



国立がん研究センター東病院
副院長／放射線治療科長

秋元哲夫氏に聞く

――まず、放射線治療科の概要からお聞かせください。

当院の放射線治療科は、全診療科を受診する患者さんを対象に、疾患の種類や状態に応じて様々な放射線治療を行っています。陣容としては、常勤医7名、非常勤1名、レジデントを含めて10名の医師が勤務しています。また、東京都・築地にある中央病院との交流もあり、私自身、週1回中央病院で外来を担当していますし、中央病院からも整形外科や皮膚科の医師が当院に出向き、外来業務を担当するなどしています。

治療装置も充実しており、リニアック4台に加え、治療室を2室持つ陽子線治療装置が稼働しています。

治療実績としては、年間の新規患者数が約2000名、そのうち陽子線治療が400名以上を占めています。なお、陽子線治療は、2016年4月に保険適用されて以降、件数が増加傾向にあります。

また、がん診療に関する医療相談が多いことも、当科の診療の特徴の1つと言えるでしょう。医療相談だけで年間200～300件を数え、毎日2～3件の相談を受けています。その理由として、関東地方は地域に占める人口に対して陽子線や重粒子線の治療施設が多くないからだと推察しています。

――リニアックを「Halcyon（ハリアン

メディカル システムズ、以下ハリアン社）」に更新したと伺いました。

当院にはリニアックによる放射線治療室が4室ありますが、そのうち最も小さな部屋の装置が老朽化等で更新時期を迎えたため、装置の検討を行ったのです。

更新する装置の要件としては、前述のとおり部屋が狭隘で、そのスペースに設置可能なリニアックであること、そして放射線治療の件数はこの10年で倍増しており、高精度治療装置の割合を全体の治療の中で増やしていく必要があることから、高精度放射線治療に対応できることが挙げられました。検討を重ねた結果、この2要件を満たす装置として、ハリアン社の放射線治療装置「Halcyon」が選ばれる次第になったのです。

――「Halcyon」稼働後の具体的活用についてお聞かせください。

現在は、前立腺がんへのIMRTのほか、スループットが良いという特徴を生かし、治療時間が短縮できる患者さんへの緩和照射等に活用しています。その結果、放射線治療全体のスループットが向上し、別のリニアックではありますが、全身照射（TBI）や脳転移に対する定位照射などを実施し始めています。

なお、当院は放射線治療の件数が4台のリニアックに対して1日に120件以上とても多く、「Halcyon」も稼働してまだ1年なので、その活用の展開は臨床現場での試行錯誤から変わっていくでしょうし、現在の使い方が最終的なものではないですね。

幸いかなり「Halcyon」は大きなトラ

ブルもなく順調に稼働し続けています。なお、リニアックの更新に必要な期間が3カ月以内と短かったのですが、まさに臨床に対し実践的な装置であるとして高く評価しています。

――高精度放射線治療を含め、治療の将来像をお聞かせください。

がんセンターの特徴として、緩和照射の患者さんが多い点が挙げられます。当院には緩和ケア病棟もあることから、開院時より緩和的な治療に力を入れてきましたし、緩和照射については、地域の医療機関から依頼されるケースも多く、今後一層増えていくと予想されます。

一方で、頭頸部がんや食道がん、前立腺がんに対するIMRT等にも積極的に取り組んでおり、全体の30%程度ですが、それを今後は40～50%程度に増やしたいと考えています。

――今後の放射線治療科の展望をお聞かせください。

令和2年度以降は、肺がんや食道がんに対するIMRTや、脳転移に対する照射にも取り組みたいと考えています。現状では、ガンマナイフを持つ医療機関に

2020 千葉県 5 国立がん研究センター東病院

Cover Story

小型なれど高精度な治療を可能とする、まさに新発想のガントリ内蔵型リニアック 複数装置稼働の中で異才を放ち続ける

所謂、“築地”―中央病院とともに日本のがん医療の総本山の一角を占める“柏”国立がん研究センター東病院。かねてより、最新・最先端となるがん治療の技術の導入、そして実践に努めてきたことは周知のとおりである。同院は1998年、国内初となる病院設置型陽子線治療装置を稼働させるなど、放射線治療についても積極的だ。そして昨年、4台あるリニアックの内の1台を更新したのだが、当該装置が文字通りの最先端装置であった。同装置導入の経緯、そして約1年経た今の評価等について、秋元放射線治療科長他、キーパーソンの方々に聞いた。

依頼している症例を、当院で治療できるようにしたいです。

放射線治療装置やシステムの進歩は目覚ましいものがありますが、そのような機械的・技術的な進歩だけで患者さんを増やすことは難しいと考えています。これだけ、IMRTが普及したと言われても、がん治療に対する放射線治療の割合は、未だ30数パーセントに留まっています。私たちとしては、取り扱うがん患者さん全体の件数を増やしていく必要があります。そのためには、肺がんや食道がんに対する放射線治療や、放射線による緩和治療に積極的に取り組んでいくことが重要なのではないかと考えています。

一方、緩和治療まで十分にやろうとすると、放射線治療医や医学物理士、診療放射線技師といった人材がまだまだ不足しています。そのために、当院では令和3年度から医学物理士のレジデントコースを開始する予定です。現在、医学物理士の有資格者は増えていますが、臨床経験の豊富な医学物理士が少ないので、当センターでそのような医学物理士の育成に貢献したいと考えています。



秋元哲夫（あきもと・てつお）氏

1986年群馬大学医学部卒。94年群馬大学放射線科助手（～2001年）、1995年独協医科大学越谷病院非常勤講師兼任（～1997年）。1997～98年 The University of Texas MD Anderson Cancer Center Dept. of Experimental Radiation Oncology Visiting Scientist。2001年群馬大学放射線科講師、2006年東京女子医科大学放射線腫瘍科准教授、2010年同科臨床教授、2011年同科客員教授。2011年より独立行政法人国立がん研究センター東病院臨床開発センター粒子線医学開発分野野長（放射線治療科長併任）、2014年より同院副院長（教育担当）、現在に至る。

革新的な操作性と高いスループットを生かすことで

高精度放射線治療のみならずコンベンショナル照射も実施

INTERVIEW

国立がん研究センター東病院
放射線技術部放射線治療技術室
主任診療放射線技師

大吉 一氏に聞く



大吉 一（おおよし・はじめ）氏

「狭小なスペースでも搬入でき、更新に関するダウンタイムも短い点は病院運営に有益ですね。操作性も簡便なので経験の浅い診療放射線技師でも簡単に使いこなせます」と評価する大吉 一氏

専門に扱っています。当院では、リニアック1台に3名の診療放射線技師が担当している点が特徴です。2名が照射等の治療を担当し、もう1名は、そのリニアックで治療を受ける患者さんへの対応を中心業務を行っています。具体的には、CTシミュレーターによる事前の検査や照射時の身体的補助、さらに治療計画の策定まで、さまざまな業務に対応します。

放射線治療の件数は、X線による照射が1日120件程度、陽子線治療は2室で1日50件程度、多い日は合計1日200件弱の照射を行うこともあります。IMRTは1カ月に約20件、SBRTは月によって異なりますが、1カ月3〜4件程度です。

なお、陽子線治療は、前立腺がんへの照射が保険適用となったことから、従来リニアックで実施していた1カ月12〜13件程度の前立腺がんの治療の多くが、患者さんの希望で陽子線治療に移行した結果であり、今後もその傾向は続くでしょう」

「Halcyon」導入の経緯と要件 小型でIMRTに対応可能な新型装置 高い操作性とスループットを高く評価

2019年2月に導入したりニアック「Halcyon」について、大吉氏は次のように話す。

「新しく更新する装置については、導入予定の部屋のスペースでは一般的なCアーム

「Halcyon」のボア径は100 cmと広く、患者への圧迫感を軽減。点滴やストレッチャー等が治療の際に装置と干渉しあうこともなく、ストレスのない治療環境を実現しているほか、本体に設けられたタッチパネル型の操作モニターが高い安全性と操作性を実現している。



型のリニアックは導入しづらかったこと、遮蔽に関する工事事も難しく、装置に遮蔽機能を有する装置であることなどが要件となり、自然と「Halcyon」に絞り込まれていきました。

放射線治療室を新設するのであれば、どのような装置にでも対応できるのでしようが、既存の施設に導入する際には、どうしても制約が多くなってしまう。

その点「Halcyon」は、その省スペース性が日本の病院建築事情にマッチした装置ではないかと思っています」

「Halcyon」の設置から稼働までの時間が

短かった点も優れていると大吉氏は話す。

「一般的なリニアックの更新には、早くても4〜5カ月程度の時間が必要なため、リニアック更新で患者数を一旦セーブすると、病院経営的にそれを回復させるのに多大な労力と時間を要します。そして、何より患者さんに迷惑をかけてしまうことが大きな問題でした。しかし、この「Halcyon」は、設置した翌日にはビーム照射が可能であり、結果、3カ月程度で本格稼働にこぎつけることができたのです。その期間が短かったことには、驚かされましたね」

また、大吉氏は、従来のリニアックとは異なるその操作法にも驚かされたと話します。「Halcyon」は、ビームの中心軸に照射野を合わせるという作業がなくなるなど、照射に関する工程作業の3割程度が省略・自動化されているという感じでした。

治療室内の作業はとても簡便で、光るボタンを順番に押せば操作は完了してしまします。そもそも、操作卓のインターフェースも簡素でボタン数も少なく、操作を誤るリスクが低いことから、ローテーションに回ってくる新人診療放射線技師もすぐに操作法をマスターできるなど、操作性の良さにも感心しました」

「Halcyon」による放射線治療の実際 前立腺がんのIMRTをはじめとして、 コンベンショナル照射にも多数実施

「Halcyon」の具体的な活用について、大吉氏は次のように話す。

「当初、「Halcyon」については、IMRTを優先して行うと考えていたのですが、

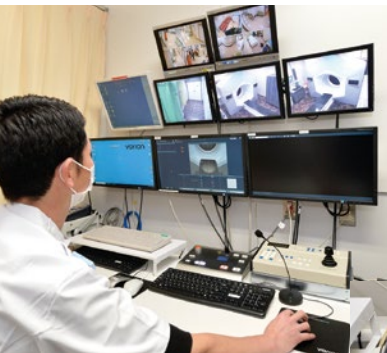
前述のとおり、前立腺がんの患者さんの多くが陽子線治療に流れてしまったことなどから、現在はある程度適応を絞って運用しています」

同院では、「Halcyon」で1日約30件の治療を実施。IMRTについては、前立腺と、照射範囲の狭い頭頸部がんの症例について実施しているという。

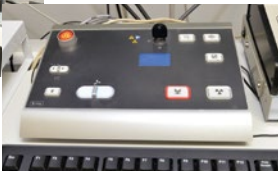
「Halcyon」はビームが6MVのFFF1本です。IMRTであれば、多方向から照射しますので、この点をカバーできますが、コンベンショナル照射の場合、低エネルギーでは難しい症例も多いので「Halcyon」で治療可能な患者さんを選別して、治療を行っているところです」

「Halcyon」の臨床上の優位性はそのスループットにあると大吉氏は話す。

「前立腺がんの患者さんへの照射は、患者さんの入室から退室まで、他のリニアックならば12分程度の時間が必要なのに対し、「Halcyon」では8分程度で対応可能です。



「Halcyon」を操作する大吉 一氏。同装置の操作卓はシンプルな作りで、ボタン数を減らしたり、次の操作で押すべきボタンが点灯するなど、ヒューマンエラーを起こさない工夫が随所に盛り込まれている。



ガントリススピードが「TrueBeam」の4倍の速さなので、撮影も照射も早くできる点に優位性を感じますね。前立腺がんの症例が多ければ専用機にしたいくらいです」

「Halcyon」運用の現況 部位別・患者別に治療室を振り分け 効率的な放射線治療業務を推進する

国立がん研究センター東病院では、治療室によって症例や対象患者を振り分け、運用していると大吉氏は話す。

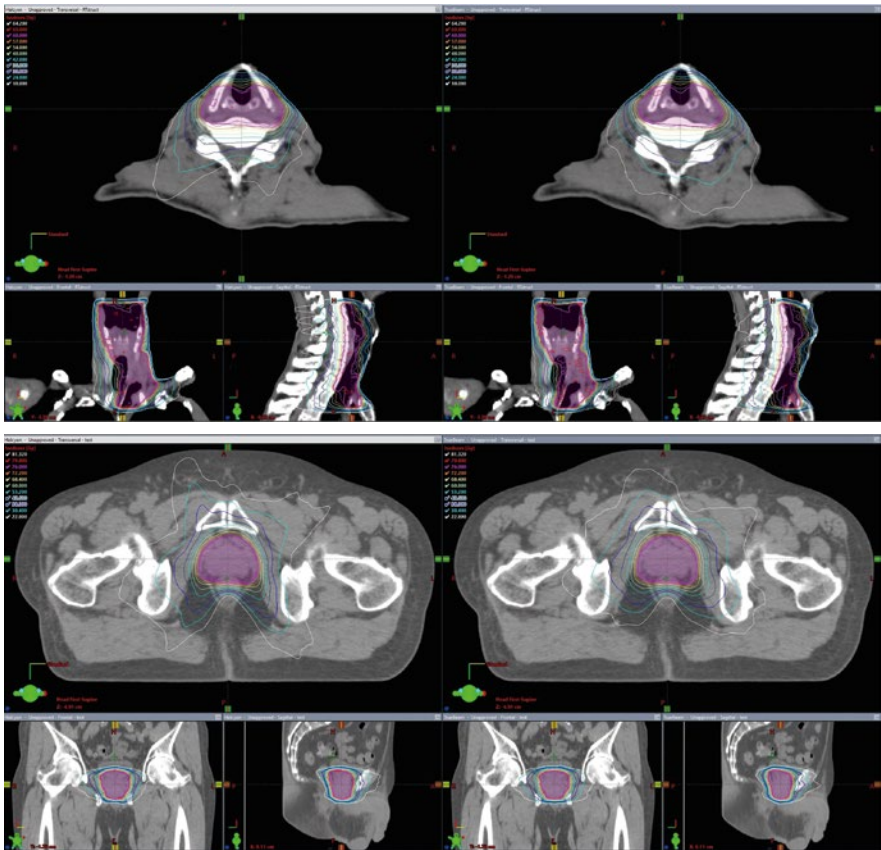
「施設柄、当院で放射線治療を受けるがん患者さんは多種多様で、担当する診療放射線技師は、患者さんとその疾病内容から抗がん剤の種類や治療内容を把握しておく必要があります。そこで、部屋ごとに症例を分けることで、把握すべきがんの内容を絞り、診療放射線技師が対応しやすいように工夫しています。また、このようにすることで、部屋ごとに治療に必要な医療器具の種類を絞ることができ、医療器具の管理の効率化や正確化にもつながっています」

同院にはバリアン社製リニアックが3台導入されており、それぞれの特性を生かした放射線治療が実施されている。

「頭頸部のIMRTにおいて、範囲の広い照射を行う必要がある患者さんには6軸カウチを有している「TrueBeam」ある程度限局されている患者さんには「Halcyon」と、分けて対応しています。

前立腺がんについては、「Halcyon」を用いていると前述しましたが、予防的に骨盤を含めて照射する患者さんに対しては、範囲の広い照射がしやすい「TrueBeam」

「Halcyon」線量分布



「Halcyon」と「TrueBeam」の線量分布図の比較。上段は頭頸部がん、下段は前立腺がんに対してのもので、いずれも左側が「Halcyon」、右側が「TrueBeam」のもの。「Halcyon」のビームは6MVの単一エネルギーながら、ガントリの高い回転速度と高画質なCBCT画像で他のリニアックと同等以上の線量分布を得ることができ、さらにガントリの回転速度を生かした短時間での照射が可能である。

で治療を行っています」

また、治療室の回転率を上げる工夫として、治療室を性別でも振り分けしているとか吉氏は話す。

「男女共用ですと、更衣の関係からどうしても患者さんの入退室に時間が掛かってしまうため、治療室を男女別に分けて対応しています。頭頸部がんに対する放射線治療では、大まかに『TrueBeam』は女性、『Clinac iX』は男性に使用しています。ただし、それは絶対的ではなく、難易度の高い症例やS B R Tは、全て『TrueBeam』で治療を実施しています。『TrueBeam』は大線量照射や6軸カウチ、呼吸同期といった機能に加え、計算精度の高いアルゴリズム『Acuros XB』を搭載しているの、難易度の高い症例にも対応できる装置として重宝しています。

『Halcyon』は、I G R Tなど、照射の際に毎回撮影する必要がある症例において、その高いスループットが一層光る故に積極的に使用しています」

『Halcyon』の今後の活用について、大

吉氏は次のように話す。

「今年度より、肺がんと食道がんに対するI M R Tを開始する予定ですが、それに『Halcyon』を活用していきたいですね。前述のとおり、治療の際に毎回撮影できるので、I G R Tが必要な症例に対しては有用性が高いと考えています。課題は、3軸カウチでどこまで対応可能かという点と、呼吸同期への対応です。『Halcyon』も『TrueBeam』同様、計算アルゴリズムが『Acuros XB』にバージョンアップされれば、さらに利便性が高まるでしょう」

■国立がん研究センター東病院 自動でQA・QCを行う最新チェック機構を活用し、 安全性を確保しながら高精度な放射線治療を実施

INTERVIEW

国立がん研究センター東病院
放射線品質管理室 医学物理士

茂木 佳菜 氏に聞く



茂木佳菜 (もてぎ・かな) 氏

「バリアン社独自のMPC機能でQA等の作業が簡便で、システム的な安全機構が多数装備されており、また稼働の安定性も高く、『Halcyon』は優れた性能を持つ装置」と語る茂木佳菜氏

国立がん研究センター東病院では、秋元哲夫氏を室長とする放射線品質管理室を組織。同管理室では、放射線治療機器による高い精度で安定した治療を実施するため、日々の保守点検や品質管理を実施している。同管理室には、常勤の医学物理士5名と診療放射線技師1名が所属し、業務を遂行している。同室に所属する茂木佳菜氏は、業務内容について、つぎのように話す。

「在籍している5名の医学物理士のうち、診療放射線技師の資格を持つ者が4名、理工学系の医学物理士が1名です。全員で陽子線治療・光子線治療装置の品質管理を分担しています。国内外の情報を幅広く収集し、先進的な技術をいち早く放射線治療に取り入れるための研究も行っ

能ですし、普段操作しているP C等と同じWindowsベースのシステムでもあるので、操作しやすい点も高く評価しています」

「Halcyon」今後の活用への期待

独自の精度管理機能を活用して
効率良く放射線治療業務を実施

前出のとおり、同院では2019年2月に放射線治療装置『Halcyon』を導入し、放射線治療を実施している。『Halcyon』の特徴を、茂木氏は次のように話す。

「従来から使用している『TrueBeam』と比べると、シンプルな装置であると感じ

ました。M L Cが2段構造になっていてJ A Wがなく、医学物理士の立場からとても興味深い構造となっています。

『Halcyon』にはバリアン社独自のM P C（マシンプォーマンスチェック）機能が装備されており、このチェックを実施して合格しないと治療ができなくなるようにシステム化されていますから、診療日の毎朝、同機能を活用することで、精度管理が簡便なものとなっています。

もちろん、当院スタッフによるQ Aも重要です。しかし、それとは別の精度管理に関するチェック機能加わることで、実質的にダブルチェックを実現でき、より高い精度管理が可能となっている点を高く評価しています」

また、茂木氏は同院における『Halcyon』の運用について、次のように話す。

『Halcyon』は、コンベンショナルな照射に加え、主に前立腺がんに対するI M R T／V M A Tに使用しています。従来は、同じバリアン社製リニアック『Clinac iX』で治療を行っていましたが、線量分布を比較した結果、『Clinac iX』とそん色ない線量分布を実現できる上、『Halcyon』はスループットが高いので、前立腺がんに対する治療は、同装置に振り分けています。また、『Halcyon』は機構

ています」

放射線品質管理室として独立した部署になっている点について、勤務体系などにおいて柔軟な対応が取られていると茂木氏は話す。

「放射線治療機器の品質管理業務や測定業務は診療の終了後に行うことが一般的で、作業が夜間に及ぶこともあります。そこで、放射線品質管理室のスタッフは、通常、午後から出勤する曜日を設けています。独立した放射線品質管理質室の存在は国内ではまだ珍しく、当院ならではの勤務体制が取られています」

放射線治療計画用ソフトウェア【Eclipse】
Windows ベースの高い操作性と
各リニアックとの親和性を評価



放射線治療計画用ソフトウェア「Eclipse」を操作する大吉氏。「Halcyon」との親和性に優れ、医学物理士や放射線治療医らによってSBRTや限局した前立腺がんのIMRT、さらにコンベンショナル照射にも活用されている。

放射線品質管理室のスタッフは、放射線治療機器の品質管理に加えて、放射線治療計画の策定にも参画していると茂木

的にI G R Tを必ず実施するよう設計された装置なので、前立腺がんに対して必ず画像を照合して治療部位を確認してから照射するようになっています。この点は、医療安全面において有用です。

ただし、アイソセンターを2カ所、設定できるマルチアイソセンター機能については、従来装置と大きく異なる点なので、使いこなすのに慣れが必要です。ただ、これも慣れてしまえば、大変有用です」

稼働以来、治療を断念しなければならぬような機械的なトラブルはなく、順調に稼働し続けている点も良い、と茂木氏はその安定性を高く評価している。

「導入してから1年が経過しましたが、ビームの出力も、装置の精度も、測定値はほぼ一定して安定しており、臨床的に扱いやすい装置であると評価しています」

『Halcyon』の今後の活用法について、茂木氏は次のように話す。

「ビームが6 M VのFFFのみなので、治療の領域が限られることが懸念されます



2015年から稼働中のリニアック「TrueBeam（バリアン社）」。同院の主力リニアックとして、1日約30～40件の治療を実施。他のリニアックで対応困難な症例でも照射が可能なオールラウンド性を発揮している。

氏は話す。

「日常的なI M R T／V M A Tの治療計画は、診療放射線技師が主に担当していますが、定位照射や脳転移の特殊な腫瘍、また、I M R T／V M A Tにおける特殊な腫瘍に対する治療計画については、医学物理士が治療計画を策定しています」

医学物理士たちが治療計画策定に使用しているのが放射線治療計画用ソフトウェア「Eclipse（バリアン社製）」である。同院で使用する4台のリニアックのうち、3台がバリアン社製の装置であることから、ソフトウェアと装置の親和性も当然高いと茂木氏は評価する。

「ソフトウェアと装置間のトラブルもなく、効率よく治療計画策定することが可

が、I M R T／V M A T治療の際は、照射時間を含めても治療時間が大幅に短く、V M A Tに特化した装置であると言えます。

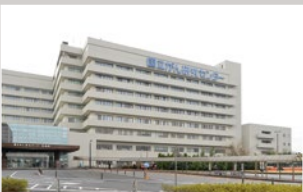
今後、当院で実施予定の肺がんや食道がんに対するI M R T／V M A Tでは、呼吸によって照射部位が必ず動くことからI G R Tが必要になるため、『Halcyon』のように必ず撮影してから照射を実施する装置があると、より効率的な実施が可能でしょう。

また、頭頸部がんのI M R T／V M A Tについては、現在『TrueBeam』や『Clinac iX』に振り分けて治療を実施しています。それらについて『Halcyon』で治療可能になれば、治療時間が短い装置なので有用性が高いと考えています。今後、『Halcyon』のバージョンアップによって呼吸同期への対応が可能になっていくことにより、同装置によるI M R T／V M A Tへの適応が拡大できると期待しています」



放射線治療科と放射線治療技術室、放射線品質管理室のスタッフの皆さん。放射線治療医、診療放射線技師、医学物理士ら、総勢30名以上のスタッフが、同院の放射線治療を支えている。

国立研究開発法人
国立がん研究センター東病院



国立がん研究センター東病院は、年間約8000件の新患が来院。千葉県・埼玉県・茨城県からの来院が患者数の7割程度を占めるが、残りの3割は全国から患者が来院するという。

築地の中央病院に不足している診療部門を補うことが設置の目的の1つとされており、このため、日本初となる陽子線治療装置の導入や、緩和ケア病棟の国内初の設置など、1992年の設立当初から時代の最先端の技術を駆使したがん医療を推進している。

2017年5月には、最適な外科治療や内視鏡診療の提供や、より質の高い医療の開発を目指し、次世代外科・内視鏡治療開発センター(NEXT)を開設した。

病院長：大津 敦
所在地：千葉県柏市柏の葉6-5-1
病床数：425床