



国立環境研究所

二一六

Vol. 20 No. 6

平成14年(2002) 2月



家電リサイクルプラントのテレビ解体工程
 リサイクルについては本号の関係記事(2ページ, 3ページ, 9ページ)を参照

[目次]

リサイクルについての理解	2
循環型社会への転換策の支援のための評価手法開発と基盤システム整備に関する研究	3
化学物質環境リスク評価におけるバイオアッセイの役割	5
突然変異体を用いた植物のストレス耐性機構の解明	7
家電リサイクル法と循環社会	9
平成14年度国立環境研究所予算案の概要について	11
平成14年度の地方公共団体環境研究機関と国立環境研究所との共同研究課題について	11

リサイクルについての理解

酒 井 伸 一

投棄跡地の汚染問題，埋立地の確保難，気候変動問題などを契機として，循環型社会をめざす方向が合意され，さまざまな製品群の循環利用が模索されています。廃棄物の発生抑制，再使用，再生利用，熱回収，適正処分という階層対策概念に基づく社会の再設計ともいえる壮大な試みです。すでに2000年に循環型社会形成推進基本法として，日本の基本ルールになったことは周知のとおりです。化学物質に対しても，類似の概念として有害性のある化学物質の回避，循環利用，制御をこの優先順位で原則とすること（クリーン・サイクル・コントロール概念，3C's概念と呼んでいます）の実現を考えていかねばならないと思っています。しかし，こうした流れに異論や修正を唱える声もときに耳にします。リサイクルしてはいけないといった主張もさることながら，2001年11月22日に公表された経済財政諮問会議「循環型経済社会に関する専門調査会」の中間とりまとめでは，厳格な階層概念の適用に固執せず，エネルギー回収型の焼却法の役割に重きをおいています。つまり，サーマルリサイクル*1とマテリアルリサイクル*1を同等に位置付け，ライフサイクルアセスメント*2等の客観的な評価により，両者の合理的な選択が可能となるようにすべきとの考え方です。確かにマテリアルリサイクルに拘泥するあまり，一次資源もエネルギーも多く消費するというのを避けねばならないとは言ってもありません。

では，こういった場面であれば，リサイクルが胸を張ることができるのでしょうか。新たな埋立地や焼却炉の建設を避けることができ，処理処分コストに比べてリサイクルコストが安価であるときは，まず胸を張っていいでしょう。リサイクル段階のエネルギーや一次資源利用量，環境汚染負荷が一次製品生産段階のそれよりも少なく，回収資源を利用した事業が地域の新たな雇用を生むときは万全といっていいはず。こうした条件を見極め，むやみにリサイクルを進めることでかえって資源消費量や環境負荷を増やすことを慎めば，胸を張れるのです。さらに付け加えるならば，いまのリサイクルから循環

型社会形成への動きは，より大きな流れの中にあるように思えてなりません。多くの人たちはこのままではいずれ資源は枯渇し，地球はもたないのではないかと，このままでは何代か後の子孫たちは環境汚染により命が脅かされているのではないかとといった漠然とした，しかし大きな不安の中にあるリサイクル行動であるように思えます。つまり，今ここで資源を再生利用できる技術を身に付けること，物質利用と環境負荷が少なく，かつ満足度の高いライフスタイルを身に付けることが，次世代への持続性から不可欠と考えているとすれば，このリサイクル行動への動機としての理解を何があっても支えていかねばならないでしょう。

では，物質循環・リサイクルを進めるために必要な道具にはどのようなものがあるのでしょうか。循環と処理のための技術，法制度や政策，経済的誘導策，情報やモニタリングなどが必要で，一つの道具で十分ということはなく複数の道具立てが求められます。こうした複数の道具立てにより，循環型社会の中でメインルートとなるべき循環過程は，当面，量的にも，質的にも調整機能を持って支えていかねばならないでしょう。ライフサイクルアセスメントから循環することにメリットのある限りは，循環からこぼれそうになっても拾って拾いまくるという意味の“懐の深さ”が求められます。また，廃棄物はある意味では循環フローの敗者と言えるわけですが，環境的視点からはごみを勝者としてはならないという意味で，環境保全対策の整った処理方策でもって社会・環境の側が勝者にならねばなりません。社会はこうした方向の取り組みをはじめたところです。結果は出さねばなりませんが，評価を急ぎすぎてもいけないように思います。

（さかい しんいち，
循環型社会形成推進・廃棄物研究センター長）

*1環境問題基礎知識(9～10ページ)参照

*2重点特別研究プロジェクト紹介(3～4ページ)参照

執筆者プロフィール：

平成13年4月の国立環境研究所ニュースで，「つくばを第3の都とすることができるか，努力するものでもないが，奮闘中」と書きました。その後，つくばは，なかに入って

しまえば快適ということが分かってきました。循環廃棄物研究センターの本格稼働に向けて，多くの方々にお世話になっています。この欄を借りて，御礼申し上げます。

シリーズ重点特別研究プロジェクト：「循環型社会形成推進・廃棄物管理に関する調査・研究」から 循環型社会への転換策の支援のための評価手法開発と 基盤システム整備に関する研究

森 口 祐 一

「政策対応型調査研究」は，環境行政の新たなニーズに対応した政策の立案及び実施に必要な調査・研究であり，重点特別研究プロジェクトとともに，予算が重点的に配分される大型プロジェクトです。平成13年4月に発足した循環型社会形成推進・廃棄物研究センターが中心となって担う政策対応型調査研究は，「循環支援評価手法」「循環処理処分技術」「総合リスク制御手法」「液状廃棄物」の4つのサブテーマから構成されています（参照：国立環境研究所ニュースVol.20 No.1）が，今回は，その第一の柱「循環支援評価手法」の研究概要について紹介します。

大量生産・大量消費・大量廃棄型といわれる昨今の経済・社会から，循環型の経済・社会へ向けて舵が切られはじめたものの，どの方角を目指し，どこにたどりつくべきかを示す地図や羅針盤はまだできあがっていません。リサイクルは本当に環境によいのか，といった疑問が寄せられる中，この研究課題は廃棄物・リサイクル問題に関するさまざまな情報を集めて分析することによって，循環型社会への針路を見定めていくことを目指すものです。本課題はさらに4つの内容から構成されています。

第1は，大量かつ多種多様なモノの生産・消費・廃棄の実態を正しく理解するための研究です。ここでは，モノの流れを体系的に把握する「マテリアルフロー分析」と呼ばれる手法を主に適用します。「質量保存の法則（物質不滅の法則）」のっとして，モノはなくなることはなく，生産プロセス，工場，都市，国など，どのような分析境界をとっても，モノの「入り」と「出」と「蓄積」との間には量的な釣り合いが存在します。こうした物量のバランスと，経済部門間の取り引きの金銭面での「出入り」のバ

ランスを表現する投入産出表（産業連関表）とを組み合わせることで，経済活動を巡るモノの流れの現状と問題点を俯瞰的に把握することができます。とくに，どれだけのごみや産業廃棄物がどのように処理・処分されているか，リサイクル可能な資源がどれだけ発生し，どのように形をかえて利用されるかなど，これまで情報が不十分だった経済活動の「静脈」部分に焦点をあてて情報基盤を整備し，技術進歩や生産・消費構造の変化がモノの流れにどのように影響するかといった応用分析への利用を目指しています。

第2は，政府，企業，市民など社会を構成する主体が，各々の立場からどのような行動に取り組めば，循環型社会の形成にどれだけ貢献できるのかを明らかにするための研究です。リユース（再使用），マテリアルリサイクル（再生利用），サーマルリサイクル（熱回収）など，さまざまな「循環」の技術や仕組みの得失を比較するため，資源の採取から製品の生産，流通，使用，その廃棄に至るまでの一生をとらえて環境への影響を評価するライフサイクルアセスメント（LCA）の手法の開発と実証分析への適用を行っています。また，環境面での効果の評価だけでなく，消費者をはじめとする関係主体の意識や行動にも踏み込んで，真に効果的な「循環」の技術や仕組みを明らかにすることを目指します。

第3は，地域ごとの特徴を生かした効果的な「循環」の仕組みづくりについての研究です。資源の循環の利用を進めるには，地域の産業構造や，循環資源の発生・流通に関連する施設の立地状況，リサイクル材の製造技術，リサイクル材の需要といった地域特性の正確な理解が不可欠です。本研究では，こうした情報を統合して，循環資源の発生，流通，利

用の状況が地域特性に適合しているかどうかを診断し、望ましい循環システムの実現を支援するための情報システムを、地方自治体などの関係者と協力しながら構築します。

第4は、リサイクルされた製品の安全性を確保するための研究です。リサイクル原料に含まれていた物質が、生産された製品を使用する段階において、環境や人の健康へ悪影響を及ぼすことがないように、安全性の確認が必要です。本研究では、家庭用品や建設資材として利用した場合の室内環境汚染や地下水汚染を例に、試験法の開発・標準化に関する実験研究と、リサイクル過程における環境安全管理制度の設計に資する政策科学的研究に取り組んでいます。

これらの研究のうち、第1、第2のテーマについては循環型社会形成システム研究室が主に担当し、第3、第4のテーマについては循環技術システム研究開発室や最終処分技術研究開発室など、センター内の複数の研究室が協力して実施しています。これら4つの研究内容は、下記の研究概念図に示すように、互いに連携しあうとともに、マクロな対象(国全体)とミクロな対象(地域・製品レベル)とのバ

ランス、分析手法開発のための基礎的研究と政策への応用のための実証研究とのバランスを考慮して計画されています。

一方、これらに加え、リモートセンシング、地理情報システムなどの情報技術を活用した研究についても、センター内の複数の研究室が協力しながら取り組んでいます。「情報」は現代社会における欠かせない基盤であり、的確な情報の収集と分析能力の向上を通じて、循環型社会の形成に取り組んでいくことが重要な課題と考えています。

(もりぐち ゆういち、
循環型社会形成推進・廃棄物研究センター、
循環型社会形成システム研究室長)

執筆者プロフィール:

現在、3つのユニットの室長職を兼任しており、以前にも増して、専門は何?という質問への答に窮することが多い。先日オランダで開かれたある学際的な国際学会のパネリストとして、「専門はpowerpoint」というジョークを飛ばしたら、かなりうけた。専門外の人にもわかりやすくプレゼンテーションすることが重要、という本音も理解してもらえただろうか。

シリーズ政策対策型調査・研究:「化学物質環境リスクに関する調査・研究」から

化学物質環境リスク評価におけるバイオアッセイの役割

青木 康展

30年ほど前の真夏のある日、東京都内で運動中の生徒が倒れるという事件があった。この事件の原因は都市大気中で生成された光化学オキシダントであるとわかった。この出来事はエポックメイキングであった。多くの人に、環境汚染が知らぬ間に健康に影響を与えるまでに悪化していることを身近な問題として認識させた。光化学オキシダントの物質的な実態の一つがプロピレングリコール・ジナイトレートであることは、その後、国立環境研究所の研究者により明らかにされた。しかし、都市大気中に未知の有害化学物質(光化学オキシダント)が、人の健康に影響を与えるレベルまで高くなるうとは、実際に健康被害が発生するまで誰も想像しなかったのである。多くの人々の努力により、確かに私たちを取り巻く環境は大きく改善した。しかし、現在私たちを取り巻く大気や水環境中に、私たちの健康に影響を与え得る化学物質が今まさにどの程度の量存在するのであるか? 依然として重大な問題である。環境中に存在する有害化学物質の検知にバイオアッセイ法の研究・開発は大きく貢献する。本稿では、化学物質環境リスク評価におけるバイオアッセイの役割と、我々の研究の方向性について紹介したい。

化学物質環境リスク研究センターは昨年4月に国立環境研究所の独立行政法人化に伴い政策対応型研究センターとして新設された。本センターの目的は、化学物質環境リスク管理がよりの確に行えるように、高精度なリスク評価手法を開発する研究を進めることである。また、研究活動と並んで、化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律(化審法)に基づく化学物質の審査への貢献、環境汚染物質排出・移動登録(PRTR)に基づく化学物質関連情報の提供方法の検討など、環境行政の支援も重要な活動である。実際、現在進められようとしている既存化学物質(化審法制定以前に製造・輸入が開始された化学物質)の見直し作業にも我々はかかわっている。さて、私ども健康リスク評価研究室の主な研究課題は、化学物質に対する感受性を決定する遺伝的要因の解明と、化学物質環境リスクを評価するバイ

オアッセイ手法の比較・評価を行い実用化に向けた研究を進めることである。

バイオアッセイの一般的な邦訳は生物検定法である。文字通り微生物や培養細胞、場合によっては生物個体の化学物質に対する応答を利用して化学物質の作用を検出・定量する方法である。バイオアッセイを用いれば、構造が未知であっても生理活性から化学物質の定量化が可能である。この手法自体は医学・薬学の世界では古いものであり、例えば、細菌の増殖阻害を利用した‘バイオアッセイ’により抗生物質の探索と精製が行われてきた。ペニシリンやビタミンの分量を重量ではなく、何ユニットとバイオアッセイで求めた生理活性に基づいて表示するのはその名残である。また、化学物質の構造にかわりなく、同じ毒性を示す化学物質群をまとめて活性を基に定量化できることもバイオアッセイの利点である。後述のように、ダイオキシン同族体の分析への有効性は既に指摘されている。

このバイオアッセイは化学物質リスク評価において主に2つの場面で用いられている。第一が化学物質の毒性評価である。実際、化審法に基づいて新規化学物質を指定化学物質とするかを審査する際に、サルモネラ菌を用いた復帰突然変異試験(いわゆるエイムス試験)と培養細胞を用いた染色体異常試験という2つの遺伝毒性(変異原性)試験がバイオアッセイとして化学物質の有害性評価に重要な役割を果たしている。

第二は環境中に存在する有害化学物質の検出である。例えば、先に述べたエイムス試験を利用して、環境中に存在する化学物質の変異原性検出が進められてきた。また、当研究所においても特別研究「環境中の化学物質総リスク評価のための毒性試験系の開発に関する研究」(平成10~12年度)が実施され、化学物質環境リスク評価へのバイオアッセイ手法の適用について多大な成果が挙げられた。従来、環境中の化学物質は主に機器分析により、メスで切るように精密に検出されてきた。しかし同時に私たちは、詳細な成分がわからなくとも環境中の化学物質が示す毒性の程度を知りたいのである。そこで、バイオ

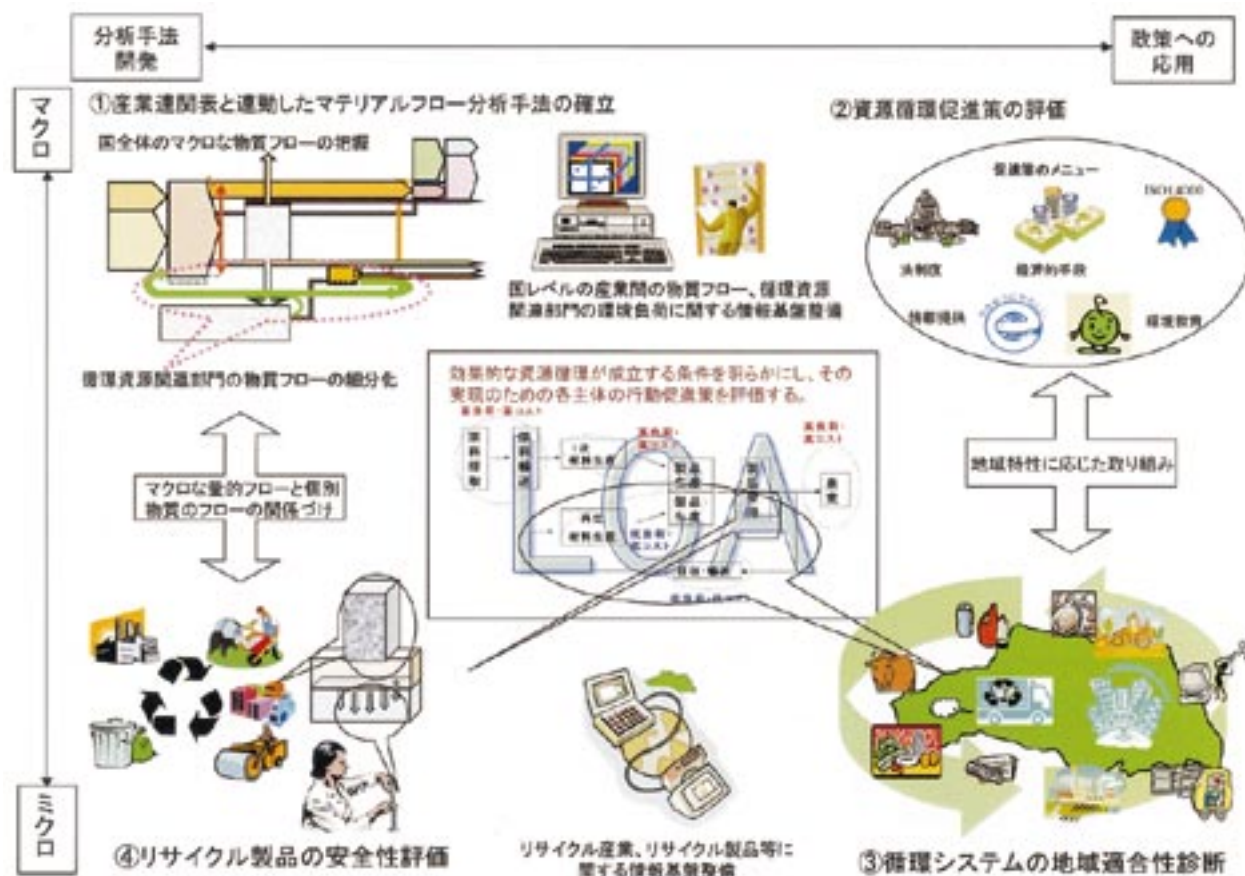


図 循環型社会への転換策の支援のための評価手法開発と基盤システム整備に関する研究 研究概念図

アッセイにより大気や水環境中に存在する種々の化学物質が、相加的あるいは相乗的に示す有害作用をナタで切るように大まかに把握する発想が生まれた。しかし場合によっては、環境を精密にとらえるときにも有効な手段となり得る。実際、国立がんセンターの研究として京都・桂川水系中の変異原物質の検出がエイムス試験により進められ、その1つがアゾ色素系の染料に由来すると同定された。この知見は水質汚染対策にも大いに貢献したと聞く。我々は次の手順に従って研究を進めようとしている。

1) 環境から被る健康影響を把握するに適したバイオアッセイ法を選択する

多くのバイオアッセイ法は試験管内の試験法であり、一方、化学物質が人の健康に及ぼす影響はあくまで人体でおこる問題である。両者で観察している現象の乖離はやむを得ない面もある。しかし、化学物質の毒性発現メカニズムに基づいたバイオアッセイ法を利用すれば、環境中の化学物質が健康に及ぼす影響のより実際の把握が可能となる。今まで、国立環境研究所が関与してきたプロジェクトの知見を整理してみると、遺伝毒性試験(エイムス試験など)、ダイオキシン類や内分泌攪乱化学物質(受容体を介した選択的遺伝子発現を利用した試験法、例えば酵母ツーハイブリッド法など)、細胞骨格(細胞の形と機能を決定する基本構造)を介した毒性発現を検出するバイオアッセイ(前述の特別研究の成果報告参照)等がこれに適している。化学物質の遺伝毒性と発がん性にはよい相関が認められ、健康に及ぼす影響の観点から重要である。また、これら従来から知られるバイオアッセイ法を環境の分析に適すように改良あるいは簡便化する必要がある。

さらに、新しい原理に基づくバイオアッセイ法開発の必要性も痛感される。例えば、最近大きな研究の進歩が見られる細胞内シグナル伝達系の反応は活用できないであろうか。

2) バイオアッセイによる化学物質の有害性評価と生物個体での有害性の突き合わせ

バイオアッセイで有害性を示す化学物質が環境から体内に摂取されたとき、生体には如何ばかりの影響が及ぶのであろうか。例えば、都市大気中の浮遊粉塵抽出物にはエイムス試験により変異原性が検出される。変異原性とは化学物質が突然変異を起こす性質である。それでは如何ほどの量の浮遊粉塵を吸い込んだとき、人体内で突然変異が引き起こされるのであろうか。も

ちろん、人で直接調べることは極めて難しいため、動物実験で突き合わせることになる。この突き合わせには、これまで環境健康研究領域で積み重ねてきた遺伝子導入動物などを用いた個体レベルでの変異原性検出法の研究が生かされることになる。マウス・ラットなど実験動物の結果から人への外挿には薬物動態モデルの活用が必要になるであろう。

大気からの有害化学物質の暴露は呼吸器への直接作用が主であるため、大気成分のバイオアッセイの結果から人への影響の推定を論理立てて進めることは可能と思われる。しかし、環境水から有害化学物質を人が直接摂取する可能性は一般には低く、水環境中の有害化学物質の影響推定はかなり複雑である。しかし、水環境中に人の健康に有害な成分が存在することを明らかにし、環境の管理を進めていく上でバイオアッセイは有効である。

3) バイオアッセイによる環境モニタリングの実施
ケーススタディーとしてバイオアッセイを利用した組織的な環境モニタリングを実施したい。また、バイオアッセイのデータ(モニタリングの結果など)を、化学物質の環境動態あるいは体内動態モデリングの中にどのように組み込んでいくかは大きな課題である。また、紙面の都合上、本稿ではバイオアッセイの環境管理への活用に触れることができなかった。お許し頂きたい。

私自身は実験科学者として育ってきた。実験とは自然を切り取る作業である。実験の良し悪しは、いかに普遍的な自然の現象をとらえ、自然科学の論理の構築に貢献したかにより決まる。バイオアッセイにより環境をどのように切り取れるか大いに期待している。

(あおきやすのぶ、
化学物質環境リスク研究センター、
健康リスク評価研究室長)

執筆者プロフィール:

埼玉県生まれ、大学では昆虫の変態の生理・生化学を研究、今や死語となったオーバードクター(ポストドクではない)を短期間経験した後、当時の国立公害研究所に採用される。当初は重金属の毒性研究に従事していたが、長期海外出張後、一念発起してコプラナーPCBの毒性研究を始める。その後、変異原性検出用遺伝子導入ゼブラフィッシュ開発を通じてバイオアッセイによる環境モニタリングの重要性に目覚める。趣味は音楽と庭いじりということにしているが実際にはほとんどできないのが残念。平成13年4月より現職。

研究ノート

突然変異体を用いた植物のストレス耐性機構の解明

青野光子

生物は、生きていくのに最も適した条件でいつも過ごせるわけではない。むしろ、周囲の環境から常にストレスを受けているのが常態であろう。ストレスの原因としては、強すぎる光や紫外線、乾燥、低温といった自然の要因、あるいは大気汚染等の人為的な要因が挙げられる。ストレスの程度が生物の適応の範囲を超えていると障害が発生し、最終的には個体が死んでしまう。動物と違って、移動してストレス要因から逃れることのできない植物は、その場でストレスをなんとか克服しなければ枯れてしまうのである。そこで、植物は生き延びるために、独自のストレス耐性機構を発達させてきた。

大気中のオゾンや二酸化硫黄等は、人間の健康に悪いばかりでなく植物にとっても大きなストレス要因である。それらによって、植物には生長の抑制や光合成の障害、葉の脱色や組織の細胞の死(壊死)などの障害が起きる。夏、暑く光の強い時期に、都市近郊でアサガオやサトイモの葉に白や茶色の斑点が見られることがあるが、これは光化学オキシダントの主成分であるオゾンによって葉の組織の一部が壊死したものである。このような障害を引き起こす原因物質の一つに活性酸素がある。活性酸素とは、非常に反応性の高い酸素を含む物質の総称で、スーパーオキシドラジカル(O₂^{·-})や過酸化水素(H₂O₂)等があり、酵素等のタンパク質や、生体膜を構成する脂質といった生体物質と反応して細胞に損傷を与える。

活性酸素は、光と酸素のある状態でストレスを受けたときに生体内で発生する。植物では、大気汚染

にさらされたときばかりでなく、ある種の除草剤や、強光や低温、乾燥のようなストレスでも発生するし、実は通常の光合成の際にも少量発生している。植物は長い進化の歴史のなかで、酸素の存在下で光をエネルギーとして利用し、また周囲の環境の変化に適応するためのストレス耐性機構の一つとして、活性酸素を消去する系を獲得してきたのである。ストレスによって引き起こされる障害を避けるために、障害の原因となる物質を消去してしまう仕組みを備えるようになったというわけである。

活性酸素消去系(図1)は、葉緑体、ミトコンドリアや細胞質に存在し、毒物である活性酸素を、酵素や酸化還元物質の働きで無毒な水(H₂O)に変えていく系である。スーパーオキシドラジカルは、まずスーパーオキシドジスムターゼ(SOD)という酵素によって、分子状の安定な酸素と、過酸化水素に変化する。過酸化水素も活性酸素であるが、これはアスコルビン酸ペルオキシダーゼ(APX)によって水に変えられる。この反応で基質となるアスコルビン酸は、ビタミンCとして非常によく知られている物質で、細胞を酸化的ストレスから守るのに重要な役割を持っている。この反応で酸化されたアスコルビン酸を再び還元するために、グルタチオンと呼ばれるアミノ酸が3個つながってできた物質や、酸化型グルタチオンを還元するグルタチオンレダクターゼ(GR)等の酵素が働く。

この活性酸素消去系の酵素の活性を、遺伝子操作で変えることによって、活性酸素を消去する能力の異なる、すなわちストレスに対する耐性の変化した

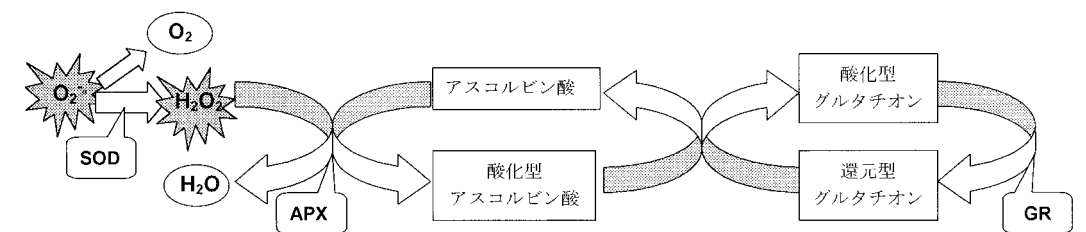


図1 植物の代表的な活性酸素消去系

植物を作成することができる、と考えられる。我々のグループではこれまでに、グルタチオンレダクターゼやアスコルビン酸ペルオキシダーゼをはじめとした、活性酸素消去系酵素の活性を高めた遺伝子組換え植物を作成し、これらの組換え体がオゾンや二酸化硫黄等の大気汚染ガスに対し、ある程度の耐性を持つことを示してきた。この結果を応用すれば、例えば大気汚染ガスに対し高い耐性を持った樹木を使って大気浄化を行うこともできるようになると考えられる。植物の能力を利用して環境を修復する、「ファイトレメディエーション」の一例である。また、逆にこれらの酵素の活性を低くして、ストレスに対し感受性の高くなった植物を使えば、環境中のストレス要因を敏感に検出する、つまり環境を監視する「ファイトモニタリング」を行うこともできる。高価な測定装置を用いなくても、植物の葉を見ればその状態によって環境の状態を把握することが可能となる。このように植物のストレス耐性機構を解明し、その知見を応用することで、植物の能力をいっそう活用した環境保全ができるようになることが期待される。

ところで、既に機能がある程度推察されている遺伝子を導入して組換え体を作り出す方法は、常に思い通りの性質を持った組換え体が得られるとは限らない。生体の反応は非常に複雑で、例えば活性酸素にしても、生体物質を損傷するばかりではなく、実はストレスに対する生体内のいろいろな反応の情報を伝達する物質としての役割もあることが近年わかってきている。活性酸素をただ除去するだけがストレス耐性機構ではないのである。

一方、ある性質を持った植物から、その性質をもたらしている遺伝子を単離・決定し、ストレス耐性機構を解明することで、その遺伝子を利用した植物による環境保全を行なう、という方法も考えられる。そのために非常に有効なのが突然変異体を用いた研究である。突然変異体とは、何らかの原因で遺伝子に変異が起き、その変異によって通常とは異なる性質を示す個体であり、従来から遺伝学の研究に用いられてきた。突然変異体を用いれば、特に、発現量は非常に少ないが重要な機能を持つ遺伝子（例えば情報伝達系にかかわる遺伝子）の単離をすることができると期待される。現在我々は、オゾンに対する感受性が高い植物（シロイヌナズナ）の突然変異体を用いて研究を行っている。シロイヌナズナは小さ

な野草だが、全DNA配列が既に決定されており、微生物でいえば大腸菌、動物でいえばショウジョウバエやマウスに匹敵する、極めて有用な実験植物である。遺伝子の変異はごく稀に自然に起きることもあるが、通常は突然変異原処理を行って人為的に起こす。我々が用いているのは、高速中性子線（FN）照射とメタンスルホン酸エチル（EMS）処理を行ったもの、及びゲノム中にランダムにDNA断片を挿入することで遺伝子を変異させたものである。

これらの突然変異原処理を行ったシロイヌナズナ約20万個体をオゾンに暴露し、処理を行っていない野生型のシロイヌナズナよりもオゾンに対する感受性が低い、すなわちオゾン暴露後の葉の可視障害の程度が多い個体を選抜した。これらのうち明確なオゾン感受性を示す9個体を選び、増殖させて現在解析中である。これらの突然変異体はもちろんオゾン感受性だが、他のストレス要因に対してはどうだろうか。もし、オゾン耐性の機構が単純であれば、突然変異体がオゾン感受性となっている原因（すなわち変異の起きた遺伝子）も単純で、他のストレス要因に対する感受性も9種類でみな同様になると思われる。我々は低温、強光、パラコート（除草剤）、二酸化硫黄ガスでそれぞれ処理したときのオゾン感受性突然変異体の可視障害を野生型と比べてみた。すると、これらの突然変異体では、オゾン以外の4つのストレス要因に対する感受性は様々で、異なる組み合わせのパターンを示すことがわかった（図2）。このことから、オゾン感受性の原因は単純ではなく、複数あることが推察される。現在、突然変異体からの遺伝子の単離に向けて研究が進んでおり、どのような働きをもつ遺伝子が取れてくるのか、

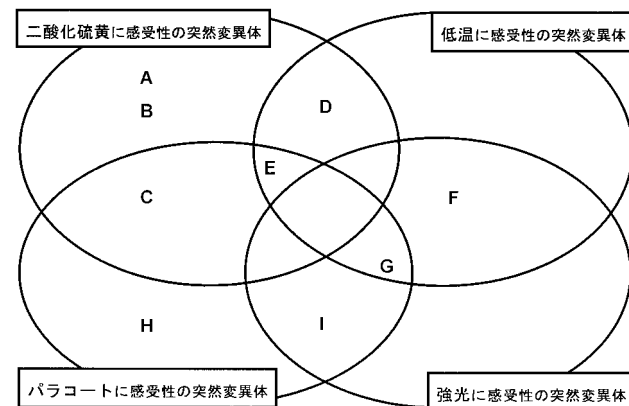


図2 オゾン感受性突然変異体9種類（A～I）の種々のストレス感受性によるグループ分け

期待される場所である。

（あおの みつこ、
生物圏環境研究領域）

著者プロフィール：

つくばに来てかれこれ20年、その間、自然観察、自転車、スキー、エアロビクス、水泳などの趣味の変遷を経て、最近フランス語の習得に余念がない。

環境問題基礎知識

家電リサイクル法と循環社会

田崎 智宏

今年度の4月から使用済みとなったテレビ、冷蔵庫、洗濯機、エアコンの家電四品目には、リサイクル費用として、2,400～4,600円が徴収されるようになりました。しかし、これを単なる費用負担だと考えては、現在のごみ・リサイクル問題を正しくとらえたことになりません。なぜならば、これは、大量生産・大量消費・大量廃棄の社会を見直し、循環型社会を形成する動きの一つだからです。

家電リサイクル法は、正式には「特定家庭用機器再商品化法」といって、平成10年に制定されました。三年近くの準備期間を経て、実際にリサイクルが始まったのは、平成13年の4月からです。その仕組みは以下のとおりです。消費者は、家庭で利用している対象家電四品目を業者に引き渡すとともに、収集・リサイクル費用を負担しなければなりません。業者のうち、小売業者はそれをさらに製造業者等に引き渡し、製造業者等はこれら四品目を引き取り、それらの一定の重量割合をリサイクルしなければなりません。その割合とは、エアコンが60%以上、テレビ（ブラウン管型のみ）が55%以上、冷蔵庫と洗濯機が50%以上で、マテリアルリサイクル（金属類やプラスチックなどを原材料として利用すること）によって達成することとされています。これらは、金属類・ガラスをリサイクルすれば達成が可能です。法律上では、サーマルリサイクル（プラスチックなどを燃焼させて水蒸気や温水の形で熱エネルギーを得ること、熱回収ともいう）を行うことが想定されていますが、現段階では数値基準に盛り込まれていません。将来的には、プラスチックなどのリサイクルを加え、この割合を段階的に引き上げていくことが検討されるでしょう。また、エアコンと冷蔵庫の冷媒に用いられているフロン類については、オ

ゾン層破壊防止のためにこれを回収し、適切に処理しなければなりません。

消費者には、家電マニフェストと呼ばれる管理票が発行されます。これと同じ管理票が小売業者と製造業者等で保管されており、自分がリサイクル費用を負担した家電四品目がリサイクルを行う製造業者等まで適正に引き渡されたかどうかを確認できる仕組みになっています。

そもそも、家電リサイクル法が制定された背景には、どのようなことがあったのでしょうか。まず、埋立地の残余容量が逼迫しており、かつてないほど、廃棄物の減量とリサイクルが必要となっていることが挙げられます。また、家庭ごみと一緒に収集できないことや、モーターやコンプレッサーなどの非常に硬い部品が含まれており、粗大ごみ処理施設での破碎できないなど、これまで廃家電の処理を行っていた市町村が処理に苦慮していたことがあります。平成3年より適正処理困難物として25インチ以上のテレビ、250リットル以上の冷蔵庫については、製造・販売業者等の協力を求めることができるようになったとはいえ、それ以降も市町村がその処理に苦慮していました。それから、家電には金属類やガラスなど有用な資源が多く含まれているにもかかわらず、ほとんどリサイクルが行われていませんでした。

アンケート調査によれば、8割近くの国民がリサイクルの必要性を認識しているように、リサイクルに対する社会ニーズは高まっています。そして、それを支える新たな法律が整備されてきています。環境基本法では循環が基本理念の一つに掲げられていますし、平成12年には循環型社会形成推進基本法というきわめて重要な基本法が成立し、発生抑制（リ

デュース), 再使用(リユース), 再生利用(マテリアルリサイクル), 熱回収(サーマルリサイクル), 適正処分という優先順位で対策を進めるという基本原則が示されました。また, 改正リサイクル法, 容器包装リサイクル法, 建設リサイクル法, 食品リサイクル法など, 個別法の整備も進んでいます。

では, 一体だれがリサイクルを行うのか, また, その費用を誰が負担するのかということは極めて重要です。

前者については, OECDで提唱されている拡大生産者責任(EPR)という考え方が重要です。製品について最も熟知しているのは生産者であること, また, リサイクルや適正処理のしやすさは製品の設計に大きく依存することなどから, これまで製造・使用段階まで及んでいた生産者の責任を拡大して使用以降の廃棄段階まで及ぶようにするのが合理的とする考え方です。家電リサイクル法では, 拡大生産者責任という言葉は使われていませんが, この考え方を背景に, 製造者等がリサイクルを行うこととなりました。

後者については, 排出者責任というごみ処理の原則が重要です。廃棄物処理法は, ごみの排出者が責任をもってごみ処理をしなければならないという基本的考え方に立っています。家庭ごみについては, 各家庭がごみ処理を行うのは難しく, 適当でないと考えられたため, 市町村が代わりにごみ処理を行い, その費用に税金を用いることで, 市民が間接的にごみ処理費用を負担して, 間接的に排出者責任が全うされるようになっていきます。しかし, 費用の負担感がない, ごみを多く出そうが少なく出そうが税金への負担額は変わらないことなどのために, ごみ量は一向に減らないという問題がありました。そのため, 市町村において, ごみの有料化が議論されました。処理が比較的困難な粗大ごみについては, すでに多くの市町村において, 処理費用の一部として数百円~千円程度を市民が負担して, 市町村が回収・処理を行うようになっていました。家電リサイクル法では, それをさらに進め, 消費者がリサイクル費用を負担し, 業者が回収・処理を行い, 基本的に市町村

は回収・処理に関与しないようになりました。ただし, 離島などの地理的条件が悪く回収しにくいところなどにおいては, 市町村が回収を行っているところが一部残っています。

このように排出者責任を強化するとともに, 生産者の責任も拡大していくのが, 現在のごみ処理ならびに循環型社会形成の大きな動きになっています。欧州でも家電製品をはじめとする電気・電子機器のリサイクル数値基準が定められ, それに基づいたリサイクルが行われようとしています。それに先駆けて行われた日本の家電リサイクル法は国際的にも注目されています。

最後になりますが, 家電リサイクル法によって, 廃家電の不法投棄が増えるのではないかと心配されています。冷蔵庫, 洗濯機, エアコンの不法投棄台数は, この4~9月の間に昨年度と比べて0.8~1.1倍と大きな違いはありませんが, テレビは1.5倍と大きく増えており, 単純に廃棄時の費用徴収が悪いとはいえないものの, 品目によってはその心配が現実化しています。現在, 我が国では, 自動車やパソコンについても, 家電リサイクルと同様に, リサイクルを進める体制が整えられつつあり, こちらでは購入時にリサイクル費用を負担することが検討されています。

消費者には, 排出者としての責任をもってリサイクル費用を負担することに理解をいただくとともに, 国全体としては, できるだけ不法投棄が起こりにくい仕組みを考える必要がでていでしょう。循環型社会を形成する試みは, まだまだ始まったばかりです。

(たさき ともひろ, 循環型社会形成推進・廃棄物研究センター)

執筆者プロフィール:

1973年生まれ。この4月に国立環境研究所に入所。1月末に長男が産まれました。研究に没頭する余り父親になる心の準備ができないでいる一方で, 子供を溺愛しすぎて研究が手につかなくなりそうな自分にも心配しています。

平成14年度国立環境研究所予算案の概要について

安田直人

平成14年度国立環境研究所予算案は, 平成13年12月24日に閣議決定された政府案で, 総額約97.6億円(運営費交付金95.2億円, 施設整備費補助金2.4億円)とされています。これは, 前年度当初予算に比べて約2億円, 率にして2.2%の伸びです。

一般会計予算全体がマイナスとなる中で, 当研究所の運営等に関する経費は伸びが認められており, 我が国唯一の総合的な環境研究機関として, 効果的, 効率的な研究活動を展開し, 貴重な財源を有効に活用していかなければなりません。

平成14年度国立環境研究所予算案は, 13年度予算額に政策係数や効率化係数, 新施設費の平年度化等を勘案して計算する中期計画に定められた交付金算定ルールを適用して要求したもので, 予算案は中

期計画に示されている研究所総体としての運営にかかる経費として一括して計上されています。各研究課題ごとに予算額が示されているわけではなく, 今後, 4月までの間に, 平成14年度の年度計画の策定と平行して, 14年度実行予算を固めていくこととなります。

また, 平成13年12月20日に政府案が示された平成13年度第2次補正予算案には, 環境試料や絶滅のおそれのある生物の細胞の長期保存等を行う「環境試料タイムカプセル棟」(16.5億円)と底質中の有害物質の挙動把握等を行う「底質シミュレータ」(2億円)を国立環境研究所に整備することが盛り込まれました。

(やすだ なおと, 研究企画官)

平成14年度の地方公共団体環境研究機関と国立環境研究所との共同研究課題について

田中敦

地方公共団体環境研究機関(地環研)と国立環境研究所(国環研)が緊密な協力のもと, 環境研究をより一層発展させていくことを目標として, 平成元年度より地環研との共同研究が開始された。平成13年度は, 23地環研と43課題の共同研究が実施されており, 活発な研究交流を通じて環境研究の活性化に大きな役割を果たしている。平成14年度については, 表に示すように, 現在まで17研究機関から37課題の応募が寄せられているが, 毎年, 年度途中からの新規共同研究課題提案があるので, 最終的には45課題程度の共同研究が実施されるものと予想される。

共同研究の進め方としては, 従来は地環研と国環研の研究者の協議により研究計画を決定し, それに従って各々の研究所で研究を行ってきた。これに加えて平成13年度からは, 全国環境研協議会等からの提言を受け, 国立環境研究所と複数の地環研の研究者が参加する課題が島根県から提案され, 新しい形の共同研究が開始されている。

来年度も共同研究を通じて, 地環研と国環研双方の研究者が互いに交流し, より良い環境を築くための研究の発展に寄与できるものと考えている。

(たなか あつし, 研究企画官)

表 平成14年度地方環境研究所等との共同研究応募状況

(平成14年2月1日現在)

地環研機関名	課 題 名
北海道環境科学研究センター	リモートセンシングによる自然環境モニタリング手法の研究
岩手県環境保健研究センター	北海道釧路川流域を対象とした流域内の水収支モデルの開発 バイオアッセイを用いた水環境試料中の環境ホルモン作用のモニタリングとそのリスク評価
宮城県保健環境センター	環境汚染化学物質であるダイオキシン類の分析法に関する研究
栃木県保健環境センター	環境中におけるダイオキシン類の分析法に関する研究
埼玉県環境科学国際センター	生活系排水対策法としての浄化槽由来のN ₂ O放出量・放出係数の推定と高度合併化に伴う削減効果等の解析評価 埋立地ガスならびに土壌保有水を用いた最終処分場安定診断技術の開発 循環資源の地域流通円滑化のための中継基地システムの開発 埼玉県における食品系廃棄物の発生に関する調査研究と資源化システムの評価 最終処分場における魚類を用いた浸出水モニタリング系の開発
東京都環境科学研究所	最終処分場における環境汚染ポテンシャル評価のための地理情報システムの開発 有害大気汚染物質児童分析計の精度管理に関する研究 利用形態別自動車行動形態と排出ガス排出量の関係把握に関する研究 内分泌かく乱化学物質の魚類へのリスク評価に関する研究 自動車からの粒子状物質発生量推定とその大気環境質に及ぼす影響評価に関する研究 東京都内湾の河口域や運河部の物理化学的・生物学的因子の挙動に関する研究
富山県環境科学センター	ガス状ほう素化合物による大気汚染監視測定技術の開発
福井県環境科学センター	有害物質藻類産生ミクロキスチンの生分解機構と水質改善に関する研究
長野県衛生公害研究所	環境試料中のダイオキシン類の分析法に関する研究 廃棄物埋立処分に起因する有害物質による環境影響評価に関する研究 山岳地域におけるハロゲン化メチルの動態に関する研究 車軸藻の絶滅・絶滅危惧種の保護と自然界への復元に関する研究
岐阜県保健環境研究所	環境試料中のダイオキシン類の分析法に関する研究 産業廃棄物の焼却に伴うダイオキシン類の発生挙動解明と抑制技術の開発に関する研究
名古屋市環境科学研究所	微生物分解を用いた土壌汚染修復に関する研究
京都府保健環境研究所	日本海側におけるエアロゾル中の微量金属及び鉛同位体比の動態に関する研究 廃棄物処分に起因する外因性内分泌かく乱物質による環境影響評価に関する研究
大阪府公害監視センター	環境水及び廃棄物埋立地浸出水中における化学物質のLC/MSIによる分析法の検討
兵庫県立公害研究所	道路沿岸の局地NO _x 高濃度汚染とその対策に関する研究 山林域における水質形成と汚濁負荷流出過程に関する研究 瀬戸内海沿岸の水質浄化能に関する研究
島根県衛生公害研究所	西日本及び日本海側を中心とした地域における光化学オキシダント濃度等の経年変動に関する研究
福岡県保健環境研究所	リモートセンシング情報の特徴抽出による環境モニタリング 湖沼における難分解性有機物質の発生原因と影響評価に関する研究 畑地周辺水域の酸性化が及ぼす環境リスクの低減化に関する研究 北部九州におけるハンノキ群落およびハマボウフウ群落の生態とその保全に関する研究
沖縄県衛生環境研究所	辺戸岬・地上観測施設における環境酸性化物質の物質収支に関する研究

新刊紹介

NIES ANNUAL Report 2001 AE-7-'01 (平成14年2月発行)

本レポートは、英文年報の第7号である。平成12年度(2000年4月から2001年3月)の当所の活動状況を、海外の環境研究者や環境行政に携わる方々に、分かりやすく解説することを念頭において編集したものである。このため、図表やカラー写真を多用し、内容的にも研究課題の羅列に終わらないように努めた。本レポートも7号目となり、単に「国立環境研究所年報」の英語版ではなく、総合研究部門、基盤研究部門の平成12年度のトピックスを中心に、研究内容をまとめるという創刊号以来の編集方針が執筆者にも理解していただけてきたように思う。また、総務部、環境情報センター、地球環境研究センター、環境研修センターについては、業務を中心にまとめた。このほか主要なプロジェクト研究課題一覧や、国際共同研究、外国人研究者の受入状況などの国際協力活動一覧、出版された論文や書籍の一覧等を、職員名簿・メールアドレス一覧、大型施設紹介等とともに掲載した。

出版された論文や書籍、会議での発表一覧についても掲載した。海外に国立環境研究所の活動を紹介する際に、本レポートが活用されることを切に願うものである。最後になりましたが本号の発行が大幅に遅れ、各方面にご迷惑をおかけしましたことをお詫びいたします。

(編集委員会指定刊行物班主査 青木陽二)

「環境儀」No.3 干潟・浅海域 生物による水質浄化に関する研究(平成14年1月発行)

本ブックレットは、平成8～10年度にかけて国立環境研究所の特別研究として行われたプロジェクト「海域保全のための浅海域における物質循環と水質浄化に関する研究」のうち、干潟・浅海域の生物による水質浄化機能に関する部分を中心として、研究の概要や成果を一般向けにわかりやすく記述したものである。報道でもしばしばとりあげられているように、これまで埋立てなどにより、各地の浅海域で干潟や藻場などが失われてきた。これに対し、近年、浅海域の環境保全上の重要性が議論されはじめた。ここで必要になるのは、浅海域で具体的に、何が、どのようにして、どのくらいの水質浄化能力をもっているかの科学的知見を集積することである。この目的のために、研究チームは、東京湾奥部の三番瀬におけるフィールド調査や関連する室内実験により、二枚貝類が海水中の微細な粒子状物質をろ過することが水質浄化にとって重要な役割を果たしていることを定量的に明らかにした。研究成果の紹介の他に、研究者へのインタビューやコラムによる用語解説も含め、浅海域における環境問題や今後の展望などを親しみやすく理解できるよう配慮した内容となっている。

(「環境儀」3号ワーキンググループ主査 原島 省)



表彰

受賞者氏名：青木 康展，遠山 千春，山本雅之（筑波大学），能美健彦（国立医薬品食品衛生研究所）

受賞年月日：平成13年12月4日

賞の名称：武田計測先端技術知財団「武田研究奨励賞（優秀研究賞）」

受賞対象：酸化ストレス高感受性動物を用いた環境バイオセンシング手法の開発

受賞者からひとこと：

すばらしい共同研究者の方々と共に荣誉ある賞を受賞し光栄です。ここ10年ぐらい考えてきた、まるごとの実験動物を用いて環境の状態を測るというアイデアを評価していただき感激しております。発想の出発点は国立環境研究所（当時、国立公害研究所）に採用されたときに遡ります。研究所で仕事を始めてすぐに、それまで経験してきたラボで実験動物を扱うセンスと、フィールドで野生生物を扱うセンスがあまりに違うことに驚きました。環境汚染物質などの環境因子が人を含めた生物に及ぼす影響を知りたいという問題意識は両者とも同じですから、両者の利点を活かして環境の状態を的確に把握する手段はないかと長い間考えてきました。振り返りますと、国立環境研究所に在籍して多くの方々と議論し、研究を進めていたからこそ初めて発想できた観点がかなり多いことに気がつきます。改めて、これまでお世話になった所内外の方々に御礼申し上げます。（青木）

人事異動

（平成14年1月1日付）

松井 佳巳	転 任	環境情報センター長（環境省総合環境政策局総務課環境研究企画官）
阿部 重信	事務代理解除	環境情報センター長（環境情報センター情報管理室長）

編集後記

この研究所が独立行政法人化され、まもなく一年が経とうとしています。一体何が変わったのだらうと振り返るのですが、雑務と負担ばかりが増えたという印象しか、私にはありません。一方、研究所の物理的環境の変化は、わかりやすいものでした。敷地内には、新しい建物がどんどん建てられ、ダンプが走り回り、あたかも工事現場の中に間借りしているかのようでした。研究者の数も増えました。いまだかつて、この研究所に、これほどの人数が入り出したことは無いのではないのでしょうか。「交通公害」、「砂漠

化」、「人口爆発」、「温暖化ガス」、「生態系の破壊」、「ゴミの増加」……。さまざまな環境問題を身近に感じられる一年でした。

研究所から外に出れば、それらの問題は気にかからなくなるかもしれませんが。しかし、環境が悪くなったからといって、地球から脱出することはできません。それに、地球にはたくさんの生き物たちが棲んでいるのです。この経験を仕事に活かしていかなばと、前向きに考えるようにしている今日この頃です。

（S.H.）

編集 国立環境研究所 ニュース編集小委員会

発行 独立行政法人 国立環境研究所

〒305-8506 茨城県つくば市小野川16番2

連絡先：環境情報センター 研究情報室

☎ 0298 (50) 2343 e-mail pub@nies.go.jp