



## 医用原子力技術の転換期を迎えて

公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団 常務理事

河内 清光

日本は原子力基本法の中に「原子力の研究・開発及び利用は、平和の目的に限り、安全確保を旨として、民主的な運営の下に、自主的にこれを行うものとし、その成果を公開し、進んで国際協力に資するものとする。」と記されています。不幸にして2011年3月の東日本大震災時に、福島第一原子力発電所の事故が起こり「安全確保を旨として」きた原子力開発利用が問われ、原子力関連企業の支援を受けて運営してきた当医用原子力技術研究振興財団の財政基盤がくずれ、苦難の時期を過ごしてきました。

原子力技術研究開発による平和利用の一端を担ってきた当財団は、放射線（粒子線を含む）を医療に使用するための技術研究開発に力を注いできましたが、来年3月で設立20周年を迎え、重要な転換期を迎えています。従来、放射線の障害だけが強調された時代から、その有用性についての認識が深まりつつあり、放射線によるがん治療を受ける患者数は、この数年で急速に伸びています。しかし、いま大切なことは、放射線治療の安全性と信頼性を維持し続けることです。当財団が行っている放射線治療における線量校正事業は、国内の大学、研究所における専門家ならびに関係学協会の支援・協力を得て実施され、まさにその一端を担っています。国内の医療機関でも、その重要性が認識され、当財団の重要な事業になっています。

放射線治療の新たな展開として、当財団の設立当時に産声を上げた放医研のHIMACによる炭素線治療は、周到なプロトコルの作成と品質保証により、極めて良好な成績を残し、国内の陽子線治療を含めた粒子線治療の普及に大きく貢献してきました。そこで培われた新たな技術はそれぞれの施設に活かされると同時に、極めて信頼性の高い装置として、国際的にも高く評価されています。現在、国内で9ヵ所の陽子線治療施設と4ヵ所の炭素線治療施設が稼働しており、陽子線治療施設は米国に次いで2番目の保有国となり、炭素線治療施設数は、世界一です。しかし、大切なことは、保有施設が多だけでなく、医療として装置の稼働率が高く、安全性と信頼性の高いことです。

医用原子力技術の転換期を迎えた新しい粒子線治療技術の研究促進や技術普及のために、当財団は関係組織間の連絡調整、専門技術者や関連業界関係者の調査研究、情報交流活動を支援しています。さらに、粒子線治療の特殊性を認識し、医療としての安全性と信頼性を確保するための人材育成にも力を入れています。

もう一つの新たな展開は、従来、BNCT（ホウ素中性子捕捉療法）は原子炉で発生する中性子を利用して実施されてきました。しかし、原子炉の利用が難しくなってきた現状を踏まえ、加速器で発生した中性子を利用する技術開発が進められています。現在、国内7ヵ所でプロジェクトが進められ、その方式はさまざまで、一部では既に臨床治験中ではありますが、多くは装置の開発研究段階です。近い将来、身近に加速器を利用した中性子捕捉療法を受けられる時代が到来することが期待されています。

当財団は、今後とも「安全確保を旨として」医用原子力技術の研究開発を支援し、国民の健康福祉に貢献していきたいと願っています。

## 事業活動報告

### ◆国際重粒子線がん治療研修コース2015

当財団は、2015年11月9日(月)から14日(土)まで6日間の日程でInternational Training Course on Carbon-ion Radiotherapy 2015(国際重粒子線がん治療研修コース、ITCCIR)を放射線医学総合研究所(放医研・千葉県千葉市)と神奈川県立がんセンター(神奈川県横浜市)を研修会場として開催いたしました。参加費は、1名100,000円で、これには研修費用、テキスト代、宿泊費、研修会場間の交通費、昼食、懇親会費等が含まれています。この参加料金で6日間の費用を賄えるのも、住友重機械工業(株)、(株)千代田テクノ、(株)東芝、(株)日立製作所、三菱電機(株)から協賛をいただいております。各社のご支援があるからこそ実現できています。

ITCCIRは、当財団はじめ神奈川県立がんセンター、九州国際重粒子線がん治療センター、群馬大学重粒子線医学研究センター、筑波大学陽子線医学利用研究センター、兵庫県立粒子線医療センター、放射線医学総合研究所が共同主催者となり、粒子線がん治療の先進国である我が国の国際貢献の一端を担うことを目的として平成24年から開講されました。また、今回も昨年に引き続き群馬大学「がんプロフェッショナル養成基盤推進プラン」および群馬大学「博士課程教育リーディングプログラム」よりご後援を頂きました。当財団は昨年同様、事務局を担うことになりました。

今年度で第4回目になるITCCIRは、韓国、中国、台湾、タイ、インド、アラブ首長国連邦、ノルウェー、オーストリア、米国、日本の10カ国、32の研究機関・施設から59名が参加しました。これに、IAEA関連の参加者1名、放射線医学総合研究所からの聴講生2名と筑波大学医学群からの聴講生1名が加わり総勢63名になりました。過去4回の参加人数の推移を見ると2012年は31名、2013年は37名、2014年は52名、2015年が63名と増加傾向にあります。また、国別で見ると、昨年に比べ、中国、台湾、米国からの参加者が大幅に増えました。アジアでは初めてインドから2名

が参加しました。参加者は、陽子線、重粒子線の区分無くボーダーレスで参加しているのもITCCIRの特徴のひとつです。

今年度の研修の特徴は、放医研で4日間、その内3日間は放射線医学研究所による講義、1日はGunma dayとして群馬大学による講義、そして後半1日間は、神奈川県立がんセンターによる講義という3施設によるカリキュラムが組まれました。最終日は、ホテルのカンファレンスルームでのベンダー・プレゼンテーション、質疑応答と修了式となっています。神奈川県立がんセンターによる講義と施設見学i-ROCKは、今回が初めてになります。i-ROCK(Ion-beam Radiation Oncology Center in Kanagawa)とは、重粒子線治療施設の略称です。

研修初日11月9日、鎌田放医研重粒子医科学センター長の開講挨拶とガイダンスが行われた後、講義が始まりました。講義終了後の質疑応答では、質問者の数も多く予定時間をオーバーする場面が多々ありました。この日の研修終了後、放医研食堂にて歓迎会が行われました。米倉放医研理事長が参加者の歓迎と今後の活躍を期待する旨の挨拶をされた後、鎌田重粒子医科学センター長の乾杯で歓迎会が始まり、一同、料理を食べながら歓談、親睦を深め、放医研フェローの辻井先生の閉会で歓迎会は終了しました。



研修会場(放射線医学総合研究所)



歓迎会(放射線医学総合研究所)

11月10日、11日は、放医研による講義があり、最後は、新治療研究棟の施設見学とPCを使ったNavigation for Treatment Planningの実習です。このソフトウェアは、実際の症例をベースにPCで治療計画策定するナビゲーションソフトで参加者はかなり興味を持ったようで積極的に質問していました。また、新治療研究棟の施設見学では、地下に移動して地下のビームラインや新しく導入されるガントリー、照射室の設備を見学しました。各参加者は、カメラやスマートホンで盛んに写真を撮っていました。



集合写真（放射線医学総合研究所）

研修後半の12日、この日は群馬大学による講義があり、重粒子線医学研究センター教授の大野先生の司会で講義が始まりました。群馬大学の講義の目玉は、プロジェクター2台を使ったユニークなケーススタディです。仕組みは、1つのスクリーンから質問が出され、選択肢から答えを選ぶというもので、もう1つのスクリーンには各参加者に配られたリモートコントローラ・ボタンからのデータがリアルタイムで集計され、どの選択肢を押したかがひとめで解るようになっていきます。質問は、お試的な群馬のゆるキャラ「ぐんまちゃん」から始まり、物理、臨床と続き、大変好評を博していました。

11月13日、全員大型バスに乗車し9時には千葉のホテルを出発、途中渋滞に巻き込まれることもなく神奈川県立がんセンターに到着しました。研修5日目ということもあり、参加者には多少の疲れが見受けられましたが、途中、横浜みなとみらい・赤レンガ倉庫で昼食を取り、気分もリフレッシュして講義に臨みました。

13時より、神奈川県立がんセンターの中山治彦先生による神奈川県立がんセンターの紹介、中山優子先生によるi-ROCKの説明がありました。その後のi-ROCKの施設見学では、加速器室、治療室、待合

ホールをみせていただき、12月開所・治療開始を控えて着実に準備が進んでいると感じました。

i-ROCK施設見学が終わると懇親会が予定されているホテルに急いで戻りました。懇親会は、9日の歓迎会と同じく鎌田重粒子医科学センター長の乾杯で始まりました。宴もたけなわになると台湾チームが中国チームのテーブルに行き、それぞれが対話するなどかなり打ち解けた様子でした。群馬大学大野先生の閉会で懇親会は終了しました。



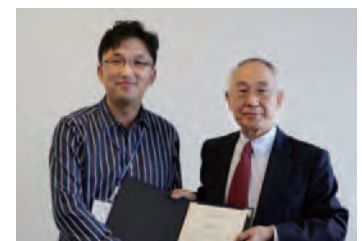
集合写真（神奈川県立がんセンター）



懇親会（東京ベイ幕張）

11月14日、最後の講義は、協賛スポンサーである加速器製造企業4社による装置や自社の取り組みに関してプレゼンテーションがありました。参加者からは装置の具体的なスペックや価格についての具体的な質問がありました。会場の奥には、協賛スポンサー4社のコンサルティングブースが設置され、興味のある参加者はブースを訪れ資料を見ながら会話が弾んでいました。加速器製造企業の担当者もビジネスチャンスを感じたのではないのでしょうか。

最後のフリーディスカッションが終わり、修了式が行われました。名前を呼ばれた参加者には、当財団副理事長で放医研フェローの辻井先生から施設毎に修了証が渡され、全員、満足そうな笑みを浮かべていました。研修成果とともに親睦も深まった有意義な6日間でした。



修了式（東京ベイ幕張）

## ◆平成27年度 放射線医学オープンスクール ～概要報告～

医師のキャリアパスを考える医学生の会  
鳥根大学 医学部医学科4年  
藤原 真紀

8月27日～28日の2日間、公益財団法人医用原子力技術研究振興財団と医師のキャリアパスを考える医学生の会の共催により「平成27年度放射線医学オープンスクール～最先端技術に触れる～」が開催されました。



株式会社鳥津製作所にて 集合写真

本オープンスクールは「放射線医学見学ツアー」として2008年に開催されて以来、今年で第8回目となりました。今年の参加者は医学系、工学系、その他医療系が約1/3ずつとなっており、計41名と過去最高の人数となりました。

今回は、株式会社鳥津製作所、京都大学医学部附属病院で見学・実習をさせていただきました。

1日目は、まず、株式会社鳥津製作所にて施設紹介をしていただいた後、ショールームと工場を見学しました。その後、鳥津製作所創業記念資料館を見学し、最後に辻井博彦先生による特別講演を拝聴しました。鳥津製作所は「科学技術で社会に貢献する」という考えのもと、分析機器分野・計測機器分野、医用機器分野、航空機器分野、産業機器分野の4つの分野で事業展開されており、医用機器事業においては、1896年のレントゲン博士によるX線発見からわずか1年足らずでX線撮影に成功しています。ショールームでは最新の医用画像診断システム実機を見学しました。工場見学では医用機器の複雑な内部を見ることができ、特に工学系の学生は興味津々でした。また、鳥津製作所創業記念資料館では、創業当時の医療機器や学校教育のために作られた理科の実

験用具が多く展示されており、社会のために科学技術を構築してきた鳥津製作所の歴史を感じることができました。辻井博彦先生による特別講演では、重粒子線の特徴や重粒子線がん治療について拝聴しました。これからの医療において、重粒子線治療のさらなる普及が重要になるのだろうと思いました。

2日目の午前、京都大学医学部附属病院にて平岡真寛先生と中村光宏先生による講義を拝聴しました。平岡真寛先生の講義では、定位放射線治療、強度変調放射線治療、動体追尾照射といった高精度放射線治療について学習し、中村光宏先生の講義では、放射線治療の基礎から最先端治療まで放射線に関する幅広い内容について学習しました。三次元に時間軸をプラスして四次元的治療を行う動体追尾照射のお話が特に印象に残っています。より安全で正確な医療を提供するために、科学技術が巧みに使用されていると感じました。



京都大学医学部附属病院にて平岡真寛先生の講義

午後からは、放射線治療部門で最新の治療機器を見学し、具体的な放射線治療計画を行う実習をしました。治療機器の見学では、午前中の講義で聞いた動体追尾照射について、実際に行っている実験を見



京都大学医学部附属病院にて  
最先端放射線治療装置 Vero4DRT の説明を受ける

学させていただきました。放射線治療計画の実習では、配布されたデモ患者の画像を用いて照射方向と照射域を各自学生が考えました。

1泊2日のオープンスクールを終え、参加者は放射線医学・工学に関する基礎から最先端まで、幅広く学習することができました。

## ◆「粒子線がん治療等に関する施設研究会」 平成27年度第1回施設研究会

平成27年度第1回施設研究会（見学会）は平成27年10月16日（金）一般財団法人津山慈風会 津山中央病院（岡山県津山市）にて開催し、建設会社、設計会社、装置メーカー等から25名の参加がありました。



TOP BEAM 外観

津山中央病院は昭和29年、岡山県北部で初めての総合病院として開院、現在は救命救急センター、健康管理センター、医療研修センター、フィットネス&スパ等を有し、26診療科、病床数535床を持つ岡山県北部で最大の総合病院です。岡山県の政策医療のほとんどを担っており、地域がん診療連携拠点病院にも指定されています。同病院では、現在「岡山大学・津山中央病院共同運用がん陽子線治療センター『TOP BEAM』」が平成28年3月治療開始予定で設置準備が進められています。

TOP BEAMは岡山大学と津山中央病院が共同で運用します。岡山大学は津山中央病院による寄付講座（陽子線治療学講座）を設置し、その寄付講座の教員を中心にTOP BEAMでの陽子線治療の診療、臨床研究、人材育成教育にあたります（寄付講座の構成：准教授1名、助教2名、内訳：医師2名、医学物理士1名を予定）。また、岡山大学病院に「陽子線治療外来」を設置し、陽子線治療学講座の教員を中心

に外来診療を行います。同外来では、岡山大学病院の関連病院を初めとする中国四国地方の医療施設からの紹介患者を広く受け入れて診察し、陽子線治療の適応判定を行い、適応のある患者はTOP BEAMに紹介して治療および治療患者の経過観察を行います。津山中央病院でも「陽子線治療外来」を開設し、各医療施設からの患者を広く受け入れます。開設前の医師や技術者の事前トレーニングは兵庫県立粒子線治療センターの協力の下に行われます。

当日は、はじめに津山中央病院 企画・管理部部长 居森英行様から津山中央病院およびTOP BEAMについて説明がありました。TOP BEAMとは、Tsuyama chuo hospital, Okayama university, Proton, BEAM の頭文字から名付けられています。従来ガントリの1/3と小型化することでコストの削減をし、20Gy/分の高線量率とすることで照射時間の短縮が期待されます。また、Broad Beam（標準照射法）、積層原体照射（呼吸同期三次元照射）、スポットスキニングを採用することで治療部位に応じた適切な照射法と精度の向上が得られます。照射は1回数十秒で（がんの種類にもよる）平均25日間行い、治療費は照射の回数にかかわらず一律288万円、年間250～300人の患者を想定しています。

説明の後はTOP BEAMへ移動し見学しました。TOP BEAMは約60億円が投じて建設された鉄筋コンクリート地上3階、地下1階延べ約3900平方メートルの建物です。すでに機器の搬入を終え、ビーム調整が始まっていたため、残念ながらシンクロトロン、回転ガントリ、照射室等の見学が出来ませんでしたが、パワーポイントの発表映像等により説明がありました。

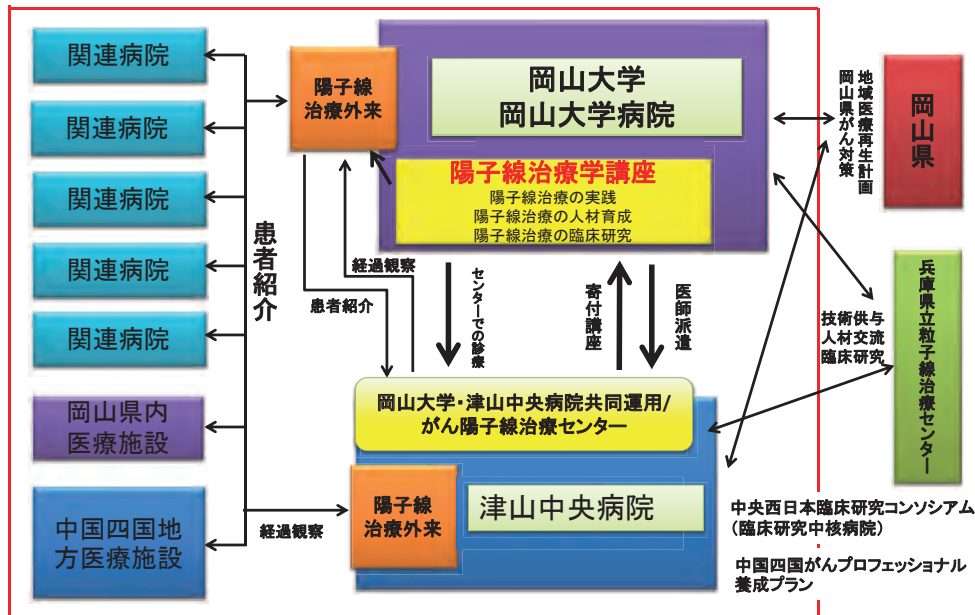


TOP BEAM 前にて記念写真

同センターの開設で岡山県の医療産業都市化を推進し、地域の活性化も期待されます。中四国では初の粒子線がん治療施設であり、総合病院としても西

日本唯一となる TOP BEAM のご躍進を心よりお祈りいたします。

岡山大学・津山中央病院・岡山県共同陽子線治療プロジェクト  
—岡山県の医療産業都市化構想の中で—



◆線量計校正事業

1. 治療用線量計校正

当財団が、平成24年10月1日より提供している水吸収線量単位による校正（水吸収線量校正）は、開始から3年が経過し、実施施設では、水吸収線量校正が2回以上実施されたことで、前回データとの比較確認が可能となり、より信頼できる校正定数の供給ができる状況となりました。

また、当財団が線量計校正の標準場の線源として使用している放射線医学総合研究所のコバルト60が約2半減期をむかえ、平成27年1月から2か月間で、線源交換が実施されました。これによって、標準場の強度が増し、より精度の良い校正を行うことが可能となりました。

コバルト線源交換の実施期間中は、線量計校正業務は休止とさせていただきます。このため、毎年同時期に校正を申し込みいただいている施設および関係者には、線量計校正の早期依頼および校正日の調整等にご理解・ご協力をいただき、おかげをもちまして、校正業務への影響を最小限に止め、かつ、線

源交換を順調に実施できました。

2. 治療用線量計校正の実施状況

平成26年度は、コバルト線源交換に伴い、線量計校正が2か月間休止となり、依頼いただいた校正の実施が滞ることが予想されたため、対応策として、例年は8月に実施している特定二次標準器の定期点検および産業技術総合研究所の国家標準（一次標準）によるjcss校正を、線源交換が行われる1月に実施することとし、8月は通常通り線量計校正を実施しました。

9月以降も例年よりも月当たりの校正日数を増やして対応しました。その結果、過去10年間で校正実施件数が最多であった平成25年度に比べ件数にして約1割の減少となり、平成24年度とほぼ同等の件数となりました。

表1に平成26年度までの年度別校正数を示します。

平成27年度は、例年通り8月に特定二次標準器の定期点検および校正等を実施しており、4月から8月までの校正実施状況は平成25年度と同様の傾向であ

表1 年度別校正数（カッコ内の数値は対前年比）

年度	線量計	電離箱				校正件数
		①円筒	②平行平板	合計	①/②	
平26	897 (0.861)	1,347	742	2,089 (0.876)	1.815	2,831 (0.874)
平25	1,040 (1.140)	1,528	856	2,384 (1.137)	1.785	3,240 (1.137)
平24	912 (1.078)	1,343	753	2,096 (1.054)	1.783	2,849 (1.046)
平23	846 (1.054)	1,253	735	1,988 (1.065)	1.705	2,723 (1.069)
平22	803 (0.907)	1,187	680	1,867 (0.901)	1.746	2,547 (0.901)
平21	885 (1.140)	1,315	756	2,071 (1.125)	1.739	2,827 (1.121)
平20	776 (1.064)	1,159	682	1,841 (1.107)	1.699	2,523 (1.103)
平19	729 (0.981)	1,039	624	1,663 (0.967)	1.665	2,287 (0.972)
平18	743 (1.249)	1,085	634	1,719 (1.289)	1.711	2,353 (1.290)
平17	595 (1.055)	844	490	1,334 (1.123)	1.722	1,824 (1.137)
平16	564 (-)	772	416	1,188 (-)	1.856	1,604 (-)

り、年間校正件数も同等程度になると予想されます。月別の校正実施状況（平成24年度4月から平成27年度8月末まで）を図1に示します。

校正予約の状況は、8月の時点で10月までの校正実施予定件数は、予約ですでにうまっている状態であり、11月以降についても施設からの依頼連絡が順次、入っております。

なお、治療用線量計校正の予約手順などにつきましては、当財団ホームページの「放射線治療品質管理」のページよりご確認ください。

### 3. 出力線量測定の実施状況

平成19年度から出力線量測定の実施施設は毎年50施設前後で推移しており、平成25年度は72施設と増加の傾向は見られましたが、全国の放射線治療施設数からすると増加傾向は未だ低い状況でした。

しかしながら、平成26年1月に厚生労働省より、がん診療連携拠点病院の指定要件として第三者による評価を受けることが盛り込まれた指針が示されたことに伴い、同時期以降、放射線がん治療装置を所

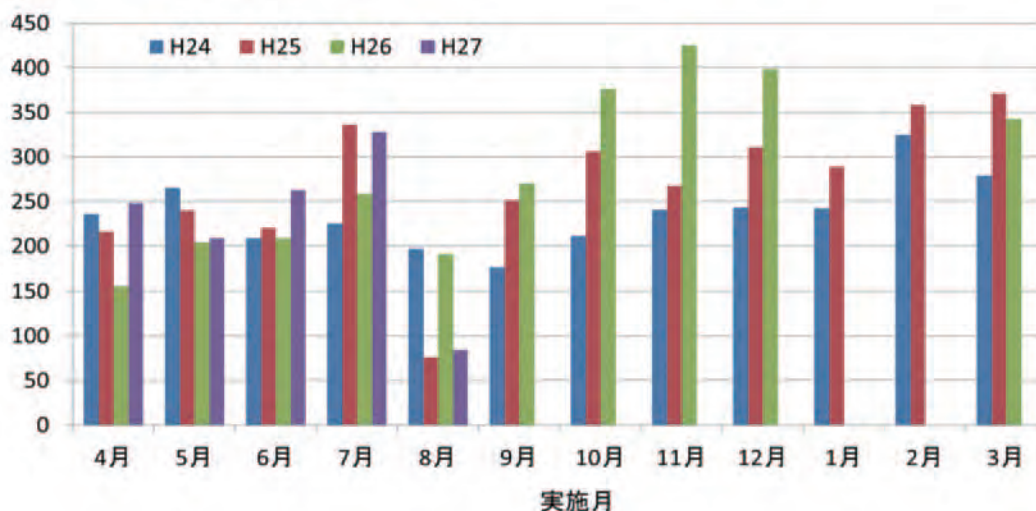


図1 月別校正実施状況

有する施設からの出力線量測定の実施が急増しました。

平成26年度中にはコバルト線源交換の実施が予定されていたため、線量計校正と同様に平成27年1月から2か月間、出力線量測定も休止となりましたが、線源交換の直前までガラス線量計の準備や発送を行い、出来る限り多くの申し込みについて対応いたしました。

また、平成27年3月にコバルト線源交換終了後、測定環境が整い次第、出力線量測定業務を再開して対応いたしました。その結果、平成26年度は、これまで最多の平成25年度の72施設を大きく超えて、約2倍の146施設の実施となりました。

これは、全国のがん診療連携拠点病院の施設数422件（平成27年4月現在\_国立がん研究センター資料）の3分の1を超える施設数となりました。表2に平成27年度8月末までの出力線量測定の実施数を示します。

また、新規で出力線量測定の実施をされる施設が増加したことにより、これまで測定結果が不適格となった場合の原因として挙げられている事象とは異なる状況もみられており、実施施設での測定状況およびパラメータの確認状況などが必ずしも手順通りに行われていない様子が見受けられます。

そのため、通常は施設の治療装置にて照射いただいたガラス線量計の測定セットを当財団へ返送いただき、データ解析後に結果報告書を発行し、施設担当者宛てに郵送される手順となっておりますが、最近では測定結果が不適格となり、原因確認のために結果報告書の発送が遅れる場合もあります。

今後は、さらに依頼施設数の増加が見込まれるため、不適格の原因確認などのケースも増加することが予想されます。そのために早急な原因究明と、不適格を解消する方法の周知など、スムーズな対応や測定実施ができるよう、さらにアフターフォローに努めたいと考えております。

表2 出力線量測定の年間実施数（H27.8月末現在）

		H19 <sup>※1</sup>	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27 <sup>※6</sup>	H19-H27(T)
施設数		14	43	45	50	46	54	72	146	64	534
ビーム数	4MV	9	20	29	31	28	28	46	90	38	319
	6MV	8	29	25	31	31	54	76	150	68	472
	10MV	13	35	40	45	44	59	92	152	72	552
	15MV	0	3	0	2	1	5	6	8	4	29
照射野条件 <sup>※2</sup>	5×5	-	-	-	56	33	40	69	121	58	377
	15×15	-	-	-	16	6	19	18	37	24	120
	20×20	-	-	-	48	32	46	47	127	56	356
	25×25	-	-	-	4	4	8	17	13	10	56
ウェッジ条件 <sup>※2</sup>	15°	-	-	-	26	20	28	35	56	15	180
	30°	-	-	-	18	22	22	40	63	21	186
	45°	-	-	-	8	7	12	19	14	5	65
	60°	-	-	-	4	9	6	23	15	3	60
Total		30	87	94	289	237	327	488	846	374	2772
照射装置数	Elekta	2	2	3	1	7	9	12	28	12	76
	MITSUBISHI	6	9	3	4	5	4	6	12	4	53
	SIEMENS	5	12	11	10	11	8	12	34	16	119
	TOSHIBA	5	8	5	9	2	6	4	13	2	54
	Varian	5	18	20	37	28	46	63	95	51	363
	その他	0	2	1	0	0	3	5	8	4	23
	Total	23	51	43	61	53	76	102	190	89	688

※1：平成19年度は、11月から3月までの5ヶ月間の実績を示す。

※2：平成22年度より、照射野条件およびウェッジ条件での測定を開始した。

※3：データ解析の結果、不適切となり再測定を行った場合は、再測定前の分は施設数にカウントしていない。

※4：平成25年度の校正条件に8,14,18,20MVを計10ビーム実施しているがカウントしていない。

※5：平成26年度の校正条件に8,18MVを計3ビーム、照射野条件8×8を1ビーム実施しているがカウントしていない。

※6：平成27年度は、4月から8月までの5か月間の実績を示す。



#### 4. 施設名公表について

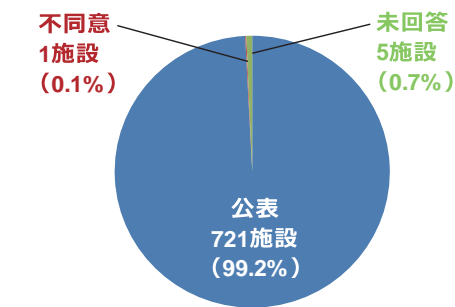
毎年7月～9月に当財団のホームページにて、治療用線量計校正および出力線量測定を実施した施設について施設名公表を行っており、平成27年度は9月上旬に公表いたしました。

治療用線量計校正については、過去2年間の平成25年度および平成26年度に校正を実施した施設を対象とし、そのうち公表の同意が得られた施設について施設名公表を行っております。治療用線量計校正実施施設の施設名公表数を図2に示します。

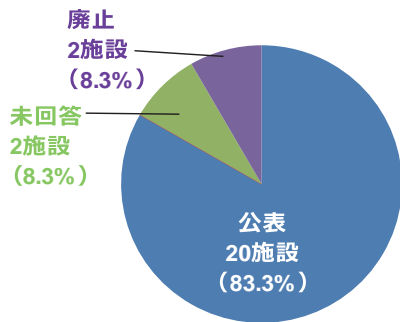
また、各年度別の施設名公表率は、平成25年度が

(平成25年度対象施設数：751 施設)

医療機関：727 施設



研究・教育機関、メーカー等：24 施設



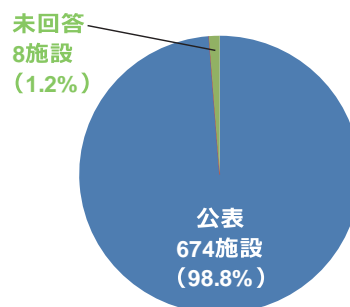
98.7%、平成26年度が98.4%であり、今回の公表対象施設のうち、どちらの年度とも治療用線量計校正を実施した施設数は553施設となっています。

出力線量測定につきましては、平成19年度から平成25年度までの対象となる実施施設数301施設のうち、平成27年度8月末までに施設名公表に同意いただいた283施設について公表しており、施設名公表率は94.0%となっております。また、平成26年度の新規でお申し込みをいただいた施設数は99施設でした。

なお、公表施設名につきましては、当財団ホームページにてご確認下さいますようお願い申し上げます。

(平成26年度対象施設数：677 施設)

医療機関：655 施設



研究・教育機関、メーカー等：22 施設

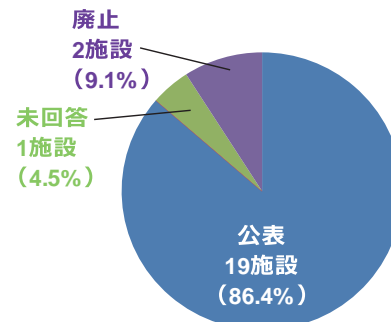


図2 治療用線量計校正実施施設の施設名公表数

#### 5. 現在の取り組みについて

当財団の治療用線量計校正は、電位計と電離箱の一体校正に行っておりますが、今後の校正形態として、電位計、電離箱それぞれについて、個別に校正を行い、校正定数を供給すること（以降、分離校正）を検討しております。

現状は、測定環境の各機器の整備、温度・気圧・湿気のコントロール、季節変動などの定期的な測定

データの取得、また、JCSS認定登録のための標準トレーサビリティについての検討など、様々な条件、状況について構築するべく、放射線医学研究所および産業技術総合研究所よりサポートをいただきながら進めております。

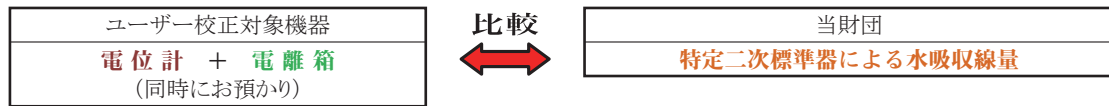
分離校正は、電位計および電離箱を複数所有している施設や、それらを供給・販売をしている業者では、それぞれに校正定数を持つことにより、幾通り

もの組み合わせが可能となり、各機器の故障や修理時、また、使用場所の移動などにより、電位計と電離箱一対での使用ができない場合でも、その場に応じて使用する機器の組み合わせを選択できるメリットがあります。

そのため、これまで線量計校正の依頼をいただいている施設担当者より、分離校正の開始を待ち望む声が寄せられております。

現在、平成28年秋頃の校正開始を目標に準備を進めております。

- ・一体校正（電位計と電離箱一対での校正および校正定数を与える）



- ・分離校正（電位計と電離箱を別々に校正して、それぞれに校正定数を与える）

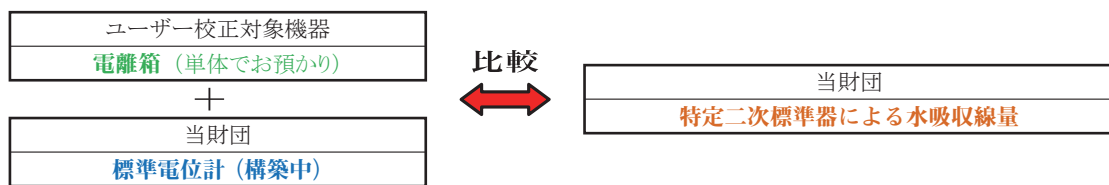


図3 一体校正と分離校正の校正対象機器

### ◆平成27年度「粒子線がん治療に関する人材育成セミナー（入門コース）」

公益財団法人医用原子力技術研究振興財団では、将来にわたって医用原子力技術を担い継承していく人材育成のため、専門的知識・技術を必要とする粒子線治療施設の人材育成事業を実施しています。昨年度より新たに粒子線がん治療に関する人材育成セミナーを開催しております。昨年度は、8月に関東地区・東京で、2月に関西地区・大阪で開催いたしました。

今年度も引き続きその一環として、粒子線がん治療に関わる初心者、さらに今後関わっていきたい方々、特に医療機器関連企業担当者、先進医療保険販売担当者、または放射線治療分野の初任者、看護師、専門学校生、大学生を対象にした「入門コース」を平成27年8月30日（日）、フクラシア東京ステーション（6C会議室）にて開催しました。セミナーの内容は、「粒子線治療の基礎」・「粒子線治療装置」（講師：河内清光常務理事）・「粒子線治療の流れとQA」（講師：沼野真澄先生）・「粒子線治療の実例」（講師：辻井博彦副理事長）の4章から構成されており、当日の参加者は31名で、その内訳は、粒子線がん治療および放射線治療分野の初任者8名、医療機器関連企業担当者17名、大学生、大学院生他6名でした。



人材育成セミナー会場内



河内清光  
常務理事



沼野真澄先生



辻井博彦  
副理事長

## 「放医研・虹の会と重粒子線治療啓発活動」

「放医研・虹の会」患者会  
主宰 堤 静香

### ○はじめに

2004年3月、私は国立がんセンター中央病院に於いて、頭頸部の骨肉腫という病名を宣告されました。100万人に1人といわれる難病で5年生存率は30%弱、しかも当時の治療法は抗がん剤も放射線も効果が無く、外科切除手術しかないという事を告げられて愕然としたことを覚えております。「顔のほぼ左半分を切除する」と説明され、がんの宣告以上に女として「顔の半分が無くなる」という恐ろしい現実に、生きた心地はありませんでした。まさにその時から奈落の底に突き落とされる日々になり、がんを宣告された人間の死生観が変わるということを身を以って経験し、目に映る世間の色が一変する過酷な現実を知ることになりました。

### ○重粒子線治療との出会い



病名は頭頸部の  
骨肉腫

「死生天にあり」という諺がありますが、奈落の底の私が一条の光明を見出し、這い上がることが出来たのは、文字通り天の支配する力、つまり目に見えない神仏の力に他なりません。その事を立証する

ように偶然が重なり奇跡としか思えない現象が幾つも起こります。

国立がんセンター中央病院に入院する日を待っておりましたその3日前、主人が見つけて来た3月25日の新聞記事に「重粒子線治療・深部のがん細胞根絶」という見出しが目に飛び込んで参りました。何とか私は手術を受け入れる気持ちになっていましたが、主人は最後の最後まで外科手術以外の治療を模索し、私以上に顔の半分を失う事に拘り固執していたのです。気が付くと私は記事に記載されている千

葉市稲毛の病院に電話をしておりました。その時のやり取りは、電話口に出て来て説明をして下さった当時の重粒子医学センター病院院長の溝江純悦先生でした。まるで「こちらにいらっしゃい」と手招きをして下さっている「神様からの声」に聞こえたのを今も鮮明に思い出します。

このようにして急転直下、私は国立がんセンターに入院する3月29日のその日、放射線医学総合研究所の門を叩いておりました。因みに新聞記事の内容は後々私の主治医となり、今日ご縁を頂く事になる当時重粒子医学センター長の辻井博彦先生の、心を動かす談話が詳しく掲載されていたのでした。今思えば当時はセカンドオピニオンも確立されていない中で入院を取り止め、最高峰のがんセンターから紹介状と資料一式を1日で作って貰い、よくぞ転院出来たものとあの一連の奇跡の出来事を終生忘れる事は出来ません。

### ○放医研の仲間たち

放射線医学総合研究所（以下、放医研）は2003年11月に重粒子線治療が高度先進医療に認定されたばかりで、治療患者数も1994年の臨床開始から約1800人の治療実績がありましたが、各地の大学病院や総合病院から紹介の患者だけで、まだ所謂「黎明期」であったと思います。なぜなら私は頭頸部の「骨肉腫」患者では、70・4GyEのこれまでにない最も高い照射線量の第一号で、症例数は「0」だったのです。副作用も後遺症も「こうなるだろう」という予測の範囲であり、実際に私の治療結果がデーターになるという段階で、正直先生方も手探りの状態でした。2ヶ月近い入院の私の周りには、咽頭がんの第1号と2号患者、直腸癌手術後再発の第1号、眼球に出来た悪性黒色腫で瞳に照射した第1号、膣癌と膀胱癌の第1号、

頭蓋底脳腫瘍の1号と頭頸部骨肉腫の2号と3号患者等々、症例の無い病名の人々が沢山いました。入院中に知り合ったこの戦友達こそ、私が主宰する「放医研・虹の会」の前身の会員だったのです。

#### ○患者会設立と傾聴ボランティア

私は退院する時点で22名の仲間とプロフィールを交換し合い、翌年2005年1月に第1回患者会を東京駅内にあるホテルのレストランで開催致しました。出席者は私を入れて10名。

放医研に検査入院で上京した北海道と鹿児島の間を中心に関東近郊の出席可能な人達でしたが、仙骨や直腸に照射して杖をついた人、大きなマスクをした頭頸部腫瘍の人、入院中は抗がん剤で髪が抜け落ちてターバンを巻いていたのに、いつの間にかふさふさと髪が生え揃って見違えた人、退院後半年振りに会う仲間は今の状況を受け入れて頼もしい元気な顔を見せてくれました。

その時点は全員女性だった事から、「美人妻の会」という名前を命名し、1年に4・5回定期的に懇親会を開いて情報交換や近況報告をするようになりました。22名の会員から生まれた会は口コミで人数が増えて直ぐに30数名になり、私はいつの間にか「会長」と呼ばれ、懇親会を企画したり、参加出来ない人の傾聴ボランティアや、心のケアに東奔西走するようになりました。

このままでは会員が増え過ぎてしまうのではないかと危惧している私を、見事に裏切る重い現実が襲って来たのです。それは会の設立後1年目を迎える頃から、バツバツと倒れて行く戦友が増えて来た事実。本人ではなくご家族から連絡が入る「訃報」の怖さを感じるようになりました。恐怖でした。「重粒子線治療で助かる！」誰もが信じて疑わない暗黙の合言葉のようなものがありましたので、衝撃的な現実を受け止められない私は、昔味わった奈落の暗闇を思い出すようになっていたのです。戦友達の死がこれほどまでに哀しく虚しいものであるという「喪失感」に苛まれました。治療はしたものの不安や焦燥感を抱え藁をもつかむ気持ちで入った癌仲間たちは、同じ心情を経験しているせいか受け入れ易く、同病の者同士の意見交換や情報提供等、大切な家族

であっても話せない部分、いえ、話しても詰まる所本当の意味の理解に至らない事柄を解り合える、言わば第2の家族のようなものなのです。だからこそ知り合った時間では無く、理解する深さが濃密な為、「戦友の死」は受け入れ難く必要以上にナーバスになってしまうのでした。患者会の会員の实態は増えては減る現実でした。口コミで会員は増えるのに、その一方で「逝去で退会する」会員との別れ。患者会の運営は思った以上に苛酷で難しいことを悟りました。

#### ○「放医研・虹の会」の内訳と活動

増えては3割減を繰り返しながら常に30余名の会員を維持し、患者会に入りたがらない仲間を入れると、名簿は常時40名に及ぶ登録になりました。男性からの申し込みも断れなくなったある時、男性も受け入れて会の名称を変更しようという提案をきっかけに、放医研の許可を得て現在の「放医研・虹の会」として新規にスタートをすることになりました。

会員の一人から「会費・会則・入会規定を作って法人化するべきではないか」という意見が出た時、私は何故か拒絶反応を起こしてしまいました。世の中には沢山の「がん患者会」が出来ていますが、患者会というのは繊細で流動的で息をしているものであると思います。戦友の死をまともに受け入れられず「喪失感」「虚無感」に喘いだ私は、気持ちから造ったこの患者会は会費・会則・入会規定など何もいない、敢えて掲げるならば重粒子線治療を体験した者であれば誰でも入会出来る事が第一であると考えました。運営費と称する僅かな通信費と、会としての逝去された仲間のお悔やみ料等は私費で賄えるので、誰にも金銭的負担を掛けたく無いという趣旨を貫徹したいと思いました。懇親会で掛かる参加費を負担して頂く以外は、今も10年前の第1回患者会の形態で開催しています。また事務運営を協力するスタッフの3名は幸運にも11年前、放医研4階の病室で寝食を共にしたガンサバイバーの戦友で、いつも献身的助けを頂いています。

「放医研・虹の会」は83歳の年長者を筆頭に若くして癌に罹患した20代の会員まで、北海道から四国、九州と全国にいる重粒子線治療患者と繋がっていて、男性会員は全体の10%を占めるに留まってい



ますが、男性ならではの実践的な意見を出してくれます。遠方の会員は放医研に検査入院で上京した折、懇親会に参加するなど個別に対応して小まめに横の繋がりを温めています。新しい抗がん剤や治療法の情報パソコンや携帯のメールで配信し、同じ病名の登録者を紹介したり、傾聴ボランティアなど患者同士のがん啓発も呼び掛けています。

会員の中には膵臓癌で4年生存している状態を話したいので機会を下さいと積極的に啓発をする人もいます。2013年5月には治療を終えた乳がん治療第一号患者が入会し、文字通り患者会の層は厚くなりました。最近重粒子線治療施設も、この12月に開設される5ヶ所目を入れると、身近な場所で治療が出来るようになり便利になって参りましたので、問い合わせによっては放医研以外の施設を紹介することもあります。その場合会員からの要望は決まって、重粒子線治療に携わる技術者の水準向上が一定化しているかを注視して紹介すべき等々、レベルの高い活発な意見・注文が飛び交います。また違うがん患者会にも所属して、幹部として活動している会員もいる事から、よその患者会の勉強会の模様を知らせて頂き、「放医研・虹の会」の参考にしたり、横の情報や繋がりを大切にしています。中でもNPO法人がんを学ぶ「青葉の会」の取り組みや各分野での活動には学ぶところがあり、常々敬服しています。会員の病名の内訳は流動的ではありますが、対象患者は(表1)のような内容です。

頭頸部腫瘍には、骨軟部・粘膜性悪性黒色腫・中枢神経腫瘍が比較的多く、肺・肝臓・膵臓・前立腺・子宮・骨軟・直腸・頭蓋底・眼腫瘍・涙腺・乳がんと多種多様な難治がんの罹患者ですが、11年生存者

表1 放医研・虹の会の対象疾患者

部位	対象疾患
頭頸部:	頭頸部腫瘍
	頭頸部骨軟部腫瘍
	頭頸部粘膜悪性黒色腫
中枢神経	中枢神経腫瘍
肺	非小細胞肺癌
肝臓	肝細胞癌
前立腺	前立腺癌
子宮	子宮癌
骨軟	骨軟部腫瘍
直腸	直腸癌術後再発
頭蓋底	頭蓋底脳腫瘍
膵臓	膵臓癌
眼	眼腫瘍
涙腺	涙腺腫瘍
乳癌	乳癌

の8名を皮切りに、各部位の早期の照射患者が元気に活躍しています。

逝去された会員を加えると延べ人数は大きな数字になりますが、重粒子線治療が「高度先進医療」から「先進医療」に移行する過渡期を担った勇氣ある先人達の貢献を忘れる事は出来ません。

#### ○重粒子線治療普及と講演活動

まず一つの山となる5年を経過した2009年4月、私は民放の番組に2週に亘って出演し新しい治療法の重粒子線治療によって、骨肉腫という「不治の病」を克服し生還した体験をお話する機会を頂きました。メディアに初めて治療施設と入院生活の模様を映像で紹介致しました。すると番組始まって以来の大きな反響を頂くことになったのです「重粒子線治療とはどんなもの?」「何処で受けられるの?」「治療費は幾ら掛かるの?」といった問い合わせが番組に殺到し、当時司会の生島ヒロシさんの関心も加わって、その後2年間、4回のシリーズとして拡大版に出演する事になりました。

私のその後をカメラが追い掛け、放医研の病棟や加速器室などを更に詳しく紹介し、少しずつ重粒子線という画期的な治療法が認知され、私の処に来る相談も重粒子線治療が可能かどうかを、もっと教えて欲しいという内容に変わって行ったのです。



加えて2010年5月、放医研と群馬大学の共催で「第49回粒子線治療世界会議」という世界の医学者、科学者が集う大きなイベントが開催され、その公開講座

で私は患者代表として重粒子線治療の体験を800名の聴衆の前で講演をする事になりました。生島さんの番組でこの世界会議の様相を放映すると、また更なる反響となって沢山の講演依頼を頂き、私の重粒子線治療普及の講演活動が始まりました。大小の講演会で各地に出向き、全国にいるその土地の虹の会会員も参加して、講演会と患者会の二束の草鞋を履く日々になりました、それは今も続いております。

2013年5月、丸3年間講演や新聞取材等でご協力させて頂きました九州国際重粒子線がん治療センターの開設式の前、時の首相の安倍総理が視察に訪れる事になりました。

私も患者を代表して名誉理事長の十時先生と共にサガハイマットの治療室で総理をお迎えし、重粒子



線治療で生還した患者の思いをお伝えしました。加えてこの「心と体にやさしい」素晴らしい治療が一日も早く公的保険適用の実現に繋げて頂きますよう懇願致しました。



#### ○おわりに

2013年10月、私は全国保険協会の主催で講演会に出演した折、大手トップセールスの方々から「先進医療特約」の素晴らしさをご教示頂きました。月々僅かな掛け金でこの特約を付加する事で誰でも高額な先進医療が受けられる事を知り、それ以来、講演会や傾聴ボランティアで「先進医療特約の重要性」をご紹介します。

重粒子線治療のすそ野を広げるには治療成績や施設の拡充は勿論重要ですが、この高額な治療をそもそも選択肢の一つにする為の「備え」「準備手段」として民間の保険会社が安価な費用で提供している事を、知らない人の為にもっと伝達していく必要性があると確信致します。

2014年6月から「医用原子力技術研究振興財団」の理事にご推荐頂きましたので、私は患者の立場から、医学界の先生方や医療従事者の方々にバインダーのような役目を果たしたいと考えております。「病気を診ても病人を診ない」と揶揄される轍のように交わらない一面もある「医師と患者」のデリケートな部分を、少しでも理解し合って頂けるように発信して行きたいと肝に銘じております。



## 希望の治療法！「重粒子線がん治療」

柴田 和利（治療当時 73 才）



### 1、前立腺がんの告知

健康診断を毎年受けておりますが、2011年の健診の時、先生から「尿に潜血があります」「一度泌尿器科の検査を受けられる事をお奨めします」と言われました。しかしその時は何の違和感もなかった

のでつい失念していました。次の年の健康診断でまた潜血がある、と言われたので泌尿器科に行き診察を受けました。腎臓、膀胱には異常はなく、それで「PSAの検査をしましょう」と言われました。（私は前立腺がん検査の方法が血液検査で調べられるという事はそれ迄知りませんでした）その結果、数値が7.77あり「7から10迄の人は30%の確率でがんの可能性が有ります」と言われたのです。正直私は大変ショックを受けました。それで早速生検をする為入院し、組織を12箇所採取しました。その結果「12か所採取した内、1と2の細胞にがんが有ります」と言われ、先生から治療方法の小冊子を渡され、「次回来る時にどの方法で治療するか結論を出して来て下さい」と言われました。

### 2、治療方法の選択

治療方法には前立腺全摘、放射線の外部照射、放射線線源埋め込み等、いろんな治療の方法とリスクが記されておりました。治療方法を読めば読む程悩んでしまいました。悩んでいた時に、千葉に住んでいる娘から、「千葉に放射線医学総合研究所（放医研）と言う所があり、その研究所に最先端の重粒子線がん治療の病院が有って、其処では9年位前から癌治

療をしている、その治療法は体への負担も軽く、治療率も非常に高いそうだから、是非そこで治療を受けたらどうか」と言って来ました。2012年の11月に放医研の予約をとり、放医研に行き受診を致しました。

受診の結果、私の症状では「約半年のホルモン療法を受けた後でなければ重粒子線治療は出来ません」と先生に言われたのです。そう言われた時、自分は折角福岡から千葉迄来たのに出来ないなんて、と凄く落胆しました。ところが先生のおっしゃるには、「丁度九州の佐賀県鳥栖市に九州国際重粒子線がん治療センターが完成しつつある」「佐賀の鳥栖で治療を受けたらどうですか？」と言われたのです。大変落胆した私でしたが、その時お世話して下さいった担当の看護師さんが「私は今、九州国際重粒子線がん治療センターから研修に来ているのですよ」と言われ、そうか、九州でも重粒子線がん治療が出来るようになるのかと思い直し、鳥栖の新しい病院で治療を受ける決心をしました。佐賀の鳥栖市は自分の家から一時間弱で行けるし通院するのも楽だな、と思い放医研の先生に、では「鳥栖の病院で治療を受けるようにします」と伝えました。放医研の先生に、九州大学病院の塩山先生を紹介して頂き、その後7月迄九州大学病院で、塩山先生の指導を月に一回受けながら、九州国際重粒子線がん治療センターの完成を待ったのです。

### 3、治療開始

2013年8月に待ちに待った九州国際重粒子線がん治療センターが完成しました。最初にMRIとCTの検査があり、治療に必要な固定枠を体に合わせて制作して頂きました。同時に治療のスケジュールの打ち合わせがありました。

第1週が9月の3日～6日

第2週が9月の10日～13日

第3週が9月の17日～20日

治療を受けるのは実質12日間と言う事です。待ちに待った最初の治療を受ける日がやって来しました。その時の事を今でも良く覚えています。凄くワクワクしてその日を迎え治療の初日、治療室に向かっている時、先生が「気楽にされて良いですよ」と優しく言って下さったので凄く安心しました。私は待ちに待った治療だったので、少し興奮しておりました。治療の最初の日には治療室に入ってから位置合わせ等が20分位かかったでしょうか。重粒子線の照射自体は1分か2分位だそうですが、重粒子線を当てられている時は全く分かりませんでした。先生から「終わりましたよ」と言われて痛くもなんともなく快適だったので、これが最先端の治療方法なのか、と凄く感動した事を覚えています。

治療を受け二週目の途中から少し頻尿気味になりましたが、それを除くと身体は全く快調で、治療に苦痛もなく通院するのが楽しみでした。そして三

週間があつと言う間に過ぎ、治療の最終日に塩山先生から、「今日で治療は終わりましたよ」との優しい言葉を頂いた時、私は感謝の気持ちと安堵感で何とも言えない気持ちでした。塩山先生から今後の日常の過ごし方、留意点等のお話があり全てが終了しました。現在は三ヶ月に一度、塩山先生のケアを受けています。9月で丸二年が経過します。体調も良くPSAの数値も0.3位で安定しています。お世話になった塩山先生、スタッフの皆様にも深く感謝する次第です。又妻や二人の娘達夫婦にも改めて感謝です。お陰様で今は楽しい毎日を過ごして居ります。

終わりに、がん治療を受けて感じました事は、重粒子線がん治療の素晴らしさが、未だまだ世間に知られていないという事です。その為手術後のダメージに苦しんでいる人達の話聞く度に、重粒子線がん治療法の良さを情報発信しなくては、と痛感しています。治療に当たられる病院の先生方にも重粒子線がん治療の良さを理解して頂いて、治療の選択肢に是非入れて下されば、と願っております。



## 【粒子線治療を受けた患者さんの体験談募集】

当財団では粒子線治療を受けた患者さんの体験談を募集しています。

匿名希望でも結構です。投稿希望の方は当財団事務局までご連絡ください。

「医用原子力だより」への掲載分には、当財団の規定により原稿料をお支払いいたします。



## 前立腺がんに対する重粒子線治療

公益財団法人 佐賀国際重粒子線がん治療財団  
九州国際重粒子線がん治療センター  
副センター長 塩山 善之

前立腺は精液の一部をつくっている男性固有の臓器で、恥骨（骨盤骨の一部）の裏側、直腸の前方、膀胱頸部（出口部）の下面に接して尿道を取り囲むように存在しています。内腺部（中心領域と移行領域）と外腺部（辺縁領域）からなり、前立腺肥大症は内腺部から発生するのに対し、前立腺がんは主に外腺部から発生します。その為、前立腺がんでは早期の場合には無症状のことが多く、がんが大きくなってはじめて、排尿困難、頻尿、残尿感、夜間頻尿、尿意切迫感、下腹部不快感、血尿などの症状が現れるのが一般的です。また、進行すると骨盤内のリンパ節や遠隔転移も来しやすいことが知られており、転移しやすい臓器としては骨（特に骨盤骨や胸腰椎）が代表的です。

前立腺がんは、中高年男性に多くみられ、加齢とともにその頻度は増加します。もともとは欧米で多かったのですが、本邦においても、人口の高齢化、食生活の欧米化（動物性脂肪の摂取増加）に加え、血中PSA（前立腺特異抗原）測定などの検査精度の向上によって前立腺がん患者数は年々増え続けており、2015年のがん統計予測では、新たな罹患患者数が98400人と大腸がん、肺がん、胃がんに次いで全体で4番目、男性に限れば、胃がん、肺がんを抜いてトップになると予測されています。一方、前立腺がんによる死亡数の予測は12200人と、全体で8番目、男性で6番目となっています。前立腺がんは一般に他のがんに比べ進行が緩やかな場合が多く、早期に診断した上で手術や放射線療法などの適切な根治治療を行えば十分に治癒が望めます。また、男性ホルモン依存性に増殖・進行する性質を持つため男性ホルモンの産生やその働きを妨げる薬剤による治療（内分泌療法）も有効であり、進行した場合であっても、内分泌

療法など適切な治療を行うことにより長期予後が期待できるのも特徴です。

前立腺がんの診断としては、前述の血中PSA検査、前立腺生検検査による病理診断、超音波検査・CT・MRI・骨シンチグラムなどによる病期診断が行われます。その結果、転移があるか否か、転移がない場合には①原発部位のがんの拡がり、②診断時のPSA値、③腫瘍の病理組織学的悪性度（グリソンスコア）に基づいたリスク分類（低リスク群、中間リスク群、高リスク群）に加えて、年齢（期待される余命）や患者さん自身の希望などを最終的に勘案した上で治療方針が決定されます。

前立腺がんの治療法には、PSA監視療法（待機療法）、手術（前立腺全摘術）、放射線療法（外部照射、小線源治療）、内分泌療法（ホルモン療法）など様々な選択肢があります。遠隔転移のない限局性前立腺がんに対する根治治療法は手術あるいは放射線療法となりますが、低リスクおよび中間リスク群では手術、放射線療法どちらも同等に選択可能で、高リスク群では放射線療法が選択されることが多いように思われます。放射線療法においては、中間リスクおよび高リスク群では放射線療法単独よりも内分泌療法併用の方が再発率や遠隔転移発生率が少ないことが知られており、多くの場合内分泌療法が併用されます。一方、低リスク群においては、まずは治療的介入を行わずに経過観察するPSA監視療法（待機療法）も選択肢の1つとなります。なお、遠隔転移がある場合には内分泌療法が標準治療となります。

重粒子線治療は炭素イオン線を用いた放射線外部照射法であり、一般に使われているエックス線に比べて線量集中性が良好であり、加えて、がん細胞に対する殺細胞効果が高いという、がん治療において

極めて重要な2つの特徴を兼ね備えています。前立腺がんに対する治療においてもその特徴を生かすことができ、直腸障害リスクの低減、腫瘍制御率の向上が期待できます。更に、照射回数を少なくして治療期間を短くすることが可能となります。これまで既に、放射線医学総合研究所（放医研）で複数の臨床試験が行われ、20回分割/5週間から16回分割/4週間、更には12回分割/3週間と治療の短期化にも成功しています。現在では、放医研と九州国際重粒子線がん治療センター（以下、九州重粒子線治療センター）では51.6Gy(RBE)/12回分割/3週間、群馬大学では57.6Gy(RBE)/16回分割/4週間の治療が行われています。治療成績についても、リスク群に関わらず、5年の疾患特異的生存率（前立腺がんでは命を落とさない確率）95-100%、5年の生化学的再発率（臨床的にもPSA値からみても再発が疑われない確率）90%以上と高い有効性が示されるとともに、治療を要するような直腸障害の頻度が1%未満と高い安全性も示されています。近年ではエックス線を用いた強度変調放射線治療（IMRT）が前立腺がんに対する有効な放射線治療法として普及していますが、重粒子線治療は、①治療後の直腸障害の少なさ、②リスク分類に関わらず高い有効性が得られること（特に、高リスク群でも治療成績が良好）、③治療期間の短さ（IMRTに比べ約3分の1）などの点で、臨床上のメリットが大きいということは間違いなく言えることで、重粒子線治療は、数ある前立腺がんに対する治療法の中でも、リスク・ベネフィットバランスに優れた治療法であることを、ここに強調させて頂きたいと思っております。今後は、51.6Gy(RBE)/12回分割/

3週間を標準的治療法として全施設で統一してエビデンスを更に蓄積していく予定となっています。

さて、体験記をお寄せ頂いた柴田さんは、尿潜血とPSA高値を契機に見つかった比較的早期の前立腺がん、生検検査により前立腺右葉の2か所から腺がんが検出されていました。病理組織学的な悪性度を示すグリソンスコアは7点、診断時のPSA値が7.77ということで、リスク分類上は中間リスク群と診断されました。根治的治療の選択肢としては、前立腺がんの診断がなされた紹介元の病院・泌尿器科で、手術（前立腺全摘術）、放射線治療（外部照射、小線源治療）などの選択しうる治療選択肢が提示された訳ですが、ご家族の勧め等もあり最終的に重粒子線治療を希望されました。前述のように、中間リスク群と高リスク群に対する放射線治療では内分泌療法（ホルモン療法）を併用した方が遠隔転移を含め再発率が少ないとされていることから、重粒子線治療においても、中間リスク群では重粒子線治療前に6ヶ月程度、高リスク群では治療前～治療後合わせて2年程度、一定期間の内分泌療法を併用することが、放医研、群馬大、九州重粒子線治療センター、いずれの施設においても標準治療とされています。図1には、参考までに九州重粒子線治療センターの標準プロトコルを示します。柴田さんの場合には中間リスク群と考えられましたので、重粒子線治療前の内分泌療法が必要と判断されたという訳ですが、私が最初に柴田さんとお会いしたのは、まだ九州大学病院在職中で九州重粒子線治療センターの開設を約半年後に控えた時期でした。そこで、紹介元の泌尿器科で内分泌療法を受けて頂きながらお待ち頂くこ

リスク分類*	重粒子線治療	内分泌療法
低リスク	51.6Gy(RBE)/12回分割	なし
中間リスク	51.6Gy(RBE)/12回分割	短期併用 (重粒子線前のみ6±2ヵ月)
高リスク	51.6Gy(RBE)/12回分割	長期併用 (重粒子線前後:24~36ヵ月) 但し、重粒子線治療前は6±2ヵ月

\*九州国際重粒子線がん治療センターではD'Amico分類を採用

図1 九州国際重粒子線がん治療センターにおけるリスク分類別の標準治療プロトコル

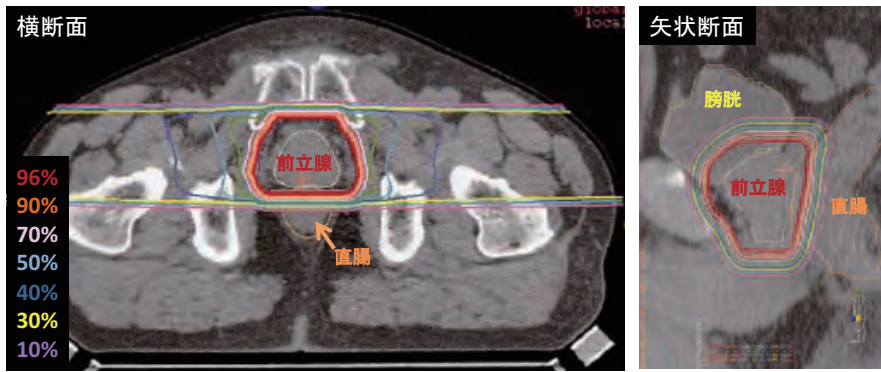


図2 重粒子線治療の線量分布図

ととし、当センターの治療開始とほぼ同時に、51.6Gy (RBE)の重粒子線照射を12回/3週間に分割して行わせてさせて頂きました。実際の線量分布図を図2に示します。治療期間中は後半に軽度の頻尿症状があったものの、その他には特に副作用もなく予定通りに無事治療が終了しました。治療期間中に軽度認められた頻尿症状も治療後3ヶ月程度でほぼ改善し、重粒子線治療後は内分泌療法も中止し無治療で経過観察を行っていますが、治療後2年以上が経過した現在、後遺症もなく、また、再発を疑うような所見もなくお元気にお過ごしになられています。図3に、診断時からのPSA値の推移を示します。内分泌療法および重粒子線治療終了後にごく軽度の上昇を認めますが、0.3ng/ml前後で横ばい状態となって安定しています。正常の前立腺細胞からも少しはPSAが出るため、通常、内分泌療法終了後にややPSA値が上昇し生理的なレベルに戻る現象が観察されます。放射線療法後の場合、再発を疑うPSA値の基準は最低値

+ 2.0ng/mlですので、全く問題のないレベルで推移していることとなります。これまでは、3ヶ月毎に経過を拝見しておりましたが、治療後2年が経ち非常に良好な経過ですので、今後は半年に1回程度にさせて頂く予定としています。

最後になりましたが、柴田さんは、ご自身の経験をもとに「重粒子線治療の良さがまだまだ知られていない。もっと世の中に情報発信しなければいけない」とのことで、今回の体験記のご寄稿もそうですが、市民公開講座やがんリレー・フォー・ライフへのご協力など様々な活動を行ってくださっています。この場をかりまして、心から感謝の意を表したいと思います。また、それと同時に、重粒子線がん治療に携わるものとして、この治療法の良さを正しく、かつ、広く世の中に理解して頂くため、日々の診療はもとより、更なるエビデンスの構築や情報発信を含め、その普及・啓発にもっと努力していかねばならないと決意を新たにしている次第です。

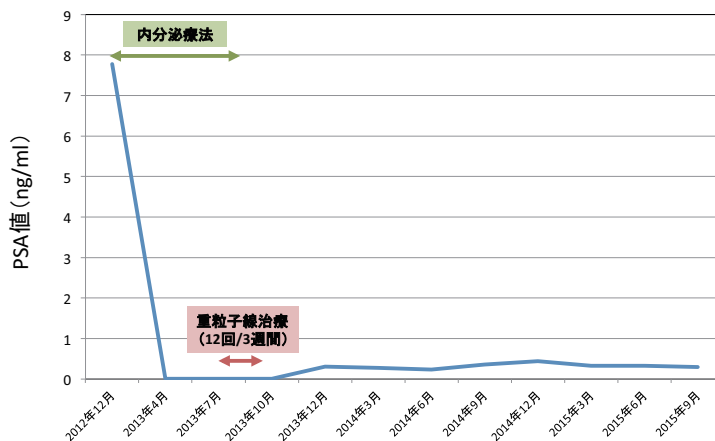


図3 血中PSAの推移

## 粒子線治療施設

### ◆岡山大学・津山中央病院共同運用／ がん陽子線治療センター (愛称：TOP BEAM (トッブビーム))

一般財団法人津山慈風会津山中央病院では、岡山大学と共同運用で「がん陽子線治療センター」を整備しています。この施設は Tsuyama chuo hospital Okayama university Proton BEAM より、愛称を「TOP BEAM」としました。



図1 TOP BEAM

この装置は、2つの特徴を持っています。一つはブロードビーム照射、積層原体照射、スポットスキヤニング照射が1本のノズルで可能であり、回転ガントリー1基で運用可能となることです。

もう一つは、回転ガントリーの大きさを軸方向に従来の40%に縮小した三菱電機製の最新機を採用し



図2 照射室

ていることです。このことにより建屋を縮小することができ、建築コスト削減に大きく寄与しています。

現在は、中国四国地域初として、又関西以西の総合病院による初の運用として陽子線治療を必要とされる地域の皆様へ平成28年春の治療提供に向け準備を進めており、建屋の建設と装置搬入が終了しました。今後各種ビーム試験、コミッショニングを実施予定です。

### ◆(仮称)大阪重粒子線がん治療施設整備状況

大阪府のがん疾患対策の一環として重粒子線がん整備事業の公募があり、2013年12月25日に「大阪府立病院機構」「医療法人協和会」「グリーンホスピタルサプライ株式会社」の3者にて基本協定を締結した。協力事業者として設計は「株式会社日建設計」建築は「鹿島建設株式会社」治療装置は「日立製作所」となり、文字通り民活民営での施設整備、施設運営の挑戦となる。2015年8月8日安全祈願祭を開催し、本格的な施設建設工事が始まり約2年間の工期を経て、2018年春の開業を目標としている。





### 【施設方針】

府民に信頼される安全で質の高い最先端医療により、患者さんや家族の方々に生きる喜びを提供します。  
年間1,200人以上のがん患者の治療を目標。

### 【施設及び設備概要】

- ・施設運営「医療法人協和会」
- ・施設、装置整備「大阪重粒子線施設管理株式会社」
- ・住所 大阪府中央区大手前3丁目3番8号  
(大阪城のすぐ西側、大阪府警本部の北側)
- ・建築 地上3階建、鉄筋造、延べ床面積 8,848㎡  
高さ21.6m
- ・治療装置 日立製作所
- ・治療室3室（照射方法は全てスキャニング法）

## ◆「国内の粒子線施設初」筑波大学附属病院の陽子線照射室をスヌーピーに ～小児がんの子どもたちの治療をサポート～

筑波大学附属病院陽子線医学利用研究センターでは、小児がんの子どもたちを勇気づけることを目的

に、「スヌーピーとピーナッツの仲間たち」で照射室をラッピング、デザインを一新しました。この活動は、積極的に小児がんの陽子線治療を実施する当センターを保険会社のメットライフ生命がサポートする形で実施されました。

当センターでは、年間数十名の小児がん患者様に対して陽子線治療を実施しています。陽子線治療は将来ある子供たちへの成長障害や晩期障害の低減という面で有効な治療法ではありますが、大きな医療設備が必要であり、多くの子どもたちが無機質な空間に恐怖を感じてしまう為、時には鎮静という手段が必要になるという課題がありました。「鎮静を減らし、子どもたちが勇気を持って治療できる環境づくりを」という当院の看護師、技師らの強い思いから今回のプロジェクトが実現、スヌーピーと仲間たちに囲まれた明るい雰囲気的空間へと生まれ変わりました。

子どもたちが楽しく照射台へ向かえるようキャラクターを進行方向に配置、仕草にバリエーションを持たせることでキャラクターを介した会話が生まれるようなデザインにするなど、装飾を検討する上で、当院のホスピタルアートチームによる様々なアドバイスも取り入れています。

今回のリニューアルにより、「子どもが喜んで照射室に入ってくれるようになった」という親御さんの声や「明るい気持ちで治療が受けられる」という成人の患者様の声も聞かれます。当センターでは、今後も患者さんに前向きな気持ちで治療を行っていただけるよう、様々な取り組みを検討していきたいと考えています。



# 第12回日本中性子捕捉療法学会学術大会の報告

学術大会事務局 神戸学院大学薬学部  
安藤 徹

2015年9月4日(金)・5日(土)の2日間、神戸学院大学ポートアイランドキャンパスにて、第12回日本中性子捕捉療法学会学術大会を、神戸学院大学薬学部 製剤学研究室 教授 市川秀喜大会長のもと、開催いたしました。衰え知らずの暑気の中での開催となりましたが、224名の方々にご参加いただきました。また、本学術大会前日の9月3日(木)には、第3回BNCT講習会(BNCT版医学物理士WG主催、本学術大会後援)が開催されました。

本学術大会では「これからのBoron Delivery Systemを考える」を主題として、これからのBNCTの標準化において欠かせない存在となる、ホウ素化合物・薬剤について多くの議論がなされました。加速器BNCTの実用化が目前に迫りつつある今、BNCTが長きにわたって有効な治療と認められるためには、BPA、BSHを凌駕するホウ素化合物・薬剤が必須といえます。そこで、本学術大会ではランチョンセミナーと特別講演において、化学、薬剤学、レギュラトリーサイエンス、臨床医学の観点から、ホウ素化合物・薬剤の現状と問題点、さらには将来展望、実用化を目指す上で必要な取組みについて4人の先生方を招き、ご講演いただきました。特に大会2日目の特別講演2の医薬品医療機器レギュラトリーサイエンス財団の四方田千佳子先生のご講演におかれましては、BNCTに携わる多くの参加者が関心をもつ「医薬品として実際に臨床現場で使用するためにはどのような開発の流れと承認のプロセスがあるか」を非常にわかりやすくご講演いただき、より具体性を持って開発に臨む意欲をかき立てられる内容でありました。

演題数は、特別講演2題、教育講演1題、ランチョンセミナー2題、一般演題30題、ポスターセッション23題、ワークショップ3題(7演者)で、合計61演

題をご講演いただきました。一般演題におきましては、例年活発な議論がなされることを考慮し、討論時間をやや長めに設定し、ポスターセッションを新たに設けることにより、例年と比較して演題数を減らすことなく、より充実したディスカッションを実現することができたと考えております。また、本学術大会の国際化を企図した発表スライド、ポスターの英語化も昨年同様に踏襲させていただきましたことから、海外からの参加者との議論も深まったものと考えております。非常にタイトスケジュールでありましたが、座長ならびに演者の方々、参加者の皆様のご助力により、進行において大きな滞りを見せることなく学術大会を行うことができました。

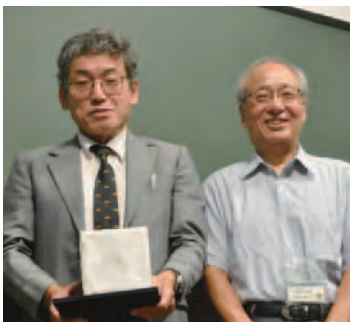
9月4日 金		9月5日 土	
8:30		8:30-10:00	幹事会 (B305講義室)
9:00	9:00~ 受付開始		
9:50	9:50~ 開会の辞	10:00-11:00	一般演題 5 21-25 【物理学Ⅱ】 座長 田中 浩基(京大)
10:00	10:00-11:00 一般演題 1 01-05 【物理学Ⅰ】 座長 櫻井 良憲(京大)	11:00	
11:10	11:10-12:10 一般演題 2 06-10 【臨床医学Ⅰ】 座長 栗原 真人(筑大)	11:10-12:10	一般演題 6 26-30 【臨床医学Ⅱ】 座長 影山 照弘(徳大)
12:10	12:10-13:10 ランチョンセミナー 1 何故新しいホウ素薬剤は開発されないのか? -これからのBoron Delivery Systemを考える- 司会 柳井 宏行(明治大) 演者 中村 浩之(東工大)	12:10-13:10	ランチョンセミナー 2 加速器BNCT時代を見つめて、臨床の見地からBoron Delivery Systemを考える 司会 加藤 逸郎(大坂大) 演者 鈴木 光(京大)
13:10	13:10-13:55 教育講演 CBEファクターの解析からBNCT研究を展望する 司会 宮武 伸一(大坂大) 演者 小野 公二(京大)	13:10-13:50	総会
14:00	14:00-14:45 特別講演 1 BNCTのための低分子ホウ素化合物の開発動向と展望 -分子設計・合成と動物試験を中心として- 司会 市川 秀喜(神戸学院大) 演者 切畑 光純(大坂府立大)	13:50-14:10	三編記念化学賞受賞講演 司会 平塚 純一(順法大) 演者 吉野 裕夫(聖州大)
14:55	14:55-16:07 一般演題 3 11-16 【薬学・その他】 座長 松井 秀樹(岡山大)	14:20-15:05	特別講演 2 医薬品開発の流れと承認プロセス 司会 市川 秀喜(神戸学院大) 演者 四方田 千佳子(レギュラトリーサイエンス財団)
16:17	16:17-17:05 一般演題 4 17-20 【化学】 座長 中村 浩之(東工大)	15:15-15:45	ワークショップ 1 治療計画・線量評価・QA/QCの標準化 Coordinator 渡田 博明(京大)
17:05	17:05-18:05 ポスターセッション P01-P23 (B301+B302講義室前)	15:45-16:15	ワークショップ 2 BPA-PET:T/B ratio 測定の標準化 Coordinator 榎澤 順(大坂大)
18:30	18:30-20:30 懇親会(レストラン・ジョイフル)	16:15-16:30	ワークショップ 3 IAEA 報告 司会 増水 樹一(京大)
		16:40-16:45	表彰式
		16:45-16:55	閉会の辞

本学術大会のタイムスケジュール



一般演題の様子

昨年、中性子捕捉療法においてその薬剤開発に顕著な業績をあげ、本治療法の臨床研究に多大なる貢献をされた研究者の顕彰を目的として、三嶋記念化学賞が創設されました。初代となる本賞は、*p*-ボロノフェニルアラニン-フルクトース錯体 (BPA-Fr) の生みの親、信州大学理学部 吉野和夫先生に授けられ、本学術大会にて表彰式と受賞講演が催されました。吉野先生がBPA-Frの開発において如何にしてその着想に至ったのか、BPA-Frを用いた前臨床・臨床研究の歩みについて、本賞の設立趣意の礎となった三嶋 豊先生との研究成果を交えてご講演いただきました。現在当たり前のように使用しているBPA-Fr



三嶋記念化学賞を受賞された吉野和夫先生と平塚純一学会長

の歴史を目の当たりにし、基礎研究から臨床研究への橋渡し研究が、BNCTにおいて必要不可欠であることを改めて実感することのできる受賞講演でありました。

今大会のベストプレゼンテーション賞は、厳正なる審査の結果、物理学分野より、筑波大学大学院 人間総合科学研究科 小滝幸平先生、化学・薬学・その他分野より、大阪府立大学 BNCT研究センター ホウ素薬剤化学講座 服部能英先生、臨床医学分野より、川崎医科大学 放射線科(治療) 神谷伸彦先生の3名の先生方が受賞されました。神谷先生はポスターセッションからの受賞であり、ポスターセッションが一般演題に負けず劣らず魅力のある発表にあふれていたことを示しておりました。



ポスターセッションの様子

懇親会は、会場と同キャンパス内にあるレストラン ジョリポーにて、110名の参加を得て開催されました。会中盤では、昨年より本学術大会の国際化に寄与してくださっている台湾の研究グループより第一回台湾中性子捕捉療法学会学術(2015年12月5日)の開催案内をいただきました。また、会場から見渡すことのできる神戸の1000万ドルの夜景は幻想的でBNCTの輝かしい未来を語るに相応しい有意義な場になったと思われます。



懇親会会場：レストラン ジョリポーにて

第13回日本中性子捕捉療法学会学術大会は明治薬科大学 がん先端治療学：アルファ粒子線・免疫治療学講座 柳衛宏宣 教授のもとで開催(会期：2016年8月6日～7日)の予定となっております。悪性腫瘍に苦しむ患者様に対し、BNCTを新たな治療法として標準化するべく、来年の学術大会においても研究に携わる皆様が一致団結し、熱く議論を交わし、BNCTをさらなる発展へと導くことを期待いたします。

最後に、本学術大会を開催するにあたり、数々のご協力・ご助言いただきました平塚純一学会長をはじめ、学会員の皆様、運営・実務面においてご尽力いただきました学会事務局の山本美貴子様、松岡玲子様、スタッフの皆様方に深く感謝いたします。



神戸学院大学薬学部 製剤学研究室スタッフ

## お知らせ

### ◆当財団発行の小冊子・テキスト等のお知らせ

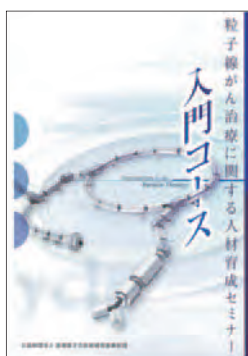
当財団では、粒子線治療（陽子線・炭素イオン線）に関する以下の小冊子・テキストを頒布しております。購入希望の方は、メール・電話にて、当財団までお問い合わせ下さい。



#### ・小冊子「体によさし粒子線がん治療」(改訂版)

小冊子の前半では、粒子線がん治療について、どのような治療なのかをやさしく解説している。後半では、Q & A形式で、よくある質問（10問）に対して回答し、国内の粒子線施設への問合せ先や問合せ方法についても記載している。(平成25年12月発行)

A 5 版カラー 22 頁 特別価格：200 円 / 冊 (税込、送料別)



#### ・テキスト「粒子線がん治療に関する人材育成セミナー（入門コース）」(改訂版)

粒子線がん治療に関わっている初心者、また今後関わっていきたい方々を対象にしたセミナー「入門コース」用のテキストです。(平成26年7月発行)

A 4 版カラー 64 頁 特別価格：5,000 円 / 冊 (税込、送料別)

\* 内容は、「粒子線治療の基礎」・「粒子線治療装置」・「粒子線治療の流れと Q A」・「粒子線治療の実例」の4章から構成されており、一般の方々、さらに医療機器関連企業担当者、先進医療保険販売担当者、放射線治療分野の初任者、看護師、専門学校生、大学生等向けにわかりやすく説明したテキストです。

(注) 同小冊子・テキストは文部科学省委託事業「粒子線がん治療に係る人材育成プログラム」(平成19年～23年実施)で作成された資料をもとに編集したものです。

また、ホウ素中性子捕捉療法（BNCT）についてやさしく解説した、小冊子「体によさしい究極のがん治療－ホウ素中性子捕捉療法」(A 5 版17頁)を無料(送料別)で配布しております。入手希望の方は、メール・電話にて当財団までお問い合わせ下さい。



当財団では、賛助会員および施設研究会会員の皆様の会費および事業収入によって、事業活動を行っておりますが、今後さらに活動内容の充実・拡大を図るため、法人個人を問わず広く寄付によるご支援を募っております。

ご協力いただきました寄付金は、医用原子力技術の推進および普及のため適切かつ有効に活用させていただきます。

#### 今年度、寄付をいただいた個人・団体・企業様 (50音順) H27.10現在

住友重機械工業株式会社／株式会社千代田テクノ  
株式会社東芝／東芝メディカルシステムズ株式会社  
日本メジフィジックス株式会社／株式会社日立製作所  
富士フィルムRIファーマ株式会社／ブレインラボ株式会社  
丸木医科器械株式会社／三菱電機株式会社  
ユーロメディテック株式会社

ご協力くださった皆様に感謝申し上げます。

#### 「医用原子力だより」 第16号

平成27年11月発行

編集・発行

公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団

〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町7-16  
ニッケイビル5階

電話 (03) 5645-2230 FAX (03) 3660-0200

E-mail : info@antm.or.jp

URL : http://www.antm.or.jp