



国立環境研究所

二一七

Vol. 29 No. 2

平成 22 年 (2010) 6 月



日本—東南アジア航路で大気観測を行っている定期貨物船の外観（右上）と、その船舶から撮影したアジア地域の大気の様子。（3ページからの記事参照）

〔目次〕

見落としのないリスク評価	2
野外観測・モデル・衛星データを用いたアジアにおける大気質変動の統合的研究	3
環境化学物質がアレルギーに及ぼす影響とメカニズムの解明にむけて	6
大気汚染物質のソース・レセプター関係を評価する	9
科学技術週間に伴う一般公開「春の環境講座」開催報告	12
「夏の大公開」開催のお知らせ	13

【巻頭言】

見落としのないリスク評価

白石 寛 明

化学物質といえば、ダイオキシン、PCBなどの人工的に合成された有害な化合物と理解される場合が多いと思われます。化学物質は時に利便性の高い夢の物質であり、時に凶悪な厄介者とされます。化学物質の言葉の使われ方も様々で、「元素及び化合物をいう。」、あるいは、「元素又は化合物に化学反応を起こさせることにより得られる化合物をいう。」などと、化学物質の定義は法律によっても異なります。化学物質という言葉初めて耳にしたとき「これは化合物のこの間違いなのではないのか？」と感じたものですが、化合物とは、水（H₂O）や二酸化炭素（CO₂）のように一定の化学組成をもった純物質のことですので、化学の世界の化合物と社会で問題とする化学物質は同一ではありません。騒音とか電磁波とか物理的な因子と異なり、多種多様な化学物質はその種類を特定し目録を作成するだけでも至難です。

国立環境研究所の年報を検索すると、1990年（平成元年）冒頭の所長挨拶に初めて環境リスクという言葉が出てきます。この年は、国立公害研究所が国立環境研究所へと改組し、地球的規模の環境変化とその影響、環境リスクの評価、自然環境の保全等の研究へと展開した年です。当時、環境リスクの研究は、健康リスク評価と生態系リスク評価の分野で、化学物質の環境中での挙動及び健康に与える毒性影響評価手法、光化学オキシダントやディーゼル排ガスの動物実験、都市型ストレスの社会医学的な研究、化学物質の生態影響、組替え生物の環境中での挙動に関する研究などが行われていました。現在の環境リスク研究プログラムと類似した研究構成になっていることに改めて気づきます。

化学物質の人の健康や環境への影響には未解明の現象が多々あります。環境リスク研究プログラムでは、感受性要因に焦点を絞る発達期の特定の時期での影響とメカニズムの解明、ナノ粒子に焦点を当てたプロジェクトとして粒子の大きさや形状と毒性の関連の解明、多種多様な化学物質の環境中の濃度の把握を目的に環境中濃度を予測する手法の開発など、これまでのリスク評価では見落としが懸念され

る問題の評価が可能となるように研究を進めました。また、リスクを見落とさないためには、現場の実態をよく観察し、原因を究明し、対策に結びつける下流側からの視点での研究が必要と考え、環境中の濃度や影響を総体として把握する手法の開発、東京湾やため池の生態学的な視点からの評価や侵入種のリスク評価を実施しました。環境リスク研究プログラムでは、社会医学的な研究をプロジェクトとして取り上げて実施することはできませんでしたが、今年度から、胎児期から小児期にわたる子どもたちの成長・発達に影響を与える化学物質の曝露や生活環境要因を明らかにするための全国規模の疫学調査が開始され、この研究実施の中心機関であるコアセンターとして国立環境研究所は、調査の総括的な管理・運営を行うことになりました。長期にわたる疫学調査ですが、子供たちへの化学物質の曝露と影響との関係が明らかにされることが期待されています。

化学物質の管理は、「持続可能な開発に関する世界首脳会議（WSSD）」における2020年目標（「化学物質が、人の健康と環境にもたらす著しい悪影響を最小化する方法で使用、生産されることを2020年までに達成する」）を旗印に、EU（the European Union）のREACH（Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals）制度の運用がはじまり、日本でも化学物質審査規正法の改正がなされ、リスク評価は国が実施することになり、見落としのない化学物質のリスク評価手法が提示されることが強く望まれています。リスクの研究がますます社会で重要になってきていると実感しています。

（しらいし ひろあき、環境リスク研究センター長）

執筆者プロフィール：

茨城に住所をおいてから32年がたちました。論文をタイプライターで打ち、図表を手書きした時代は遠い過去になり、思いのままズームできる地球儀が手のひらのなかでぐるぐる回る時代になりました。これからさらに何が起こるのか楽しみですが、第一義を考えてみたい。



【シリーズ重点研究プログラム：「アジア自然共生研究プログラム」から】

野外観測・モデル・衛星データを用いた アジアにおける大気質変動の統合的研究

谷本浩志

1. はじめに

近年、経済発展が著しい東アジア地域においては、二酸化炭素などの長寿命温室効果ガスだけでなく、オゾンやエアロゾルの排出量が急増し、広域大気汚染や気候変化への寄与の増大など、北半球規模で大気組成に影響を及ぼしています。本研究では、野外観測・三次元全球化学輸送モデル・衛星観測データの3つのツールを統合的に利用して、アジア地域を主な対象とした大気質の変動を解析しています。本稿では、対流圏オゾンの長期変化、大気汚染物質排出量の最近の推移、森林火災による越境大気汚染についての研究成果をご紹介します。

2. 日本における対流圏オゾンの長期変化とその要因

まず、最近10年間（1998～2007年）の日本における春季の対流圏オゾンの変化を導出し、アジアからの人為起源汚染物質の排出量推移との関係を定量的に調べました。日本において空気が清浄な地域に位置する9地点における春季の対流圏オゾンの変化は、離島などの地上では最近10年間の変化の程度は小さく統計的にも有意な差ではない一方で、標高の高い山岳地域では変化の程度が大きく統計的にも有意なほど大きく増加していました。例えば、長野県・八方尾根観測所における連続観測データには、年率1 ppbvもの平均濃度の増加が検出され（図1）、こ

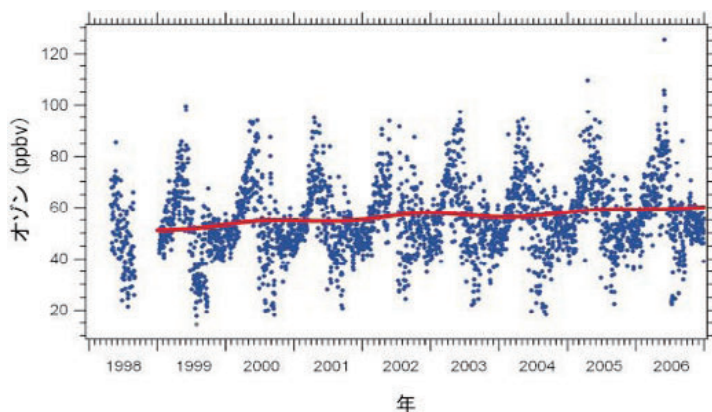


図1 長野県・八方尾根観測所において観測されたオゾン濃度の長期変化傾向 [Tanimoto, 2009; Tanimoto et al., 2009]。青点は1日平均値、赤線は長期変化成分を示す。

れは欧米における報告例（年率0.5～0.8 ppbv）と比較しても大きな値でした。また、2003年以降は80 ppbv以上の高濃度オゾンが観測された日数が顕著に増加しており、2003～2006年における「高濃度オゾン日」は1999～2002年の2倍にもなっていました。つまり、植生影響などに重要なベースライン濃度がじわじわ増加しているだけでなく、人間の健康に悪影響を及ぼしうるくらい高濃度になる日数もここ数年で急激に増えているわけです。最新の統計値を用いて2007年まで更新した排出インベントリー（排出源の分布や強度を地図状にしたもの）を化学輸送モデルに組み込んで過去10年間の長期シミュレーションを行ったところ、モデルによる計算結果は概して観測された傾向をよく再現したものの、山岳地域において観測された大きな増加率は約半分しか再現されませんでした。観測とモデルの不一致は、モデル中でアジア大陸からの越境汚染の影響が過小評価されていることを示しており、現在の最先端のモデルでさえ、成長著しい東アジアからの人為起源排出量か、そこで生成したオゾンの輸送量を過小評価している可能性が考えられました。

3. 宇宙から見る東アジアにおける大気汚染物質の排出量推移

現在では、大気汚染物質は1～2週間かけて北半球を一周し、大陸間を輸送されることが分かっていますが、影響が大きいのはやはり近傍の発生源です。そこで、オゾンを作るものとなる物質のひとつであり、燃焼により大気中に放出される一酸化炭素について、東アジアにおける2000年以降の排出量推移を調べるため、地上観測とモデルおよび衛星観測を組み合わせで解析しました。大気中濃度から排出量を逆推計するモデルを適用することで、2005年における東アジアからの一酸化炭素排出量を算出しました。当時2003年まで公表されていたインベントリーによる排出量推計値およ

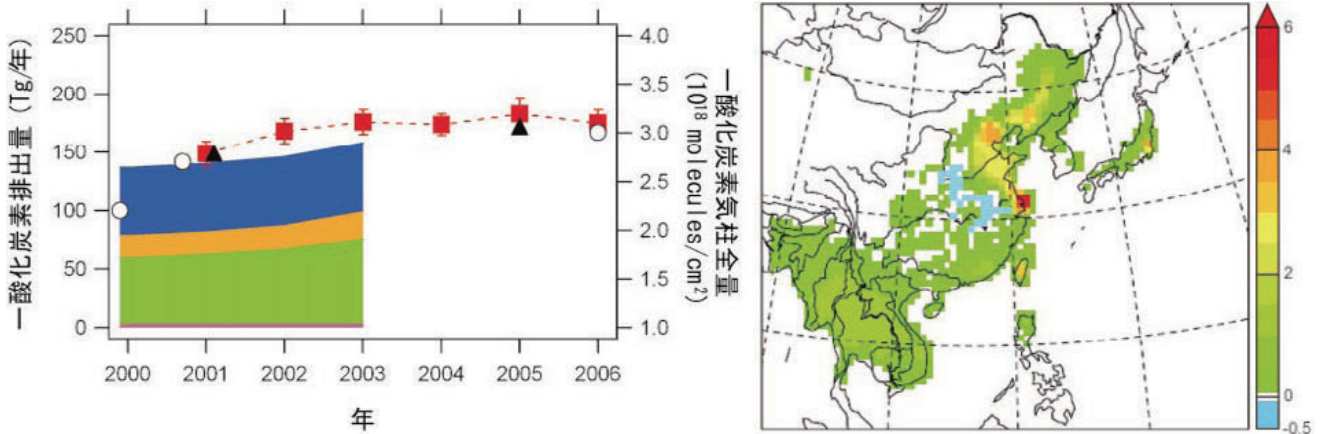


図2 (左) 逆推計モデル(本研究による2005年と、Yumimoto et al. による2001年の▲), 排出インベントリー (Streets et al.: 2000年, 2001年, 2006年の○; Ohara et al.: 2000-2003年のカラーグラフ。青: 民生セクター, 橙: 輸送セクター, 緑: 工業セクター, ピンク: 発電セクター) による中国からの一酸化炭素排出量の推移と, MOPITT衛星センサー(赤線)によって観測された中国上空における一酸化炭素の気柱全量の推移 [Tanimoto et al., 2008]。 (右) 一酸化炭素排出量の当初推計結果と逆推計結果との差分(単位は $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$)。都市部で当初推計値より増加していることが分かる。

び2001年に観測が開始されたMOPITT (Measurements Of Pollution In The Troposphere) 衛星観測による大気中一酸化炭素濃度の推移とを比較すると、概ね良く一致する結果が得られ、2000年代前半における中国からの一酸化炭素排出量の伸びは+16%であるという結果が得られました(図2)。中国では近年、生物燃料・石炭から石油・電力へと比較的クリーンなエネルギーへの転換が急速に進んでおり、これまで主要な発生源であった民生利用からの排出はやや減少しましたが、都市部の産業発展に伴って工場からの排出が増加している結果、総排出量はやや増加傾向にあると解釈できました。

4. 森林火災によるシベリアから日本への越境大気汚染

一酸化炭素の発生源は、人間活動だけではありません。土壌の乾燥などによって起こる森林火災からも大気中に多量の一酸化炭素が放出されます。そこで、シベリアにおける森林火災がアジア地域の一酸化炭素に及ぼした影響をAIRS (Atmospheric Infra-Red Sounder) 衛星観測と全球化学輸送モデルを用いて調べました。全球化学輸送モデルは観測された一酸化炭素の濃度レベルと変動を概して良く再現し、一次発生源からの寄与としては北アジア50%、北米7%、欧州8%と見積もられました。ところが、日本で高濃度が観測された2003年9月11~13日の期間では、モデルが大幅に過少評価となりました。一方、この時のAIRS衛星観測は、一酸化炭素のプルーム

(空気塊)が西シベリアから北日本へ東方に長距離輸送されていたことを示しており、このプルームがモデルと観測の不一致の原因であると推測されました(図3)。この知見は、現在広く用いられている森林火災の排出インベントリーでさえも西シベリアからの排出(特にピート燃焼からの排出)を過小評価していること、アジアの産業活動だけでなくシベリアの森林火災も日本の大気汚染に大きく影響していることを示しています。このように、衛星観測を用いることで宇宙から対流圏の越境大気汚染の様子を捉えることができるようになりました。日本の最北端に近い北海道利尻島で観測された森林火災プルームでは、アジア大陸の人間活動によって汚染されたプルームと同程度の大きなオゾン生成が見られ、実際にオゾン濃度が日本の環境基準(60 ppbv)を超過していました。北方森林の森林火災は気候変動によって大きく影響を受けると予想されているため、今後、シベリアの森林火災による日本のオゾン汚染が増える可能性があるかもしれません。

5. 今後の展望

昨今、オゾンやブラックカーボン(黒色炭素エアロゾル)等、大気汚染性のガスやエアロゾルをSLCF (Short-Lived Climate Forcers=短寿命気候強制成分)として捉える機運が世界的に高まっています。オゾンやブラックカーボンに、代替フロン類、メタン、亜酸化窒素を加えた大気微量成分の放射強制力の総和は二酸化炭素のそれに匹敵します。今後は、

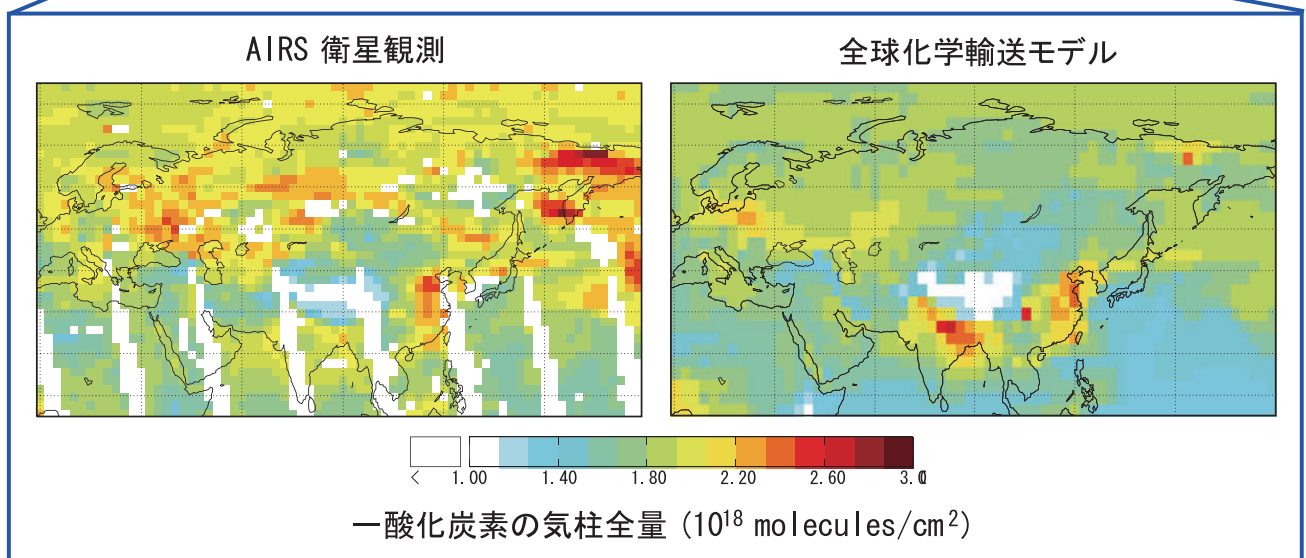
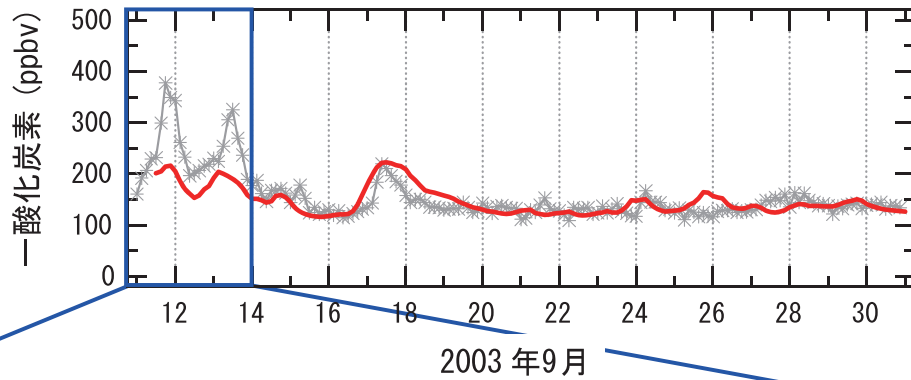


図3 (上) 地上観測 (灰色) とモデル計算 (赤色) による、北海道利尻島における一酸化炭素の濃度変動。
 (左下) AIRS衛星センサーによって観測された、2003年9月11～13日のユーラシア大陸上空における一酸化炭素の気柱全量の分布。衛星観測では、シベリアの森林火災によって放出された一酸化炭素が東方に長距離輸送されている様子が見て取れる [Tanimoto et al., 2009]。
 (右下) 全球化学輸送モデルによる同時期における一酸化炭素の気柱全量の分布。

大気質だけではなく気候影響の観点も視野に入れて、越境大気汚染および地球温暖化防止に効果的な共便益 (コベネフィット) を考慮した大気汚染物質の削減シナリオを開発し、国際的な合意形成に向けて努力する必要があります。また、半球規模で拡大している越境大気汚染を考慮すると、オゾン汚染のソース・レセプター関係 (「環境問題基礎知識」参照) を正確に把握するとともに、環境基準の改訂について政策的な議論が不可欠だと考えます。

(たにもと ひろし, 大気圏環境研究領域大気化学研究室長, アジア自然共生研究プログラムプロジェクトメンバー)

執筆者プロフィール:

「大気質」は英語で Air Quality と言い、外国では日常会話でもよく使う言葉であるが、日本語ではあまり耳慣れない。対照的に、水質という言葉は日本語でも馴染み深く、これは我々日本人が幸いにして水道水を飲用できる環境にあったためかもしれないと思う。空気の味は水ほど敏感に感じられないかもしれないが、呼吸によって体内に吸い込む空気の質にもっと関心を持ちたいと思うこの頃である。



【研究ノート】

環境化学物質がアレルギーに及ぼす影響と メカニズムの解明にむけて

小池 英子

◆はじめに

近年、アトピー性皮膚炎や気管支喘息、アレルギー性鼻炎（花粉症）、食物アレルギーなどのアレルギー疾患が若年層を中心に増加しており、今や国民の数十%が何らかのアレルギーを持つといわれています。一般に、疾患の発現や増加、悪化をもたらす二大要因として、遺伝因子と環境因子が挙げられますが、遺伝因子は急速に変化することはありません。また、アレルギー疾患の罹患率は、開発途上国に比べて先進諸国で高いことや、農村部に比べて都市部で高いことが疫学研究で報告されています。これより、アレルギー増加の要因として、近代化に伴い急速に変化してきた環境因子（住環境、食環境、衛生環境、水・大気・土壌環境）の寄与が大きいと考えられます。中でも、環境中に放出されている化学物質の影響が危惧されています。例えば、車や工場の排気成分、住宅の建材に使用される防腐剤や塗料、接着剤、プラスチックの可塑剤、家電や繊維製品に使用される難燃剤、食品添加物、農薬など、実に様々な化学物質が私達の身の回りに存在しています。このことから、適切な対策を立てるためにも、環境化学物質のアレルギーに対する影響を明らかにする必要があります。そこで、私達のグループでは、環境化学物質がアレルギー疾患に及ぼす影響とそのメカニズムについて研究を行っています。

◆フタル酸エステルがアレルギー疾患に及ぼす影響

ここでは、ポリ塩化ビニル製品の可塑剤として汎用されているフタル酸ジエチルヘキシル（DEHP）とフタル酸ジイソノニル（DINP）の影響について述べます。DEHPは、実験的に内分泌攪乱作用を有することが報告され、健康影響が指摘されたことから、その代替物としてDINPが用いられてきました。しかし、DEHPに比べて毒性は低いものの、DINPの健康影響も懸念されるようになり、現在、欧米諸国および日本においては、DEHPとDINPを含む一部のフタル酸エステルは、幼児が口にできる可能性のある玩具や育児用品への使用が禁止されています。一方で、

その他の多くのポリ塩化ビニル製品（電線被膜や壁紙、ビニル床材、フィルム、医療用具など）には依然として使用されています。近年、疫学研究において、アレルギー性喘息とハウスダスト中のフタル酸エステル量が正の相関を示すことが報告されていますが、アレルギー疾患への影響は、実験的にほとんど検討されていませんでした。そこで、私達のグループでは、ヒトのアトピー性皮膚炎と良く似た病態を形成するマウスの耳に、ダニ抗原を反復的に皮内投与することにより皮膚炎モデルを作製し、フタル酸エステルを反復的に腹腔内投与して、その影響を検討しました。その結果、フタル酸エステルは、皮膚炎症状を悪化させること、また、皮膚炎症状の悪化には、炎症局所における好酸球などの炎症細胞の集積と炎症細胞を呼び寄せるケモカインというタンパク質が重要であることを明らかにしました。次に、さらに詳細な影響メカニズムの解明を目指して、細胞レベルでの検討を行いました。

◆アレルギー反応における免疫担当細胞の役割

多くのアレルギー疾患は、アレルギーの原因物質である抗原に特異的に反応するIgE抗体が重要な働きをしています。IgE抗体は肥満細胞の表面に結合しますが、再び抗原が侵入してIgE抗体と結合すると、肥満細胞に含有されるヒスタミンなどの化学伝達物質が放出されて、かゆみ等のアレルギー症状が現れます。図1に、最もよく知られているアレルギー反応の概略図を示しました。アレルギー反応には、複数の免疫担当細胞が関与していますが、反応の起点を担っているのが抗原提示細胞です。抗原提示細胞は、炎症局所で抗原を取り込み、所属リンパ節に遊走して、T細胞にその情報を提示します。そして、抗原特異的なTh2タイプの細胞が増殖し、Th2サイトカインと呼ばれる液性タンパク質が産生されると、B細胞が活性化され、IgE抗体が産生されます。また、Th2サイトカインや炎症局所の上皮細胞などから産生されるケモカインは、炎症細胞である好酸球や肥満細胞の活性化を誘導します。これにより、

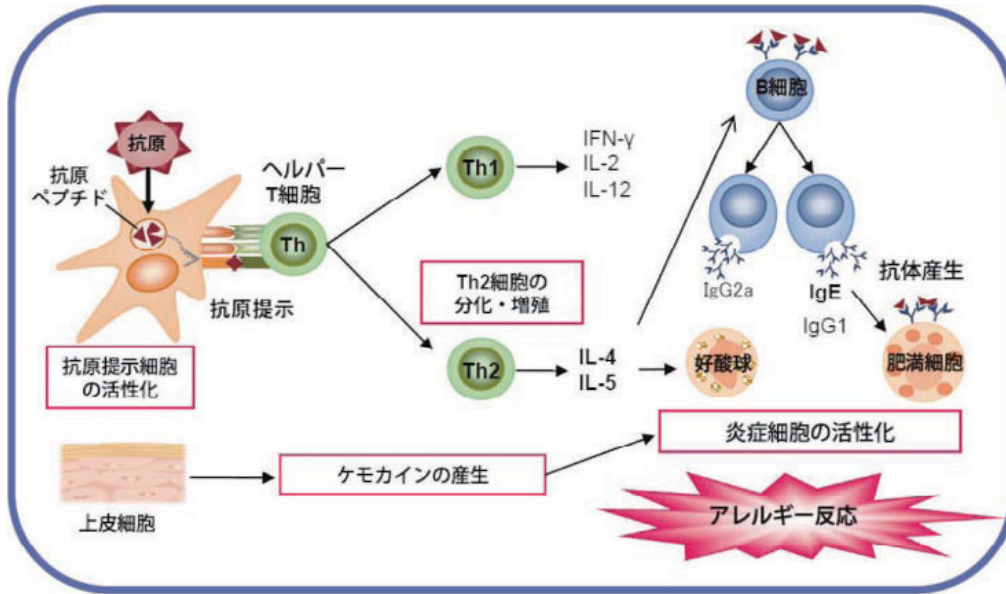


図1 アレルギー反応の概略図

アレルギー反応が引き起こされ、先に述べたアレルギー症状が現れます。私達は、アレルギー反応の起点として重要な役割を担う抗原提示細胞に注目し、研究を進めました。

◆フタル酸エステルが抗原提示細胞に与える影響

フタル酸エステルが、主要な抗原提示細胞である樹状細胞に及ぼす影響について *in vitro* (試験管内) で検討を行いました。樹状細胞は、アトピー素因を持つマウスの骨髄細胞を培養することにより、分化

誘導しました。この骨髄由来樹状細胞 (BMDC) の培養液にフタル酸エステルを添加して培養した後、BMDCの成熟・活性化の指標となる液性タンパク質の産生や分子の発現、機能の変化を解析しました。具体的には、ケモカインの産生やケモカインレセプターの発現、抗原提示に関わる細胞表面分子の発現や抗原特異的なT細胞増殖を誘導する抗原提示機能などが挙げられます。結果として、DEHPとDINPは、*in vitro* において、これらBMDCの成熟・活性化の指標を増強することが分かりました。図2は、DINP

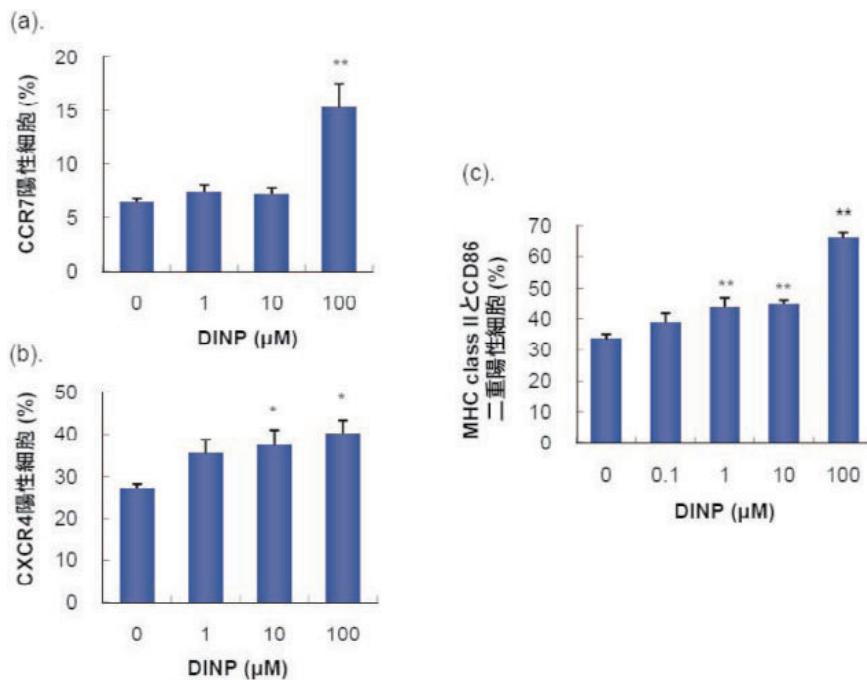


図2 DINPがBMDCの細胞表面分子の発現に及ぼす影響

DINPは、BMDCのリンパ節への遊走に関わるケモカインレセプターであるCCR7 (a) とCXCR4 (b)の陽性細胞や抗原提示に関わるMHC class IIとCD86の二重陽性細胞 (c) の割合を増加させることが分かりました。

*p < 0.05, **p < 0.01; DINP曝露群対非曝露群。

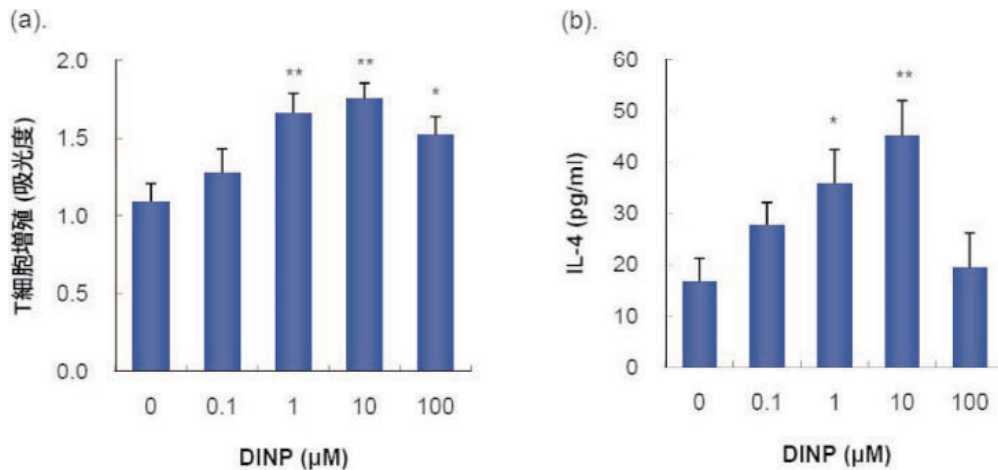


図3 DINPがBMDCの抗原提示機能に及ぼす影響
 DINPに曝露したBMDCのダニ抗原特異的な抗原提示機能 (a) とTh2サイトカインであるIL-4の産生誘導能 (b) は、非曝露群に比べて増加することがわかりました。
 * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$; DINP曝露群対非曝露群。

がBMDCの所属リンパ節への遊走に関わるケモカインレセプターであるCCR7とCXCR4の発現および、抗原提示に関わる細胞表面分子であるMHC class IIと補助刺激分子のCD86の発現を増強することを示しています。図3は、DINPがBMDCのT細胞に対するダニ抗原特異的な抗原提示機能とTh2サイトカインであるインターロイキン(IL)-4の産生誘導能を増強することを示しています。DINPの影響が100μMで弱まった原因としては、抗原提示機能を検討するための培養時間が長いことから、高濃度曝露群で細胞毒性が生じたためと考えられます。DEHPとDINPは、BMDCの成熟・活性化を増強する作用に加え、骨髓細胞からBMDCを誘導する際に添加した場合、その分化を促進する作用があることも見いだしました。さらに、DEHPとDINPの活性を比較してみると、DEHPは、BMDCの成熟・活性化よりも骨髓細胞からの分化の過程を促進する作用が強いのに対し、DINPはBMDCの分化・成熟・活性化いずれの過程も促進するという影響の違いも観察されました。

続いて、先に述べたマウスアトピー性皮膚炎モデルを用いて、DINPが*in vivo* (生体内) で免疫担当細胞に及ぼす影響を検討しました。その結果、DINP曝露は、所属リンパ節における樹状細胞等の抗原提示細胞およびT細胞の数の増加と活性化を促進することがわかりました。これより、*in vitro* で見いだしたフタル酸エステルの免疫担当細胞に与える影響は、*in vivo* の結果を反映していると考えられます。また、フタル酸エステルによるアトピー性皮膚炎の

悪化のメカニズムとして、抗原提示細胞の分化・成熟・活性化を介したTh2反応の促進が一部寄与している可能性が示されました。

◆おわりに

フタル酸エステルは、抗原提示細胞の活性化を介してそれに続くT細胞をはじめとする免疫担当細胞の機能を促進することにより、アレルギー疾患を悪化させる可能性が示唆されました。現在、様々な環境化学物質を対象として、免疫担当細胞に対する影響を中心に研究を進めています。物質によって反応性や作用点が異なることも分かりつつあります。この*in vitro*における免疫担当細胞を用いた環境化学物質の影響評価は、影響メカニズムの解明のみならず、免疫・アレルギーに関する簡易・迅速な影響評価手法としても有用であると考えています。今後は、免疫担当細胞と相互作用する上皮細胞、内皮細胞などに対する影響やそれらの複合的な影響も考慮し、環境化学物質による健康リスク低減のための施策に役立つ研究を進めていきたいと考えています。

(こいけ えいこ、環境健康研究領域
 生体影響評価研究室主任研究員)

執筆者プロフィール：

趣味は旅行やダイビングなど。海外旅行は遺跡巡りが中心で、これまでに、エジプトやペルー、メキシコ、シリア、ヨルダンなどに行きました。古代の建造物や美しい自然にふれると、感動と同時に心が癒されます。



大気汚染物質のソース・レセプター関係を評価する

永島達也

1. 大気汚染：どこからどれだけやってくるのか？

“大気汚染”という日本ではもう解決済みの問題と思っている方も多いかもかもしれません。確かに、日本では高度経済成長に伴う公害時代を経て、硫酸化物(SO_x)や窒素酸化物(NO_x)、揮発性有機化合物(VOC)、浮遊粒子状物質(SPM)など大気汚染物質の排出規制が進み、こうした物質の大気中濃度は、現在、環境基準値やそれに準ずる指針値を概ね下回る水準で推移しています。ところが、大気汚染物質の中でも、NO_xとVOCから大気中で光化学的に生成される光化学オキシダント(主成分はオゾンであるため、以後簡単のためオゾンと書くことにします)の濃度は、原料となるNO_x、VOCが減少しているにもかかわらず、1980年代半ば以降漸増を続けており、環境基準の達成率も極めて低い状況にあります。最近でも2007年の5月上旬に、北日本を除く広い範囲で注意報レベル(120 ppbv)を越えるオゾン濃度が観測されるなど、日本においても“大気汚染”はまだ現在進行形の問題といえます。そして、このような近年の日本におけるオゾン増加の原因としては、以前の公害時代のような国内の産業や自動車排気のみならず、日本以外から海や大陸を越えて運ばれてくるオゾンの関与が指摘されています。

そもそも、日本で観測されるオゾンには、国内で排出されたNO_x、VOCから生成されたものだけではなく、地球上の様々な地域で排出されたNO_x、VOCから生成されたオゾンが混ざり合っています。こうした様々な領域を起源とするオゾンが、どれくらいの割合で混合されて日本におけるオゾン濃度を形成しているのか、言い換えれば、日本というオゾンによる大気汚染の受容(レセプター)領域に対する、オゾン原因物質(NO_x、VOC)の発生(ソース)領域ごとの寄与を推定することは、オゾンの発生源構成を理解するという学術的な意味に加えて、近年のオゾン増加のトレンドに歯止めをかける有効な対策を導くことにもなります。こうした推定は、オゾンに関するソース・レセプター関係(S-R関係)の推定と呼ばれており、主として大気中の化学物質の発

生・光化学変化・輸送・沈着を考慮した数値モデル(化学輸送モデル)を使って研究が行われています。オゾン以外にも、一酸化炭素やいわゆる酸性雨と呼ばれる硫酸や硝酸の降下物に関するS-R関係の評価も広く行われていますが、以下、本稿ではオゾンのS-R関係を中心に紹介します。

2. S-R関係：どうやって推定するのか？

S-R関係の推定をするには幾つかの手法がありますが、広く適用されている手法として、エミッション感度法とタグ付きトレーサー法が挙げられます。エミッション感度法は、あるソース領域におけるオゾン原因物質のエミッション(排出量)を減らす場合と減らさない場合の二通りの数値モデル実験を行い、その差からソース領域の寄与を求める手法です。例えば、中国でのオゾン原因物質の排出量を20%減らした実験と減らさない実験を行い、計算された日本のオゾン量がそれぞれ44 ppbv、45 ppbvだった場合、その差1 ppbvを5倍した5 ppbvが、日本のオゾンに対する中国からの寄与と推定されます。エミッション感度法には、実験の際に原因物質の排出量をどれくらい減少させるかによって推定結果に違いが出る「非線形性」のあることが知られており、S-R関係の評価に不確定性をもたらす要因となっていますが、適用の容易さ等から現在でも多くの研究で用いられています。一方、タグ付きトレーサー法では、特定のソース領域でのみ光化学的に生成される仮想的なオゾン(トレーサー)を、注目したいソース領域の数だけモデル大気中で輸送させ、その分布を計算します。そして、計算された各トレーサーの濃度をもって、対応するソース領域からの寄与とします。この際、各トレーサーには自らが生成されるソース領域の名前が冠される(タグ付けされる)ため、このような手法名称が与えられています。タグ付きトレーサー法は、複数のソース領域からの寄与を一回のモデル計算で評価することができるため、多数のソース領域からの寄与を推定したいような場合によく選択されます。手法の原理から明らかなよ

うに、両手法で推定されるオゾンのS-R関係は必ずしも一致しません。エミッション感度法では、ソース領域におけるオゾン原因物質の排出量に起因するS-R関係が推定されますが、タグ付きトレーサー法では、ソース領域におけるオゾンの生成量に起因した推定がなされます。後者には他のソース領域で排出されたオゾン原因物質が、注目するソース領域に流れてきてオゾンを生成するような場合も含まれており、異なる手法によって評価されたS-R関係の比較には注意が必要です。

説明だけが続きましたので、少し実例をご紹介しますと思います。図1にタグ付トレーサー法を用いて評価した、2000年代前半における日本の地表オゾンに対する各ソース領域で生成されたオゾンの寄与を濃度 (ppbv) と割合 (%) で示しました。春季の日本では、自国内で生成されるオゾンの寄与が最も大きく、全体の20%程度を占めていることが分かります。同程度の寄与が成層圏から、そしてそれに続いて13%程度の寄与が自由対流圏 (地表の影響が少なくなる上空約2 kmよりの上の領域) および北米・欧州といった大陸を超えた遠隔領域からもたらされています。また、距離的にはより近い中国や朝鮮半島など東アジアからの寄与はそれらに比べると小さいです。ところが、夏季において状況は一変します。日本自身の寄与が倍増し、東アジアからの寄

与は余り変化しない一方で、成層圏や遠隔領域からの寄与は劇的に小さくなります。これは、季節による大気の流れの変化に加えて、紫外線強度が強くなる夏季には、オゾンの光化学的な生成と破壊の双方が活発化し、遠隔領域で出来たオゾンは長距離輸送中に破壊されてしまい東アジアまで届かない一方、東アジア域内では旺盛なオゾン生成が起こり、光化学的に破壊される前に日本に到達出来ることが一因と考えられます。

3. S-R関係評価のこれから

図1に示したS-R関係の評価例は各季節において、主に場所の違いに着目して設定されたソース領域からの平均的な寄与を求めたものですが、今後は更に詳細なS-R関係の評価が重要になると考えています。例えば、オゾンの濃度レベル別にS-R関係を評価し、日本の環境基準である60 ppbvを超えるような場合ではどのソース領域からの寄与が大きいのか、などを評価することができれば、より効率的な大気環境の改善に資することができるでしょう。また、場所の違いに加えて、ソース領域内の発生源種別 (セクター) 毎の寄与を評価する研究も始まっており、発生源対策の有効性や限界を把握する上ではこちらも重要な観点といえます。

広域化している大気汚染問題に対応するために

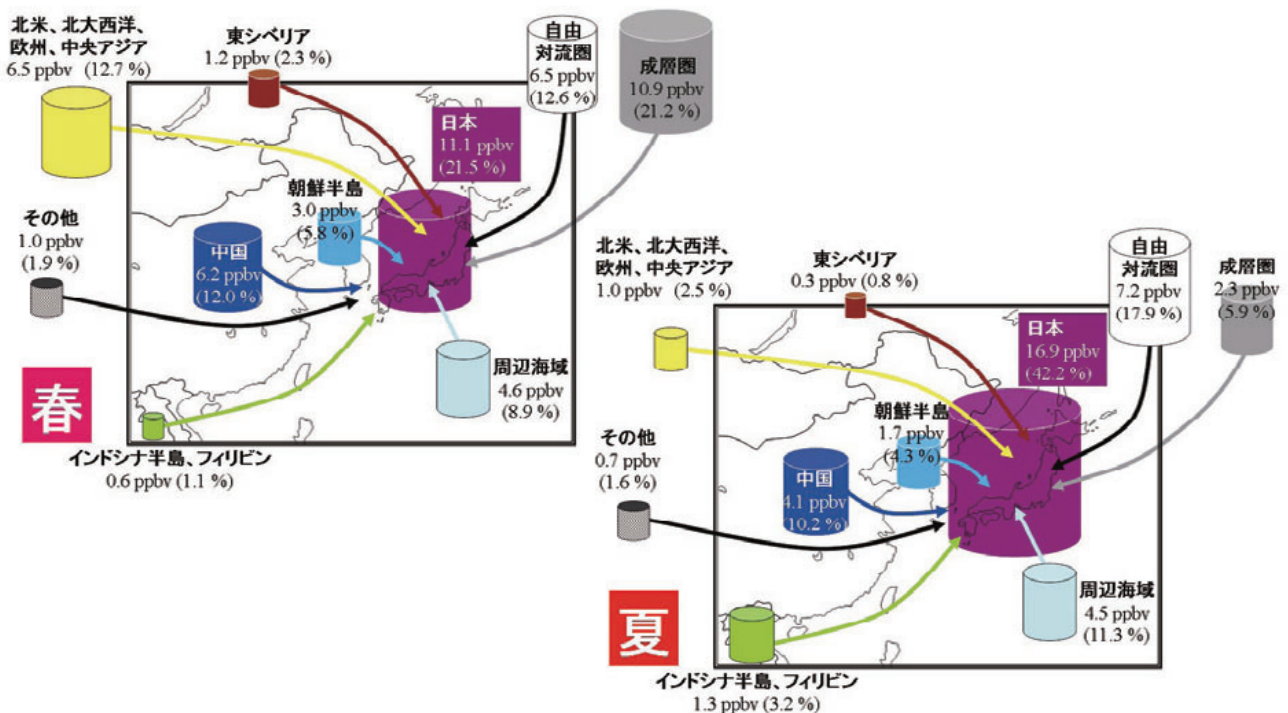


図1 タグ付トレーサー法で評価した、2000年代前半の日本の地表オゾンに対する各ソース領域からの寄与。左：春季，右：夏季。

は、今後も大気汚染物質のS-R関係を定量化し、その不確実性を低減して行くことが欠かせません。そのために我々の研究室では、数値モデルの改善や汚染物質排出量データの整備等を今後も積極的に進めていきたいと考えています。

(ながしま たつや, アジア自然共生研究グループ
広域大気モデリング研究室主任研究員)

執筆者プロフィール:

数年前から健康診断の基準が変わったらしく、「中性脂肪」の欄にそれまで見たことも無い星印が点灯してからはや2年になります。何かの間違いだと固く信じた1年が過ぎ、昨年からは蹴球同好会の皆様に遊んでいただいたり、極力自転車通勤にするなど、できるだけ身体を動かすようにしています。今年は勝負の3年目。星が消えてしまうのは、なんだか少し寂しい気もしますが、運動の効果が現れるのを期待する今日この頃です。



木漏れ日俤り

研究所構内の林では、マツ枯れのためと思われるアカマツの枯死など、毎年数十本の高木が枯れてしまい、ぽっかりと穴が空きます(写真1)。林の下は藪にならないように定期的に刈り入れをしているので、すき間を埋める木も育ってきません。時々補植をしてきたのですが、種類の選定にはとくに方針はありませんでした。しばらく前に植えたタブノキやマテバシイといった常緑広葉樹は元気に育っていますが(写真2)、こうした木ばかりが大きくなると林の中は暗くなります。明るい林床で咲く花(写真3)が消えてしまうと、散歩の楽しみも減ってしまいます。そこで、庭園的なところや道沿いの並木は別として、半自然的な林は明るい雑木林をイメージした植栽を進める方針を立て、昨年度末に落葉高木の苗を15種あわせて100本ほど植えました(写真4, 5)。選んだ樹種は筑波山麓に自然に生えているのを見かけるような樹種がほとんどです。低木の苗も約20種、200本ほど植えました。これらも自然に生えるような種類が中心で、花や実が楽しめるものを選びました(写真6)。植栽した木がしっかり根づいて元気に成長を始めるまで、長い目で見守ってください。これから育っていく林が地域の自然の一部となり、鳥、動物、昆虫の住処にもなることを期待しています。(竹中明夫)



写真1 何本もアカマツが枯れたあとのすき間



写真2 しばらく前に植栽した常緑のタブノキ

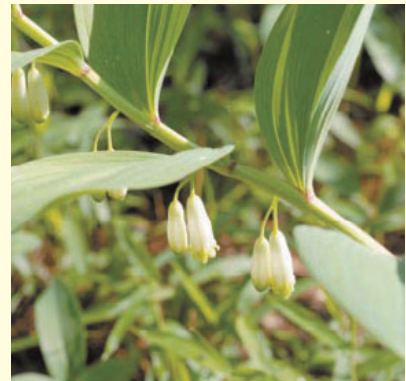


写真3 明るい林内で春に咲くアマドコロ



写真4 あらたに植栽したイヌシデ



写真5 同じく植栽のクヌギ



写真6 ウツギの花

科学技術週間に伴う一般公開「春の環境講座」開催報告

一般公開実行委員会事務局

4月17日（土）に国立環境研究所において科学技術週間に伴う一般公開「春の環境講座」を開催しました。当日は雪が舞う非常に寒い天候にも拘わらず、昨年を上回る**618名**もの皆様に足をお運びいただきました。スタッフ一同心より御礼申し上げます。

さて、今回の一般公開は「春の環境講座」のタイトルからもわかるように、研究所で取り組んでいるさまざまな研究分野の中から、家電製品とリサイクル、東京湾の魚介類と環境、地球温暖化などに関する7つのテーマについての講演会を開催いたしました。どの講座も多くの方のご参加がありました。展示コーナーでは、研究者の説明に熱心に耳を傾ける姿が多く見受けられ、環境問題が皆様の身近な関心事項となりつつあることを実感しました。

また、講座だけでなく、自転車発電や4つのタイプの電動自転車の試乗会、高所作業車による高さ12mからコンクリート面や樹木周囲の温度の違いを確認するなど、体験を通じて環境問題を楽しく理解できる参加型イベントにも多くの皆様にご参加いただきました。所内ミニツアーでは、研究所内を散策しながら普段見ることができない施設をご紹介しました。

私たちの生活の中には、テレビや新聞、雑誌などから環境問題についてさまざまな情報が発信され、環境について考える機会が非常に多くなってきました。そのような中で、一般公開は国立環境研究所の研究活動を研究者から直接知ることができる良い機会と思っております。今後も私たちの研究活動をよりわかりやすくご理解いただけるよう努力をしております。



「家電とリサイクル」の講演風景



球面ディスプレイでGOSATの観測データやシミュレーション結果を見て



所内ミニツアー
雨の中でも大人気！

「夏の大公開」開催のお知らせ

一般公開実行委員会事務局

7月24日(土)に国立環境研究所「夏の大公開」を開催します。普段ご覧いただくことのできない施設を公開するほか、サメやタコなど磯の生き物に触れることのできるタッチプールや生物多様性に関するクワガタ等の展示、MRI(磁気共鳴撮像法)で撮った脳の断面画像の展示、一般的なゴミの処理や関連するリサイクルに関するクイズ、電気自動車の展示、「ココが知りたい温暖化」の講演会など、子どもから大人まで環境問題を一緒に考えることのできるさまざまな企画を多数準備しております。

また、今年も産業技術総合研究所と協力してつくばエクスプレス(TX)つくば駅から無料循環バスを運行するほか、JRひたち野うしく駅から国立環境研究所までの無料シャトルバスの運行、当日限り使用できる「つくバス」乗車券の無料配付を予定しています。これに加え「つくバス(学園南循環)」については、路線バスの停留所「環境研究所」の近傍に臨時停車いたします。環境負荷の低減のため公共交通機関を是非ご利用ください。

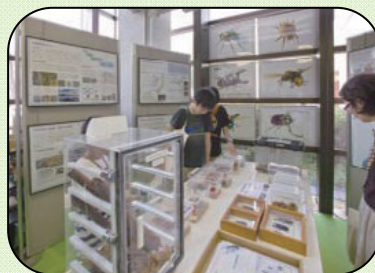
皆様のご来所をこころよりお待ちしております。

〈平成21年度の「夏の大公開」の様子〉

- 開催日時：平成22年7月24日(土)
9:30～16:00(受付は15:00終了)
- 場 所：国立環境研究所
つくば市小野川16-2
- 参加方法：当日受付・参加無料
(15名を超える団体については、事前にご連絡ください。)
- 問い合わせ先：☎029-850-2453



無料循環バス



生物多様性って何?



「ココが知りたい温暖化」講演会

新刊紹介

環境儀No.36「日本低炭素社会シナリオ研究－2050年温室効果ガス70%削減への道筋－」（平成22年4月発行）

環境儀No.36は、2004年度から2008年度にかけて環境省地球環境研究総合推進費で行われた「脱温暖化社会に向けた中長期的政策オプションの多面的かつ総合的な評価・予測・立案手法の確立に関する総合研究プロジェクト」の成果を取りまとめたものです。このプロジェクトは、2050年の二酸化炭素排出量を1990年比70%削減するための方策を具体的かつ定量的に検討したもので、国立環境研究所以外にも多くの研究機関、研究者が参画して実施されました。世界は2050年の温室効果ガス排出量を現状と比べて半減させる方向に向かっていますが、2009年のCOP15でも明らかなようにその実現は容易ではありません。しかしながら、低炭素社会の構築に向けた動きは様々なところで見られるようになりました。本号では、バックキャストと呼ばれる考え方で描かれた2050年の我が国の低炭素社会の姿（ビジョン）や、その実現に向けて取りまとめられた「12の方策」を紹介しています。

（環境儀No.36ワーキンググループリーダー 増井利彦）

人事異動

（平成22年6月1日付）

原澤 英夫 採用 社会環境システム研究領域長（環境省大臣官房付）



編集後記

今年は4月以降も寒い日が多かったように感じています。停留所で通勤バスを持つ間の寒さにはとても閉口しました。「これも、温暖化の影響!？」と訳の分からない独り合点をしています。科学的事実に基づく国環研ニュースですから、怪しい発言は、厳に慎むべきこと。でも、最近の天気は昔の天気と何処か違うと感じているのは私だけでしょうか。あのシトシトと風情のある降り方の雨はどこにいつてしまったのでしょうか。昔は

もっと気候の変化を楽しむことができたように思います。四季の変化を感じながら送る生活。そんな生活が貴重なものにならないことを密かに願っています。

これからも、多くの方々が季節の移り変わりを感じながら、この紙面を興味深く読んで頂くために、新しい話題を分かりやすい言葉で提供したいと思っています。

（M.M.）

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：環境情報センター情報企画室

☎ 029 (850) 2343 e-mail pub@nies.go.jp