



2024年3月から自治医科大学附属病院で稼働を開始した「ETHOS Therapy HyperSight（バリアン メディカル システムズ）」。同院では、7月にも即時適応放射線治療の実施を目指している。なお、同装置はアジアパシフィック地域での1号機となる。



自治医科大学附属病院

栃木の先進的医療を牽引する基幹病院が、放射線治療のレベルアップを果たすべく最新高性能リニアック2台の稼働を開始

地域医療、特にへき地医療に従事する医師の養成を建学の理念とした自治医科大学を母体とする自治医科大学附属病院。同院が、教育施設の間であると同時に、栃木県の地域医療の要衝としての性格を強く帯びているのは言うまでもない。同院放射線治療部では、半世紀を経て施設の老朽化が著しかったことから、本年1月に新放射線治療棟をオープンした。元より同地の放射線治療の充実化が望まれており、病院トップ並びに現場は高度な放射線治療体制の構築を決断し、高精度放射線治療の実現可能な高性能リニアックと最先端の即時適応放射線治療が可能なりニアックの導入に至った。同院での放射線治療の現況と2台の高性能リニアックについて、放射線治療部の白井克幸部長／教授らに話を聞いた。

Interview

自治医科大学附属病院
放射線治療部 部長／教授
白井克幸氏に聞く

白井克幸氏に聞く

——放射線治療棟新設の経緯からお聞かせください。

放射線治療部は、開院当初からの建物である現・本館西棟の地下において、リニアック3台体制で診療を行ってきました。しかし、配管や設備等の老朽化が著しく、またリニアックも稼働開始から10年以上が経っていたことから、リニアック更新時に合わせて施設・設備も一新したいと病院執行部に長年、お願いしてきました。幸い、今般のリニアックの更新計画に合わせて放射線治療棟を新築する機会を得て、放射線治療部全体の移転に至りました。

建屋は2023年12月に竣工し、今年1月より運用を開始しています。正面玄関には、栃木県民の皆さんに馴染み深い大谷石と伝統工芸品「鹿沼組子」を組み合わせたレイアウトとし、診察室前には外光を十分に取り込む光庭を配置するなど、アメニティに配慮した空間創りを行いました。

リニアックは、従来の3台の内1台を更新し、さらに1台を新規導入して、病院本館に2台、新棟に2台の、計4台体制で外照射治療に取り組んでいます。

リニアックの更新及び追加により、従来は高精度放射線治療が可能な装置は1台しかありませんでしたが、新規導入の装置2台はいずれも同治療が可能であり、

より精度の高い放射線治療を提供することができるようになっています。

——放射線治療部の現況についてお聞かせください。

放射線治療医は常勤医5名、非常勤医3名が在籍しています。元々、栃木県は放射線治療医が少なく、当院も5名と決して多くはないものの、県内では最も充実した陣容になっています。

なお、2023年の診療実績は、新患・再診含め年間1035人です。近年はコロナ禍の影響もあって患者数が減っていましたが、昨年度はようやく回復してきました。延べ治療患者件数は外部照射が1万8419件、密封小線源治療が258件を数えています。

当院は大学病院ということもあり、各診療科の医師たちと協力しながら、様々ながんの治療を行っているのが特徴でもあります。脳腫瘍、頭頸部腫瘍、乳がん、食道がん、肺がん、肝がん、膵がん、直腸がん、前立腺がんなどの他にも、こども医療センターを併設していることから、小児腫瘍にも精力的に取り組んでいます。

放射線治療部の一番の訴求ポイントは、高精度放射線治療であり、県内で最も多くの件数を実施しています。2023年では定位放射線治療71名、IMRTも前立腺がんを中心に291名に実施しています。密封小線源治療装置も1台有しており、婦人科との協力体制が充実していることから、子宮頸がんを中心に2023年度は62名、258件の小線源治療を実施しています。

——新棟開設の際、バリアンメディカルシ

ステムズのリニアック「TrueBeam」と「ETHOS Therapy HyperSight」を導入した理由をお聞かせください。

「TrueBeam」は国内で最も普及しているリニアックの1つであり、汎用性が高く、様々な用途で高いレベルの放射線治療を提供できることから、1台は同装置を導入しようと考えていました。

当院は、1974年の開院時からバリアンメディカルシステムズ製の放射線治療装置を使用し続けていますが、同社製装置で高く評価するのは、ビームの安定性です。また、以前の装置にはない6軸カウチを搭載していることから照射精度が極めて高く、よりレベルの高い高精度放射線治療を実施できると考えたのです。

もう1台の「ETHOS Therapy HyperSight」については、同装置で実施可能な即時適応放射線治療が最新の放射線治療技

術でもあり、大学病院として取り組むべきと考え導入しました。即時適応放射線治療の装置としてMRリニアックも検討しましたが、同装置のスループット性に関する課題と、現状では定位放射線治療がメインの研究的要素が強い装置であることから、当院のように臨床を中心に行う施設においての運用には難しいと考えた結果、X線で治療をスピーディに実施可能な「ETHOS Therapy HyperSight」の導入に至りました。

なお同装置は、アジアパシフィック地域における1号機とのことですので、自治医科大学としても大いにアピールしたいところです。

——「ETHOS Therapy HyperSight」の使用感についてお聞かせください。

本格稼働から、まだ数カ月の使用実績しかありませんが、非常にスループットが速いことに満足しています。「ETHOS



白井克幸（しらい・かつゆき）氏

2003年群馬大学医学部卒。2009年米国オハイオ州立大学 総合がんセンター 研究留学、2011年群馬大学医学部附属病院 放射線科 助教、2013年同講師。2017年自治医科大学附属さいたま医療センター放射線科 教授、2020年より自治医科大学附属病院放射線治療科教授。自治医科大学附属さいたま医療センター放射線科を兼任、現在に至る。

「Therapy HyperSight」が搭載しているHyperSight機能は、CBCT撮影をわずか6秒で実施し、その画質は診断用CTの画像に引けをとらないほど病変や構造物を詳細に描出します。即時適応放射線治療を実施する際は、このCBCTの画質が腫瘍や正常臓器の輪郭の修正において重要な要素となりますから、同装置の大きな強みと言えます。また、ビームの照射時間も従来型リニアックの半分程度で済むことから、高精度放射線治療の件数を増やすことに貢献してくれるのではないのでしょうか。

I M R Tの件数が増えると、医師だけでなく診療放射線技師を含む放射線治療



2024年1月、本館東側に新設オープンした放射線治療棟。鉄骨3階建てで、延べ床面積3129㎡。放射線治療室はリニアック更新時に運用台数を減らさないよう計5室を設置。最終的には旧施設の放射線治療装置更新に合わせて4台での運用を計画している。

部スタッフの残業時間も増えてしまうことが懸念されましたが、治療計画ソフトウェア「Eclipse」はGPUによる計算処理能力が大幅に向上し、治療計画の策定時間を短縮していることもあり、却って残業時間の削減に役買っています。

—— 今後の放射線治療部の展望についてお聞かせください。

「ETHOS Therapy HyperSight」による即時適応放射線治療に、できる限り早く取り組んでいきたいですね。現在、7月には治療を実施できるよう、症例検討を進めているところです。

「TrueBeam」についても、同装置には脳定位放射線治療用のHyperArc機能が搭載されていることから、当院ではこれまで他院に紹介せざるを得なかった脳転移腫瘍への照射にも取り組んでいきたいと考えています。

最近、放射線治療に興味を持つ学生や研修医、それに一般市民の方が増えています。それに応えるために、先日も近畿大学名誉教授の西村恭昌先生や、獨協医科大学教授の江島泰生先生、栃木県立がんセンターの井上浩一先生にお越し頂き、放射線治療について語り合う会を催したり、今年3月には宇都宮市内で林家木久扇師匠、笠井伸輔アナウンサーを招いての市民公開講座を開催したりしました。同市民公開講座には約700名の一般の方々が参加されるなど、大きな成果を挙げていると実感しています。なお、実際に患者数も増えており、直近の5月では、リニアックによる収益は昨年度比2割増となっています。

—— 中・長期的な展望についてはいかがでしょうか。

放射線治療関連で言えば、現状、本館の古い装置を含めて4台のリニアックが稼働していますが、収益の実情を踏まえながら古い装置を全て更新し、新式リニアック4台による新棟での本格稼働体制を目指したいと考えています。

また、基礎研究の充実化も図っていきたいですね。放射線治療において、何故がん細胞に放射線は効果があるのか、生

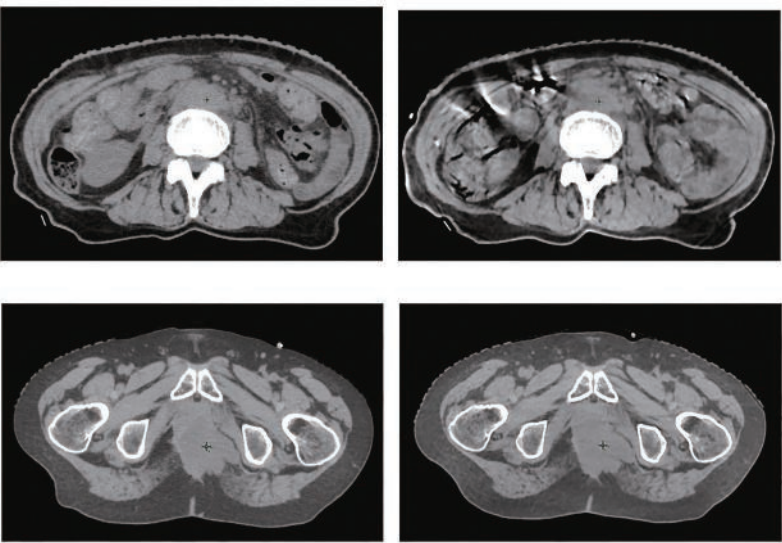
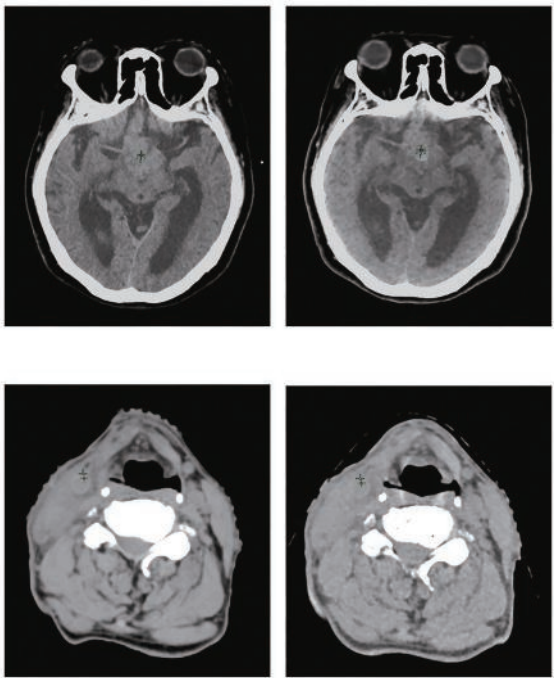


新設した「ETHOS Therapy HyperSight」は高いスループットを実現。CBCT撮影をわずか6秒で終えるほか、照射を含めた治療時間を従来装置の半分程度に短縮することが可能である。



「ETHOS Therapy HyperSight」の操作室。操作卓はシンプルかつ直感的な操作が可能で、スタッフの業務効率向上に寄与している。

「ETHOS Therapy HyperSight」HyperSight機能によるCBCT画像



各部位の画像。左側は治療計画専用CT「SIMENS SOMATOM go.Open Pro」による計画画像。右側は「VARIAN Ethos Therapy HyperSight」によるCBCT画像。CTに遜色ない高い画質を実現している。

■自治医科大学附属病院 高性能な放射線治療装置の更新・導入を推し進めるなど 新棟建設を機に放射線治療業務の効率化と質向上を目指す

自治医科大学附属病院
放射線治療部 技師長
根本幹央氏に聞く



根本幹央（ねもと・みきお）氏
1991年東北大学医学部附属医療技術短期大学部（現：東北大学医学部保健学科）卒。同年自治医科大学附属病院入職、2011年 国際医療福祉大学大学院卒、学位取得。2021年自治医科大学附属病院放射線治療部 技師長、現在に至る。

自治医科大学附属病院 放射線治療部には16名の診療放射線技師が所属し、放射線治療業務に専従している。同部 技師長の根本幹央氏は、冒頭、同部門をつぎのように紹介してくれた。

「新棟建設の計画が具体化したことから組織拡充の必要性に迫られ、2021年に放射線治療部として独立しました。以降、放射線治療に意欲を持つスタッフの積極的採用、さらに放射線治療に関する様々な資格取得を奨励してきています。その成果も年々上がり、16名の診療放射線技師のうち、5名が医学物理士、6名が放射線治療専門放射線技師、8名が放射線治療品質管理士の資格を取得しています」

放射線治療部では、リニアック4台の他、小線源治療装置1台、治療計画専用CT2台を運用している。放射線治療部

における診療放射線技師の役割は大きいと根本氏は話す。

「開院当初から治療医が少ない時代が長く続いたため、医師の負担を減らす必要から、放射線治療計画の作成は診療放射線技師が中心になって行ってきました。現在、放射線治療部は診療放射線技師が中心になって行ってきましたので担当してもらい、時には学生や研修医も教育の観点から行ってもらいますが、余裕がある訳ではないため典型的な外部照射・IMRT・定位照射は診療放射線技師が行っています。ただ、診療放射線技師全員がいきなり治療計画策定を行う訳ではなく、経験と共に治療計画策定の練習をしてもらい、専門資格を修得したスタッフは高精度放射線治療計画のプラン検証やプラン策定を担当できるようにしています。最終的な評価は主治医に判断頂きますので、積極的に主治医とディスカッションできる技師となれるよう指導をしています」

放射線治療部で放射線治療品質管理士の資格を有している診療放射線技師の1人、長瀬大輝氏がその業務内容を話す。

「当院では、放射線治療に関する品質管理室のような部署はなく、品質管理士の資格を持つスタッフを中心に整備・管理を行います。ただ、資格を有しているからとはいえ同業務に専従してはおらず、実務的な品質管理業務は診療放射線技師全員が関わるといえます。なお、私は放射線治療品質管理士の他、放射線治

療専門認定技師の資格も持っていますが、このため現在の主な業務は治療計画の作成です」

「TrueBeam」 「ETHOS Therapy HyperSight」 ①
収益面からも装置の選択を図る
即時適応放射線治療と汎用性

新棟に導入する放射線治療装置の選定については、白井教授と綿密に打ち合わせを行ったと根本氏は話す。

「新棟の建設と新装置の更新・導入には高額のコストを要するため、現場の運営を預かる技師長という立場から、稼働後の収益を念頭に装置を検討しました。」



新棟オープン時に導入したリニアック「TrueBeam」。高い汎用性を評価し、6軸カウチを活用した高精度な治療と、HyperArcによる脳転移腫瘍への定位照射の実施を行う。



「TrueBeam」のMLC。同院では開院以来、バリアン メディカル システムズのリニアックを採用。安定したビーム性能を高く評価しており、既存の放射線治療装置もコンベンショナルな治療に現在運用中である。

者さんからの評判も上々です」

「ETHOS Therapy」について、根本氏はHyperSight機能によるCBCT画像の画質を特に評価する。

「IGRTで治療計画の画像とマッチングを行う際、画質が良くないと判断に迷うことがあります。しかし、HyperSightで撮影された画像は非常に高画質で、腫瘍の形状がより判別しやすくなるため、IGRTの画像照合において確信を以て治療に当たることができま

す。私は日本診療放射線技師会の放射線治療分科会で、画像の一次照合への取り組み普及と教育体制の整備に関する活動もしているのですが、HyperSight機能による画像があれば、画質で判断に迷うケースが軽減され、一次照合実施のハードルが下



放射線治療装置に向かう通路にはプロジェクションマッピング装置を設置。桜の花による演出等、患者に対するアメニティも新棟では向上している。

「ETHOS Therapy HyperSight」の導入については、即時適応放射線治療に取り組みたいという白井教授の要望もあり、MRリニアックも含めて各要件を踏まえた視座から検討しましたが、研究面でも大いに成果を挙げられ、臨床的には高スループットが期待できるCBCTベースの即時適応放射線治療を実践するのが適当ではないかという考えに辿り着きました。ちょうどその頃、バリアン メディカル システムズから「ETHOS Therapy HyperSight」が販売されたことから、導入を決めました。

もう1台のリニアックには、高い汎用性

があると思っています。約20年前にOBIが登場し今では標準仕様となっていますが、同様に、HyperSight機能による画質レベルが今後の標準仕様になるのではないでしょうか」

治療計画用ソフトウェア「Eclipse」
最新バージョンにより計算速度が向上
効率化とスタッフ負荷軽減に貢献

放射線治療部では、新棟オープンを機に放射線治療計画用ソフトウェア「Eclipse」の端末を9台に増設。ソフトウェアはバージョン16にて運用している。同ソフトの運用を、長瀬氏はつぎのように話す。

「GPUの使用によって計算速度がとて速くなり、治療計画作成にかかる時間も大幅に短縮されました。端末台数も増え、治療計画作成のために端末を奪い合うようなこともなくなり、残業時間も大幅に減っています。治療計画作成に携わっている診療放射線技師は主に有資格者ですが、放射線治療専門認定を得るのには5年必要ですので、教育を目的とした「Eclipse」の運用も行っており、有用性は高いです」

放射線治療部の今後

即時適応放射線治療を7月から実施
リニアック4台体制の確立を目指す

放射線治療部では、7月からの「ETHOS Therapy HyperSight」による即時適応放射線治療実施に向け、準備を進めている。長瀬氏はその抱負をつぎのように話す。「即時適応放射線治療を実施する場合、重要なのはワークフローの確立です。即時



長瀬大輝（ながせ・だいき）氏

2000年岐阜医療技術短期大学（現：岐阜医療技術大学放射線技術学科）卒。同年 札幌医科大学附属病院入職、2004年大学評価・学位授与機構卒、学位取得。2017年 自治医科大学附属病院入職、2018年自治医科大学附属病院放射線治療部 主任技師、現在に至る。

が求められました。当院は依頼される治療部位に偏りがなく、様々ながん治療の依頼が来ます。IGRTに加えて従来装置では困難になっていた脳定位照射が本格再開できること、さらに症例の多いTBI（全身照射）にも対応できることが条件でした。なお、TBIは年間20例以上治療をしています。このような条件下で検討した結果、「TrueBeam」の導入を決定しました」

「TrueBeam」 「ETHOS Therapy HyperSight」 ②
最先端のリニアックを導入して
より精度の高い放射線治療を推進

2台の新装置の使用感を根本氏は語る。「2台ともに従来の装置に比べて、スループットが断然速いですね。また、操作もシンプルで理解し易く、感動的でした」

長瀬氏も2台の装置を高く評価する。「まず「TrueBeam」ですが、従前の装置に比べて格段に性能が向上しています。

FFF（Flattening Filter Free）が搭載されたことで定位照射時間が短縮され、患者負担の軽減や照射中の患者位置精度の向上が期待できます。定位照射を行う



放射線治療計画専用CT「SOMATOM go. Open Pro」。治療計画専用CTは密封小線源治療用に「SOMATOM go. Sim」も設置されるなど、より精度の高い画像誘導による放射線治療を推進している。

適応放射線治療では、まずCBCTの撮影を行い、次に撮影した画像に合わせて、AIまたはDIR、RIRを用いて自動作成された構造物のチェックを行います。その後、作成した構造物に合わせた計画の確認をし、最終的にその日の患者に合っているプランに基づき照射します。このように同治療には数多くのプロセスが存在

際の照射位置は、6軸カウチにより高い精度で合わせられるため、照射位置精度が大幅に向上しています。また、当院の「TrueBeam」には定位照射用ソフトのHyperArcが搭載されていることからマルチターゲットの定位照射が可能であり、今まで他院に紹介せざるを得なかった頭部への転移がんに対する照射が可能になっています」

同氏は「ETHOS Therapy HyperSight」についても、高い評価を与えている。「現在は「Eclipse」で治療計画を作成したものをIGRTモードで照射している状況ですが、非常にスループットが高いという印象ですね。CBCT撮影が6秒で終了し、照射時間も「TrueBeam」の半分程度で済むので、従来15分程度必要だった時間が半分程度で済むことは、スタッフにも患者さんにも有益です。建物も新しくなり、「ETHOS Therapy HyperSight」も見ると、最新感、があるので、患



自治医科大学附属病院では、放射線治療計画策定に診療放射線技師を積極的に登用。医学物理士や放射線治療専門放射線技師、放射線治療品質管理士の資格取得を奨励している。

します。現在、それぞれのプロセスにおいて、検証の必要性やそれを担当すべき職種・スタッフの人選を検討しているところ

です。最後に、根本氏は現在本館と新棟に分かれている放射線治療部の業務集約化を進めていると話す。

「現在は、旧装置2台がまだ病院本館にあり、主にコンベンショナルな治療を中心に行っているのですが、2カ所に分かれての業務において、スタッフ間の業務内容の把握や情報の共有化が運用上の課題になっており、その解決は急務です。

なお、新棟に来年、2台目の「TrueBeam」の導入が決定しています。これにより、旧施設に1台、新棟に3台のリニアックが稼働する予定ですが、最終的には4台のリニアックを全て新棟に集約できるように5室の放射線治療室を設けています。5室の内、1室は更新時のリプレイス用です。今後、この4台のリニアックを常にフル稼働させていくように努めていきます」（6月12日取材）

自治医科大学附属病院



自治医科大学附属病院は、①患者中心の医療、②安全で質の高い医療、③地域と連携する医療、④地域医療に貢献する医療人の育成を病院理念として掲げ、安全で極めて質の高い医療を提供している。病床数、手術件数は大学病院・特定機能病院として全国トップクラスの規模を誇り、小児病院としての「とちぎ子ども医療センター」を併設しているのも大きな特徴である。2022年の病院実績は、外来患者数：608,692人（1日平均2,499人）、入院患者数：292,150人（1日平均800人）、手術件数：9,913人、救命救急センター患者数：9,295人となっている。

所在地：栃木県下野市薬師寺 3311-1
病床数：1132床
病院長：川合謙介