



江戸川病院の BNCT 棟。同院では、2023 年 7 月から特定臨床研究による BNCT を開始。同研究では、放射線治療後の再発乳がん患者を対象に、ホウ素中性子捕捉療法の安全性と有効性を検討するとしている。

COVER STORY
2023
東京都

社会福祉法人 仁生社

江戸川病院

最先端の高性能リニアック他を導入し続け、高品質な放射線治療を推進する民間病院で BNCT による特定臨床研究がついに開始

江戸川病院は、2007 年のトモセラピーの導入以来、常に最新の治療装置の導入に積極的であることで著名な施設である。小誌でも複数回、同院を取材してきているが、放射線治療を中心に同院のがん治療への意欲は並大抵のものではない。同院では、2011 年に BNCT（ホウ素中性子補足療法）装置を導入し、治療実現に向け長らく努力を重ねてきたが、苦節 12 年、ようやく特定臨床研究として、7 月、再発乳がんの患者に対する治療が開始されることになった。これを機に、加藤正二郎院長、黒崎弘正放射線科部長らに、BNCT を含むがん治療への戦略ならびに期待を聞いた。

社会福祉法人 仁生社 江戸川病院
院長

加藤正二郎氏に聞く

——江戸川病院の診療の現状、特徴からお聞かせください。

当院では、20 年以上にわたり循環器領域、整形外科、がん治療を診療の 3 本の柱に急性期医療を担う地域の中核病院として住民の方々からの信頼を得てきました。ただ、最近ではこの 3 本の柱の構成も変化しつつあります。

これは、全国的にも言えることですが、この 10 年で循環器領域はピークアウトしている一方、当院では泌尿器科の患者数が増えてきているのです。それを受けて、同科の受け入れ体制も充実化を図っています。前立腺がんに対応するためのダビンチの導入や局所温熱療法（フォークセラピー）の実施もその一環です。当然、2007 年から稼働している放射線治療装置、「TomoTherapy（トモセラピー）」も大いに貢献しています。また、腎臓移植や腹膜透析などの治療を行っており、今や、私の専門である整形外科、がん治療、そして泌尿器科が、[〃]新[〃] 3 本の柱と呼べるくらいに患者さんが増えてきています。

なお、2022 年度の 1 日平均入院患者数は 3183 人、1 日平均外来患者数は、江戸川病院と隣接する外来施設のメディカルプラザ江戸川を合わせて 9151 人となっています。

——貴院の放射線治療体制は広く知られ

ていますが、現状をお聞きます。

その嚆矢は、2007 年、院内に東京江戸川がんセンターを開設した際に導入した前述のトモセラピーです。現在、同装置は 3 台が稼働しており、一時は同装置による前立腺がんに対する照射回数が世界一になったほど多くの治療を行っています。

また、先進的な MR リニアックとして知られる「MRIdium（メリディアン）」も 2021 年から稼働を開始しており、現在、4 台のリニアックで IMRT を含めた高精度放射線治療を実施しています。

なお、放射線治療以外にも、トモセラピー導入と同時期に開設した外来化学療法センターでの化学療法や、前述したダビンチによる手術など、がんに対する集学的な治療ができるように体制を整備しています。

——宿願だった BNCT が 7 月から稼働を開始しました。

BNCT の導入は、2011 年、先代院長の時期にスタートしました。元々は陽子線治療装置の導入を検討していたのですが、後に生物学的にがん細胞のみを叩くことができる BNCT に大いに興味を抱き、方針転換をして導入を決断したのです。

巨額を要する装置で、しかも、今以上に実験的な存在であった同装置を導入したことは、今でも無茶なことをしたものだと考えています。実際、今年の稼働を迎えるまでに、予想をはるかに超える 10 年以上の歳月が経ってしまいました。

実は、4 年前には機械の信頼性への不信から BNCT 事業からの撤退を検討し

た時期がありました。しかし、当院と同

じ CICS 社の装置が国立がん研究センターで稼働を始めており、装置さえ安定的に稼働できればと考え直し、事業を継続することにしたのです。無事、稼働し始めて本当に嬉しく思っています。

——特定臨床研究として放射線治療後の再発乳がんを対象とした理由をお聞かせください。

前述の国立がん研究センターでは、血管肉腫とメラノーマでの治験を実施したので、当院では、当初、脳腫瘍に対する治療の実施を検討していたのです。ところが、筑波大学が脳腫瘍に対する BNCT の研究を行うと聞き、急遽方針を転換し、対象を検討することになったのです。

当院の BNCT 装置は、上方から中性子を照射することから仰臥位で乳房を照射しやすく、女性の 9 人に 1 人が乳がん

を発症するなど、今後の患者数が見込める点などを考慮し、放射線治療後の再発乳がんに対する特定臨床研究から始めることにしました。

7 月 5 日に 1 例目の照射を実施しましたが、現在の時点で 2 例目の患者さんへの照射を準備中です。今回の特定臨床研究では、2025 年までに 5 例を対象とした照射を行う予定です。

——江戸川病院におけるがん治療の今後についてお聞かせください。

日本は諸外国に比べ、がん患者は増加し続けています。また、がん患者は症状が悪化すれば、Chemotherapy（ケモ）を目指すことになりますが、がん患者のための Care の受け皿は十分ではなく、[〃]がん難民[〃]として、非常に辛い状況におかれています。がん治療には、総合的、集約的な治療体制の構築が不可欠です。



加藤正二郎（かとう・しょうじろう）氏

1969 年東京都生まれ。1993 年日本大学医学部卒。同年慶應義塾大学医学部整形外科教室入局（腫瘍班）。慶応義塾大学病院、日野市立病院、立川共済病院など、関連病院勤務を経て、2003 年社会福祉法人 仁生社 江戸川病院 整形外科部長。2013 年同院 副院長、2016 年同院 院長、常任理事。医療法人社団 鞠生会 理事長。

そこで当院では、在宅・訪問診療や、緩和ケアへの対応を図るため、訪問診療を実施するクリニックや同じ法人の江戸川メディケア病院に緩和ケア病棟を開設する準備を進めているところです。また、化学療法も診療の質を高めるため、本年11月を目前にクリーンルームを18床に増床する予定です。

――今春、陽子線治療装置の導入も発表されました。

最近の医療の動向として、治療実績を重視した患者さんが増えてきています。

江戸川病院はこれまで、病院としての総合力を向上させようと様々な取り組みを行ってきましたが、今後は重点的な投資が必要になります。

質問のとおり、本年4月、陽子線治療装置の導入を進めることを発表しました。



BNCT 装置の照射室。同院で導入している CICS 社の装置では、垂直方向から中性子線を照射するよう設計されており、特定臨床研究の対象である乳房への照射がしやすい機構となっている。

東京都には1000万人以上の人口がいるのに、陽子線治療施設が1ヵ所もありません。そこで、同じ江戸川区内の放射線医学研究所発のベンチャー企業であるビードットメディカル社が開発した陽子線治療装置を導入し、同治療を開始しようとしたのです。稼働開始は2年半後を予定しています。

日本のがん治療は、海外に比べて現在でも手術偏重である状況は変わっていません。通常のX線による放射線治療に加え、生物学的に腫瘍細胞を選択的に叩くBNCT、体内深部にある腫瘍を叩く陽子線治療装置と、明らかにメリットのあるこれらの放射線治療装置を、がん治療の手段の1つとして持つことは、当院のがん治療の今後にとって極めて重要であると考えています。

■社会福祉法人仁生社 江戸川病院

がん治療の柱として最新鋭のMRリニアックに加えて トモセラピー3台による高精度放射線治療を実施中

――黒崎弘正氏――

社会福祉法人仁生社 江戸川病院
放射線科部長

黒崎弘正氏に聞く



黒崎弘正氏
(くろさき・ひろまさ)

1971年栃木県生まれ。1995年群馬大学医学部卒。2001年同大学医学部医学研究科修了。都立駒込病院、虎の門病院、船橋市立医療センターなどを経て、2012年東京厚生年金病院（現・JCHO 東京新宿メディカル医療センター）放射線治療科部長。同院にてトモセラピー導入等に携わり2021年9月より現職。日本ハイパーサーミア学会理事・健保検討委員会副委員長。同学会第41回大会（2024年）大会長。

江戸川病院 放射線科は、放射線治療だけでなく、もちろん放射線検査も実施しており、同院には外来部門に当たるメディカルプラザを含め、CTが3台、MRIが2台、血管撮影装置2台など、多数の画像診断装置が稼働中である。2022年度のCT検査件数は両施設合計で2万7600件、MRI検査件数は8900件を数える。また、同院のがん治療の柱である放射線治療については、回転ガントリ型リニアック「トモセラピー」3台、MRリニアック「メリディアン」1台を有し、2022年度の患者数は882人を数える。2021年、放射線科部長に

ラピー」という2種のリニアックの使い分けを解説する。

「MRリニアック『メリディアン』は、ハイドロゲルスペーサの『SpaceAR』を挿入して前立腺がんに対する定位放射線治療（SBRT）により、5回照射での治療を実施しています。ただし、『SpaceAR』の挿入を希望されない患者さんや、腸管が落ち込んで小腸に放射線が当たりすぎてしまう恐れのある症例の患者さんに対しては、『トモセラピー』で治療を行います。『メリディアン』は、肺がんや肝がんでの照射にも使用しています。

ただ、この装置は、動きのある臓器に対する照射については高い性能を発揮するものの、回転ガントリ型故に複数の腫瘍に対する照射が難しいことから、それらの症例については『トモセラピー』で治療を行っ

ています。なお、当院の『メリディアン』では、まだオンライン・アダプティブRTを実現できておらず、それが今後の放射線科の課題の1つになっています」

――トモセラピー――

最新型「Radixact」に更新して より高精度な放射線治療を実施

3台ある「トモセラピー」のうち、2007年から使用し続けてきた2台を2022年に最新型の「Radixact（ラディザクト）」に更新。性能が大幅に向上したことを黒崎氏は評価する。

「旧装置は、dynamic wedge を搭載しておらず、そのため頭尾方向にビームが伸びていて精度が若干悪かったのですが、新型の『Radixact』への更新により、それが大幅に改善されました。また、画像誘導時に



MR リニアック「MRIdian」と放射線科スタッフ。同院では、前立腺がんや肺がん、肝がんへの定位照射を実施している。



「TomoTherapy」の最新バージョンである回転ガントリ型リニアック「Radixact」。江戸川病院では3台の同装置が稼働中で、1日50件の照射を実施している。

黒崎氏が江戸川病院に入職した時点では、BNCT装置は、まだ稼働できていない状態だったという。

「私が入職する以前のBNCT装置は、特に陽子線のビームがリチウムターゲットにあたる場所に問題があるようで、安定的にビームを照射することができない状態ではなかったようです。ただ幸いにも、私が入職した頃には、ビームが安定して照射できるようになってきていました。

放射線科の責任者として、その後はBNCTを早期に

就任した黒崎弘正氏は、放射線科の現況を、つぎのように説明してくれた。

「私を含め、常勤の放射線治療医3名と非常勤医が数名が、放射線治療を中心に業務に取り組んでいます。臨床放射線技師は放射線科全体で約60名おり、そのうち約20名が放射線治療の業務を担当しています。また、医学物理士は3名が勤務しています。なお、当院の放射線治療は患者さんの利便性を考慮し、午後10時まで実施しており、日本で最も患者さんに寄り添った放射線治療を行っている施設であると自負しています。

1日の照射件数は、『メリディアン』は通常10〜12人ですが、最多で1日20件実施したこともあります。日本のMRリニアックは当院を含め6台ありますが、過去の照射件数の半分は当院の患者さんです。『トモセラピー』は3台で約50件の放射線治療を実施しています。

放射線治療を受ける患者さんの4分の1が前立腺がん、4分の1が乳がんの患者さんです。乳がんの術後照射などについては、他施設からの紹介患者さんも多いですね。残りが肺がんや肝がんなどとなっています」

――メリディアン――

MRリニアックの特性に応じて その性能を最大限に生かす治療を実施

黒崎氏は、「メリディアン」と「トモセ

稼働させるため、手続き等に必要書類をひたすら書き続け、現在の実稼働にこぎつけた次第です」

特定臨床研究では、放射線治療後の再発乳がんを対象としたことについては、放射線治療医の立場から黒崎氏はつぎのように話す。

「加藤院長の発言にもあるとおり、メラノーマは優れた治療薬が出てきた上に、元々日本人は罹りにくいがんであること、脳腫瘍については他施設での研究が進んでいたことから対象に選ばませんでした。一方、乳がんの患者さんは、今後増えていくことが見込める上に、当院の機械的な特性にも合致しています。再発乳がんを対象としたことは正解だったのではないのでしょうか。まずは2025年夏頃までに5例の特定臨床研究を行います。

現在、BNCT準備室の岡崎啓太先生を含む2名の専任職員と看護部スタッフにより、細かな技術的課題を詰めているところ です。

今回の特定診療研究後も、特定臨床研究等の取り組みを続けていくつもりです。現在は再発乳がんに対してですが、手術を拒否した初発乳がん患者への治療なども検討しています。

また、BNCTの最大の特徴であるホウ素製剤が腫瘍細胞にどの程度取り込まれるのか、18FBPA PET検査による研究等にも取り組みたいですね。

BNCT装置は、日本発の技術で作られたがん治療装置ですから、研究・開発を進めて、世界にこの技術を発信していきたいと考えています」

■ 社会福祉法人 仁生社 江戸川病院

BNCTの知識と経験豊富なスペシャリストを登用し、特定臨床研究等で治療実績を着実に積み重ねていく

— Interview —

社会福祉法人 仁生社 江戸川病院
BNCT準備室

岡崎啓太氏に聞く



岡崎啓太氏
(おかざき・けいた)

2017年京都大学大学院工学研究科原子核工学専攻修士課程卒、2020年同専攻博士後期課程卒。2020年より University of Minnesota, Radiation Oncology, Medical Physics, Master's degree, 2022年8月より江戸川病院放射線科放射線治療室に入職、現在に至る。

江戸川病院では、本格的なBNCT装置稼働のため、2022年8月にBNCT準備室を設置。同準備室に入職したのが岡崎啓太氏である。岡崎氏は、入職までの経緯をつぎのように紹介する。

「元々、BNCTは京都大学の原子炉実験場で開発、発展してきたものであることは有名です。京都大学で同分野について研究していた私は、医学物理を極めようと米国のミネソタ大学に留学し、修士号を取得。その後、日米で就職活動をしていたところ、京都大学時代の指導教官であった田中 浩基教授から、江戸川病院の

BNCT稼働へのアシストが日本の放射線治療進展に寄与するというサジェスチョンをいただき、当院に入職することになったのです」

江戸川病院に入職した当時を、岡崎氏はつぎのように振り返る。

「BNCT装置は、確かに安定的にビームを照射できるようになったのですが、BNCTに関するそれ以外の準備、例えば、線量計算のための計算機やホウ素濃度を測定するために必要な器具などが揃っておらず、それらの発注から業務に取り組みました。紆余曲折を経ながら、放射線治療室をはじめ各検査科や薬剤部のスタッフの皆さんの協力もあり、幸い4月に全ての機器や用具類が揃った次第です。」

また、治療計画用のCTなど、導入時は新品ながらメンテナンスが行われてこなかった機器・システム類のメンテナンスなども併せて行いました。

現在、特定臨床研究の事業に備えて、全身の線量を測定して評価する準備をしています。血中のホウ素濃度を測定する装置や線量の計算装置などを最新の機械に更新できたことで、従来は5日掛かっていたこれらの計算を2日半で終えることができるようになっていました」

気代も抑えられます。

一方で、BNCTは熱中性子というエネルギーが低い中性子を使用しており、体表から6cmより深い場所に腫瘍がある場合、中性子が届かないというデメリットがあるので、適用には注意が必要です」

BNCTの普及 医療機器としての承認と 人材の育成が普及のカギ

岡崎氏は、BNCTの研究を行っている施設が減っている現状を憂う。

「現在、BNCTの研究を続けている大学は少なく、学生を募集している大学も京都大学や筑波大学など、一部に限られてしまっています。また、研究施設がないことも問題です。現在のBNCT装置はどうしても治療優先になりがちですし、京都大学の原子炉も廃炉が決定しており、実験施設が減ることは、BNCT発展にとっては厳しい事態になっています。BNCT普及のために、ぜひBNCTに取り組みたいという病院が増えてほしいですね。」

また、一部の国内BNCT装置は医療機器ですが、高価です。一方、当院のCIS社製装置や、国内他施設に導入予定のフィンランド製装置は、まだ医療機器としての承認を得ておらず、この点もBNCT普及の障害となっています。これらを克服するためにも、特定臨床研究等で実績を挙げて、BNCTの有用性を世界に発信し、現在の機器が医療機器として認めもらうように努力と研鑽を積み重ねていきたいと考えています」



BNCTの分布を測定するなど、BNCT独特の運用法がポイント

岡崎氏は、BNCTの治療計画については、一般のX線照射と異なり特殊なものなのでBNCTの知識を正しく学ぶことが重要と話す。

「BNCTでは、まず患者さんにホウ素10の入った薬剤を2時間かけて点滴します。がん細胞が増殖する際に発現するアミノ酸トランスポーターLAT1が亢進する際、そこで必須アミノ酸を取り込むことが知られていますが、このアミノ酸に似た化学式を持っているのがホウ素10です。この性質を利用して、がん細胞にホウ素10を取り込ませます。そして、このホウ素10が取り込まれたがん細胞に中性子線を照射し、がん細胞のみを叩くのがBNCTの基本原理になっています。しかし、実際は通常細胞にもホウ素が

BNCTシステムの照射室で岡崎氏。同院では岡崎氏を含め2名の専従スタッフが同装置の管理・運用に従事。検査科や薬剤部の協力を得ながら、1年で同装置稼働までこぎつけたという。

分布するので、その評価が治療計画を作成するときのポイントとなるわけです。また、ホウ素の分布は、肺や肝臓など臓器によってもバラつきがあります。

今回の特定臨床研究では、再発乳がんへの照射になりますが、別の症例の場合は、皮膚、肝臓、粘膜など制約線量を設けている臓器があり、その制約を超えないように照射時間を決定しています。また、BNCT装置の照射口径は24cmもあり、X線のように金属製のコリメータを使うことができないため、ボラスを使用しているだけで線量を抑える工夫が必要です。さらに、ホウ素薬剤は点滴で注入するので、理論値どおりにはいかないことから、試行錯誤を繰り返しながら治療計画を作成しています。7月5日の第1例目の患者さんの計画は、4日を要して最終決定しました。ただ、これも経験値の蓄積で、より良い方向に向かうはずです」

治療計画システムは、同型のBNCT装置を使用している国立がん研究センターでの使用システムソフトを江戸川病院用にカスタマイズ。治療計画システム「RayStation」上にアウトプットするようになっているという。

BNCTのメリット・デメリット がん治療の機会を増やせるものの 深部の腫瘍への照射が難しい点に注意

岡崎氏は、BNCTのメリットについて、つぎのように訴える。

BNCTの構成イメージ



BNCTの構成イメージ。江戸川病院のBNCT装置では、全長7mのRFQライナックで加速された陽子線をターゲットシステム内のリチウムに衝突させて中性子を生成、照射するシステムとなっている。

社会福祉法人 仁生社
江戸川病院



※写真は同法人の江戸川メディアケア病院

1932年に結核病床200床を持つ病院として開院した江戸川病院。江戸川区には大学病院など、大規模な病院が少なく、同院は地域医療を担う中核病院の役割を果たしてきた。放射線治療をはじめとするがん治療で知られる同院は、2009年には東京都災害拠点病院、2012年には東京都東部地域救急医療センターの指定を受けるなど、開院から90年を経た今も、その役割を果たし続けている。

所在地：東京都江戸川区
東小岩 2-24-18
病床数：一般病床 474 床
理事長：加藤正弘
院長：加藤正二郎