

新病院オープンと同時に稼働を開始したリニアック「TrueBeam（バリアン メディカル システムズ）」。脳・脊髄等で、より高精度な放射線治療に対応できるよう、2.5 mmのMLCや「HyperArc」等のSRS/SRT用の治療ソリューションを搭載している。

2020

12  
千葉県

## 千葉県がんセンター

Cover Story

# IMRTのパイオニアが新病院開設を機に 新装置群で放射線治療体制を大幅に拡充。 理念は、効率性、安定性、そして高精度

1972年の創設から約50年にわたり、県下のがん診療をリードしてきている千葉県がんセンター。同センターは本年10月に新病院を開設したが、それを機にすべての診療体制をレベルアップさせた。IMRTの日本初の実施施設としても知られる同センターが、放射線治療の拡充を図ったことは当然であろう。果たして新治療体制は、バリアン社のフラッグシップ機、IMRT専用機の導入を含む、まさに充実した体制。新しい装置群導入の経緯、これからの抱負について、放射線治療部 部長の原 竜介氏らに話を聞いてみた。

新 医 療 2020年12月号 ( 8 )

Interview  
千葉県がんセンター  
放射線治療部 部長  
原 竜介氏に聞く

——千葉県がんセンターの沿革と概要からお聞かせください。

千葉県がんセンターは、1972年に病床数200床のがん専門病院としてスタートしました。1988年の大規模な増築・改修工事、2003年の緩和ケアセンター開棟などを経て、診療体制を充実させてきており、2018年には都道府県がん診療連携拠点病院にも再指定されています。そして、当センターの歴史の上でも大きな節目となるのが、今年10月26日の新病院オープンです。従来の病院本館部分は約50年の経過とともに老朽化が進み、新病院の建築が急務となっていました。地上9階、地下1階の新築病院では、病床数を341床から450床に増床するなど、診療機能を大幅に強化しました。

職員数は常勤医102名、看護師393名、その他の医療スタッフが127名、事務職員、非常勤の職員を加えると、約800名のスタッフが勤務しています。私が担当する放射線治療部も、旧施設からリニアック等の医療機器類を移設するとともに、新規リニアックの増設や更新を実施するなど、診療環境を拡充しました。病院では、将来、リニアック更新時に診療を制限することが起きないよう治療

室を4室設けて1室を常に空けておくようにするなど、今後を見据えた内部設計としています。

——放射線治療部の概要と診療の現況についてお聞かせください。

放射線治療部は、当センターの開所当時から診療を行っています。この間、大きなトピックとなるのは、前任の部長である幡野和男先生（現 東京ベイ先端医療・幕張クリニック）が、2000年に国内で初めてIMRT（強度変調放射線治療）を開始したことでしょう。

現在、放射線治療部には、私を含めた常勤医2名に加え、非常勤医2名、診療放射線技師9名、医学物理士4名、看護師2名、受付事務員1名が所属して診療業務に当たっています。

常勤医は2名と少ないですが、専従の診療放射線技師9名に加え、専従の医学物理士が4名おり、陣容ならびにクオリティは充実していると自負しています。例えば、前立腺がんの治療では、彼らを中心に治療計画を立案し、実際の照射業務を行っていますし、看護師も品質管理に貢献してくれています。

2019年1月～12月の放射線治療の件数は、新規患者数が642名、再発治療等を含めた実人数は771名です。このうち、リニアック等による外部照射の新規患者数は639人、実人数は768名を数えます。また、小線源による腔内照射の実人数は24名です。なお、外部照射

のうち、脳の定位放射線治療（SRT）が75件、IMRTの実人数は延べ156名で、その内訳は頭頸部が47名、前立腺への照射が49件、その他が60件です。当センターは都道府県がん診療拠点病院の指定を受けていることから、患者さんは千葉市をメインに、千葉県全域から来院されています。

——新病院のオープンを機に、リニアックの更新と新規導入をされました。

当センターはリニアックを3台稼働させていましたが、新病院には、従前よりのリニアック「TrueBeam（バリアン メディカル システムズ、以下バリアン社）」のみを移設して、あと2台の内1台は新規の「TrueBeam（バリアン社）」に更新し、そして、もう1台は、新たに「Halcyon（バリアン社）」を導入しました。

新規に稼働した「TrueBeam」には、転移性脳腫瘍に対する定位手術的照射（SRS）を短時間で効率的に行うことができ

きるソリューション「HyperArc」が搭載されています。同ソリューションは、プランニングが速い上に、精度管理が簡単で、MLCが2.5mm幅であることもあって照射の集中度が良いと医学物理士から聞いています。当センターにおいて放射線治療へのニーズが高い脳・脊髄領域での照射に活用していきたいと考えています。

——3台のリニアックの使い分けについて、より具体的にお聞かせください。

当センターでは、脳神経外科の医師が放射線治療に積極的であることもあり、GBM（Glioblastoma・膠芽腫）の術後補助療法に寡分割照射（hypofractionation）を実施しています。その内容は、68Gyの8分割照射と、攻めの治療であり、このような治療への活用や、脳転移に対する



原 竜介（はら・りゅうすけ）氏

1992年千葉大学医学部卒業。同年同大学医学部附属病院研修医、琉球大学医学部附属病院研修医。1994年君津中央病院放射線科、1995年千葉大学医学部附属放射線科を経て、2000年国立国際医療センター放射線治療部。2007年放射線医学総合研究所重粒子医科学センター病院治療科医長、2008年国立病院機構千葉医療センター放射線科医長。2013年より千葉県がんセンター放射線治療部部長、現在に至る

( 9 ) 新 医 療 2020年12月号



「TrueBeam」で乳腺への放射線治療を実施する放射線治療部のスタッフ。操作卓はシンプルな設計で操作性が高く、短期間で操作法を習得できるという。

新規導入の「TrueBeam」に搭載されている2.5mmのMLC（マルチリーフコリメータ）。脳・脊髄領域における小さな病変に対応、病変の形状にあった照射野を設定でき、「HyperArc」等での照射をより精度高く実現する。



「TrueBeam」に搭載されている6軸カウチ。より細かな動きが可能で、骨盤部等、より照射が困難な部位への放射線治療に威力を発揮している。

「TrueBeam」の照射室に設置された光学式患者ポジショニングシステム「AlignRT（VisionRT社）」。



3カ所の高解像度カメラを使用して患者の皮膚表面をスキャンし、三次元的に1mm以下の精度で位置合わせを行うことができる。



新病院オープンと同時に稼働を開始した治療計画用の64スライスMDCT「SOMATOM Definition AS Open」。従来の20スライス装置に比べて検査時間を短縮でき、息止めが難しい肺がん患者や高齢者に対する検査の質が向上しているという。

新ソリューション「HyperArc」を用いたSRTの実施などには、新規に導入した「TrueBeam」を用いたいと考えています。「Halcyon」導入の理由としては、予算的に「TrueBeam」クラスのリニアックを新規に2台導入するのが困難だったこともありましたが、「Halcyon」は「TrueBeam」より廉価でありながら、前立腺がん等に対するVMAT（強度変調回転放射線治療）を効率的に実施することが可能である点が、導入のポイントとなりました。「Halcyon」は、6軸カウチを搭載する「TrueBeam」と異なり、3軸のカウチしか持ちませんが、当センターで運用してきた従来装置も3軸カウチで十分IMRTを実施してこられたので、この点については心配していません。また、コインビームCT撮影が17秒と早く、治療時間も短くなるのではと期待しています。その他、前立腺だけでなく、脊椎への骨転移に対するVMATを実施したいと考えています。新しいリニアックには、高精度な位置決めシステムを組み合わせているので、マーカーレスによる放射線治療を実施することにより、業務の効率化や患者さんへの負担軽減も可能になると考えています。なお、旧施設から移設した「TrueBeam」は、頭頸部や子宮がん、乳がんの術後照射など、汎用機として活用していくことを考えています。例えば、乳がんに対する照射では、まれに傍胸骨のリンパ節に照射するためのIMRTを実施することがありますが、そのような症例に活用していきたいですね。当センターの「TrueBeam」は、2台と

も光学式患者ポジショニングシステムAlignRT（VisionRT社）と組み合わせ、呼吸同期も息止め照射もできます。特に、呼吸同期に関しては、心臓を守るための左乳房への息止め照射なども考えており、3台の治療件数ができるだけ均等になるよう、それぞれの照射部位について検討していきます（図1）。3台による運用が軌道に乗れば、すい臓など、普段実施しない部位でのIMRTにも取り組んでいきたいですね。また、体幹部における肝臓と肺以外のSRTも、呼吸同期や息止めなど、より高く精度管理を実施しながら高精度治療を考えていきたいです。

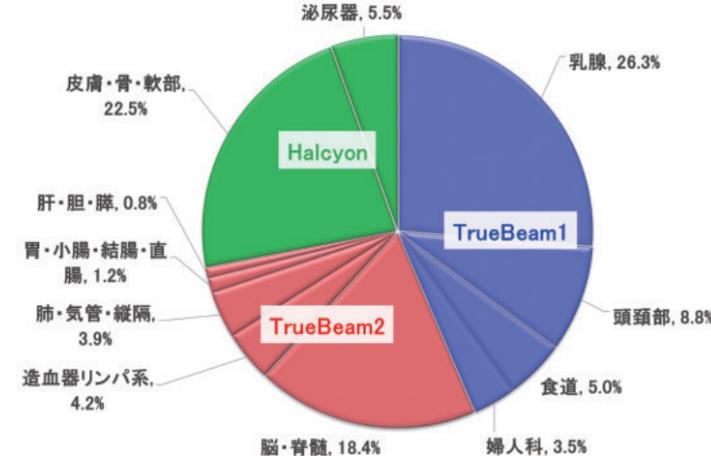


図1 装置別照射部位の検診案。旧病院から移設した「TrueBeam 1」と、新規導入の「TrueBeam 2」、「Halcyon」を、それぞれ装置の特性を生かした運用法を検討している。



「Halcyon」は高いスループットが実現しているほか、本体に設けられたタッチパネル型の操作モニタが高い安全性と操作性を保證している。



「Halcyon」を操作する放射線治療部のスタッフ。操作卓はボタン数を減らすなどシンプルな設計となっており、ヒューマンエラーを起こさせない工夫が随所に盛り込まれている。



新病院オープンと同時に稼働を開始した新型リニアック「Halcyon（バリアン メディカル システムズ）」。

■千葉がんセンター  
新病院オープンを機に高性能な機器・システムを導入してがんセンターに相応しい高度な治療を安全に実施する

千葉がんセンター  
放射線治療部 治療放射線科部長  
岩瀬 勉氏に聞く



岩瀬 勉（いわせ・つとむ）氏  
1964年千葉県出身。中央医療技術専門学校卒。1988年千葉県がんセンター診療放射線技師、1955年千葉県東金病院、1998年千葉県循環器病センターを経て、2001年千葉県がんセンター勤務、現在に至る。

新病院移転に際しては、小線源治療装置のように旧施設から移設したものもあるが、リニアック以外にも新規に導入した装置がある。治療計画用CTもその1つで、従来20スライスの装置から64スライスの「SOMATOM Definition AS Open（Siemens Healthineers社）」にアップグレードした。同装置への期待を岩瀬氏はつぎのように話す。  
「新しいCTは、高速でカバレッジも広いので、4D画像などを撮影した際、有効性を発揮するかと考えています。以前の装置では呼吸同期で撮影できる範囲が狭く苦勞しましたが、新装置では撮像時間が短くなるので、より精度の高い画像を得るだけでなく、患者さんの負担の軽減にもつながると期待しています」

■リニアック「Halcyon」  
高い操作性と安全性を活用して効率的に放射線治療業務を実施

岩瀬氏に、新規に導入したリニアック「Halcyon」の操作性について聞くと、つぎのように答えた。  
「従来の放射線治療装置と比べて、操作するボタンの数が少なく、コンソールからの操作がしやすいですね。治療室内で「Halcyon」を操作する場合でも、装置に設置されているモニタで患者確認をし、タッチパネルで簡単にセッティング等の操作ができる点も便利です。手順に従って

千葉がんセンターでは、国立がん研究センター中央病院に倣い、診療放射線技師職は、画像診断、放射線治療、核医学診療の3部門に分かれて組織されている。そのうち、放射線治療部門の治療放射線科では9名の診療放射線技師が専従で診療業務に当たっていると、治療放射線科部長の岩瀬勉氏は話す。  
「リニアック3台において、各1台につき3名の技師が担当します。照射業務に診療放射線技師2名、CT等のセットアップや固定具の作成に診療放射線技師1名が担当する体制です。  
また、当センターでは小線源治療も実施していますが、こちらは年間70件程度と件数は多くないので、皆で協力し合いながら実施しています」

操作すべきボタンが光るなど、医療安全面に配慮されている装置だなど実感しています。

また、ガントリ内蔵型(リング型)という形状から、患者さんが装置やガントリに接触する心配ありません。「Clinacシリーズ」では接触センサーがガントリ付近についておらず、例えば乳房への照射の際には患者さんの腕に装置が接触しないように留意しなければならず、照射担当の診療放射線技師は少なからずストレスを感じながら業務を行っていました。その点、「Halcyon」ではこのような心配は全くなくなりますので、業務に安心して専念できる装置であると言えます」

また、稼働したばかりだが、岩瀬氏は、「Halcyon」による治療の早さに驚いたとつづ。

「CBCTの画像がとても良質で、治療計画との照合もオートで合わせてくれます。また、3Arcによる照射でもガントリの回転速度が速いので、従来装置以上に早



旧病院より移設した「TrueBeam」。他の2台とは別に、乳腺部位への照射等、その汎用性を生かした放射線治療を実施している。

きています」

河内氏は、新装置ならびにメーカーへの期待を語る。

「医学物理士の視点からも、バリアン社が提案する新技術の発想や完成度には好感を抱いています。

例えば、MLCひとつをとってみても、IMRT/VMATを実施する上で、形状、配置する位置、位置精度など、どれもよく練られています。

また、放射線治療を実施する上で重要な、「位置」を設定する機械的精度が極めて高いことも評価しています。具体的には、「TrueBeam」において、コプラナーのアイソセンタサイズは許容値0.5mmに対し、実際の数値は0.3mm前後ですし、カウチ回転は許容値0.75mmに対し、実際の数値は0.6mm前後です。また、「Halcyon」では、アイソセンタサイズの許容値が0.9mmに対し、実際の数値は0.



放射線治療部スタッフの皆さん。常勤医2名、診療放射線技師9名、医学物理士4名、看護師2名、受付事務員1名の18名が千葉県がんセンターの放射線治療を担っている。

く治療が完了します。加えて、音も静かなので、患者さんへのストレスも軽減しているのではないのでしょうか」

「バリアン社製放射線治療機器・システム  
機器・システムへの信頼性を高く評価  
メーカーを統一して安全性を高める

20年以上、同センターでのキャリアを持つ岩瀬氏は、バリアン社製の放射線治療関連機器・システムを高く評価している。

「2000年にIMRTを開始した際に、バリアン社の装置を導入しましたが、故障等も少なく、装置やシステムに対する信頼性は高く感じていました。

今回のリニアックの更新・新規導入では、他社製品についても検討しましたが、複数のメーカーの装置やシステムを導入すると、コスト的にも接続費用がそれだけ多く発生してしまいますし、メンテナンス費用も増えてしまいます。また、効率性や安全性の面でも、操作系統が増えることは、インシデントを引き起こすことにも繋がってしまいます。それ故、同一メーカー製にすることに迷いはありませんでした。

実際、今回の更新でも、機器・システム類の接続・稼働について大きなトラブルはなく、スムーズな更新を果たすことができました」

新病院における運用について、岩瀬氏はつぎのように話す。

「無事、新病院移転を果たしましたが、新しいリニアックをはじめ、まだ稼働を始めたばかりの装置が多いので、スタッフ一同、機器やシステムの運用に習熟しながら、新病院に適した運用法を探っていきます」

6mm前後、OBIやEPID中心も許容値0.5mmに対し、実際の数値はそれ以下に抑えられており、高精度での運用を実現させることができます。

放射線治療では、立案した治療計画を実際の治療で正確に再現しなければならぬのが当然ですが、昔の装置はビームがブレるのが当たり前で、各装置のそのような癖を把握する必要がありました。しかし、最新の装置は、うまくコミッションングできれば治療計画通りに治療できます。バリアン社の装置では特にその感を強くしますね」

加えて、リニアックのQA・QC業務でも、最新の装置に導入されているMPC(マシンパフォーマンスチェック)機能をとても良いアイデアであると河内氏は語る。

「稼働し始めたばかりですが、毎日の業務点検において、MPCをベースに、測定器でフォローしながら、精度管理業務を進めています」

放射線治療関連機器・システム②  
最新型のMLCや治療用ソフト等による  
高精度な放射線治療の実現に期待

新病院オープンとともに、新しいリニアックも本格稼働を開始したが、今後の運用について、河内氏は大きな期待を寄せる。

「新装置の2.5mmMLCやPerfectPitch 6-Dof Couch、HyperArc、iCBCT、MCO&RapidPlanなどの新技術によって、は大いに期待しているところです。また、稼働を開始したばかりですが、今回導入した光学式患者ポジショニングシステム

千葉県がんセンター

放射線治療医・診療放射線技師を積極的にサポートし、安全・高精度・効率的な放射線治療の実現に向けて取り組む

千葉県がんセンター  
放射線治療部 物理室  
河内 徹氏に聞く



河内 徹 (かわち・とる)氏  
1982年広島県出身。2010年首都大学東京博士後期課程修了。2007年より千葉県がんセンター診療放射線技師、2011年より同センター医学物理士として勤務、現在に至る。

千葉県がんセンターの放射線治療部には、前出のとおり、4名の専従医学物理士が勤務している。同センターの診療放射線技師から医学物理士となった河内徹氏は、同センターにおける医学物理士の位置づけとその役割について、つぎのように話す。

「放射線治療を行うに際して、その医療行為の背景にあるCTやリニアック、放射線治療計画システム等の品質保証を医学的、理工学的に行うのが医学物理士の役割です。

当センターでは、放射線治療部に物理室という部署を設け、4名の専従医学物理士が、放射線治療医、診療放射線技師らと協力しながら、業務を遂行しています。当センターの放射線治療部は、常勤医が2名と決けて多いとは言えません。それ故、医学物理士は医師の方針を理解



放射線治療計画用ソフトウェア「Eclipse」を操作する放射線治療部のスタッフ。放射線治療部には同ソフトウェア端末を12台設置。同一メーカー製を採用することで、ソフトウェアとリニアックの親和性を生かした放射線治療が実現している。

AlignRT (VisionRT社) は精度が高く、位置決めがよりスピーディーになりました。患者さんの負担ともなる皮膚のダメージも減らしていけたらと思います」

また、河内氏は、新リニアックのCBCTの高画質を高く評価している。

「Halcyon」Iterative CBCT (iCBCT) は、CTが苦手な軟部組織のコントラストを明瞭に描出できています。前立腺がんへの治療では重要な、直腸と前立

し、サポートすることで、最大限の診療成果を得るようにしています」

放射線治療関連機器・システム①  
医学物理士による積極的な提案で  
機器・システムメーカーを統一運用

新病院開院に際しての機器・システムの更新・導入に際しても、医学物理士が積極的な提案を行ったと河内氏は話す。「複数のメーカーの装置を導入する病院もあります。業務が複雑化するというデメリットに対して、新たな治療技術や治療効果を得られるといったメリットが確約される訳でもなく、当センターには向いていません。

そこで、現時点では、放射線治療の主要な役割を果たすリニアックと治療計画装置を同じメーカー製に統一することで、より質の高い放射線治療を、安全かつ効率的、低コストで提供することができますと考えたのです。治療計画装置については、以前、他社製の装置も使用していましたが、やはりデータ転送やリニアックとの接続面で問題があり、トラブルも多かったですね。

当センターでは、現在放射線治療計画ソフトウェアをバリアン社の「Eclipse」のみにして運用しています。同製品は扱い易い上、リニアックと同じメーカーのシステムゆえに、装置とシステムの親和性も高く、精度の高い放射線治療を実現できるかと実感しています」

河内氏は、放射線治療の高コスト傾向を懸念している。「治療装置の高精度化により、放射線治療を安全かつ効率的に提供できるようになりましたが、一方で初期導入費や保守費用などのコストが以前に比べ、増えてきていることも事実です。古い装置を工夫しながら使い続けても、保守契約が結べなかったり、修理用のパーツが調達できないなどの理由から、いずれは新型装置に更新せざるを得ません。放射線治療に関する診療報酬が大きく変化していない中で、高額な治療装置をどのように維持していくかは、今後多くの施設で課題になってくると思います」

## 千葉県がんセンター



1972年に開設された千葉県がんセンターは、2020年10月26日に地上9階、地下1階の新病院をオープンさせた。新病院では、病床数を341床から450床に増床(新棟に425床、既存棟に緩和ケア病棟25床)。さらに、①患者への負担の少ない手術支援ロボットを1台増設した2台体制による外科手術への対応、②通院しながら治療を行える薬物療法センターの拡充、③放射線療等との併用による効果が期待される温熱療法装置(ハイパーサーミア)の導入、④緩和ケア病床を25床から53床へ拡張といった診療機能強化策を実施。その他、患者総合支援センターを設置するなど、患者の利便性等の向上の取り組みを行い、千葉県におけるがん診療の中核施設として、さらなる発展が期待されている。

所在地：千葉県千葉市中央区仁戸名町 666-2  
病床数：450床  
病院長：飯世俊彦