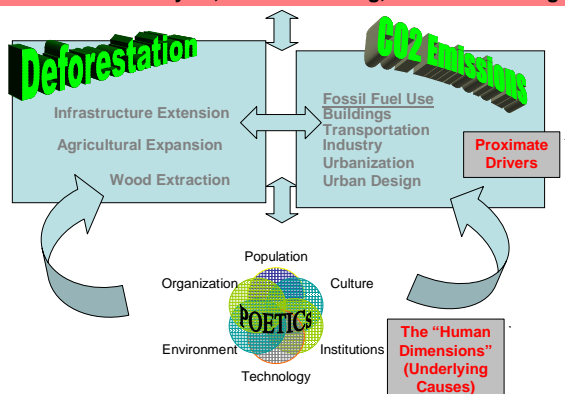


Fig. 2 Underlying Causes and Proximate Drivers of the Global Carbon Cycle

natural endowments, climate patterns, development histories, cultural traditions, social and environmental values, socio-economic conditions, and location in regional, national, and global systems of place stratification. These aspects—and many more—make up the so-called human dimensions driving the contemporary carbon cycle. They are indicated at the bottom of Figure 2 as the “POETICS” of a place. POETICS stands for Population, Organization, Environment, Technology, and Culture. Regional (e.g., urban or rural or coastal) POETICS cause the particular mix of deforestation and emission conditions of that place.



Fig. 3 Earth System Science Embedded in Place-Based Networks for Carbon Management

Changing a place’s POETICS is not easy. But that’s exactly what responding to the realities of global warming requires. For places like Yamagata and Colorado, networks of actors from all walks of life are emerging to take on the task of envisioning a different POETIC for their regions. It is the goal of the Global Carbon Project that local places dream of their futures through the lens of the carbon cycle and with scientific tools of earth system science. Thus participating in the Yamagata-Colorado Symposium on Global Warming was one of the ways that the GCP supports carbon management. The GCP goal of providing policy-relevant science for carbon

management is most likely to be realized if its scientific support is embedded in networks organized for social change. As depicted in Figure 3, the GCP sees earth system science as one of the members of the climate change action network emerging at the regional level in Colorado and Yamagata.