

# 可変コリメータを用いたサイバーナイフの精度検証

南東北がん陽子線治療センター ○大内 久夫(Ouchi Hisao)  
太田 裕樹 中野渡 優志 小松 俊介 阿部 良知 小森慎也  
新井 一弘 原田 崇臣 遠藤 浩光 加藤 貴弘

## 【背景・目的】

サイバーナイフは、6軸駆動のロボットの先端に小型リニアックを搭載しており、多方向からの照射を可能としている。それにより良好な線量分布を得ることが可能であるが、ロボットにより小型リニアックを動作させるため、総治療時間が汎用リニアックよりも増大してしまう課題がある。この課題に対して、可変コリメータIrisを用いることで、ある程度照射時間を短縮できる可能性がある。一方、Irisの構造上、実際の照射野は12角形で形成されるが(Fig.1)、治療計画装置上でIrisは円形照射野として登録されているため、理論上、計算精度が円形コリメータよりも悪化する恐れがある。

そこで本研究では、Irisを用いた照射について、計算値に対する実際の照射の精度を実測により検証した。また、当院で通常使用している円形コリメータとの計算精度の違いを検証した。

【方法】当院でサイバーナイフにより治療を施行した脳及び頭頸部病変10例を対象とした。実際の治療では、円形コリメータを用いて立案された治療計画を、コリメータ径・最適化条件を同一にしたまま、コリメータをIrisに変更し計画を立案した(Fig.2)。治療計画装置はMultiplan ver. 3.3.0 (Accuray)を用いた。

作成した治療計画は、サイバーナイフM6(Accuray)を用いてガフクロミックフィルムEBT3(Ashland)を coronal面に装填したサイバーナイフ用の検証用水等価ファントム(Qualita)に照射した(Fig.3)。フィルムの大きさは35 mm × 35 mmとした。照射終了から24時間後にES-G11000 (EPSON)にて、スキャンを行った。これをDD-System ver.12.24 (R-tech)を用いて解析し、治療計画装置の計算値と比較検討した。ガンマ解析は、30%以下の線量をカットオフし、2 mm<sup>2</sup>で評価を行った。

## 【結果】

Irisの検証結果は、計算値と実測値との間で一部低線量域において乖離が認められたケースも散見されたが、通常利用している円形コリメータを用いた場合と遜色ない傾向にあることが確認できた。Fig.4に10例のパス率の結果を示す。どの症例においても、計算値と実測値との間のガンマ解析のパス率は、円形コリメータのプランと

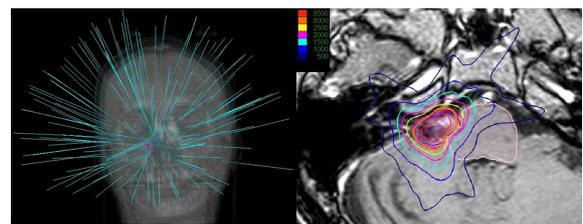
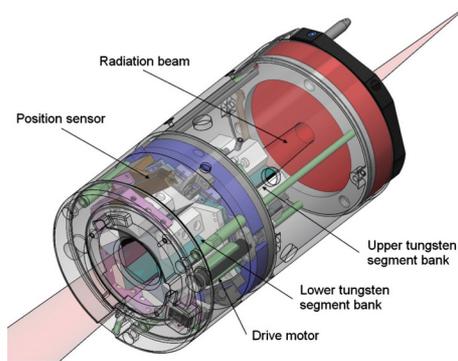


Fig.1 Irisの構造  
(参考文献1より引用)

Fig.2 治療計画の1例

照射時 展開時(中央にフィルムを配置)

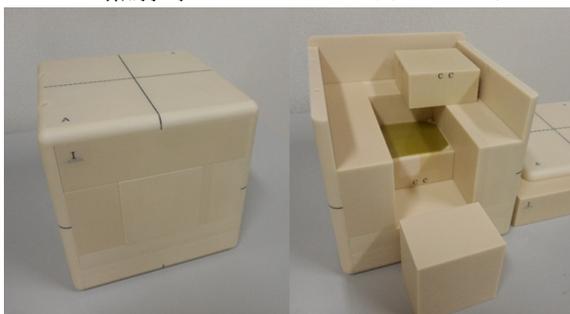


Fig.3 検証用ファントム

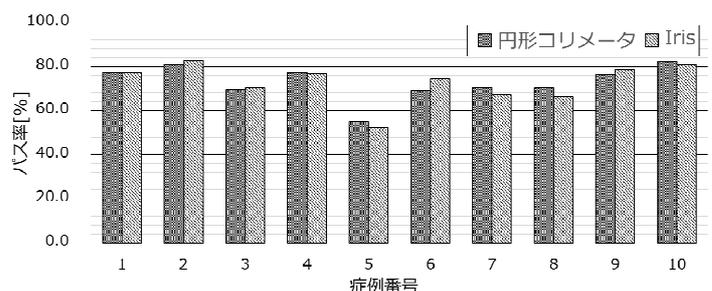
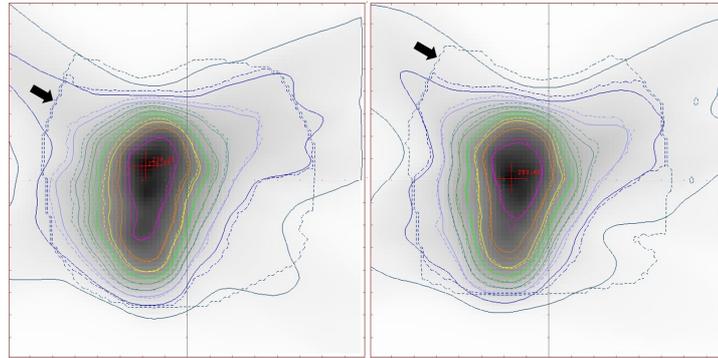


Fig.4 10例のガンマ解析のパス率の結果



円形コリメータのプラン Irisのプラン  
Fig.5 線量分布の典型例 実線:計算値、破線:実測値

Irisのプランの間で、ほぼ同等の値となった。カットオフ線量を10%、50%と変更したガンマ解析においても、両者は、ほぼ同等の値となった。

Fig.5に典型例として症例番号10の線量分布の検証結果を示す。円形コリメータのプランとIrisのプランは、それぞれ計算値と実測値で比較的良好に一致した結果となった。なお、低線量域において差が大きい箇所があるが (Fig.5中の矢印部など)、検証用ファントムの構造上、利用できるフィルムサイズに制限があるためである。

#### 【考察】

理論上、Irisを用いた場合、特に照射野辺縁領域において計算値には必ず誤差が含まれることになるが、今回の結果からガンマ解析、線量分布のいずれにおいてもIrisのプランは円形コリメータのプランと比較しても遜色ない結果が得られていることが確認できた。本研究のlimitationとして当院ではサイバーナイフは脳及び頭頸部病変への治療に用いることが多く、今回対象とした症例のターゲットサイズは比較的小さいことや使用したファントムに装填できるフィルムサイズに制限があることが挙げられる。そのためガンマ解析における位置合わせ時に、計算値と実測値の合わせこみが困難なケースもあった。しかしながら、そのようなケースであっても円形コリメータとIrisでのプランはほぼ同等の精度でガンマ解析を行うことが可能であることも確認できた。以上のことからIrisにおいて理論上存在する計算誤差は、実際には多門による多方向照射により埋没される可能性が示唆された。Irisを用いることで患者および運用の負担軽減を図れるだけでなく、適応の拡大にもつなげられる可能性もあることから、引き続き検討していきたいと考えている。

#### 【まとめ】

照射野辺縁領域において計算値との誤差が予想されるIrisについて円形コリメータとの比較を実測にて行った。Irisは、当院で通常使用している円形コリメータと遜色ない精度にあることが確認できた。定期的なQAは新たに必要になるが、Irisを用いることで治療の質を維持したうえで患者および運用の負担軽減を図ることは可能と考えられた。

#### 【参考文献】

- 1) Kilby W1, Dooley JR, Kuduvali G, et al. : The CyberKnife Robotic Radiosurgery System in 2010. Technol Cancer Res Treat, Oct; 9(5):433-52., 2010