

地球環境研究センターニュース

Center for Global Environmental Research



【伐採され搬出を待つ熱帯木材(写真提供：奥田氏)】

2002年(平成14年)11月号(通巻第144号) **Vol.13 No.8**

目次

- 道標なき熱帯林 - これまでの研究を振り返って
生物圏環境研究領域熱帯生態系保全研究室 室長 奥田 敏統
- 地球温暖化をめぐる法的紛争の現状と課題 - ツバルの提訴を手掛かりとして -
地球温暖化研究プロジェクト炭素吸収源評価研究チーム NIESポドクフェロー 岡松 暁子
- 地球環境研究up-to-dateインタビュー：第8回
スイス連邦工科大学 教授 大村 纂氏
- 地方の時代：自治体は地球環境問題にどう取り組む？
地球環境問題に関する千葉市の取り組み
千葉市環境局環境保全部 部長 須藤 欣一
- 国立環境研究所で研究するフェロー：中路 達郎(地球環境研究センター NIESポドクフェロー)
須藤 洋志(地球環境研究センター NIESポドクフェロー)
- 地球環境研究センターを“一”から知ろう
出展！つくば科学フェスティバル2002
地球環境研究センター 業務係長 川村 和江
- お知らせ
温室効果ガスインベントリオフィス(G I O)ホームページ公開
- 地球環境研究センター活動報告(10月)



道標なき熱帯林 - これまでの研究を振り返って

生物圏環境研究領域熱帯生態系保全研究室

室長 奥田 敏統

最近「熱帯林」が一時ほどには巷で取り上げられなくなったという声をあちこちで聞く。そこでその理由を半ば独断的に挙げてみる。一つは、熱帯林は日本にはなく遠い南の国のことだからである。我々の身の周りにあるもので、たとえそれらが熱帯林や森林を壊して作った農耕地から得られた産物であっても、明日の生活に困るようなものは見つけにくい。そういえばスーパーマーケットの売り場をにぎわす野菜や魚介類も、多くの消費者はその生産現場や捕獲の修羅場を直接見るわけではないので、たとえそれらが国内産であっても、マスコミが環境ホルモンだの狂牛病だの騒がねば多くの人の関心を集めるには至らなかったのではなかろうか。そう考えると、巷の関心が薄れたのは熱帯林だけではなく、多くの地球および地域環境問題全般に当てはまるような気もする。すべては遠く離れたところの世界であり、明日の我身に降りかかってくることはないので、孫の世代まで先送りしておいてもとりあえずは困らない。むしろまじめに対策などを考えるといろいろと困ることが出てくる。今は目を瞑って大量浪費生活を満喫しておこう - これが誰もが気づいてはいても表に出さない本音、すなわち「関心が薄れた理由」ではなかろうか。

話がそれだが、熱帯林が日々疎くなりつつある第二の理由を挙げてみたい。それは「熱帯林」は単なる地球上の特定の植生を指しているだけで、「熱帯林減少や破壊」となって初めて地球環境問題らしさが醸し出されてくるように、熱帯林そのものに問題があるわけではない(もちろん生態学的に見た熱帯林の成り立ちやそこに生息する様々な動物の生き様はこれまで多くの研究者を魅了してきたし、今更のように熱帯林の多様性の所以など語り始めるときりがないのだが)。要するに、熱帯林減少や破壊に関わる問題は、熱帯地域に内在するあらゆる問題を含蓄しているが故に何が問題となっているのか焦点を絞りにくい。「日本問題」とい

われても、政治、経済、社会、環境など、問題点を挙げればきりが無いのと同様である。すなわち熱帯林問題の根幹である生態系の破壊や劣化の背景には、人口問題、社会経済問題、不法伐採や管理システムの欠陥、森林管理者と伐採業者の癒着、国を挙げての大規模開発や移住政策、さらに森林破壊に伴う温室効果ガスの大量発生、農地開発に伴う集水域汚染、海洋生態系の破壊、生物多様性の劣化など、およそ地球や地域環境問題として取り上げられることのできる様々な問題が凝集されており、一つの視点からの解決策など到底あり得ない。その意味において熱帯林問題は、原因 - 結果の関係が曖昧にされがちで、放っておけば巷の関心事は薄れやすい傾向にあるといえる。むしろ10年前の盛り上がり異常だったとも見ることができる。いささか悲観的な書き出しになってしまったが、テレビの生き物関連の番組の何本かに一回は、依然として熱帯の生物が取り上げられている。やはり熱帯にはおもしろい動物や植物が沢山住んでいて、何が出てくるかわからないという我々の好奇心をそそるものがある。

こんな事情もあり(研究題材としてのインセンティブが働いたというのが正直なところではあるが)、平成2年より地球環境総合研究の一環としてマレーシアを中心とする熱帯地域の森林で生態学的研究を手がけた。その研究成果は様々なところで発表されており、先頃「環境儀4号」(国立環境研究所より2002年4月に発行)においても概略を述べたので、ここではあえて触れないこととする。代わりにこの12年(正確には4期と1年であるので13年であるが)を振り返り、この先どのような方向での研究の展開が望めるのか、また政策決定や国家戦略にこうした研究のどのような位置付けがあるのか述べてみる。

1. 環境問題の総合レポート - 熱帯林

前述のように熱帯林生態系に関わる環境問題は

ありとあらゆる地域、地球環境につながる。無秩序な開発や森林伐採による周辺環境や集水域生態系への影響、森林資源の枯渇、炭素吸収・蓄積源の減少、地域伝統文化の衰退 - どれをとっても地球上での生態系で進行している破壊よりもその規模や内容、その影響において深刻である。これはひとえに社会の貧困、経済などの不安定要素などから来るともいえるが、そこには地域ごとに特殊な問題が内在しており、一筋縄ではいかない。また生態系から生み出される財とサービス機能のなかには例えば森林の多様性保全機能 vs. 木材供給機能のように、それぞれの機能から最大利益を得ようとするれば、両者が対立、拮抗するものがあるため、地域社会における集団間の利権や利害関係が対立していたり、資源管理のルールや土地利用の区割り(demarcation)が未整備であったりすれば、解決への糸口がなかなかみえてこない。ではどうすればよいか。もちろん地域住民の生活向上や安定を考えれば資源開発を一概にストップさせるわけにはいかない。一方で我が国がかつて経験したような自然破壊や環境汚染が、こうした開発途上地域においても、また同様な形で繰り返されるならば、我々は過去の公害や環境破壊の悲劇から何も学んでないことになる。

最近、企業による工業製品などの品質にかかわる不利な情報や管理上のトラブルの隠蔽工作が明るみになり、それらの企業は社会的制裁として甚大なダメージを受けるケースが出始めた。このことから、地域住民の生活に密接に関わっている環境問題においても同様に、もはや一部の行政機関や開発デベロッパーやデザイナーによって環境情報を独占することはほぼ不可能になりつつあるということを我々は学ぶ必要がある。依然として国土開発を円滑に素早く行うということで情報の独占が行われていることは否定できないが、今後はこうしたやり方は通用するまい。開発プランの一つひとつについて、地域社会との合意形成を行うことが基本的なルールになりつつある。これは開発途上国が集中する熱帯地域においても同様である。とはいえ様々な利害関係が対立する社会において一つの結論を出すことはなかなか容易なことではない。まず、開発にあったプロセスの透明化

を行うことから始めねばなるまい。すなわち開発行為を通じて、どのようなリスクがあり得るのか、言い換えれば開発行為によって得られる利益の一方で、対象地の自然資源や生態系から得られるはずのサービス機能がどのような形でどの程度失われるのか、さらにはさまざまな生態系サービスから得られる利益を最適化するためには、開発手法やマネジメント手法にどのような改良オプションを加えるべきなのかを具体的に提示する必要がある - これが合意形成への第一歩である。珍種や稀少種が見つからねば開発のストップが掛けられないというのではなく、リスクやコストを提示することによるインフォームドコンセンサスが必要なのである。その意味において、ありとあらゆる社会問題が凝集されている熱帯地域は、エコロジカルサービスを基本においた管理手法の開発を行う絶好の場でもある。

2. エコロジカルサービスのデータベース化

そこで、研究ベースで何ができるかについてであるが、まず、エコロジカルサービスのデータベース化を提案したい。森林の持つエコロジカルサービス(公的機能)のなかには、例えば、水源涵養機能、炭素吸収・蓄積機能、多様性保全機能、保健文化、リクレーション提供機能など様々なものがある。近年これらのサービス機能の経済評価を行う試みが行われるようになってきたが、実際のところ、これらの機能そのものと、機能間の関連がどのようになっているのかについての知見が不十分である。まず、その前段階として、各サービス機能を変動させる要因について明らかにし、相互の関係について整理した上で十分な解析とモデル化を行っておく必要がある。例えば、生物多様性についてみると、多様性保全機能はもちろんのこと、物質生産機能、水源涵養機能、炭素吸収・蓄積機能など、すべての要素に深く関わっている(表1)。したがって、エコロジカルサービスのデータベース化を行うためには、表1に示したような取得すべきデータ及び、それぞれの機能に影響を及ぼすであろう要因などについて整理しておく必要がある。こうした作業の過程で、逆にデータが欠損している箇所、また測定項目が抜け落ちている

表1 エコロジカルサービスのデータベース化のために取得が必要なデータ項目

エコロジカルサービス	影響要因	データ項目
炭素吸収・蓄積機能	森林伐採履歴、施業管理様式、地形、生物多様性、土地利用、植生タイプ	一次生産量、現存量、土壌呼吸量、落葉落枝供給量、有機物分解速度
水源涵養機能 (水・土壌保全)	森林伐採履歴、施業管理様式、地形、生物多様性、地域社会構造(人口、インフラなど)、土地利用	土壌浸食量 河川負荷量(植生、斜面量、土壌タイプ、降水量)
多様性保全機能	生態系の外形構造、植生内部の不均質性、攪乱(伐採)履歴、生息地の連続性(断片性)	動植物の分布、生息個体密度、種類数、多様性(種、遺伝)、食物連鎖、種間相互作用
保健文化保全機能	生活水準、経済状態、社会構造、自然との近接度(関わり合い)、宗教観、生物多様性、学校教育、伝統習慣	仮想評価手法による定量的価値(CVM, Conjoint などによる選択価値、存在価値) 参与観察やインタビューによる人類学的資料、人口、産業構造などのデータ

箇所などを抽出することができる。闇雲にデータをとるのではなく全体の設計図から作っていけば、何が足りないか自ずと見えてくるはずである。それぞれの測定項目を担当する専門分野の研究者にはなかなか他の分野や研究テーマの関連が見えてこないため、それぞれの分野が深く突き進む結果、プロジェクト全体はより放散的な方向へと進んでしまう。こうした意味からもまず、対象となっている調査地のサービス機能について、既存資料からどれだけの掘り起こしが可能であるかを十分吟味したうえで、設計図としてのデータベースの構築の枠組みを作っておくことが肝要と考える。

このような背景から、現在マレーシアを中心とする熱帯林プロジェクトでは、対象地であるパソ保護林を中心としてその周囲の様々な土地利用形態、二次植生などを含むエリアで、データベースの構築、およびそれをもとにしたリスクアセスメントプログラム、ゾーニングプログラムなどを開発中である。

3. 東南アジアモニタリングセンターの構想

先に熱帯地域は環境問題のつぼであると述べた。実は、ここにわが国立環境研究所(以下、国環研)が今後、国際研究機関として発展していくポイントがある。国環研は、社会経済、工学系、理学系などあらゆる分野の研究者が働く環境研究の総合デパートである。また、温暖化、酸性雨、海洋汚染、熱帯林・野生生物多様性、環境ホルモン、廃棄物など、それぞれの所帯は小さくともおおよその地球、地域環境研究の分野をカバーする人材

を擁している。この利点を生かし、同様に環境問題のデパートである熱帯地域にextension(出店)もしくは共同研究利用施設を作ってはどうか。国環研から実験サイトへ直接様々な人材を常時送り込み、前述のエコロジカルデータベースを現場サイドで管理し、実質的な環境モデルプランを地元の研究機関や行政府と共同で運営していくのである(図1)。

アメリカのワシントンに本部をおくスミソニアン研究所は、宇宙航空工学博物館、自然史博物館、熱帯研究所、環境科学センター、海洋研究所など多数の機関を様々な地域に配し、世界的規模で活動を行う機関であるが、熱帯研究所を例に取れば、パナマ市に40名の研究者および多数の研究支援スタッフを置き、さらに客員研究員が世界中から絶えず訪れ、世界の熱帯研究をリードしている。しかも対象となる研究分野は生物分野だけでなく、文化人類学、考古学、社会学、海洋学など多岐にわたる。さらにこの研究所から数十キロ離れたパナマ運河に浮かぶパロコロラド島には食堂、宿泊施設、管理棟、研究棟、観測用の調査船を数隻擁する大がかりなfield stationを持っている。海外からの研究者、学生は衣食住の心配なく到着直後から調査研究に没頭することが可能である。

国内では、一部の大学で東南アジアの研究に特化した付属施設や研究所を学内にもつ大学は見られるものの、独自に研究支所を国外に持ち常駐者を置く公的機関を筆者は知らない。多くの場合、国際共同研究はJICAや一部の研究機関で長期滞在研究者を派遣するか、単発的に短期間研究者が調

査地に赴く程度である。兵站(logistics)や保守管理をあまり重んじないこの国の風潮は、いま始まったことではないのでさほど驚くべきことではないが、プロジェクトが終わればさっと引き上げ、その間必要なデータだけを取っていく - これではいつか来た道を再度たどっているのと同じで、現地から物取り主義と批判を浴びても仕方がない。やはり、現場において、その国の事情を鑑みながら、地道に地元の研究者と共同でデータの蓄積を行う姿勢が重要なのではなからうか。2~3年の海外長期派遣制度(JICAや科学技術振興事業団による派遣事業(現在は学術振興会に事業が移管))を利用した共同研究でもある程度の共同研究体制はとれるものの、継続性を考えれば常時誰かが滞在できる体制が望ましい。

スミソニアン研究所のような大規模なものでなくとも、最初は数名の派遣常駐者及び現地で雇用了スタッフ数名の規模から始めればよい。研究者だけでなく行政機関からの派遣もあれば現地駐在所としてのネットワークにより厚みが出てくる。データベース事業と平行して、大気、集水域、海

洋、陸域生態などの分野についてモニタリング事業も開始する。モニタリングは常時行うのが望ましいが予算的に無理であれば観測インターバルを延ばせばよい。肝心なことは、同じ地点で定期的に長期にわたり同じフォーマットでデータを取り続けることである。そうすることにより、初めて過去のデータが生きてくるし、研究所の財産として特色を出せると考える。一見夢物語のようでもあるが、現在の国環研の規模や人材、さらに東南アジアでの平均的物価水準や賃金などを考えれば、決して不可能な話ではないと考える。

また基礎研究やモニタリングに限らず、例えばそれぞれの国の炭素吸収・蓄積のナショナルインベントリなど、直接それらの国の温暖化対策などに関わる事業を支援する場合でも、現場にいれば、それなりに様々なアイデアも浮かび現実に近い共同研究の展開が可能になる。こういった地道な活動を行うことにより、国同士の連携、ネットワークが密になり、長い目で見れば我が国のイニシアティブやセキュリティーの確保が可能になると考える。

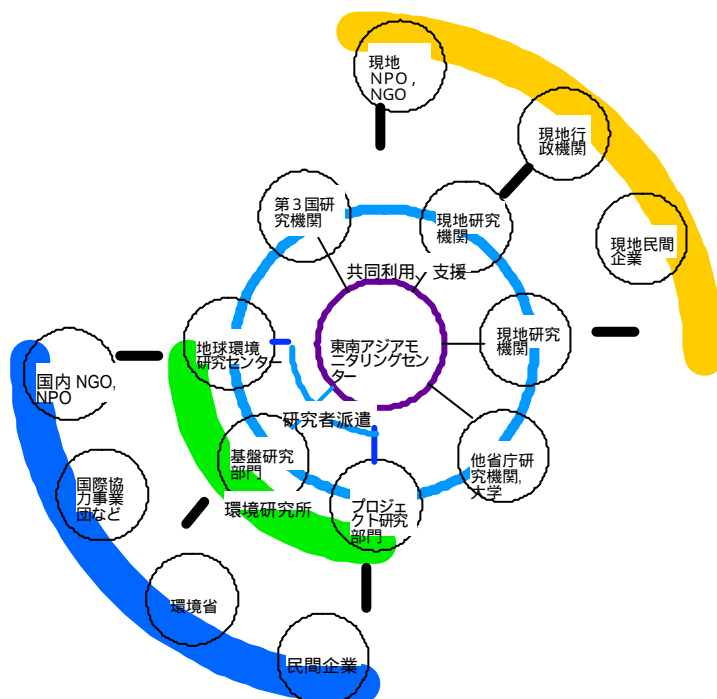


図1 東南アジアモニタリングセンターの構想概念図

国環研からスタッフを派遣し、常駐者を置く。さらに行政機関、民間、NGOなどから人的支援も受ける。センターは他の研究機関の研究者などにも解放し、共同利用施設とする。将来的には陸域、水域などのフィールド現場にサブステーションも設置する。

地球温暖化をめぐる法的紛争の現状と課題

- ツバルの提訴を手掛かりとして -

地球温暖化研究プロジェクト炭素吸収源評価研究チーム

NIESポスドクフェロー 岡松 暁子

1. はじめに

地球温暖化による海面上昇で自国領土が水没の危機にあるツバルが、温暖化の原因となっている温室効果ガスを排出している米国とオーストラリア等の企業を相手どり、損害賠償と対策を求めて訴えを起こすことが明らかになった(注1)。

従来国際環境紛争は、隣接する国家間での越境損害についての損害賠償や補償など、被害国の事後救済のための訴訟が主であった。温暖化の責任を問う国家間訴訟はこれまでに例をみず、その意味でこの訴訟は注目される。そこで本稿では、本件の国際裁判による解決と国内裁判による解決の模索について若干の検討を試みる。なお、2002年11月22日現在、本件はまだ提訴がなされていないため訴状等の入手は不可能であり、従って、以下はツバルの訴訟につき考え得る法的な問題点につき若干の検討を試みるにすぎない。

2. 事件の背景と経緯

(1) ツバルの現状

ツバルは南太平洋にある珊瑚礁でできた9つの島からなる国家で、イギリスの保護領を経て1978年に独立、2000年に国連に加盟した。しかし、平均海拔が約2 mという低地にあるために温暖化によるとされる海面上昇の被害を受け、今後50年以内に領土が水没する可能性があり(注2)、国民は他国への移住を余儀なくされている。そのため政府は2002年から約30年かけて全国民(約1万1千人)を国外に移住させる計画を立て、移住先として近隣国であるニュージーランドとオーストラリアに移民(ツバルは「環境難民」との主張もしている)の受け入れを要請した。現在のところ、ニュージーランドは年間75人の「労働移民」の受け入れを承諾しているが(注3)、オーストラリアは受け入れを拒否している。

(2) 提訴までの経緯

ツバルはこの海面上昇の原因を地球の温暖化にあるとし、京都議定書を批准していない米国とオーストラリアに対して、国際司法裁判所(以下、ICJ)に提訴する準備を進めている。しかしICJでの訴訟には両国の国際法上の義務違反の立証に加え、義務違反と海面上昇との因果関係の立証等、準備を含め判決が出るまでに数年の年月を要する見込みである。そこでまずは差し迫った危機を前に、米国・オーストラリアの石油・自動車・武器・たばこ産業の大企業に焦点を定め、それらの企業の消極的な対策の違法性の認定と損害賠償を、両国の国内裁判所に提訴することで求めることとなっている模様である(注4)。

3. 国際司法裁判所への付託

(1) 国際裁判手続

およそ国連加盟国である限り、国家はいかなる国家間紛争も平和的に解決する義務を負う(国連憲章第33条)。従って紛争当事国は、問題を外交交渉や国際調停に委ねる他に、国際裁判に付託することができる(注5)。

国際裁判の手続きを進めるためにはまず、当該紛争が国際裁判に付しうる紛争であると判断されなければならない。そのためには、紛争の当事国間に国際法上の権利義務関係があり、その紛争が解決されるために適用可能な国際法が存在することが要件となる。その上で被害国の法的利益(その法によって保障されている利益。「訴えの利益」とも言う)や相互の当事者適格、争点が確定されると、国際紛争の内容が特定され、裁判手続が始まる。

(2) ツバルの請求原因

ツバルは当初、当該紛争を、国連気候変動枠組条約(以下、UNFCCC)の一般的義務の不履行を理由にICJに提訴しようとしたと考えられる。すなわ

ち、京都議定書の批准を拒否し、国内政治政策や自国産業保護を優先した米国・オーストラリア両国の消極的な温暖化対策は、UNFCCCに規定されている、温室効果ガスの濃度の安定(第2条)、予防措置の採用(第3条)、種々の国際協力(第3条～第6条)等の国家の一般的義務に違反した行為であるという訴えである。

(3)事件の受理可能性

しかしこのUNFCCCは、抽象的理念や一般原則等、条約目的や国際社会の共通利益に関する共通認識を規定・確認しているだけの枠組条約という形式をとったものであり、その具体的な権利義務や基準設定については、締約国に大幅な裁量を残している。すなわち具体的な削減量や削減方法はUNFCCCでは規定されず、その後に締結された京都議定書によって具体化され、その実施については各国の裁量に委ねられているのである。

周知のように、米国とオーストラリアは京都議定書の批准を拒否している。従って具体的な権利義務関係や設定基準に合意がない現状では、UNFCCCの一般的義務規定だけで両国の違反行為を特定することは困難であり、それができなければツバルの法的利益は確定できない。ツバルの法的利益が確定されなければ、ツバルの原告適格の認定も難しい。しかも原因(米・オーストラリアによる温暖化ガスの排出)と結果(ツバルの沈没)の因果関係が科学的に証明されていない以上、両国のUNFCCC上の一般的義務違反を主張することは難しく、現段階で訴えを起こすためには克服すべき障害が多いと言わざるを得ない。

4. 米国・オーストラリアの国内裁判所への付託

(1)国際裁判の問題点

そもそもICJでの裁判には準備や調査に時間がかかり、判決が出るまでに相当の年月を要する(注6)。また、仮に米国・オーストラリア両国の違反が証明されたとしても、UNFCCCの下ではそこから直ちに損害賠償請求ができるわけではない。従って、このような環境上の損害について国家責任を問う国家間訴訟は、必ずしもツバルの差し迫った危機に適切に対応できるとは言いがたい。

そこでツバルは、早急な対策と損害賠償を求め

るべく、両国の国内裁判所において米国・オーストラリアの私企業を訴えるという方法をとることにしたと思われる。具体的には、両国の石油・自動車・武器・たばこ産業の大企業を念頭に置いており、国家(ツバル)対私企業の民事裁判となる。

(2)国内裁判での救済の困難性

国内裁判では、ツバルは企業の温暖化対策と損害賠償を請求することになる。しかし、そこで主張される被害は、米国・オーストラリア両国の企業がそれぞれの国内法に基づき合法的に行った活動によって生じたものである。しかもその被害は科学的不確実性が克服されないままに長期に渡って蓄積されて現れるものであり、多様な汚染源について特定の企業の責任を追及することは極めて困難であろう。

また、もとより損害賠償を求めるこのような裁判は、ツバルの当面の救済を図ることはできても、賠償金の支払いによりそれまでの企業の責任が解除されるため、その後の長期的な温暖化対策が保証されるとは限らない。問題の根本解決にはやはり、国際場裡での解決が求められよう。

5. 結びに代えて：今後の課題 - 従来国際法の規制原理の修正 -

本件がいつ提訴されるのかは未定だが、実際上記のいずれの形態の訴訟となったとしても、現段階でのツバルの勝訴、すなわち早急な温暖化対策の要求と損害賠償の請求が認められる可能性はそれほど大きくはなからう。

しかし今後起こりうる地球温暖化をめぐる紛争について長期的に考えれば、国内法上合法的な活動を行っている私企業の責任は追及できないまでも、国家間の訴訟が成立し、国家責任を追求できる可能性はあろう。すなわち、国際環境法の発展に伴い拡大しつつある一般国際法上の義務違反の主張が可能になるのではないだろうか。

例えば、科学的不確実性の故に予測不可能である損害の重大性や因果関係の証明、合法活動に起因する損害、といった従来国際法では実効的に対応できない問題の出現に伴い、国際環境法は国家の義務を拡大しつつある。具体的には国家が「他国」に負う自国の「領域管理責任」を、相隣接

する二国間に限らずに「他の全ての国」に広げようとする動きがある。実際に国際法委員会による国家責任条約では、人間環境に対する重大な侵害を「国際犯罪(international crime)」を構成するものとし、国際社会の「他の全ての国」がその被害国となると述べていた時期もあった。これにより、被害国として全ての国に原告適格が認められることもあろう(原告適格の拡大)。

また、国連海洋法条約の制定過程で示された「人類の共同遺産(Common Heritage of Mankind)」の概念やストックホルム宣言の原則2は、国家が人間環境を保護する義務を負っていることを示唆しており、国家が負う国際義務はより厳格になってゆくであろう(国家の義務の厳格化)。

さらに今日の危機的な地球環境については、その損害は事後的な措置によっては救済されないことから、予防原則が確立しつつある。このような原則が一般国際法上確立すれば、私企業の活動が合法か否かに関わらず、国家は領域内の活動につき管理責任を負うことになる(因果関係の立証責任の容易化)。

もとよりこれらの原則はまだ国際環境法および国際法の中で発展段階にあるにすぎず、国際法の一般原則として確立するためには実際の実行の積み重ねが必要である。国際環境条約が誠実に履行され、地球環境が安定するようになるために、従来の国際法の規制原理の修正が求められていると

言えよう。その点の具体的検討は今後の課題としたい。

(注1)毎日新聞(2002年7月24日朝刊)及び朝日新聞(2002年8月9日朝刊)でのタラケ首相と首相府のパナパス・ネレソネ長官の発言報道による。

(注2)国連の気候変動に関する政府間パネル(IPCC)は、2100年までに地球の気温は1.4~5.8℃上昇し、海面は9~88cm上昇すると予測している。ツバルは現在すでに、雨季には島の3割が水没する。

(注3)ニュージーランド政府は、「労働移民」条件として、年間75人まで、45歳以下、英語が話せること、仕事が確保できる人、という条件を提示している。ツバルの主張する「環境難民」の概念は未だ定まっていないが、この概念が定着すれば、国際社会の構成国の難民受け入れ義務の存否、移民条件の緩和等、新たな問題が生じるであろう。

(注4)米国とオーストラリア以外の先進諸国企業も対象として検討されているが、2002年11月22日現在、両国以外はまだ特定されていない。なお、提訴は近隣国であるキリバスや同様の問題を抱えるモルディヴと共同で行うと言われている。

(注5)付託に際し当事国の同意を必要とする点で国内裁判と異なるが、判決には拘束力がある。

(注6)例えば、国際環境に関する最初の紛争(国際仲裁裁判)となったトレイル燐鉱所事件(カナダのトレイルにある燐鉱所が排出する亜硫酸ガスがアメリカのワシントン州内の農作物や森林資源に損害を与えたとして、米・加間で争われた事件。最終判決は1941年。)では、最初の請求が出されてから最終判決が下るまでに15年かかっている。

地球環境研究up-to-dateインタビュー 第 8 回

スイス連邦工科大学 教授：大村 纂氏

インタビュアー：井上元(地球環境研究センター総括研究管理官)

地球温暖化の兆候

井上：今回は日本学術振興会からの招聘で来日されているスイス連邦工科大学の大村教授に、地球温暖化の兆候について、主にご専門でいらっしゃる雪氷学とエネルギー収支の視点からのお話や、ヨーロッパと日本の大学・研究機関の研究体制の比較、さらに地球環境研究のあり方などについて伺いたいと思います。

大村：私の専門を雪氷学とエネルギー収支としてご紹介いただきありがとうございます。実はなかなか2つを言っておさらないことが多いので。雪氷の表面でエネルギー収支が起きているから両方はつながっています。エネルギー収支というのはどこでも起きていて、雪氷圏を理解しようとすると地球全体のエネルギー収支を理解しなければなりません。気候変動において重要な役割を果た

す地球の表面を考えた場合、雪氷はある意味では最もポジティブなフィードバックを起こします。私は学生の頃からずっと気候と氷河の関係について興味を持っておりました。今回の北海道大学の集中講義では、気候変化により氷河の大きさ、厚さがどのように変わるかということテーマとしました。氷河に関する精密な数値モデルを構築し、それを気候モデルに組み込む試みがなされています。しかし現在はモデルが自然と同じくらい複雑化してきて、てっとり早くこの2つのシステムの関係を見るのが難しくなっています。そこで、大気と雪氷圏、大気と氷河の関係を単純化して複雑な数値モデルを使わずに解析的に解くと、温度を変えた時に氷河がどう変わるか、降水を変えた時に氷河がどの位の時間でどう変わるかを予測できます。複雑な数値解析が進むほど、私はいつも単純化した解析的な解を探しています。

井上：炭素循環も複雑化してきて、一日の収支まで計算していこうとすると、実際のシステムに似てくるかも知れませんが、本質的なところは見えなくなる恐れもあります。おっしゃるとおり今の数値シミュレーションモデルは一つの実験ですから、計算結果をよく見ないといけないのではないかと思います。

大村：その通りだと思います。解析的な解と理解は教育の上でも重要です。複雑な数値シミュレーションだけをやっていても教育にはなりません。メカニズムがどうなっているかを解明していかなければなりません。今回の北海道大学の集中講義では氷河のリアクションについて解析しました。実はスイスを出る時にはまだ解は得ていませんでした。ですから、1日7時間、2週間の講義のうち、半分は準備して来ましたが、残りの半分の時間は見つかるであろうという解析解についてやることにしました。札幌での滞在期間中はそういう訳で周囲の方とのおつきあいもあまりできず、朝から晩まで研究していました。しかし現実性のある解はいつも見つかるわけではなく、せいぜい確率的に10%くらいでしょうか。ところが今回は講義の最初の1週間で解を得て、後の1週間で見つけた解を応用して解析して具体的に表すことをしました。出席した学生には大変喜んでいただきました。

井上：一番ホットな結果を聞く機会を得られたわけですから学生は幸せでしたね。大学等での教育

もありますが、私のいる国立環境研究所には一般の方からお電話がかかってくることもあり、氷河が後退しているのは地球温暖化のせいなのかとか、南極やグリーンランドの氷が融けた時に海面が上昇するというのは本当なのかと聞かれます。私たちも分かる範囲でお答えしますが、環境問題ははっきり答えられるものばかりではなく、いろいろな要素がからんでいる場合もあり、まだ分からないことがいろいろあると言いますと、最近の学生や一般の方は明確な答えを期待していて、納得してもらえないことがあります。対応はなかなか難しいです。

大村：あまりに明瞭すぎる答えがどこにもあると思われるようですね。地球上の高山、極地の低いところにある氷河は、20世紀に確実に気温が上がったところにあります。気温上昇と降水量の増減という2つの変数がありますから、氷河の変化を見てすぐに気温の変動を断言できませんよと分かり切ったことを言う人がいます。私はよく学生に"利口そうな響きのする馬鹿な問い"と言っていますが、気温が1°C上昇すると氷河はどのくらい後退するかというのは計量化できます。これをくい止めるための降水量を考えると、40 cmの降水増となります。1°Cの変動というのは実は大変なことなんです。自然界では起こりえる。スイスアルプス、特に3000 m以上の高山は、過去100年間で1°Cの気温上昇がありました。気温が1°C上昇して後退するアルプスの氷河を定期的に保つようにすると40 cmの降水増加が必要です。これは周辺の年間降水量の4分の1程度に匹敵し、長期の持続は不可能です。理論的には気温と降水の両方が氷河に影響を与えますが、年間の降水量が非常に多いところを除けば、自然界で起こる変化を見ると温度の方が重要です。氷河を維持するために空気中から吸収している降水量は年間2 mくらいですから、40 cm増というのは自然界の変動では起きません。世界中の氷河が後退していますが、スイスでも98%の氷河が後退しています。残りの2%は前進していますが、これは気候的理由によるというより雪崩等によるものですから、ある意味では100%後退していると言えます。ところで、温暖化の兆候を見るには、気温を測ってみて、上がったというのが最も確かなわけですね。スイスは気象の測候網が非常に稠密で、九州より小さい国土面積の中に

気象観測を行う測候所が30カ所あり、別に1日3回観測する気候観測ネットが現在100くらいあります。これは測候所がない場所を埋めるために、測候所を置けない不便なところでも委託して1日に3回観測してもらっているのです。それに加えて、高山など、人が観測できない60の場所にはスイス気象庁が大変なお金をかけて開発した自動観測装置が設置されています。また、1日2回、降水量だけを観測するネットワークが500位あります。

井上：場所による違いを見るためですか。

大村：そうです。さらに、人が入れない高山地域には100の降水計を設置し、採水しています。アクセスのいいところは月に1回、近くの測候所から人が行き、アクセスの悪いところは半年に1回降水量を計測しています。これまでのところわかったのは、20世紀の100年間に地球では平均して 0.6°C の気温上昇がありました。これは地域または季節により違いがあり、海拔3000 mくらいのところが最も顕著だということです。3000 mというところアルプスの樹木限界が2000 mですからその上ということになります。アルプスの氷河域ですと、均衡線(冬の期間の雪の降る量と夏の間の融ける量がまったく同じになるところ)はだいたい2900 mですから、そのあたりが一番影響があるということです。GCM(大循環モデル)の計算でもほとんどの気候変化の最初は放射を変えたことで起こっています。放射を変えますと、地球の表面での熱の出入りが激しく変わります。温室効果により増えた赤外線が地球の表面は吸収し、吸収したものをいろいろな方法で放出していきます。その時に、表面自体が暖まってそこから逆の方向に赤外線を放射するのが一番大きいわけです。放射に次いで重要なのが水蒸気の蒸発散です。蒸発散は地球表面と大気との直接コンタクトで乱流熱伝導して顕熱になっていくよりも8倍強いのです。地球表面で熱伝導によって直接大気を暖めるという効果よりも地面から水蒸気が蒸発し潜熱として空気中に放出され、雲となって凝集した時に潜熱を放出して大気を暖める効果の方がずっと強いのです。ですからどこで雲のつづが一番できるかによって気候変化のうちの気温への影響が決まります。一日の気温変化を見ると地表付近が一番影響を受けているように思えますが、古気候を調べても中緯度ですと3000 mくらいのところが最も影響が大きいのです。そ

ういう意味では中緯度の高山地域はどの気候変化についても最も敏感なところですよ。

井上：均衡線付近なのでアルベド(入射光の強さに対する反射光の強さの比)が一番影響しているのかと思っていました。

大村：それもあります。気候変化には温度の要素が一番大きく、それに別の要素が入ってきます。一つは雪氷圏と温度のポジティブフィードバック、極地の場合はそれに加えて逆転層があります。逆転層の中での放射の出入りは大きな気温の変化を引き起こします。それに加えて、熱の出入りによって温度の変化が起こる場合、同じ熱の出入りがあったとすると、低温下の方がより大きな温度変化を引き起こします。これは気候変化では見逃されているところですよ。熱の方程式から見てみますと、すべての熱フラックスの総計として地表からの放射が考えられます。この放射は黒体放射に非常に近いですから、温度の4乗に比例する、つまり、同じ熱の出入りがあれば温度の低い方が気温変化は大きくなります。ですから極地における気温の変化も大きいわけですよ。1970年以降の温室効果気体増加の影響は真鍋淑郎先生の気候モデルにも表されているように、中緯度3000 mから4000 mのところの気温が上がっています。一方、スイスアルプスの高山は現在でも温度の上昇が地球の平均気温上昇(0.6°C)より大きく、2000 m以上の高山では 1°C 上昇しています。次のテーマは気温の上昇が温室効果気体の増加の影響なのか、他に原因があるのかを探ることですよ。

井上：お話のあった3000 m位の地域の気温が上昇しているというのは、山では地表面で起きていますが、高層大気の観測でも同様の結果が出ているのでしょうか。

大村：1950年以降結果は出ていると思います。地球上を覆っているラジオゾンデネットワークがあり、Flohn教授が研究テーマとして中間対流圏の昇温を1950年から85年にかけて分析し、明らかに昇温していることが分かりました。昇温の仕方から、今お話した4つのファクター(凝集の潜熱、雪氷圏のフィードバック、逆転層、低温下の温度変化)で理解できます。また、夏と冬では、面白いことに夏の方が昇温が大きいんですよ。

井上：アルベドの変動は春先ですから、夏の気温上昇が大きいということは潜熱が影響していると

大村纂(おおむら あつむ)教授プロフィールxxxxxxxxxxxxxxxx

スイス連邦工科大学 教授。

1942年東京生まれ。1965年東京大学理学部卒業。1969年カナダMcGill大学で修士課程を修了し、1970年まで同大学北極研究所の研究者。1970年スイス連邦工科大学助手となり、1980年に理学博士取得。1983年同大学気候研究室主任教授を経て、2000年より大気気候研究室教授。その間、1996年から1998年まで東京大学大学院理学系研究科の教授を兼任する。現在は、International Radiation Commission委員や国際氷河学会の副会長を務める。

xx



ということでしょうか。

大村：おっしゃるとおりです。降水量は夏の方が多いですし、4つのファクターが影響しあって夏の昇温が大きくなります。昼と夜との比較では、地表付近に関しては日中より夜の方が温度上昇が大きくなっています。ですから、日最高気温が上がったと言うより、日最低気温が上がってきているため平均気温が上がっているという見方をしています。これはどちらかというと太陽放射の変化よりも、夜でも存在する赤外線の温室効果ではないかと推定されます。

太陽につきましては、1978年以降人工衛星から直接観測していますからいろいろなことが分かってきました。その一つは、太陽放射を見ると、長い期間では変化がなく、そのかわり11年周期での変化が顕著で、その振幅は 0.6W/m^2 、山から谷間での平均は 1.2W/m^2 となっています。これは太陽常数の0.1%にも相当しませんから、気温だけ測ってその影響をみるというのは相当に難しいこととなります。ですから、過去25年間の観測によって、太陽が熱くなっているという説は考慮するには足りないわけです。そこで、地球温暖化の原因は温室効果が強くなったからではないかということになります。

温度が上がったことで連鎖的に他の現象も現れてきます。アルプスの氷河は過去100年間で現存する面積の半分が消滅してしまっています。つまり1年に水柱にして20 cm融けているわけです。かつて私の恩師であるMuller先生とアルプスで一番大きなアレッチ氷河を28 km歩いたことがあります。末端に着いても氷河から陸地に移ることが容易にできませんでした。先生が学生の頃は飛び降りることができたのに、私たちが歩いた時は末端が谷

の底になってしまっていて、20 mほど落差がありました。先生も私と同じように国内の大学を卒業してからしばらく海外で研究活動をしていて、その間これ程変化してしまっていたことに驚いていました。その他の変化としては、アルプスの南斜面で特に植物の交代が大きいことをスイス連邦工科大学の先輩であるKlotzli教授が言っています。彼は卒業論文でアルプスの南斜面の植生について研究し、その後50年間ほとんど毎年観測を続けていらっしやいます。調査によると、絶滅した種が17種あり、新種はたったの2種です。要するに絶滅している方が多いわけです。これは植物に関するのですが、動物界にも変化があり、スイスの人口のほとんどが住むアルプスの北側では、獣医学者から聞いた話ですが、これまでスイスにはなかった犬につく寄生虫が見られるようになったそうです。このままでいくといずれ熱帯病が侵入し、深刻な問題になっていくことも考えられます。

井上：日本でも撲滅はされましたが、西表島はマラリアの範囲でした。将来沖縄のどこで生息が始まってもおかしくない状態になると懸念されています。防疫体制だけではなく、医療体制についても真剣に考えられています。

大村：それは国立環境研究所で進められているのでしょうか。

井上：国立環境研究所ではどういう範囲に広がるかということの研究している人はいますが、対策は厚生労働省が行います。地球温暖化の影響としては、日本は温帯域にありますので、熱帯病が侵入してくるのではないかということは大きな問題です。最近は熱帯病に関心が持たれていますが、少し前は海面上昇が一般の人の関心の高い問題でした。0 m地帯が多く、海面上昇の影響で危険地域

表1 海面に関する氷河の感度

	山岳氷河	グリーンランド	南極
表面積 (10 ³ km ²)	513	1756	13586
体積 (10 ³ km ³)	51	2648	30110
水当量 (10 ³ km ³)	49	2383	27099
水の収支 (km ³ y ⁻¹)	98	708	4471
CO ₂ が2倍に増えた時の 海面変化への影響 (mm y ⁻¹)	0.1	0.7	-0.9

(大村氏提供)

が広がると思われるからです。

氷河の融解と海面上昇の関係

大村：海面上昇を引き起こす原因としては、海水の質量が増えるのと体積が増えるという2つの面から考える必要がありますね。海水の熱膨張がどの程度海面上昇に影響を与えるかという問題は海洋学者にお任せし、私たちは海水の量がどのくらい増えるのかということに重点を置いて研究しています。陸から海へ流れ込むのには2つの要因があると思います。氷河が融け出すのと永久凍土の融解です。永久凍土は山岳氷河より蓄積している水の量が大きいのですが、融けた水は海に流れずに湿地帯を作ると考えられていて、これまではあまり研究されていませんでした。しかし実際に永久凍土の地形を見てみますと、湿地帯を作るだけではなく、斜面などもありますから、私は永久凍土の融解は山岳氷河より大きな影響があるのではないかと考えています。

井上：流れなくても蒸散もありますから。

大村：その通りです。蒸発散すれば空気中にとどまる量はほぼ一定ですから、最終的には海に流れ込んでいくと思います。表1にありますように、氷河の海面に関する感度を山岳氷河、グリーンランド、南極に分けて見てみますと、表面積の割合としては圧倒的に南極大陸が大きく、山岳氷河はわずかです。体積を計算するとさらに山岳氷河の割合は小さくなります。気候変化が起き始めた時には、融氷量は面積に比例します。また、最終的にどのくらいの氷が融けて出るかというのは体積で計算しますから、面積も体積もどちらも重要です。メタボリズムに関してはグリーンランドは南極大陸より重要になってきます。と申しますのは、グリーンランドは雪がたくさん降りますので重くなり、単位面積当たりのターンオーバーは年に2倍近

く大きく、重要さは増してきます。また、私たちが計算した、二酸化炭素が産業革命以前の2倍になった時の海面上昇への影響予測結果につきましては、グリーンランドが最も大きく、1年に0.7 mmで、山岳氷河は0.1 mmです。ところが南極大陸は冷たすぎますから、二酸化炭素が2倍になってもまだ融けません。しかし気温が上がりますので水蒸気が増え、南極大陸に降る雪が多くなり、グリーンランドと山岳氷河の分をちょうど相殺してくれます。ですから向こう100年くらいは海水の質量の大きな変化はないと思います。本当は、大きな変化が起きるぞと政治家などに言う方がいいのですが。とにかく、質量は変わらなくとも海面変化を起こす主要な役割である海水の温度の上昇からくる熱膨張による体積の増加の影響が大きいのではないかと個人的には考えています。

井上：南極の雪氷が増えるかどうかということについてはどの程度信頼できるのでしょうか。南極氷床の面積は大きいのでちょっとした差で変わってくるかと思いますが、どのくらいの精度があるのでしょうか。

大村：100年位の予測については自信を持っています。100年以上になり、二酸化炭素が産業革命以前の2倍を超えて3倍に近づくと南極大陸の氷も融けてきますから海面上昇への影響もポジティブに変わります。また、温暖化が起きて、50年はそのままであっても100年を越すと氷河の流動に大きな影響が出てきて、南極大陸の氷は融けなくても自分の重さで海に入っていきます。融けて入ってもまた融けずに流れ込んで海面上昇に対する寄与としては同じことです。カーピングによる上昇が南極大陸では起こると思われませんが、それに関してはまだよく理解できていません。そのあたりをもう少し理解したいというのが私の今後の希望です。ですから海水面への南極の影響は融氷だけ取り扱

っていてもだめです。

環境研究をinterdisciplinaryな体制で進めるためには学部教育が重要

井上：ところで先生は大学院からカナダで学び、現在はスイス連邦工科大学で教えていらっしゃいますが、時々日本に帰国され、海外と日本の研究体制または大学の体制についていろいろと比較することがあるかと思いますが。

大村：私たちが取り組んでいる環境研究についてお話ししたいと思います。環境という総合的な対象を研究するのに日本の体制は不十分と言わざるを得ません。これは縦割りの大学体制のせいだと思います。日本の大学体制は、明治政府が西欧の技術文化を見るため派遣した人が、学問が細分化される以前の19世紀前半の膨大な博物学を学ぶことなく、19世紀後半のヨーロッパの大学の体制を学んできて、それをコピーしたものです。今でも学部、学科に細分化され、他の分野に口を出すことができにくい体制です。また、日本の学会は壁をなくし風通しをよくすることが必要ですね。環境研究にはいろいろな専門知識を必要としていますが、どんなに優れた人でも個人で環境研究の大きな課題に取り組むのは無理ですから、それぞれの専門分野で経験・知識のある人たちを集めて共同して大きな科学に取り組むことが大切です。この時に最も重要なのはinterdisciplinaryであることです。ヨーロッパはinterdisciplinaryでやりやすくなっています。一つの学問分野を研究した人が別の分野に入っていくことが容易ですし、また自分でもアマチュアと思わずに共同作業をします。interdisciplinaryな学問のあり方として、私はよく医学を例に挙げます。医学は病を癒すという簡潔で明快な目標のため、生物学を中心に化学(薬品)、物理学が組み、公衆衛生の面では社会学もからんできます。また、今後重要になってくるターミナル医療については宗教的な面もあり、多くの学問分野にまたがっています。しかし、環境科学のしっかりとしたinterdisciplinaryな基礎を作るには100年位必要ではないかと思いますが。どこの国でもinterdisciplinaryな体制を作るのは難しいのですが、目的が明快であると違った分野の人が一緒に働けますね。スイスではinterdisciplinaryな研究には国家研究プロジェクトとして別枠の予算がつきます。私が関係

したものは「気候変化と再現」というプロジェクトがあります。また、国家予算が通りにくいプロジェクトにはお金のある一般の人が資金提供してくれることがあります。5年前に、UBSというスイス最大の銀行の株主の方が私の大学に多額の研究費を寄付してくれました。これは税制上の優遇があるのと個人の富を社会に還元する考えがあるからです。そういう点でスイスではinterdisciplinaryな研究がやりやすくなっています。

教育の面も大切です。環境問題に関して一番いい教育のしかたは、大学の学部の4年間で何かきちんと専門の学問を修めて、大学院の修士課程に入ってから環境について学ぶことだと私は個人的に考えています。北米の大学の医学部、法学部がこういう形式です。高等学校を卒業してもすぐに医学部に入らずに違う学部で4年間学び、学士を取った後、試験を受けて医学部、法学部に入学し、専門の勉強を始めます。これは人間を扱うわけですから、個人としてもいろいろと成長してからであってほしいと思うからでしょう。ですから数学者が医者になった例もあります。環境もそれによく似ていて、広範囲であり、人間の生活に影響を与えることを研究するわけですから、やはり人間として成長した人が修士課程で環境を専門に研究する方がいいと思います。東京大学では数年前に新領域創成科学研究科が創設され、大学院修士から環境を学ぶことができ、いい形だと思っています。私の大学でも14年程前に環境科学の学部ができた時に、私は学部ではなく大学院から環境を専門に学ぶというシステムを提案しましたが、政治的な配慮もあり学部となりました。しかし弊害が出てきています。第1期の卒業生が出て10年になり、フォローアップしてみますと、学部から環境問題を学んで物事を総合的に判断することができる人間になったという強みがある一方、個々の知識が他の学部の卒業生と比較して劣ることが分かりました。ですから、何度も申し上げるとおり、学部の時には何かを専門的に学んで、環境問題に関して意識のある人が、修士課程で研究するのがいいわけです。

井上：日本の大学にも環境学部、学科はかなり増えています。国立環境研究所では採用時に、環境学科を卒業した人よりそれぞれ専門的な勉強をしてきた人をより多く採用しています。ある分野

についてしっかりした教育を受けていることと、体系的な考え方を一通り学んでほしいと思っているからです。と言うのは、環境は間口が広いので。

大村：大学院から環境を専門に学んだ人を採用して、その人たちがどういう研究をしていくかということが少しずつ分かってくるのではないかと思います。是非結果をお聞きし、学ばせていただきたいですね。と言いますのは、これまでスイスでは環境問題に関して2つの国家研究プロジェクトが行われました。先ほどお話しした「気候変化と再現」、そして「気候変化のインパクト」です。気候変化のインパクト、その対策というテーマに取り組もうとすると、自然科学者だけではなく社会科学者、経済学者と共同してやっていかなければなりません。ところがどうしても自然科学と社会科学の接着がうまくいきませんでした。個人的にはこの接着がうまくいかないinterdisciplinaryな意味合いは薄れてくると思います。うまくいかなかった最大の理由は、インパクトまたは対策に関する研究の方法がきちんと確立されていないことですが、もう一つ大切なのは、自然科学者は基礎がなくても時間をかけて勉強すれば社会科学を理解しますが、より広い知識を持っていると自負している社会科学者は自然科学を理解できないことが多いからです。これでは融合した共同研究はできません。これは大学の教育に問題があります。スイスでは、自然科学、工学を専攻しても学部時には最小限の社会科学、人文科学を学ばなければなりません。文科系の学生は自然科学を履修しなくても卒業できますから基礎がありません。私は文化系専攻の学生でも学部の際にもう少し真剣に自然科学の基礎を学んでもらうシステムにしないと、せっかくinterdisciplinaryな研究を行おうとしてもうまくかみ合わなくなると思います。そういう意味でも学部の教育は重要です。

井上：日本でも共同研究が難しい場合があります。私が見たところ、地理の分野の人たちやフィールド観測のなかでも気象学や地質学の人たちは上手に共同作業をしているようです。

大村：また、共同研究がうまく運ぶにはリーダーになる人の人格やモラルが問われます。個人プレイで輝いていた人たちを集めて共同作業を進めていかなければならないわけですから、リーダーは

成果を独占しないことです。環境に関する共同研究はより高次元のものです。進化の途中にあると思いますから、失敗しながら学んでいけば、いい環境研究の実績ができ、教育の方向も確立していくと思います。日本にはスイスと違う教育制度があり、筑波大学など、私が理想とする修士課程からの環境の専門課程ができましたから、卒業生がどういう風に実力を発揮していくか興味があります。

井上：日本の環境科学、環境に関する教育については私も大変興味を持っています。私たちの時代とは違ったタイプの研究者ができ、新しい分野を切り開いていく、あるいは新しい見方をしていく可能性があり、期待しています。一方、大学のシステムはどんどん変わってきています。10年前は変わらないということがむしろ問題になっていましたが、現在は変わりすぎていてなかなか追従できません。今後は独立行政法人化して激動の時代に入っていくのではないのでしょうか。私個人は日本全国の大学が同時に大きな変革をするということに不安を感じています。伝統的なことを継続できなくなったり、移行期にきちんとした教育を受けられない世代が出てくる可能性もあるでしょう。

大村：憂慮されますね。新しい傾向として、日本の主要大学が大学院大学となってきた、これまで弱かった大学院教育の補強という面ではいいことですが、しっかりした学部教育がおろそかになるのではないかと不安があります。基礎がなくなって大学院教育の補強が大きくなるのは心配です。私自身学部を卒業してから海外に出て、いろいろな国の学生を見てきました。そこで感じたのは、日本の学部教育のレベルは世界でもトップクラスだということです。私は大学の教養課程の数学と物理が外国の大学に行ってから大変役に立ちました。

井上：学部教育の重要性について、先生は明瞭なお考えをお持ちですね。今日はお忙しい日程の中お時間をいただき、地球温暖化の実際の研究、プロジェクトあるいは大学教育のあり方など大変興味深いお話を伺うことができました。ありがとうございました。

*このインタビューは2002年10月11日、東京都内にて行われました。



地方の時代

自治体は地球環境問題にどう取り組む？



千葉市

地球環境問題に関する千葉市の取り組み

千葉市環境局環境保全部

部長 須藤 欣一

1. はじめに

地球環境問題、とりわけ地球温暖化問題は、本市においても最重要な課題であり、本年度における取り組みは、その推進体制も含めて一つの節目を迎えたものとなっています。

組織としては地球温暖化対策係を新設することができ、その体制を整備するとともに、施策面では、環境基本計画の見直しを行い、地球にやさしいまちづくりに向けた施策の方向性をとりまとめるとともに、地球温暖化防止キャンペーンによる市民参加型の事業の展開など、環境にやさしいライフスタイルの実践に向けた施策の充実を図っているところです。

これらの取り組みに当たっては、今日の環境問題の多くが通常の事業活動や日常生活に根ざしていることから、こうした活動のあらゆる場面で、環境に配慮した行動を織り込んでいくことの重要性、また、市民や事業者と直接関わりのある市において、それらを効果的に普及させ、定着させていくための先導的役割を果たすことの意義について十分に認識の上、工夫を凝らしながら検討を進めてきました。

本稿では、これらの取り組みとして、基本となる施策体系、市民へのアプローチ、事業者に対する取り組みなどの一端を紹介させていただきます。

2. 環境基本計画の見直し

本市の環境基本計画は平成7年3月に策定され、それ以降、人と自然との共生関係を大切に、環境にやさしくうまいのあるまち、『エコシティちば』を目指し、環境の保全及び創造に関する施策を総合的・計画的に推進してきました。

しかし、環境をめぐる状況の変化を踏まえ、地球温暖化の防止を始めとする今日的な課題に的確に対応し、21世紀にふさわしい環境都市づくりの実現を目指し、平成14年6月に見直しを行ったところです。望ましい環境都市の実現に向け、まちづくりにおいて環境面から目指すべき『環境像』として、『地球にやさしいまち』を新たに独立させ、その達成に向けての目標や施策の方向性などを再構築しました。具体的には、全国的に増加傾向にある温室効果ガスの排出量を減少基調に転換することを目指し、市民・事業者・市が一体となって取り組むべき省エネなどの足元からの環境保全活動の促進から、CO₂排出の少ないまちづくりや都市緑化などの社会資本の整備に到るまで、関連する施策を総合的に推進することとしました(表1)。

また、今回の見直しに際しては、通常の事業活動や日常生活の各場面において環境配慮がなされ、実践活動につながるよう、その重要性について明らかにするとともに、それを推進するための共通の基盤施策についてとりまとめました(表2)。その概要は以下のとおりです。個々の施策については、これらの共通基盤に立って展開されていきます。

3. 地球温暖化防止対策事業の概要

(1) これまでの取り組み

環境基本計画の見直しを踏まえて、目標に向けて各種施策を効果的に実施していくことが必要です。まず、市自らによる率先した取り組みとして、平成13年6月に本庁舎を対象に認証取得を行ったISO14001による環境マネジメントシステム等に基づき、計画的に進めているところです。

市民一人ひとりの地球環境問題に対する意識の

表1 環境像『地球にやさしいまち』を目指した施策の方向等

基本目標	施策の方向性等
温暖化に配慮したまちづくりを推進する	環境に配慮したライフスタイルの促進、地球温暖化対策の総合的な推進、CO ₂ の排出の少ない都市づくりの推進、森林等のCO ₂ 吸収源対策の推進等
エネルギーを環境にやさしく利用する	省エネルギー型の事業活動の促進、家庭での省エネルギーの促進、効率的なエネルギー供給システムの整備促進、自然エネルギー・未利用エネルギーの利用促進
ヒートアイランド対策を推進する	都市を冷やす機能の確保、建築物等からの温排気の軽減等
オゾン層の保護に貢献する	フロン回収・適正処理等の促進、脱フロン化の推進
国際協力を推進する	環境分野における国際協力への貢献

表2 環境に配慮した行動を行うための共通の施策

施策の方向	具体的取り組み
社会経済活動のグリーン化 (環境配慮を社会経済システムに内在化させるための仕組み)	(環境への影響と経済性に対する理解を深める取り組み) 環境ラベル、LCA、環境会計、環境家計簿の普及 (目標を立てて実践する取り組み) 環境マネジメントシステム、家庭版環境マネジメントシステムの普及 (支援するための取り組み) 普及啓発活動の展開、技術的助言や取り組みに対する各種支援措置の実施、表彰制度・アドバイザー制度の創設
社会資本整備における環境配慮	計画アセスメント、連携体制の強化、環境配慮の実施
パートナーシップの構築	環境保全施策に関する事業者・市民の参加、個別の実施計画の企画・立案への積極的な参加、地域における環境保全活動の活性化
取組みを促進するための共通施策	環境情報の共有化、環境学習・環境教育の活性化

向上とライフスタイルの見直しに向けては、これまで環境学習・環境教育、環境カレンダーなどの普及啓発活動を中心に、また、事業者と連携した取り組みとしては、温室効果ガス排出抑制対策や省エネルギー対策に関する事項を盛り込んだ「地球環境保全協定」の締結を中心に取り組んできました。

平成14年度においては、これまでの取り組みを踏まえつつ、さらに実践活動につながるものとなるよう、また、各種施策が体系的に進められるよう、施策の充実に努めたところです(図1)。以下に、主な事業について紹介します。

(2) ライフスタイルの見直しに向けた取り組み

ライフスタイルの見直しを実践につなげていくことは、大変重要であると同時に難しい課題でも

あることから、本年度の取り組みに当たっては、できる限り市民の方々に参加していただけるような事業を展開することとしました。

具体的には、地球温暖化キャンペーン活動の一環として、環境家計簿の作成・配布を行うとともに、環境家計簿による実践をとおして環境にやさしいライフスタイルに取り組んでいただける世帯を“ちば・エコファミリー”(環境シェフ)として募集・登録を行い、その活動をフォローアップするものです。

本市における環境家計簿は、「我が家のエコライフノート」(図2)として、各家庭での1ヵ月毎の電気、ガス、ガソリン等の使用量を記載し、CO₂排出量を算出し、地球環境への負荷を把握できることのほか、ライフスタイルと地球温暖化問題との

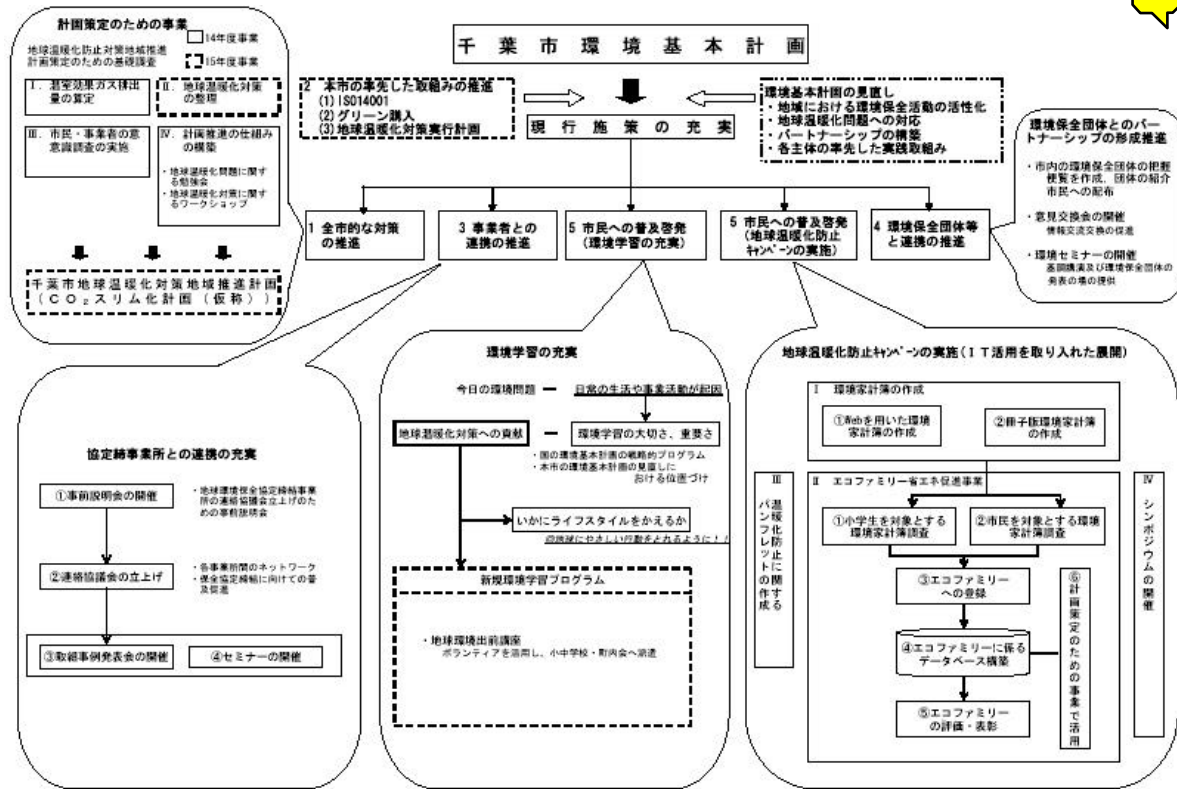


図1 平成14年度地球温暖化防止対策(新規)事業について

関わりから、省エネ型機器・設備の導入や地球にやさしいライフスタイルを実践することによるCO₂削減効果、家計への節約などを分かりやすく説明するとともに、省エネルギー、ごみの排出方法など7項目について、取り組み意欲を1週毎に自己評価できるような工夫がされています。

また、“ちば・エコファミリー”(環境シェフ)は、市から登録証を受け、エコライフノートを実践するとともに、その結果について市に報告することとなっています。市においては、各環境シェフに対してアドバイス等を行い、優良な家庭を表彰するなどの他、報告いただいた取り組み結果については集計・解析を行い、広く市民の方々に実践に向けての情報として提供していきたいと考えています。

さらに、本事業の募集に際しては、市によるホームページの他、できる限り多くの世帯が関心を持ち積極的に参加していただけるよう、町内自治会や商工会議所等の市民団体との理解と協力を得ながら進めてきました。今後はさらに広く普及させていくため、活動推進員などのアドバイザーと



図2 我が家のエコライフノート

の連携の下に、町内会単位や企業単位などでの取り組みの環が広がるような工夫を行っていききたいと考えています。

(3)地球環境保全協定

事業者における取り組みとしては、千葉市環境保全条例に基づき、製造業に係わる事業者と環境保全協定を締結し、大気汚染、水質汚濁等に係る規制・指導を行っています。製造業以外の事業者に対しても、地球環境保全協定の締結をとおして

市と一体となり環境に優しいまちづくりを推進していくため、事業者の方々に地球環境に配慮した自主的な取り組みを実践していただいています。

主な内容としては、温室効果ガスの排出抑制の他、低公害車の導入、アイドリング・ストップ、省エネルギー対策の推進、紙類の使用の原料及び再資源化、緑化の推進などからなり、協定を締結した事業者は、具体的な取り組み内容について環境保全計画書を作成し、それに基づき実施・運用を行い、その結果については実績報告として環境保全報告書を作成することとなっています。市からは、それぞれ提出していただいた段階においてアドバイス等を行うとともに、支援施策としてはISO認証取得に対する助成や各種情報提供などを行っているところです。これまでに、併せて106の事業所と締結しています。

今後は引き続き締結する事業所の拡大を目指すとともに、各事業所における取り組み内容の充実が図られるよう、事業所間における意見交換や連携の強化、先進的な取り組み事例などに対するセミナーの開催や情報提供などを積極的に推進していきたいと考えています。

(4)新エネルギービジョンに基づく施策の推進

上記の個々の取り組みと併せて、市民・事業者・市が一体となって目標に向けて市域におけるCO₂等の削減を効果的に推進していくことが重要です。このため、現在、「地球温暖化防止対策地域推進計画」の策定に向けて温室効果ガス排出量の実態把握や市民・事業者意識調査などの基礎調査を進めているところです。

この計画では、環境基本計画に掲げる施策の方向性を踏まえて、市・事業者・市民の果たすべき役割のもと、改めて施策体系を構築していくことが必要です。その中には、市における取り組みとして、ソフト的な施策の他、各事業部門において所管するエネルギーや森林、緑化などの関連する様々な施策を反映させていくことが必要です。ここでは、その一事例として、新エネルギービジョンに基づく施策について、その取り組み状況を紹介します。

本ビジョンは、地球温暖化防止等を背景として、平成12年9月に策定され、『自然の恵みを生かした

エネルギーをみんなで活用していく、地域と環境にやさしいまち』などを基本目標に掲げ、その実現に向けて積極的に取り組んでいるところです。

まず、本市における率先取り組みとしては、学校を始めとして、公共施設への太陽光発電やコジェネレーションシステムなど、施設の特性に合わせて新エネルギーの導入を進めています。また、廃棄物焼却施設による廃棄物発電や熱利用などの他、下水処理場における温度差エネルギーなども進めています。

一方、市民にも新エネルギー利用に取り組んでいただくため、平成13年度より、住宅に対する太陽光発電設備設置助成事業を創設し、市民による先進的な取り組みについて支援を行っているところです。

今後とも、新エネルギーの導入推進を図るとともに、貴重なエネルギーを無駄にすることのないよう市民意識の啓発や、省エネ型の生活スタイルの促進などに取り組むこととしています。

4. おわりに

地球環境問題は一朝一夕には解決できない問題である一方、直ちに行動に移していかなければならない課題です。本市環境基本計画の見直しに際し、環境審議会における審議においても、直ちに取り組んでいかなければならない重要な課題であるとの認識の下に、市の各事業における率先的取り組みと併せて、『まず一人ひとりの理解が深められるよう、環境教育と環境学習や啓発活動を効果的に推進すること。また、省エネ等を始め、環境に配慮した活動が実践されることとなるよう、効果的な方策を講じること。』等の提言がなされたところです。

いずれにしても、今後、環境基本計画等に掲げる施策の方向に沿って、いかに実行していくのが重要な課題です。市民と事業者と直接接することのできる地方公共団体の立場を活かして、環境にやさしいライフスタイルの普及・定着、事業者による自主的な取り組みの促進に向けて、施策の体系や推進体制をさらに充実させていくとともに、施策の評価など計画の進行管理を的確に行いながら、積極的に取り組んでいきたいと考えています。

国立環境研究所で研究するフェロー：中路 達郎

(地球環境研究センター NIESポスドクフェロー)



今年度4月からNIES(国立環境研究所)ポスドクフェローとして着任した中路達郎です。3月までは、東京農工大学大学院に在学し、主に、植物に対する大気汚染物質(窒素系酸性降下物、オキシダント等)の影響について研究を行ってきました。現在は、地球環境研究センターで、森林モニタリング・森林リモートセンシングにおける生理生化学アプローチを担当し、針葉樹(カラマツ)の光合成活性や植物体内成分の測定へのリモートセンシング技術の利用について研究しています(写真1)。具体的には、カラマツの光合成の光利用効率や葉内の強光ストレス防御機能がどのような日変化・季節変化をとるのかを調査し、その変化が地上タワーや航空機などから撮影した葉表面の分光情報から推測できるかどうかを研究しています。今現在は、つくば市内のカラマツ林をフィールドにして基礎研究を行っていますが、将来的には、北海道などの植林地で調査・研究していきたいと思っています。

この夏に、生態系における物質循環とそのモニタリングに関する情報収集のために、イギリス・ロンドン近郊のレディング大学で行われた国際シンポジウム『BIOGEOMON 2002』に出席しました(写真2)。最近、生物地球科学者の間では、1)酸性降下物は硫黄系から窒素系にその研究傾向は移りつつある、2)土壌中の溶存有機物の滞留期間といった炭素シンクとしての森林の役割に強い関心が集まっている、そして、3)モニタリングとモデ

リングの融合がより重要になってくる、などが話題になっていました。また、興味深い研究としては、オランダの温暖化対策の一環として始まった、農地の森林化計画"AFFOREST Project"が報告され、土地利用を変えることでCO₂吸収量を増やす試みに高い関心が集まっていました。

今後も植物の環境応答を生理生態学的に研究していきたいと思っています。広い分野の方から、ご助言、ご意見をいただきたいと思いますので、何卒よろしくお願い致します(E-mail: nakaji.tatsuro@nies.go.jp)。



写真1 国立環境研究所圃場4年生カラマツ林



写真2 BIOGEOMON会場(レディング大学)

国立環境研究所で研究するフェロー：須藤 洋志

(地球環境研究センター NIESポスドクフェロー)

2002年4月より地球環境研究センター(CGER)にNIES(国立環境研究所)ポスドクフェローとして配属されました須藤です。同年3月までは、つくばよ

り寒い仙台(仙台はあまり雪の降るイメージが無いと思いますが、私の居た校舎は山の上にあるため、車が雪で埋もれて動けなくなるほど降ることもし

ばし!)にある東北大学大学院工学研究科に在籍し、マイクロ波を利用し生成されるプラズマを応用した新しい大気汚染物質計測技術の開発を行ってきました。これまでの経験を生かし、CGERでは温室効果ガス計測のための新しい機器開発を研究テーマとし、航空機を用いた二酸化炭素濃度連続測定装置の開発、半導体型メタンセンサーの開発、レーザーを用いた同位体測定装置の開発などに携わっています。

今年9月、北海道上空における二酸化炭素濃度分布観測に参加する機会に恵まれ、小型航空機に同乗し観測を行ってきました(写真1)。これまでラボ

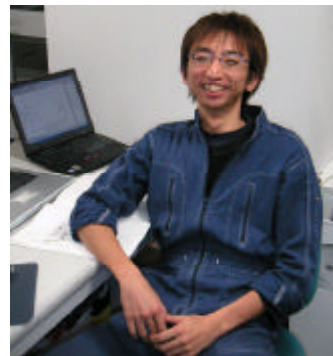


写真1 観測準備中

での実験を中心として研究を行ってきた私にとって初めての"野外"での実験であり、今回の観測では様々な貴重な経験を得ることができました。特に印象に残った

ことは、観測対象が自然であるため、(想像はしていましたが)なかなかスムーズな観測ができず苦労したことです。しかしその反面、ラボ実験では味わえない面白さも味わえました。今後このような観測に、自らが手がけた装置でより良い観測ができるよう頑張る研究・開発を進めていきたいと思っています。

つくばでの新生活で特に感じた点は"食"の種類の豊富さです。各国の料理を出す食事屋さんがあり(それもおいしい!)、毎食どこで何を食べようか悩んでいます。これも外国人研究者の多いつくばならではの特征ではないかと思っています。そんなつくばでの生活は楽しいものになるだろうと期待しています。



地球環境研究センターを“一”から知ろう

出展!つくば科学フェスティバル2002

地球環境研究センター
業務係長 川村 和江

「つくば科学フェスティバル」は、子供達に科学を身近に感じてもらい、科学の楽しさや面白さを体験・実験・創作などを通して知ってもらうことを目的に、つくば市、つくば市教育委員会、つくば科学フェスティバル実行委員会が主催して毎年開催する科学イベントです。平成8年度から数えて今年で第7回目となります。

今年は、10月12日(土)と13日(日)の2日間にわたり、つくばカピオ(つくば市竹園)で「のぞいてみたい、科学のまほう」をテーマに開催されました。事務局によりますと、年々出展ブースが増え、

今年は65ブース(参加機関53団体)、入場者も2日間で延べ8,400人に達したとのことです。

国立環境研究所(NIES)では、地球環境研究センター(CGER)とPM2.5研究プロジェクトがそれぞれ「ぱらぱらマンガを作るう&クイズ」、「あなたが生きていくために何本の木が必要かな?ちょっと考えてみよう」と題した地球温暖化に係わる企画を出展しました。

CGERは、工作、クイズ、展示の3コーナーを設置し、工作と体験を中心に多くの子供達に、楽しみながら地球温暖化の実際とその防止策などにつ



写真1 ぱらぱらマンガとクイズに挑戦

いて考えてもらいました。

工作コーナーでは、温暖化シナリオに基づき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「ぱらぱらマンガ」にして、温暖化を体感してもらいました。ミシン目にそって切り取ったマンガを年代順に並べ、スタッフにホッチキスで止めてもらいます。地球の周りを回る人工衛星や汗かきペンギンに思わず「かわい〜い!」を連発。まさしく楽しみながらの体感学習です。

クイズコーナーでは、「地球環境問題クイズにチャレンジ!」と題して、地球温暖化からヒートア

일랜드現象まで10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。昨年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微笑んでしまいました。

また展示コーナーでは、「環境にやさしい建物の工夫を見よう!」と題して、当研究所地球温暖化研究棟に設置されているガラスのサンプルを使って省エネ対策を紹介し、熱風を当てると白く濁る魔法のガラスが白濁する様子を観察してもらいました。ライトを当てたところがみるみる白く濁る不思議な現象にビックリしたところで、省エネ効果、そして「地球温暖化防止」のお話をします。

どちらのコーナーもとても好評で、2日分として用意していたクイズは1日目で3分の2を消化し、2日目早々には品切れ状態。2日間で1,000名程の方々に来ていただき、多くの子供達に地球環境問題のことを少しでも知ってもらうことできたように思います。2日間延べ28名のNIESスタッフも、ほんのり疲れた体を充分癒せるだけの充実感に浸ることができました。

温室効果ガスインベントリオフィス(GIO)ホームページ公開

<http://www-cger2.nies.go.jp/new/gio/>

平成14年7月1日、地球環境研究センター(CGER)内に温室効果ガスインベントリオフィス(GHG Inventory Office; GIO)が開設されました。GIOでは、わが国における人間活動に伴う温室効果ガス排出量及び吸収量を取りまとめた温室効果ガスインベントリの作成と、インベントリ関連研究を中心とした業務を行います。

GIOホームページでは、温室効果ガスインベントリとは?という基本的な質問から、京都議定書と温室効果ガスインベントリの関係、地球温暖化対策と温室効果ガスインベントリとの関係、実際に行われている温室効果ガスインベントリの作成方法と国際的審査について詳しく情報を掲載します。また、気候変動枠組み条約に関する各国の動きをTOPページに掲載することで最新情報の確認ができるように考えています。

目玉としては、2000年温室効果ガスインベントリのデータ提供を無償で行います。今後、作成されるデータは毎年配布される予定です。

さらに、FAQコーナーを設け、質問の多い事項についてお答えします。より正しい情報を迅速にお送りすることを心がけます。持続可能な社会に向けて。

地球環境研究センター(CGER)活動報告(2002年10月)

地球環境研究センター主催会議等

- 2002.10.14～19 太平洋域の炭素収支における太平洋・大気 - 海洋システムの相互作用に関するワークショップ(井上総括研究管理官/アメリカ)
アメリカ・サンジェゴ大学Oechel教授との対NSF共同提案でワークショップを開催した。エルニーニョなどの気候の変動が炭素収支に影響を与えているが、そのメカニズムを環太平洋諸国が共同して実施する研究計画を検討した。

所外活動(会議出席)等

- 2002.10. 8 「21世紀の炭素管理に向けたアジア陸域生態系の統合的炭素収支研究」平成14年度第1回アドバイザリーボード会合出席(井上総括研究管理官/東京)
環境省の地球環境総合推進費のトップダウン課題である本研究について、外部アドバイザリーの意見を求める会議。陸域炭素循環の研究手法や困難さ期待される成果などについて議論した。
- 16 陸別町地域新エネルギービジョン第2回策定委員会出席(藤沼研究管理官/北海道)
北海道陸別町の地域規模での地球温暖化対策として、新たなエネルギーの創出・エネルギーの有効利用策を検討するための委員会が、陸別町関係の諸団体・機関の代表者および専門家の参加を得て開催された。今回は第2回委員会として、陸別町の利用可能な新エネルギーのレビューを行った。
- 23～11.1 気候変動枠組条約第8回締約国会議出席(中根GIOマネジャー・相沢GIOリサーチャー/インド)
詳細は本誌12月号に掲載。

見学等

- 2002.10. 1 東京工業専門学校一行(4名)
9 鳥取県立八頭高等学校理数科2年生一行(17名)
9 " 鳥取東高等学校2年生一行(16名)
16 環境省総合環境政策局 松尾総務課長
17 JICA閉鎖性海域水環境管理技術研修コース一行(11名)
18 インドネシア環境省 Masnellyarti次官
23 JICA環境行政コース一行(10名)
24 JICA環境モニタリング(水質)コース一行(12名)
24 竜ヶ崎市立愛宕中学校2年生一行(35名)
30 ロシア人研修生(2名)
30 千葉市環境局；苫小牧フラックスリサーチサイト
31 茨城県合併処理浄化槽普及推進市町村協議会一行(50名)

視察等

- 2002.10.24～26 浜田康敬理事らが落石岬ステーション・陸別成層圏総合観測室を視察
国立環境研究所浜田康敬理事、是澤祐二研究企画官らが北海道道東地区に所在する、落石岬ステーション・陸別成層圏総合観測室での観測状況を視察するとともに、地元の根室市長・陸別町長を表敬訪問した。

2002年(平成14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
広報

発行部数：3150部

〒305-8506 茨城県つくば市小野川16-2

TEL: 0298-50-2972

FAX: 0298-58-2645

E-mail: cgercobo@nies.go.jp

Homepage: <http://www.nies.go.jp>

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

送付先等の変更は総合化・交流係(TEL: 0298-50-2347, E-mail: cgercomm@nies.go.jp)までご連絡下さい

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。

千葉市環境基本計画

現行施策の充実

- 2 本市の率先した取組みの推進
- (1) ISO14001
 - (2) グリーン購入
 - (3) 地球温暖化対策実行計画

- 環境基本計画の見直し
- ・地域における環境保全活動の活性化
 - ・地球温暖化問題への対応
 - ・パートナーシップの構築
 - ・各主体の率先した実践取組み

- 環境保全団体とのパートナーシップの形成推進
- ・市内の環境保全団体の把握
便覧を作成、団体の紹介
市民への配布
 - ・意見交換会の開催
情報交流交換の促進
 - ・環境セミナーの開催
基調講演及び環境保全団体の
発表の場の提供

1 全市的な対策の推進

3 事業者との連携の推進

5 市民への普及啓発
(環境学習の充実)

5 市民への普及啓発
(地球温暖化防止
キャンペーンの実施)

4 環境保全団体等
と連携の推進

計画策定のための事業

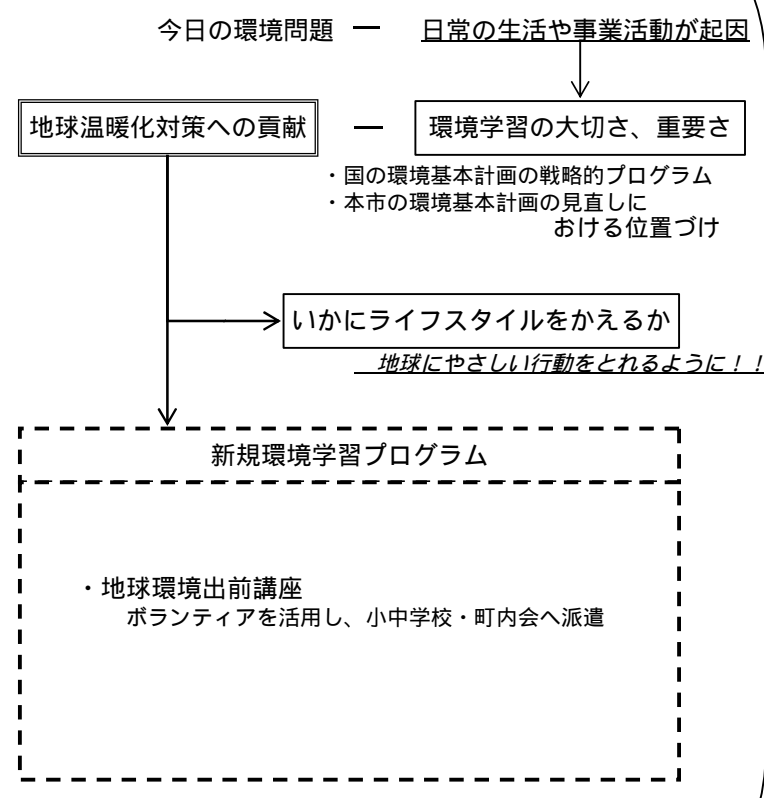
□ 14年度事業
地球温暖化防止対策地域推進
計画策定のための基礎調査

□ 15年度事業

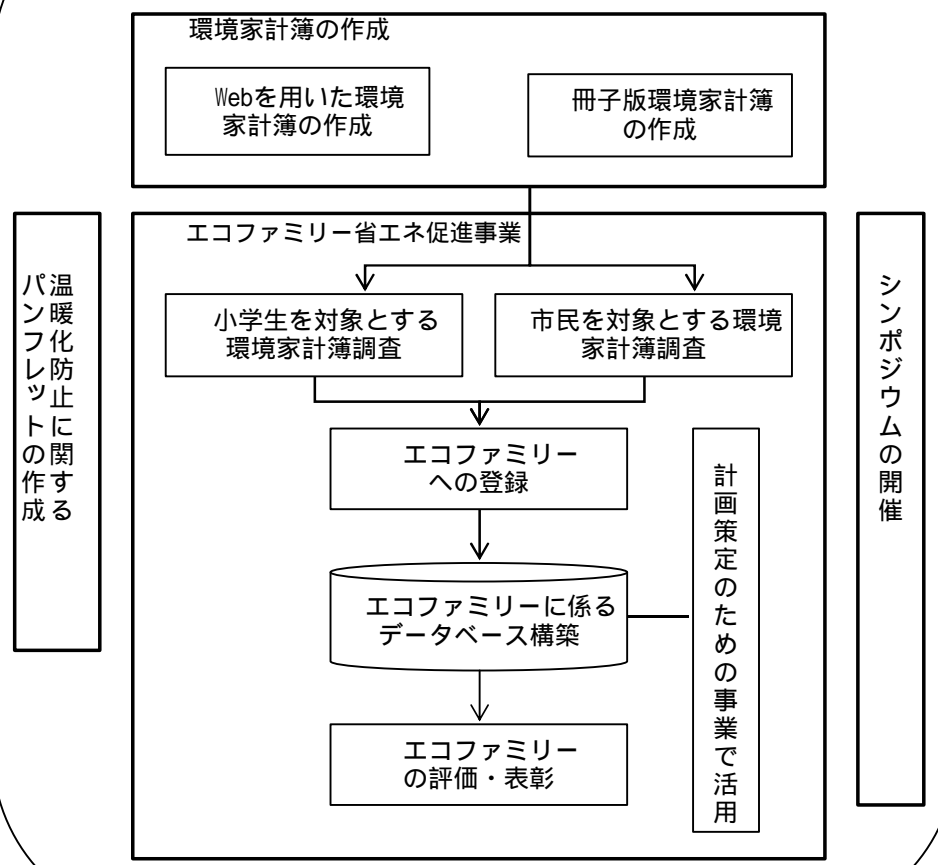
- ・温室効果ガス排出量の算定
- ・地球温暖化対策の整理
- ・市民・事業者の意識調査の実施
- ・計画推進の仕組みの構築
- ・地球温暖化問題に関する勉強会
- ・地球温暖化対策に関するワークショップ

千葉市地球温暖化対策地域推進計画
(CO₂スリム化計画(仮称))

環境学習の充実



地球温暖化防止キャンペーンの実施(IT活用を取り入れた展開)



協定締結事業所との連携の充実

