



# 国立環境研究所

## ニユース

Vol. 17 No. 3

## 基礎研究と応用研究

副所長 合志陽一



(ごうし よういち)

基礎研究の充実が必要であると言われる。一方現実の問題の解決には応用研究が重要でそれに要する経費もマンパワーも基礎研究より遥かに大きいとも言われる。いずれもそれぞれに正しいことである。基礎研究は人類の知的資産を蓄積し、新しい自然認識をもたらすことを貴しとし、応用研究は現実の問題の解明・解決という目的の達成度をもって成果の尺度とする。

ところで基礎研究と応用研究の関係は、それぞれの研究の特質から基礎研究が先行し、その後に応用研究が発展すると誤解されやすい。しかし本当の実績をもつ優れた研究者は、必ずしもそのようには見ていない。歴史的事実としても基礎研究が最初で応用研究が「基礎の応用として出てきた」という例はむしろ少ない。応用の中から基礎が生まれ、それが広がりをもった応用を推進し、その中から新しい基礎が芽生えるパターンが多い。古典的な例では量子力学と測温の関係がある。溶鉱炉の操業に必要な光放射による温度計測という極めて実用的な技術がまず存在し、その理論的根拠の確立のための黒体輻射の研究から量子論が生まれ、量子力学に発展し、近代科学の基礎となった。

環境計測の身近な例では毛細管クロマトが挙げられる。分離分析技術の典型であるクロマトグラフィーは発明者にノーベル賞が授与されていることからわかるように画期的で重要な方法であるが、ガス分離を対象とするガスクロマトグラフィーに実用されている細粒をつめた充填カラムについては、粒径、カラム形状、流速などあらゆるパラメータが検討され分離性能も改良しつくされた1950年代には考えられていた。しかし、パーキンエルマー社の技術者 M. J. E. Golay がこの分離特性を理論的に解析したところ、細粒をつめた充填カラムを毛細管の集合としてシミュレーションし、分離特性を求めた場合に、実測の特性よりも総合的に2桁もよい結果が得られた。この解析の誤りとも思われる差を追求し、単なる一本の毛細管を用いる方式(毛細管クロマトグラフィー)が生まれた。その性能は画期的で現在も中心的な測定器となっている。実用-基礎-実用の見事な相互作用の例である。

一方において相互作用の前提として基礎研究と応用研究の差は明確に認識する必要がある。基礎研究は知的資産の蓄積と新しい認識であり応用研究は問題の解明・解決である。結果として前者は独創性・創造性が重要とされ、後者では有効性・有用性が重要とされる。その差は歴然としているが、このときに生じる問題は、基礎研究と応用研究はそれぞれ別の研究者によって行われるものとみられやすいことである。基礎研究者と応用研究者があり、それぞれ分けてグループをつくり研究すれば良いと思われがちである。研究という非定型業務の本質を理解しないで安易且つ皮相的な見方で分類をすると、このようなことになる。しかし、このような分類は研究の推進にむしろ有害である。

研究課題が基礎研究であるか応用研究であるかは明確に意識しておく必要があるが、その上で、この性格の異なる課題を同一の研究者が担当することは、むしろ好ましい相互作用を生む。研究が成功するためには、研究者自身の意志と思考が第一のファクターであるとともに、情報とロジスティクス(技術支援)も不可欠である。その両者が基礎研究と応用研究という異種の研究課題をもつことにより、より高度になりより豊富になる。基礎研究の面からはとりわけ研究者の意志と思考の深化が重要であり、またこの面が鍛えられる。応用研究の面からは現実の目的達成のためあらゆる情報と技術的支援を動員しなければならない。豊富な情報(予期せざる現実との遭遇を含む)の利用と技術的支援の利用は応用研究の特徴といっても良いため、これらの利用能力は応用研究により大いに強化される。環境研究のような複雑な系を対象とする研究者には、とりわけこのような多様性のあるアプローチが重要と思われる。

執筆者プロフィール：東京大学名誉教授，日本学術会議4部会員，東京大学工学部卒。応用化学，X線分光分析専攻，工学博士。

## 就任の御挨拶

### —地球環境研究センターにおける研究とサービス—

井上 元

地球環境研究センターの設立に係わり、1990年の発足時には西岡総括研究管理官（現地球環境研究グループ統括研究官）の下で研究管理官として地球環境モニタリングの立ち上げに携わった経緯があるので、古巣に帰った気もする。しかし、当時とは大きく異なった点多々あり、私としてはシベリア研究などであっと言う間に過ぎた8年も、実は長かったことに気付く。

さて現在、この8年の間の変化を振り返り、それに対応したセンターの新たな展開を考えねばならない時期に至っている。

当時は研究職二人と行政職二人の大変小さな所帯から出発したわけで、モニタリング、データベース、スーパーコンピュータや研究の総合化など、盛りだくさんの課題に追われていた。大蔵省との予算折衝の場で「こんな小さな組織で何億円もの予算が執行できるのか」と聞かれ、後ろに控える身も忘れて「研究者は予算がなければ自分で旋盤をまわしてでも装置を作って研究する。予算があれば民間の力を使って大きな仕事ができる。予算と組織の大きさは関係ない！」と大きな声で発言してしまったことを思い出す。また、「このモニタリングは研究のためか、行政目的か」と聞かれ、当時の浜田主任研究企画官が一瞬詰まったが直ぐに「研究のためです」と明快に答えて主査が大きく頷いたのを思い出す。モニタリングに関しては実は研究者に全面的に頼らざるを得なかった。当時の市川副所長が民間のシンクタンクに請け負わせていくらかかるかを試算させたところ、予算を10倍規模に膨らませなくては無理と分かったように、極めて高度な知識と技術を必要とする仕事である。当時既に、外国のモニタリングステーションが温室効果気体の変動をデータブックなどで出しているのを見て、これから始めて追いつくのだろうかと思弱になったこともあるが、現在データの蓄積を見てもう出発時期の遅れは気にならないほどになっている。これに係わった研究者の方々に深い敬意を表したい。環境庁に地球環境モニタリングの小委員会ができて「本当に研究者が何十年も

モニタリングを続けられるのですか」と聞かれ、「そうです」と自信ありげに答えたこと、所内では「研究者は飽きやすいから続けられないだろう」と陰口をたたかれたことも思い出すが、幸い杞憂であった。

しかし今、行革が行われようとしており、そのような感慨や自己満足に浸っている余裕はない。先日大学時代の友人達に会って近況を報告し合う機会があったが、環境研についてはいくらかは知っている人でも「温暖化ガスをモニタリングしているとは知らなかった」とか、「シベリアに行っているそうだが何をしているんだ」と聞かれる始末である（航空機モニタリングとしてシベリアで温室効果気体の高度分布を測定している）。環境研究をやっている研究者仲間では重要な橋頭堡を築いたと自負できても、世間一般にはそれほど見えているわけではない。「何だ、マウナロア（ハワイのモニタリングステーション）のまねをしているのか。どこでも未だやっていないことをお前はできないのか？」などという辛口の批評もあり、その通りとも言え考え込まされた。

既に地球環境研究センターでは、地味に言えば「大気、海洋、陸域生態系、人為活動の間の炭素循環」、あるいは「炭素のソース・シンクの問題」に様々な角度からアプローチしている。地上、航空機、船舶による大気のモニタリングは言うまでもなく、NOAAの衛星画像などデータベースの仕事も、また、総合化研究としてあった土地利用変動などの研究も、このコンセプトの中でそれぞれ重要な位置を占めている。これらを総合し欠けている部分を補えばシンクの問題に大きな貢献ができるのではないかと議論を始めているところである。そして例えば「二酸化炭素の増加はこれまでの単なる延長で考えてはならない。波照間で測っているこの上昇がそのまま続くのではなく、20xx年頃から上昇速度が上がってくると予想される」となどという推定がセンターから出されるようにならないかなと思う。

もっと基本的なところでは、地球環境研究センタ

一がサービス機関なのか、研究機関なのかという性格の問題もある。しかしサービスを提供するとしても自分も含めて研究に必要という発想から行うもので、研究者でなくてはできない仕事を行政官の力を借りて行うことになる。これは研究のあり方、研究者の生き方に係わることなのだが、科学が巨大化すると、測る人、測るための道具を作る人(そのまた草鞋を作る人とは言わないが)、測った結果をまとめる人、そのデータを使ってモデルなどで解釈する人など、分業化せざるを得ない。手作りの装置に様々な工夫を凝らし、我慢強くデータを取り、その結果から本質的なことを見抜き、モデル計算などもやって結果を比較してみる、こういう全体を一人でやりきることは自然科学者として素晴らしいことなのだが、そして私もかつてはそのような楽しさを暗室にこもって満喫したのだが、その時代は去りつつあるように思う。ついでに言えばドイツなどの博

物館で見る昔の有名な実験装置には飾りまでついており、貴族の趣味として始まった科学のさらに良き時代を垣間みることができる。地球環境研究では自分の観測研究のために開発した装置も、自分だけでは測りきれないのだから積極的に他の人に提供し(サービス)、全体として知識を共有する(これもサービス)ことがどうしても必要になる。こうしてみると研究へのサービスと研究自体を峻別することは全く意味がないように思うがどうだろう。

(いのうえ げん、  
地球環境研究センター総括研究管理官)

執筆者プロフィール：

元々は、レーザー分光と化学反応の研究者。温室効果気体の観測を手掛けるようになってから、フィールド観測で、しばしばシベリアへ行く。陸域での温室効果気体収支を推定するには、高度分布の測定ネットワークを作るべきと考え、現役研究者として日夜努力中。装置作りが趣味。元「子供の科学」愛読者。

研究プロジェクトの紹介(平成10年度開始特別研究)

## 環境中に存在する有害性を総合的に評価する 毒性試験系の開発を目指して

国 本 学

重篤な公害病を引き起こしたような典型的な環境汚染はみられなくなったものの、現実には汚染の実態はますます複雑化、深刻化している。多くは微量ではあるが無数の化学物質による複合汚染であり、ダイオキシン類のように非意図的に生成されたもの、さらには環境中で変換されたものも存在しうる。従って、化学分析によってこれらすべてを検出、同定し、定量するのは事実上不可能であり、現実には環境基準、要監視項目等に指定された一部の化学物質が化学分析によってモニタリングされているのみである。このため、極めて重大な毒性を持つ物質が見逃されてしまっている可能性も存在しうるわけである(例えば図の化学物質 $\alpha$ 、 $\beta$ 等)。それらを検出・評価できる試験系として、バイオアッセイ・生物学的評価試験法の開発が待たれている。環境基本計画に示されているように、環境を汚染しヒトの健康や生態系への有害な影響を及ぼすおそれのある化学物質のリスク評価は環境リスク対策の重要な柱である。

比較的早くから環境モニタリングに使われてきている

変異原性試験は、実際の生体内での発がんとの相関がかなり明らかにされている上、試料中に存在する化学物質の種類に関係なく変異原性という指標で判定し、通常の化学分析では漏れてしまうものまで網羅しうる。また最近では、内分泌攪乱化学物質の一部を対象に、エストロゲン受容体への結合親和性という生物学的活性を指標として、スクリーニング試験さらには環境モニタリングが実施されようとしている。平成10年度より始まった特別研究「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」では、これらの試験法に並ぶような、試料中に存在する有害性の総量を反映しうる新たな毒性評価指標の確立を目指して、試験法の有用性評価と標準化を行う予定である。

これまでに、ヒトを含むほ乳動物由来の培養細胞を用いた毒性試験が開発・提案されてきているが、OECD毒性試験ガイドラインでは遺伝毒性試験としていくつか取り上げられているだけで、遺伝毒性以外の毒性(急性・亜慢性毒性、生殖毒性、神経毒性等)についての試験法は

皆無である。これは生体内での吸収、分布、代謝等の毒物動態学的過程までも取り入れた試験系がまだ確立されていないためである。さらに、現在のところ試験方法に統一的な基準がなく、試験結果の相互比較が不可能に近いという問題もあり、環境モニタリング系として利用しうる培養細胞を用いた毒性試験系は、現段階では確立されていない。しかし、いつまでも手をこまねているわけにもいかないし、各研究者が個別に単発的に毒性試験を行ってもその利用価値は決して高いものとはなり得ない。有害化学物質のリスク評価指標として利用されるためには、何らかの基準の設定と組織的な取り組みが必須である。

培養細胞を用いた毒性試験を環境評価に利用するための必要条件としては、実際の生体内（特にヒト）での毒性影響を反映しうること、安価に且つ迅速に再現性のよいデータが得られること、環境試料の実際の姿である未知物質を含む混合物試料にも対応可能であること、等があげられる。これらの解決のため、本特別研究では以下の課題を設定している。

1. 培養細胞を用いた毒性試験法の標準化と簡便化に関する研究

環境汚染が問題となっている化学物質を参照物質として選定し、現行の培養細胞を用いた毒性試験の標準化を行うとともに、毒性試験法の簡便化を進める。

2. 培養細胞を用いた毒性試験の毒性学的意義付けに関する研究

培養細胞を用いた毒性試験で得られる毒性値と実際の生体内（ヒト並びに実験生物）での急性毒性発現用量との関連づけを行う。

3. 環境試料を対象とする際の技術的問題点への対応に関する研究

未知物質を含む混合物試料という環境試料の特性に起因する技術的な問題点の洗い出しとそれらの解決方法を探る。

4. 低毒性試料の評価のための試験法の高感度化に関する研究

環境試料の大部分がそうであると考えられる低毒性試料の評価を正確に行うため、培養細胞を用いた毒性試験法の高感度化を試みる。同様に毒性発現の初期段階を検出する高感度バイオマーカーの開発も試みる。

本特別研究によって、この分野に関わる研究者による組織的な試験法の有用性評価と標準化が達成されれば、暫定的ではあっても新たな毒性評価指標を用いた信頼性、再現性のあるデータの蓄積を始めることも可能である。そう速くない将来これらのデータが、例えば水質に関して言えばBOD、CODと並ぶような指標値として規制を含む様々な分野で利用されるようになることが期待される。

（くにもと まなぶ，地域環境研究グループ  
大気影響評価研究チーム）

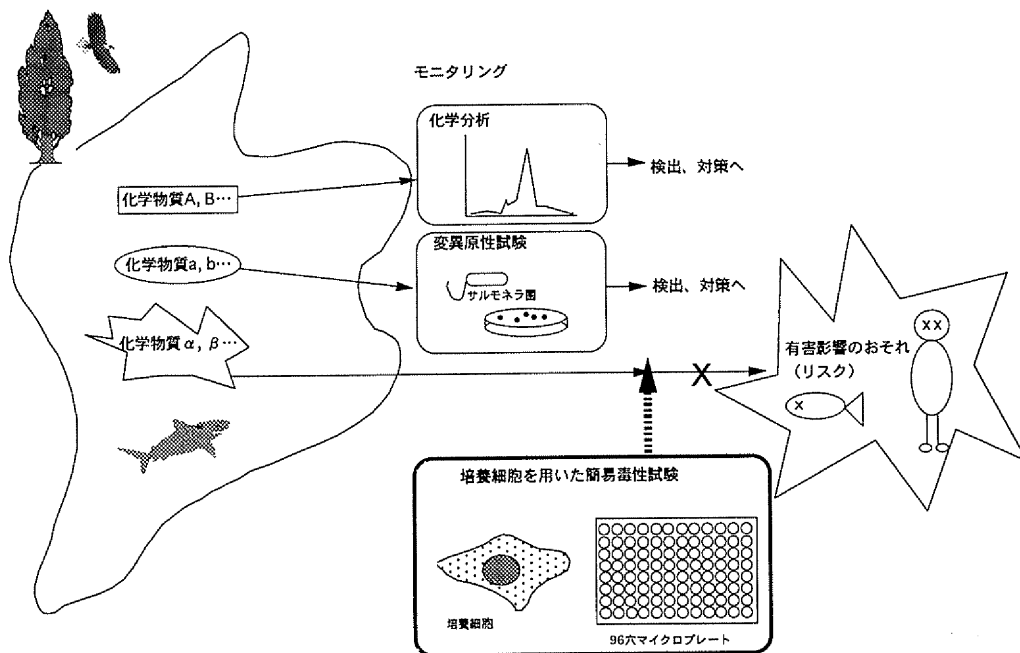


図 化学分析、あるいは既存の試験法（変異原性試験など）でカバーできない化学物質に起因する有害影響のリスクを評価するための試験法

# 公開シンポジウム報告

須賀 伸介

環境月間の行事の一環として、6月3日に国立環境研究所公開シンポジウムが東京都内の国際連合大学大ホールで開催された。この行事は、昨年までは国立環境研究所研究発表会として、当研究所の大山記念ホールで毎年行われてきた。本年は研究所の環境問題に対する取り組みをより広く公開することを目的に、東京都内に会場を設け、「21世紀の私たちの環境を考える」という主題のもとに実施した。

シンポジウムは別表に示したプログラムにしたがって進められた。合志陽一副所長の開会挨拶に始まり、研究発表では、現在の環境問題の中でも特に重要な問題にテーマを絞らせた。テーマごとに設けられたセッションでは2件の発表と2名のコメントーターを交えた質疑討論が行われた。いずれの発表においても豊富な観測データや種々の実験結果などをもとに、工夫を凝らした図表を作成し、日頃の研究成果を一般の聴衆にも分かりやす

い形で説明していた。時間の都合上、場内からの質問に答えることができなかったが、事前に配布した質問票に質問や意見を記入してもらっており、後日対応する予定である。また、研究発表と並行して20題のポスター発表がレセプションホールで行われた。こちらでは、研究発表の休憩時間を中心に、説明者と来訪者の間で活発な討論が行われていた。最後は大井玄所長による講演で締めくくられた。

当日はあいにくの雨天にもかかわらず、500名を超える所外からの参加者があった。発表会場は終日ほぼ満席であったため、会場に入りきれない参加者のために別室の大型テレビで場内の様子が映し出された。このように会場は終日にぎわい、成功裏に終わった。

(すが しんすけ、セミナー委員会幹事  
社会環境システム部情報解析研究室)

## プログラム

- |              |  |   |
|--------------|--|---|
| ●10:00~10:10 | 総合司会<br>開会挨拶   | 小野川和延 (主任研究企画官)<br>合志 陽一 (副所長)  |
| ●10:10~11:20 | 「21世紀にオゾン層は回復するか？」<br>・オゾン層を壊す物<br>・オゾン層破壊と大気の流れ<br>コメントーター                          | 鷺田 伸明 (大気圏環境部)<br>神沢 博 (大気圏環境部)<br>富永 健 (東京大学名誉教授)<br>林田佐智子 (奈良女子大学助教授)<br>笹野 泰弘 (地球環境研究グループ)                                       |
| ●11:20~12:30 | 「化学物質対策の今後-21世紀の人類生存に向けて」<br>・ダイオキシン・環境ホルモンの対策に向けて<br>・有害化学物質の健康リスクアセスメント<br>コメントーター | 森田 昌敏 (地域環境研究グループ)<br>遠山 千春 (環境健康部)<br>高月 紘 (京都大学教授)<br>加藤 順子 (三菱化学安全科学研究所部長研究員)<br>中杉 修身 (化学環境部)                                   |
| ●12:30~13:30 | ..... 休 憩 .....  |   |
| ●13:30~14:30 | 特別講演「新しい経済学と21世紀の環境」   | 宇沢 弘文 (学士院会員)   |
| ●14:30~15:40 | 「守ろう生態系！21世紀のよりよい環境創造のために」<br>・移行帯の衰退と生態系の攪乱<br>・海洋生態系機能の保全と回復<br>コメントーター            | 渡邊 信 (生物圏環境部)<br>渡辺 正孝 (水圏環境部)<br>岡市 友利 (放送大学客員教授)<br>鷺谷いづみ (筑波大学助教授)<br>椿 宜高 (生物圏環境部)  |
| ●15:40~16:00 | ..... 休 憩 .....  |   |
| ●16:00~17:10 | 「温暖化防止に向けて世界は正しい選択をしたか？」<br>・最新の科学的知見が生かされたか？<br>・政策科学は京都の選択をどう評価するか？<br>コメントーター     | 西岡 秀三 (地球環境研究グループ)<br>森田 恒幸 (社会環境システム部)<br>横堀 恵一 (財)日本エネルギー経済研究所<br>アジア太平洋エネルギー研究センター所長)<br>諸戸 孝明 (伊藤忠商事(株)顧問)<br>原沢 英夫 (社会環境システム部) |
| ●17:10~17:40 | 「21世紀の私たちの環境を考える」  | 大井 玄 (所長)   |

海外からのたより

## インドネシアでの生活

青山 銀三

国際協力事業団（JICA）の長期派遣個別専門家として、ジャカルタに単身赴任して約1年半経過した。自然保護及び国立公園管理に関わるインドネシア政府の行政アドバイザーという身分で、林業省自然保護総局に籍を置き政策助言や技術指導を行っている。

初めての海外勤務であり、生活面で見るもの聞くことは興味深いことが多く、また国内各地の国立公園などを訪れている間に、この1年半は隣く間に過ぎ去った感じだ。

### 〈オランウータンとの出会い〉

私の業務の中に国内36カ所ある国立公園を訪

れ、現場レベルでの公園の保護管理に関する指導助言を行うことがある。昨年出張したカリマンタン島のクタイ国立公園とタンジュンブティ国立公園は、絶滅が心配されるオランウータンの生息地として知られるところで、給餌ポイントでは元気の野生のオランウータンを観察できる。しかし

ながら、幼年個体を中心に病弱でケアが必要なものや密猟者の手から保護されたものが数十頭も、設備の貧弱なりハビリ施設に収容されている。このため、要請のあった保育器、血液分析装置等の医療用機材を供与する事業を行ったところ、今年1月から4月に再び発生した東カリマンタンの森林火災で傷ついたオランウータンの治療に役立てられた。映し出されたテレビの画面を見ながら、保育器のなかの幼いオランウータンの無事を祈らざるを得なかった。

### 〈イスラムの世界〉

国民2億人のうち、約9割がイスラム教徒であり、1年の行事や毎日の行動がイスラム教のしき

たりで進められる。1日5回のお祈り、金曜午後の重要な礼拝、1カ月間の断食など規則正しい行為は、宗教心の薄い私には到底つとまらない。とくに、明け方4時頃から始まる朝のお祈りは、市内各所にある教会から拡声器を通じてかなりの音量で発せられるため、着任した直後の数日間は睡眠不足になったほどである。早朝から多くの人が教会に出向いているのだと想像していたが、どうも一般の教徒はあのアラビア語の祈りの言葉を自宅で聞きながらお祈りしているらしい。今では、耳障りであったお祈りも、夜明けの子守歌のように心地よく聞こえるようになったから不思議なものだ。

### 〈ジャカルタ暴動〉

今年5月14日は、私にとって忘れられない日となった。前日に起きた民主化のための反スハルト学生デモは、学生死亡事件でこの日さらに拡大し、これが引き金となって一般民衆による銀行、商店等への焼き討ち、略奪へとエスカレートしたの

だ。私のアパートの屋上からみたジャカルタ市内の光景は今でも目に焼き付いている。市内各所から立ち上る黒煙を見ながら、この国は一体どうなることやらと驚愕したものだ。

その後、スハルト大統領は退陣し、後任のハビビ大統領の下で新内閣が組閣され、現在、一応国内は平静を取り戻しつつあるように見える。しかしながら、経済再建、民主選挙制度の確立、貧困の解消等多くの難題を抱えたこの国の将来を思うと、どうか一日も早く平和で幸せな生活がくることを願わざるを得ない。

（あおやま ぎんぞう、  
国際協力事業団長期派遣個別専門家）



写真：カリマンタン島のタンジュンブティ国立公園

## 研究ノート

# 侵入生物の在来生物相への影響 —セイヨウオオマルハナバチのケース

五 箇 公 一

生物の多様性に関する条約が1992年の地球サミットにおいて締結されて以来、生物多様性の保全は地球環境問題の重要課題の一つとして国際的にも広く認知されている。この生物多様性の存続を脅かす要因の一つに生物学的侵入がある。そもそも生物種の分布拡大とそれに伴う新天地への侵入は、生物の歴史が始まって以来、進化プロセスの中で繰り返されてきた生物現象ではあるが、近年の人間活動における輸送手段の発達に伴い、生物種の移動分散は、かつてない時空間スケールで、かつ高頻度で起こるようになった。

これら、人の手によって新天地に持ち込まれた生物種の一部は、人間の手による攪乱地の拡大に伴い、定着し、分布を拡大する。これが侵入種である。これら侵入種は、捕食、競争、病気の媒介などにより在来種の存続を脅かす存在ともなる。競争力、繁殖力の強い種はコスモポリタンとなり、地球規模で生物の均質化が起こりつつある。現実に我々の身近な「自然」のほとんどが侵入生物によって占められていることに気づかされる。

侵入生物は台風などの自然の力によって、あるいは船・飛行機に「密航」して偶発的に渡航してくるものもいれば、ペットや食用など何らかの利用目的で人間の手により意図的に導入されるものもある。ここに登場するセイヨウオオマルハナバチというヨーロッパ産の昆虫は「農業資材」として各国で人間が積極的に導入した生物種の一つである。我が国ではセイヨウオオマルハナバチの導入問題は最近一部マスコミにも取りあげられ、社会的な関心を集めた。このハチはハウス栽培作物の花粉媒介昆虫としてヨーロッパにおいて商品化され、我が国にも1992年からハウストマト受粉用に導入が始まっている。本種により農家の受粉作業は大幅に軽減され、安全で質の高いトマトが供給できるようになった。こうした恩恵の反面、その生態系影響が多く生態学者によって懸念された。特に本種は競争力の強いハナバチであり、野生化した場合、在来のハナバチの衰退をもたらす可能性があるとして指摘されたのである。実際にイスラエルなどでは本種による在来ハナバチの駆逐が認められている。そして1996年秋、北海道でセイヨウオオマルハナバチの野生巣が発見され、我が国でも本種の定着が進行しているこ

とが明らかになった。

本種の「侵入」には、競争以外に在来種に及ぼす生物学的影響として遺伝子汚染が起こる可能性も示唆されている。遺伝子汚染とは、地理的に隔離され、出会うことのなかった近縁種同士が人為的要因による移動によって出会い、交雑し、次世代が形成されることで在来種の遺伝的純系が失われてしまうことである。セイヨウオオマルハナバチは在来のマルハナバチと交尾し、在来種の一つエゾオオマルハナバチとの間に雑種形成することが実験的に確かめられている(図1)。従って、セイヨウオオマルハナバチが今後、野外でその分布を拡大するとすれば、在来のマルハナバチと交雑して遺伝子汚染が起こる可能性がある。いまのところ「雑種」はエゾオオマルハナバチにそっくりで形態的に識別することが難しく、遺伝子汚染の実態をモニタリングするためには、有効な遺伝的マーカーが必要となる。一方、セイヨウオオマルハナバチの野生化に対する問題意識が高まる中、各メーカーはエゾオオマルハナバチを含む在来種の増殖・販売の検討を始めている。しかし、ここでまた、別の遺伝子汚染の問題が生じる。すなわち大量飼育された在来種の放飼が各地域個体群の地域固有の遺伝子組成を攪乱するのではないかという問題である。我が国におけるマルハナバチ類の地理的変異に関する情報は乏しく、その影響評価は難しい。

現在、我々は、セイヨウオオマルハナバチと在来マルハナバチの種間差および種内変異をとらえる有効な遺伝的マーカーの開発を目的として、二種の様々なコロニーにおけるアロザイムという酵素変異とマイクロサテライトというDNAの特定領域の変異の解析を行っている。

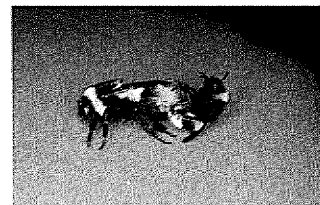


図1 エゾオオマルハナバチの女王(大きいほうのハチ)と導入種セイヨウオオマルハナバチの雄との種間交雑  
交雑した女王は雑種を産むことが確認されている。  
(写真提供: 光畑雅宏, アビ(株))

これまでのところ、アロザイムには種間で違いがあることから、将来遺伝子汚染が起こった場合に、このマーカーによって汚染の進行を追跡できるであろうということ(図2)、マイクロサテライト領域で見ると国内のマルハナバチは変異に富み、各地域に様々なコロニーが存在していることなどを突き止めている。このように、まだ遺伝的な攪乱が大きくは進行していない現時点で在来種の遺伝的変異の実態をデータベースとして記録することの意義は大きいと考えられる。

さて、セイヨウオオマルハナバチの導入問題では企業・農家の「利潤追求」と生態学者の「環境保全」という思想対立の構図が際立つが、侵入種問題の本当の難しさは「種」に対する価値観の違いにある。生態学の価値観に則れば、「現存する地域固有の生物種は何十万年、何千万年という長きにわたる進化の賜であり、生物の歴史の遺産とも言うべきものである。人類はそれに対して畏

敬の念(reverence)を払い、それを守る義務がある。」生態学者には当たり前に見えるこの「重要命題」も、しかし、多くの人々にとっては直接自分の生活あるいは利益に関わらない「無意味」な命題であり、侵入種が在来種に置き換わったとしても気にとめることはない。生物多様性の根幹をなす地域固有の「種」や「遺伝子」というものの価値をより多くの人々に理解してもらえよう、我々研究者が新しい命題をつくる努力をしない限り、「生物多様性戦略」は失敗に終わる。マルハナバチという小さな虫から何を見いださねばならないか、筆者自身、研究哲学を模索している。

(ごか こういち, 地域環境研究グループ  
化学物質生態影響評価研究チーム)

執筆者プロフィール:

1965年生まれヤギ座

<好きなもの>オフロードバイクと常夏の島

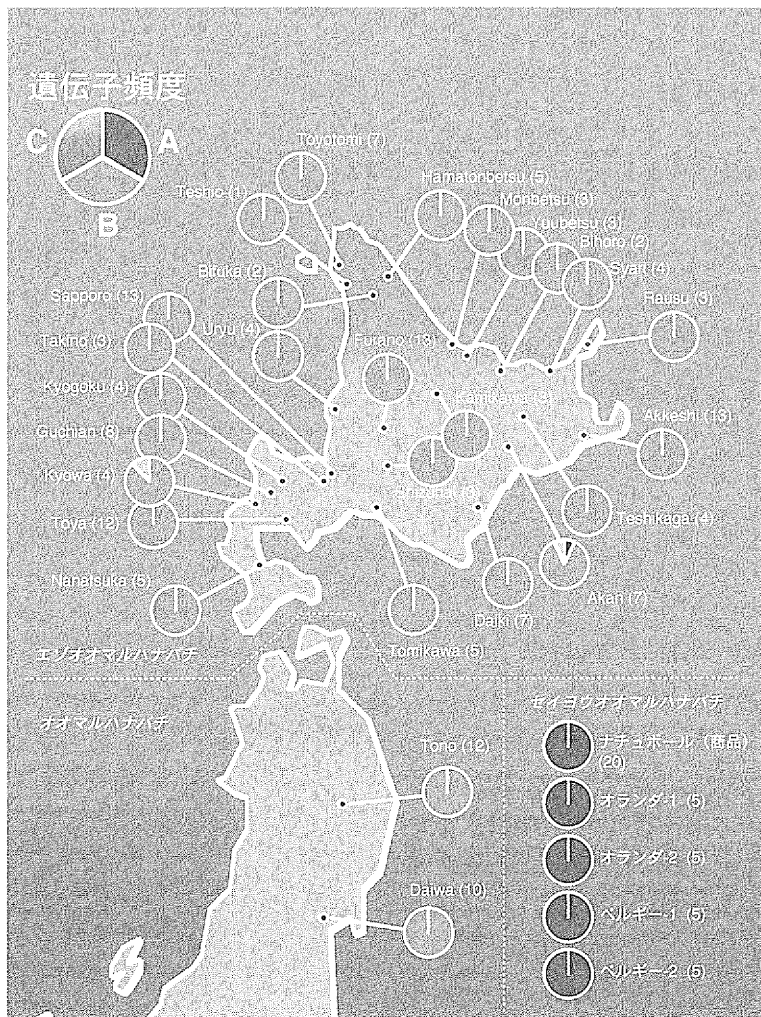


図2 セイヨウオオマルハナバチ輸入コロニーと在来マルハナバチ二亜種(エゾオオマルハナバチ, オオマルハナバチ)地域個体群におけるフォスフォグルコムターゼアロザイムの遺伝子頻度  
( )内の数字は調査個体数。セイヨウオオマルハナバチの調査コロニーはすべてA遺伝子に固定しており、在来マルハナバチの調査個体群では、圧倒的にB遺伝子が多い。セイヨウオオマルハナバチによる遺伝子汚染が進行すれば、在来マルハナバチ個体群からA遺伝子が検出される頻度が高まると考えられる。



## 免疫系への影響研究 - 司令塔をマークする作戦

野原 恵子

免疫系は生体防御という大切な機能を担うシステムであるが、普段健康な時にはそのありがたさを忘れがちかも知れない。では動物にも免疫機能が備わっていなかったらどうなるだろうか。病原性の各種細菌やウイルスにひとたび遭遇し感染すると治癒力はなく、かびは生えるし人の体に一日千個のオーダーでできると言われるがん細胞も難なく増殖できるといえば、もうサバイバルは至難の技である。人類に対する今世紀最大の脅威の一つとなったエイズがCD4<sup>+</sup>T細胞という免疫細胞を破壊することによって免疫系を不能にし、その結果感染症が人の命を脅かすという現実免疫の重要性を如実に物語っている。

その反面、同じ免疫系の細胞群がアレルギーという厄介な病気を引き起こすことは、近年スギ花粉症やアトピー性皮膚炎などのアレルギー性疾患が急増し社会問題化しているのによく知られていると思う。このアレルギー性疾患の増加に環境中のディーゼル排気粒子等が関与している可能性がかなり以前から疫学で指摘され、動物実験の結果もこれを支持している。このことはすなわち、環境汚染物質が免疫系を攪乱していることを示しているのである。また近頃話題になっているダイオキシンも免疫系に影響を及ぼすことが動物実験で示され、焼却場の近くにすむ住民がアトピー性皮膚炎の悪化との関係を心配しているという記事も報道されている。従来環境汚染物質の健康リスク評価は急性毒性と発がん性を

指標に行われてきたが、最近になって免疫毒性や生殖毒性も考慮すべきという考え方が広く浸透しつつあると思われる。

ところがこの免疫系というのが大変複雑なシステムで、複数の種類の細胞がそれぞれ各種機能物質を分泌しながら多種多様な作用を発揮するのだから、さてどこから手をつけるかが問題となる。近年免疫分野の基礎研究が大きく進展しこれまで不明だった制御の仕組みが解明されてきたことによって、現在ではより重要と思われる反応に的を絞り免疫機能の変化を感度よく検出する方法を確立できる可能性が広がってきている。その中で筆者はT細胞サブセットに着目して研究を行っている。

複雑な免疫系の制御において中心的役割を果たすのがT細胞という細胞群である。この細胞群には実は細胞表面にCD4という分子をもつCD4<sup>+</sup>T細胞とCD8という分子をもつCD8<sup>+</sup>T細胞の2種類、すなわち2つのサブセットがあり、それぞれ異なる機能をもっている。最近ではこれらのT細胞が刺激を受けて活性化するとさらに機能的に異なるサブセットへ分化し、例えばアレルギー反応を抑制したり、促進したりというような重要な働きをすることが明らかにされている。すなわちCD4とCD8という分子だけでは分けきれないサブグループがそれぞれの役割をもつことがわかってきたのである。サッカーに例えて言う、T細胞は味方フォワードによいパスを出し相手にプレスをかけ時には敵ゴールを襲ったりし

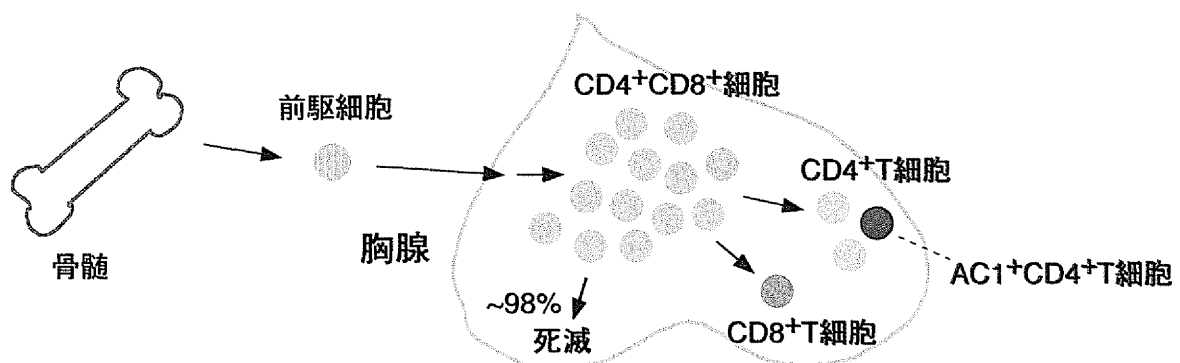


図 ラット胸腺におけるT細胞の分化・成熟

ながら攻撃を組み立てる司令塔のような存在で、この司令塔はきっかけをつかむといつもの自分とは違う技を使う分身をつくり、この分身達はその局面での試合の流れを作っていくのである。そしてはじめこの司令塔の役目をしているのはみなCD4かCD8のゼッケンをつけた選手達に見えたのだが、よくみるとちょっと違う模様のゼッケンをつけた人達なのだ。たくさんの選手が登場し多くの種類のパスが飛び交う中、筆者はこの司令塔の動きをマークをしようと考えた。

次にそのようなT細胞を見分ける方法であるが、2種類のT細胞はCD4とCD8というマーカー分子で区別することができる。それと同じようにさらにサブセットを区別できるような細胞膜成分を使うことが有効と考えられる。筆者は細胞の分化や活性化と密接な関係をもつことが知られている糖脂質という細胞膜成分に注目した。そこで実験動物であるラットのT細胞に特異的に存在し、しかも活性化の過程でその量が大きく増加する糖脂質を見つけてこれを単離し、この糖脂質を簡単に検出するためのモノクローナル抗体を作製することに成功した。T細胞は胸腺というところでその前駆細胞が増殖しCD4とCD8の2つの分子を持ったCD4<sup>+</sup>CD8<sup>+</sup>細胞（未成熟T細胞）になった後、その中のわずか約2%の選ばれた細胞が2つのマーカー分子のどちらかを失ってCD4<sup>+</sup>T細胞またはCD8<sup>+</sup>T細胞へと成熟していく。筆者らが作製したモノクローナル抗体のうちAC1という抗体を蛍光物質で標識したものを胸腺細胞と反

応させ、蛍光染色された、すなわちAC1抗体で認識されるマーカーを持つ細胞を細胞分離分析装置（セルソーター）で分析した結果、AC1<sup>+</sup>細胞はCD4<sup>+</sup>CD8<sup>+</sup>細胞の中には全く検出されないが、選択を受けた後の主としてCD4<sup>+</sup>T細胞の一部にAC1<sup>+</sup>CD4<sup>+</sup>T細胞というサブセットとして存在することが明らかとなった。まだ予備実験の段階だが、ダイオキシンを投与したラットの胸腺でCD4<sup>+</sup>T細胞およびCD8<sup>+</sup>T細胞を分析しても変化が検出されない濃度でもAC1<sup>+</sup>CD4<sup>+</sup>T細胞の胸腺細胞における比率に変化が観察され、このサブセットの変動によって免疫系に起こった変化を鋭敏に検出しようことが示された。

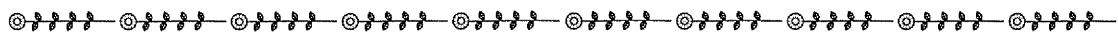
では、このサブセットはどのような指令を送る細胞群で、その比率の変化は免疫機能にどのような結果をもたらすのだろうか。これまでの研究でAC1抗体で認識される分子がT細胞の活性化や成熟に関与することが示唆されているが、さらにその役割を明らかにするために研究中である。

このような研究を発展させ、将来的には人の免疫機能の異常を検出できるマーカーの開発につなげていきたいと考えている。

（のほら けいこ、  
環境健康部生体機能研究室）

執筆者プロフィール：

お茶の水女子大理学部物理学科卒、その後修士課程で食品化学、博士課程で生化学を学ぶ。学術博士。＜趣味＞家族が寝静まった後、一人でゆっくり新聞など読むこと。



## 表彰

受賞者氏名：高藪 縁  
 受賞年月日：平成10年5月28日  
 賞の名称：日本気象学会 「学会賞」  
 受賞対象：熱帯域の大規模擾乱に関する研究

受賞者氏名：山形 与志樹  
 受賞年月日：平成10年6月18日  
 賞の名称：財団法人 尾瀬保護財団 「第一回尾瀬賞」  
 受賞対象：湿原に関する学術研究においてリモートセンシング画像を用いた環境特性を把握する手法の開発



新刊紹介

国立環境研究所特別研究報告 (SR-24'98)

「湖沼環境指標の開発と新たな湖沼環境問題の解明に関する研究」(平成4～8年度)(平成10年3月発行)

最近、日本の湖沼では藻類種や生態系構造の変化、魚の大量へい死など、異常な現象が発生した湖沼も多く、このような問題の解析や解決のためには、新たな現象の解明および従来の湖沼環境指標にかわる新たな指標の開発が必要である。そこで本特研では、流域特性と水質との関係評価に関する研究、湖沼環境指標に関する研究、ピコプランクトンの異常発生機構に関する研究の三課題を行った。その結果、湖沼環境の保全のためには、森林などの管理を含めて流域管理を適切に行うこと、水耕生物ろ過法等による湖沼直接浄化法も効果があることを示した。また、環境基準項目として過マンガン酸カリウム法によるCODを見直すべきこと、有機物の起源、生分解性に関わる特性が化学分析により測定可能であること、DO、pH等のモニターから生物活性が連続測定可能であること、等の知見が得られた。ピコ植物プランクトンに関しては、チオンスルフォリビドという毒性物質を発見し、ピコ植物プランクトンの異常増殖は湖沼の生態系が不健全であることを意味していることを明らかにした。  
(地域環境研究グループ 松重一夫)

国立環境研究所特別研究報告 (SR-25'98)

「環境中の有機塩素化合物の暴露量評価と複合健康影響に関する研究」(平成4～8年度)(平成10年3月発行)

有機塩素化合物は、化合物の安定性、化学合成中間体としての有用性から、化学工業製品の中でも種類、割合はきわだって多い。一方、「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」に基づいて規制されている化学物質の多くが有機塩素化合物であり、有機塩素化合物の安定性、殺菌殺虫作用といった有用性が環境中での難分解性、毒性につながっている。本研究では、環境に残留する有機塩素化合物の健康影響を体系的に評価するために、環境中の多種類の有機塩素化合物の暴露量評価及び健康影響評価に関する研究を行った。暴露量評価に関する研究ではどのような有機塩素化合物がどこに(大気、水、土壌、底質)どれだけあるかの総合評価を目的として、GC/質量分析法による多成分一斉分析、全有機ハロゲン(TOX)測定とその発生源推定、含塩素製品の国内生産量から推定した有機塩素化合物の環境放出量などが示されている。複合健康影響評価に関する研究では、*in vitro*および*in vivo*試験系を用いて毒性評価を行い、*in vivo*データとの比較から*in vitro*試験系の有用性の検討、および用いる細胞の由来臓器と毒性を評価する化学物質の標的臓器が同一である必要があるかの検討を行った。胎仔毒性(催奇形性)を検出する系では、混合物の相互作用の検討結果を示している。  
(化学環境部 相馬悠子)

国立環境研究所特別研究報告 (SR-26'98)

「環境負荷の構造変化から見た都市の大気と水質問題の把握とその対応策に関する研究」(平成5～8年度)(平成10年3月発行)

大気編

上記特別研究の研究成果をとりまとめたものである。このプロジェクト研究は都市構造や生活スタイルの変化が都市の大気環境に及ぼす影響をフィールド研究、室内実験、モデル解析等により把握し、改善対策に関する検討を行うことを目的として実施された。都市域の拡大と自動車の増加による発生源の拡大により大気汚染が広域化していること、これに伴って光化学大気汚染などの二次生成大気汚染の高濃度発生地域が都心から郊外に移動してきていることなどが述べられている。  
(地域環境研究グループ 若松伸司)

水質編

生活様式の変化や多様化は排水や廃棄物の質や量を大きく変化させており、特に都市周辺地域における小規模未規制排水による表流水系の汚染が大きな問題となりつつある。環境負荷の構造変化に伴う地域の環境要因の悪化を早急に食い止め、改善に向かわせることが急務である。このような観点から環境負荷の構造変化が都市環境に及ぼす影響の把握とその対応策に関する研究を行った。その結果、水質問題の実態解明に基づく将来予測として、トイレの水洗化に伴い生活排水からBOD負荷が減少するのに対して、窒素、リン負荷、特に窒素の負荷が増加することによるN/P比の上昇により有毒藻類の異常増殖が起こる可能性があること、水環境負荷削減技術開発および水環境改善対策の効果の評価として、嫌気好気生物膜処理浄化槽に循環を組み込んだプロセスによって有機物および窒素の高度処理が可能であり、費用効果から考えても高く評価できること等が明らかとなった。また本技術開発の成果は、建設省の窒素・リン除去型の建築基準法の構造基準に導入され、水改善効果に対する大きな期待がもたれている。  
(地域環境研究グループ 稲森悠平)

国立環境研究所研究報告 (R-136'98)

「21世紀の私たちの環境を考える—環境庁国立環境研究所公開シンポジウム—」(平成10年6月発行)

国立環境研究所が、前身の国立公害研究所として設立されてから、来年で25年(四半世紀)となる。時代は21世紀を目前に控え、環境問題は、地球規模に至る「空間的ひろがり」、世代間の影響のおそれなど「時間的ひろがり」、さらには汚染原因者と被害者の境界の不明確化など「人間社会における関係のひろがり」を持つに至った。一方で、社会全般にわたるリストラの中で、国立研究所の整理統合、エージェンシー化の検討など研究所をとりまく環境にも大きな変化が現れつつある。

こうした状況の中で、毎年環境月間に行う国立環境研究所研究発表会を、今年度は東京・青山の国連大学において、広く市民を対象に研究成果をアピールする「公開シンポジウム」という形態で開催した。本報告書はそのシンポジウムの要旨集という位置付けのものであり、4テーマ8名の口頭発表及び20件のポスター発表の概要が収録されているほか、全研究スタッフの氏名、主要研究課題及び電話番号・E-mailアドレスを掲載している。  
(研究企画官 笹岡達男)

人事異動

(平成10年6月1日)

西岡 秀三	併任解除	地球環境研究グループオゾン層研究チーム総合研究官 (地球環境研究グループ統括研究官)
森田 昌敏	併任解除	地域環境研究グループ湖沼保全研究チーム総合研究官 (地域環境研究グループ統括研究官)
鷺田 伸明	併任	大気圏環境部大気反応研究室長 (大気圏環境部長)
今村 隆史	配置換	地球環境研究グループオゾン層研究チーム総合研究官 (大気圏環境部大気反応研究室長)
今井 章雄	昇任	地域環境研究グループ湖沼保全研究チーム総合研究官 (地域環境研究グループ湖沼保全研究チーム主任研究員)
町田 敏暢	併任	地球環境研究センター (地球環境研究グループ温暖化現象解明研究チーム主任研究員)
中島 靖史	併任	環境情報センター情報整備室調査係長 (環境情報センター情報管理室国際情報係長)
宮原 裕一	採用	環境健康部環境疫学研究室
牧 秀明	採用	水圏環境部水環境工学研究室

(平成10年6月23日)

堀内 英壽	辞職	(総務部長)
斉藤 照夫	昇任	総務部長 (水質保全局企画課長)

(平成10年7月1日)

鷺田 伸明	併任解除	大気圏環境部大気反応研究室長 (大気圏環境部長)
中根 英昭	併任	地球環境研究グループ (大気圏環境部上席研究官)
島山 史郎	配置換	大気圏環境部大気反応研究室長 (地球環境研究センター研究管理官)
持立 克身	併任解除	主任研究企画官付研究企画官 (環境健康部生体機能研究室主任研究員)
宇都宮陽二郎	併任	主任研究企画官付研究企画官 (水圏環境部水環境工学研究室主任研究員)
海老原孝幸	配置換	総務部会計課支出係長 (地球環境研究センター業務係長)
成島 克子	配置換	地球環境研究センター業務係長 (総務部会計課支出係長)
工藤 常男	併任解除	総務部総務課厚生係長 (総務部総務課総務係長)
名取美保子	昇任	総務部総務課厚生係長 (総務部総務課厚生係主任)
川村 和江	昇任	総務部総務課業務係長 (総務部総務課業務係主任)
赤羽 圭一	昇任	総務部施設課管理係長 (総務部施設課)
赤塚 輝子	昇任	環境情報センター研究情報室普及係長 (環境情報センター研究情報室普及係主任)

環境研修センター

(平成10年7月1日)

佐藤 国廣	配置換	自然保護局国立公園課国有財産管理係長 (環境研修センター庶務課会計係長)
稲村 徹	昇任	環境研修センター庶務課会計係長 (環境研修センター庶務課)
〃	併任解除	環境研修センター教務課
藤本 美穂	転任	環境研修センター教務課 (大気保全局自動車環境対策第一課)

編集後記

今回初めて編集委員会に参加して依頼原稿の査読に加わらせて頂いたが、自分の専門外の方の書かれた原稿についてにどうのこうの言うのは、甚だ心理的によろしくないというのが正直なところであった。しかし何故自分の専門とは異なることについて書かれたものが理解し辛いのかということを見ると、それはそれぞれ個人の日常的な仕事-つまりルーティン作業-の実状を、御互いが知らないからではないかと最近つとに考えさせられるのである。個々の研究テーマにおける目的は、本来的に真に科学的か

つ壮大なもののはずであるが、現実的にできることは限られており、個々の単純な単位操作の中に潜む技術的な問題点や限界点は、当事者以外には窺い知れないものなのである。異分野の方が書かれたものを読む時には、文面には直接出ていないその人の仕事上苦心された点を、(査)読者は行間から汲み取らなければならないのではあるまいか。実はこうした他人の仕事上の”苦勞話”こそ真に我々が知るべきところではないか、と思うのですが…。

(H.M)

編集 国立環境研究所 ニュース編集小委員会  
発行 環境庁 国立環境研究所

〒305-0053 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 www@nies.go.jp