



2021年4月に稼働を開始したリニアック「TrueBeam Edge（バリアン メディカル システムズ）」。質の高いSRS/SRTが効率的に可能な「HyperArc」を標準搭載し、より精度の高い放射線治療が可能な最新式リニアックである。

COVER STORY

2021
05
熊本県

熊本大学病院

高精度放射線治療対応の最新リニアックが 大学病院が求める安定性、効率性に加えて 県下最高レベルの放射線治療の実現果たす

熊本大学医学部の前身となる藩校「再春館」以来、熊本県下の医療をリードしてきた熊本大学病院。熊本大学放射線治療医学分野・放射線治療教室は2004年、九州唯一の独立した講座として知られるが、以来、同大学病院のがん治療の一翼を担い続け、早くから高精度放射線治療に取り組むなど、その評価は高い。同院 放射線治療科では、より高精度な放射線治療に対応できるよう、本年4月から最新のリニアックが稼働を開始した。新しい放射線治療装置導入の経緯と期待、現段階の評価等を、同科教授の大屋夏生氏に聞いた。

新医療 2021年5月号 (8)

熊本大学大学院 生命科学研究所
放射線治療医学講座
熊本大学病院 放射線治療科 教授
大屋夏生氏に聞く

熊本大学病院 放射線治療科の沿革と概要からお聞かせください。

放射線治療科は、2004（平成16）年10月に設立され、以来、放射線診療部門は放射線治療を実施する放射線治療科と、画像診断およびIVRを行う画像診断・治療科に分かれて診療に取り組んでいます。なお、本学の放射線治療医学講座は、九州で唯一、独立した講座として知られています。

周知のとおり、放射線治療は、癌罹患率の増加、集学的治療の普及、低侵襲な治療への期待、治療後のQOLに対する関心の向上などにより、その役割は増大し続けています。当院の放射線治療科でも、新規放射線治療の患者数は増え続けており、開設時の2004年には400名程度だった新規放射線治療患者数は、2019年には約700名と増加の一途をたっています。

当院では、私を含む4名の専門医に加えて常時1名のレジデントが、放射線治療に取り組んでいます。当科の特色の1つは、強度変調放射線治療（IMRT/V-MAT）、定位放射線治療（SRT）、四次元放射線治療（4DRT）、画像誘導放射線治療（IGRT）などの高精度放射線治療をいち早く導入してきたことです。これらの照射法は、「がんに厳しく人に優し

い」という、放射線治療が本来持っている特徴を最大限に活かす治療技術です。現在でも、2台のリニアックを駆使して、できるだけ多くの患者さんに、最も有効な治療が提供できるように、高精度放射線治療の開発と臨床応用に前向きに取り組んでいるところです。

そのためにも、熊本市内や県内の病院とは積極的に医療連携を図り、一般的でない、より複雑で高精度な治療が求められる患者さんを紹介患者として迎えられるようにしています。結果的に当院の症例は、多くの放射線治療施設で見られるような前立腺がんや乳がんの件数は少なく、頭頸部をはじめとする、治療が比較的難しい症例が多く集まっており、約3分の1が、これら高精度放射線治療の適用となっています。

また、件数は決して多くはありませんが、小線源治療にも積極的に取り組んでおり、イリジウム（¹⁹²Ir）小線源を用いたRALSを導入し、主に、子宮頸癌や胆管癌に対する治療を行っています。

リニアック1台を更新された理由をお聞かせください。

当院はリニアックを2台有しています。当院に求められる、より高精度な治療を実施するために、まず1台をより先進的で高度な治療を実施することが可能なバリアン メディカル システムズ社（以下、バリアン社）の「TrueBeam Edge」に更新することとしました。

更新以前は、大学病院における放射線治療の理想のあり方を追求することを目的に、2台のリニアックをマルチベンダ形

態で運用してきました。しかし、10年前の高精度放射線治療と現代のそれは、レベルが根本的に変わってきています。より高精度な治療のみを追求していた10年前と比べ、レベルを更に高めた高精度性に加えて、高い安全性とスループット、安心して放射線治療を継続することが可能なサポート体制等が求められるようになってきています。

「TrueBeam Edge」は、その特徴である？5mmのMLC、精密な位置合わせを可能とする6軸ロボティックカウチ、2400MU/分の実現が可能な高い線量率など、今、大学病院に求められる、より高精度な治療を、効率よく継続的に実施が可能であると判断し、選定しました。

「TrueBeam Edge」に対する期待をお聞かせください。

先ほどは10年と表現しましたが、さらに、ここ数年で放射線治療はドラスティックに変化し、また高精度放射線治療に対する新たなニーズも高まっています。

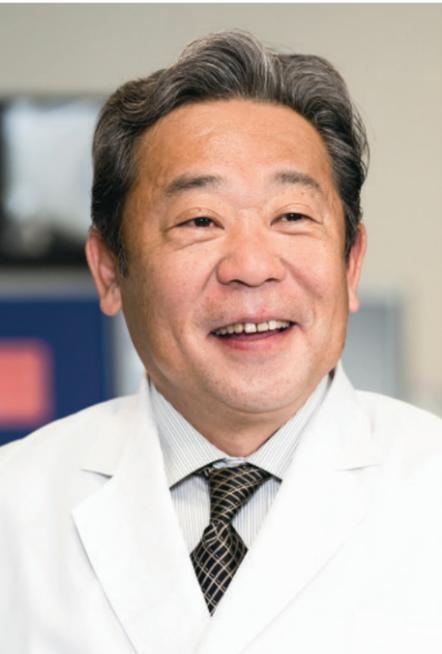
例えば、乳がん治療においてハーセプチンといった新薬の登場が、同治療に対する放射線治療を減らすと思われましたが、

決してそうはなりませんでしたが、多発性脳転移に対する放射線治療は、全身療法法の進歩により、今後増加していくことが想定されます。

その視座からも、「TrueBeam Edge」には質の高いSRS/SRTが効率的に可能な「HyperArc」が搭載されているので、多発性脳転移に威力を発揮すると考えておりますし、医療ニーズが高まっている寡分割照射や、オリゴメタスタシスに対する照射などにも対応できる装置として、今後の運用に期待しています。

2台のリニアックをバリアン社に統一した理由として、装置の性能面以外でどのような点を重視しましたか。

放射線治療において、最もスループットを悪くするのは、リニアックが故障等で動かなくなり、放射線治療が実施できなくなることです。現在、もう1台の「CLINAC iX」は、「TrueBeam Edge」への更新作業の半年間、1台で1日50件以上の放射線治療を実施しましたが、機械的なトラブルはほとんどなく順調に治療を実施することができました。放射線治療におけるスループットの良さは、1日の治療件数



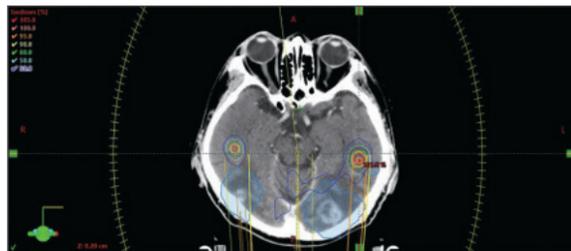
大屋夏生（おおや・なつお）氏

1987年京都大学医学部卒。京都大学医学部附属病院、公立小浜病院、京都通信病院を経て1995年京都大学医学部附属病院放射線科助手。1997年Humboldt財団 客員研究者。2000年京都大学大学院医学研究科腫瘍放射線科学分野 講師、2004年熊本大学大学院医学薬学研究所放射線治療医学分野 教授、現在に至る。

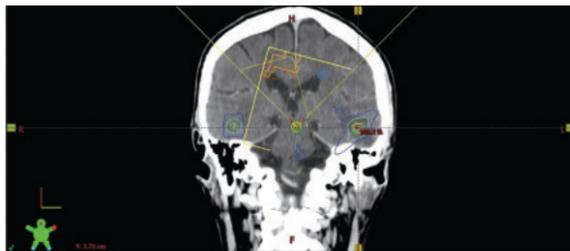
(9) 新医療 2021年5月号

COVER STORY

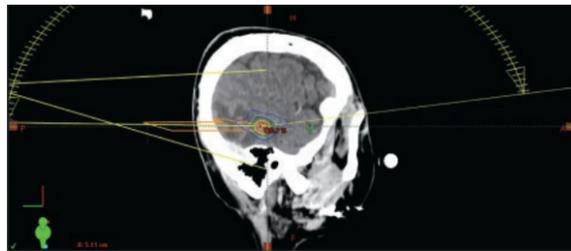
「TrueBeam Edge」線量分布図



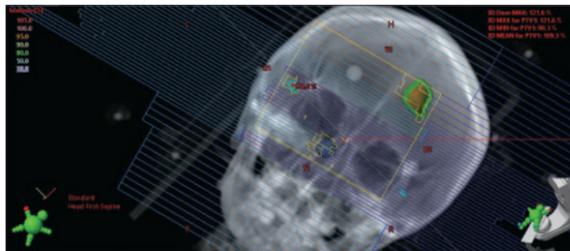
Axial



Coronal



Sagittal



BEV

食道癌の多発性脳転移症例。新規病変に対して「TrueBeam Edge」による6MV-X線、2アークのVMAT治療計画を行った線量分布（Axial、Coronal、Sagittal画像）およびBEV（Beam's Eye View）を示す。前回治療を行った領域（Axial画像のブルー輪郭）を避けながら、「TrueBeam Edge」の25mm MLCを生かし、病変にフィットした良好な線量分布が作成可能である。

をただ増やすということだけでなく、デザインされたおりに治療のスケジュール計画を進められることであって、それが何よりも重要な患者サービスとなります。質の高い医療を提供するともに、病院が診療科として提供する患者サービスにブレイクをかけるためにも、バリアン社には、今後も安定稼働のためのサービス対応に期待しています。

——熊本大学における放射線治療の今後の方向性についてお聞かせください。

まずは、4月から本格稼働を開始する「TrueBeam Edge」を加えた2台での運用体制を確立して、従来以上の高精度な放射線治療を実施するとともに、治療件数をさらに増やしていきたいですね。

放射線治療の件数をこれまで以上に増やすためには、各診療科の放射線治療に対する認知度を高めると共に、放射線治療医もカンファランス等に積極的に参加し、分子標的治療などが治療全般に関する知見を広め、放射線治療の有用性をアピールする必要があります。

同時に、進化し続けている放射線治療を、どのような患者さんに役立てていくかという研究も重要なカギとなります。

10年前であれば、緩和的な放射線治療と根治的な放射線治療は明確に分かれていましたが、現在は画像診断等の進歩により、その境界領域に対する治療法も変わってきました。典型的なものとしては、オリゴメタスタシスに対する治療が挙げられます。これなどは、10年前であれば緩和的放射線治療を実施するしかなかったでしょう。進行頭頸部がんに対する緩和

的寡分割放射線治療「QUAD Shot」など、緩和でも根治でもない治療も登場していますし、従来の治療法では対応が難しかった再発がんに対する治療も実臨床で増えています。

「TrueBeam Edge」は4月に稼働を開始したばかりですが、同装置が有する最先端の機能等が、このような放射線治療に対する新しいニーズにも対応できるものと期待しています。



「TrueBeam Edge」の回転ガントリ。リアルタイムガイダンス下で、ターゲットに対し2400MU/分の照射が可能という高い線量率と、収束性の高い線量分布を実現することができる。



熊本大学病院の「TrueBeam Edge」には通常のkVイメージングシステムに加え、モニタリングシステム「ExacTrac (Brainlab社)」を導入。mm未満レベルでの高精度なSRT/SRSの実現を可能としている。



「TrueBeam」に搭載されている6軸カウチ。従来型の4軸カウチと比べ、より細かな動きをすることで、さらなる高精度な放射線治療を可能としている。



「TrueBeam Edge」に搭載されているマルチリーフコリメータは最小の25mm幅を有し、頭部への転移病変に対する高精度な定位照射が可能である。

熊本大学病院 放射線治療科 高度にシステム化された放射線治療装置・システムにより 大学病院に相応しい高度な放射線治療を安全に実現する

Interview
熊本大学病院 放射線治療科 講師
松山知彦氏に聞く



松山知彦氏
(まつやま・ともひこ)

2004年熊本大学医学部卒。2006年天草地域医療センター放射線科、2007年熊本市民病院放射線科、2008年熊本労災病院放射線科。2009年より熊本大学附属病院放射線治療科勤務。2012年熊本大学医学部附属病院地域専門医療推進学術講座特任助教、2018年熊本大学大学院生命科学研究部放射線治療医学分野助教、2020年熊本大学病院放射線治療科講師。

熊本大学病院 放射線治療科には4名の放射線治療医が勤務している。同科で、主に頭部や食道、肺がんや婦人科領域の放射線治療に取り組んできた放射線治療科講師の松山知彦氏は、今般のリニアック更新について、つぎのように話す。

「当院では、かねてよりIMRTを始めとする高精度放射線治療に対応可能なリニアック2台体制を採ってきました。当院でのニーズが比較的高い頭頸部に対する定

位放射線治療装置「CLINAC iX」前立腺がんへのIMRTなどはもう1台の装置で、という運用でした。今回の更新に際して、更新中は1台体制での治療を余儀なくされるため、いずれの装置を更新するべきかスタッフ間で協議したのですが、その結果、より高精度な治療に対応している「CLINAC iX」を残して、もう1台の方を更新することにしました。

なお、「CLINAC iX」も更新が予定されているので、同装置がなくなっても頭頸部領域への定位照射等、より高精度な放射線治療が実施可能な装置であるという理由から「TrueBeam Edge」を選んだという事情もあります。

TrueBeam Edge | 多発性脳転移への定位照射等、従来以上の治療成果を期待

松山氏が「TrueBeam Edge」の臨床利用として、まず期待しているのは多発性脳転移への定位照射を挙げる。

「脳、特に転移性腫瘍に対する定位照射は「CLINAC iX」でも実施してきましたが、腫瘍の形状が小さかったり、球形でなく、いびつな形の場合、5mmのMLCしかない「CLINAC iX」では治療が難しいのが課題になっていました。

これらの腫瘍に対しては、定位放射線治療用コートをリニアックにセットするのですが、違うサイズの腫瘍が数カ所あると、

その度にコロンを付け替えなければならず、1カ所の腫瘍に対し治療が1時間かかるなど効率が悪く、場合によっては他院に治療を依頼するケースもありました。その点「TrueBeam Edge」であれば、小さな転移性腫瘍にも対応可能な2.5mmのMLCや「HyperArc」によって、治療時間の短縮と治療の質の向上につながるのではないかと、大いに期待しているところだ。

なお、近年、多発性脳転移の症例が増えてきており、定位放射線治療に対するニーズは高まっていると松山氏は話す。「がん診療全般に言えるのですが、全身治療が進歩し、患者さんの予後が良くなった反面、頭部への転移性腫瘍が増えており、頭部への転移性腫瘍に対してより長期コントロールする必要が出てきています。そのため、より腫瘍のみをターゲット



放射線治療計画用ソフトウェア「Eclipse」を操作する松山知彦氏。直感的な操作ができ、扱いやすいため同ソフトを高く評価する松山氏は、バージョンアップや「HyperArc」導入による性能向上を期待していると話す。

とした治療が重要になってきており、「TrueBeam Edge」の持つ2.5mmのMLCのメリットは大きいと考えています。それ故「TrueBeam Edge」や「HyperArc」を組み合わせた多発性脳転移腫瘍に対する定位照射に、早く取り組みたいですね」

治療計画用ソフトウェア「Eclipse」最新バージョン導入で、より迅速に精度の高い治療計画作成を推進

松山氏は、「TrueBeam Edge」導入に伴う治療計画用ソフトウェア「Eclipse」のバージョンアップにも大いに期待していると話す。「治療計画用ソフトウェア「Eclipse」は直感的な操作がしやすく、バージョンアップで更なる治療計画作成時間と治療時間短縮につながれると期待しています。

高精度放射線治療は、5年前は治療件数全体の5分の1程度にすぎませんでした。近年、高精度放射線治療の件数は増え続け、最近では3分の1程度を占めるまでに至っています。高精度放射線治療では、腫瘍以外の組織への線量をどこまで下げられるかが大きなポイントとなりま

す。新しい装置やシステムで、それがどこまで可能となるか楽しみです。「TrueBeam Edge」を用いた治療では、頭頸部領域以外への活用についても松山氏は大きな期待を寄せている。「頭頸部がん以外では、肺がんに対する照射に期待しています。呼吸性移動にも対応しているため、進行性肺がんに対するVMATなどに大きな威力を発揮してくれるのではないのでしょうか」

数有する「TrueBeam Edge」導入に関して、丸山氏はつぎのように話す。「当院では、先ほど述べた頭頸部領域だけでなく、定位放射線治療やIMRT/VMATなど、より治療の難易度が高い症例が多くなってきたという事情があり、より高性能なリニアックの導入が迫られていたことから、導入は正解だったと思えます」「TrueBeam Edge」について、稼働前のビーム調整等を行った主任診療放射線技師で放射線治療品質管理室 室長の下東吉信氏は、同装置の有用性を次のように話す。



「TrueBeam Edge」の精度管理業務を行う下東吉信氏は、「MPCなど、精度管理業務を迅速かつ安全に実施するための機能は便利」とコメント。

「元々「CLINAC IX」の頃からバリアン社製リニアックのビームの安定性には定評がありました。また、「TrueBeam Edge」は、これに加えて2.5mmのMLCや6軸カウチ、CAAM本体の回転精度などスペックが大きく向上しています。その結果、より高精度な治療を可能にしている他、品質管理がしやすい機能も加わっているなど感じました。

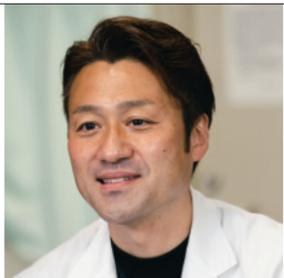
バリアン社から提供されたゴールデンビームデータですが、実際のビーム調整に際して、実データを取得しながらリアルタイムに同データと比較ができるので、迅速かつ効率的に品質管理を行うことができます。自分たちが用いる装置の特性を自分たちで計測して把握することはとても重要であり、従来時間を要したこの作業を省力化してくれる機能やデータが盛り込まれているのは有難いですね。

その他、コンソールは視覚的に分かり易く、経験の浅い診療放射線技師が問題なく装置を扱うことができる点も優れていると思います。「TrueBeam Edge」が持つQA支援ツール「Machine Performance Check (MPC)」についても、下東氏は有用な機能であると話す。

「朝の始業点検の際、MPCによってアイソセンターの確認等が効率的かつ迅速に実施でき、始業点検を素早く終えることが可能となった点はいへん便利です。また、優れていると感じています」「TrueBeam Edge」の導入により、放射線治療科のリニアック2台が共にバリアン社製になったことについては、丸山氏はつ

熊本大学病院 医療技術部 高精度放射線治療を実施可能な最新リニアック導入で、効率的かつ安全面に配慮した放射線治療を展開する

丸山雅人氏に聞く



丸山雅人 (まるやま・まさひと)氏
1994年熊本大学医学部附属 医療技術短期大学部 診療放射線技術学科卒。同年4月熊本大学医学部附属病院 中央放射線部、2006年熊本大学医学部附属病院 医療技術部 診療放射線技術部門 主任診療放射線技師。2017年から副診療放射線技師長。

診療放射線技術部門 副診療放射線技師長の丸山雅人氏は、長年医療技術部で放射線治療に携わってきたが、放射線治療科での診療放射線技師の陣容を、つぎのように話す。

「医療技術部に所属している診療放射線技師47名のうち、放射線治療を担当する診療放射線技師は9名います。新人や若手のスタッフに対しては、1年単位で画像診断と放射線治療をローテーションして各種モダリティの運用に関する研鑽を重ねてもらうようにしています。」

なお、9名の診療放射線技師のうち、2名が医学物理士の資格を有しており、彼らは放射線治療に関する品質管理業務に専念してもらい、残りの7名が照射等の臨床業務に当たっています」

リニアックによる放射線治療の現況を丸山氏はつぎのように話す。「当院では、2台のリニアックで毎日60〜70件の治療を実施してきましたが、リニアック更新時に「CLINAC IX」1台で1日約55件の治療を実施しました。」

リニアック「TrueBeam Edge」独自の精度管理機能を活用して効率的かつ安全な放射線治療を実施

2021年4月から稼働を開始したリニアック「TrueBeam Edge」の導入について、丸山氏は次のように話す。「リニアックの更新に際し、更新期間中の診療について様々なシミュレーションを実施し、更新する装置の選定を行いました。リニアックの更新期間中は、残り1台で当院の放射線治療全てに対応する必要があります。寝台を回転させることで体軸に対して任意の角度から照射を行うノンコプラナー照射や、より高い精度での照射が要求される定位照射などは「CLINAC IX」で十分可能であり、また同装置はマイナートラブルが少なく、診療に与える影響は小さいと考え、スタッフ間で検討した結果、「CLINAC IX」を残そうと決断になりました。この決断には、トラブル時のバックアップ体制について、技術者のスキルや対応面でバリアン社への信頼が高かった点も背景にありましたね」

高精度放射線治療に特化した機能を多



下東吉信 (しもひかし・よしのぶ)氏
2001年熊本大学医学部附属 医療技術短期大学部 診療放射線技術学科卒。2013年熊本大学医学部附属病院 中央放射線部、2019年熊本大学大学院保健学教育部博士課程修了。同年 熊本大学病院 医療技術部 診療放射線技術部門 主任診療放射線技師、放射線治療品質管理室長。

「2台のオペレーションコンソールは若干異なりますが、運用のための用語等は統一されていて分かりやすくなりました。また、装置の運用について、放射線治療に関するデータベースも治療情報システム「ARIA」に統合でき、シームレスになったことで、無駄な転送も必要なくなりました。これらの結果、医療安全面においても、リスクの低い環境を構築できた点が高く評価しています」

リニアック「TrueBeam Edge」より高度な放射線治療体制構築図る

稼働を開始したばかりの「TrueBeam Edge」の運用について、下東氏はつぎのように話す。

「新リニアックは、もちろんHyperArcを用いた多発性腫瘍に対する定位照射やIMRTに積極的に活用していきますが、最近呼吸性移動に対する放射線治療への腫瘍医からの要望も多いので、CBCTや位置決めシステム「ExacTrac」を上手く使い分け、より精度の高い呼吸性移動に伴う腫瘍への放射線治療にも取り組みた

熊本大学病院



所在地：熊本市中央区本荘 1-1-1
病床数：845床
病院長：馬場秀夫

熊本大学医学部附属病院は、2019年に学校法人運営の重要度を考慮して「医学部附属」から「大学附属」に組織的位置づけを改め、名称も「熊本大学病院」と変更した。1999年度から開始した同病院の再開発整備は、西病棟、中央診療棟、東病棟、外来診療棟、管理棟が順次完成し、建物に関する再開発は完了した。その後、旧管理棟・旧外来臨床研究棟（旧医学部臨床研究棟）の取り壊しが完了し、現在屋外環境整備工事を実施中である。