

## NEWS REPORT

### 第16回公開講座「医療における放射線」を開催



◀ 特別講演をご講演いただいた  
永田 久雄 先生



パネルディスカッションでは活発な議論が交わされた



広い会場が、ほぼ満席でした

3月13日土曜日、千葉市の幕張メッセで第16回公開講座「医療における放射線—エビデンスに基づいて現場の質問に答える—」が開催されました。通常は研究所の中で行われる公開講座ですが、今回は特別編として場所を幕張メッセに移し、規模を拡大して開催されました。テーマを医療被ばくに絞り、医療の最前線に立つ医療従事者が患者さんに質問を受けた時にどのように回答すべきかという課題について、具体的な方法とその根拠となるエビデンスを紹介するという趣旨で開催されました。

第1部では放医研の米原先生、酒井先生、赤羽先生、島田先生、神田先生の講演があり、放射線被ばくとその規制に関する最新の情報や医療被ばくを患者さんに伝える際のポイントなどが紹介されました。

第2部では、早稲田大学理工学術院客員教授永田久雄先生の特別講演「安全と安心の考え方」がありました。永田先生は長年にわたり労働安全に携わってきた経験から、安心を得るためには不安の種をひとつひとつ取り除くことが大切であると解説されました。また「CT検査ががんの原因になっている」と

いう新聞報道や「環境ホルモン問題」「BSE問題」などを取り上げ、マスコミが過剰に国民の不安をあおる場合があり、その際は正確な情報を粘り強く発信していく事が重要であると指摘されました。

第3部では、放医研の神田先生がコーディネーターとなり「あなたは医療被ばくについて患者の質問に答えられますか？」と題したパネルディスカッションが行われました。パネリストとして北村善明日本放射線技師会会長、中村仁信日本医学放射線学会理事、上杉英生国立がんセンター東病院看護部副看護師長と、放医研の酒井先生、島田先生が参加されました。「子供や胎児への影響」や「若い女性に対する10 days rule」などについて活発な議論が展開されました。

当日は、会場である国際会議室がほぼ満席となり、補助イスが必要になるなど、市民の皆さんの関心の高さが伺えました。放医研は今後もこのような公開講座などを通して、放射線被ばくに関する正確な情報を提供し、国民の安全・安心に資する活動を続けていきたいと思えます。

広報課

#### 目次

##### ◇ NEWS REPORT

- 第16回公開講座「医療における放射線」を開催…………… 1
- 第2回陽子線による宇宙放射線線量計国際比較実験の実施についての報告…………… 2
- TBSはなまるマーケットで有名な「はなまるアナ」の両宮朋絵さんが、中村秀仁研究員を取材のために訪問…………… 3
- 『第4回 画像診断セミナー』  
放医研ならではの盛りだくさんな内容、今年も大盛況…………… 4

- 脳梗塞の後に起きる「神経膠(こう)症」の高分解能イメージングに成功  
～脳梗塞治療薬や神経再生医療の開発に貢献～…………… 5
- 天然の無機化合物から極めて強力な放射線防護剤を発見  
—放射線被ばく事故での救命やがん治療への応用に期待—…………… 6

##### ◇ HIMAC REPORT

- 「開度デジタル表示付き4辺独立電動 X線コリメータの設置」…………… 7
- ◇ おしらせ  
放医研一般公開…………… 8



## 第2回陽子線による宇宙放射線線量計国際比較実験の実施についての報告

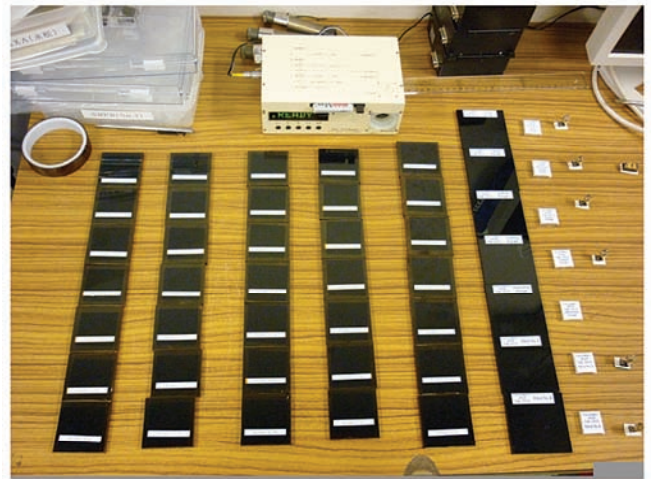
2002年よりHIMAC等の地上の加速器を利用して、国際宇宙ステーション (ISS) 等で使用される各国宇宙放射線線量計の国際比較実験 (ICCHIBAN Project) を実施してきました。2007年までに、米国ブルックヘブン国立研究所、米国ロマリダ大学、欧州原子核研究機構CERFも利用して実験が行われ、線量計の理解が進み、信頼性の向上にも役立ちました。さらに、ロシア生物医学問題研究所 (IBMP) の協力により、ISSにおける比較実験 (Space-ICCHIBAN) も実施されました。宇宙実験の結果に基づき、各国宇宙関連機関より、低LET領域をカバーする各種ルミネッセンス線量計に対する追加実験の実施を強く求められました。ルミネッセンス線量計の粒子線に対する応答は、これまで同じ線量の $\gamma$ 線に対する線量計の輝度の比で議論されてきましたが、 $\gamma$ 線と同様に低いLETの陽子線 (ISS内で支配的) に対する応答が異なると指摘されていました。各国が使用しているルミネッセンス線量計 (ほぼ全種類を網羅) に対して、250 MeV陽子線を利用した第1回目に加え、さらに複数の較正点を設け、議論に終止符を打つ事を目指します。

実験を前に、サイクロトロン汎用照射室C8コースに広く均一な陽子線ビーム照射場を準備し、線量評価及び均一性の確認を行いました。その結果、70 MeVと40 MeV陽子線で、直径約70mmの均一な照射場を構築しました。照射の前に校正された電離箱で線量を評価し、値付けされた常設の大型電離箱の計測により、照射予定線量値に達すると、自動的にビームシャッターを閉じビームを停止する機構も構築しました。なお、この照射場は、生物照射実験等にも使用できます。



サイクロトロン汎用照射室における照射の様子

この照射場を利用して、2010年1月29日と2月5日に、それぞれ70 MeVおよび40 MeVの陽子線による実験を実施しました。各国研究機関の線量計をICCHIBAN Working Groupによって、準備されたホルダーに組み込み、同じ条件による照射を行いました。



各線量計が詰められたホルダー

今回の実験には、米国NASAジョンソン宇宙センター、オクラホマ州立大学、日本JAXA、放医研、ロシアIBMP、ドイツ航空宇宙センター、英国健康保護庁、オーストリア大学原子力研究所、チェコ原子核物理研究所等11ヶ国14機関が参加しました。

照射された線量計は、各研究機関に国際宅配便で返送され、各機関において解析が行われます。これらの解析結果については、今後、国際ワークショップの場において議論されることとなっています。また、引き続き、他のエネルギーでの照射実験が予定されています。



ICCHIBAN Working Group のメンバー

最後に、本実験を実施するにあたり、多大なる御協力をいただいた、サイクロトロン運転室の皆様にご感謝します。また、ICCHIBAN Working Groupのメンバーに深く感謝します。照射場の構築は、科研費のサポートによります。

基盤技術センター 研究基盤技術部 放射線計測技術開発室  
内堀幸夫、安田仲宏、北村尚、小平聡





## TBSはなまるマーケットで有名な「はなまるアナ」の雨宮朋絵さんが、 中村秀仁研究員を取材のために訪問

毎週日曜日朝8時からbayfm78にて放送されている「BAY MORNING GLORY」の番組で、新しい放射線計測の分野を切り拓かれている新進気悦の若手研究者である基盤技術センターの中村秀仁研究員を紹介して下さる事になりました。平成22年2月19日(金)、「はなまるアナ」で有名なタレントの雨宮朋絵さんをはじめ、bayfmの皆様(香川俊哉氏、関根拓明氏、栗原賢治氏、桜井哲雄氏)が研究室に訪問され、マスコミ等でも注目を浴びている中村研究員の研究内容と、昨年末、(財)内藤泰春科学技術振興財団と開催し大きな話題となりました科学技術カフェ2009(放医研ニュース2009年5月号&12月号、放射線科学2010年1月号参照)について取材されました。



雨宮朋絵さん(左)より取材を受ける中村研究員(右)

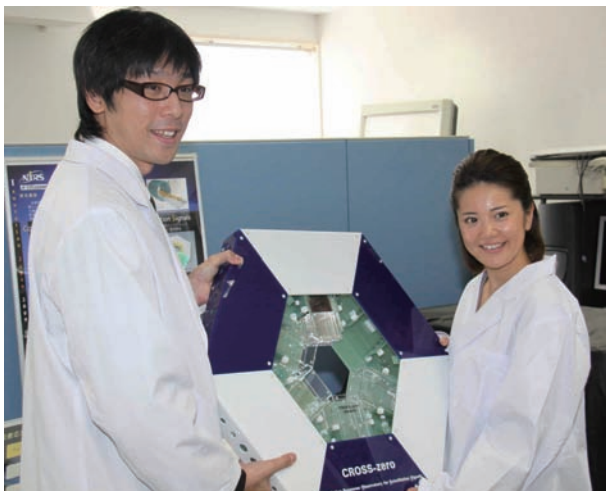


収録の様子

### 瞬く間に研究室がスタジオへ

当日の様子は、平成22年3月14日の「BAY MORNING GLORY」にてオンエアされました。

雨宮さんは、収録が始まると研究室内に展示してある検出器などを実際に手に取り、「この望遠鏡みたいな物は何をする物なのですか？」などとリスナーの皆様にはわかるような質問や説明をされていました。そして、中村研究員の解説に対し真剣に耳を傾けながらも、笑顔でお話されていました。また、雨宮さんの「アメミヤブログ」にも、大きく取り上げて頂きました。  
<http://ameblo.jp/amemiya-tomoe/day-20100313.html>



白衣を纏われた雨宮さんと中村研究員の記念撮影(参照「アメミヤブログ」)



解説の様子

取材とオンエアにあたり、御尽力を頂きましたニュースデスクの仲谷友希氏、千葉県総務局市長公室広報課の田中剛志氏、同市経済振興課の長谷部収氏、石渡孝洋氏に、心より深く感謝申し上げます。誠に有難うございました。

科学技術カフェ 2010 ～シエスタ～ 事務局

## 『第4回 画像診断セミナー』 放医研ならではの盛りだくさんな内容、今年も大盛況

平成22年2月22日～23日、放射線医学総合研究所(以下、放医研)において画像診断セミナーが開催されました。本セミナーは、人材育成・交流課と分子イメージング研究センターが連携して企画・運営するもので、毎年定員を上回る応募のある人気の高い研修事業です。昨年度から「(中)日本核医学会認定医(専門医)資格更新制度に関する学術集会」および、「核医学専門技師認定申請・更新のための研究会・研修会」として認定を受けています。第4回となる今年は、医師、放射線技師、研究者、大学教員、製薬企業などから、幅広い関心を集め、応募者は31名にのぼりました。今回の応募者の中には薬学部において画像診断に関する授業担当をするための知識を得るためという方も2名おり、画像診断学、分子イメージング分野の広がりが見られました。応募者の中から厳選された18名の研修生が、2日間のカリキュラムに臨みました。

セミナーの内容は、例年、分子イメージングという融合分野をさまざまな切り口で概説するものです(右表)。放医研の得意とする人に投与しても安全な分子プローブ製造技術や、バラエティ豊かな脳や腫瘍のイメージング研究についての紹介から、データ解析・臨床研究の進め方といった実用的な内容も織り込まれています。また、放医研だからこそ聞ける「放射線防護」の話も、魅力のひとつとなっています。

研修生から特に人気を博したのが、1日目の「7T-MRIを用いた形態・機能イメージング技術の実際」「小動物PETを用いたイメージング技術の実際」の2つの見学実習です。午前70分、午後150分となかなかのボリュームでしたが、研修生は疲労の色を見せることなく身を乗り出して講師の説明に聞き入っていました。受講後のアンケートからも、「普段、見ることは出来ない事で興味深く、見学できた。」や、「現場を見学して書面等ではわからないことを知ることができた。」と満足度の高さをうかがうことができました。

今年も2日間のセミナーは大盛況のうちに終了しました。日本全国から集まった研修生が各施設に戻り、本セミナーで習得したことを活かして、日本の分子イメージングのベースアップが果されることでしょう。

最後に、熱意をもって準備に奔走して下さった講師陣に心から感謝します。

分子イメージング研究センター運営企画ユニット  
企画部人材育成・交流課

表 第4回画像診断セミナー 研修内容

1日目
● 分子イメージング研究概要と研究の世界動向
● PET分子プローブと創薬
● 7T-MRIを用いた形態・機能イメージング技術の実際
● 小動物PETを用いたイメージング技術の実際
● PETを用いた薬物動態解析の実際
2日目
● 精神・神経疾患のイメージング
● PET臨床データ定量解析法
● 腫瘍イメージング
● 新規PETプローブ開発の実際
● 放射線防護
● 安全なPET分子プローブ製造技術
● PET臨床研究の実際・進め方



手技を見せる、  
関 千江 准技術員

研修生の質問に答える、  
辻 厚至 主任研究員



講義の様子

閉講式の様子  
菅野 巖 分子イメージング研究センター長







## 脳梗塞の後に起きる「神経膠(こう)症」の高分解能イメージングに成功 ～脳梗塞治療薬や神経再生医療の開発に貢献～

分子イメージング研究センター(菅野 巖センター長)の青木らは、高磁場磁気共鳴画像(MRI)<sup>\*1</sup>と細胞内に取り込まれる機能的造影剤を用いて、脳梗塞で生じる神経膠症(グリオオーシス)<sup>\*2</sup>が梗塞の周辺部位で増大する様子を、世界で初めて、生きたままのラットの脳で、高い分解能で画像化することに成功しました。これは、医療現場で使用されている経口造影剤と同じ成分のマンガン造影剤とMRIを用い、マンガンイオンが効率的に神経膠症の原因であるグリア細胞内に取り込まれることを発見し、活用した成果です。

この技術は、脳梗塞の治療薬や神経を再生する技術を開発する場合に、神経膠症を生きたままの脳で、従来の5～100倍もの分解能で画像化できる点で画期的です。実験動物を用いて治療薬の薬効を迅速に評価可能になるために開発が加速でき、将来的には神経幹細胞移植の効果判断、脳梗塞の早期発見にもつながると考えられます。

これまで動物実験において、脳梗塞を引き起こす神経膠症(グリオオーシス)の発生を確認するには、死後に脳を摘出し、薄い切片を作成して顕微鏡で観察する方法しかなく、グリオオーシスの状態を正確に把握することが出来ませんでした。今回の研究では、マンガンイオンが効率的に高い密度と活性を持つグリア細胞内<sup>\*3</sup>に取り込まれることを発見し、ラットの脳梗塞の実験モデルを用い、生きたまま脳のMRIを撮影することで、傷害部位を取り囲むように発生した神経膠症(グリオオーシス)を、白い信号として画像で検出することに成功しました(図)。

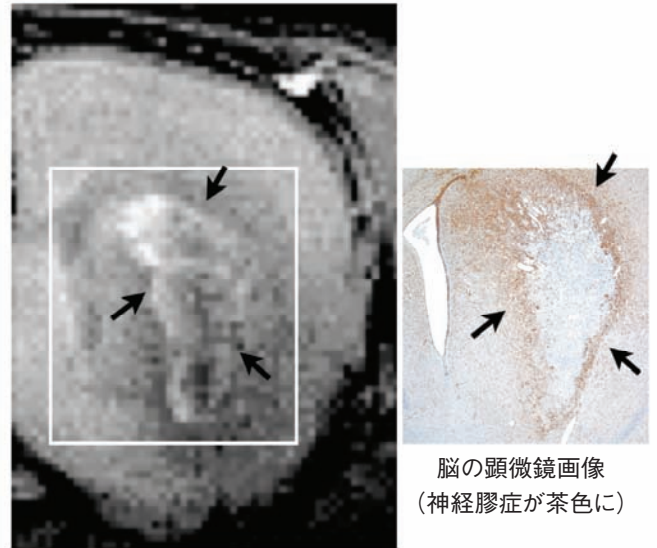
本研究は、機能的造影剤の技術と高磁場MRIを用いることで、脳梗塞後に発生した神経膠症(グリオオーシス)を0.1mm程度の高い分解能(従来法は5～10mm程度)で画像化した世界初の成果です。撮影は、医療現場で広く用いられるMRIを用いるため、CT撮影などの放射線の照射や投与は不要です。

本研究は、明治国際医療大学田中忠蔵教授・河合裕子助教、米国国立衛生研究所・国立神経疾患脳梗塞研究所 Afonso C Silva博士らとの共同研究による成果です。

本成果は米国の専門誌「Neuroimage」49巻第4号<sup>\*1</sup>(2010年2月発行)に掲載されています。

分子イメージング研究センター

先端生体計測研究グループ 計測システム開発チーム  
チームリーダー 青木 伊知男



生体で撮影された脳のMRI

脳の顕微鏡画像  
(神経膠症が茶色)

(図)MRI像(左)では、脳梗塞が起きた場所を取り囲むように神経膠症が環状に白く造影された。死後の組織染色像(右)と比較して、その造影部位が神経膠症であることを確認した。高磁場MRIでは、脳梗塞の傷害部位を100ミクロン程度の精度で画像化できる。

[図; Kawai ら, Neuroimage. 2010<sup>\*1</sup>より改変]

### 用語解説

※1) 高磁場MRI: より高い磁場ほど強い信号が検出できるが、安定した画像を得るためには高度な技術力が必要となるため、通常の医療では3テスラ以下のMRIが使用される(1テスラは10000 Gauss)。本研究では、4.7テスラMRIを使用し、100ミクロン程度の分解能で生体の断層画像を得ることができる。 ※2) 神経膠症(グリオオーシス): 外傷や虚血、感染などの侵襲によって生じるグリア細胞の反応である。グリア細胞の肥大や細胞増殖、グリア線維の増加が見られる。グリア性癆痕(星状細胞増加)に至ることが多い。 ※3) グリア: ニューロンと共に、神経組織の二大構成要素である。グリア細胞はニューロンの数の10倍もあり、神経系の体積の約半分を占めると言われている。ニューロンの発達と生存・代謝の支援や、シナプス伝達などに積極的に関わっている。

\*1 Kawai Y, Aoki I, Umeda M, Higuchi T, Kershaw J, Higuchi M, Silva AC, Tanaka C. In vivo visualization of reactive gliosis using manganese-enhanced magnetic resonance imaging. Neuroimage. 2010 Feb 15;49(4):3122-3131.

## 天然の無機化合物から極めて強力な放射線防護剤を発見 —放射線被ばく事故での救命やがん治療への応用に期待—

放射線防護研究センター生体影響機構研究グループ（根井 充グループリーダー）の王と田中らは、天然の無機化合物で、血糖値を下げる効果のあることが知られている、バナデート<sup>1</sup>（酸化バナジウムとナトリウムの化合物）が、実験動物レベルにおいて、極めて強力な放射線防護作用を持つことを世界で初めて発見しました。マウスを使ったX線照射実験において、これまでの放射線防護剤<sup>2</sup>では効果がないとされる高線量でも防護効果を発揮することを証明しました（図1・2）。

また、放射線防護作用のメカニズムについては、共同研究者の東京理科大学理工学部 森田 明典助教らによる細胞と分子レベルの研究結果から、バナデートが放射線感受性の決定要因の一つであるp53<sup>3</sup>と呼ばれる物質の活性を低下させ、p53によって引き起こされる正常細胞の急性放射線障害を軽減させることが明らかにされました。

もし放射線を被ばくした場合、特に問題になるのが、放射線に対して高感受性の組織である骨髄や小腸の障害です。骨髄の被ばくによって、造血系の幹細胞が死滅（骨髄死<sup>4</sup>）し、死に至ります。また、正常時には細胞を分裂・再生産することによりその機能を維持している腸は、被ばくによって元の幹細胞に傷害が起ることによって細胞の再生産が止まり、機能が完全に停止し（腸死<sup>5</sup>）、死をもたらします。高線量の被ばくから人命を守るため、放射線防護剤<sup>2</sup>が開発されており、従来はマウスを使ったX線照射実験において、骨髄死を起こす線量（8グレイ、以下Gy）を全身照射した場合に効果のある放射線防護剤がありました。しかし、これまで腸死を起こす高線量（12Gy）で防護効果を示す放射線防護剤は発見されておらず、その開発が待たれています。本成果はこの課題の解決につながることを期待できます。今後は、毒性や投与量についてさらに検討を行うことにより、放射線被ばく事故での救命やがん治療への応用が期待されます。

本成果は、2010年1月発行の「Cancer Research」70巻第1号<sup>\*1</sup>に掲載されています。

放射線防護研究センター 生体影響機構研究グループ  
主任研究員 王 冰、主任研究員 田中 薫

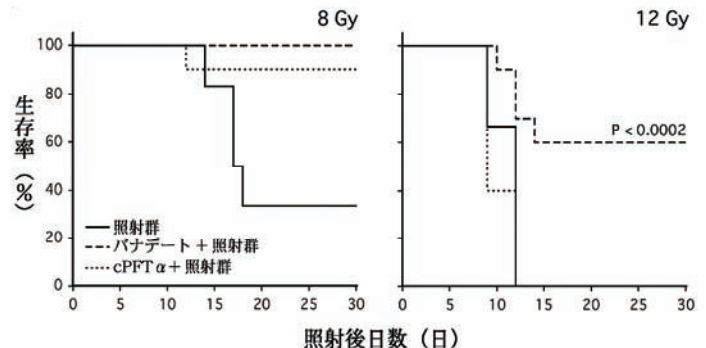


図1 3つの照射群の生存率の比較  
バナデートを投与した群が極めて生存率が高い

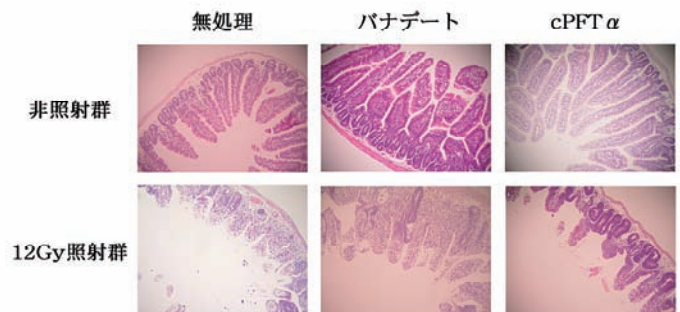


図2 バナデート投与群の方が無処理群、cPFTα<sup>6</sup>投与群に比べ、X線照射後に腸上皮の腺窩の消失や絨毛の萎縮が少ない  
[図1、2；Moritaら，Cancer Res. 2010<sup>\*1</sup>より改変]

### 用語解説

\*1) バナデート（オルトバナジン酸ナトリウム、 $\text{Na}_3\text{VO}_4$ ）：天然の生体微量元素であり、人体内に0.01～200 $\mu\text{g}$ が存在、食物から10～60 $\mu\text{g}$ を摂取している。バナデートは、抗糖尿病作用などインシュリン類似作用が知られ、血糖値を下げる効果もあることが動物実験で確認済み。バナデートに含まれるバナジウムは、身近なホタテ・アサリ・ヒジキなどの海産物に多く含まれる。 \*2) 放射線防護剤：大量の放射線を受けてもその障害をできるだけ抑える目的で開発された薬剤。 \*3) p53：pはタンパク質（protein）、53は分子量53,000ダルトンの意味。この蛋白は多彩な生理機能を持ち、DNAが修復不可能な損傷を受けた場合、細胞の自殺であるアポトーシスを誘導。 \*4) 骨髄死：2～10Gyの間の線量を受けた動物は、30日以内にその大半が骨髄障害で死亡、この死亡を骨髄死と言う。 \*5) 腸死：10～50Gyの線量を受けた動物は、胃腸障害の症状を示し死亡。この線量域での被曝は、3.5～9日の間に死亡することが特徴。 \*6) cPFTα＝ピオフィスリン-α：Gudkovらにより報告された（Oncogene, 2004, 23, 3265-3271）p53の阻害剤で骨髄死に有効と言われる。

\*1 Morita A, Yamamoto S, Wang B, Tanaka K, Suzuki N, Aoki S, Ito A, Nanao T, Ohya S, Yoshino M, Zhu J, Enomoto A, Matsumoto Y, Funatsu O, Hosoi Y, and Ikekita M. Sodium orthovanadate inhibits p53-mediated apoptosis. Cancer Res. 2010 Jan 1;70(1):257-65.





## 「開度デジタル表示付き4辺独立電動 X線コリメータの設置」

HIMACの炭素線治療では、照射直前に2方向X線画像を用いた患者位置決めを行っています。X線画像と参照画像とを比較してズレ量を測定し治療台を動かすという作業を反復的におこなって、照射野に対する標的の位置ズレ量を小さくします。各位置決めでは数回、分割照射全体では数十回のX線撮影を行うことになります。

X線撮影では、(i) 患者さんへの不必要なX線被ばくを低減すること、(ii) 散乱X線の混入やハレーションによる画質の劣化を防ぐこと、を目的に、X線コリメータを用いてX線視野を必要最小限の範囲に絞ることが行われています。通常の診断撮影では、撮影中心と被写体中心が同じであるため、等方的(上下左右対称)に動作するコリメータで十分ですが、治療のための位置決めでは、一般に、標的中心と被写体中心が異なるため、コリメータの開度が非対称になります。このため、4方向(上下左右)のコリメータ開度が独立に制御できなければなりません。

これまでもHIMAC治療室ではX線コリメータが使われていましたが、従来のX線コリメータでは開度の調整を透視(微弱なX線照射による連続撮影)によってX線像を見ながら行わなければならないという欠点がありました。

この点を解決するために、コリメータ開度のデジタル表示機能を持った4辺独立電動式のX線コリメータの整備を2009年秋から進め、4室(治療室(A/B/C)、シミュレーション室)、正側2方向の計8台のX線コリメータの整備が完了しました。これによって、透視をせずに開度を確認できるようになり、X線被ばく量を低減できたこととなります。設置後、操作性のテスト、開度とデジタル表示値の校正(アイソセントラ面において $\pm 1$  cmの精度でコリメータ羽根を調整可能)を行いました。現在、実際の治療現場で、新しいX線コリメータが使用されています。

2009年夏期定期点検中のFPDへのX線撮像装置の更新(放医研ニュース157号で紹介)とあわせて、今回のデジタル表示付き4辺独立電動X線コリメータの導入は、X線を用いた患者位置決めシステムにおける改善の1つです。

理工学部: 金野正裕、新田和範、蓑原伸一  
AEC: 大前昭臣



図1: (上) X線管とX線コリメータの外観、(下) 開度デジタル表示(mm単位)付きのX線コリメータ遠隔操作ボックス。

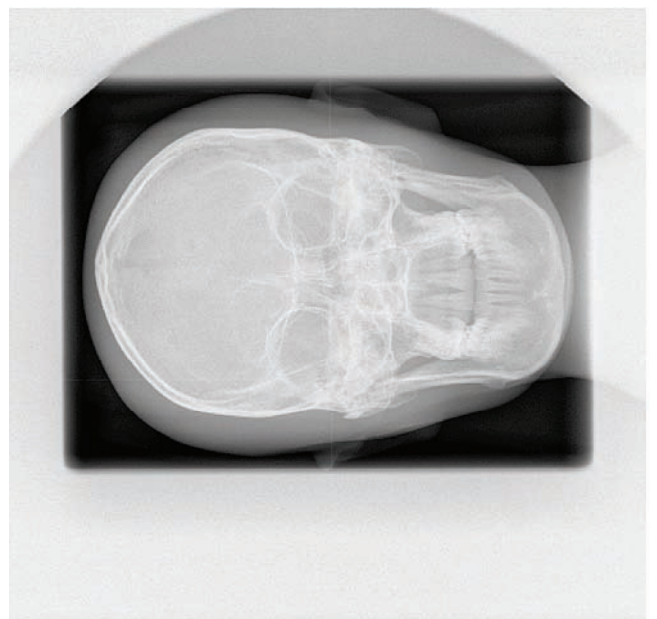


図2: X線コリメータを用いてX線照射範囲を絞った画像の例(頭部ファントム)。

もっと知ろう、  
放射線のこと

放射線ってなんだろ？  
知っている人も、知らない人も、  
来て見て知って  
考えてみませんか？

放射線の影響を調べたり、  
頭の中を調べたり、がんを治したり、  
放医研では、いろいろな研究しています。

最先端の科学と技術を体験してみませんか？  
所員一同、心よりお待ちしております。

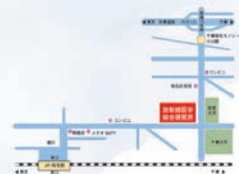
科学技術週間

放射線医学総合研究所 一般公開

詳しくはWebで  
<http://www.nirs.go.jp>

平成22年4月18日(日) 午前10:00より午後5:00(受付終了は午後4:30)まで

- 主催・会場/独立行政法人 放射線医学総合研究所(千葉市稲毛区穴川4丁目9番1号)
  - 後援/千葉市
  - 参加料/無料(20名以上の団体の方は事前に放射線医学総合研究所広報課までお申し込みください。)
  - お問い合わせ/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 FAX:043-206-4062 <http://www.nirs.go.jp> Eメール:info@nirs.go.jp



発行所 独立行政法人 放射線医学総合研究所

〒263-8555 千葉市稲毛区穴川4-9-1

発行日:平成22年3月1日 発行責任者:放医研 広報課 (TEL 043-206-3026 FAX 043-206-4062)

ホームページ URL: <http://www.nirs.go.jp>