

# 放医研 NEWS

NATIONAL INSTITUTE OF RADIOLOGICAL SCIENCES

## 03

2015 No.191

放射線のこと、しっかり調べて伝えたい  
正確できめ細やかな  
被ばく線量評価に向けて  
赤羽 恵一 栗原 治

どんな仕事、こんな仕事  
2台のサイクロトロンで  
様々なビーム要求に応える  
北條 悟



独立行政法人 放射線医学総合研究所

01

INFO

Date:2015.APR.12

## 放医研 一般公開

平成27年4月12日(日)9:30~16:30  
受付終了16:00 入場無料



基礎研究から医療、災害対応まで

放射線と人々の健康に関わる総合的な研究開発を行っている放医研。  
放射線を正しく理解していただくために、

一般公開では職員が様々な工夫をこらして皆さまをお迎えます。  
お子様も楽しめる体験教室や、実験教室、スタンプラリーなど、

いろいろな企画をご用意してお待ちしていますので、お誘い合わせのうえ、ぜひご来場下さい。

### 講演会

- 1 11:00 ~ 12:00 **肺がんの重粒子線治療 —最新技術でさらにやさしい治療を!** 講師:山本 直敬
- 2 13:00 ~ 13:45 **“やる気”はこうしてつくられる ~脳研究で見えてきたこと** 講師:南本 敬史
- 3 15:00 ~ 16:00 **医療被ばくへの取り組み** 講師:島田 義也

※テーマは講演者の都合により変更する場合がありますのでご了承下さい。

### NEW 新企画! 放医研トークイベント「~みんなで話そう 科学のこと・研究所のしごと~」

参加対象:小中高生および専門・大学生(保護者や大人も傍聴していただけます)

参加方法:放医研ホームページから要事前登録

募集人数:20名

- 1 10:00 ~ 11:00 **こころを生ま出す脳の話** お話:山田 真希子
- 2 12:00 ~ 13:00 **研究所のお仕事** 放医研の職員、研究員4~5名
- 3 14:00 ~ 15:00 **宇宙旅行にはおしぼりを忘れずに?!** お話:小平 聡

●主催・会場:独立行政法人 放射線医学総合研究所 ●後援:千葉県、千葉市 ※順不同

●お問い合わせ事務局:独立行政法人 放射線医学総合研究所 企画部広報課

TEL:043-206-3026 / Eメール: info@nirs.go.jp

- \*当日は、最初に受付の上、ご見学下さい。
- \*20名以上の団体の方は事前に広報課までお申込み下さい。
- \*フードコート(軽食販売)、食堂、喫茶室がご利用いただけますので、ぜひご家族でおいで下さい。
- \*ご来場の際は公共交通機関をご利用下さい。

詳しくは放医研ホームページで!  
<http://www.nirs.go.jp/>

02

INFO

Date:2015.APR.14,19

## 第56回科学技術週間でサイエンスカフェを開催します

文部科学省と科学技術団体連合が開催する科学技術週間サイエンスカフェに、脳科学と宇宙科学をテーマに2人の研究者が登場します。放医研のちょっと意外?な研究の一面をご紹介しますので、ぜひご来場ください。また、同時開催の科学技術の「美」パネル展(予定:4月13~24日、文部科学省情報ひろば)で

は、放医研の2作品が展示されます。あわせてご覧下さい。

- 4月14日(火)18:30~20:00  
文部科学省 情報ひろば ラウンジ(対象:高校生以上)  
「宇宙放射線の科学と被ばく線量」  
小平 聡 主任研究員
- 4月19日(日)13:30~14:30  
科学技術館 4階 実験スタジアム(対象:小学生以上)  
「こころを生ま出す脳の話」  
山田 真希子 サブリーダー

※どちらも事前に参加予約が必要です。  
詳細は科学技術週間のホームページでご確認ください。



Science Cafe

Date:2015.JAN.19-20 at 東京アキバホール

03

REPORT

## HIMAC 20周年記念講演会に続き、国際シンポジウムを開催しました



放医研の重粒子線がん治療装置HIMACによる臨床試験開始20周年記念行事として、国内一般向けには講演会を開催しましたが、それに続いて、専門家向けに国際シンポジウムを東京・秋葉原で開催しました。国内の重粒子

線がん治療施設はもとより、欧州、米国、アジアなど、世界の重粒子線がん治療に携わる、関連する研究者や専門家などが講演を行い、活発な議論が展開されました。とりわけ、これから重粒子線治療施設を導入しようとしている内

外の方々熱心なまなざしが印象的で、すでに多くの実績を積み重ねてきた放医研にとっても、今後を考えるうえで意義深いシンポジウムとなりました。

04

AWARDS

## 表彰されたみなさんをご紹介します



分子イメージング研究センター  
分子神経イメージング研究プログラム  
脳分子動態チーム チームリーダー  
**樋口 真人**

平成26年度  
日本認知症学会賞(基礎研究部門)を受賞  
**モデル動物を用いた認知症の画像診断法開発と病態解明の研究**

「モデル動物からヒトへとつながるイメージング研究で評価を頂きました。多分野の協力で成り立っている研究なので、関係者の方々のおかげです。」



分子イメージング研究センター  
分子神経イメージング研究プログラム  
神経情報チーム  
**永井 裕司**

平成26年度包括脳ネットワーク  
若手優秀発表賞を受賞

**"In vivo imaging of designer receptor that enables to modify reward-related behavior in monkeys"**

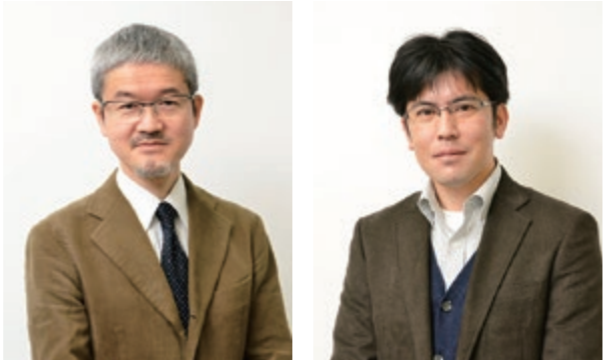
第2回  
放射線のこと、  
じっくり調べてほしい  
～明日の福島のため～  
福島復興支援本部

# 正確できめ細やかな 被ばく線量評価に向けて

健康影響調査プロジェクト 住民線量評価チーム  
チームリーダー **赤羽 恵一** サブリーダー **栗原 治**



福島県では県民の健康管理のための施策として、「県民健康調査」を実施。線量を把握するための基本調査\*1や、健康状態を知るための甲状腺の超音波検査などを行う詳細調査を実施しています。放医研の健康影響調査プロジェクトでは、事故直後から4カ月間の外部被ばく線量調査を行う基本調査に協力する他、並行して内部被ばくの推計も実施。また、復旧作業員健康追跡調査チームは、福島で作業にあたる人々の長期的な健康調査を行っています。今回は、赤羽チームリーダー(TL)と栗原サブリーダー(SL)にこれらの調査の概要や意義をおうかがいしました。



赤羽 恵一 チームリーダー 栗原 治 サブリーダー

## 県民行動調査の精度を 高めるための工夫を集約

全県民を対象として行っている「県民健康調査」。放医研では、その中の外部被ばく線量を推計する基本調査を、福島県立医科大学の依頼により行っています。はじめに、住民の方に3月11日以降4カ月間の行動記録を問診票に記載してもらい、それを福島県立医科大学がまとめてデジタル化。そのデータを放医研が受け取り、外部被ばく線量を推測し、データベース化した結果を、福島県立医科大学から住民の方々に戻すという手順です。

「曖昧さ仮定を少なくし、いかに合理的に進めていくか、方法論に関して議論を重ねました」(赤羽TL)

そこです、貴重なデータ源である問診票の設問を、放医研の意見も参考に福島県立医科大学が設定。線量が高かった3月

11日から25日とそれ以降に分け、滞在場所(屋内・移動中・屋外)や滞在時間などを一日毎に記載してもらうことになりました。「この行動調査によって、4カ月間の住民の行動情報が得られるわけです。その際、屋内の場合は、建物の種類によって放射線の遮蔽率が異なるため、国際原子力機関(IAEA)の発表している低減係数の数値を採用しています」(赤羽TL)

## 放医研が開発した 外部被ばく線量評価システムを活用

この行動調査の回答を、線量率マップにあてはめ、放医研が開発した外部被ばく線量評価システムに入力し、個人個人の外部被ばく線量を評価していくわけです。(7ページ上図参照)

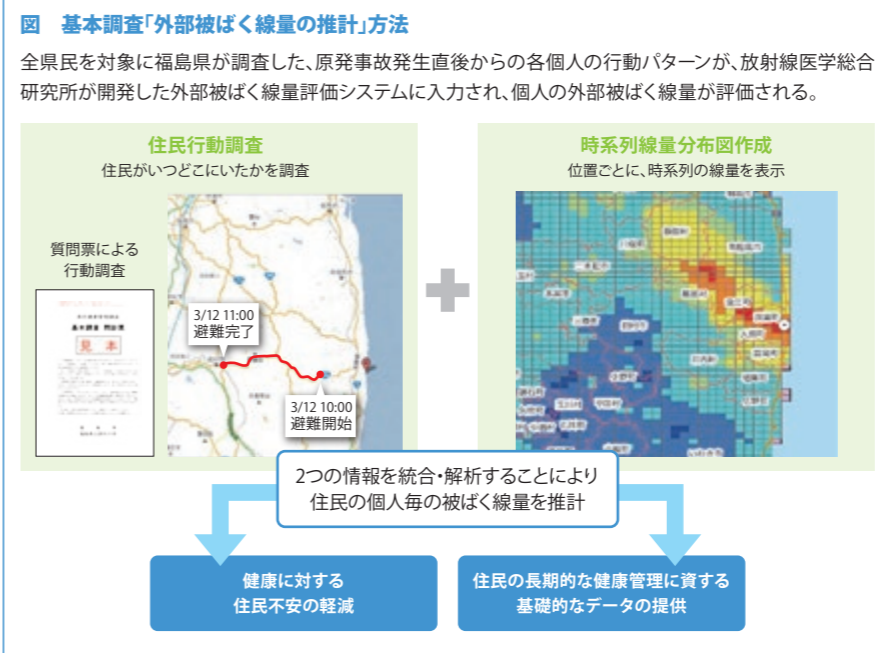
線量率マップの構築にあたっては、モニタリングデータがないため、事故直後3日間

はSPEEDI\*\*の、以降は文部科学省が公表しているモニタリングデータの線量率を適用。バックグラウンド(環境中に自然に存在する線量)は差し引きます。

「外部被ばく線量評価システムについては、線量評価に関する内外の専門家が集まった線量評価委員会と協議を重ねて承認を得、アルゴリズムを作りあげてきました」(赤羽TL)

本システムには、放医研が蓄積してきたノウハウが活かされています。実際の線量推計には、それ相応の時間と労力が必要になりますが、主に当チームの米内俊祐チーム員が、計算サーバの作業を進めています。

これまでの疫学調査によれば、100ミリシーベルト以下でのあきらかな健康への影響は確認されておらず、今回の外部被ばく線量推計値の最高値は25ミリシーベルト(放射線業務従事経験者を除く)が4カ



月間の積算実効線量値であり、これにより「放射線による健康影響があるとは考えにくい」と評価されています。

「今は全体の4分の1強が終わったところ。今後も県民の皆様にご協力いただき、できる限り実行していくことが我々の役目だと思っています」(赤羽TL)

## 複数の手法を組み合わせ 内部被ばく線量を推計

外部被ばく線量の調査を進める一方で、内部被ばく線量の調査という別の大きな課題があります。内部被ばくの中でも、放射性ヨウ素は甲状腺などに蓄積し、さまざまな障害を引き起こすと考えられていますが、こうした短半減期核種による内部被ばく線量を推計するのに必要な実測データはあまり得られていません。そうした中、放医研では2012年度から環境省より初期の内部被ばく線量を推計する業務を委託されています。

そこで、放医研では、人の限られた実測データを収集するとともに、大気拡散シミュレーションによる推計方法を検討してきました。人の実測データとして、国が行った小児甲状腺被ばくスクリーニング検査のデータと日本原子力研究開発機構が行ったホールボディカウンターによる結果を用いました。ただし、後者は放射性セシウムのみであり、また、利用できたのは大人の

データのみであったため、同地域の大人と子供が同じ核種組成の空気を吸入したと仮定して、放射性ヨウ素と放射性セシウムの摂取量比を推定し、放射性ヨウ素による甲状腺等価線量を推計しました。

その結果、最も甲状腺等価線量が高くなる地域の1歳児に対して、概ね30mSv以下になるという結論が得られました。

「しかしながらまだ、経口摂取による調査が進んでいないため多くの課題があります。最近では、外部被ばくで使った行動調査を、内部被ばくにも利用できるようになり、より精度を高められるはず」(栗原SL)

現在、当チームの金ウングジュ研究員が中心となり、実測データを有する個人の行動情報の解析を進めています。

最後におふたりに今後の活動についてうかがいました。「放医研には、放射線の各分野の専門家が集まっており、組織として総合力を發揮できます。今後も、より確かなデータを得るべく、調査を継続していきたいと考えています」



放医研で行われた初期内部被ばく線量評価に関するシンポジウム (2012年7月)

## 調査による貴重な知見を、 次世代へ役立てたい



復旧作業員健康追跡調査チーム  
チームリーダー  
吉永 信治

放医研は、チェルノブイリ原発事故など放射線被ばくの影響にかかわる調査研究を通し、データやノウハウを蓄積しています。その経験を活かし、文部科学省の管轄のもと、私たちのチームでは警察や消防、自衛隊などに協力を要請し、東電福島第一原発事故に関する様々な復旧活動に従事したこれらの機関の方々を対象に、作業中に受けた放射線とその後の健康状態の長期的な追跡調査を実施しています。同時に、作業員の方の健康相談にも応じています。

「この調査の難しい点は、放射線のリスクと、生活習慣などのリスクを区別することです。そこでなるべく大勢のデータを収集して、放射線と病気の関係を統計学的に分析することが必要といえます。次の世代にこの知見を活かすためにも、今後も皆さまのご協力をお願いしていきたいと思います」(吉永チームリーダー)

対象者の方へニュースレターを配布



ご協力いただいた方には、喫煙や飲酒などの生活習慣についてもお尋ねし、健康を幅広い観点から分析してまいります。

\*1 基本調査: 2011年3月11日時点で福島県に在住あるいは滞在していた約206万人が対象。2011年3月12日から7月11日までの線量が最も高かった期間に受けた外部被ばく線量を推計。  
\*2 SPEEDI: 緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム

# 2台のサイクロトロンで 様々なビーム要求に応える

【答える人】重粒子医科学センター 物理工学部サイクロトロン運転室  
主任技術員 北條 悟

放医研では、放射線を使った最先端のがん治療や、さらに高度な治療方法のための研究・開発などを行っています。それらに欠かせないのがサイクロトロンです。放医研には計3台のサイクロトロンがあり、物理工学部サイクロトロン運転室では、大型サイクロトロン(NIRS-930)と小型サイクロトロン(HM-18)の2台を稼働させています。運転室ではその運転維持管理を担当しており、稼働スケジュール設定からメンテナンスまで仕事の範囲は多岐に渡ります。特に、より大きなエネルギーを出せる大型サイクロトロンは、宇宙環境での放射線の影響など規模の大きな研究・実験での利用も多く、機械の仕組みに対する深い知識と理解が必要とされます。

【Q】国家公務員三種試験合格後、放医研に。なぜ放医研を選んだのでしょうか。

子どもの頃から電波や電気、機械いじりが好きで、壊れたラジオなどを分解して遊んでいました。高校の専攻科では船と港のやり取りをする無線通信を学び、公務員試験は電気を受けています。試験に合格し、就職先を選ぶために様々なところに見学に行ったのですが、その中で一番面白そうだと感じたのが放医研でした。

採用されてすぐ現在の部署に配属され、先輩方に色々教えていただきながら、もう20年近くサイクロトロン一筋で仕事をしています。入って5年目頃には、今後のためにももう少し基礎的な知識が必

要と考え、勤務しながら大学にも通わせてもらいました。技術職として、サイクロトロンという一つの装置について深く学ぶことができているというのは、非常にありがたいです。

【Q】サイクロトロン運転室の仕事は、具体的にはどのようなものですか。

基本的には、大型と小型の2台のサイクロトロンをきちんと動かしていくことです。稼働スケジュールの管理、メンテナンスの計画、機械に何かトラブルが起きた時の解決、さらに、サイクロトロンを利用して行われる様々な研究オーダーに合わせた調整などを行います。

中でも特に大切なのは、メンテナンスです。大型の方は設置されて既に40年が経過しており、現在、日本全国で研究用に使用されているサイクロトロンのうち、2番目に古いものです。常に改良を重ね、使っていますが、大きなトラブルを起こさず、日々順調に稼働して行くためには、要所所できちりと計画を立ててメンテナンスをする必要があります。機械が止まったら、サイクロトロンを使って行われている多くの研究にも、支障が出るので。



永久磁石を用いた電子共鳴型イオン源です。

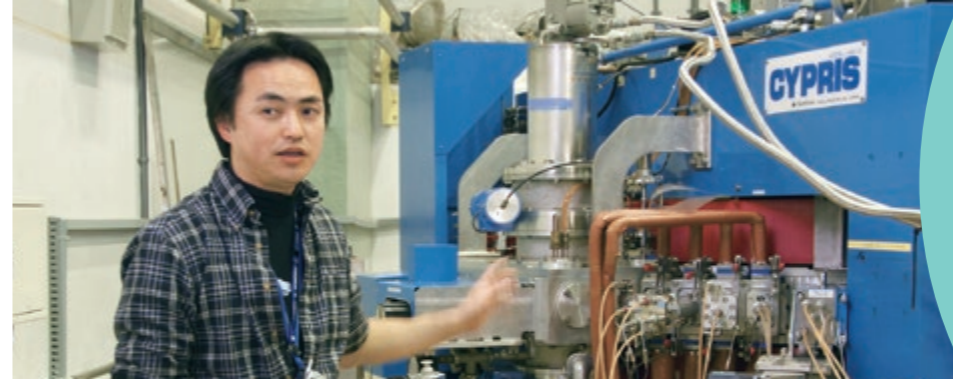


【Q】サイクロトロンを使ってどのような研究が行われていますか。

簡単に言うと、サイクロトロンはビームを出す装置です。イオンの粒子を加速したものをビームと言っています。様々な物質にこのビームを照射してRI(ラジオアイソトープ:放射性同位元素/核種)を作っています。最も一般に知られているのは、PET検査などに使用される放射性薬剤の製造ですが、これは小型のサイクロトロンでも作ることができます。分子イメージング研究センターにも、放射性薬剤を専用に製造する小型のサイクロトロンが一台あります。

大型サイクロトロンはより高いエネルギーを出すことができ、例えば金属などのような重い物質のRIも作ることができます。放医研では大型サイクロトロンで作るRIを利用し、PETやさらに新しい治療方法の研究開発に力を入れています。

また、ビームそのものを使う研究や実験も行われています。例えば、宇宙空間には放射線がたくさん飛んでいるので、宇宙船や宇宙に持って行く機器類は放射線に耐えられなければなりません。最近では、色々な電子部品にビームを照射し、宇



マイナスイオンを加速する小型サイクロトロン。ガスを照射するターゲットが並んでいます。ガスを照射してポジトロンを出す放射性核種を作っています。

宙空間と同じ程度の線量を当ててみて耐えられるかどうかのテストなども、良く行われます。

さらに、放射線を検出する機器の開発や、様々な物質にビームを当てた時にどうなるかといった基礎物理学的な研究など、様々な目的で利用されています。

【Q】それらの研究や実験を行うためには、運転室として具体的にどんな作業が必要なのでしょう。

これらの研究や実験では、ビームの種類や量、分布、エネルギーなど様々な条件がオーダーされます。私たちは、その条件を確実に実現するよう、サイクロトロンの調整をしていきます。

条件には、集中的に多くのビームを出したいとか、ビームの量は少なくとも高いエネルギーで出したい、広い面積でビームを出したい、特徴的なビームが欲しいなど、色々な要素があります。現在の装置でそれいかに応えていくか、どうすれば最大のパフォーマンスができるかなどを試行錯誤するのは、とても面白くやりがいを感じますし、難しい要求に応えられた時は本当に嬉しいですね。



トラブルを解決している時が、実は一番面白いんです。

ただ、技術的、経験的な知識が必要とされ、様々なノウハウがあるので、さらに勉強をしなければと思っています。

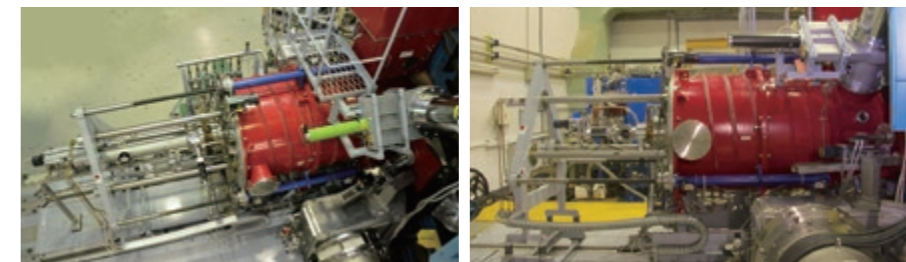
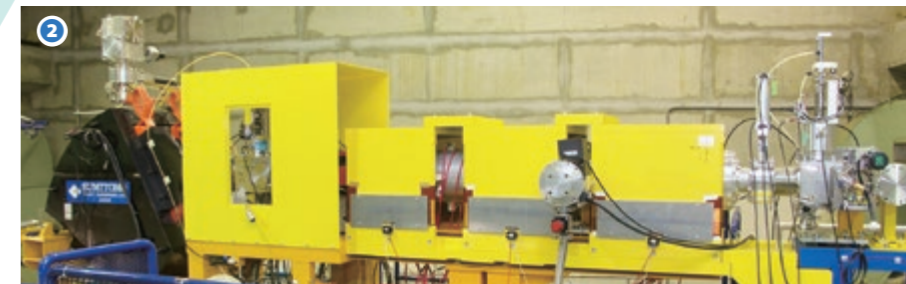
【Q】サイクロトロン運転室としての今後のビジョンを聞かせていただけますか。

やはり、新しい大型サイクロトロンを入れたい、というのが運転室としての最大のビジョンです。

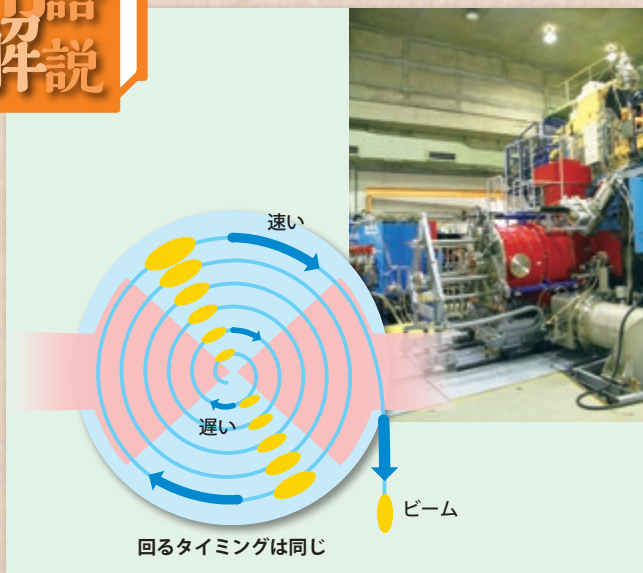
私自身はこの古い装置が好きだし、故障した時にその原因をあれこれ探索し、元通りに稼働するように解決していくのは、謎解きのような面白さ、楽しさがあります。でも、もし我々の手に負えないトラ

ブルが起きて稼働しなくなってしまったら、研究や実験に支障が出て多くの方々に迷惑が掛かってしまいます。

機械の更新には巨額のお金も必要ですし、一定の期間機械を止めなければならぬので、とても難しいと思います。でも、40年という経年数を考えると、やはり新しい装置にし、不安の少ない状態で稼働していくことが放医研にとって重要だと思っています。



サイクロトロンの高周波電場を発生させる共振器です。赤い円筒形の部分は周波数を合わせるチューナーの働きをします。右上の四角い赤い箱の中に、電場を発生させるための大きな真空管が入っています。



固定磁場と高周波電場を組み合わせ、イオンをらせん状に加速する加速器の一種です。イメージとしては、蚊取り線香のような軌道で内側から外側にグルグル回して連続的に加速します。内側を遅いイオン、外側を速いイオンと同じタイミングで一緒に回るのが特徴です。このように加速された高速で飛びイオンを標的に衝突させて、放射性同位元素を作ったり、素粒子の研究をしたりと、医学・農業・工業などさまざまな目的に用いられています。

放医研には、大型サイクロトロンと2台の小型サイクロトロンがあります。1974年(昭和49年)から運転している大型サイクロトロンでは、金属核種を主とした放射性薬剤の研究開発を中心として、宇宙空間の模擬試験や、粒子線検出器の開発、放射線生物学の基礎実験などが行われています。2台の小型サイクロトロンは、PET診断薬の製造や、ポジトロン核種を用いた薬剤の研究等に利用されています。



放医研の社会貢献活動をご紹介します

### 社会とともに

放医研では2015年2月にコバルト照射装置のコバルト60大線源(半減期約5年、放射能約111TBq)が9年ぶりに更新され、強度が約3倍向上しました。この装置はあまり知られていないのですが、全国の放射線治療の縁の下の力持ち的な役割を担っています。全国の医療機関で放射線治療に用いられる測定器(電離箱線量計)の校正がこの装置を用いて行われており、校正した電離箱数は年間3000に達します。ここで決められた目盛りの値を使って、現場の放射線治療装置が測定・調整されています。つまり、この照射装置の精度は日本中の放射線治療の品質に大きく影響を及ぼします。このため放医研では、日々の精度管理や測定値に影響のある温度気圧のモニタリ

### コバルト照射装置の線源更新

重粒子医科学センター 放射線治療品質管理室 水野 秀之

グ、高精度な位置合わせ装置の設置など、高い信頼性のある測定環境の整備に努めており、さらに今回の線源更新により世界水準の精度が確保され、わが国の放射線治療の品質の向上に資するものと期待されています。



### 寄付金のお願い

放医研では、放射線科学・放射線医学分野の科学技術の水準を向上させることを目的として、研究開発事業を推進しており、研究所のこうした活動に対するご支援を頂くために、企業や個人の皆様からの寄付金を広く募っております。

放医研は、放射線に関する基礎的な研究から医学応用までの幅広い研究活動を通じて、社会に貢献してまいります。当研究所の事業に一層の温かいご支援を賜りますよう、よろしく願いいたします。

詳細は、当研究所のウェブサイトをご覧ください。

<http://www.nirs.go.jp/public/operation/contribution.shtml>

お問い合わせ先 企画部研究推進課 TEL 043-206-3027(ダイヤルイン) E-mail kensui@nirs.go.jp

### 今月の表紙

重粒子医科学センター  
物理工学部  
サイクロトロン運転室  
北條 悟  
(主任技術員)



## 放医研NEWS 2015年3月号 No.191

発行:独立行政法人 放射線医学総合研究所

問い合わせ先 放射線医学総合研究所 広報課 〒263-8555 千葉県千葉市稲毛区穴川4-9-1  
TEL:043-206-3026 FAX:043-206-4062 E-mail:info@nirs.go.jp

ホームページ <http://www.nirs.go.jp>

### 編集後記

放医研を見て体験していただく一般公開の日が近づいてきました。今年はみなさんと直接対話ができる機会も増やしましたので、ぜひご家族連れでおいで下さい!(よ)

© NATIONAL INSTITUTE OF RADIOLOGICAL SCIENCES

本誌掲載記事の無断転載を禁じます。

制作協力:日経印刷株式会社

この印刷物はグリーン購入法に基づく基本方針の判断の基準を満たす紙を使用しています。