

# 月刊 新医療

2014 February

No.470 **2**

New Medicine in Japan

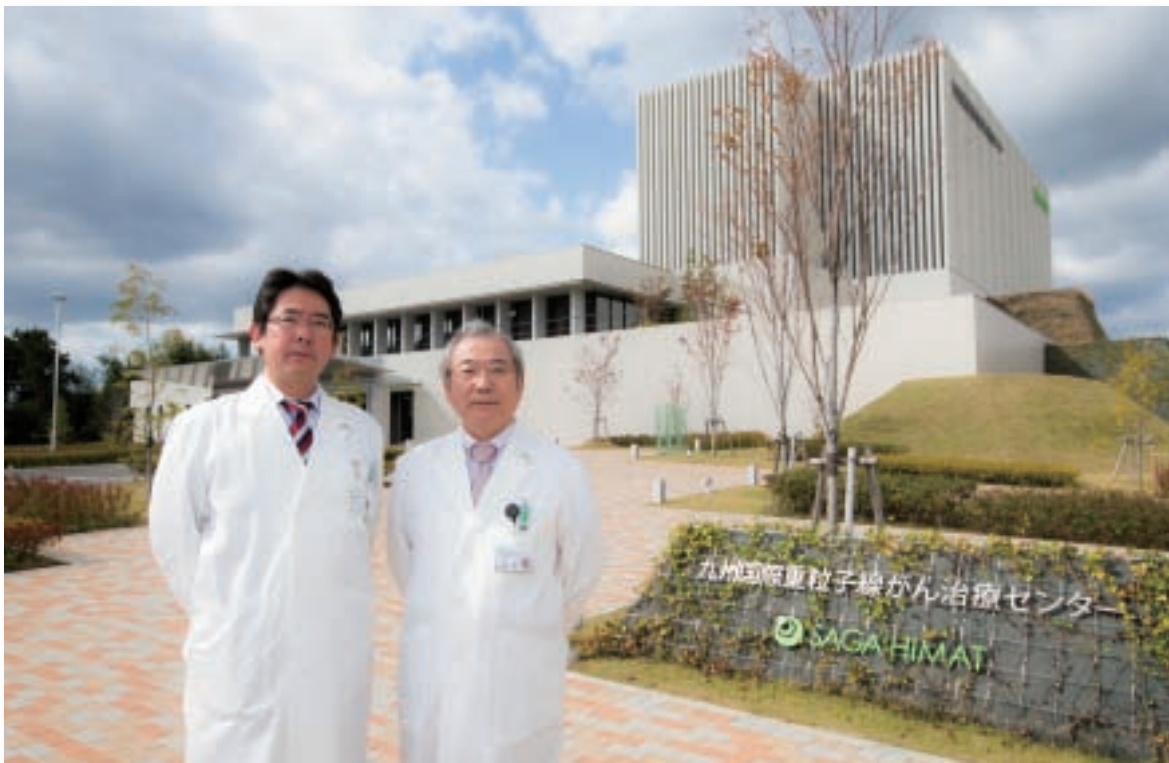
●総特集

## 他施設から“選ばれる”IT連携の要件を説く

IT医療連携への参加を経営視点から捉える—連携を経営上の成功に結びつけた施設のトップに、その戦略と具体策を明らかにしてもらう

●特集

## 本当にスマートデバイスは業務軽減につながるか



2013年夏に最新式の小型重粒子線治療装置を導入し治療を開始した九州国際重粒子線がん治療センターは、九州地方における先進的ながん治療の拠点として大きな位置をすでに持ち始めている(詳細はグラビア頁)。同センターを背景に工藤 祥センター長⑥と塩山善之副センター長

[特別企画]

### 緊急提言—医学物理士育成の要諦 建築で病院の課題を解決する [Part2]

[データ]

### マンモグラフィ設置施設名簿 [Part3]



現在、稼働中の治療室B。水平・垂直方向からのビーム照射が可能で、前立腺がんへの重粒子線治療はこの部屋で実施されている。同室は、木の温かみを生かした木目調の内装にしている

## 佐賀県 九州国際重粒子線がん治療センター 【愛称:サガハイマツ】

# 九州初の重粒子線治療施設がオープン 最新型、かつ小型の治療装置を駆使して、 高度で優しいがん診療の普及を目指す

2013年8月より重粒子線治療を開始した九州国際重粒子線がん治療センター。九州大や佐賀大など、九州地区の基幹病院の多くと連携協定を結び、医療用に特化した、最新式の重粒子線治療装置により、先進的ながん治療を展開していく。同センターの概要と重粒子線治療の取り組みについて、同センター長の工藤 祥氏をはじめ、同センターのキーパーソンの方々にインタビューした。

Interview  
九州国際重粒子線がん治療センター  
センター長

### 工藤 祥氏に聞く

——九州国際重粒子線がん治療センター開設の経緯からお聞かせください。

粒子線治療の先進医療承認や、2002年発足の九州・山口粒子線施設研究会などが、当センター設立の起点といえるでしょう。その背景には、九州全域と山口県におけるがんの死亡率が高く、特に肝臓がんについては、直近の十数年、佐賀県が全国1位という切迫した医療事情がありました。同会の発足を機に「九州に粒子線治療施設を」という機運が九州全体で高まり、最終的に産学官共同で重粒子線治療施設の建設が進められることになったのです。

本プロジェクトは、佐賀県による事前調査から始まり、財界への援助要請や粒子線治療の学術的協議など、数年間にわたる下準備を経て、10年2月に運営母体の佐賀国際重粒子線がん治療財団が設立されました。そして同年3月に、同財団と放射線医学総合研究所（以下、放医研）が人材育成と建屋・装置設計の連携協定を結んだことで、設立の動きが一気に加速しました。その後、建屋が12年10月に竣工、同年12月の治療装置完成直後からビーム測定を開始しました。センター自体は13年6月に開院を

迎え、治療は同年8月より、照射体制が整った前立腺がんから始めています。

——センターの特徴について、お聞かせください。

無床のクリニック形態と、重粒子線によるがん治療に特化した医療提供が、当センターの特徴として挙げられます。

無床とした理由の1つは、治療対象が限局的の固形がんであるが故に、患者さんはQOLを維持できる症例が多く、入院の必要性が低いからです。また、当センターは産学官プロジェクトの経緯から「地域の共同利用施設」と位置づけられており、滞在完結型の診療体制では共同利用に適さないという理由もありました。また、重粒子線装置の維持費以外の運営経費を可能な限り抑えたいという経営上の事情も重なり、病棟の建設を見送ることになったのです。

以上のことから、当センターは紹介患者のみを対象に、重粒子線治療を実施しており、治療に至るまでの検査・診断やステージング、治療後の経過観察は、患者紹介元の医療施設が主に担当していただくこととなります。また、入院が必要な患者さんの治療については、周辺医療施設の協力を得て病室を確保してもらい、対応しています。なお、粒子線治療外来の相談窓口は、九州、久留米、佐賀、福岡の4大病院に開設し、漸次、窓口を拡大していく予定です。主な連携医療施設としては、大病院やが

ん診療連携拠点病院に加えて、包括協定を結ぶ病院グループとしてNHQ九州ブロック28病院、済生会九州ブロック13病院などがあります。

——治療体制と治療の現況について、お聞かせください。

連携する放医研に人材育成を依頼する一方で、同研究所から人員派遣も受けています。現在のスタッフ構成は医師5名、診療放射線技師6名、医学物理士4名で、診療放射線技師は14年4月に増員する予定です。治療に関しては、開院当初は前立腺がんのみを対象としていましたが、13年12月に対象部位を頭頸部と骨軟部まで拡大しました。14年3月頃に呼吸同期照射の導入を

予定しており、肺や肝臓、すい臓などがん治療が可能になります。

なお、治療室は3室設けていますが、現在のところ、重粒子線を水平方向と垂直方向から照射する治療室Bのみで治療を行っています。水平・45度の照射を行う治療室Aでの治療は、14年4月頃の開始を目標に準備を進めており、2室稼働後は年間800症例の治療を目指しています。

——センターの今後の展望について、お聞かせください。

未使用の治療室Cでは、将来3次元スキャンニング照射による治療を行う予定です。この照射法ではボラスとコリメータの作成が不要となることから、治療の時間短縮が期待でき、照射精度を高められます。装置の開発は、放医研で進められており、当センターとしては、早期の完成に大きな期待を寄せています。



工藤 祥 (くどう・しょう) 氏  
1976年九州大学医学部卒。77年放射線影響研究所、79年エール大学セントラフェル病院放射線科、82年テキサス大学MDアンダーソン病院放射線科。83年九州大学放射線科、85年より佐賀医科大学放射線科、94年より佐賀医科大学（後に佐賀大学）放射線医学教授。2011年より現職

# 最新式の重粒子線治療装置を活用し、九州地域での重粒子線治療の普及を目指す

九州大学大学院医学研究院重粒子線がん治療学講座教授を務め、同センターでの重粒子線治療の中心メンバーの一人である副センター長の塩山善之氏に、重粒子線治療の現状と、今後の展望についてインタビューした。

九州国際重粒子線がん治療センター副センター長

## 塩山善之氏に聞く



塩山善之（しおやま・よしゆき）氏  
1990年九州大学医学部卒。筑波大学陽子線医学利用研究センター、テキサス大学MDアンダーソンがんセンター等を経て、2010年九州大学大学院医学研究院重粒子線がん治療学講座教授、2013年より現職

九州国際重粒子線がん治療センターは、国内4カ所目の重粒子線がん治療施設であり、民間が設立・運営する初の重粒子線を利用する治療施設でもある。

同センターで使用する治療装置は、三菱電機製の炭素イオン粒子線治療装置。装置を構成するシンクロトロン（円形加速器）は、同社が小型普及機として開発したものである。基本的には、群馬大学の重粒子線治療施設で使用するものと共通ではあるものの、シンクロトロンと入射器、高エネルギービーム輸送ラインの配置については、同センター用に見直しが図られている。これは重粒子線装置の設置場所と治療室の床面積を、可能な限りコンパクトにするため

ある。

同センターには照射室が3室設置されている。そのうち治療室Aには、45度方向から照射するビーム照射装置を、水平ビーム照射装置と組み合わせて配してある。45度の装置は、兵庫県立粒子線医療センターに単独で設置されている例はあるが、水平ビームと併用する構成の装置はこの治療室Aが世界初である。

重粒子線治療装置では、照射方向は水平および垂直方向からの固定照射が一般的で、群馬大学や同センターの治療室Bは、この2方向を組み合わせたビーム装置を用いている。これに対して45度方向からの照射は、照射方向の自由度を高められるメリットを持つ。同センターでは、がん種別や患者の症状などに合わせ、2方向照射の方式が異なる治療室AとBを使い分けることで治療精度のさらなる向上を目指している。

実際の治療は2013年8月から治療室Bを使って前立腺がんから着手しており、治療を終えた患者数は同年12月末現在で49名、治療中13名、予約人数は160名以上に達している。12月からは頭頸部と骨軟部のがん治療が始まり、予約受付数はさらに増大しつつある。

初期段階の患者傾向について、副センター長の塩山善之氏はつぎのように話す。

問を要します。前立腺がんは今や幅広い治療の選択肢がありますが、治療期間の短さと、少ない照射回数による副作用のリスクの回避が、重粒子線治療のメリットの1つといえるでしょう」

陽子線を含む粒子線は、体の表面では放射線量が弱く、がん病巣で放射線量がピークになる特性（ブラッグ・ピーク）を持つ。そのためX線よりも線量の集中性に優れ、体の奥深い位置にあるがん、または正常組織に取り囲まれているがんなどに対して治療効果を期待できる。なお、同じ粒子線でも重粒子線と陽子線では粒子の質量が異なることから、治療効果も異なると塩山氏は

話す。

「陽子線のがん細胞の殺傷能力はX線と同等といわれるのに対して、重粒子線はその2倍から3倍の威力を備えています。ゆえに1回の照射で患部への効果がX線や陽子線よりも大きく、その分照射回数が減らせるため、短期間かつ安全・確実な治療が可能になるのです」

重粒子線治療の有用性については、放射線感受性の低いがんに対する治療効果も挙げられる。その代表的ながん種として、骨や筋肉、脂肪に発生する骨軟部腫瘍や悪性黒色腫などがある。それらのがんを含め、同センターでは、がん種別ごとに9班に分けた臨床検討班で治療プロトコルの開発などを行っている。この検討班には院外の放射線科や内科、外科のがん専門家が多数参加しており、同センターでは今後、研究論文を発表することも視野に入れた上で、治療の枠組みを検討している。また、共同研究により同センターでの治療方針と内容を院外に公開し、連携施設の理解と同意を得ることも、検討班設立の目的の1つであるという。検討班による協議の進捗状況について、塩山氏はつぎのように説明する。

「現在は14年3月に予定している呼吸同期照射の開始に向けて、肺検討班、肝臓検討班、そしてすい臓検討班の協議が最終段階に入っているところです。

プロトコルの開発に関しては、放医研で行われた臨床試験などの実績やデータをもとに原案を作り、それを検討班で協議の上、当センター用にモディファイする形をとります。それゆえ、精度の高いプロトコルが

完成すると捉えています」

## 前立腺から肝臓、肺領域へ、対象領域拡大への取り組みを推進

塩山氏は同センターの課題を「がん種別ごとに異なる治療への対応」と話す。

「最初に着手した前立腺がんは病状の進行が比較的緩やかなので、治療の数カ月前から予約を受け付けるなど、ある程度ゆとりを持ってスケジューリングを組むことができました。しかし頭頸部や骨軟部のがんは、紹介を受けたらなるべく早期に治療に入る必要があり、このような違いにどのような体制で柔軟・迅速に対応していくかが、今後の課題といえるでしょう。

また、これから研究が進んで治療適応の可能性ががん種が増えていけば、当然、状態の良くない患者さんを滞在型で治療するケースも出て来ざるを得ません。その時は、周辺にある医療施設の協力を得て病室を使わせてもらう対応の他に、別の形での対策を今から準備しておく必要があるのかもしれない」

一方で「院内での人材育成も非常に重要」と塩山氏は指摘する。同センターは産学官共同プロジェクトの下、開設の約3年前から、九州、佐賀、久留米の各大学の放射線科専門医を放医研や群馬大学にトレーニング目的で派遣している関係から、3大学との間の人事交流が比較的容易であり、結果、人材が確保しやすい状況にある。しかし、センターの今後の進展を鑑みたと、3大学と放医研などとの連携を維持しつつ、



水平・斜め45度方向からのビーム照射が可能な治療室A。45度方向からの照射により、治療の自由度が増すことが期待されている。2014年4月頃を目途に運用を開始する予定

「患者さん自身が医療機関の担当医に『重粒子線治療を受けたい』と希望して来院されるケースが大半ですね。当センターとしては、この傾向を『がん治療の新たな選択肢への期待の表れ』と受け止めています。

患者の居住地は佐賀県や福岡県などの九州が多いのですが、九州以外でも山口県、広島県からも来院されています」

重粒子線による治療の流れは、概略以下のようになる。再検査や治療内容、副作用の説明などを中心とした診察の後、CT等による画像診断をもとに治療計画を作成。医療スタッフによる認証後、治療時に使用

する補償フィルタ等の製作を行う。この製作と検証には、7日間程度を要するため、通常2週間程度の準備期間となる。治療は外来で行われ、照射は1日1回、時間にして1〜5分程度で、照射の位置決め時間を含めても1回20〜30分で終了する。

症例実績のある前立腺がんの治療状況について、塩山氏はつぎのように話す。

「前立腺がん治療に要する重粒子線の照射回数は12回で、週に4回の治療を基本としているため、治療は3週間で終了します。これに対して、X線による放射線治療では、通常30回から40回の照射、8週間の治療期



同センターの受付。待合スペースは、来院患者のプライバシーに配慮して5つに区画分けされ、ゆったりとした広さを確保している

院内で重粒子線治療医を育てる体制作りは「不可欠」と塩山氏は語る。同氏は、同センターの今後を、つぎのように話す。

「九州の重粒子線プロジェクトでは、治療と準備・観察を分業・連携させる体制を作り、既存の医療施設を持つ医療資源を有効活用した形で先進医療を行っています。この形態を、今後の先進医療の運営につながるモデルケースとして成功させたいと思っています。

なお、重粒子線治療は歴史が浅いが故に、有用性がまだ十分に医療関係者に伝わっていないのが現状です。例えば、抗がん剤を併用する集学的治療においても、重粒子線治療は有用性を発揮します。今後、治療体制の強化を進める一方で、そのような効用を広く浸透させる広報活動にも、今まで以上に尽力していきたいと考えています」



重粒子線治療装置は治療計画システムやRIS等、各種情報システムと連携、小人数のスタッフでも管理・運用が可能な装置に仕上がっている。写真は同装置を管理する副技師長の佐藤弘史氏

# 将来の新技术導入を見据えた小型重粒子線治療装置の運用を推進する

放射線医学総合研究所に35年以上勤務し、九州国際重粒子線がん治療センターの立ち上げから技術統括監として関わり、現在も副センター長の要職にあると同時に同センターの医学物理士のトップでもある遠藤真広氏に、同センターにおける医学物理士の業務の現状と、今後の運用についてインタビューした。

## 九州国際重粒子線がん治療センター 技術統括監/副センター長 遠藤 真広 氏に聞く



遠藤 真広 (えんどう・まさひろ) 氏  
1971年東京大学教養学部基礎科学科卒。73年同大学院理学系研究科修士課程修了。同年より放射線医学総合研究所勤務。2009年佐賀県健康福祉本部理事、2010年より現職

— 医学物理士の業務内容についてお聞かせください。

当センターには現在、私を含め4名の医学物理士が所属しています。私は技術統括監/副センター長として主にマネジメント業務を、もう1名が重粒子線治療装置の加速装置の管理・運用を専門で担当しており、2名が臨床業務に携わっています。もちろん、2名だけで治療計画の立案からQAまでの業務をすべて担当することはできませんので、診療放射線技師と協力し合いながら業務を遂行しています。現在、1日10例ほどの治療業務を行っています。

— 同センターの重粒子線治療装置の特徴を技術統括監のお立場からお聞かせください。

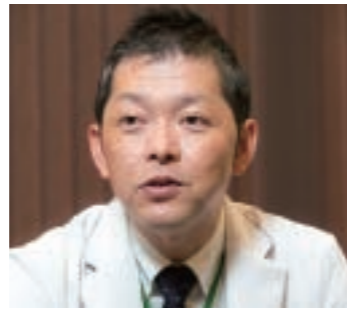
当センターの重粒子線治療装置は日本で4番目のものです。放医研や兵庫県立粒子線医療センターの装置とは異なり、医療に特化した小型の装置で、群馬大学に導入された装置の兄弟機と呼べる装置です。小型といっても、実際は巨大な装置ではありませんが、シンクロトロンを含むこの加速装置は、あくまで重粒子線治療システムの一部として運用するというコンセプトで作られており、重粒子線治療用のRIS下で管理・運用を行っています。

群馬大の装置との最大の違いは、照射室です。群馬大は水平もしくは垂直での照射が可能な照射室のみですが、当センターは現在稼働中の水平/垂直照射室に加え、水平および斜め45度からの照射が可能な照射室を備えています。この照射室は、兵庫県立粒子線医療センターでの斜め45度の運用が非常に大きな成果を挙げた結果をみて、当センターでも設置することにしたものです。もう1つの特徴としては、装置の信頼性が挙げられます。三菱電機が開発した装置としては4機目ということで、加速器・治療装置・治療用のソフトウェアを合わせた製品としての信頼性は高く、安定した運用を実現しています。

— 2014年春頃に2室による運用を実施すると伺いました。照射室が2室とも稼働し始めると、現在

## 常に効率のよい、高いスループット性を確保した重粒子線治療の実践を目指す

放射線医学総合研究所に17年間勤務し、九州国際重粒子線がん治療センターの副センター長  
佐藤 弘史 氏に聞く



佐藤 弘史 (さとう・ひろし) 氏  
1990年大阪大学医療技術短期大学部卒。修士(学術)。大分医科大(現大分大)附属病院、放射線医学総合研究所勤務を経て、2011年より現職

— センターにおける画像診断装置の概要からお聞かせください。

まず人材ですが、当センターには現在、6名の診療放射線技師が所属しています。モダリティは、重粒子線治療装置の他、画像診断用の16列MDCT1台、1.5テスラMRI1台、一般撮影装置や超音波画像診断装置の他、治療計画用のCTシミュレーターを設置しています。

当センターに来院する患者は他院からの紹介患者で、CT等の画像は持ち込まれることが多いのですが、現在は、それらの画像の検査時期に応じて再検査したり、MRIでまだ撮影されていないシーケンスがあるような場合に検査を行っています。ただ、

今後は治療後のフォローアップの検査が増加することが予想されています。当センターでは年間800例の患者の治療を目指していますから、数年後はかなりの検査件数になるでしょう。

— 重粒子線とX線による放射線治療との差は、診療放射線技師の業務にどのような違いをもたらしていますか。

重粒子線治療では、X線照射と異なり、患者ベッドを回転させて照射角度を変えている点で、大きな違いです。そこで重粒子線治療では、患者をベッドに固定する固定具の製作が重要であり、この業務が最も大きな差でしょう。前立腺がんの場合、ベッ

のスタッフ数では、医学物理士も診療放射線技師も足りません。診療放射線技師は増員の予定がありますが、医学物理士の確保も進めていきたいですね。

医学物理士は全国的に見ても少ないのが現状です。最近の診療放射線技師は修士号を得ている人が多いので、能力と意欲に富む診療放射線技師が医学物理士の資格を得ることを私は推奨します。ただし、それだけでは先端的な研究・開発に取り組むのは難しいので、理工系出身で博士号を持つ医学物理士も必要です。医療に強い医学物理士と、理工系に強い医学物理士、この双方を揃えることが、当センターのような施設には必要なことと言えます。

## 3次元スキャニング照射など、新技术導入を積極的に推進する

— 将来稼働予定の3次元スキャニング照射についてお聞かせください。

私個人の見解ですが、3次元スキャニング照射のメリットとしては、従来の15cm×15cmの照射野が25cm×25cm程度に拡大されることで大きな腫瘍に対応できる点、そして、頭頸部のように複雑な形状の腫瘍の照射が容易になる点のふたつが挙げられます。3次元スキャニング照射は、放医研で研究が進められており、当センターでも平

ドを傾けることがないので、固定具の製作は比較的容易ですが、前立腺がん以外では、患者ごとに必要な体位や角度が異なりますから、固定具のカスタマイズは欠かせず、その重要度は一層増すこととなります。

なお、重粒子線治療における固定具作りを極力簡便にすることは、治療のスループットの向上につながりますから、効率よく安定した固定具作りを目指しています。

— 重粒子線治療装置そのものの操作性等についてお聞かせください。

当センターは他の重粒子線治療施設、例えば放医研などのように物理の研究職やエ



再検査や治療後のフォローアップのため、最新の画像診断装置を多数設置。写真は1.5テスラMRI



成30年度の実現を目標に実施する予定です。また、さらに先の話ですが、3次元スキャニング照射は、適応放射線治療につながる技術であるので、それにも取り組んでいきたいですね。そのためには照射室にCTを導入する必要がありますなど、解決すべき課題はありますが、将来に向けて検討していきたいです。

建物のおよそ半分を占める、直径20メートルの円形加速器(シンクロトロン)。線形加速器で光速の約9%に加速した炭素イオンを、シンクロトロンで光速の約70%まで加速し、治療に必要なエネルギーまで高めて照射する



CTシミュレーター。重粒子線治療における治療計画作成には欠かせない重要なモダリティである



## 九州国際重粒子線がん治療センター 地の利を生かして九州で重粒子線治療を展開

2013年8月より重粒子線治療を開始した「九州国際重粒子線がん治療センター(愛称:サガハイマツ)」。九州新幹線・新鳥栖駅至近という地の利を生かし、医療施設からの紹介患者のみを対象とした外来診療を実施。すでに当初見込みを上回る患者が来院しているという。同センターでは、前立腺がん以外に、同年12月より頭頸部・骨軟部などの部位に対する治療を開始しており、3次元スキャニング照射などの新技术導入も積極的に行っていくとしている

所在地:  
佐賀県鳥栖市原古賀町415番地  
ホームページ:  
<http://www.saga-himat.jp/>