



2022年4月に稼働を開始したガントリ内蔵型リニアック「Halcyon(バリアン メディカル システムズ)」。横浜市立市民病院2台目となるリニアックとして、主に前立腺がんとへの照射など、IMRTを中心とした放射線治療に活用されている。

COVER STORY
2023
神奈川県

横浜市立市民病院

新築移転を果たした“港の市民病院”では地域の放射線治療のニーズにも応えるべく2台の高性能リニアックのフル活用を図る

2020年、新たに650床の病院として横浜市の憩いの場である三ツ沢公園の隣りに新築移転を果たした横浜市立市民病院。同年に「横浜市乳がん連携病院」の指定を受けるなど、総合的ながん対策の充実・強化にも力を入れている。放射線治療科では、各診療科のニーズに応えるべく、定位照射やIMRT等の高精度技術を用いた放射線治療の実現を目指して、2020年、2022年に相次いで高精度放射線治療の実現可能な高性能リニアックおよびソフトウェアを導入した。同院での放射線治療の現況と2台の高性能リニアックの有用性について、放射線治療科の小田切科長らに話を聞いた。

interview
横浜市立市民病院
放射線治療科
科長（部長）

小田切一将氏に聞く

——放射線治療科の概要ならびに現況からお聞かせください。

当院は2020年5月の新築移転を機に、横浜市の基幹病院としてさらに高度急性期医療の提供体制を整備しましたが、放射線治療科も同様です。

放射線治療科には常勤医3名がおり、それに画像診断部から医学物理士2名と診療放射線技師6名、看護部から看護師4名らが加わり、高レベル、高品質な放射線治療業務を幅広く実施しています。

2022年4月から2023年3月にかけての診療実績は、新規患者数が471名、再患を含めると641名となります。現在、部位別の割合は肺がんが31・5%、乳がんが15・9%、前立腺がんが14・7%で、この3つで約3分の2を占めますが、その他の部位の放射線治療も実施しています。

当院の放射線治療の特徴は、定位照射、強度変調放射線治療（IMRT）を含めた高精度技術を用いた放射線治療が昨年度558名と87%に及ぶなど、同治療に意欲的に取り組んでいる点を挙げられます。

また、寡分割照射の積極的取り組みも挙げられます。コロナ禍で、通院日数を減らしたいという患者さんのニーズもあり、前立腺がんでは、従前の38回照射を20回に減らしました。3年間続けていま

すが、特に支障もなく患者さんに喜ばれています。緩和照射も3Gy×10回から5Gy×5回にしています。生物学的効果はほぼ同じですが、緩和照射を受ける患者さんは状態が悪い方が多いことから、回数が減ることは有益性が高いと感じています。

加えて当院では、看護師もがん放射線療法認定看護師1名を含む、4名の看護師によるケアを実施しており、患者満足度も高いです。新病院では、放射線治療部門のスタッフフロアをオープンスペースにするなどして、放射線治療医、医学物理士、診療放射線技師、看護師らと、風通しのよい組織づくり並びにチーム医療を意識した診療を実施しています。

——バリアン メディカル システムズ製「TrueBeam STx」を新病院で導入した理由をお聞かせください。

新病院における放射線治療のコンセプトとして、「院内のがん患者さんの放射線治療に対する需要を院内で満たすこと」があり、またそれを目標としました。

従来装置では脳転移に対する定位照射ができず、別施設に紹介するなどしていました。がん拠点病院だからこそ来院してくれるがん患者さんに治療ができないことを、当時はもどかしく感じていましたし、それを解決することが最大の課題でした。加えて、定位照射については、脳以外にも肝臓など体幹部への照射の要望もありました。

なお、新病院では患者数増が見込まれており、いずれリニアックは2台必要になると想定していました。ただ、そのうち1台を定位照射専用装置にしてしまっ

と、他の治療法が難しくなってしまうことから、IMRTなどの高精度放射線治療やそれ以外の通常照射等にも対応可能で、かつ脳の定位照射も実施できる機種としては、当時、2.5mmのMLCを持つ「TrueBeam STx」一択であり、スムーズに選定作業が済みました。

導入した「TrueBeam STx」には、定位放射線治療用ソフトウェア「Elements（ブレインラボ）」を、さらに位置決め用のシステムとして「Exactrac（ブレインラボ）」を搭載し、より精度の高い放射線治療を実現させることにしました。

——2022年4月には、2台目のリニアックとしてバリアン メディカル システムズの「Halcyon」を導入されました。

新築移転の年度から、年間500名を超える患者さんに放射線治療を実施しており、多い日には1日60名の患者さんに照射を行うこともあることから、2台目のリニアック導入は急務となりました。また、移転前は想定していませんでした。



小田切一将（おだぎり・かずまさ）氏

2003年長崎大学医学部卒。社会保険中央総合病院（現：東京山手メディカルセンター）初期研修医を経て、2006年横浜市立大学附属病院放射線科、2007年横浜市立大学附属市民総合医療センター放射線科、2008年横浜市立大学附属病院放射線科（社会人大学院）。2012年より横浜市立市民病院 放射線治療科勤務、2019年同科 科長、現在に至る。

一方、「Halcyon」では、前立腺の患者さんのほぼ全例と、呼吸性移動対策を要しないIMRTを実施する患者さんへの照射を行っています。

なお、「Halcyon」はガントリ内蔵型なので、患者さんとの接触事故を心配する必要がないこと、寝台が低い位置まで下げることができることから高齢のがん患者さんや車椅子を利用されているがん患者さんにも介助が容易であることなど、患者さんに優しい装置であり、病院にとっても宣伝になっているようです。

バリアン メディカル システムズの製品は、トラブルも少なく、メーカーのサポートも対応が迅速で、満足しています。また、周辺施設で同じバリアン メディカル シ

ステム製の装置を使用している施設も多く、新しい装置でも参考になる点が良いです。

――IMRT等、高精度放射線治療の件数を増やすことができた要因について、どのようにお考えでしょうか。

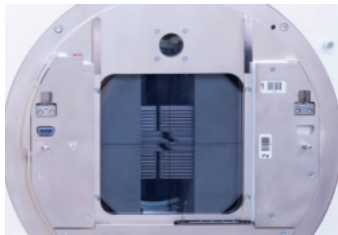
理由はいくつかあると思いますが、治療計画用ソフトウェア「Eclipse」による治療計画作成の効率化が大きいですね。同ソフトウェアは計算速度も速く、使い勝手がよくて助かっています。

――脳の定位照射用ソフトウェアには「HyperArc（バリアン メディカル システムズ）」も導入されておられますね。

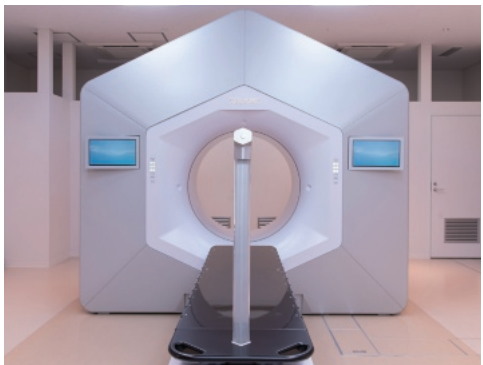
定位照射に「Elements」や「HyperArc」の2ソフトウェアを利用している施設は



2020年5月の新病院オープンとともに稼働を開始した「TrueBeam STx」。現在、脳への定位照射は年間35名ほど、他の部位も含めると約90名の患者に定位照射を実施。また、定位照射以外のIMRTなどの高精度技術を用いた放射線治療も実施している。



「TrueBeam STx」には2.5mm幅のMLCを搭載し、微細な腫瘍や複雑な形状の腫瘍などに精密に照射する性能を有している。



一般的なCTやMRIよりも広い100cmのボア径を有しており、患者に対する圧迫感を与えず、ガントリ内蔵型の形状によって安全な照射を実現している。



「Halcyon」では、本体にはタッチパネル式の操作が可能なモニターを2面設置。治療室内での簡便な操作性を確保している。



寝台の最低高は62.5cmと低い構造となっており、高齢のがん患者や車椅子のがん患者等、身体が不自由な患者の移動および介助に大いに役立っている。

要を最大限満たすという当初の目標は、ほぼ達成されたと実感しています。

患者数についても、病院の規模的に、そろそろ落ち着いてくるのではないかと考えています。その際、折角これだけの装置とシステムを導入しましたので、4月から常勤医が3名になったことから、今後は臨床だけでなく、研究にも取り組んでいきたいと考えています。例えば、臨床試験への参加や、これまでの症例による論文の作成をしていきたいですね。

■横浜市立市民病院 医学物理士の専従化で精緻かつ安全性を担保しつつ 全件数中87%に及ぶ高精度放射線治療を実現する

Interview

横浜市立市民病院
画像診断部 医学物理士

大澤典久氏に聞く



大澤典久（おおさわ・のりひさ）氏

2004年国際医療福祉大学 放射線情報科学科卒。
2011年北里大学大学院 医療放射線工学修了。
NTT 東日本病院 放射線部を経て、2019年より
横浜市立市民病院 画像診断部勤務、現在に至る。

診療放射線技師の資格を持つ医学物理士として、2019年4月に横浜市立横浜市民病院に入職した大澤典久氏。放射線治療専従スタッフとして、高精度放射線治療に関する治療計画の作成や、その検証、機器・システムの精度管理を担当している。同院における放射線治療の特徴を、大澤氏はつぎのように話す。

「新病院では、積極的に高精度技術を用いた放射線治療に取り組むことを目指しており、実際に、定位照射やIMRTなどの高精度技術を用いた放射線治療の割合は、全体の87%にまでなっています。また、昨今の「働き方改革」に合わせ、スタッフに負担がかからない診療を目指しています。なお、新病院では、それらを実現するために設計時よりスタッフのフロアをオープンスペース化するなどして、放射線治療医、医学物理士、診療放射線技師、看護師らスタッフが緊密な連携を取

れるようにしています」

クリニック「TrueBeam STx」

2.5mm幅のMLCを搭載により、
脳の定位照射含めオールラウンドに対応

新病院オープンと同時に稼働を開始した「TrueBeam STx」について、大澤氏はそのメリットを3つの点に話す。

「当院で稼働している「TrueBeam STx」は、2.5mm幅のMLCを搭載していることから、脳の定位照射など、高精度な照射に対応できるクリニックです。また、呼吸性移動対策にRGS-C (Respiratory Gating for Scanners) を搭載しており、呼吸同期による照射も実施しています」

さらに「TrueBeam STx」には、位置決めシステムとして「ExacTrac」を搭載。同クリニックに搭載している「HyperArc」と併用することで、より精度の高い定位照射を実現していると大澤氏は続けて話す。

「当院では定位照射の際、「ExacTrac」で確実に位置決めしてから「HyperArc」で Remove Automation を行った上で、定位照射を実施しています。1回の治療に関する時間は若干長くなりますが、その分より精度の高い放射線治療が実現できます」

治療計画用ソフトウェア「Eclipse」

「RapidPlan」や「HyperArc」実装で
治療計画作成の効率化と迅速化を実現

高品質の放射線治療実現と業務効率化

に治療計画用ソフトウェア「Eclipse」が大きい貢献しているとも大澤氏は評価する。

「2020年にIMRTの治療計画作成を効率化するツールとして「Eclipse」に「RapidPlan」が実装されました。AIを活用した同ソフトは、治療計画作成をある程度自動化でき、細かな調整も容易です。

さらに、2022年には定位照射用のソフトウェアとして「HyperArc」や「Eclipse」に実装しました。同ソフトウェアは、特に脳の多発性メタに有効ですね。正常脳への照射を抑えるための調整が良好で、多発性の腫瘍に対しても一度に照射することができます。

「Eclipse」は、GPUの使用により計算速度が速く、使い易いソフトで、治療計画作成に関する時間も短縮されたと実感しています」

「Eclipse」とクリニックが同一メーカー製であるこのメリットを大澤氏はつぎのように語る。

「クリニックと親和性が高いことから、治療計画の検証作業を行いやすい点は、医学物理士としてありがたいですね。

他社の治療計画用ソフトウェアにも良い点は多いですが、クリニックの特性を知り尽くしている同一メーカーの治療計画用ソフトウェアは、線量調整や線量分布の最適化などについて調整しやすく、治療計画がより短時間で作成可能な点は優れたメリットだと思います。また、より質の高い照射が実現できていると思います」

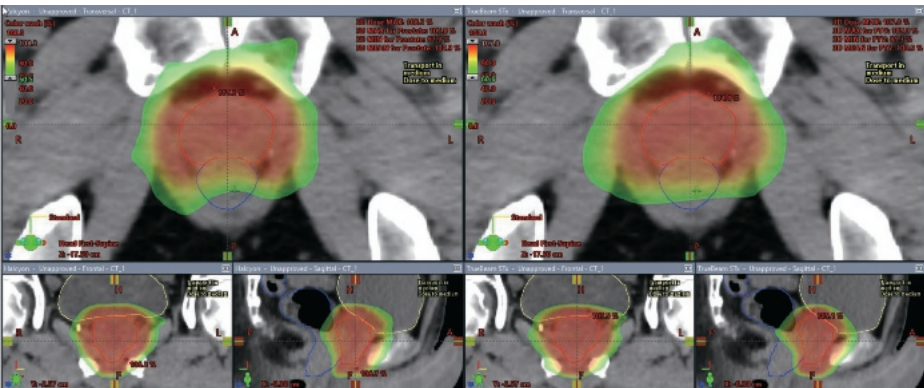
ガントリ内蔵型クリニック「Halcyon」

安全な精度管理と高い操作性を実現し、
運用面で患者に優しい機能を多数搭載

2022年から稼働を開始したガントリ
内蔵型クリニック「Halcyon」について、大澤

「Halcyon」 線量分布図

「RapidPlan」で作成した前立腺がん局所照射の線量分布図。5mm幅のMLC搭載の「Halcyon」でも、2.5mm幅のMLC搭載の「TrueBeam STx」と遜色ない線量分布が作成できている。左図：「Halcyon」でのプラン、右図：「TrueBeam STx」でのプラン



氏はその有用性をつぎのように示す。

「装置の設置から治療開始まで1ヵ月で完了したことは、臨床的にも病院運営の面でもありがたいことでした。」

また、放射線治療に関する機器・システムの精度管理を行う立場から言えば、当院ではリニアック等のQAにQA支援ツール『Machine Performance Check (MPC)』を活用していますが、『Halcyon』はこのMPCでのチェックが必須となっており、装置を運用する上での安心・安全性を担保しています。

また、操作卓など機器の操作性もシンプルで、ワークフローもスムーズですし、IMRTを実施する際のCBCT撮影も速い上に逐次近似法により、画質も良好です。そして何より、照射が速いことから短時間で治



治療計画用ソフトウェア「Eclipse」で治療計画を作成する大澤氏。大澤氏は「計算速度が速く、リニアックと同一メーカー製なので親和性も高く検証しやすい」と同ソフトウェアの有用性を語る。

療を終えられます。

装置がガントリ型なので患者さんとの接触事故の恐れもなく、またボア径も他のCTやMRIと比べても広く、患者さんに圧迫感を与えません。さらに、寝台が低いので患者さんも乗り降りしやすいなど、患者さんにとって優しいリニアックであると言えます」

今後の放射線治療 放射線治療機器・システムの 性能強化や新システム登場に期待

同院における放射線治療の今後について、大澤氏はぎのように考えている。

「医学物理士の仕事のひとつは、治療計画どおりに正しく照射できたかを評価することですが、実際は治療経過に伴って照射すべき線量やその分布も変わってくるので、今後はそのようなことも検証していく必要があるでしょう。」

『Halcyon』のアップグレードバージョンとして『ETHOS』がありますが、これは、オン・カウチ・アダプティブと言われる即時適応照射が可能になると聞いています。最終的な方向性としては、そこに行き着くのだろうと個人的には思っています。

また、現行の『Halcyon』にもボア内に体表面を検知するシステムを追加できると聞いているので、それが実現できれば、位置精度を高くし、より汎用性が高く、より精度の高い放射線治療が可能となるでしょう。

なお、他施設では『Halcyon』を用いた全脊椎照射や全身照射（TBI）などを実施した施設もあると聞いているので、ハードルは高いですが、そのようなことにも取り組んでいきたいと考えています」

■横浜市立市民病院

患者さんのケアを充実させる記録表を作成して チームによる安全・安心な放射線治療を推進する

Introduction

横浜市立市民病院
看護部がん放射線療法看護認定看護師
大谷志津子氏に聞く



大谷志津子（おおたに・しづこ）氏
2003年横浜市立大学看護短期大学部卒。同年より横浜市立市民病院 看護部勤務、現在に至る。

横浜市立市民病院の放射線治療部門では、がん放射線療法看護認定看護師1名を含む4名の看護師が業務に当たっている。約半年の研修を積んで同認定看護師となった大谷志津子氏は、放射線治療部門の看護業務について、つぎのように話す。

「私を含めて4名の看護師が放射線治療を受けられる患者さんのケアを行っています。また、外来他部署との日替わり勤務が多いことから、患者さんの日々の状態を把握するのが難しい状況にあります。このため、患者さん自身が日々の状態を簡潔に記入できる「私の記録」という名称の記録表を照射野を考慮して個別に作成しています。」

来院した患者さんの記録を看護師が見れば、例えば乳がんの患者さんでは、皮膚の状態変化などを容易に把握でき、その対処も迅速に行えますし、週に1度の

診察にも役立てられています。

患者さん側も、自身の記録として記入することにより治療の励みにもつながりますし、看護師とのコミュニケーションツールとしても役立っており、とある患者さんから「治療が楽しかった」と仰っていたいたときはとてもうれしかったですね。

当院のがん患者さんは、全国平均よりも10歳以上高齢であり、手術に耐えられないために放射線治療を施行する方もおられます。そのような方々にとって、生活への細やかな支援も含めて力になれる部署であると実感しています」

横浜市立市民病院には、大谷氏以外にも、がん化学療法看護認定看護師、がん性疼痛看護認定看護師、緩和ケア認定看護師、がん看護専門看護師など、がん関連の専門認定看護師が多数おり、連携しあいながら、ケアの質の向上につなげている。また、これらの専門認定看護師には、新しいがん治療や看護に関する情報を手すると同時に、院内のがん看護のレベルを上げ、人材を育てていくことが課せられていると大谷氏は話す。

「認定看護師の資格を得るには長期間の研修を受ける必要があるなどハードルも高いため、若く、やる気のある「原石」を見つけて、いかに育てていくかが大きな課題です。院内の看護師たちに積極的に声掛けをするように努めています」

■横浜市立市民病院

IMRTを高速かつ効率的に実施できることに加え ガントリ内蔵型リニアックの優れた機能性を高く評価

Introduction

横浜市立市民病院
画像診断部 放射線治療担当係長
吉田晴穂氏に聞く



吉田晴穂（よしだ・はるやす）氏
2002年名古屋大学医学部保健学科卒。2002年博慈会記念総合病院、2006年神奈川県立こども医療センター勤務を経て、2014年横浜市立市民病院 画像診断部勤務、現在に至る。

横浜市立市民病院 画像診断部には49名の診療放射線技師が所属し、内2名は医学物理士の資格を有する。放射線治療業務は、この2名の医学物理士と6名の診療放射線技師が担当している。診療放射線技師と医学物理士の資格を有し、2014年に高精度放射線治療の実施のために入職した画像診断部 放射線治療担当係長の吉田晴穂氏は、当時を振り返る。

「IMRTなどの高精度放射線治療とそれに関する治療計画の作成や、QA・QC業務を滞りなく実施する体制を構築することが私の役割でした。」

新病院移転の際は、当時、脳の定位照射ができなかったために年間50〜60名の患者さんを他施設に紹介せざるを得ず、定位照射のできるリニアック導入は新病院にとって必須であり、そこで『TrueBeam STx』が導入されたのは、まさに念願が叶っ

たものでした。

新病院では、高精度技術を用いた放射線治療の比率が全体の85%と他施設に比べて高いですが、これは精度の高い照射が可能であるならば積極的に行うべきとの考えからの結果であり、正常組織への照射の抑制などにスタッフ一丸となって取り組んだ結果と言えます。

2台目となる『Halcyon』の導入は、当時1台での運用がほぼ限界であったこと、『Halcyon』が従来装置に比べて経済的にリーズナブル、かつIMRTを高速かつ効率的に実施できる装置であることなどが評価され、導入することができました。加えて紹介施設などへの訴求力が高いこともありました」

ガントリ内蔵型リニアック「Halcyon」 診療放射線技師が「扱いやすい」装置 医学物理士には「管理が容易な」装置

吉田氏は、『Halcyon』について、診療放射線技師、医学物理士それぞれの立場から、つぎのように評価する。

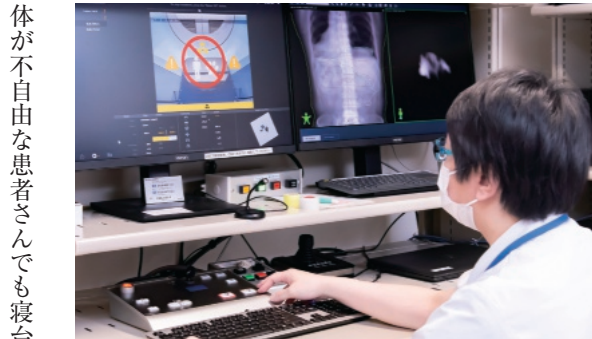
「診療放射線技師の立場から言えば、簡便で扱いやすい装置です。『TrueBeam』を扱える診療放射線技師であれば、すぐに操作できるようになりますし、とにかく速く照射をすることができる点を評価しています。また、ガントリ内蔵型なので患者さんとの接触事故を心配せずに済むこと、寝台が低く、高齢の患者さんや身

横浜市立市民病院



横浜市立市民病院は1960年(昭和35年)に4科42床の病院として開院。以来、増科、増床を重ねて横浜市の基幹病院としての機能強化を図り続け、2020年5月に三ツ沢公園に隣接する神奈川区に新築移転。650床、34診療科、職員数1600名という体制で高水準の医療を提供している。コロナ禍の中、感染症対応病院としても機能し続け、令和3(2021)年度の1日平均外来患者数は1368人、1日平均入院患者数は546人を数えるなど、地域医療に貢献している。

所在地：横浜市神奈川区三ツ沢西町1番1号
病床数：650床(感染症病床26床含む)
病院長：中澤 明尋



「Halcyon」の精度管理業務を実行する吉田氏。吉田氏は「操作卓はシンプルで扱いやすく、ブームが1本だけなので精度管理も容易」と管理面での有用性を高く評価している。

体が不自由な患者さんでも寝台に載せやすいなど、介助面でも有用です。

医学物理士の立場から言えば、『Halcyon』は装置の起動・準備を早く行え、QA・QCも簡単に済ませられます。治療計画用ソフトウェア『Eclipse』との親和性が高く、治療計画の検証も容易ですし、ビームも1本だけなので、その精度管理も『TrueBeam STx』に比べて容易く行えます。『Halcyon』は臨床上、非常に有益な装置であると感じています」

「TrueBeam STx」に『Halcyon』の治療件数の割合はかなり接近してきていると吉田氏は話す。

「前立腺がんの件数が増えてきていることもあって、『Halcyon』の治療件数も増えており、いずれ治療件数では5対5程度になるのではないだろうか。当院には前立腺がんの治療用に手術支援ロボットが導入されており、前立腺がんの放射線治療の件数は減ることが予想されていますが、そうはなっておらず、診療科からの評価の高さも伺えますね」

吉田氏は、『Halcyon』の今後の使用方法について、呼吸性移動に対する照射も考えていると話す。

「現在、呼吸性移動のある患者さんに対しては、『TrueBeam』で対応していますが、『Halcyon』は高速での照射が可能なので、放射線治療医の判断を仰ぎながら、圧迫等しながら呼吸を浅くさせることで呼吸性移動を抑え、『Halcyon』の高速照射の能力を生かしたいと考えています」