

放医研 NEWS

NATIONAL INSTITUTE OF RADIOLOGICAL SCIENCES

09

2013 No.182

HIMAC物語

最先端治療のビームをつくる

内山宙志

どんな仕事、こんな仕事

研究基盤センター

情報基盤部 情報基盤システム課

黒田典子

サマーサイエンスキャンプ 2013 「放射線を学ぼう！」 レポート

サマー・サイエンスキャンプ
SUMMER SCIENCE CAMP 2013

- 主催：独立行政法人 科学技術振興機構
- 共催：独立行政法人 放射線医学総合研究所ほか
- サイエンスキャンプ本部事務局：公益財団法人 日本科学技術振興財団

2013年8月21日～23日
主催：独立行政法人 科学技術振興機構
会場：放医研

高校生のための科学技術体験会「サマーサイエンスキャンプ」を今年も開催しました。「放射線を学ぼう！」のテーマのもと、放射線の基礎講座から原発事故における放医研の役割などの講義をはじめ、放射線の基礎実験、実験動物遺伝学実習、MRIによる画像診断など、さまざまな実習を行ったうえ、重粒子線治療のHIMAC、新しい治療棟の見学など、充実したカリキュラムが展開されました。将来は医療の世界へ！という若いエネルギーがあふれた3日間でした。



サマーサイエンスキャンプ 2013 レポート

福島と千葉の小学生のためのサイエンスキャンプ開催！

2013年7月28日～30日
協力：福島県教育庁、福島市教育委員会、千葉市教育委員会、千葉市科学館

高校生のためのサイエンスキャンプに加え、今年は「福島と千葉の小学生交流サイエンスキャンプ」を開催しました。こちらは、福島市と千葉市の小学生が、放射線について基礎的なことを学びながら交流し、理解を深めることを目的として行われたもので、父兄とともに、福島から6組、千葉から7組のみなさんが参加しました。

キャンプでは、放射線が飛んだ跡を目で見ることで霧箱を作ったり、果物などを粘土でくみ、中が見えないようにしたものをMRIの断面の画像から見分ける実習などを行いました。

また、重粒子線がん治療施設や、千葉市科学館を見学、さらに、宇宙と宇宙線のような身の回りにある放射線について学ぶ講習会や、放射線についてのクイズ大会を行うなど、いろいろなことを体験していただきました。



第27回 放医研 公開講座 開催！

「放医研の多彩な活動と研究最前線」

放医研では、研究開発に関する取り組みや最新の研究成果について、研究者が一般の方々に直接分かりやすくご紹介する公開講座を定期的に開催しています。今回は、放医研に隣接する穴川中央公園で稲毛区民まつりが開催されるのにあわせ、10月20日に開催する運びとなりました。講座のテーマは「放医研の多彩な活動と研究最前線」です。



プログラム

「放医研の原子力災害への取り組み」

「認知症の克服をめざして
～分子イメージング研究の現在と未来～」

「重粒子線がん治療における物理の役割」

日時：2013年10月20日（日）14:00～17:00

会場：放医研 重粒子治療推進棟 2階大会議室

定員：140名

入場料：無料（事前申込が必要です）

お申し込み

放医研のホームページ (<http://www.nirs.go.jp>) から、または下記どうぞ
放射線医学総合研究所 企画部広報課
TEL：043-206-3026 / FAX：043-206-4062
E-mail：info@nirs.go.jp

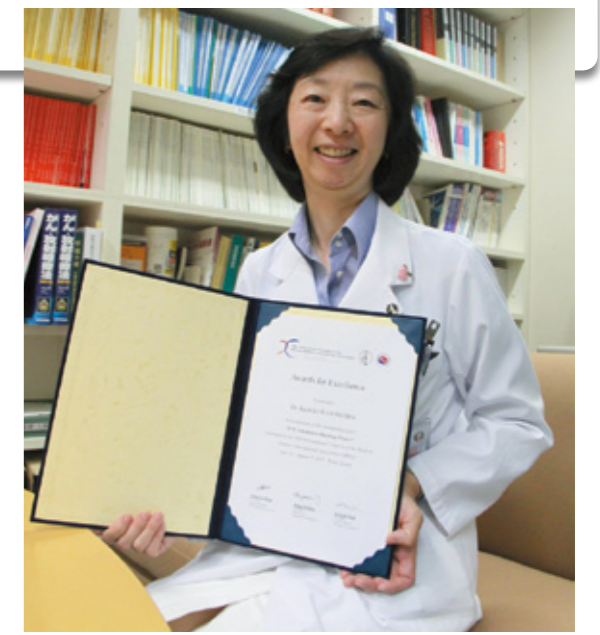
国際女医会議で優秀賞を受賞

2013年
7月31日～8月3日

第29回国際女医会議 (Medical Women's International Association) がソウルで開催され、重粒子医学センター病院の唐澤久美子第3治療室長が優秀賞 (Award for Excellence) を受賞しました。

会議には各国の女医約1000人が参加し、社会性の高い学術発表が行われました。唐澤室長は、アジア原子力協力フォーラム (FNCA) の放射線治療プロジェクトにおける女性医師の活躍に関する口頭発表によって賞を

受けました。また、会期中のポスターセッションでは、乳がんに対する重粒子線治療の臨床試験について発表し、新たな治療法に対する世界からの高い関心が伺えました。



韓国の医療従事者向けにトレーニングコースを開催
～アジアにおける緊急被ばく医療の人材の育成を目指して～

2013年8月28日～8月29日

韓国原子力医学院 (KIRAMS) の要請で、緊急被ばく医療従事者向けのトレーニングコースを開催しました。このコースは、日本が持つ被ばく医療に関する知識や経験を実践的、体系的に学べる貴重な機会として2005年から開催され、今年で7回目です。実際の被ばく患者への対応について学ぶほか、東京電力福島第一原子力発電所事故や、過去に起こった事故の例につい

ても、被ばく医療の観点から学習できるように組まれたカリキュラムに沿って、24名の受講者が熱心に研修に取り組みました。

被ばく医療従事者を育成するノウハウを十分に活用した放医研独自の国際交流の一環として、また緊急被ばく医療のアジアへの普及とネットワーク作りを促進する活動の一つとして、今回も有益な研修となりました。



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。



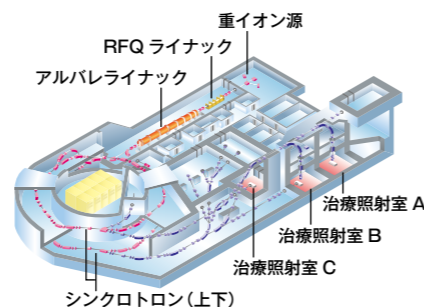
HIMAC 加速器制御室

内山宙志 (うちやま ひろし)

第9回

最先端治療のビームをつくる

HIMAC が誕生して20年。すでに8000例を超える治療実績を積み上げ、世界のがん治療の先頭を走り続けています。この巨大かつ先端的な装置のオペレーションからメンテナンスまでを請け負っているのが、加速器を専門とする技術者たちです。治療や実験のスケジュールを滞りなく遂行するため、常に監視の目を光らせている内山さんに、お話を伺いました。



地下にある巨大な仕事場

HIMACでは、炭素原子から電子をはぎ取って作り出された炭素イオンを、加速器によって光の速度の7割から8割まで加速し、エネルギーを高めて、がんの病巣に照射してダメージを与えます。HIMACは、炭素イオンなどのイオンを発生させる「重イオン源」、ライナックと呼ばれる2台の直線型の「前段加速器」、シンクロトロンというリング状の「主加速器」の3つの部門で構成されています。2台のライナックの長さは7.3mと24m。シンクロトロンは直径42m、周長130mにも及び、床面積はサッカー場に匹敵します。シンクロトロンは、新治療研究棟につながる上リングと、HIMAC棟の治療室につながる下リ

ングの二重構造になっており、地上2階・地下2階、高さは36mを超えます。このHIMACが設置された巨大な空間が、内山さんたちの仕事場です。「総員50名で、HIMACの運転・維持・管理に当たっています。担当は、主要設備ごとに分かれています。私はメンバー10名とともにシンクロトロンを担当しています。患者さんにビームを照射するのは放射線技師さんの仕事ですが、スイッチを入れればいつでも照射が行える状態にもっていくのが、私たちの仕事です」と、内山さんは語ります。「巨大な装置を駆使する作業ですが、イオンの発生からビームの照射エネルギーに加速するまでは1秒弱です」しかしながら、ビームを正確に病巣に

当てるために患者さんの体勢の位置決めは慎重に行われます。とくに、上腕部や眼底など位置決めが難しい場合は1時間を超えることもあるそうです。患者さんと直接ふれあう職場ではない内山さんですが、最先端治療を支える技術者としての心意気が伝わってきます。「私たちはそのとき治療を受けている患者さんがどのような方かわかりませんが、どの部位へのどの様な照射なのか、照射や位置決めから何となく予想することしかできません。だからこそ、ビームの行き着く先には患者さんがいるということを強く意識しています。必要ときに必要なビームが出せるように、常にスタンバイしています」お話を伺った日は、ちょうど年1回の



重イオン源



RFQ ライナック



アルファライナック



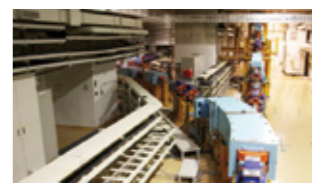
主加速器偏向電磁石



出射ファラデーカップモニター



高周波加速空洞



ビーム取り出しライン



上リングにビームが駆け上がるために設けられた偏向電磁石



加速されたビームはこの散乱体と呼ばれるところから治療室に運ばれ、がん細胞に照射される。

総合点検の最中でした。

「電力需要が高い夏の1ヵ月半を使って、HIMACのメンテナンス作業が行われます。巨大な装置なので、スケジュールはタイトです」取材当日は、シンクロトロン内での粒子の加速を担う「高周波加速空洞」のメンテナンスが行われていました。「前段加速器で光速の約11%程度まで加速された粒子は、この加速空洞を通るたびに少しずつ加速されていき、シンクロトロンを数百万周回する間に最高速度が光速の約84%にまで達します」



メンテナンス中の高周波加速空洞。シンクロトロン的心臓部ともいえる部分で、粒子がここを通るたびに一気に加速されていく。

シンクロトロンには、いろいろな種類

の電磁石が無数に配置されています。「ビームの方向を整えて、軌道から外れないようにするための電磁石や、ビームを拡散・収束するための電磁石などです。これらも、もちろん点検対象です」

HIMACは眠らない

HIMACでは、重粒子線が安定に出せる特長を生かし、がんの治療だけでなく、さまざまな分野の実験研究も行われています。

「HIMACによる治療時間は、月曜日を除く平日の午前8時半から午後7時半までです。実験は、治療を終えた夜間から未明にかけてと休診日に行われます。実験の内容に合わせて、イオン源やエネルギーレベルの設定を変更するのも私たちの仕事です。実験が終わると、また、治療用の設定に戻します」

HIMAC同様、内山さんたちも常にフル稼働のようです。「実験は、医学分野に限らず、物理や生物など多岐にわたっています。例えば、宇宙線被ばくが計器に与える影響を調べるといったような実験もあり、毎年NASAからも研究者が訪れています」

その運用の多様性がHIMACの魅力だと、内山さんは語ります。「重粒子線治療施設は、HIMACに続き、群馬（群馬大学重粒子線医学研究センター）、佐賀（九州国際重粒子線がん治療センター）がオープンしていますが、HIMACのような研究実験は行っていません。HIMACは完成後20年が経過していますが、実はどの施設よりも先頭を

走っている刺激的な施設です」

知識とノウハウのバトンを引き継ぐ

内山さんは、学生時代、放医研の野田耕司・重粒子医学科学センター 物理工学部長（現在）の下で、シンクロトロンを周回するビームを計測するモニターの研究を行っていました。そこで加速器の魅力に目覚め、現在の職場を選んだといいます。



加速器制御室のみなさん

「入社後10年になります。今でも教えられる身にかわりはありませんが、今後は後輩たちにバトンを引き継ぐ立場になっていくと思います。HIMACも20年たって、新しい装置に入れ替わったり、新治療棟が建設されて照射のシステムが一新されたりと、どんどん進化しています。しかし、一方で、老朽化も進んでいます。今後も治療が中断することのないようにHIMACを運営していくには、新旧それぞれを知っている私たちの年代の責任が非常に重いと思っています」趣味は山登り、スキー、サッカー、スケートボードと語る内山さん。HIMACの総合点検が終る9月に遅めの夏休みをとり、北アルプスを縦走する予定だそうです。

研究基盤センター 情報基盤部 情報基盤システム課

Information Systems Section, Dept. of Information Technology Research, Development and Support Center

情報ネットワークを構築・運営し、コミュニケーションを推進する。

放医研には、40を超える建物に約3000台以上のコンピュータやネットワーク機器が設置され、1000人に及ぶユーザがそれを利用しています。

その1台1台がネットワークでつながれ、所内外とコミュニケーションをはかり、情報を収集し、高度な計算を行っています。

研究や業務に欠かすことのできないコンピュータに関わるすべてを総合的にサポートする情報基盤システム課の仕事を、黒田典子さんに伺いました。

PCの向こう側の仕事をすべて引き受ける

私たちが所属する情報基盤部情報基盤システム課は、放医研の研究をさまざまな形でサポートする研究基盤センターに属しています。

主な業務は、情報ネットワークや基幹情報システムの企画、整備、運用、維持管理、ユーザ支援、そして情報セキュリティの確保などです。メンバーは事務員を含め6名です。私は主にWeb開発に携わっています。具体的には、ユーザや機器の管理運用に関するアプリケーションの開発を行っています。また所内外でファイル共有を行う暗号化対応のFTPサーバを構築し、FTP利用者管理DBシステム等も開発しました。その他、所内向けホームページの職員名簿、掲示板システム、大型プリンタや会議室予約システムも私たちの課で開発したものです。

放医研のユーザは約1000名ですが、



放医研では所内向けメールサーバをはじめ、情報基盤システム課で独自開発したものが多数使われている。

黒田典子 NORIKO KURODA

研究基盤センター
情報基盤部 情報基盤システム課 技術員



ユーザ層はさまざまで、ユーザ支援での日常多い問い合わせは「メールが来ない」「ネットワークにつながらない」という基本的なものです。時には現場に赴いてのサポートも行います。サーバの中のログ（残された記録）をたどって、トラブルの原因を調べることもあります。

ユーザがネットワークを利用できるように、アカウント（メールアドレス）を発行し、ネットワーク機器のIPアドレスを発行するのも私たちの仕事です。Web上でアカウントやIPアドレスを発行するプログラムも私たちが開発したものです。

情報基盤システム課の大きな仕事として、昨年末、電子計算機システムの更新(主

要サーバ機器の大規模な入れ替え)がありました。この作業は、通常利用者のある平日には行えないので、年末年始、休日に行います。これまでと変わりなくユーザがメールやファイル共有が行えるように、入れ替え後の動作チェックや検証を入念に行い、無事更新を終えました。

日常は、ネットワーク機器、サーバの稼働状況を監視するシステムと連動する『赤・黄・緑』のパトロールランプで、トラブル発生をいち早く察知することが出来るようになってきました。課の居室に設置してある警告灯が点灯するので、問題の発生を遠くからでも視認でき、素早い対応が可能です。

セキュリティ管理に心を砕く

近年、研究施設や官公庁のホームページが外部から勝手に書き換えられたり、情報が漏洩したりするなど、サイバーセキュリティをめぐる事件が頻発しています。幸い、放医研ではこれまでそうした問題は起こっていませんが、外部から攻撃(Attack)された痕跡はいくつか見つかっています。

今期の初めには、情報セキュリティ委員会において、政府の統一基準に準拠した情報セキュリティポリシーの改正を行い、所員全員を対象とした説明会を開催しました。私たちの部署は、情報セキュ



情報基盤システム課・竹下課長と黒田さん



膨大な所内共有データがこのサーバに！カスタマイズされた機器も多数使われている



高速計算用クラスターシステム

リティ委員会の事務局も務めています。機密情報を扱う際の注意事項をまとめた一般職員用「行動管理基準」と、各システムの情報セキュリティ運用について定めたシステム管理者用の「システム管理基準」を作成し、昨年、所員全員を対象とした情報セキュリティに関するeラーニングをスタートしました。日頃から所内職員の一人一人の情報セキュリティに関する意識を高めることが大事であると感じます。

今後の課題

今後の課題としては、サーバ・ネットワークについては、コンピュータ資源の効率的な運用をはじめ、スペースや電力



トラブル発生の際に赤ランプが点滅するパトロールランプ

の削減にもつながる仮想サーバの導入や、システムの安全性を高める冗長化の推進があげられます。仮想サーバは、1台のサーバを複数の仮想的なサーバに分割して、あたかも何台ものサーバが存在するかのごとく扱えるようにしたものです。冗長化は、1つの機器に問題が生じても他の機器で代替できるようなシステムを構成することです。現在、数十台のサーバが仮想サーバとして稼働していますが、これからも引き続き仮想化を進めていきたいと思っています。



スペースや電力の削減にもつながる仮想サーバが今後はますます導入されていくようだ。

また、セキュリティに関しては、情報セキュリティの確立とユーザの使い勝手の良さを、いかに両立させるかが大きな課題です。セキュリティを強固にすると、使い勝手が悪くなったり、扱いが難しくなったりします。この二つのせめぎ合い

をどのように解消していくかが鍵です。最近注目されている「クラウドサービス」のリスクとセキュリティ対策についても理解を深めていきたいと思っています。

合唱で患者さんとも触れ合う

所員で編成されるNIRS合唱団に所属し、重粒子医学センター病院で毎年夏と冬にコンサートを開催しています。忙しい仕事の合間に、練習時間が週1回、昼休みの数十分と限られていますが、患者さんたちに楽しみにしていただいているのが、励みになっています。また、高校時代にやっていたヴァイオリンを10年前に再開し、毎週日曜日に行われる地元のアマチュアオーケストラの練習に参加しています。仕事を離れ音楽でリフレッシュしています。



サマーコンサート 2013 より

加速したいモノ

用語解説

数字でみる 放医研 トリビア

1

重粒子線治療で、ビームのもとになるイオンの発生から、がん照射するのに十分なエネルギーにビームが加速されるまでの時間は、「1秒」以内です。

よく用いられる 290MeV/u*のエネルギーでの治療の場合は 0.65 秒弱、治療で使われる最も高いエネルギーである 430 MeV/u のときでも 0.8 秒弱と、実際には 1 秒もかからずに必要なエネルギーに達します。十分に加速されたビームはシンクロトロンから取り出され、治療室へと導かれます。

世界初の医用重粒子線加速器として、正確かつ安定した稼働を誇る HIMAC は、今この瞬間にも、最高の治療のためのビームをスタンバイしています。その裏には、技術者たちの患者さんへの思いがあります。

* MeV/u……核子当たりのエネルギーを示す単位。

加速器って？

加速器は物質の細かい構造を調べるために 1930 年代に開発された装置です。電気を帯びた陽子や電子などの粒子を加速し、粒子が崩壊するときの反応を調べます。粒子の速度を高めるには高い電圧が必要ですが、当時の技術では一気に加速するのは難しいことでした。そこで、加速部を円形にして、粒子を何回も回転させて高電圧を得るサイクロトロンやシンクロトロンなどの円型加速器が開発されました。

さらに小さなものを見分けるには高いエネルギー状態にする必要があります。そのために加速器は大型化し、加速した 2 つの粒子の束（粒子線）を正面衝突させるコライダー加速器により、物質の基本要素といわれるクォークが突き止められました。

加速器は医療用でも使われています。PET（ポジトロン断層撮影法）は寿命が短い放射性核種を含んだ医薬品を使いますが、その薬剤はサイクロトロンを用いて作られています。また放医研の HIMAC は、世界初の医用重粒子線加速器として開発されました。

作 PECO



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：企画部研究推進課知的財産係
TEL：043-206-3027（ダイヤルイン）E-mail：kensui@nirs.go.jp

今月の表紙

研究基盤センター
情報基盤部情報基盤システム課の
みなさん

編集後記

今回は、メンテナンス中の HIMAC をじっくり見て回ることができました。上半期の稼働、お疲れさまでした。（く）

NIRS 放医研 NEWS 2013年9月号 No.182
NATIONAL INSTITUTE OF RADIOLOGICAL SCIENCES

発行：独立行政法人 放射線医学総合研究所

問合わせ先：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

制作協力：サイテック・コミュニケーションズ 撮影：大塚俊 デザイン：GRID