

## NEWS REPORT

## 放医研の重粒子線がん治療登録患者数が延べ3,000名に到達 -2007年1月26日 東京国際フォーラムでの公開市民講座で成果を 発表-

### ■ 成果の概要

(独)放射線医学総合研究所(放医研)の重粒子医科学センター(辻井博彦センター長)は、去る1月26日、東京国際フォーラムで開催した千葉大学との共催による公開市民講座で、重粒子線がん治療の登録患者数が、3,000名(うち、高度先進医療は1,000名)の大台に達したことを発表した。

重粒子線がん治療装置(HIMAC)を用いて1994年6月より開始した重粒子線がん治療の登録患者数は、2005年度末には2,629名に達し、その後も順当に進捗して2006年11月13日には、延べ3,000名の登録患者数に到達しました。

重粒子線がん治療は、なんらかの理由で手術の困難ながんや、従来の方法では治療が難しいがんの治療法として優れた治療成績を上げ、2003年11月からは、厚生労働省承認による先進医療としての治療を開始している。こうした中で、患者数の多い非小細胞型肺癌や肝細胞がんなどは、研究の進展に伴い、適性線量を用いた短期間の小分割照射によって、さらに高い治療効果が得られることが認められたことから、照射回数の短縮が図られ、結果として登録患者数の増大に貢献。例えば、臨床試験開始時点では、6週間18回照射による第I/II相臨床試験で開始された非小細胞型肺癌は、現在1回照射による治療を実施、肝細胞がんでも2回照射による治療まで短縮されている。

また、通常の放射線治療では、平均40回と多くの照射回数を要する前立腺がんについても、重粒子線治療では16~20回(4~5週)まで治療回数(期間)が短縮されている。重粒子線がん治療全体の平均照射回数は12回となっており、他の放射線治療による照射回数より大きく短縮されている。この実績は、固形がん治療において、外科治療と並ぶ第一選択肢としての重粒子線治療の可能性を大きく高め、難治性患者の身体的負担を軽減すると同時に、稀少な重粒子線がん治療施設を効率的に運用する面からも注目されている。

### ■ 背景と今後の展開

放医研の重粒子線がん治療に対する評価は海外においても注目を集めている。特にヨーロッパ諸国における評価は高く、既に原子核実験用の重イオンシンクロトロンを用いて治療を開始しているドイツ・ダルムシュタットの重イオン科学研究所(GSI)を初めとして、ドイツ(ハイデルブルグ)、イタリア、オーストリア、フランスでは、炭素イオン線を用いた治療を目指した新しい施設の建設計画が進行している。最近では、イタリア・ミラノ郊外のパヴィアにおいて治療施設を建設し、同国の粒子線治療を推進してい

るCNAO財団と放医研は、合同シンポジウムを開催し、欧州における重粒子線治療を牽引する研究協力協定を締結した。

こうした中、放医研による重粒子線がん治療の登録患者数が、3,000名を超えたことは、世界に類を見ない臨床治療データ数を蓄積することになり、国際的にも顕著な優位性を示すものとして注目されている。

放医研は、国内において重粒子線治療装置小型普及機の建設計画を進めている群馬大学との協力を手始めとして、同治療法の全国的な展開を図ることとしており、また海外においては、世界で最も豊富な重粒子線がん治療の臨床治療実績をもとに、治療法の国際化を推進する国際ネットワークの構築を目指すという。

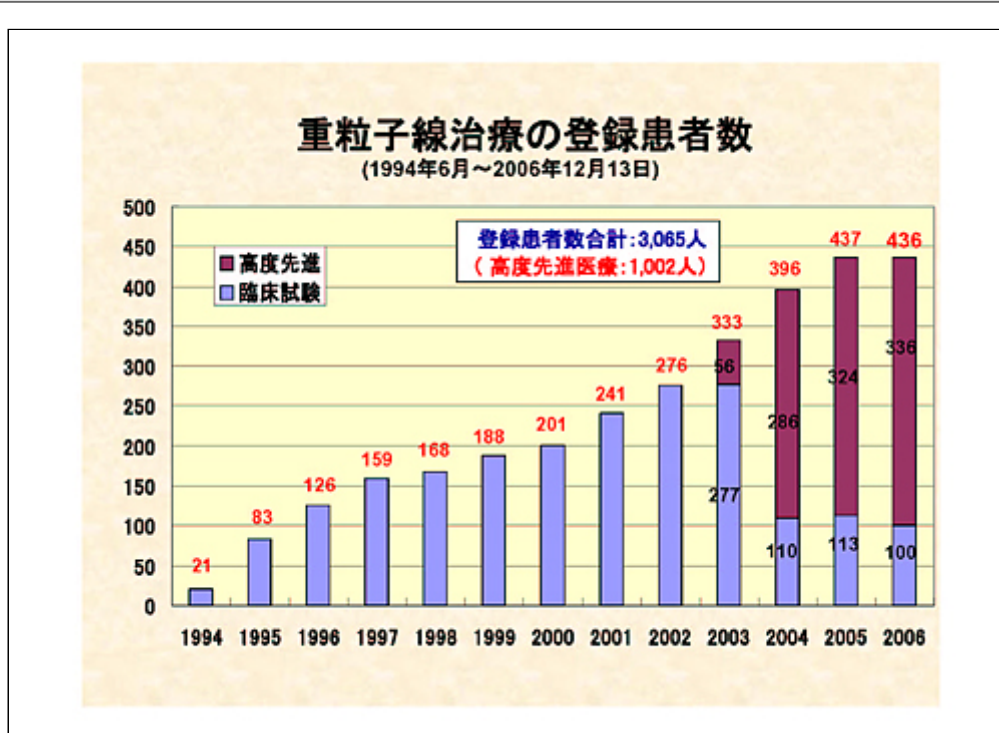


表-1 放医研における重粒子線治療の登録 患者数推移

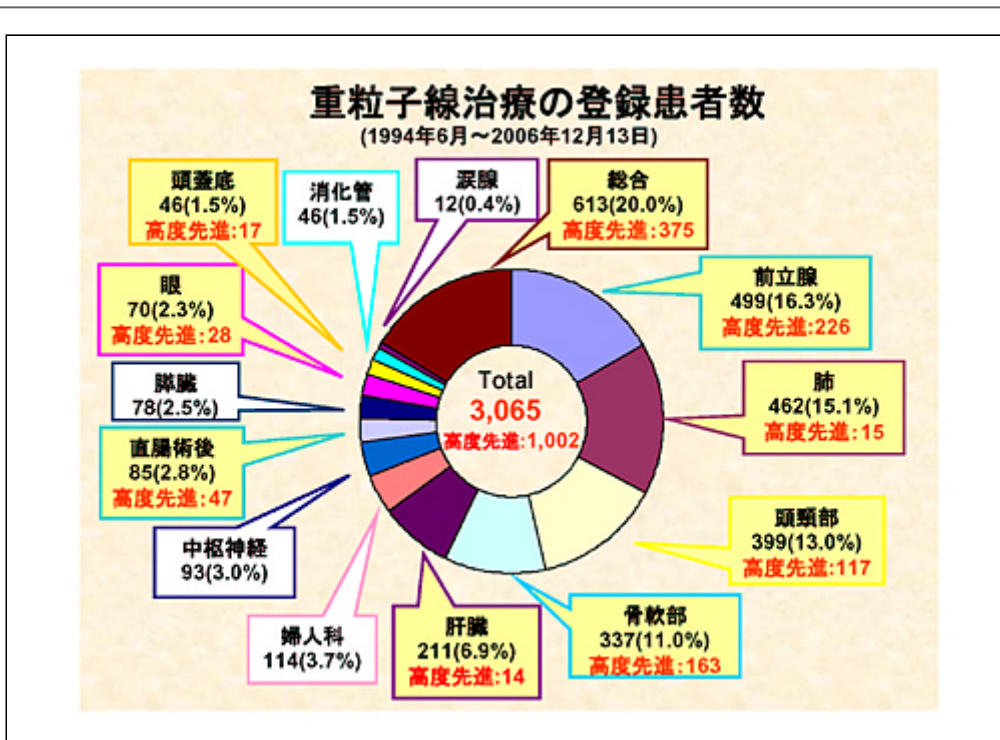


図-1 放医研における重粒子線治療の部位別 登録患者数

## TOPICS

**「メダカを利用したこれからの放射線影響研究」について議論  
- 放射線防護研究センター主催でセミナーを開催 -**

去る平成18年12月19日午後、放射線防護研究センター主催で「小型魚類メダカを利用したこれからの放射線影響研究」をテーマにしたセミナーが放医研で行われました。このセミナーは、同センターの環境放射線影響研究グループ(代表:吉田聡GL)が事務局となり、放医研におけるメダカを用いた研究の今後の方向性を探るとともに、国内での共同研究の可能性を検討することを目的に開催されたものです。

メダカは、近年急速にゲノム情報の整備が進み、ゼブラフィッシュに匹敵する、現代的モデル生物として大変身を遂げています。そのため、メダカを用いた研究を行っている国内の代表的研究者を招き、様々な分野における最先端研究に関する情報交換と意見交換を行いました。その内容は別掲の通りです。

このセミナーが開催された背景には、国内外において、小型魚類を利用した遺伝学・生物学的研究や環境影響研究が盛んになっていることがあげられます。また、放医研にはメダカを使用した放射線影響研究の伝統と実績があり、それを今後、独自の研究資源として最大限に活かそう、という放医研の研究将来構想があります。

セミナーでの講演内容をごく簡単に紹介します。

まず、放射線の遺伝影響研究で世界的に高名な、嶋 昭紘(環境研所長)によるオーバービュー講演からはじまりました(写真-1)。



**写真-1** 講演風景。放医研内外より90名を超える来場があった。講演しているのは嶋昭紘環境研所長

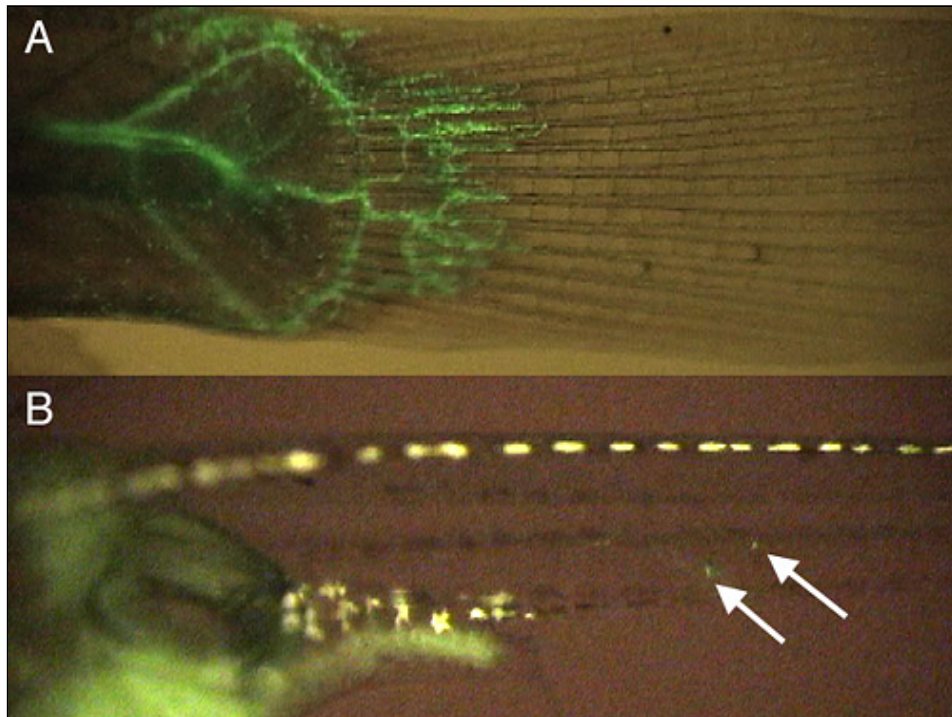
嶋 昭紘所長はご自身の研究の発展を振り返りつつ、特定座位法によって、メダカ胚の発生中に現れる総突然変異(致死の変異をも含んだ、すべての突然変異)という、新しい遺伝影響指標が生まれてきた経緯を述べられました。

また、研究史紹介の中で、放医研のメダカを活用した放射線影響研究を高く評価され、特に、故江上信雄先生と田口泰子先生による近交系メダカの作成がゲノムプロジェクトの成功に大きく貢献したことを紹介されました。

続く3演題は、ゲノム時代のメダカの活用という点で、非常に印象的なものでした。

まず、三谷啓志教授(東大)は、メダカの順遺伝学(突然変異体の表現型から出発し、遺伝子の同定へ進む)という点から、ランダム突然変異誘発法によって放射線高感受性メダカミュータントを3系統得たことを紹介されました。

丸山耕一学振特別研究員(放医研)は、遺伝子操作により、GFP(緑色蛍光タンパク)がグロビン遺伝子発現と共に血球が光ってみえるメダカを開発しました。メダカの卵や幼魚は透明で、発生や血流の様子などを生きたまま外から観察することが可能です。この研究はその利点を最大限に活用したもので、イメージング研究の面からも有望だと感じました(写真-2)。



**写真-2** 丸山研究員(放医研)によって 作出されたグロビンGFPトランスジェニックメダカ A: 孵化後約1ヶ月後のメダカの尾ひれの蛍光観察。血球だけが緑に光って見える。B: 光る血球を移植(輸血)した孵化直後幼魚。移植された血球(1細胞)を矢印で示す。

藤堂剛教授(京大)は、メダカの逆遺伝学(遺伝子から出発し、当該遺伝子変異体の表現型解析へ進む)という点から、メダカでのTILLING(Targeted Induced Local Lesions IN Genome)法(ノックアウト生物を作る手法)を確立したことを報告されました。

最後の2演題は、メダカを用いた毒性影響評価に関わるものでした。

石川は、脳発生が生きたまま観察できることを活用し、アクリジンオレンジを用いた、放射線誘発細胞死の定量法について述べました。

大嶋雄治助教授(九大)は、環境化学物質の行動影響について報告されました。急性死を起こさない程度の微量な化学物質がメダカの行動に影響を及ぼすことを、新しい解析手法で示されました。古典的なメダカを用いた毒性評価法も、現在洗練されつつあります。

最後に放医研の丹羽太貴副センター長と長谷川純崇研究員のコメントを受け、高橋千太郎理事の司会により、総合討論が行われ、モデル生物としてのメダカの有用性が再認識されました。また今後、参加研究機関の間で国内における研究協力体制を構築することも確認されました。

参加者は90名を超え、田口泰子先生、青木一子先生(メダカの誘発腫瘍を研究)も参加され、盛会でした。また、その後の懇親会でも、研究紹介が行われるなど、終始熱心な情報・意見交換が行われました。

(放射線防護研究センター 石川 裕二)

## セミナーの内容

### ■ 開会の辞：米倉 義晴(放医研・理事長)

メダカ-放射線からゲノムへ、そして 嶋 昭紘 (環境研・所長)  
て

放射線高感受性メダカシステムの作出と 三谷 啓志 (東大・先端研・教授)  
その放射線応答解析

GFP-遺伝子改変メダカを使った放 丸山 耕一 (放医研・環境G)  
射線影響研究

メダカでの逆遺伝学的手法の確 藤堂 剛 (京大・放生研・教授)  
立:TILLING法による遺伝子ノック  
アウト

脳発生に及ぼす放射線の影響:メダ 石川 裕二 (放医研・環境G)  
カ胚の活用

環境化学物質によるメダカの行動異 大嶋 雄治 (九大・農・助教授)  
常

総合討論：司会:高橋 千太郎(放医研・研究理事)

● コメンテーター：丹羽 太貴(放医研 重粒子医科学研究センター副センター長)  
長谷川 純崇(放医研 分子イメージング研究センター 研究員)

### ■ 閉会の辞：酒井 一夫(放医研・放射線防護研究センター長)

## 海外からの来所者

## &lt;研究交流制度で来所の外国人研究者からの寄稿&gt;

[文部科学省原子力研究交流制度](#)※によって放医研で研究を行っている海外からの研究者(全部で5名)から寄稿がありました。今回は、フィリピンからの[エンリケズ](#)さんとスリランカの[スダス](#)さんからの寄稿文を紹介いたします。お二人とも、この日本の地を踏むことをずっと以前から楽しみにされており、現在は、念願叶って放医研で精力的に研究に従事されています。一方で、研究の合間には日本の文化にも触れて親しむことも積極的で、日本滞在をエンジョイしておられるようです。放医研ニュースでは珍しいのですが、わかりやすい英語ですので原文のまま掲載することといたしました。

- **Name :** Eliza B. Enriquez
- **Institution :** Philippine Nuclear Research Institute, Quezon City
- **Present Position :** MEXT Nuclear Fellow (2006/8/23-2007/3/23), Regulatory Sciences Research Group



As the plane from Manila touched the ground of the Narita Airport on 21 August 2006, I realized my long time wish of someday setting my feet on Japanese soil had come true. The trip from the airport to the hotel in Tokyo gave me a glimpse of the place that would be home to me for the next seven months. There, unfolding before my eyes was a picture of a nation enjoying its present status of having the world's 2nd largest economy, visibly a nation of progress and stability.

Through the MEXT/NSRA Nuclear Exchange Program for the year 2006, I was given the opportunity to work on "Dose Assessment due to Exposure to Naturally-Occurring Radioactive Material (NORM)" at the Research Center for Radiation Protection of the National Institute of Radiological Sciences (NIRS) in Chiba, Japan. For this research activity, I am currently looking at the concentration of Polonium-210 in several Philippine, Japanese and some imported brands of cigarettes. Tobacco is rich in Po-210 and it is believed that this radioactive material is a contributing agent in the occurrence of lung cancer among smokers. Assessment of dose due to inhalation of Po-210 via smoking will be accomplished after estimation of Po concentrations in cigarettes. Po-210, a naturally occurring alpha-emitting radionuclide of the Uranium decay series, was unknown to many until last November 2006 when it hit the headline and reached its highest popularity after it was used for the

first time as a murder weapon to kill (by poisoning) a former Russian spy. This incident stirred the public's interest for more information about this radioactive material.

My stay in Japan as a MEXT Fellow has brought me a lot of new experiences. My adjustment to the new surroundings was gradual. As days passed, I got used to the unfamiliar sound of the language, unrecognizable Japanese characters, the different foods, the weather which gets colder day after day, my work place, etc. From my observation, the Japanese people generally possess a zest for work that is not bound by regular working hours. Quite impressive, too, is their deep concern for the environment which is clearly seen in their concerted efforts to keep all places clean and orderly.

Through this note, I wish to express my sincere gratitude to the MEXT/NSRA and NIRS as my host institute. Special thanks go to the members of the group of Dr. Hidenori Yonehara (Regulatory Sciences Research Group) who have exerted all efforts to make my stay pleasant and fruitful. To all co-fellows and friends I have made during my stay at NIRS, who somehow fill the void created by the absence of family, you will always be remembered. And so as the plane takes off from Narita in March 2007, I carry with me an overweight luggage plus a lot of good memories of my stay in Japan.

- 
- **Name :** Sudas D. WANNIARACHCHI
  - **Institution :** University of Ruhuna, SRI LANKA
  - **Present Position :** MEXT Nuclear Fellow  
(2006/9/13-2007/3/23)  
Environmental Radiation  
Effects Research Group



I am Sudas D. Wanniarachchi from Sri Lanka and some of you may have already seen me around at the NIRS. I came here in September 2006 as a visiting researcher on the MEXT nuclear researchers exchange program administered by the Nuclear Safety Research Association (NSRA). I will be here until March 2007.

I am a Soil Scientist and work at the University of Ruhuna in Sri Lanka. At NIRS, I work on the research theme of 'Behavior of radionuclides and trace elements in soil-plant systems' with Dr. Satoshi Yoshida, Leader of the Environmental Radiation Effects Research Group. I consider this research stay as a good experience and valuable opportunity given to me with new vistas for future research.

This is my first visit to Japan and I have been waiting for this opportunity to experience the unique culture of Japan. Though I



have previously been out of my country and lived away from home for many years, this stay is different due to the language. I am experiencing difficulties in communication due to lack of Japanese language knowledge and hence my interactions with Japanese people have been very limited so far. I am starting to learn a few words and phrases in Japanese and hope I will have at least a little knowledge of the language by the time I leave this country.

Despite communication barriers, I find Japanese people very polite and helpful. Living in Japan has been easy for me and I like the efficient and convenient railway system. I admire Japanese people for their commitment for hard work and innovations in many spheres. I see they pay special attention for food as seen by the variety of food and many TV programs aired everyday on food and leisure. I am sure I will find many interesting things about Japanese culture during my stay here.

I have had the opportunity to visit some parts of Ibaraki prefecture, including a beautiful waterfall. Also, attending an international symposium held in Aomori with my host scientist was a great opportunity to see the countryside and landscape of Japan. Going to a hot spring in Aomori was really a good experience for me as I have never been to such a place before.

Finally I would like to thank NIRS for this opportunity given to broaden my research experience and allocating a little space in their newsletter to introduce me.

---

※ 文部科学省原子力研究交流制度：原子力平和利用分野において研究、従事している近隣アジア諸国の研究者を日本の研究機関へ受け入れるとともに、日本の研究機関からアジア諸国へ原子力の専門家を派遣して研究交流を行うもので、昭和60年度から実施されています。

(独)放射線医学総合研究所(NIRS)の他(独)日本原子力研究開発機構(JAEA) 旧:日本原子力研究所(JAERI)、核燃料サイクル開発機構(JNC)、(財)日本分析センター(JCAC)、(独)産業技術総合研究所(AIST)、(独)物質・材料研究機構(NIMS)、等が、受入機関となっています。



## 2月 黄色大豆「いちひめ」

暦の上ではもう春。節分の時には、『鬼は外、福は内』と豆まきをされたでしょうか？

今回は豆まきに使う大豆について話したいと思います。大豆の品種改良は1960年代の「ライデン」「ライコウ」が有名ですが、今回は1990年代の大豆の新品種、「いちひめ」を紹介したいと思います。

「いちひめ」の特徴はリポキシゲナーゼが完全に失なわれているということです。豆腐や豆乳には独特の臭い(青臭さ)があることはご存知かと思います。リポキシゲナーゼは、大豆に含まれているリノール酸などの不飽和脂肪酸を酸化して分解する酵素で、この分解生成物が青臭さの原因となっています。最悪なことに、牛乳等と混ぜれば、牛乳に含まれる不飽和脂肪酸も分解してしまい、さらに悪臭が発生します。

大豆は面倒なことに3種類のリポキシゲナーゼを持っています。これまでの掛け合わせでは2種を欠失した品種を作る事ができても、3種全てを欠失させる事ができませんでした。そこで、リポキシゲナーゼを2つずつ欠失した品種を掛け合わせたものに $\gamma$ 線を当てる事により、3つとも欠失した品種を作る事ができました。

名前は「世界で初めて成功した品種であり、長女生誕の喜びと通ずる」ということから「いちひめ」とつけられました。リポキシゲナーゼがないと何か生育に問題があるのではないかと思われましたが、試験栽培で何ら問題がないことが確認された後、栃木県等で栽培されました。その後、「いちひめ」を母本に「フクユタカ」を戻し交雑して育成した「エルスター」等、「いちひめ」を元にした新しい品種が生み出され全国で栽培されています。

リポキシゲナーゼ完全欠失品種により、豆乳を使った低コレステロールの大豆加工品が生まれています。

(環境放射線影響研究グループ 坂内 忠明)

## 那珂湊支所



日下部 正志 支所長

海洋環境における放射性核種の動態は、その現状がきちんと把握されていなければなりません。同時にその未来予測を可能にする基礎的な研究が必要です。このような研究は原子力施設近隣の沿岸部に住む住民のみならず、海産生物を多く摂取する我が国国民全体にとっての安心安全を担保する上で大変重要であります。那珂湊支所は放射線防護研究センターに属しており、主に海洋生態系における放射性核種の挙動や分布を明らかにして、線量評価やモデル化に必要なデータを提供する業務を行っております。

支所には、環境放射能影響研究グループに属する海洋動態解析研究チーム、海洋環境調査技術開発室、管理室があります。中期計画に基づく研究は上記研究チームが担っておりますが、同時に外部資金を積極的に活用して、それを補完しております。特に、現在は、特別会計予算による受託研究「沿岸一外洋域における放射性核種の動態の総合的調査研究」が支所においては大きな位置を占めております。本研究では、3名の博士研究員を含む支所の全ての研究者が六ヶ所村沖を実験海域として調査研究を行っております。



日下部 支所長と研究部門のメンバー  
前列 左から日下部、石井、中列 左から山田、帰山、中西、鄭、青野、  
後列 左から渡部、松葉、大内、大久保

## 海洋環境調査技術開発室

海洋環境の調査研究には、極微量な核種を測定するために大量(時には数トンの海水)の試料を集めたり、揺れる船上で深さ数千メートルの深海から様々な試料を採取する必要があります。また、採取後の分析法も極めて高感度高精度のものが要求されます。このような研究を支える技術的なノウハウは、最新の技術を取り込んで、日々改良していかかりません。更に、確立した技術は次世代に継承して行かなければなりません。海洋環境調査技術開発室は、海洋環境における放射性核種等の調査研究に必要な技術開発と機器及び施設の維持、技術支援や助言に関する業務を担っております。

## 海洋動態解析研究チーム

環境放射能影響研究グループに属する同チームは、[放医研News12月号](#)に紹介されています。

## 那珂湊支所管理室



齋藤 政敏 管理室長

支所には、研究のサポート、施設の維持管理のために、管理室が設けられています。また、茨城県に多くある原子力施設及び関連する県市町村の関連部門の対応も管理室の重要な業務の1つです。具体的には、管理室の業務は以下の三つです。

### 1. 庁舎等管理業務

- 支所の庶務、会計、図書管理業務、施設(受変電設備、空調設備、電気設備、海水取水装置、放射性廃棄物処理済廃液貯留槽等)の運転保守管理

### 2. 茨城県・市町村対応業務

- 「原子力施設における事故・故障発生時の通報連絡訓練」の実施
- 原子力施設における事故・故障発生の未然防止、再発防止に資するための「平常時立入調査」対応

### 3. 放射線安全管理業務

- 放射線障害防止法に基づく各種申請・届出、個人被ばく管理、健康管理、放射線業務従事者の教育訓練及び放射性廃棄物処理、地域協定(茨城県原子力安全協定)に基づく環境放射線監視・測定結果の茨城県及びひたちなか市等への連絡業務



管理室のメンバー

前列 左から日下部、斎藤、中列 左から  
黒澤、松葉、後列 左から関根、横須賀、  
小林、軍司、薄井、野崎

## センター紹介・重粒子医科学センター

## 次世代照射システム研究グループ



野田 耕司 グループリーダー

我々の研究グループでは、呼吸とともに移動する腫瘍や、その日の患者さんの状態で変形する腫瘍に対する3次元ビームスキャンニング照射法を新たに開発し、次世代型のがん治療照射システムを構築するための研究を進めています。また、現在、重粒子線の特徴を活かした肺がんの一日治療や肝臓がんの短期治療が開発されつつあります。これらの治療を迅速に行い、“日帰り治療”を実現するための炭素線回転ガントリーを用いた照射技術の基礎研究を行っています。このような“世界に先駆けた重粒子線がん治療”を実現することを目指しています。



グループメンバー 前列 左から兼松、岩田、野田、金井、大野、武井、金澤、後列 左から坂本、佐藤、松藤、村上、稲庭、小森、米内、村松、取越、小峯、古川

## 加速器開発研究チーム

次世代照射システムの構築に向けて、ビーム強度などの加速器性能の向上、高速エネルギー切り替えなどのビーム利用効率の向上および加速器制御の改良開発などの研究に取り組んでいます。加速器性能向上研究では、

ECRイオン源、線形加速器およびシンクロトロンのもので改良開発を進めていますが、3Dスキニングに直結するシンクロトロンでは、入射時の空間電荷効果の緩和によるビーム強度の増強や、ビーム取り出し時のビーム強度変調法の研究を行っています。ビーム利用効率向上の研究では、呼吸同期照射の時間短縮を狙って、一回の入射・加速で得られるビームを必要ときに供給する直流運転方式の確立を目指した研究を行っています。さらに一歩進め、加速後、そのままエネルギーを変えていく可変エネルギー運転方式の検討も行っています。これらの新しいビーム供給法を実現するための加速器制御システムの改良開発に取り組んでいます。

## 高精度照射システム開発チーム

次世代照射システムのキーテクノロジーとなる3次元スキニング法の開発や、その照射ポートの設計研究に取り組んでいます。現在、スポット移動時に生じる“漏れ線量”を予測することで、高速3次元スキニング法を提案し、その検証実験を行っています。その結果、これまでのスキニング法の十倍以上のスピードで、スキニング照射を完了できる見通しを得ています。このことは、呼吸性移動標的のスキニング照射を実現する方法の一つである、リペインティング法の実現に向けて大きな前進と言えます。さらに、呼吸同期スキニング照射の線量分布を改善するために、呼吸信号位相に同期した照射法を提案し、検証を進めています。この方法は、シンクロトロンからのビーム強度変調を必要としますが、加速器開発研究チームと共同して開発に取り組んでいます。また、回転ガントリーの基礎研究も進めており、ビーム光学設計や機械設計とともに、ガントリーの回転角度によるスポットサイズや、ビーム分布の変化を補償する研究を進めています。

## 高精度治療計画システム開発チーム

粒子線がん治療で最も重要な役割を担うシステムの一つに、治療計画があります。現在、開発している治療計画システムは、その中心部分である照射機器設定最適化及び線量分布計算のための計算エンジンと、これとDICOM通信を通して連携する市販治療計画装置をベースにした、マンマシンシステムで構成されています。このシステムは、次世代照射システムでの3次元スキニングだけではなく、HIMACで利用している積層原体照射法や、普及型がん治療装置で使用予定の螺旋ワブラー法にも対応できるように設計されています。また、本チームは、呼吸性移動標的や、日々変動する標的の移動量および変形量の観測といった、次世代照射システムの“目”の開発の役割も担っています。この“目”を兼ねた先進的なCT位置決め法などの開発も進めています。さらに、3次元スキニング照射を確実に行うためのQA/QCシステムの研究や、LETなどの線質測定といった基礎研究も行っています。

## 普及装置高度化研究チーム

現在、群馬大学で普及型がん治療装置一号機の建設が進められていますが、本研究チームは、この設計および建設を円滑に進めるための支援研究を行っています。具体的には、これまで開発した永久磁石型小型ECRイオン源やIH線形加速器の安定度試験やビーム性能測定試験、重粒子線がん治療施設の放射線遮蔽設計などです。また、HIMACや次世代照射システムで開発した技術を普及型装置に展開し、いっそう高度化するための研究も進めています。さらに、陽電子放出核ビームの利用による飛程や照射野の検証、レーザー加速やビーム冷却法を利用した、より先進的な小型化に関する研究を外部の大学・研究機関と連携しながら進めています。



## 次世代重粒子線照射システムの開発研究 その1 - 計画の概要 -

放医研では、重粒子線がん治療装置HIMAC(Heavy-Ion Medical Accelerator in Chiba)による臨床試行を1994年6月から開始し、2003年には先進医療として認定されました。現在までの治療患者数は既に3,000名を超えています。臨床試行の開始以来、HIMACでは治療照射精度を向上させるために、様々な技術開発を行ってきました。その例として、呼吸に伴い変動する標的を照射する「呼吸同期照射法」の開発、体表面近傍の正常組織に不要な線量付与を低減させる「積層原体照射法」の開発などが挙げられます。しかしながら、呼吸とともに変動し、しかも凸、凹のある異型標的に対する高精度照射は、世界的に見ても未だ実現されていない照射技術であり、その実現が強く望まれています。このような背景のもと、重粒子医科学センターでは、「次世代照射システム研究グループ」を組織し、今年度より次世代重粒子線照射システムの開発・研究を開始しました。ここでは、呼吸性移動を伴う臓器に対応可能な3次元スキャンニング照射装置、および回転ガントリー照射装置のことを次世代照射システムと呼んでおり、以下を主たる目標として開発・研究を行っています。

- 3次元スキャンニング法を用いた高精度な次世代照射 システムの構築
- ◆ ボーラス・コリメーターレスの高精度照射を実現
- ◆ 呼吸同期可能なスキャンニング法により動態標的に対応
- 回転ガントリーを用いた照射技術の基礎開発
- ◆ 位置決め&治療照射時の患者負担の軽減
- ◆ 治療計画の柔軟性の向上

3次元スキャンニング照射では、細く絞られたビームを3次元的に走査することによって照射野を形成するため、凸、凹のある異型標的に対しても、正常組織に対する余分な線量を最低限に抑えることが可能です。また、ボーラスおよびコリメーターが不要になるため、照射期間内での患部の縮小などの変動を吸収するために、照射直前にCT撮影と再計画を行い、照射パラメーターをフレキシブルに変更することが可能となり、オンデマンド照射に向けた可能性が広がります。一方、回転ガントリーでは、照射方向の自由度が増すために、治療計画の柔軟性が向上し、より最適な線量分布を得ることができるようになります。また、治療台を傾けることなく多方向からの照射が可能となるため、位置決め時間の短縮や患者負担の低減に大きく貢献することが期待されます。

本プロジェクトでは、HIMACで現在行っている治療に支障をきたすことなく、新しいシステムを導入することが重要です。そのために、現在の重粒子線棟からビームラインを延長し、新しい建物(新治療室棟)を建設することが必要です。このため、我々は新治療室棟、および装置の設計を急ピッチで進めています。図-1に現在計画中の新治療室棟の概観図を、図-2に計画予定地を示します。新治療室棟と重粒子線棟とは、地下で接続し、HIMAC-上シンクロトロンからのビームを使用する予定です。また、新治療室棟は、地下一階、地上三階建ての構造で、三つの治療室を備える計画です。うち二室は水平・垂直の固定ポートを備え、もう一室は回転ガントリーを備える計画になっています。

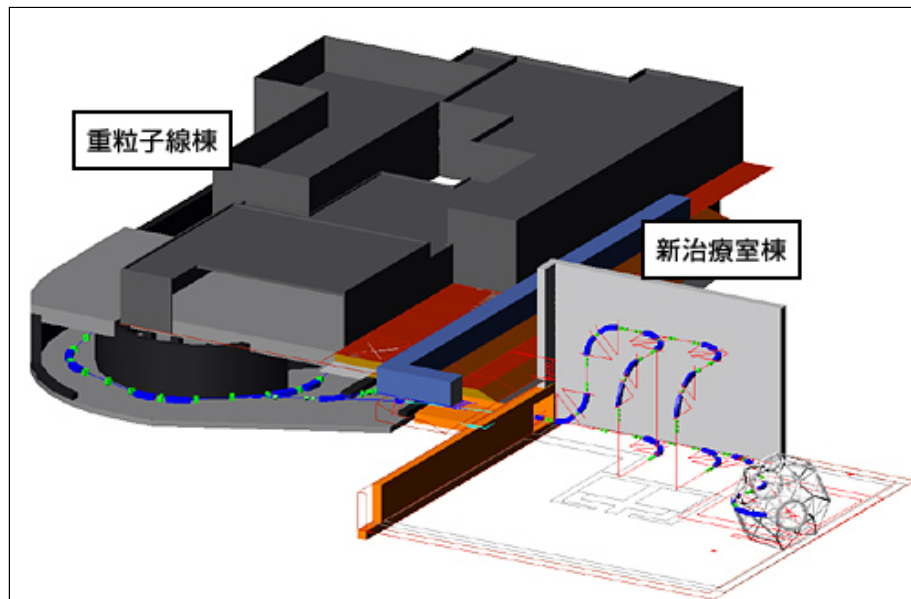


図1：重粒子線棟と現在設計中の新治療室棟の概観図



図2：新治療室棟の予定地

次世代照射システム研究グループでは、現在、この計画の要素技術である、ビーム制御、照射制御、治療計画、患者位置決め法および定量的な呼吸性変動量の把握などのR&Dを進めています。次号以降にこれらの研究・開発の現状をより詳しく紹介していきます。

- その1. 計画の概要
- その2. 3次元スキャニングシステムの開発
- その3. スキャニング用治療計画の開発
- その4. 加速器系の改良
- その5. オンデマンド照射に向けた取り組み
- その6. 回転ガントリーの設計検討

(次世代照射システム研究グループ 野田 耕司)

## 年齢を当てる

### ◆ 問題 ◆

#### 年齢と生まれ月を当てる方法

相手の生まれ月を2倍し5を足した数を50倍し、これに年齢を足した数を言ってもらいと、その数から年齢と生まれ月がぴたりと当たる。

(答えは[最後のページ](#))

## エッセイ ぱるす 創立50周年記念特集 NO.62 「X'mas パーティ」

### ● 公務員の給与は安かった

給料をもらってドライブインに食事に行くと、トラックドライバーが「公務員って給料低いだって」と言っているのが聞こえた。私の初任給は3万円を切っていた、彼らの4分の1程度の賃金である。楽しみは自分達で創り出すしかなかった。そんなわけで、レクリエーションは組合の重要な行事であり、新入職員歓迎旅行から始まって、ビールパーティ、クリスマスパーティ、スキーバス等が行われ、はてには、大運動会までやってしまうという活動ぶりだった。

### ● 講習会は盛況

12月に入ると、毎週二回程社交ダンス講習会が第一、第二会議室の(当時は第一研究棟の三階に第二会議室があった。)テーブルや椅子をかたづけられて行われた。講習会は盛況で、女性の方が多くて、男性群を集めに走ることもあり、会議室は満員、本番前から盛り上がった。練習曲は大学時代に録音したカセットテープで間に合ったが、本番用の音楽の準備は、大変であった。そのころのカセットテープでは時間がもたないため、オープンテープデッキが必要であった。オープンテープデッキなど持っているのは私と野田(豊)さんぐらいだったと思う。私はレコードを殆んど持っていなかったもので、この大きなデッキを抱えて、ダンス音楽のソースを沢山もっている河内(清光)さんのところに遅くまでお邪魔し、4時間分録音することになった。

### ● 本番は高級クラブ?

パーティ会場は現在の研修棟(以前は養成訓練棟といていた。)である。第一教室の暗幕には色々な飾りが付けられ、蛍光灯にはカラーセロファンを巻き付け、ミラーボールが取り付けられダンスホールが作られた。第2教室も装飾がほどこされ、部長の応接セットをいくつか借りて席が作られた。模擬店には、片手振り、両手振りとシェーカーをあやつる蝶ネクタイのバーテンがいた。当時の給与ではほとんど行くことができない高級クラブである。組合主催であったが、所長をはじめ所の幹部も出席してくれた。もっとも、事前に招待状を渡し、寄付を期待していた。ダンス会場は、本番といえども、早い時間は講習会の延長で、男女が向かい合う長い列でマンボを踊ったり、独自の集団ジルバが主である。途中には生バンドもあり雰囲気を作りだす。ワルツやタンゴは中盤から多少入ってくるが、男性の踊り手が足りない。終盤に近づくに従って、電気を消してしまういたずら者が現われたりして、盛り上がってくる。時間がきて、アニーローリー、など終りをつげる音楽をかけても、アンコールが出され、なかなか終れない。せっかくの盛り上がりなのでいつも15分ぐらい延長していた。

## ● 音楽も温暖化?

年代と共に、哀愁のあるロシア民謡から、南国風のリズムの強い音楽が好まれるようになり、ダンスもツイスト、ゴーゴー、ディスコなどに移り、社交ダンスはあまり踊られなくなってきた。やがて、クリスマスパーティも家族で参加するようになり、会場も講堂に移った。その講堂で子供を肩車して踊ったのが、最後のクリスマスパーティだったと思う。高度成長時代に公務員の賃金もようやく民間に追い付き、裕福な時代になり、自由度は増えてきた。自由度が増えたのと自由になったのは別である。自由を感じるのは、自分の進む方向性があり、その方向に着々と向かっている時だと思う。やや不自由な方がその不自由さを破ろうとする方向性がでてくるのかもしれない。クリスマスパーティも若き放医研の一つの自由を感じるものだった。

(広報室 本郷 昭三)

## 報 告

## 大阪と東京で放医研の特別展を開催

大阪にあるサイエンスサテライト(1月13日～21日)と東京新宿にある未来科学技術情報館(1月23日～2月2日)の二カ所で、放医研特別展が行われました。

大阪では重粒子線治療に関する質問コーナーや、「自分の顔写真入りの携帯ストラップを作ろう」と題した工作教室を行いました。東京・新宿では加藤博敏先生による講演会「高度先進医療でより身近になった重粒子線治療」および工作教室が行われました。

質問コーナーや講演会では、熱心にHIMACのことについての質問があり、がんに対する関心の高さを感じました。

工作教室には、時間をオーバーしなければいけないほどたくさんの親子連れが訪れました。



加藤博敏先生による講演



ビデオでの説明を熱心に見学

◆ 答え ◆

相手の言った数から250を引いた数の下二桁が年齢で上二桁が生まれつきである。