

総括研究報告書

1. 研究開発課題名：Dynamic WaveArc 照射技法を用いた革新的放射線治療法の確立
2. 研究開発代表者：平岡 眞寛（国立大学法人京都大学 大学院医学研究科放射線腫瘍学・画像応用治療学）
3. 研究開発の成果

① 臨床試験プロジェクト

- ・治療計画上の有用性に関する検討

「本プロジェクトで対象部位とした脳腫瘍（頭蓋底腫瘍）、前立腺癌、膵臓癌の治療計画 CT データを、治療計画装置に読み込み、従来法と Dynamic Wave Arc (DWA) を比較検討する planning study を実施した。まず、DWA 照射用 β バージョンプログラムの評価を実施したところ、中心部分の頭尾側に線量の漏えいが起こることを発見したが、同問題は、後に供給されたバージョンでは解決されていることを確認した。

通常回転原体照射法や一つの平面（横断面）上の強度変調回転照射法と比較して、DWAを用いることにより頭蓋底腫瘍では海馬の線量、前立腺癌においては直腸線量・大腿骨頭線量、膵臓癌においては腎臓線量をそれぞれ低減したプランが立案でき、臨床上有効な照射技法であることを確認した。しかしながら、膵臓癌については、現在当科標準となった息止め/追尾IMRTと同等以上の線量分布の実現には、DWAに追尾機能の追加が必要であることが明らかとなったため、本プロジェクトの臨床試験対象外と判断した。また、その他の部位についても、DWA軌跡のカスタマイズ機能が実装されていない現状では、臨床適応は困難であるとの結論に達した。脳腫瘍、前立腺癌については、作成したplanを治療装置に転送して照射試験を実施し、治療時間が概ね70秒と効率的な照射方法であり、実機で問題なく照射可能であることを確認した。

- ・問題点・改良点の検討

照射軌跡の追加機能またはカスタマイズ機能、照射中に放射線を照射しない部分の設定機能の追加により更なる線量分布改善が可能であることを見出した。本追加機能については、開発元へ改良依頼を行った。

- ・臨床試験プロトコルの作成

医学物理検証および治療計画上の有用性に関する検討が終了し次第、速やかに医の倫理委員会への申請が可能となるよう、実行可能性・安全性に関する臨床試験の研究計画書のドラフト版を作成した。

② 医学物理プロジェクト

- ・治療装置の本照射技法における精度検証

保有する研究開発専用機を用いて、ガントリーおよびリング軸の2軸を同時に回転させた状況下において、リング回転、ガントリー回転、マルチリーフコリメータ（MLC：照射野成形装置）および線量率（X線時間出力）の同時制御における機械的・線量的精度検証を実施した。MLCを除いた精度検証については、事前検証済みであるので本年度はMLCについての検証を行った。スリットフェンス試験（MLC停止位置のばらつきを評価）およびピケットフェンス試験（照射野のつなぎ目の位置、線量を評価）を実施し、実臨床使用に十分な高い精度が確保されることを確認した。

- ・治療計画装置のコミッショニング

本照射技法で必要となる専用治療計画装置用に開発されたプログラムの仕様確認を実施した。コミッショニング項目として、MLCモデルの作成、実測ビームデータ（深部線量曲線、軸外線量比、出力係数、他）の入力、ビームデータのモデリング（エネルギースペクトル、各種線源・照射野パラメータの調整）を実施した。また、本照射技法における治療装置各種パラメータを設定した。

- ・本照射技法専用QAファントム開発

本照射技法に適合した実測用QAファントムを開発した。照射方向に依存なく精度よく線量測定するための専用ファントムとし、表面の罫書き線に角度スケールをつけることで任意角度の断面の線量分布を計測評価可能にした。

- ・本照射技法のQC手法の確立

本照射技法は新規照射法であるため、照射中における装置の管理が重要であり、治療装置に実装されている照射ビームを可視化するための電子ポータルイメージングシステム（EPID）を利用したQC法を開発し、簡易的な測定によりMLCの位置誤差を高精度で検出可能な手法を確立した。