

放射線治療の最前線：ミリ単位の「設計図」と「熱」でがんに挑む

放射線治療科 診療科長 大栗 隆行

がんは、目に見える部分だけが敵ではありません。私たちが本当に向き合っているのは、画像には映らない“数ミリの広がり”です。その見えない領域まで正確に捉え、確実に治療する。それを可能にするのが、近年大きく進化した「高精度放射線治療」です。しかし、この治療は決して「最新機器が自動で行う医療」ではありません。その本質は、医師が数時間をかけて描く緻密な設計図と、それを支える多職種チームの徹底した精度へのこだわりにあります。

1 見えないがんまで描き出す — 「境界」を決める仕事

すべては、がんの“範囲”を決めることから始まります。CTやMRIの画像を一枚一枚確認しながら、まず目に見える腫瘍を「GTV（肉眼的腫瘍体積）」として描き出します。しかし、がんはその外側にも、目には見えない形で広がっている可能性があります。その“潜んでいる領域”まで含めた範囲が「CTV（臨床標的体積）」です。広すぎれば副作用を招き、狭すぎれば再発を許す。このせめぎ合いの中で、ミリ単位の妥協なき一線を引くことが、治療の質を決定づけます。さらに実際の治療では、呼吸や体の動きによるわずかなズレが避けられません。そこでCTVに安全域を加えた「PTV（計画標的体積）」を設定します。モニターの前で1mm単位の線を引く作業は、「ここまでは確実に治療し、ここから先は守る」という境界線を定める、治療の成否を分ける最も重要な判断です（図1）。

2 がんだけを狙い撃つ — 緻密な「線量設計」

次に行うのは、放射線の“当て方”を設計する作業です。私たちが目指しているのは、「等毒性

高線量照射」。すなわち、副作用を安全な範囲に抑えながら、がんに対しては可能な限り強く照射するという考え方です。IMRT（強度変調放射線治療）などの技術により、数百の微細なビームを制御し、がんの内部には高線量を集中させつつ、すぐ隣の重要な臓器は徹底して避けます。その結果、急峻で精密な線量分布が実現します（図2）。コンピュータ上で何度もシミュレーションを繰り返し、「安全性」と「治療効果」の両方を満たす最適解を探し続けます。

3 位置精度の番人 — 画像誘導放射線治療（IGRT）

どれほど完璧な設計図でも、実際の照射で位置がズレれば意味がありません。そこで不可欠なのが、画像誘導放射線治療（IGRT）です。治療のたびに、患者さんが治療台に横たわった状態でCTを撮影し、その日の体内の状態を確認します。計画時の画像と照らし合わせ、ズレを1mm単位で補正してから照射を開始します。日々変化する体の状態に対応しながら、設計図通りの治療を現実のものにします。この工程と、装置の精度を支える医学物理士・診療放射線技師らの継続的な検証が組み合わさることで、はじめて高精度放射線治療の安全性が担保されます。

4 「熱」でがんを弱らせる — 温熱療法之力

当科では、放射線治療に温熱療法（ハイパーサーミア）を組み合わせています。大きながんの内部は血流が悪く、酸素が不足しているため、放射線が効きにくいことがあります。そこで腫瘍を41～43℃に加温することで血流を改善し、酸素を行き渡らせます。さらに、熱そのものががん細胞のダメージ修復を妨げるため、放射線の効果をより強く、確実に引き出すことができ

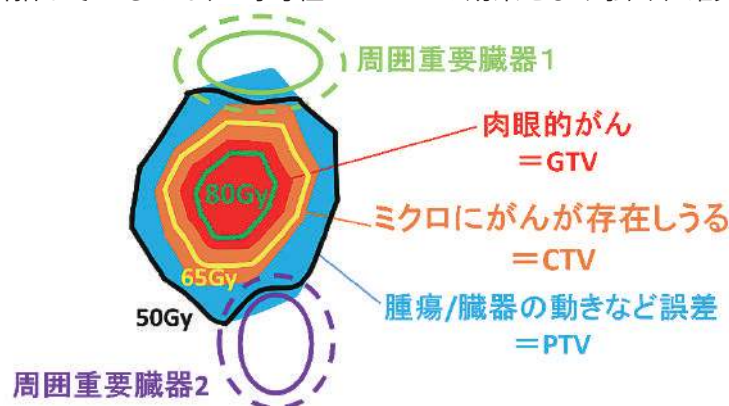


図1 等毒性高線量照射の概念図 ～ミリ単位の「攻め」と「守り」の可視化～

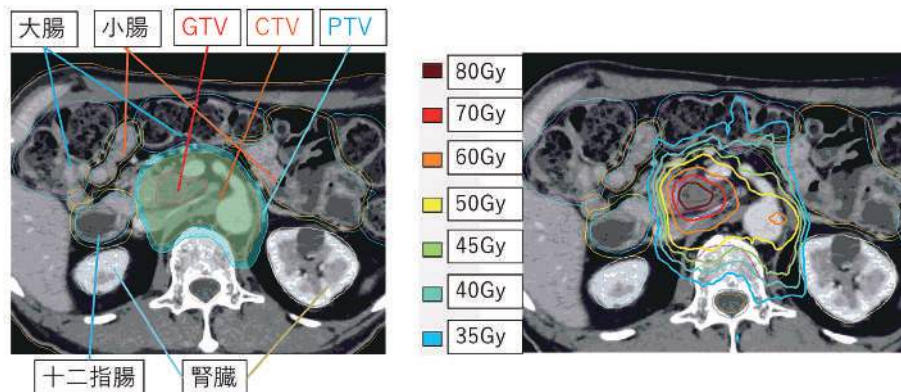


図2 膵臓癌に対する高精度放射線治療のプロセス～「設計図」から「現実の投与」へ～

■左図：がんを捉える「設計図」

標的を三段階で定義します。目に見える腫瘍（GTV）、顕微鏡レベルの潜伏領域（CTV）、そして呼吸などの動きを計算に入れた安全域（PTV）です。十二指腸、小腸、大腸や腎臓などの重要臓器をミリ単位で避けながら、再発を防ぐための「攻めと守りの臨界点」をここで見極めます。

■右図：急峻な「線量勾配」の実現

左の設計図に基づき、IMRT技術で放射線を投入した結果です。中心部のがんには根治を目指した最大線量（80Gy）を集中させつつ、わずか数ミリ外側の重要臓器へ向かって、放射線を35Gyへと急激にカットしています。このように、複雑な形状のがんに対しても「当てるべき所は強く、守るべき所は最小限に」という最適解を一例一例描き出し、現実のものとしています。

ます。物理学的な精密照射と、生物学的なアプローチ。この二つを組み合わせることで、従来は難しかったがんにも新たな可能性が広がっています。

5 治療の先にある「生活」を守る

私たちが目指しているのは、単にがんを制御することではありません。副作用を抑え、患者さんが仕事や日常生活を続けながら治療を受けられること。それもまた、重要な治療成果です。近年では「オリゴ転移」と呼ばれる限られた転移に対して、薬物療法と高精度放射線治療を組み合わせることで、長期的な病勢コントロールも期待されています。また、痛みや出血を和らげる緩和照射においても、短時間で確実に症状を軽減し、日常を取り戻す支えとなります。

産業医科大学病院では、こうした治療をより多くの患者さんへ迅速に届けるため、設備の更新を行いました。2025年9月から、最新型高精度リニアック3台（Elekta社Versa HD™ 2台及びHarmony™）が同時稼働しています（図3）。これにより、待ち時間の短縮と最適なタイミングでの治療開始が可能となり、さらに機器間のバックアップ体制により、治療を途切れさせない環境が整いました。

私たちが守っているのは、単なる臓器ではありません。患者さん一人ひとりの「これまでの生活」と「これからの時間」です。ミリ単位の精度にこだわる理由は、そこにあります。

*さらに詳細な情報は当科ホームページをご参照下さい。

2019/7- Versa HD™ 導入 2025/7- Versa HD™ (2台目) 2025/9- Harmony™

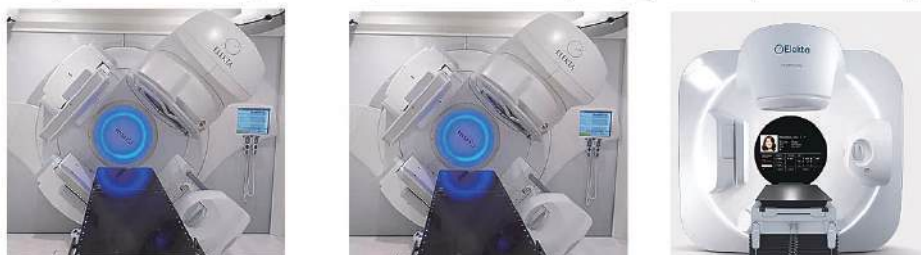


図3 2025年9月から最新型リニアック3台の同時稼働

