

# 環境研ニュース

Institute for Environmental Sciences

第 44 号

2004年 1 月

## 新しい年を迎えて

### ～環境放射能安全研究について～

財団法人 環境科学技術研究所  
理事長 大 桃 洋一郎



明けましておめでとうございます。今年もよろしくお願ひ申し上げます。

顧みますと昨年は地球規模の異常気象により、海外で多くの犠牲者が出ました。青森県太平洋沿岸一帯は日照不足のため、1993年に次ぐ凶作となりました。この異常気象が温暖化ガスの排出によるものか、地球の周期変動によるものかは必ずしも明らかではありませんが、大気中の二酸化炭素濃度等の急速な上昇から、前者の寄与が強く疑われています。

異常気象は地球規模の環境問題であり、その生態系に及ぼす影響、社会、経済に与える影響は測り知れません。内分泌攪乱物質による生態系影響のような局地的な環境問題もあちこちで起きており、いつ地球規模の環境問題に発展するかわからない状況です。地球がすでにこれ以上の負荷に耐えられない状況に立ち至っているとすれば、「持続可能な開発」を進めるには、一方において環境への負荷を相殺し、更に低減する活動を展開しなければなりません。しかし国際協調が思うように進まないのが実情です。増加の一途をたどる世界人口に地球はどこまで耐えられるのか、それを人間自ら自覚するには生態系を構成する生物の相互関係を明らかにし、影響要因が生態系のどこに、どのように作用し、伝播し、どのような結果をもたらすかなどの基礎的な情報を整備する必要があります。単独の影響ばかりでなく、複合影響についての情報整備も欠かせません。

放射線（能）も環境に影響を及ぼす要因のひとつですが、これまで放射線に関する生物影響の主な研究対象はヒトでした。しかし近年ヒト以外の生物にも関心が向けられるようになりました。財団法人 環境科学技術研究所は、環境動態、環境シミュレーションおよび生物影響の3研究部と研究支援部門を有し、全天候型人工気象実験施設、閉鎖型生態系実験施設、低線量生物影響実験施設に加え、目下建設中の先端分子生物科学研究センター等、環境の安全研究に必要な最新のしかも他に例のないユニークな施設・設備を整備しています。これまでは専ら地域に特化した環境放射能安全研究を実施してきました。温暖化ガスの低減に寄与し、電気エネルギーの安定供給に必要な原子力に思いを致し、今後もその環境安全研究に最善を尽くします。新たに生態系に対する放射線影響およびあらゆる環境安全研究のベースになる生態系に関する上述の基礎研究に当研究所の潜在能力を生かしてゆきたいと思ひます。

# 研究最前線

## 環境研における環境中プルトニウムの測定

環境動態研究部 大塚良仁



プルトニウムは、1941年にグレン・シーボーグとその同僚が合成に成功した原子番号94番の人工放射性核種です。プルトニウム (Pu: Plutonium) という名前は、92番元素のウラン (ウラニウム、天王星=ウラヌスにちなむ) の二つ先の元素ということで、冥王星 (プルートー) にちなんで名付けられました。Pu は、はじめて大量に生産された人工放射性核種ですが、実は自然界でも超新星爆発由来のプルトニウム ( $^{244}\text{Pu}$ ) が極微量検出されるほか、痕跡量ですが自然界でもウラン ( $^{238}\text{U}$ ) の核反応により絶えず $^{239}\text{Pu}$  が生成されています。現在、日本の土壌や水中等で検出される Pu のほとんどは、1945年以降に行われた核実験に由来するものです。

Pu は、化学的毒性が強く、生物学的に危険な $\alpha$ 線を放出する核種も多く、かつ物理学的半減期が長いものが多いため、自然界における濃度分布や挙動を把握しておくことが環境安全評価上重要です。Pu 同位体には1年以上の半減期を持った同位体が7つあり、そのなかでも環境中の濃度と半減期の長さから $^{239}\text{Pu}$  (半減期24110年) と $^{240}\text{Pu}$  (半減期6564年) が重要です。この2つの Pu 同位体の存在比 ( $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$  同位体比) は、核実験由来のものと核関連施設由来のものでは異なるため、Pu 汚染源の特定と汚染規模の推定に非常に有効な指標として使われます。

Pu 分析には、Pu が放出する $\alpha$ 線を計測する分析法 ( $\alpha$ 線スペクトロメトリー) が一般的でしたが、近年ではこの分析法の1000倍以上の感度をもつ ICP 質量分析法が普及し始めています。一般環境中の Pu 濃度は非常に低いため、高感度の分析器である ICP 質量分析器での測定は非常に有効であり、少量の試料で迅速に分析することが可能です。さらに、 $\alpha$ 線スペクトロメトリーでは困難な $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$  同位体比も得られる利点があります。

環境研では、六ヶ所村に建設中の大型再処理工場稼働前の周辺地域における Pu のバックグラウンドを把握するために、平成13年度より ICP 質量分析器を用いた Pu 分析を開始しました。平成14年度には UTEVA 樹脂 (放射性核種抽出クロマトグラフィー用樹脂) を用いた Pu の化学分離と ICP 質量分析器を組み合わせた迅速 Pu 分析法を開発し、六ヶ所村及びその周辺土壌中の Pu 濃度及び $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$  同位体比の分析を行っており、年間100試料以上の分析を行っています。



## 「放射生態学と環境の放射線被ばくに関する国際シンポジウム」開催される

### 1. はじめに

このほど財団法人環境科学技術研究所(環境研)では、2003年10月22日から24日の3日間にわたり、「放射生態学と環境の放射線被ばくに関する国際

シンポジウム (International Symposium on Radioecology and Environmental Dosimetry)」を六ヶ所村の文化交流プラザ (スワニー) で開催しました。これまでに環境研では、8回の国際検

討委員会を開催し、そのうち環境放射生態学に関する会議は、表1に示す1997年、2000年と今回の3回です。本シンポジウムでは、総勢195名（海外から14名）の参加があり、同時通訳を介して行いました（写真1）。

現代の私たちの生活は放射性物質と密接に関連しています。原子力エネルギーの利用では原子力施設において人工の放射性物質が生成され、さらに、医療、教育、研究、産業等において放射性核種が広く利用されています。これらの放射性核種がひとたび環境に放出されると、種々の存在形態をとりながら環境中を移行し、循環して、最終的には人体に被ばくをもたらすことが考えられます。青森県六ヶ所村には、大型核燃料再処理工場を始めとする核燃料サイクル施設が建設されています。それを背景に、環境研では、青森県内を中心に放射性核種の環境中での分布と移行パラメータ並びにそれらに対する影響要因の解明を目的とした調査研究を実施しています。今回のシンポジウムでは、放射性核種の環境中での挙動と移行パラメータ並びにそれらへの影響要因に関し広く情報を交換し、環境放射生態学の専門家により国際的な検討を加えることを目的として開催しました。また、情報交換・検討の中で、環境放射能研究における近年のトピックスである環境防護の関連から環境自体が受ける線量についても情報交換を行いました。本シンポジウムは、1題の基調講演、3題の特別講演、口頭発表A～Gの7セッション（26題）およびポスターセッション（49題）の合計79題の発表が行われました（表2）。

## 2. 概 要

開会式では環境研を代表して大桃洋一郎理事長の歓迎の辞に続き、文部科学省、青森県および六ヶ所村から御祝辞を賜りました。その後、“Journal of Environmental Radioactivity”の編集委員長である Sheppard 博士は、基調講演 “Transfer parameter – when do we know enough?” で、放射性核種の環境中移行を評価するために用いられてきた移行パラメータは広い範囲にあり、そのため評価対象地域で求めた値を用いることが適当とされている。しかし、移行パラメータを支配する要因を明らかにすることで、これまでに求められてきた多くのデータの活用が期待され、そのために積極的な研究が必要と報告されました。本シンポジウムのテーマの一つである「環境の放射線被ばく」の理解を深めるため、東京大学名誉教授の嶋先生から “Comparative Radiation Biology: what we learnt from our studies on medaka germ cell mutagenesis”、および、独立行政法人国立環境研究所統括研究官の森田先生から “Environmental risks of dioxins and endocrine disrupting chemicals” について御講演頂きました。嶋先生は生殖細胞突然変異を実験的に研究するために、卵生生物であるメダカでしか得られない総突然変異という新たな遺伝学的指標を含むメダカ特定座位法を確立し、線量－効果関係等を解析した結果について報告されました。森田先生は、ダイオキシン類および内分泌かく乱物質の汚染状況を局地（地域）、日本、地球規模にわたり紹介され、これら有機汚染物質は地球規模で広がり、極低温の極圏で留まることを報告されまし



写真1 参加者集合写真

た。元放射線医学総合研究所の市川先生は、“Radioecological studies in early period of NIRS”と題し、①魚類の Sr-Ca 差別、②小麦と稲のフォールアウト<sup>90</sup>Sr および<sup>137</sup>Cs の直接吸収、③ヨウ素の母乳への分泌率について、「黎明期における放射線医学総合研究所の研究」を紹介されました。

それぞれのセッションとも、たいへん興味深い内容が多く、3日間で中身の濃いシンポジウムとなりました。そのうち紙面の都合上環境研の発表（口頭発表4題、ポスター発表8題）について以下に紹介します。塚田はイネにおける部位別<sup>137</sup>Cs および安定 Cs 濃度分布を調査し、イネにおける比放射能は一様にあること、イネに占める白米の乾燥重量は34%であるが、Cs は7%に留まり90%以上が非可食部に含まれていること、表層土壌からイネ地上部への<sup>137</sup>Cs 除去率は約0.003%であることを報告しました（セッションC）。植田は、尾駱沼における堆積物中の<sup>210</sup>Pb<sub>excess</sub> およびフォールアウト<sup>137</sup>Cs 蓄積量を評価し、それぞれ2.5~3.0および0.08~0.12 Bq cm<sup>-2</sup>であることを示しました（セッションE）。高久は ICP-MS にサイズ排除型クロマトグラフを結合し元素の形態分析を行った結果、琵琶湖および十和田湖水中ランタノイドおよびウランは40kDa の有機物と結合していること

を明らかにしました（セッションE）。長谷川は<sup>7</sup>Be の降下量と降水量を降雨期と降雪期に分けて検討した結果、雨滴と雪片で取り込み機構の異なることを指摘しました（セッションF）。他にポスターセッションで、五代儀は六ヶ所村および周辺市町村における家畜の飼料給与量の調査結果、箭内は六ヶ所村の水田における田面水と土壌溶液中アルカリおよびアルカリ土類金属濃度の季節変化、武田は青森県の農耕地土壌における分配係数、柿内は稀ガス質量分析装置を用いた<sup>3</sup>H 測定、山上はX線分析顕微鏡による Cs 濃縮株のスクリーニング、大塚は十和田湖水中<sup>210</sup>Pb および<sup>210</sup>Po 形態および季節変動、近藤は六ヶ所村沿岸海域における各種元素の懸濁粒子の分布と分解、川端は環境研の全天候型人工気象実験施設大型人工気象室を用いた大気エアロゾルの降雨による除去機構に関する室内実験の結果について報告しました。

### 3. おわりに

環境研で開催する国際検討委員会が秋の行事として広く関係機関から認められはじめ、多くの一般参加がありましたことは、たいへんな喜びです。晩秋で肌寒い日もありましたが天候にも恵まれ、講演時のみならずロビーでも活発な質疑応答が見受けられ、相互の研究の発展につながる良い機会

表1 環境研で開催した環境放射生態学に関する国際検討委員会

開催年月	テーマ
1997年10月	放射性物質の挙動に及ぼす気象の影響
2000年10月	環境における放射性核種の分布と存在形態
2003年10月	放射生態学と環境の放射線被ばく

表2 口頭発表およびポスターセッション（発表数）

口頭発表 (30)	基調講演 (1)
	特別講演 (3)
	セッションA ; 放射線生態学 (3)
	セッションB ; 環境の放射線被ばくとその管理 (2)
	セッションC ; 陸圏環境における放射性核種等の移行と分布 (8)
	セッションD ; 植物における放射性核種等の移行と分布 (3)
	セッションE ; 水圏環境における放射性核種等の移行と分布 (4)
	セッションF ; 気圏環境における放射性核種等の移行と分布 (3)
セッションG ; 放射性核種環境移行のモデル化 (3)	
ポスターセッション (49)	

であったと確信しています。環境研にとっても、この地において研究を進める重要な手掛りが得られましたことはたいへん大きな収穫であり、今後の研究を進めるにあたり多くの有意義な知見を得ることができました。プロシーディングスは2004年3月に出版の予定ですが、シンポジウムの内容について情報を入手したい方はアブストラクトやプロシーディングスに若干の余裕がありますので、連絡いただければ幸いです。



## 第113回環境研セミナー

講師：大阪府立大学 先端科学研究所

教授 奥本正昭氏

日時：平成15年9月29日（月）15：00～16：30

演題：p53, *Atm* ヘテロ欠損マウスにおける放射線誘発乳がんおよびリンパ腫の発生状況とがん抑制遺伝子領域

放射線を含む様々な生体ストレスに対して、細胞周期の停止やDNA修復、細胞死等の応答反応を調節・誘導することで個体の危機管理を行う p53 タンパク質は、その幅広い役割と重要性から「ゲノムの守護神」と呼ばれている。一方、毛細血管拡張性運動失調症 (atxia-telangiectasia) の原因遺伝子の *ATM* からつくられる ATM たんぱく質は、放射線被ばくにより DNA 二本鎖切断が生じると、これに応答して p53 タンパク質をリン酸化し p53 の分解を阻害する。このように ATM は放射線に応答した p53 の量的調節を行うので、この遺伝子が異常になると放射線による障害を上手く軽減できなくなり、放射線に対する感受性が高くなる。

奥本先生のグループは、上記の2つの遺伝子座がヘテロ欠損（野生型では各々の遺伝子について2つの正常遺伝子を持つが、ヘテロ欠損型では各々の片方の遺伝子が異常で機能しなくなっている）し放射線感受性が高くなっている遺伝子組換えマウスに癌を誘発し、生じた癌細胞でどの染色体領

本シンポジウムの開催に当たり御協力頂いた、文部科学省、青森県および六ヶ所村の関係機関に感謝するとともに、外国人招聘に関して御配慮頂いた埼玉大学松本史朗教授、放射線医学総合研究所内田滋夫博士と足立和子さんに感謝します。また、参加して頂いた皆様に厚く御礼申し上げます。

（塚田 祥文）

域がアリル（対立遺伝子）消失を頻発しているかについて調べられた。このマウスでは照射により乳がんが非照射のものより短い潜伏期間で高頻度に発生し、その乳がん細胞では8番や12番染色体などの領域でアリル消失が頻発していることを見出された。また、胸腺リンパ腫についての同様なデータもご紹介いただいた。

ヒトに癌を起こしやすい家系があるように、マウスにも照射により癌を誘発しやすい系統と、逆に起こし難い系統があり、癌を起こしやすくすることに關わる遺伝子（癌感受性遺伝子）が存在する。先生のグループはマウス4番染色体上にそのような遺伝子が存在するという結果を報告している。

放射線照射で誘発される癌の発生機構の研究を進める上で、新たな癌抑制遺伝子や癌感受性遺伝子の同定は非常に重要である。今回お示しいただいた貴重なデータにより、これらの遺伝子の存在領域について非常に有用な知見を得ることができた。（高島 貴志）



奥本正昭氏

## 第114回環境研セミナー

講師：広島大学大学院 理学研究科

教授 日 高 洋 氏

日時：平成15年11月13日（木）10：00～11：30

演題：オクロ天然原子炉のナチュラル・アナログ研究

日高先生は、長年、質量分析計を用いた同位体比測定及び微量元素分析に携わってこられ、日本における同位体地球科学研究の分野における若手の第一人者でもあられます。今回は、長年にわたり、フランス原子力庁と共同で研究を行ってこられたオクロ天然原子炉の地域におけるナチュラル・アナログ研究の成果についてご講演いただいた。

ナチュラル・アナログ研究は、放射性廃棄物の地層処分システムに関連するプロセス・材料に類似した天然の物質（ナチュラル・アナログ）を対象とし、地層処分システムに対して長期的なタイムスケールの中で起こりうる地球化学的プロセスを予測して核種の移行挙動をとらえ、室内実験データとの比較により、核種移行挙動の信頼性を得ることを目的としている。この研究は、低レベル放射性廃棄物埋設センターを持つ、六ヶ所村にと

ってもなじみの深い研究テーマである。また、今回の研究対象地域であるガボン共和国、オクロウラン鉱床は、P.K.Kuroda 教授が予言した天然原子炉理論が初めて実証された地域であり日本人にとっても意味深い地域である。

今回のご講演では、過去に全世界で行われてきたナチュラル・アナログ研究の歴史をわかりやすく紹介していただくとともに、広島大学で行われている最新の二次イオン質量分析装置を用いた、局所領域分析（nm～ $\mu$ m）により得られた、放射性核種のさらに細かい核種移行プロセスや周囲物質との相互作用についての研究成果についても紹介いただき、非常に興味深いご講演であった。

（高久 雄一）



日 高 洋 氏

## 短 信

### 放射線医学総合研究所—環境科学技術研究所 第2回研究協力会議開催される

独立行政法人 放射線医学総合研究所との第2回研究協力会議が、10月3日（金）、本館セミナー室において開催されました。

本会議は、相互の情報交換等を行い、より緊密かつ円滑な研究協力を図るために設置されたもので、事業概要および予算に関する報告後、主な研究成果が紹介されました。



第2回研究協力会議

## 「わくわく体験科学館」横浜町で 開催される

直接、見たり、触れたりすることによって科学の不思議に感動し探求することの楽しさを味わう場「わくわく体験科学館 ～体験しよう！科学とエネルギーのふしぎな世界～」(主催 横浜町、経済産業省資源エネルギー庁)が、横浜町トレーニングセンター(10月11日～13日)で開催されました。期間中、5,000名を超える多くの来場者で賑わい、連日来館した小学生も見受けられました。

環境研では、「放射線測定コーナー」において、霧箱とスパークチェンバーを用いた自然放射線の観察、身の回りの放射線測定、県内の屋外環境γ線線量率マップの掲示や蛍光X線分析装置を用いた指輪やネックレスの成分分析を実施し、たくさんの方々が体験しました。



放射線測定コーナー

をのぞいた来場者は、はじめて見る太陽の姿に驚いていました。放射線測定実演コーナーでは、空から降りそそぐ宇宙線の軌跡を観察できる「スパークチェンバー」、「霧箱」、「簡易型放射線測定器」による身の回りの放射線測定、「蛍光X線分析装置」を用いた指輪やネックレスの成分分析を実施し、たくさんの方々が体験しました。



スライム時計を作ろう!!



太陽望遠鏡

## 「ろっかしよ産業まつり」における理科教室・放射線測定実演

毎年恒例の「ろっかしよ産業まつり」(10月25日(土)・26日(日)、尾駁漁港特設会場)において、環境研理科教室および放射線測定実演会を実施し、約1,800名の方々が来場しました。

理科教室「スライム時計を作ろう!!」では、幼稚園児から大人まで多くの方が、ペットボトルを利用したスライム時計作りに挑戦し、用意した材料が2日目の正午にはなくなるほどの賑わいでした。

太陽の表情を見ることができる太陽望遠鏡を展示しました。折しも、太陽面上に2つの巨大な黒点とプロミネンスが出現した時期で、太陽望遠鏡

## CNN “ミニ地球” を取材

持続可能な開発の考え方に基づいて、地球を変える可能性のあるアイデアや取組みを世界へ放送



CNN取材クルーと新田研究部長(10月7・8日)

する CNN インターナショナル“Global Challenges” (30分番組) に、閉鎖型生態系実験施設“ミニ地球”が取り上げられました (日本時間12月14日午後10:00)。

## 日本科学未来館 館長 毛利 衛 氏 ご視察

日本科学未来館の館長で宇宙飛行士の毛利 衛氏が、12月3日環境研を訪れ、閉鎖型生態系実験施設“ミニ地球”をご視察されました。

タイトなスケジュールにもかかわらず、ユニークな施設を前に、新田環境シミュレーション研究部長としばらく討論をされるなど、強いご関心を示されました。また、二名の居住実験主任者 (Eco-



制御室にて



毛利 氏とミニ地球スタッフ

naut) 小松原・篠原研究員には熱い激励のお言葉と固い握手をいただきました。

## 新 職 員 紹 介

生物影響研究部  
香 田 淳



12月1日付けで環境研に赴任し、生物影響研究部に配属されました。この季節からの青森県に住むということで寒さと雪をある程度は覚悟しておりましたが、赴任して早くも雪の洗礼を受け、路面が完全に凍結するような寒さに驚いております。また大学以降出勤場所に非常に近い場所に住んでおり通勤は自転車か徒歩で5分といったところでしたので、こちらに来ていきなり1時間のバス通勤と生活リズムが大きく変わりました。今のところ冷え込みもあり少々朝がキツイです。(早く慣れないといけません)

環境研にくるまでは学位取得後ポスドクを3年弱やっておりましたので、そういうわけで新人ですがあまり若くはありません。研究は大学時代から通して、ゲノムを視覚化してみることができる方法である蛍光 in situ hybridization (FISH)法を使って細胞、核、染色体、DNA fiber 上でDNA複製、遺伝子発現について研究してきました。環境研では、それらの技術を組み合わせ新たな線量評価研究を展開していきたいと考えております。環境研での仕事は大学や前職の研究所とも分野が多少異なり勉強することだらけですが、出来るだけ早く皆さんに追いつけるよう頑張っていこうと思います。よろしくお願いたします。

環境研ニュース 第44号 2004年1月

〔編集発行〕 財団法人 環境科学技術研究所

〔編集責任者〕 広報連絡委員会委員長 小山 兼二

青森県上北郡六ヶ所村大字尾駈字家ノ前1番7

☎ 0175-71-1200(代) FAX 0175-71-1260 URL: <http://www.ies.or.jp>

〔印刷〕 (有)アート印刷