

3. トモセラピーによる IMRT の実際

古平 毅 愛知県がんセンター中央病院放射線治療部

トモセラピーの特徴と 臨床的有用性

強度変調放射線治療 (intensity-modulated radiation therapy : IMRT) は、物理学の進歩により1990年ごろより臨床応用された高精度の外部照射技術である。本邦においては2000年ごろより数施設で臨床応用が開始され、先進医療の段階を経て2008年からは前立腺がん、頭頸部がん、脳腫瘍の3疾患で、2010年からは限局性固形がんに対して保険適用されている。

IMRTは、通常の三次元治療計画に比べると治療計画、物理検証、治療手順が複雑で、準備期間や治療時間が長くなるのが問題と考えられていた。開発当初は汎用型リニアックによる固定多門照射ビームを用いstep and shoot法、sliding window法によるマルチリーフコリメータ (以下、MLC) の動的調整による強度変調を行う治療方法が主流だったが、近年では回転式IMRTであるvolumetric modulation arc therapy (以下、VMAT) の臨床開発・普及により治療時間の短縮、MU値の減少でその臨床的有用性が大幅に改善している。また、治療計画装置のコンピュータの高速化、高性能化で治療計画の作業時間の短縮が可能となり、画像支援ソフトウェアの進歩により治療計画や線量評価の作業効率も改善し、IMRTは日常臨床でもさらに急速に浸透しつつある。

トモセラピーは、開発当初よりVMAT

方式のIMRT専用装置としてリリースされた。頭尾方向に1.6mの広範な照射可能域を有し、スライスビームをベースとした51方向からの入射ビームを基にしたヘリカルスキャン式の照射方式を基本とし、ビームの強度変調はバイナリーMLCと呼ばれる専用の機器を使用する¹⁾ (図1)。バイナリーMLCの特徴により線量勾配を急峻に調整できる特性を有し、線量分布の優位性が報告されている。利点として汎用型リニアックに比べ頭尾方向に大きな計画標的体積 (以下、PTV) 設定ができ、全脳全脊髄照射²⁾、全骨髄照射³⁾、全腹部照射などの複雑な照射が一連の工程で比較的簡便に実施可能である。また、皮膚病変や頭蓋骨、胸壁などの中腔状の標的に対しても線量集中度が高く、内部正常臓器への線量低減ができる自由度の高い治療計画作成が行える。VMATは一般にMU値減少の利点があるが、トモセラピーはスキャ

ン方法の違いに起因し概して大きめのMU値となる (前立腺で2000~3000程度、全頸部照射で5000~6000程度)。これはスライスビームを頭尾方向にスキャンし積層照射を行うため、必要な照射時間に比例しMU値が高くなるためだが、実際の漏えい線量についてはVMATより同等か、むしろ低いレベルで管理可能である。基本的なヘリカル照射法は“Tomo Helical”と呼称されるが、現在では固定多門照射方式の照射法である“Tomo Direct”を併用することで、乳房照射や骨転移などの疾患でTomo Helicalより短時間に治療することができる。

また、物理検証手順は専用の標準仕様ソフトウェアを利用して実施され、手順がパッケージ化されており省力化が可能である。“VoLO”と呼ばれるGPUを使用したサーバの開発で、演算速度の高速化により治療計画や検証に要する時間が大幅に短縮され、現場での作業

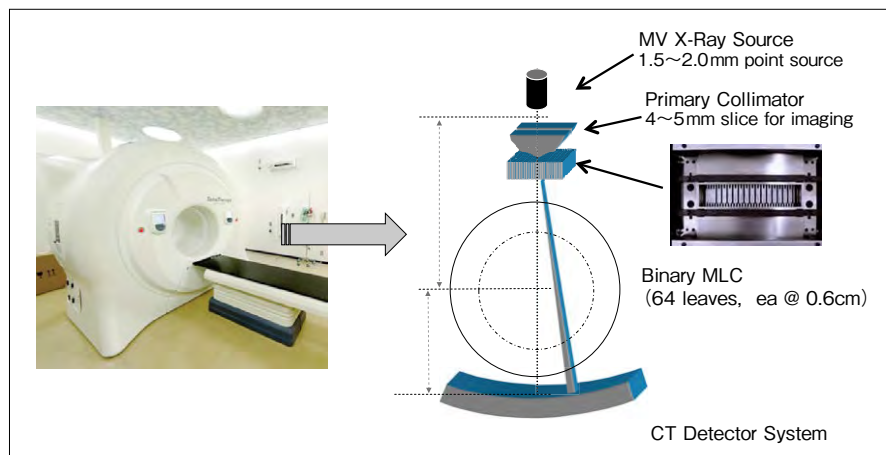


図1 トモセラピーのシステム概要