

公開シンポジウム2008

温暖化に立ち向かう

低炭素・循環型社会をめざして



東京会場

札幌会場

2008年6月21日(土)12:00~17:30

2008年6月28日(土)12:00~17:30

メルパルクホール

道新ホール

ごあいさつ

独立行政法人国立環境研究所
理事長 **大塚 柳太郎**



国立環境研究所は、1974年に前身の国立公害研究所として発足して以来、さまざまな環境問題に対し科学的な原因解明と解決策を追求しつづけています。

21世紀は「環境の世紀」といわれるように、深刻化する環境問題への対応策を見出し実施に移すべきときです。直面する多くの環境問題の解決には、地球システムと人間活動との関連性の理解がますます重要になってきました。人間活動の拡大とともに環境への負荷は増加をつづけ、地球システムに物質の循環機能の低下をはじめとする大きな変化がおきているからです。

地球温暖化は、IPCC(気候変動に関する政府間パネル)のノーベル賞受賞、そして北海道洞爺湖サミットの主要議題になることにもみられるように、社会的な関心が最も高くなった環境問題です。温度上昇が止まらず低炭素社会に向けた国際合意も容易でない現実に加え、過度な温度上昇がもたらす社会的・経済的ダメージが膨大になると予測されています。その上、途上国を含む世界各地の報告からも、温暖化による人びとの生命・生存への危険は高まっています。

この状況に対する国立環境研究所の取組は、地球規模での温室効果ガスの動態を発生源にも着目しながら把握すること、さまざまな自然環境・文化環境下で暮らす人びとや動植物への温暖化の影響を把握し将来を予測すること、人間の生活や健康あるいは生態系への影響を抑える方策を検討することなど、多岐にわたっています。

温暖化を抑止するための低炭素社会は、温室効果ガスに着目し、地球システムが本来もつ物質循環の機能を重視する社会ともいえます。物質循環機能の低下は、廃棄物(ゴミ)処理をはじめとする身近な問題とも深くかわり、その影響は有害化学物質の大気圏・水圏・地圏での蓄積量の増加、ひいては人間の健康や野生動植物の生存にも及んでいます。言葉を換えれば、環境問題の究極的な解決は循環型社会をいかに創出するかにかかっているのです。

本公開シンポジウムでは、このような視点に立つ5つの講演と21のポスター発表を行います。皆様とともに、低炭素社会・循環型社会について考える機会にしたいと願っています。多くの方々のご参加をお待ちしています。

プログラム

■ プログラム

12:00 ~ 12:50 ポスターセッション

12:50 ~ 13:00 開会挨拶 理事長 大塚 柳太郎

13:00 ~ 14:20 講演

「大気中に放出された温室効果ガスの行方を探る」... 向井 人史

「温暖化影響と気候安定化レベル」 肱岡 靖明

14:20 ~ 14:35 休憩

14:35 ~ 16:35 講演

「低炭素社会 なぜ必要か？どうすればできるのか？」
..... 甲斐沼 美紀子

「ごみ問題・3R と温暖化のかかわり」 森口 祐一

「持続可能な好循環都市に向けて - 環境技術と社会技術の融合 -」
..... 藤田 壮

16:35 ~ 16:40 閉会挨拶

16:40 ~ 17:30 ポスターセッション

大気中に放出された温室効果ガスの行方を探る

地球環境研究センター
向井人史

大気の酸素の濃度が減少していることをご存知でしょうか？この事実はあまり知られていないかもしれません。実は私たちが多量の化石燃料を燃やすので、二酸化炭素は大気中に増加していますが、大気中の酸素は消費されています。当面酸素がなくなってしまうことはありませんので心配しなくても大丈夫ですが、この酸素の減少速度を精密に測る方法は、二酸化炭素の行方を調べる一つの有効な方法として知られています。国立環境研究所では、独自のシステムにより、その濃度変化を地球規模でグローバルに観測しています。

人為的な発生によって大気中の濃度が増加している代表的な温室効果ガスには二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素のほか、多種類のフロン類が存在しますが、その中でも、二酸化炭素の増加による温暖化に与える影響はそれらの温室効果ガスの中の半分程度あるとされています。二酸化炭素は石油、石炭、天然ガスの使用量が増加していった19世紀以降に大気中の増加が著しいことがこれまでの観測から明らかになっています。地球の温暖化にかかわる成分は他にもあり、オゾンのような比較的寿命が短いガス成分や粉じんと呼ばれる細かい粒子も気候変化に複雑に影響していることがわかっています。したがって、今後の私たちの活動と共に大気中の温室効果が全体としてどのように進行していくかを予想することは、かなり難しい問題です。

例えば、大気中の二酸化炭素は私たちが出した量そのまま大気に溜まっているわけではなく、地球上で姿を変えながら自然のなかで循環しています。これは“炭素循環”といわれています。自然界では大気中の二酸化炭素は植物

の光合成に使われ、植物の体(有機物)となります。植物のある部分はそのうち枯れて分解され二酸化炭素に戻ったり、土壌に有機物が移動したりします。一方では、海洋と大気の間で二酸化炭素のやり取りをしています。大気に出された二酸化炭素の行方を考える場合は、地球上の植物、土壌、海洋などの間でどのように吸収や放出が起っていて、われわれの出した二酸化炭素がどこへどれだけ吸収されているのか、またそれがどう変化していくのかを詳しく研究する必要があります。

私たちは、そのために酸素の濃度を精密に測定する方法や、二酸化炭素に含まれる炭素の“同位体比”というものをを用いて推定を行なっています。酸素は基本的に植物が作ります。ですから私たちが物を燃やした時に消費する酸素の量と実際に観測される減少速度の差から植物がどの程度の酸素を作ってくれたかわかりますので、そこから逆に植物の二酸化炭素吸収量を推定するのです。また、炭素という元素に含まれる軽い炭素(^{12}C)と重い炭素(^{13}C)が海洋と植物に吸収されるとき挙動の差を利用して大気中の二酸化炭素がどこに吸収されているのかを推定しています。これらの結果から、私たちが放出した化石燃料燃焼等による二酸化炭素の約6割は大気に残り、3割が海に吸収、1割強が陸域の生態系に吸収されているであろうと推定されました。講演では、このような二酸化炭素の循環の状況から、二酸化炭素の将来濃度を考えるときに、私たちの現在の二酸化炭素放出という行為がどのような将来の濃度を生むものかを考えていきたいと思えます。

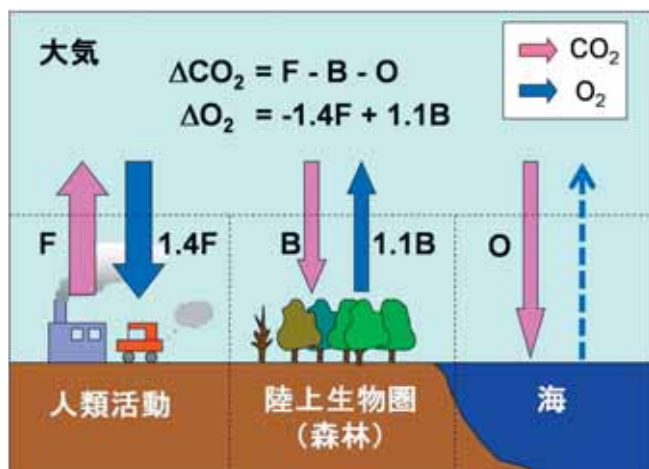


図1 地球上の二酸化炭素と酸素の循環の模式図 (Fは化石燃料、Bは生物、Oは海洋の二酸化炭素の出入りをあらわす)

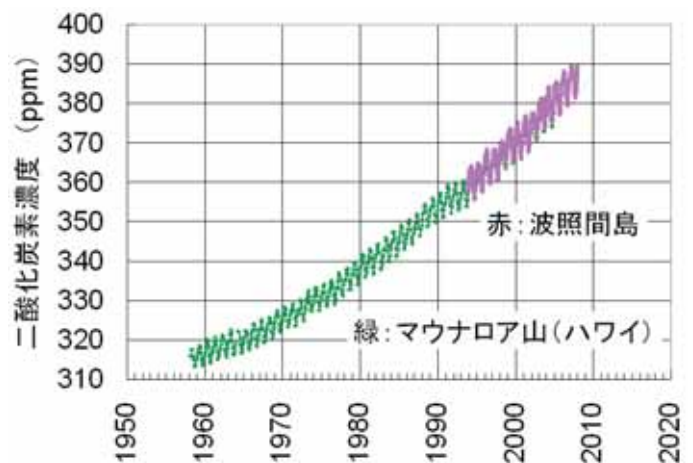


図2 キーリングらによるハワイの二酸化炭素濃度と国立環境研究所の波照間観測所での二酸化炭素濃度変化

温暖化影響と気候安定化レベル

社会環境システム研究領域
 脇岡靖明

1906年から2005年までの100年間の地球の年平均気温の上昇は0.74℃と報告されています。気候システムの温暖化には疑う余地はなく、これらは主に、大気中に排出された人間活動に起因する温室効果ガス（GHG）が原因であると言われています。

IPCC（気候変動に関する政府間パネル）第二作業部会では、温暖化による影響を今まさに受けていると報告しています。さらに、今後さらなる温暖化の進行が懸念されています。温暖化影響の度合いは、対象分野や地域によって異なります。例えば、平均気温が1.5～2.5℃を越えた場合、これまで調査された植物・動物種の約20～30%は絶滅のリスクが高まる可能性が高いと報告されています。アジアでは、ヒマラヤ山脈の氷河の融解による洪水や斜面不安定化による岩雪崩の増加などにより、今後20～30年間にわたる水資源への悪影響が予測されています。さらには、大河川の集水域において、気候変化によって水資源が減少する可能性が高く、人口増と生活水準の向上とがあいまって、2050年代までに10億人以上に悪影響を与えると予測されています。気温上昇を抑制できなければ、気候システムを安定化させている海洋循環が停止したり、非可逆的な海面上昇を引き起こす西南極氷床・グリーンランド氷床の融解、急激な温室効果ガスの放出を引き起こしうる永久凍土融解の可能性も懸念されています。

温暖化による様々な影響を最小限に食い止めるためには、気候を安定化させる必要があります。気候変動枠組み条約では、その究極的な目標として「地球の気候系に対し危険な人為的干渉を及ぼすことにならない水準において、大気中の温室効果ガスの濃度を安定させること」を掲げていますが、具体的にGHG濃度を何ppmに安定化させればよいのか、また、目標達成のためにどの程度、どのような経路（道筋）で温室効果ガス排出量を削減すればよいのかという明

確な解は示されていません。

気候を安定化させるための長期的なGHG濃度目標を設定する場合、GHG排出量の削減努力の度合いと気温上昇、および気温上昇による影響の度合いを統合して考えなくてはなりません（図1）。このような統合評価の事例は過去に幾つかあるものの、GHG排出削減努力も勘案して、「避けるべき危険なレベル」を検討するために必要な異なる分野の影響を統合的に評価した例は非常に少ないのです。そこで、国立環境研究所では、GHG濃度安定化等の気候安定化・温暖化抑制目標とそれを実現するための経済効率的な将来の温室効果ガス排出量、およびその目標下での影響・危険性を総合的に解析・評価するための統合評価モデルを開発し、「避けるべき危険なレベル」の検討に取り組んでいます。現在得られた解析結果では、気候安定化目標を達成することにより、安定化目標を設定しなかった場合と比べて、温暖化影響をある程度避けることができるが、その避けられる度合いは国や地域、対象分野によっても異なり、非常に厳しい安定化濃度目標を達成した場合でも、温暖化影響を避けられない場合もあり得ることがわかりつつあります。

さらに国立環境研究所では、国内の多数の研究者と共同で、日本およびアジアを対象とした温暖化影響に関する包括的な研究プロジェクトを推進しています。このプロジェクトでは、分野別（水資源、健康、農業、森林、沿岸）の温暖化影響研究の知見と気候安定化目標を結びつけ、温暖化影響の危険な水準に関して、統合的な研究アプローチにより検討しています（図2）。

最新の温暖化影響の知見と影響から気候安定化レベルを検討する際の考え方や課題を紹介しながら、皆さんと一緒に「避けるべき危険なレベル」について考えてみたいと思います。

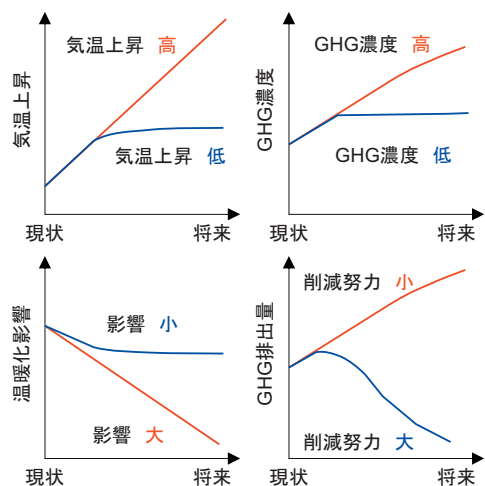


図1 統合評価モデルによる解析結果例

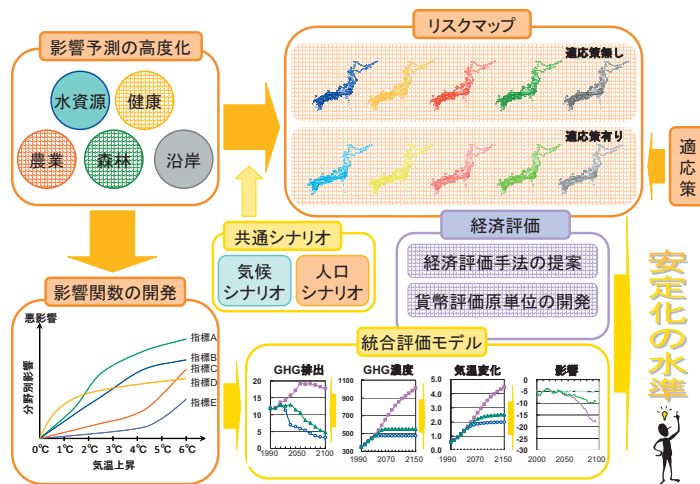


図2 温暖化影響に関する包括的な研究アプローチ

ごみ問題・3R と温暖化のかかわり

循環型社会・廃棄物研究センター
森口祐一

ごみは日々の生活や生産活動から発生し、埋立地の不足や不法投棄など、目の前の問題として実感しやすい問題です。一方、温暖化の大きな影響が現れるのは何十年か先のことと予測されています。しかし、これら2つの問題は、大量にものを作り、使い、捨てるという、今日の便利で豊かな生活の本質にかかわるとい意味で、大きな共通点があります。

1年間に日本から排出される温室効果ガスとしてのCO₂の量は約13億トンです。一方、家庭などから発生する一般廃棄物は約5千万トン、工場などから発生する産業廃棄物は約4.2億トンです。CO₂は気体で目にみえず、その重さを実感しにくいのですが、CO₂は、大気中へ捨てている大量のごみである、という見方もできます。

廃棄物の処理により排出される温室効果ガスは、日本の総排出量の約3.3%を占めています(図1)。世界的にみれば、ごみの処理・処分に伴う温室効果ガスとして寄与が大きいのは、埋立地由来のメタンですが、日本では焼却の割合が高いため、その大半は、プラスチックなど、化石燃料から作られた製品が捨てられ、焼却される際に発生するCO₂です。このほか、畜産廃棄物の処理による排出などを加えると廃棄物処理に伴う温室効果ガスの排出量は日本の総量の約4%となります。

地球温暖化防止のためにリサイクルしましょう、といった言葉を聞くことがありますが、リサイクルすることで温暖化は止められるのでしょうか？ 私たちは、リサイクルによってCO₂などの環境への負荷がどの程度削減されるの

か、石油などの資源がどの程度節約されるのかについて研究しています。プラスチックごみを分別し、石炭のかわりに鉄鉱石の還元剤として利用した場合では、発電効率10%のごみ発電付きの焼却炉で燃やす場合に比べて、プラスチック1kgあたりCO₂排出量を2kg程度削減できるという計算結果が得られました。しかしリサイクルに効果があるからと安心してはいけません。ごみの元となるものを作るまでも化石燃料が使われ、CO₂が排出されます。捨てられたものを再生利用(リサイクル)することも大切ですが、捨てずに繰り返し利用(リユース)することや、簡単にごみになるようなものを減らすこと(リデュース)がより大切です。これらを3Rと呼びます。目の前にあるごみの3Rは、エネルギーや資源の無駄使いに気づく大切な第一歩ですが、それだけでは実効ある温暖化対策としては不十分です。資源の循環的な利用や、エネルギーの効率的な利用をさらに重視した社会へと転換していく必要があります。

循環型社会、低炭素社会はそれぞれごみ問題や温暖化問題という具体的な問題への対処のために提案されたものですが、一過性の資源利用を減らすことが重要な解決策である点は共通しています。風力や太陽光などの自然エネルギーは再生可能(renewable)と呼ばれますが、これは使っても減らないものであり、資源の循環的利用とも性質が共通しています。自然エネルギーの利用など自然とのかかわりも含めた広い意味での循環型社会を築いていくことが、温暖化を防ぎ、少ない資源で豊かな生活を営めるようにするための重要な視点です(図2)。

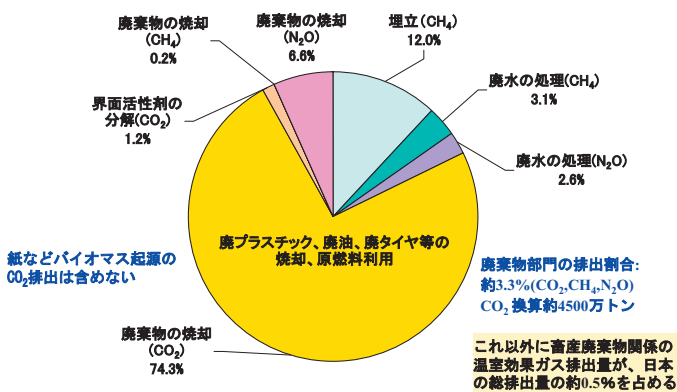


図1 廃棄物処理関連の温室効果ガス排出量の内訳 (2006年度)

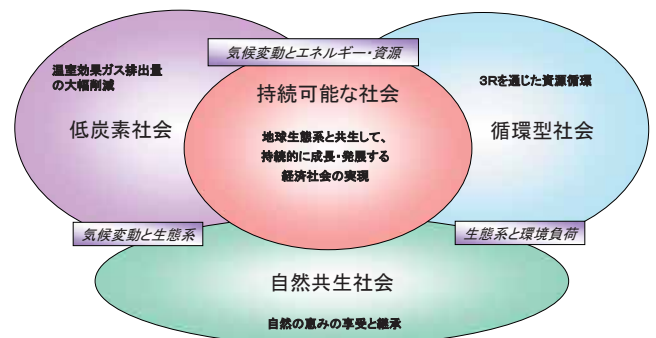


図2 21世紀環境立国戦略に示された統合的取組の概念
出典：中央環境審議会 21世紀環境立国戦略特別部会
「21世紀環境立国戦略の策定に向けた提言」

持続可能な好循環都市に向けて —環境技術と社会技術の融合—

アジア自然共生研究グループ
藤田壮

都市は、経済活動や生活などの社会活動の場となるとともに、それを支える水や、熱、資源が移動する空間となります。都市は温室効果ガスが集中的に発生する源でもあり、地球温暖化問題に対応するにはエネルギー対策や資源循環などのさまざまな対策技術を活用して、都市とそこでの暮らしや産業の仕組みを変えていくことが大切になります。

実際に私たちの回りを見渡すと、都市や地域に存在する活動や機能はきわめて多様です。温暖化問題に対応して持続可能な都市をめざすには、さまざまな分野の技術とその利用の仕組みを統合することが必要となります。都市や環境の政策を体系的に計画し、評価する「ツール（道具）」を開発することがこの研究の目標です。世界でも最先端となる日本発信の環境技術を、都市でうまく活用する仕組み（これを「社会技術」と呼んでいます）と合わせて計画して評価するツールの提供をめざしています。そのためには、都市の持つ水や、緑地、あるいは空間の特徴などの都市環境の資源（都市の暮らしにとって大切な財産である「環境資本」と呼んでいます）を活かすことが大切だと考えています。

研究では都市でのいろいろな活動をその位置や動きとともにデータとして扱って、生活や産業、交通などの活動から発生する環境負荷を見さだめて、その負荷の周辺への影響の時間と空間の変化を客観的に、かつ視覚的に解析する方法を開発しています。都市活動から発生する環境負荷の分布とともに、河川や湖沼などの水資源、緑地・生態系などの環境資本の分布を含む統合的な地理情報システム（GIS）データベースとして構築することによって、都市や地域ご

との特徴を客観的に明らかにすることができます。たとえば、廃棄物の発生の市町村での発生量などの情報と、人口や商工業などの統計情報を組み合わせることで、リサイクルによってエネルギーとして活用できるバイオマス資源の分布や、海洋で赤潮などを引き起こす栄養塩の分布の情報を GIS を用いて視覚的に示すことができます（図 1）。

統合的な都市環境データベースをもとに、生産施設でのリサイクルの流れや、廃棄物処理までの資源の移動を道路ネットワーク上での移動のプロセスをモデル化することもできます。同様に、水資源の移動や廃熱などの移動についても物理的なプロセスを再現するモデルによって、明らかにすることができます。都市スケールの水、熱、大気の挙動を解析するモデルとして国立環境研究所は NICE – Urban モデルを構築中です。

低炭素化、資源循環に向けた都市・産業システムの技術・政策シナリオを用意することで、快適な都市環境空間（クールシティ）の形成や広域リサイクル拠点の整備などの具体的な都市環境改善の技術とそれを運用する社会システムの組み合わせる効果を算定ができます。（図 2）。

こうした計画ツールをもとに、環境を改善することで経済も活性化する「環境と経済が好循環」する国内モデル都市の計画を支援する研究を進めています。

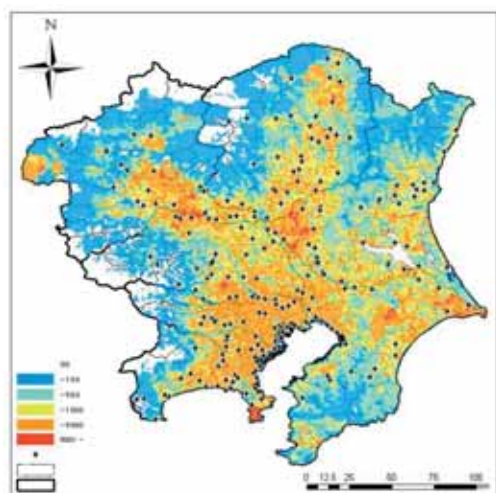


図 1 都市環境 GIS の出力例（廃棄物の炭素分布量分布）

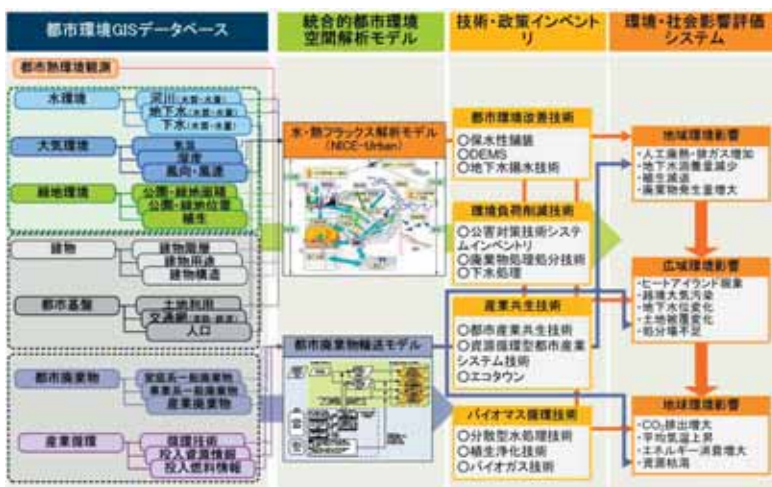
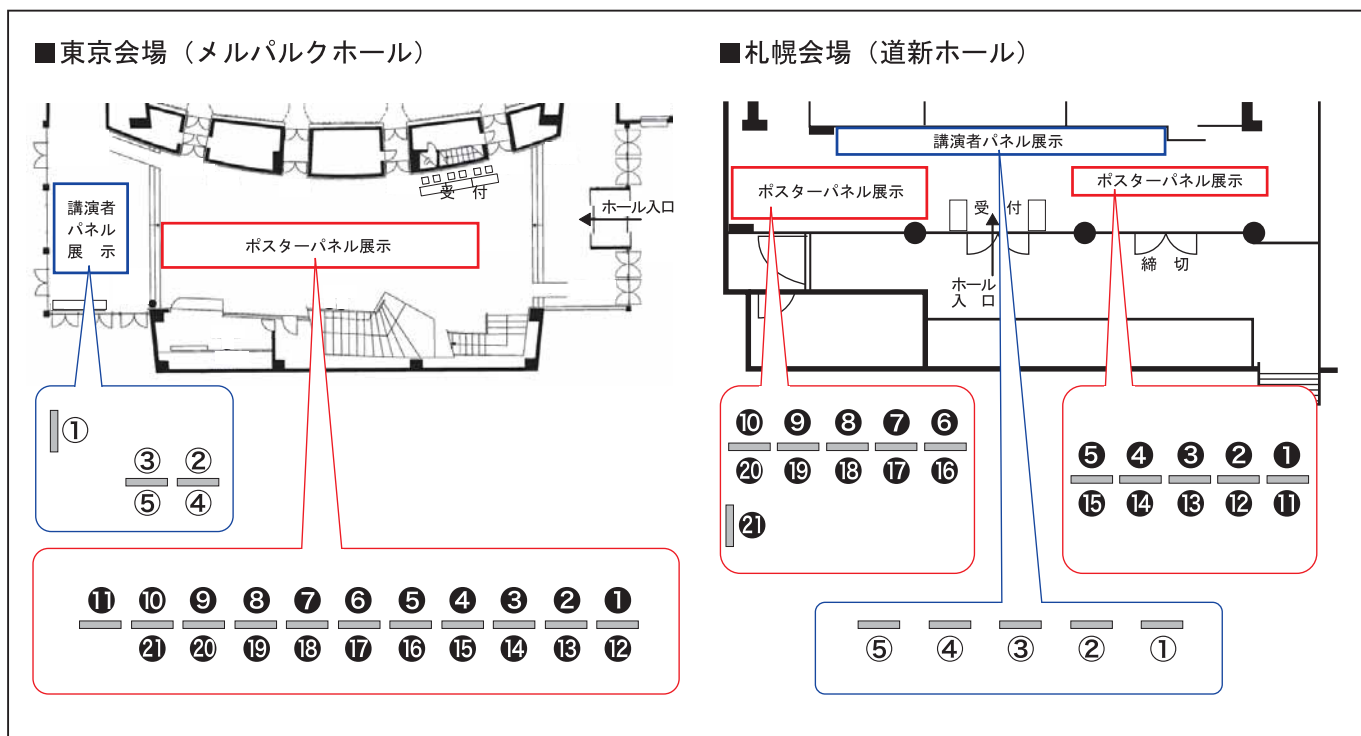


図 2 好循環都市形成・評価支援システム

- 1 人工衛星による温室効果ガスの全球観測－ GOSAT プロジェクト－
- 2 温室効果ガス濃度データベース・支援及び解析システム
- 3 海洋コアに見る近未来地球温暖化と海洋循環変動予測研究の最前線
- 4 土壌有機炭素放出に及ぼす地球温暖化影響の評価
- 5 温暖化がアジアの稲作収量に及ぼす影響
- 6 高山植物の氷期・間氷期に応じた分布変化の歴史－キンロバイを例にして－
- 7 流氷は豊かな海をもたらすか？－沈降粒子からさぐる－
- 8 熱中症の発生・死亡と気象条件－ 2007 年の猛暑を中心に－
- 9 日本低炭素社会実現に向けたロードマップの開発
- 10 東南アジアのごみ埋立地からの温室効果ガスの放出と対策
- 11 日本と世界に広がる使用済み電子・電気製品の流れ
- 12 バイオマス廃棄物の微生物発酵によるエネルギー回収
- 13 2007 年南極オゾンホール観測
- 14 オホーツク沿岸におけるサハリン産原油の分解現場試験
- 15 オホーツク地域を対象とした海洋生態系影響評価につながる「海域－陸域統合型 GIS」の構築
- 16 新たな環境 GIS の展開－地理空間情報活用推進基本法が成立して－
- 17 分子遺伝マーカーを用いて外来ザリガニ類の侵入生態を探る
- 18 日本とオーストリアの戸外活動の比較調査
- 19 変わりゆく都市の大気環境－微小粒子・二次生成物質の影響評価と予測－
- 20 自動車から排出されるナノ粒子の実態
- 21 大気中微小粒子は人々にどんな影響を与えるか？



1 人工衛星による温室効果ガスの全球観測 - GOSAT プロジェクト -

地球環境研究センター

GOSAT (温室効果ガス観測技術衛星: Greenhouse gases Observing SATellite) は、主要な温室効果ガスである二酸化炭素とメタンの濃度を宇宙から観測する世界初の衛星です (図1)。観測データを解析することによって、二酸化炭素とメタンの全球にわたっての濃度分布や、これらの温室効果ガスが地球上のどの地域で排出され、吸収されているかといった収支について、地理的分布とその季節変動、年々変動を知ることができます (図2)。これらは、地球温暖化の原因物質の挙動に関する科学的な理解を深める研究に役立てられるとともに、将来の気候変化予測の高度化や炭素排出削減施策などの温暖化対策に係る基礎情報として活用されます。

GOSAT は 2008 年度に打ち上げられる予定で、打ち上げ後 3~6 ヶ月以降から本格的なデータが取得されるものと期待されています。GOSAT プロジェクトは、環境省、国立環境研究所、宇宙航空研究開発機構が共同で推進しています。国立環境研究所では、GOSAT プロジェクトを推進していくために 2004 年度からプロジェクト体制を構築し、GOSAT データから二酸化炭素とメタンの量を計算する手法の開発、二酸化炭素の吸収・排出量を推定するモデルなどの開発を行ってきました。さらに、得られた結果の検証を行うとともに、定常処理を行う GOSAT DHF (GOSAT データ運用処理施設: GOSAT Data Handling Facility) の開発・運用、ユーザへの情報提供を行っています。

GOSAT プロジェクトホームページ
<http://www.gosat.nies.go.jp/>

図1 GOSAT の概観

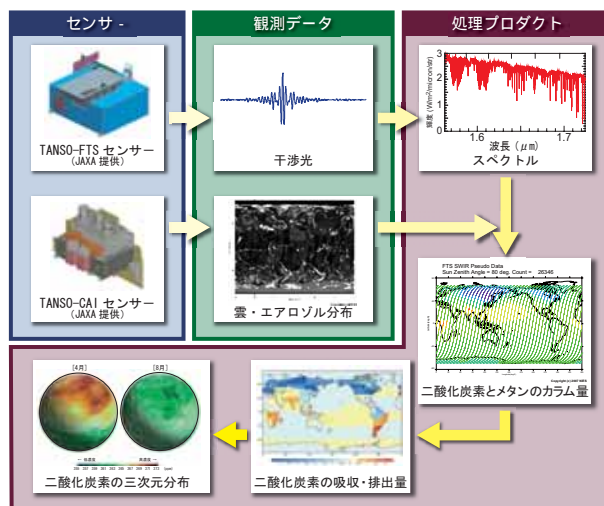


図2 GOSAT データの処理の流れ

2 温室効果ガス濃度データベース・支援及び解析システム

地球環境研究センター

地球環境研究センター (CGER) の温室効果ガスデータベースシステムは (<http://db.cger.nies.go.jp/g3db/>)、2 つのシステムによって構成されています。ひとつは、温室効果ガス世界資料センター (WDCGG) のデータをウェブで簡単に抽出することと可視化することをサポートしています (図1)。もうひとつは、① CGER のモニタリングステーションで観測された最新の二酸化炭素濃度とその増加率を速報で表示、②モニタリングステーションにおけるデータのトレンドのオンライン分析ツールを提供、③二酸化炭素を測定する全世界のモニタリングステーションにおける 1950 年以降の空気塊の後方流跡線を表示、などができます (図2)。



図1 温室効果ガスデータのグラフによる可視化
操作画面



図2 二酸化炭素のモニタリングステーションに
おける空気塊の後方流跡線の可視化

海洋コアに見る近未来地球温暖化と海洋循環変動予測研究の最前線

化学環境研究領域

北太平洋域は、北大西洋、南極海を起源とする深層水大循環（ベルトコンベア）の終着点に位置し、高い生物生産性と人為起源 CO_2 の活発な吸収域として炭素循環の観点からも重要な海域として位置づけられています。そのため北太平洋における過去の海洋循環変動（中・深層水循環）の変遷を詳細に復元することは、近未来地球温暖化による海洋環境への温暖化影響を予測する上で現在、重要な知見を提供するものといえます。本研究では、北西部北太平洋の2本の海底堆積物コア（水深980m、1388m）に保存されている単細胞生物化石（有孔虫）の放射性炭素を測定し、最終退氷期北太平洋深層水の循環変動の復元を行いました（図1）。有孔虫化石は、炭酸カルシウムの骨格を持ち、その炭素源は、大気 CO_2 と交換して海水に溶けた炭酸であることから、有孔虫の放射性炭素を測定することによって、過去の海水（の年齢）の変化をたどる事が可能です。分析の結果、最終退氷期における北太平洋深層水循環は、グリーンランドアイスコアに記録された大気の変動と調和的な数百年～数千年スケールで変動していることがわかりました（図2）。特に温暖期においては、北太平洋では、急激に深層水循環が弱化する一方、北大西洋では深層水循環が強化するという逆位相の関係があることが明らかとなりました。現代の高精度な海洋観測記録は過去50年程度しかないので、海洋循環変動の現在の変化や将来の温暖化影響を予測することは難しい段階にあります。そのような中で、過去の急激な温暖化の下で海洋循環の変化を知ること、実際に起きた現象を提供することになることから近未来温暖化と海洋循環変動の予測シミュレーションの予測精度向上にとっても不可欠といえます。よって海洋コアは、アイスコアとならんで過去の地球の姿を記録している資料といえます。

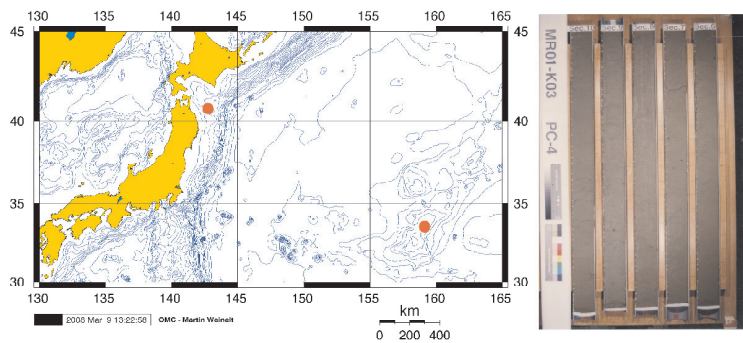


図1 コア採取地点並びにコアの断面写真

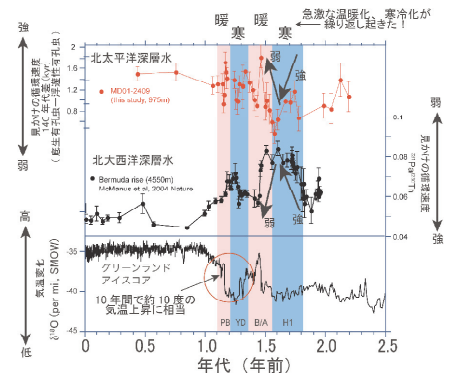


図2 有孔虫化石の放射性炭素年代から復元された最終退氷期北太平洋深層水循環変動と北大西洋深層水循環変動、グリーンランドアイスコアに記録された気温変動との比較

土壌有機炭素放出に及ぼす地球温暖化影響の評価

地球環境研究センター

現在、全球規模では約15,500億トンの炭素が有機物として土壌中に蓄積されています。この有機炭素は大気中に CO_2 として存在する炭素（7,600億トン）の2倍におよび、さらに全陸域植物バイオマス（5,600億トン）の2.8倍にも相当します。一方、土壌は土壌微生物や小動物の有機物分解（微生物呼吸）と植物根の呼吸（根呼吸）によって大量の CO_2 を大気中に放出しています。微生物呼吸と根呼吸を合わせて「土壌呼吸」と呼ばれています。これまでに多くの陸域生態系において、土壌呼吸速度は土壌温度の上昇とともに指数関数的に増加することが報告されています。温度との指数関数に基づく、現在の全陸域の年間土壌呼吸量は約840億トンと概算されています。また、CASAというプロセスモデルの計算によれば、地球規模の年間土壌微生物呼吸量は約571億トンとなっています。従って、これらの推定値から全陸域生態系の微生物呼吸は、土壌呼吸全体の約71%であることが示唆されます。また、この微生物呼吸量は人為起源の炭素放出量（63億トン/年）の約9倍にも相当し、全陸域生態系の正味の炭素吸収量（約10億トン/年）の約57倍に相当する量です。従って、土壌呼吸が地球温暖化によって僅かでも変動すれば、地球上の炭素収支は著しく影響を受けることになります。

例えば、土壌呼吸のQ10（温度が10度上昇したときの土壌呼吸速度の増加率）を2.5とした場合、2100年の時点で、気温が1.1～6.4度上昇すると、土壌呼吸速度が10～80%促進される可能性が示唆されています。しかし、この長期予測を検証できる実測データはほとんどありません。また、生態系によって土壌炭素の蓄積量や分解特性が異なるため、地球温暖化が各生態系の土壌炭素放出に及ぼす影響も異なると考えられます。特に、世界の森林土壌に比べて、日本の森林土壌の炭素貯蔵量が明らかに多いという特徴を持つため、日本の森林における土壌呼吸を測定する意義は大きいと考えられます。

そこで、国立環境研究所では、地域によって土壌呼吸がどのように変化するのか調べるために、独自で開発したマルチ大型自動閉鎖チャンバー

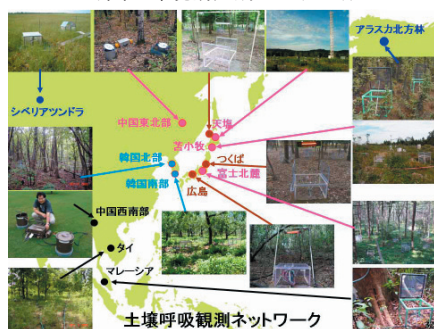


図1 自動閉鎖チャンバーによる土壌呼吸の連続測定。

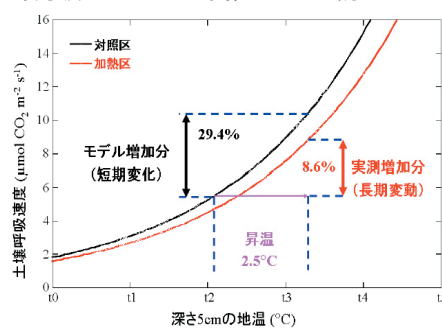


図2 土壌呼吸の実測値とモデルとの比較。

システムを用いて、土壌呼吸をグローバルに観測しています（図1）。また、地球温暖化に伴い土壌呼吸が長期的にどのように反応するのか、そして、その結果が温暖化にどのように影響を与えるのかを明らかにするために、国内の幾つかの典型的な森林を対象に、赤外線ランプヒーターの照射により土壌温度を上昇させという温暖化操作実験も進めています。この温暖化操作実験のこれまでの結果によると、温暖化時に増加する土壌呼吸量は、今までの研究で予想されているよりももう少し低いのではないかと考えられます（図2）。

5 温暖化がアジアの稲作収量に及ぼす影響

地球環境研究センター

人間活動により排出された二酸化炭素などの温室効果ガスは、気温の上昇をもたらし、またこれに伴い降水量や日射量の変化も同時に引き起こします。その結果、これらの気象要素に左右される作物の生産量は大きな影響を受けると考えられています。2007年に発表された国連の最新の報告書（IPCC第4次報告書）は、多くの研究成果をまとめて「中・高緯度域では、1-3度程度の気温上昇では収量は増加するが、それ以上の上昇では減少し、一方、低緯度域では、1-2度程度の気温上昇でさえ収量が減少する」と報告しています。しかしながら、すべてが分かったわけではありません。どこでどのくらい温度が上昇し、どのくらいの降水量変化が起こるかは不確実であり、将来の気候状態を確実に予測することはできません。そこで私たちは、将来の気候予測の不確実性も考慮し、地球温暖化の作物生産性への影響を評価するという研究を行っています。具体的には将来気候を予測する世界各国の19の最新鋭の気候モデルの予測結果を使用し、地球温暖化による作物生産性への影響を確率的に評価する試みを行っています。図1はアジアの稲作を対象に、2030年代までの収量減少のリスク[%]を示した結果です。収量減少のリスクは、①温暖化による各地点の収量変化率に、その収量変化が起こる確率を掛け、②収量が減少する場合について、それらを合計することにより計算しました。つまり、温暖化により収量が減少する期待値を示しています。赤や黄色で示されている地点は収量減少のリスクが高く、白や青色で示されている地点は収量減少のリスクが0もしくは低い地点です。アジアの広い範囲にわたって収量減少のリスクが高い地域が存在することがわかります。

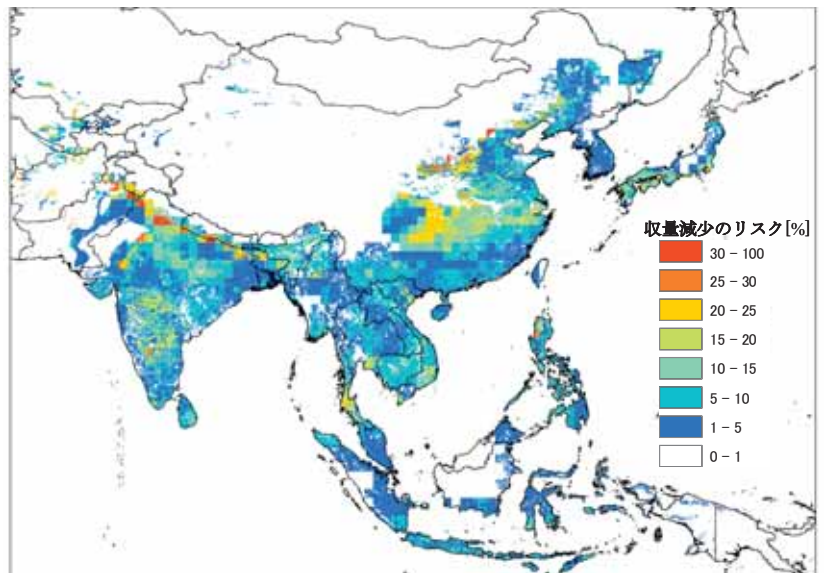


図1 19の気候モデルの将来気候予測用いて計算された2000年代(2001~2010)から2030年代(2031~2040)の水稻収量減少のリスク(= $-\sum_{\text{収量変化率} < 0}$ (収量変化率 × 確率))。

6 高山植物の氷期・間氷期に応じた分布変化の歴史ーキンロバイを例にしてー

生物圏環境研究領域

約100~200万年前頃から現在にかけて、非常に寒い氷期と現在のように暖かい間氷期が10万年程度の周期で繰り返されたことが知られています。その気候変動に応じて生物の分布も大きく変化しました。

チベット高原は世界で最も広く標高の高い高原です。隣のヒマラヤ地方と合わせて、他に類を見ないほど多くの高山植物が生育しています。高山植物の歴史を考える上で重要な場所ですが、チベット高原における花粉化石の調査は少なく、過去の気候変動に応じた高山植物の分布変化はほとんどわかっていません。本地域の平均標高は4000mを超えますが、氷期でも氷に覆われることは無く、間氷期には東部から森林が拡大し、森林の分布標高は現在より高かったとされています。従って、高山植物の分布は間氷期に森林の拡大により標高の高い地域に縮小し、氷期に森林の衰退によって高原広域に拡大したと考えられます。その仮説を遺伝解析により検討しました。チベット高原に広く分布するキンロバイ(図)を対象に、標高の高い高原中央部から標高の低くなる北東部にわたる23集団について葉緑体DNAの塩基配列の変異を解析しました。あわせて日本の北岳の1集団についても解析を行いました。その結果、起源の古い遺伝変異は高原中央部の集団のみに見られ、北東部の集団には起源の新しい共通した遺伝変異が優占していました。このことは北東部より中央部の集団の歴史が長いことを示します。日本の遺伝変異は中央部の古いものと近縁なことから、キンロバイは、過去に日本を含む高原の広範囲に生育していたのが、高原中央部に分布を縮小し、日本の集団は残存したと考えられました。その後再び分布を拡大し、北東部の集団が成立したと考えられました。つまり、キンロバイの分布は氷期に拡大し、間氷期に標高の高い高標高域へ縮小したという仮説を支持する結果でした。そんなキンロバイのダイナミックな分布変化の歴史をご紹介します。



夏のチベット高原



図 キンロバイ(バラ科キジムシロ属) 寿命の長い矮性低木。チベット高原ではいたるところで目にできます。

7

流氷は豊かな海をもたらすか？ －沈降粒子からさぐる－

アジア自然共生研究グループ

近年、温暖化による自然界の氷の融解・消失が問題になっており、冬季に流氷が出現する北海道オホーツク海沿岸でも流氷の勢力が減少していることが知られています。流氷が海洋の生物生産に果たす役割として重要な点は、流氷下面に繁殖するアイスアルジー（図1）という微細藻類が動物プランクトンから魚類へと続く食物連鎖の出発点となっていることです。「流氷は豊かな海をもたらす」と言われる所以はこのような理由からなのです。しかし、これまで北海道オホーツク海沿岸において、アイスアルジーが生物生産に果たす役割を明らかにする海洋調査は流氷に阻まれてほとんど行われてこなかったのが実情です。そこで私たちは流氷時期にアイスアルジーの果たす役割と温暖化による流氷衰退への影響との関連を明らかにするために、海底に設置した沈降粒子捕捉装置（図2）を用いて流氷から海底へと沈んでくる物質の種類と量について調べてきました。その結果、流氷が大きく発達した年はそうでなかった年に比べ動物プランクトンが活発にアイスアルジーを食べた証拠を見いだすことができました。今後の調査の継続が温暖化による流氷衰退と生物生産との関係について、よりよく理解することにつながっていくと思われます。

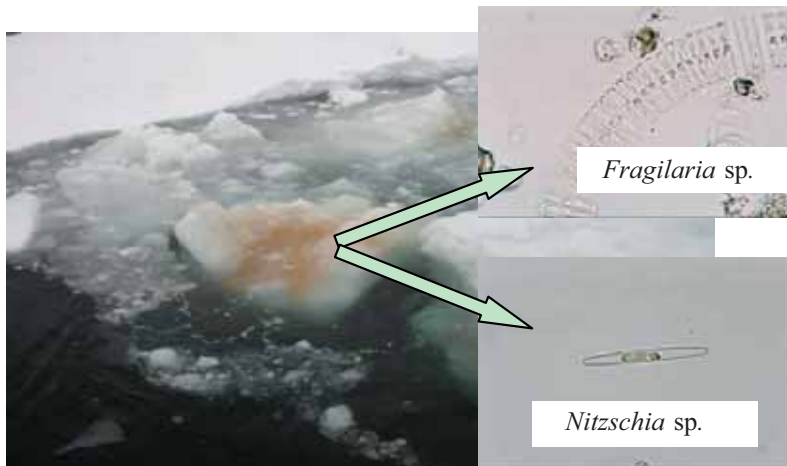


図1 流氷と反転した氷下面に繁殖しているアイスアルジー（茶褐色に着色）



図2 沈降粒子捕捉装置

8

熱中症の発生・死亡と気象条件 － 2007年の猛暑を中心に－

環境健康研究領域

近年、地球温暖化やヒートアイランド現象により、夏季の熱中症患者の発生が問題となっています。特に2007年夏には埼玉県熊谷市、岐阜県多治見市で40.9℃の過去最高気温を記録するなど猛暑に見舞われ、全国の政令市で5千名を超える熱中症患者が救急車により搬送されました。私たちは、全国政令市の消防局から提供された救急搬送患者データを用いて、どのような時に、どのような人が熱中症にかかりやすいのかを明らかにするための研究を行っています。その結果、以下のようなことがわかってきました。

1. 多くの都市で、2007年度は過去最高の患者数を記録しました。
2. 2007年度は、救急搬送（5月～9月）された熱中症患者のうち72.3%が8月に集中する極めて特異な年でした。
3. すべての地区、年次において男性が全体のおよそ2/3を占めています。年齢階級別にみると、男性では19～39歳、40～64歳、65歳以上がそれぞれ25～30%ですが、女性では65歳以上が半数近くを占めています。
4. 19～39歳、40～64歳では比較的多様な場所で発生しているのに対し、7～18歳では運動中、学校、65歳以上では自宅（居室）で多く発生する傾向が見られます。
5. 図1に示すように、日最高気温別にみると、日最高気温が28℃あたりから患者の発生が見られ、31℃、32℃を越えると急激に増加していますが、地域により発生率にかなりの違いが見られます。

この発表では、熱中症発生の実態、予防対策、等について紹介します。

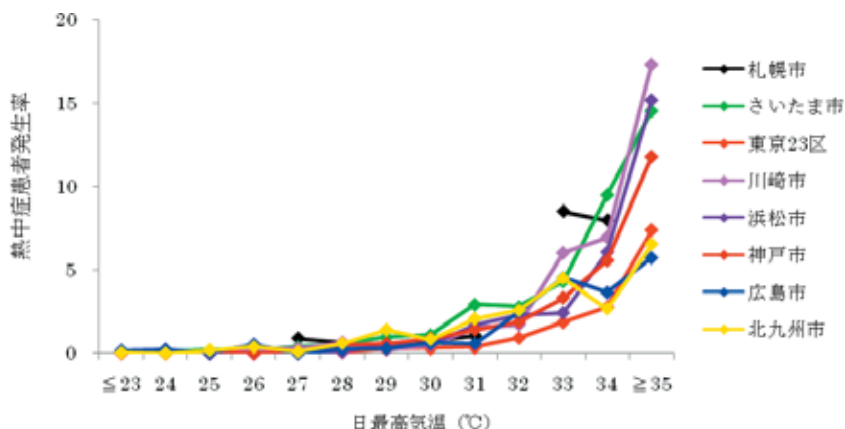


図1 地域別・日最高気温別熱中症患者発生率（人／100万人・日）

9 日本低炭素社会実現に向けたロードマップの開発

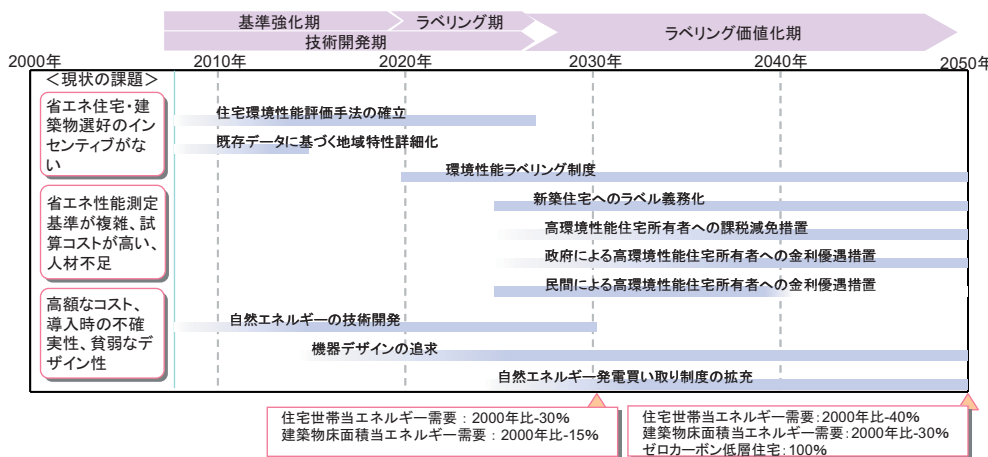
地球環境研究センター

世界は温暖化対策に向けて舵を切り始めました。2050年温室効果ガス排出量50%削減を旗印に、2008年の主催国である日本は低炭素社会作りにより一歩を踏み出しました。しかし、日本には低炭素社会に向けた明確な実現戦略つまり、「誰が、いつ、どこで、何を、どのように」すれば低炭素社会を実現できるかのロードマップがないのです。

脱温暖化2050研究プロジェクトでは、2004年4月から研究を始め、2007年2月15日には日本のCO₂排出量を1990年に比べて70%削減する対策を示しました。そして、全体の設計のほかに、都市構造や交通システム、産業構造、エネルギー供給、IT技術の役割などの成果をまとめた研究論文特集号「低炭素社会のビジョンと実現シナリオ」（地球環境 Vol.12, No.2, 2007年）を出版しました。

現在、約60名の研究者が協力して、実現戦略を形作る約20の施策パッケージを作成しています。施策パッケージとは、個別の対策とそれを実現・普及させる政策を複数組み合わせることで、都市対策などをひとまとまりとして、対策の実現方法を書いた手引き書です。

低炭素社会は、政府だけでは実現できません。市民、ビジネス、NGOなどに政府を含めた各主体が共有できる低炭素ビジョンを持ち、お互いの役割を明確にしなが、信頼に基づいた行動をすることが重要だと考えます。



図「自然の恵みを生かした家創り」の実現戦略例

10 東南アジアのごみ埋立地からの温室効果ガスの放出と対策

循環型社会・廃棄物研究センター

京都議定書の第一約束期間が今年から始まり、世界中で温室効果ガス排出削減のための取り組みが本格化しています。ごみ埋立地から放出されるメタンガスは削減すべき温室効果ガスの一つです。特に、ごみ処理体制の整備が進んでいない開発途上国では、町で集めたごみを郊外の空き地に運んで野積みすることが一般的で、大きなメタンの発生源となっています。また、東南アジアでは気温が高く、降水量が多いため、埋立地で腐敗したごみは臭気や害獣、害虫の発生源ともなり、汚濁した浸出水が垂れ流されます（図1）。このような埋立地では、温室効果ガスの削減だけでなく、地域の生活環境を保全する対策が必要となります。東南アジアと同様に降水量が多い我が国では、「準好気性埋立（図2）」という独自の技術が培われてきました。埋立地の内部はたいてい酸素が乏しい状態にあるため、メタンガスや汚水が発生しますが、準好気性埋立では大気を内部で換気させることでこれらの発生を抑えます。また、ごみ層へ大気を浸透させるために、図2に示したような構造と最終処分場の内部の水位を低く保つという管理が必要ですが、その他の特別な動力やエネルギーは必要ありません。「準好気性埋立」を東南アジアの最終処分場に導入するための私たちの取り組みを、現地調査の事例を中心に紹介します。

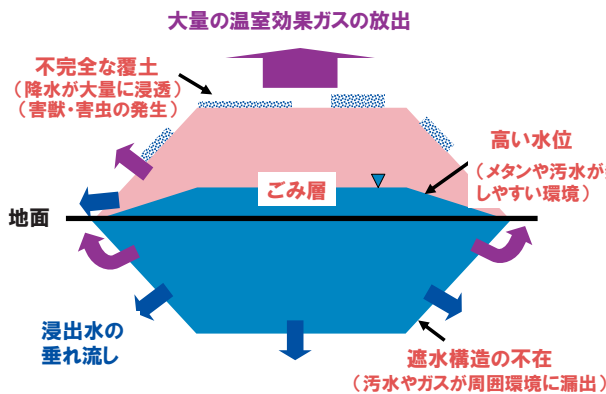


図1 東南アジアの埋立地

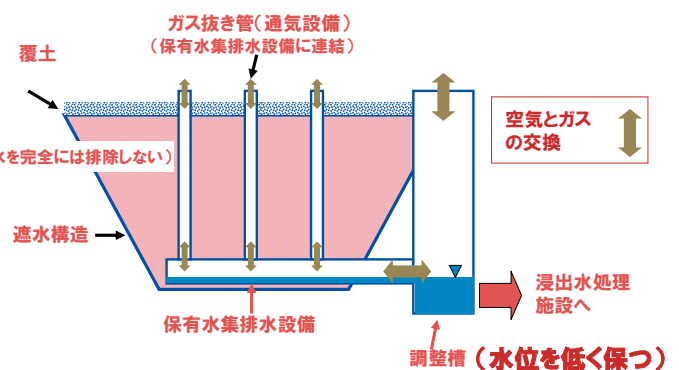


図2 準好気性埋立法

11 日本と世界に広がる使用済み電子・電気製品の流れ

循環型社会・廃棄物研究センター

電子・電気製品により、私たちの生活は便利でより快適になりました。政府の消費動向調査によると、2007年における日本の100世帯あたりの保有数量は、カラーテレビ・薄型248台、エアコン256台、パソコンは107台に達しており、今後、使用済みになる量も増えることが予測されます。

2005年度に国内で排出された使用済み家電製品4品目（冷蔵庫、エアコン、テレビ、洗濯機）は約2,287万台と推定され、家電リサイクル法に基づき回収・リサイクルされた台数はおおよそ半数の約1,162万台と推定されます。2001年4月から、家電リサイクル制度がはじまりましたが、製造業者等に回収された台数は推定排出台数の半分程度です。つまり、制度外で取引され、その量が把握されていない使用済み電子・電気製品も相当程度存在していることとなります。

このような消費者の手元を離れた後の行方がわからない流れ「見えないフロー」には、近年、都市部を中心に増えている無料回収業者などによる回収も含まれており、これらの業者を通じて海外へ輸出されるケースも見られます。国立環境研究所では、使用済み電子・電気製品の量や流れを物質フロー分析によって明らかにするとともに、フローに影響を与えている経済的・制度的要因の分析や、解体・処理時の有害物質排出等による環境影響の把握を行っています。

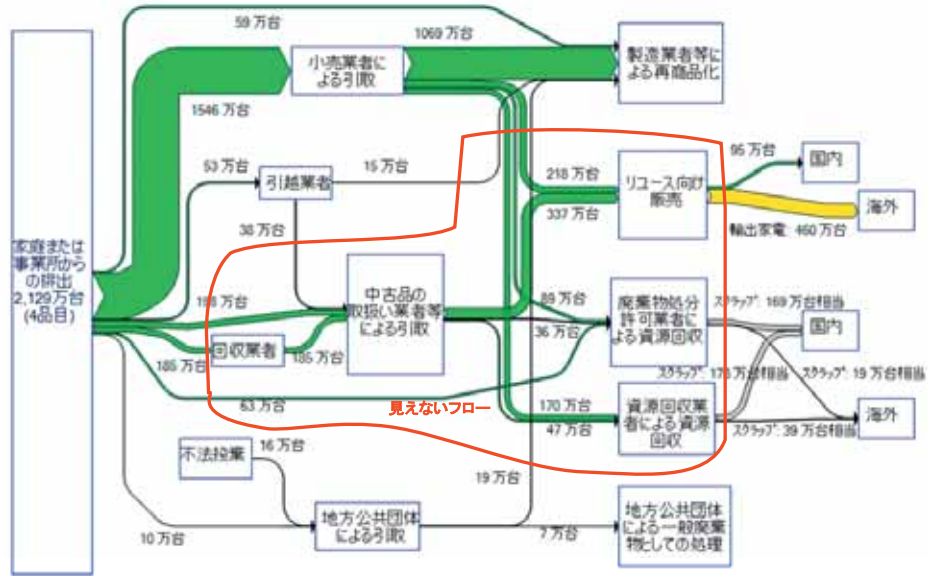


図 2005年度の使用済み家電製品のフロー

12 バイオマス廃棄物の微生物発酵によるエネルギー回収

循環型社会・廃棄物研究センター

私たちが毎日捨てている生ごみは、多くの場合、焼却炉で燃やして埋立地で処分されていますが、目では見えない小さな生物（微生物）をうまく活用することによって、燃やさなくても分解・処理することができます。特に、空気がない所で生活している嫌気性微生物は発酵代謝により生ごみのような廃棄物を完全分解しながらクリーンエネルギーである水素ガスやメタンガス（バイオガスという）を生成するという一石二鳥の働きをします。また、生育環境条件によって、上記のバイオガス以外にエタノール、メタノール、乳酸のような有用物質を生産出来る微生物も存在します。バイオマスとは生物の量を示す用語ですが、これは太陽エネルギーを用いて光合成反応により生成（生育）した有機物で、再生可能な資源です。例として穀物、植物、生ごみ、家畜糞尿等が主なバイオマスとなります。

私たちの研究では、食堂から排出される生ごみを対象に、微生物を活用した水素・メタン二段発酵システムの開発を推進しており、活躍している微生物の種類や量を解析し、長期的にバイオガスを生成することに成功しています。このようなバイオマスから生成したバイオエネルギーは電気及び熱エネルギーに転換され家庭及び工場の暖房や電気、車の燃料で使用できることから、化石燃料に依存しない、温暖化防止対策の要となる未来のエネルギーとして期待されています（図）。

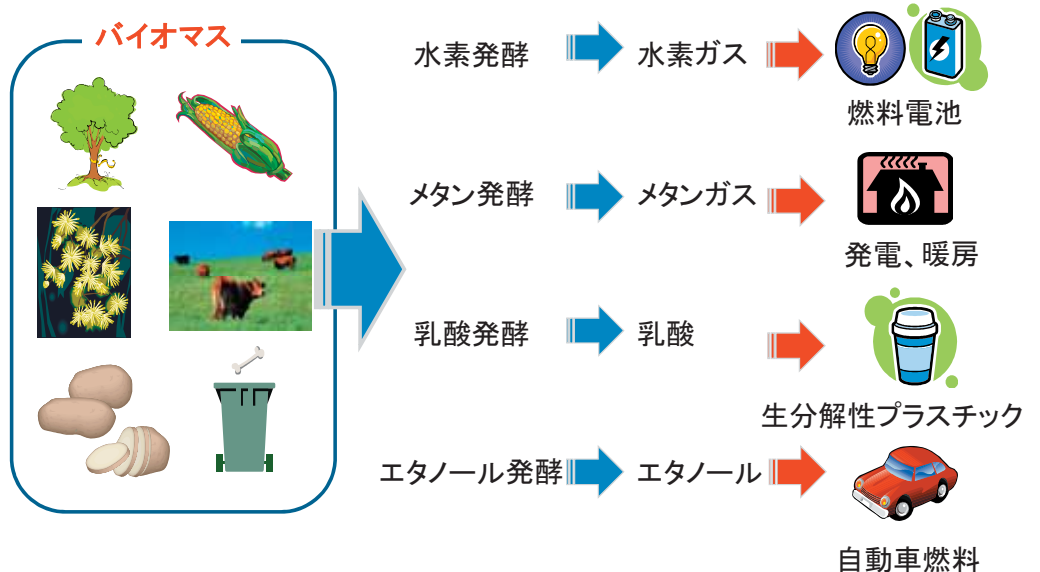


図 バイオマスからのエネルギー生成及び利用

13 2007 年南極オゾンホール観測

大気圏環境研究領域

1982年に日・英の科学者の南極基地における観測で発見されたオゾンホールはその後規模を拡大し、現在がそのピークに当たると考えられています。オゾンホール発見後、各国の科学者たちはオゾンホールの元凶となっているのが人工起源のフロンガスであることをつきとめ、モントリオール議定書に始まる国際的な取り決めでその放出を制限してきました。そのおかげで、大気中の塩素化合物の濃度も21世紀初頭をピークに減少に転じましたが、まだオゾンホールの規模が減少に転じたという確かな報告はありません。

我々は、第48次南極地域観測隊に参加し、2007年2月から2008年1月までの期間、昭和基地でオゾンホールの観測を行ってきました。昭和基地で我々は、フーリエ変換赤外分光器（FTIR）とオゾンゾンデ、それにマイクロパルスライダを用いて、オゾン破壊の詳細なメカニズムを探る観測を行いました。その結果、オゾン破壊の引き金を引くといわれている極成層圏雲（PSC）が現れた直後に、その薄い層においてオゾン破壊がはじまる事を突き止めました。また、7カ国・9つの南極基地が参加した「オゾンゾンデマッチ観測」によって、この冬のオゾン破壊量の定量化にも成功しました。



図1. オゾンゾンデ放球風景

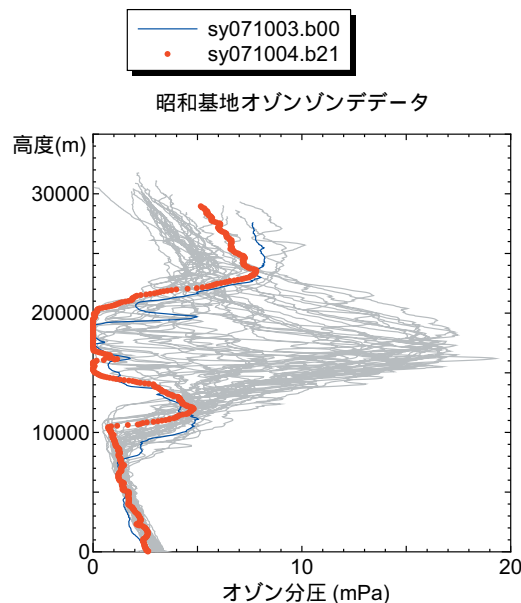


図2. 昭和基地上空のオゾン量の鉛直分布（10月4日のデータでは、高度15～20kmのオゾンがほぼ完全に破壊されていることがわかります。）

14 オホーツク沿岸におけるサハリン産原油の分解現場試験

水圏環境研究領域

現在サハリンでは大規模な海底油田開発が進められており、既に幾つかの油田から原油が採掘されています。その中で代表的な「サハリン2」の通年操業が予定され、「サハリン1」産原油の日本への輸出が始まる状況を受けて、想定されるタンカー事故等による油流出事故に対応すべく、主に北海道北部を対象とした緊急時計画が昨年末に策定されました。「サハリン2」産の原油の性状は、我が国が大量に輸入している中東産のものとは非常に異なっていますが、その微生物分解性については知見がなく、寒冷地である北海道沿岸部における分解・除去の進行度合については不明のままです。沿岸域での漂着原油の浄化法として微生物分解を利用したバイオレメディエーションという手法がありますが、日本では本格的に実施されたことはありません。漂着油のバイオレメディエーションは、もともと環境中に存在している油分解微生物に、窒素・リンといった微生物の増殖と原油の分解を促進する肥料（栄養塩）を外部から与える方法が主流となっています。今回、オホーツク沿岸のサロマ湖岸（図1）において、「サハリン2」産原油を対象としたバイオレメディエーション現場試験を行い、肥料（栄養塩）添加による原油の分解・除去促進効果（図2）について評価しましたのでその結果について紹介します。



図1. サロマ湖岸（北見市常呂町栄浦）における原油分解試験現場

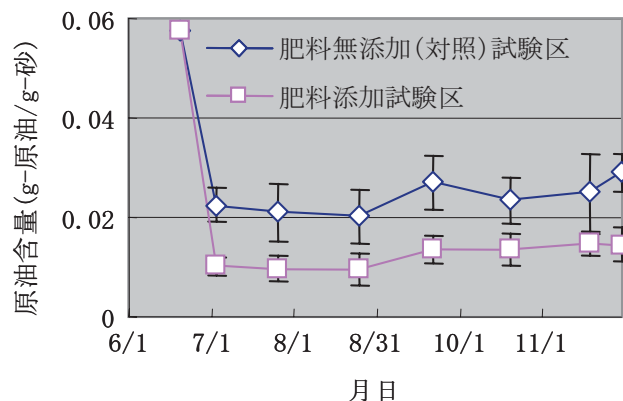


図2. 試験中の原油含量の変化と肥料の添加効果

オホーツク地域を対象とした海洋生態系影響評価につながる「海域－陸域統合型 GIS」の構築

アジア自然共生研究グループ

流域の最下流部に位置する河口部分は、陸域と海域を結ぶ唯一の重要な接点です。沿岸生態系と流域生態系という大きな二つの系の相互作用を基に地域環境を診断する場合、この河口部分の生態系の健全性がとても重要な意味を持っています。一例をあげると、融雪や降雨後の出水は陸域で生産された栄養分を沿岸にもたらしめます。また逆に、海洋から遡上する回遊魚等は、最終的には森林を育てる養分となります。特に近年、このような海域（沿岸）と陸域（流域）の二つの系の物質を相互に運ぶ河川の動きや沿岸の保全が大きな注目を集めています。

しかし、河口を含む沿岸域の生態系は海洋汚染や上流の人為開発といった影響に対してとても脆弱な地域といえます。さらにこの脆弱性（重要性）は、年間を通して空間的に普遍的なものではありません。なぜなら、我々が住むモンスーン地域では、陸域と海域の物質移動において、その季節的变化がとても大きな支配要因となっているからです。

我々は、北海道のオホーツク沿岸を対象とし、河口部分を含む沿岸域の重要性・脆弱性に対して、物質移動とその季節変化という切り口で情報の集約化を行っています。さらに将来的には、ここから得られる知見を、海洋汚染移動経路解析や海鳥の分布推定技術と GIS の中で結びつけることを目的としています。この研究アプローチとその成果は、地域生態系における将来の海洋汚染のリスク回避・地域保全計画策定などの面で活用されることが期待されています。



図1 国立環境研究が担っている陸域と海域の相互作用の解明の他にも、リアルタイム漂流物の情報収集システム（北海道立地質研究所）、海鳥の生息域への影響評価システム（北海道環境科学研究センター）が連携して海域陸域統合型 GIS を構築しています。



図2 沿岸域は多様な利用形態があり、地域毎に様々な脆弱性が考えられます。



図3 陸域と海域の二つの生態系を結ぶ河口地点では、各季節毎に特徴的な生物の利用や物質の移動が見られます。

新たな環境 GIS の展開 —地理空間情報活用推進基本法が成立して—

環境情報センター

GIS (Geographic Information System) とは、地理情報システムといい、デジタル化された位置に関する情報を持つデータ（地理空間情報）を電子地図上で一体的に処理して視覚的な表現や高度な分析を行う情報システムのことです。この GIS を活用することによって、環境保全の状況に係る情報のほか、災害時に必要となる情報を掲載するハザードマップ、防犯情報や交通規制情報など様々な情報が発信され、国民が知りたい情報を知りたいときに分かりやすく容易に入手できるようになります。

GIS はこういったすばらしい潜在能力をもつものであり、このシステムの活用を総合的、計画的に推進し、国民生活の利便性を向上していくため、平成 19 年 5 月、地理空間情報活用推進基本法が整備されました。

わが国立環境研究所においても、環境の状況などをデータマップやグラフなどに表現して可視化し、わかりやすく提供する「環境GIS」システム（図1）を構築し、様々な環境データを「国立環境研究所ホームページ」上で公開しています。（<http://www-gis.nies.go.jp/>）

特に、今まで個別に表示してきた大気、水質などの各種環境データを統合し（図2）、地域内の環境の状況を一括して把握できるようにし、環境アセスメントを実施する際により役立つようになりました。このように環境 GIS を今まで以上に利用しやすくするため、日夜奮闘しています。



図1 環境GISのトップページ



図2 複数媒体の環境データの一括表示

17 分子遺伝マーカーを用いて 外来ザリガニ類の侵入生態を探る

環境リスク研究センター

近年の科学技術の進歩や経済発展に伴い、人間の社会活動が活発になったために、特定の生物が本来の生息域を越えて世界各地で見られるようになってきました。このように海外から運ばれた生物は外来生物と呼ばれ、生物多様性（遺伝子から生態系にいたる生命体の多様性）の減少の主要要因の一つと考えられています。

外来生物の由来については過去の記録などから大まかには知ることができますが、原産地のどこから、どれくらい運ばれてきたかなど、詳しいことはほとんど分かっていません。このような外来生物の侵入生態を明らかにするためには、分子遺伝マーカーに基づく遺伝解析が有効です。生物の遺伝子型を調べることによって、その生物の由来のみならず、分布拡大様式も明らかになることがあります。ここでは、水草の切断や在来生物の捕食、病原菌の媒介などを通じて国内外で生態系被害をもたらしている外来ザリガニ類（シグナルザリガニ、アメリカザリガニ）を例にとって、2種の侵入生態を明らかにした研究を紹介します。

国内各地の外来ザリガニ個体群の遺伝子型を調べ、在来生息域（北米）各地の遺伝子型と照合した結果、2種の外来ザリガニは異なる侵入生態を持つことが明らかとなりました。日本に定着しているシグナルザリガニは、原産地の異なる遺伝子型が混ざり合って、少なくとも国内3地域（北海道摩周湖、長野、滋賀）に移植された後、摩周湖集団が分布を拡大してきたのに対し、アメリカザリガニは、過去に1度だけ持ち込まれたものが全国的に広がった、もしくは「弱い」遺伝子型が排除されて「強い」遺伝子型のみが生き残ったことが示されました。本発表では、これら外来ザリガニ類の定着成功について、両種の生態特性や日本の文化的背景の影響を含めて考察します。



図1 シグナルザリガニ *Pacifastacus leniusculus*
北海道ではウチダザリガニ、滋賀県ではタンカイザリガニと呼ばれている北米北西部原産の外来ザリガニで、環境省の「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律（外来生物法）」で特定外来生物に指定されています。



図2 アメリカザリガニ *Procambarus clarkii*
北米中南部原産の外来ザリガニです。外来生物法では要注意外来生物として扱われていません。本種の飼育に関する法的規制はありませんが、生態系への影響力が高いため、野外への放逐は禁物です。

18 日本とオーストリアの戶外活動の比較調査

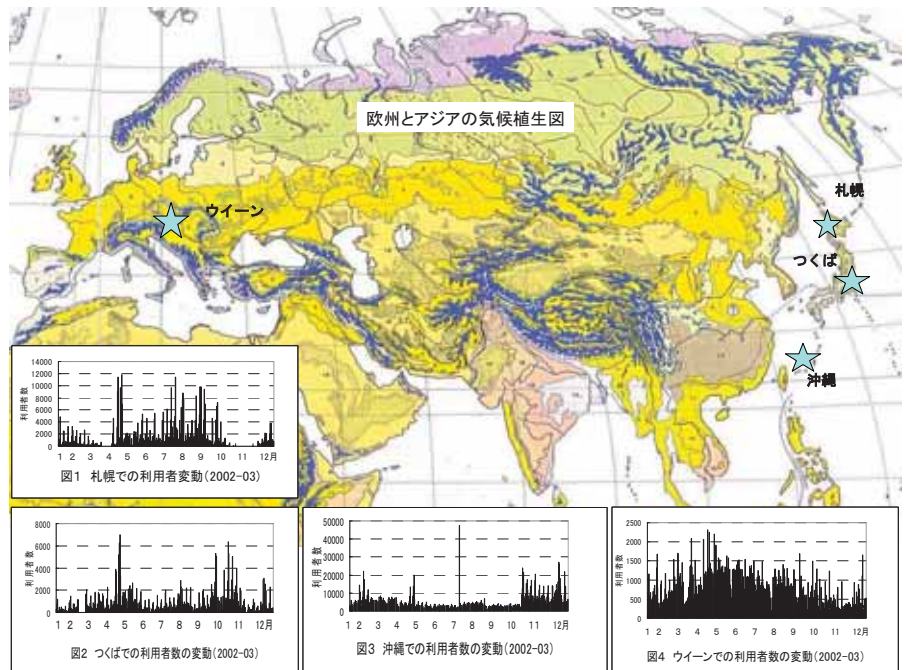
社会環境システム研究領域

昔、哲学者の和辻哲郎が著書『風土』に記したように、異なる気候風土と文化に暮らす人々は、異なった暮らし方をし、考え方をすると考えられています。このことは、人々は異なった環境において、異なった活動やその活動がもたらす異なった考え方を持っているからだと思われる。今まで研究者は世界各地の人間の行動には漠然とした違いがあることを知ってはいましたが、これを計量化して測定することはしませんでした。この研究は様々な環境に暮らす人々の屋外における活動の違いを測り、比較することにより、人々の環境との関わりの違いを調べます。

日本とオーストリアは同じ温帯に属しますが、オーストリアは冷温帯のみであるのに対して、日本は南北に長いので、北は冷温帯に位置し、南は亜熱帯に位置するので、場所によって気候条件が異なります。また文化的にもオーストリアは欧州の中央に位置し、欧州の文化の中心に有りますが、日本はアジアの東の端にあり、中国文化の影響を大きく受けています。このような条件を考え日本で3地域（19ヶ所）、オーストリアで1地域（8ヶ所）の調査場所を定め、日本側では沖縄から北海道に至るまでの戶外活動に関するデータを収集しました。また北海道、茨城、東京では行動観察やアンケートによる活動の違いや、季節感の違いについて調査を行いました。

多くの結果は現在解析中ですが、各地域を代表する4つの公園（図参照）の利用者数と気象条件や社会条件などの関連分析の結果から、オーストリアでの行動パターンは北海道に似ていることがわかりました。

図 調査地点の分布と利用者数の調査結果



変わりゆく都市の大気環境 —微小粒子・二次生成物質の影響評価と予測—

社会環境システム研究領域

直径が数 μm 以下の微小な粒子 (PM) は、人の健康に及ぼす影響が大きいため、大気環境を保全する上で大変重要な物質です。近年、ディーゼル車に対する排出ガス規制の強化により、都市の大気環境に大きな影響を及ぼしていたディーゼル粒子は減少する傾向にあります。一方で、窒素酸化物 (NOx) や揮発性の有機物質 (VOC) 等のガス状物質から光化学反応で生成される二次生成粒子の影響が高まる傾向があります。二次生成粒子は、NOx と植物から放出される VOC との反応などからも生成されますが、その挙動は、十分解明されておられません。さらに、ディーゼル車に対する排ガス触媒等の採用により、毒性や反応性の高い二酸化窒素 (NO₂) の排出が増える傾向にあるなど (図 1)、都市における大気汚染の構造が変化することが予想されます。この研究では、専門分野の異なる研究者が集まって密接に連携し、都市における微小粒子、特に二次生成粒子について、原因物質の発生から大気中における生成や変化、さらには、大気環境の将来予測や健康影響までの一連の研究を実施して (図 2)、今後、起こりうる都市の環境問題を未然に予測し、安全・安心な生活環境の確保に向けて、適切な対策を講じるための知見を提供します。

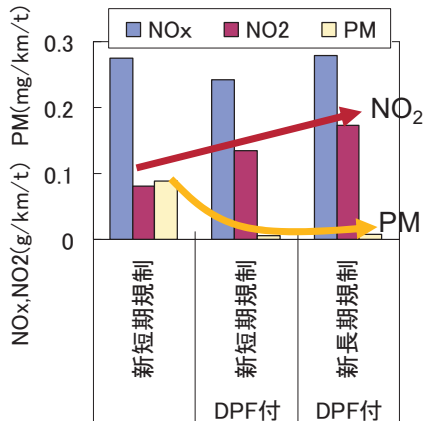


図 1 最新ディーゼル車の NO_x、PM 排出特性。PM は、大幅に減少していますが、DPF (粒子除去フィルタ) 付車両は NO₂ の排出量が増加する傾向が見られます。



図 2 2007 年夏に実施した二次粒子の生成や挙動を解明するためのフィールド観測 (左上)。排出ガス試験設備を用いた再審ディーゼル車の排出ガス評価実験 (右下)。

20 自動車から排出されるナノ粒子の実態

アジア自然共生研究グループ

交通量の多い幹線道路沿いでは、窒素酸化物 (NO_x) や粒子状物質など、自動車から排出される大気汚染物質の濃度が非常に高く、人体への様々な影響が指摘されています。通常行なわれている粒子状物質の質量濃度測定では、粒径がおよそ 100 ~ 2000nm の範囲で高濃度となりますが、個数濃度測定を行なうと沿道では粒径 50nm 以下の極めて小さい粒子、すなわちナノ粒子が非常に多数存在していることが近年わかりました。しかし、ナノ粒子が人体に与える影響については不明な点が多いことから、ナノ粒子の健康影響研究が進められています。また、自動車から排出されるナノ粒子の健康影響評価や削減対策を行なうためには、ナノ粒子の実態を正しく把握し、その生成要因や沿道で高濃度となる条件を解明することが必要です。そこで私たちは、沿道における大気観測や実験室内での自動車走行試験による排ガス測定を行ない、その結果、沿道大気中のナノ粒子は冬季に多くなることや、ナノ粒子には揮発しやすい成分が多く含まれており、その組成はエンジン潤滑油に近いことをつかめました。



図 1 沿道観測地点の様子

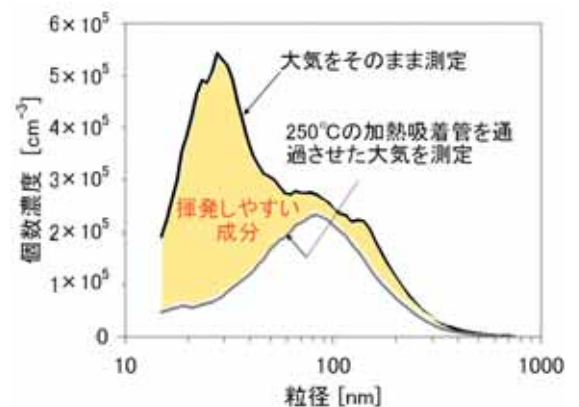


図 2 沿道観測地点における粒径別個数濃度と揮発性

21 大気中微小粒子は人々にどんな影響を与えるか？

環境健康研究領域

大気中には私たちの健康や生態系などに影響を及ぼすガス状と粒子状の物質が存在します。粒子状のものはその大きさから粗大粒子と微小粒子の二つに分類されます。微小粒子の中にはディーゼル排気粒子やガス状大気汚染物質が大気中でさまざまな変化をして粒子となったものなど、多くの物質が含まれています。また、微小粒子は人が呼吸をして吸い込んだ時に肺の奥まで達する可能性が高いことが知られています。そこで、米国で1980年頃から微小粒子が人々にどのような影響を与えるかについて研究が始められました。この時に、測定上の区切りとして $2.5\ \mu\text{m}$ （ミクロン）を用いたのですが、それが今でも使われており、PM2.5と表現されています。これは、英語で粒子状物質を表すParticulate Matterの頭文字をとったPMと粒子の大きさの区切りとした $2.5\ \mu\text{m}$ を合わせた表記です。

微小粒子濃度の高い環境で生活している人々とそうでない人々を比較すると、前者では循環器疾患や呼吸器疾患による死亡率が上昇したり、病院への入院や受診が増加したり、また、さまざまな症状や身体の機能が変化しているという多くの研究報告があります（図）。米国では1997年に環境基準を決め、世界保健機関も2006年に指針値を出しました。日本でも環境省が微小粒子の健康影響に関する調査研究を実施してきましたが、国立環境研究所の多くの研究者がこれに参加して、疫学調査や動物実験によって微小粒子の健康影響を検討しました。環境省はこれらの研究成果と諸外国における研究成果を総合的に評価して、微小粒子が呼吸器系・循環器系疾患などによる死亡の増加や入院・受診数の増加、長期曝露の影響として肺がんに関する死亡リスクの増加、呼吸器症状や肺機能の変化、循環器系機能の変化など、さまざまな指標に関してその原因の一つとなっていると結論づけました。

微小粒子の健康影響として考えられている項目

- 呼吸器系・循環器系疾患の死亡率の上昇
- 肺がん死亡率の上昇
- 医療機関への入院・受診数の増加
- 呼吸器症状の増悪、肺機能の低下
- 循環器系機能の変化

図 微小粒子の健康影響として考えられている項目



MEMO

A large, empty rectangular area with rounded corners, outlined by a thin blue border. This area is intended for writing a memo.



MEMO

A large, empty rectangular area with rounded corners, outlined in blue, intended for writing a memo.

国立環境研究所では、毎年6月の環境月間にあわせて公開シンポジウムを開催しています。

また、4月と7月には、つくばキャンパスの一般公開を実施しております。講演、パネル展示、体験型イベントなどにより、環境問題についてわかりやすく説明しています。

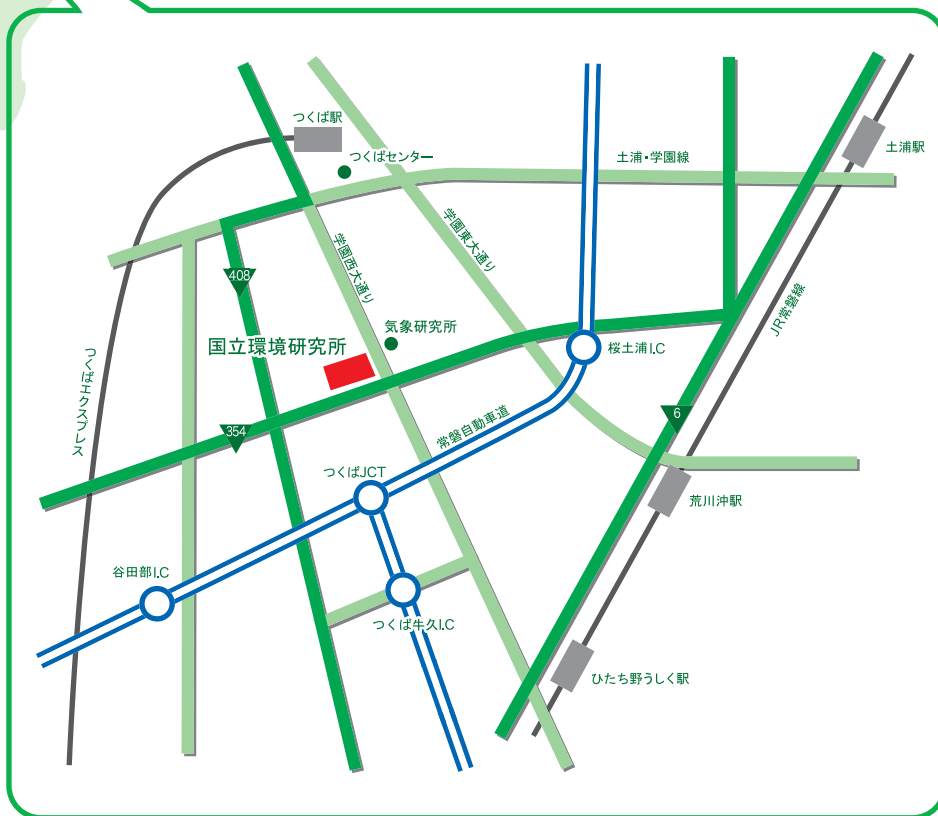
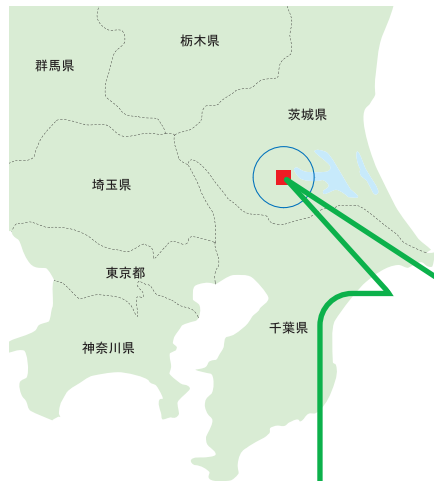
今年の「夏の大公開」は7月26日(土)の予定です。「夏の大公開」の情報は、国立環境研究所のホームページ (<http://www.nies.go.jp/>) で随時お知らせします。



編 集 2008 年度セミナー委員会

一ノ瀬俊明	猪俣 敏	上原 清	遠藤 和人
坂下 和恵	佐藤 邦子	佐藤 圭	鈴木 武博
高澤 嘉一	高橋 慎司	竹中 明夫*	多田 満
立田 晴記	(種瀬 治良)	中村 泰男	成島 克子
(原沢 英夫*)	(堀部 成子)	前田 征孝	(村野健太郎)
森野 勇	(渡邊 充)		

(注) あいうえお順、*印は委員長、かっこ書きは途中交替した委員



独立行政法人 **国立環境研究所**

所在地 ● 〒305-8506 茨城県つくば市小野川16-2

交通 ● JR常磐線ひたち野うしく駅よりバス13分
つくばエクスプレスつくば駅よりバス10分

または、つくばセンター（東京駅より高速バスで65分）よりバス 10分

HPアドレス ● <http://www.nies.go.jp/>

Eメール ● kouhou@nies.go.jp

問合せ ● 企画部広報・国際室 tel. 029-850-2308