

MY HOSPITAL

ご自由にお持ち帰りください。

# マイ・ホスピタル

2024 vol.104

3-4月号

隔月刊

メディカル・ズームイン — 新松戸中央総合病院 新松戸高精度放射線治療センター (SMART センター)

## 低侵襲、形・機能の温存にメリット 最新のがん放射線治療

知る 識る 日本偉人伝 29

# 御木本幸吉

没後70周年 真珠王

突撃!! イムズ探検隊

新松戸中央総合病院  
新松戸高精度放射線治療センター (SMART センター)

今、水を感じる小さな家で 19  
文と写真 麻生圭子

枝元なほみの  
野菜いっぱい 10 早おかず  
第22回 カブ

オショトいるいる  
コンデイションング

タイポクロス

無料

真珠養殖発祥の地・三重県の英虞湾

マイ・ホスピタル

Vol.104

2024.3-4月号(隔月刊)

発行：株式会社アイセルネットワークス マイ・ホスピタル編集部 〒100-0005

東京都千代田区丸の内1-6-2 新丸の内センタービルディング11F ☎03-5244-5913

スマートセンター (ShinMatsudo Accuracy Radiation Therapy Center)

# 低侵襲、形・機能の温存にメリット 最新のがん放射線治療

新松戸中央総合病院 新松戸高精度放射線治療センター(SMARTセンター)



内部照射の進捗状況をモニターで確認する伊丹センター長(右)

新松戸中央総合病院では、2024年1月から新松戸高精度放射線治療センター(通称SMARTセンター)を本格稼働させました。IMRTなどの外部照射から、内部照射、ラジオアイソトープ(放射性同位元素)を活用した核医学治療まで、トップクラスのがん放射線治療を網羅的に提供します。地域の皆さまの期待にセンター長の伊丹純医師が応えます。

## 低侵襲な放射線治療 高齢者も安心

— 新松戸中央総合病院では、新松戸高精度放射線治療センターが本格稼働しましたね。がんの3大療法「手術療法」「薬物療法」「放射線療法」が揃ったことにより、患者さま一人ひとりの病態に応じて3分野が連携。最適解を導く「がんの個別化医療」が院内でスピーディに実現すると思います。  
まず放射線治療の利点から教えてください。

**伊丹** 放射線治療では、放射線の電離作用でがん細胞の遺伝子を傷害し、増殖を抑え死滅させます。正常細胞と比べ、がん細胞は分裂・増殖が速いため放射線によるダメージが大きく、回復も遅い。その特性ゆえに成立する治療です。もし、がん細胞だけを放射線で

狙い撃つことができれば、理論的にはすべてのがんを根治できることとなります。近年の放射線治療は、腫瘍周辺の正常細胞への照射を極力抑えるテクノロジーを劇的に進化させました。全身麻酔下で体を切り開く外科手術と比べれば、明らかに低侵襲。高齢者や持病のある方にとって、リスクの小さい選択肢となります。  
— 副作用の心配も、どんどん減っているのですか？

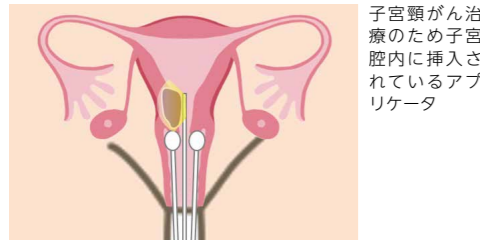
**伊丹** まだゼロには至りません。施術後10日から2週間程度、倦怠感や食欲不振、皮膚の炎症や口内炎、食道炎、腸炎などを訴える方は一定程度いらっしゃいます(急性期障害)。患者さまが小児であれば、数十年後に患部から二次がんを発症する可能性は否定できませんし、ごく稀に長期の血行障害や出血、細胞間組織の線維化を起

※ 放射線のエネルギーが、透過する物質(この場合はがん細胞)の原子や分子から電子を分離させる作用

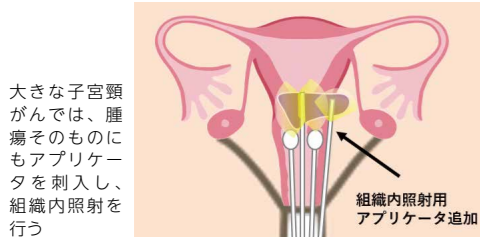
子宮頸がんの放射線治療



腔内照射で使われるアプリケータ

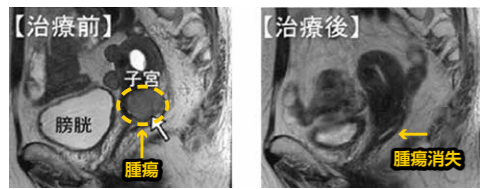


子宮頸がん治療のために子宮腔内に挿入されるアプリケータ



組織内照射用アプリケータ追加

大きな子宮頸がんでは、腫瘍そのものにもアプリケータを刺し、組織内照射を行う



進行した子宮頸がんにも、化学療法、外部照射 (IMRT)、腔内照射、組織内照射とハイブリッド治療を実施。大きかった腫瘍が見事に消えている

**YouTube 「ドクター伊丹 放射線治療医のがん情報チャンネル」**

放射線治療は危険？ 副作用や治療法について伊丹医師が解説します

**被ばく 痛み 副作用**

**放射線治療** とは何か

放射線治療専門医がお答えします



IMS(イムス)グループ 医療法人財団 明理会  
**新松戸中央総合病院**  
 TEL. 047-345-1111  
 〒270-0034 千葉県松戸市新松戸1-380  
 ◎記事内容に関するお問合せ: TEL. 047-345-1111

すす症例もあります(晩期障害)。ただ放射線は当たった部位にしこ効きませんし、副作用も起こりません。線量の体への影響は、原子物理学ではほぼ正確に予測できますから、経験豊富な医師であれば対策も十分に立てられます。

— 体の機能も温存しやすいと聞きました。

**伊丹** 臓器や組織を切除しませんが、腫瘍周辺の神経や筋肉への影響も限定的です。呼吸機能、排尿、排便機能、性機能等の障害が少ない、リンパ浮腫が起こらない、頭頸部のがんであれば声や嚥下機能を守れるといった事例はしばしば経験します。顔貌を損なわずに済む点も大きいですね。

— 放射線治療は、手術や薬物療法と組み合わせる例も多々あるのか。

**伊丹** 一般的にステージⅠ期とⅡ



新松戸中央総合病院  
**新松戸高精度放射線治療センター**  
 センター長  
**伊丹 純** 医師  
 日本放射線腫瘍学会/日本医学放射線学会放射線治療専門医、日本医学放射線学会指導医放射線科指導医、日本医学放射線学会認定医、緩和ケア研修修了、前日本放射線腫瘍学会小線源部会長、Japanese Journal of Clinical Oncology編集委員、Brachytherapy編集委員、Radiation Oncology編集委員

らは、元素の種類によってα(アルファ)線、β(ベータ)線、γ(ガンマ)線が放出されますが、X線と比べると透過力が弱く、体内ではミリ単位・マイクロン単位しか飛びません。周辺の正常細胞への影響は極少に、がん細胞をダイレクトに攻撃する究極の高精度放射線治療といえるでしょう。

— どのような機器をつかうのですか？

**伊丹** カプセルに密封した線源を搭載したRALS(遠隔操作密封小線源治療機)とCTを組み合わせた、画像誘導小線源治療を行います。線源はγ線を出すイリジウム192。

たとえば進行し大きく浸潤した子宮頸がんであれば、化学療法と外部照射に加え、内部照射(腔内

照射と組織内照射)が追加されます。治療直前にCT撮影下で子宮腔内と腔内、さらに病巣にもアプリケータを計4〜5本挿入。その1本1本を細いチューブでRALSとつなぎ、治療計画に従って、線源カプセルがアプリケータ内を移動・照射します。アプリケータの挿入で体に負担がかかりませんが、外来で可能な場合もあります。2日ほどの入院が必要な場合もあります。

— どんながんにも内部照射は可能なのですか？

**伊丹** 理論的には可能です。一般的には舌がん、口腔がん、肺がん、食道がん、子宮頸がん、子宮体がん、前立腺がんが多いですね。

乳がんの部分切除後は、再発予防のため乳房全体とリンパ節に外

部照射を行うのが普通ですが、当センターでは「加速乳房部分照射」が可能。切除後の乳房に局限してアプリケータを刺し、組織内照射を行うもので、5日間で終了します。乳がんのサブタイプやリンパ節転移の有無など若干の制約がありますので、ご相談ください。

— 最後に「核医学治療」について教えてください。

**伊丹** 放射性同位元素を含む放射性医薬品を、経口や静脈注射で投与し、原子が放出するα線やβ線ががん細胞を傷害する治療です。

当センターで行っているのは、①骨転移した去勢抵抗性前立腺がんを対象とする「ゾーフィゴ」と、②神経内分泌腫瘍(NEN)の治療薬「ルタテラ」。ゾーフィゴの主成分ラジウム223はカルシウムの

ように骨に取り込まれる性質があり、がん転移のため代謝異常を起こした骨の病巣に結合。α線の力ががん細胞の増殖を抑えます。

ルタテラは、神経内分泌腫瘍に特異的に発現するタンパク質に反応する物質と、β線を出すルテチウム177が結合した放射性医薬品。タンパク質を目印にがん細胞にくっつき効果を発揮します。

実は悪性の高い前立腺がんにも表れるタンパク質PSMAに反応する物質と、ルテチウム177を結合した放射性医薬品が、近い将来日本で認可される予定です。間違えずに前立腺がん治療のパラダイムシフトとなるでしょう。ルタテラはその前哨戦です。

— がん克服の未来が見えてきませんか。ありがとうございます。

**ゾーフィゴ®の模式図**

去勢抵抗性前立腺がんの骨転移治療に使われるゾーフィゴ®の模式図。静脈注射で投与した放射性医薬品が骨の腫瘍に放射線を照射

【出典:バイエル薬品株式会社「知っておきたい治療のお話と治療中の注意点」】

がん細胞

がん細胞

α(アルファ)線

ラジウム223

放射性物質のラジウム223が、代謝が活発になっている骨の転移集に集まります。ラジウム223から放出されるα(アルファ)線の力によって、骨に転移したがん細胞を直接攻撃します。

期の一部なら、多くのがんで手術単独または放射線単独が標準治療となります。どちらを選んでも5年生存率に差異はありません。

手術との組み合わせでは、①事前に照射して腫瘍を小さくする「術前照射」②術後、目に見えず取り残したがん細胞を叩き再発率を下げる「術後照射」③手術中に目視下で行う確実な「術中照射」があります。

手術が難しい進行がんでは、薬物療法と組み合わせる「化学放射線療法」が有効。免疫チェックポイント阻害薬との併用も薬効を増幅させるとされ、注目の的です。

— 放射線治療は常に根治をめざすがん医療の砦なのですか？

**伊丹** その通りです。加えて腫瘍による痛み、出血、呼吸困難、消化管の通過障害、脳腫瘍による麻痺症状などを軽減する「緩和ケア」でも活躍。治療と向き合う患者さまの生活の質を守ります。

**がんだけを狙い撃つ 多彩な技術革新**

— 放射線治療には、大きく分けて「外部照射」と「内部照射」の2つがあると聞きます。

**伊丹** 外部照射は体の外から放射線(主にX線)を当てる一般的な治療。当院では「TrueBeam(トゥルービーム)」という機器を用います。がん細胞を狙う手法の代表が「強度変調放射線治療(IMRT)」。

照射口のマルチリーフコリメータでX線の照射範囲・角度・強弱を刻々と調整し、かつ照射口そのものも移動させながら、腫瘍を立体トレースして照射するものです。

前立腺がんを例とするなら、画像上の目印になる金マーカーを前立腺に挿入。治療直前にCT撮影を行い、腫瘍の位置・形状と、呼吸に伴う4次元の動きを把握。すべてを治療計画に織り込み、コンピュータ制御で腫瘍を徹底追尾し、正確な照射を実現します。

当センターでは放射線の影響を受けやすい直腸と前立腺の間にゲル状のスプレーを局所麻酔下で

部照射を行うのが普通ですが、当センターでは「加速乳房部分照射」が可能。切除後の乳房に局限してアプリケータを刺し、組織内照射を行うもので、5日間で終了します。乳がんのサブタイプやリンパ節転移の有無など若干の制約がありますので、ご相談ください。

— 最後に「核医学治療」について教えてください。

**伊丹** 放射性同位元素を含む放射性医薬品を、経口や静脈注射で投与し、原子が放出するα線やβ線ががん細胞を傷害する治療です。

当センターで行っているのは、①骨転移した去勢抵抗性前立腺がんを対象とする「ゾーフィゴ」と、②神経内分泌腫瘍(NEN)の治療薬「ルタテラ」。ゾーフィゴの主成分ラジウム223はカルシウムの

注入。周辺組織の被曝を最小限にできますから、1回の治療で高線量の照射が可能になりました。以前は週5日×7週=35回の通院が必要でしたが、8〜10回で治療を完結でき、仕事や育児などの両立もより容易くしています。

また再発リスクの高いがんでは、後述する組織内照射を組み合わせ、根治を図ります。

— 外部照射には定位放射線治療(SRT)もありますね。

**伊丹** 腫瘍に向かって、多方向から放射線を集中させる手法です。比較的小さい腫瘍が適応で、特に高線量をピンポイントで当て、1〜2回で治療を完了する技術を定位放射線手術(SRS)と呼びます。

当センターでは、体幹部のがんならTrueBeam。脳腫瘍や頭頸部がんはZAP・Xというハイエンド機種の活用を予定しています。メスの届かない脳深部の腫瘍には福音となるでしょう。

— 伊丹先生は日本における内部照射の第一人者でしょうか？

**伊丹** 線源となる放射性同位元素を腫瘍付近、または腫瘍に直接挿入し、体の内部から放射線を照射する手法です。放射性同位元素か

YouTube 「ドクター伊丹 放射線治療医のがん情報チャンネル」

放射線治療は危険？ 副作用や治療法について伊丹医師が解説します

**被ばく 痛み 副作用**

**放射線治療** とは何か

放射線治療専門医がお答えします

**TrueBeam**

リニアックを搭載した放射線治療システム TrueBeam。3次元原体照射に加え、強度変調放射線治療や定位放射線治療が可能

前立腺に金マーカーを挿入し、TrueBeamはこれを目印に腫瘍を追ってIMRTまたはSRTを行う

前立腺と直腸の間に注入されたゲル状のスプレー。放射線に敏感な直腸を守る動きがあり、半年ほどで自然と体内に吸収される

# 外部照射・組織内照射・腔内照射・FDG-PET/CT 最新のがん放射線治療を提供



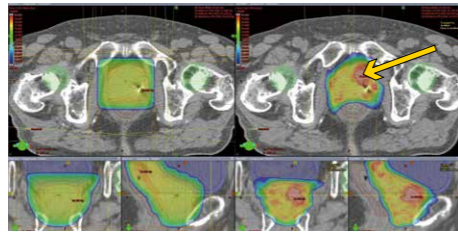
新松戸中央総合病院  
新松戸高精度放射線治療センター (SMARTセンター)

## 患者さまの個別化医療に貢献

**放射線科**  
なわの しげる  
**縄野 繁** 放射線診断専門医

がんの活性を映し出すFDG-PET/CTは、個々の患者さまに合ったオーダーメイド治療を計画するために欠かせない検査機器。ただし1回の撮影で全身のがんをすべて発見する夢の装置ではありませんから、がん検診でも複数の検査を組み合わせる必要があります。

なおFDGを別の放射性医薬品に換えることで、アルツハイマー病の診断も可能です。



右図は、TrueBeamによる次世代型IMRTを用いた精緻な前立腺がん治療計画。左図の従来の照射による治療計画と比べると、近接する膀胱や直腸の線量が大幅に低下していることが分かる。前立腺内の腫瘍部位の線量も増加しており、より高い制御率が望める



リニアック(X線加速器)を搭載したガントリーが、寝台の周りを自在に動いて照射するTrueBeam

## 放射線治療の普及に尽力したい

**放射線科**  
なりた ゆういちろう  
**成田 雄一郎** 医学物理士

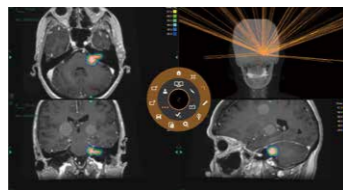
放射線に強弱をつけ、がん細胞だけを狙い撃つIMRTの開発研究に20年以上携わってきました。がん種によって手術と同等以上の効果が得られるエビデンスがあります。放射線治療は高齢者や持病がある方でも負担の少ない治療。もっと多くの医療機関で積極的な活用が進む手本となれるよう、本センターで実績を上げたいと思っています。



ZAP-X®。脳腫瘍や頭頸部がんの特化した最先端のX線照射装置。宇宙船を思わせる斬新なデザイン



中央のカートのような機器が内部照射(腔内照射と組織内照射)のためのRALS。寝台に横たわる患者さまのCT画像とリンクして、腫瘍に照射する

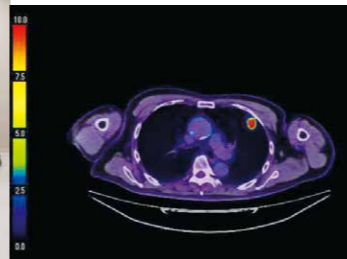


ZAP-X®による聴神経鞘腫に対する治療計画。放射状に広がる線はX線の入射方向を示し、非常に高い線量集中により周囲の正常組織の線量は極限まで低下することができる



SMARTセンターの受付。木目調のインテリアがたたかく患者さまを迎える

PET/CT装置。PET撮影とCT撮影が同時に行える



PET画像の例。左肺上葉に腫瘍と疑われる黒い影が認められる



PET画像と、体幹をX線で輪切り状に撮影するCT画像をコンピュータで融合したPET/CTの画像。腫瘍の活性が高いほど、赤く抽出される



PET/CT検査控室。FDG(放射性医薬品)が全身に行き渡るまで1時間ほどイスに座って安静が必要



## がんの放射線治療を総合的に提供

新松戸高精度放射線治療センター(SMARTセンター)は、新松戸中央総合病院に新設され、2024年1月から、本格稼働しています。外部照射をはじめ腔内照射、組織内照射、核医学治療まで網羅した最新のがん放射線治療を提供。一度の撮影でほぼ全身のがん検査が可能なFDG・PET/CTを導入しています。

PET(陽電子放出断層撮影)は、がん細胞が多量のブドウ糖を取り込み、増殖する性質を利用した核医学検査です。ブドウ糖と似たFDGという検査薬に、微細な放射線を出す物質(放射性同位元素)を結合させた放射性医薬品を静脈注射で投与。がん細胞がFDGを代謝する様子を、放射線を目印に撮影し、CT画像と重ね合わせて診断に役立てます。一度の検査で全身を撮影できるのが利点です。

放射線診断専門医の縄野繁医師は「CTやMRI検査ががんの位置・大きさを判定するのに対し、FDG・PET/CTではがんの勢い、悪性度、浸潤の様子、リンパ節や他の臓器への転移などを広範囲を撮影できるのが利点です。

また、血液がん治療である造血幹細胞移植の前処置として、免疫制御のために行う全身照射にもきめ細かく対応します。

一方2024年5月に始動するのは脳腫瘍と頭頸部がん治療に特化したZAP-X®。国内稼働は3台目というハイエンド機種です。ドームの中で、小型リニアック(X線加速器)が患者さまの頭部の周りを360度自在に動き、さまざまな角度からX線を腫瘍に集中する定位放射線手術(SRS)を行います。

がん以外に脳動脈瘤奇形、本態性振戦、三叉神経痛などの脳疾患治療に道を拓くと期待されます。SMARTセンターの大きな特徴は内部照射を得意とする点。腫瘍の至近距離までは腫瘍に直接、放射線源

がん放射線治療の目覚ましい進化に圧倒されました。特に脳腫瘍に特化した高度な放射線治療や、病巣を的確に狙う内部照射が行える医療機関は数が少なく、地域への貢献が期待されます。



探検隊長から...



新松戸高精度放射線治療センター(SMARTセンター)  
IMS(イムス)グループ 医療法人財団 明理会  
**新松戸中央総合病院**  
TEL. 047-345-1111  
〒270-0034 千葉県松戸市新松戸1-380  
記事内容に関するお問合せ:  
新松戸高精度放射線治療センター TEL. 047-345-1111

に確認。がん治療に重要な情報を獲得できます」と語ります。小さく活性の低いがんは写りにくいため、他の検査機器と合わせて活用するのが一般的です。

**外部照射と内部照射でがんの根治を目指す**

がん治療では原子核物理学に通暁した医学物理士の成田雄一郎氏が、伊丹純センター長陣頭指揮の下に綿密な治療計画を策定。放射線の強さや角度、総線量などコンピュータを駆使し最適化して制御する万全な体制です。

外部照射の主役はTrueBeam(トゥルービーム)。腫瘍をピンポイントで狙う定位放射線治療(SRT)と、周辺臓器を極力避けつつ腫瘍の形状を立体トレース照射する強度変調放射線治療(IMRT)および強度変調回転放射線治療(VMAT)を、短時間かつ高精度で実施する最新機種です。

腫瘍の位置は呼吸や生理活動などで動きますから、それを追尾する画像誘導機能や、呼吸同期機能を搭載。円形のガントリーが自在に動き、最適化した角度、線量、タイミングでX線を照射。正常細胞への影響を最小限に抑えることを挿入・刺入する究極の高精度放射線治療です。

使用機器はβ線を放出するイリジウム192の超高放射能線源を搭載した遠隔操作密封小線源治療機RALS。まずCT撮影下で「腔内照射」なら膣や子宮、食道など管腔臓器内にアプリケータを挿入、「組織内照射」なら腫瘍に直接ニードルを刺入。各々をRALSとチューブをつなぎ、線源を遠隔操作で移動させ腫瘍に放射線を照射し、がん細胞の遺伝子を破壊します。

β線は、体内では数ミリ以下しか飛ばないため、正常細胞への影響はほとんどありません。

当センターは病態により外部照射と内部照射を組み合わせる例もあり、放射線治療によるがんの根治をハイレベルで目指しています。