

# 放医研 NEWS

NATIONAL INSTITUTE OF RADIOLOGICAL SCIENCES

## 03

2013 No.179



HIMAC物語

快適な治療は  
固定具から

鶴岡伊知郎

どんな仕事、こんな仕事

福島復興支援本部  
環境動態・影響プロジェクト

久保田善久



放医研“一般公開 2013”、春に開催!

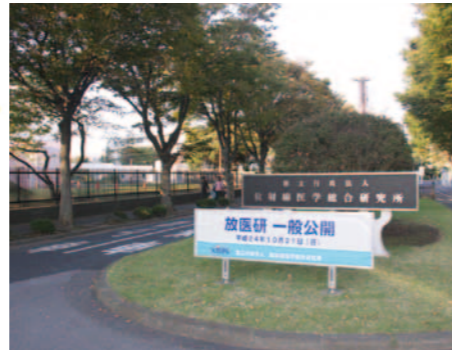
放医研ってどんなところ?  
~行って、見て、聞いて、放射線についてもっと知ろう!~

2013年4月21日(日) 9:30am ~ 4:30pm (4:00 受付終了)

放医研(放射線医学総合研究所)が毎年開催しているイベント、“一般公開”が、今年は春にやってきます。これは、放医研が日頃行っている研究活動や重粒子線がん治療などについて、一般の方々により身近に接していただき、放射線についてもっと知ってもらおうというのが目的で、会場の展示やアトラクションに参加していただき、ぜひ楽しんでいただきたいと思います。ご家族、お友達をお誘い合わせのうえ、ぜひお気軽においで下さい。スタンプラリーでプレゼントも用意しています!



写真は昨年の“一般公開”より



A letter from Austria

海外で活躍する NIRS スタッフからのレター

放医研では、海外の大学や研究機関等にも職員を派遣しています。冬のウィーンから、IAEA(国際原子力機関、オーストリア)に出向中の安東裕世・放射線防護研究センター専門職のレターです。

”私が IAEA で勤務を始めてから約 8 か月になります。放医研は IAEA の協働センター (IAEA-CC) に指定されていますので、放射線生物影響・重粒子線治療・分子イメージングの 3 分野の協働事業を円滑に進めるために、連絡調整や情報収集を行うことが私のこちらでの主な任務です。2013 年は、4 年間の IAEA-CC としての指定期間の最終年に当たります。今期の活動のまとめと第 3 期の指定に向けた手続きを進めることが、私の在勤中で一番大きな仕事になるのではないかと思います。こちらでの生活や仕事の進め方にも何とかなじんできましたので、引き続き、貴重な経験をさせてもらっていることに感謝しながら仕事に取り組みたいと考えています。”



安東さん(前列中央)と職場のみなさん



NIRS スタッフが勤務するウィーン・インターナショナル・センター (V.I.C.)



国際オープンラボラトリー成果報告会

International Open Laboratory Progress Report Meeting

2013年1月22日

1月22日、放医研にて、平成24年度国際オープンラボラトリー成果報告会が行われ、Prof. Jac Nickoloff(コロラド州立大学)、Dr. Emanuele Scifoni(重イオン研究所:ドイツ)をはじめ、各ユニットリーダーとそのメンバーが講演を行いました。多くの若手研究員も壇上に上がり、研究成果を発表。今後に期待が膨らみます。このような国際オープンラボの研究や活動は、かなりの部分が寄付金によりサポートされています。



韓国済州国立大学病院と協力覚書を締結

2013年1月18日

放医研の国際協力活動が活発に行われるなか、韓国の済州国立大学病院との間で、重粒子線がん治療を含めた放射線科学の分野での相互協力の覚書が締結されました。医療関係者の育成と医学研究で知られ、先進医療機器の設置に熱心な同病院は、重粒子線がん治療施設の導入などで放医研に協力を依頼。放医研は、群馬大学等で実績のある協力体制で応え、海外ネットワークづくりをさらに推し進めています。



「第2回国際シンポジウム

東京電力福島第一原子力発電所事故における初期内部被ばく線量の再構築」を開催

2013年1月27日

The 2nd NIRS Symposium on Reconstruction of Early Internal Dose in the TEPCO Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Accident

1月27日、国際交流会議場(東京・お台場)にて、第2回国際シンポジウム「東京電力福島第一原子力発電所事故における初期内部被ばく線量の再構築」を開催しました。放医研では、前回のシンポジウムで得られた様々な情報に基づき、国内外の専門家の協力を得ながら、福島県における初期内部被ばく線量の推計作業を進めてきました。今回のシンポジウムでは、放医研からの結果報告とともに、今後の課題等について議論を展開、また、環境モニタリング、ホールボディカウンタによる内部被ばく線量計測、放射性核種の大気拡散シミュレーションなどの関連する講演が行われました。専門的な内容ながら、一般の方々の関心も高かったのが印象的でした。





# HIMAC物語

治療を支える人、技術、そして、思い

世界の期待を集める重粒子線がん治療。巨大な加速器 HIMAC をはじめとする多くの分野の技術が組み合わされて実現する、この最先端治療には、医師はもちろん、必ずしも表舞台には登場しない、数多くのスペシャリストたちが関わっています。本シリーズでは、重粒子線がん治療を支える人たちへのインタビューを通して、その技術やがん治療にかける思いを紹介していきます。



診療放射線技師  
鶴岡伊知郎 (つるおか いちろう)

第6回

## 快適な治療は固定具から

重粒子線がん治療は、患者さんが楽な姿勢のまま行えるのが理想。同時に、複数回にわたる照射の精度を高めるためにも、患者さんの体を正確に固定することが必要です。同じ姿勢を繰り返し再現できるように、一人ひとりの患者さんのためにカスタマイズした手作りの固定具が、その鍵を握っています。診療放射線技師の鶴岡さんに話を伺いました。



### 治療に合う楽な姿勢を求めて

「固定具製作は、基本的に4名体制で行われます。私たち放射線技師が2名、曜日替りの医師と看護師が各1名です。医師が立ち会うのは、事前の担当医からのオーダーに対し、私たちの方から、照射現場のことを考えるとこうした方がいいのではないか、という新たな提案が出た場合、その場ですぐに結論を出してもらうためです。看護師は、患者さんの状態を見守るという意味もありますが、女性の患者さんが増えたこともあり、こんな胡散臭(うさんくさ)いおじさんたちに、一人で囲まれるのは不安ではないかということで(笑)、数年ほど前から、常時ついでらうようにしました。患者さんについて語る鶴岡さんの口調には、ユーモアと温かみがあふれています。

患者さんは多い時で1日8名、平均すると5名位だそうです。がんの部位によって、固定具を製作する難しさは変わるのでしょ

うでしょうか。「部位というよりも、患者さんの状態ですね。痛みがひどく、じっとしているのがつらい人は、照射に求められる姿勢と、その人が30分程度は耐えられる姿勢の両方を同時に満たす体位を探さねばならないという難しさがあります」。固定具製作の所要時間は30分という想定ですが、基本的にその時間内で終わることは殆ど無く、時には、姿勢を決めるだけで1時間程度を要することもあるそうです。

### 固定具製作の流れ

～最先端治療を支える秘密兵器とは?～  
姿勢が決まったら、いよいよ固定具の

製作が始まります。固定具は身体を下から支える凹状の型と、上から覆うシェルの二つで構成されます。

「はじめに下の型をつくります。ピーズ状の樹脂と水を吸うと固まる接着剤を詰めた布製の袋が、型材となります。布の上から霧吹きを押し当てるようにして水を入れ、ある程度の柔らかさになったら、患者さんに寝ていただき、事前に決めていた体位をとっていただきます」。10分程度で樹脂は固まり、凹型が完成します。

「下の型が固まったら細部を加工するために、いったん患者さんには、起き上がって休んでいただき、その間にシェルの準備をします」。シェルの材料となるのは、白いシート状の樹脂です。このシートは、ヒーターで70℃程度まで温めると、透明に変わり、柔らかくなります。

「そのままでは患者さんが火傷(やけど)してしまうので、体に当たる部分を40℃強になるまで冷まします」。ここで登場するのが、たくさん用意されている団扇(うちわ)です。

「扇風機などの機械を使うと一様に温度が下がり、シート全体が硬くなってしまいうため、体にフィットさせることができません。体に当たる部分は冷まし、その他の部分は、軟らかいままにしておく必要があります。固定具は患者さん一人一人に合わせるオーダーメイドなので、きめ細かな調整のきく、アナログな方法が効果を発揮します」。

たいていの患者さんが、団扇でシートをバタバタあおぐ鶴岡さんたちの姿を見て、笑い出すといいます。「最先端の治療を受けに来たらあまりに身近なものが使われているからホッとするのでしょ

### 緊張や不安や頑張りを取り除く

うか?笑うことで、余計な緊張がほぐれますから、それも良い点ですね」。熱が取れたら、患者さんの上にかぶせ、水や扇風機の風を当てて、冷やして固めます。この時間は10分程度です。



患者さんの体を覆うシェルを製作します。



患者さんの体を下から支える型を製作します。



ら、患者さんは無意識のうちに、体位の微調整を繰り返すこととなります。例えば位置を合わせる時に、右に2ミリだと修正して、再チェックすると、今度は左に2ミリずれているというようなイタチゴッコが発生しやすくなります」。

照射がスムーズに行われるように、緊張や不安、力みを取り除いた状態で、固定具をつくるのが自分たちの役目だと鶴岡さんは語ります。

「そのため、患者さんには積極的に話しかけるように心がけています。患者さんは全国からいらっしゃるので、その土地のことや食べ物のことを話題にすることが多いですね。傍(はた)から見れば、本当に仕事をしているのかな、と不謹慎に思えるかもしれませんが(笑)」。和やかな固定具室の風景が目につかびます。

リラックスして楽な姿勢をとっていたと同時に、つくる側にも注意点があるそうです。「あまりガッチリ固めてしまっ

### HIMAC誕生に立ち会う

子どもの頃から機

械が好きで、いろいろなものを分解したり、組み立てたりして遊んでいたという鶴岡さんは、工学部への進学を希望していました。「試験の日程が空いてしまい、ボンヤリしているのは良くないと、たまたま医療短大も受けたら、そこしか受けられませんでした(笑)」。



安心して治療を受けていただけるよう、スタッフ一同努力しています。

卒業後、地元大阪で放射線技師として職に就いて間もなく、たまたま訪ねた母校で、恩師からHIMAC行きを勧められました。「放医研自体は、教科書に載っているような施設ですから、もちろん知っていました。そこで、当時としては世界で唯一の医療用の重粒子線加速器がつけられるという。そんな面白そうな所に行かない手はない!」。機械好きの血が騒ぎ、就職したばかりの総合病院を後に、HIMAC開設前の放医研にやってきました。

「幸せなことに、第1号の患者さんから立ち会うことができました。厳密に言えば、その前の動物実験の段階からですけど…」と、開設当初の忙しさから伸ばし始めたトレードマークのヒゲをなでる鶴岡さん。まさに、HIMACを支えてきたバイオニアの一人です。





どんな仕事、こんな仕事

# 福島復興支援本部 環境動態・影響プロジェクト

Project for Environmental Dynamics and Radiation Effects  
Fukushima Project Headquarters

## 緊急時にこそ力を発揮する地道な放射線影響の研究

福島復興支援本部の「環境動態・影響プロジェクト」には、人を取り巻く環境への放射線の影響について研究をしてきた研究者が携わっています。現在、福島県の居住が制限された地域に生息する生物への放射線の影響について調査研究を重ね、放射線の影響が認められるのか、どうすれば元通りの環境を取り戻し、元の生活に戻れるのかという重要なテーマに取り組んでいます。プロジェクトのサブリーダーを務める久保田善久さんに活動の様子を聞きました。

**久保田善久**  
YOSHIHISA KUBOTA  
サブリーダー



### 復興支援本部の構成

2011年3月11日に発生した東日本大震災の影響で、東京電力福島第一原子力発電所の事故が起こりました。大量の放射性物質が放出され、福島県を中心に広範な地域が汚染されました。復興支援本部は、この福島原発事故によるさまざまな問題に対応することを目的として、2012年5月に発足しました。所属する職員は78（兼任含む）名です。

復興支援本部は、私が所属する「環境動態・影響プロジェクト」と「健康影響調査プロジェクト」、「長期低線量被ばく影響プロジェクト」の3つを中心に構成されています。

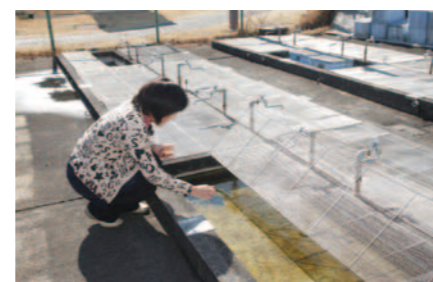
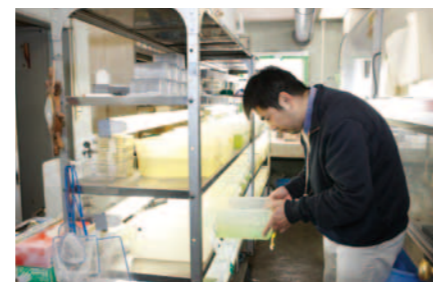
「健康影響調査プロジェクト」は、福島県民や福島原発事故の復旧作業に携わった方々の健康影響を調べることを目的としています。「長期低線量被ばく影響プロジェクト」は、長期にわたる低線量の放射線被ばくが、どのような影響を及ぼすかを研究しています。私たちも、被災された方々の今後の健康管理に役立てるとともに、どうすれば放射線の影響を減らせるか、その方法を提案していきたいと考えています。

私が属する「環境動態・影響プロジェクト」は、環境中の生物を指標として放射線の環境影響を調べるグループと、今回放出された放射性物質が、時間とともに、環境中をどのように移動するかを研究し、さらに放射性物質を正確に計測するための技術開発も行う環境動態のグループに分かれています。私は前者のグループに所属しています。

### 環境と放射線、その調査方法

1990年くらいまで、放射線の影響研究は、ほとんどがヒトを対象としたものでした。ところが90年代初頭から環境問題に対する関心が非常に高まり、放射線が環境にどのような影響を及ぼすかを研究する必要性が叫ばれるようになり

ました。今回の事故は、私たちが実験動物や植物を使って、放射線の影響を調べる準備を進めていた矢先のことでした。そこで、実験室で人工的に放射線を当てて調べる実験研究を、福島県におけるフィールド調査に切り替えることになりました。



現地調査し試料を採取



事故発生から今までに十数回ほど、立ち入りが禁止されている警戒区域や計画的避難区域に入り、調査を行ってきました。調査対象は、動物では野ネズミ・サンショウウオ・メダカ、植物ではスギとマツです。

これらの生物は、ゲノム（1つの細胞の中にある遺伝情報のすべてを指し、実体はDNA分子）が大きいことを基準に選んでいます。ゲノムが大きいほど、放射線に対する感受性は高くなります。理由は、放射線はDNAに特異的に傷を作って、生物に影響を与えますが、的（まと）が大きいほど傷つける確率が高くなるからです。

野ネズミは哺乳類なので、生物の中でも大きなゲノムをもっています。また、代表的な実験動物であるハツカネズミに近い動物であり、調査や実験の手法が確立していることも利点のひとつです。

サンショウウオは両生類の中で一番大きなゲノムをもっています。また、マツやスギといった裸子植物は、イネのような被子植物と比べ、非常に大きなゲノムをもっています。メダカは、ヒトやマウスに比べて、放射線に対する抵抗性は高いのですが、水に棲んでいるものを調べる必要性から選びました。

私は野ネズミ（アカネズミとヒメネズミの2種類）を担当しています。放射線の影響を調べる指標として、リンパ球の染色体異常を用いています。

リンパ球は長期間休眠状態で存在し、ある時、突然目を覚まして、分裂を始めます。放射線が当たった休眠状態のリンパ球を人為的に分裂させるとその時に、染色体の異常を見つけることができるの

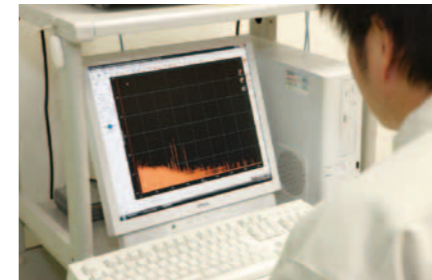
で、放射線を被ばくしてから時間が経っていても、その影響を検出できる良い指標なのです。

### 野生生物を調べる難しさ

私は、農学部の獣医学科出身ですが、これまでは実験動物しか扱ってきませんでした。そこで、野ネズミの捕獲には、共同研究を行っている一般財団法人自然環境研究センターの協力を仰いでいます。100匹以上の個体を集めました。捕獲に成功するのは、トラップ10個につき1個くらいで、研究に必要な数を捕



ゲルマニウム半導体検出器により試料中の放射能を測定。



試料中の放射能セシウムのスペクトル解析

獲することに苦労しています。

染色体異常の発生は、放射線の被ばく線量に大きく依存します。総線量は、〔1日の被ばく線量×生きた日数〕なので、何日生きた個体なのか知ることが重要です。そこで、歯の摩耗状態で月齢を推定しようとしています。

繁殖させて遺伝的な影響を調べることも重要ですが、今日（こんにち）でも、人工的な飼育下での野ネズミの繁殖は難しいと言われています。

人が避難したことによる環境の変化も無視することはできません。福島には田畑が多くあります。事故後1年目はそれほど目立ちませんでしたが、2年目を迎えた昨年の夏は、広大な田んぼや畑が黄色い花を付けたセイタカアワダチソウで埋め尽くされ、環境が大きく変化していることを実感しました。私たちは、ヒメネズミとアカネズミを調べていますが、たまたま民家に住みついていたと思われるハツカネズミも捕まります。人がいなくなったことで餌不足になり、野に出てきたことが原因であると言われています。個体数の変化は環境影響を調べる良い指標ですが、生物によっては人がいなくなったことによる影響が非常に大きく、染色体異常など他の指標で放射線の影響を調べる必要があります。

### 福島への思い

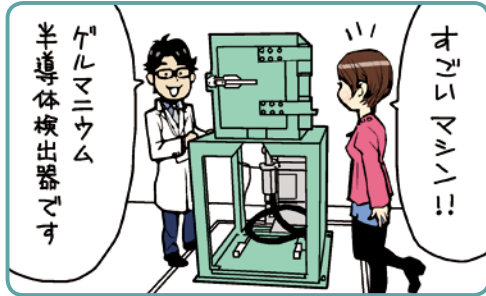
放医研に入所して30年以上、ずっと実験によって放射線が生物に及ぼす影響を調べてきました。今回のようにフィールドに出て調査を行うことは、思いもよらぬことで、研究生活の大きな転機となったと感じています。

講演会などで、避難を余儀なくされている福島の方々に接すると、非常に胸が痛みます。今回のプロジェクトは、研究者として果たすべき使命だと思っています。福島で起こっていることの実態を科学的見地から、しっかりと着実に明らかにし、将来に役立てたいと考えています。

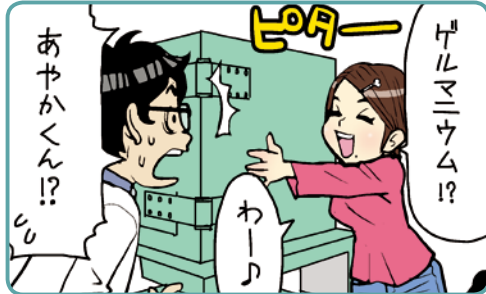


## ゲルマニウムと言えば？

## 用語解説



# ゲルマニウム半導体検出器って？



**環** 境中にどのような放射性物質がどのくらい含まれているのか、これを高い精度で調べるために使われているのが、ゲルマニウム半導体検出器です。

放射性核種はそれぞれ独自のエネルギーを持った放射線を出しますが、この検出器は、測定するものから出る放射線（ガンマ線）をゲルマニウムの半導体で受けて、そのエネルギーを分析することによって、中に含まれる放射性物質の種類（核種）と放射線量を測定します。他の原理による検出器よりもエネルギーを緻密にチェックし、複数の核種を同時に測定できるのが特長です。例えば、半減期が異なるセシウム 134 とセシウム 137 や、自然放射性物質のカリウム 40 を区別することができます。

原発事故による放射性物質の影響を正確に把握するためには、こうした優れた機器が欠かせません。



作 PECO

## 数字でみる 放医研 トリビア

# 2924

昨年10月の放医研一般公開の来場者数です。放医研では、日頃の研究活動を広く皆さまにご紹介するため、年に一度、研究所を一般に公開するイベントを行っています。さまざまなテーマの講演会や、実験体験コーナー、パネル展示などを通じて、地域や年齢を問わず楽しめる一日になるよう、半年ほど前から準備をはじめます。スタッフ一同、最新の知見が子供たちにも分かりやすく伝わるように心がけており、普段は世界の科学者を競争相手に、実験や論文執筆にいそむ研究者も、この日ばかりは科学好きのお兄さん・お姉さんに変身します。昨年・一昨年と秋に開催時期をずらしていましたが、今年は従来の春に戻し、4月21日の公開を目指して準備を進めています。より多くの方々のご来場を、桜咲く放医研でお待ちしております。

## 寄付金のお願い

放医研は、職員一同、研究成果の社会還元を常に意識しながら努力し、放射線科学・放射線医学分野の世界的な拠点として活動してまいります。

放医研の活動に対する皆様方の  
あたたかいお力添えを是非ともお願い申し上げます。

お問い合わせ先：事務担当係 総務部総務課総務係  
TEL：043-206-3004（ダイヤルイン）E-mail：soumu2@nirs.go.jp

## 今月の表紙

福島復興支援本部環境動態・  
影響プロジェクトのみなさん。

## 編集後記

放医研ニュースがカラー8ページ版となってはや1年！

今月号の「どんな仕事、こんな仕事」では、福島復興支援のための研究活動を紹介しています。現地と密着した地道な取り組みですが、より多くの方々に関心をもっていただければ幸いです。（く）