

## 【助成 38 -34】

### 転移性脳腫瘍定位放射線照射における実測線量不確かさを考慮した品質管理手法の確立

研究者 京都大学医学部附属病院 放射線治療科 特定助教 小野 智博  
共同研究者 京都大学医学部附属病院 放射線部 川田 晃平  
京都大学大学院 医学研究科 人間健康科学科専攻 准教授 中村 光宏  
京都大学医学部附属病院 放射線治療科 助教 宇藤 恵  
京都大学大学院 医学研究科 医学専攻 教授 溝脇 尚志

#### 〔研究の概要〕

現在、転移性脳腫瘍に対する定位照射の適用が広がっているが、極小病変に対する小照射野の X 線の挙動は複雑であり、患者に投与される線量に不確かさ生じる。この不確かさを軽減する手法として IAEATRS-483 より本研究では、小照射野における照射線量の不確かさを軽減し患者の実投与線量をより確かに評価する出力補正係数を報告したが、定型照射野のみしか対応されず、照射野が連続的に変化する実患者における照射プランへの適用法は明らかにされていない。本研究では実照射プランに出力補正係数を適用する手法を開発し、その有用性を多種類の検出器を用いて評価した。開発した手法を用いて照射プラン毎に出力補正係数を算出し、それを補正することで多種類の検出器間の応答のバラつきが軽減されることを明らかにし、より確かな患者実投与線量評価の可能性を示唆した。

#### 〔研究経過および成果〕

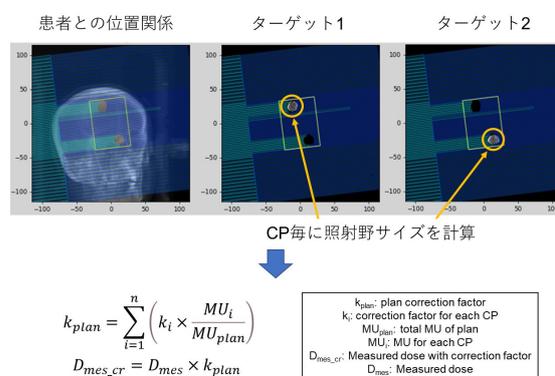
研究計画書に基づき、「ターゲット毎の照射野形状検出アルゴリズムの開発」及び「多種類検出器を用いた実測線量評価」について研究を遂行した。

#### 1.方法

##### ターゲット毎の照射野形状検出アルゴリズムの開発

照射プランの機器制御情報が格納されている DICOM データから照射形状に関わる情報及びターゲット(腫瘍)の位置情報を抽出する。図 1 に照射形状検出の手順を示す。プログラム言語として Python を用いてアルゴリズムの開発を行った。患者 CT 画像、標的位置、照射プラン位置を可視化し、照射中の各制御点(Control Point: CP)における照射野とターゲット位置関係を解析した。各照射野は放射線治療装置リニアック搭載のマルチリーフコリメータ(Multi-leaf

collimator:MLC)により形成され、照射野サイズは等価照射野サイズとして算出した。図 1 中に示す式に則り、複数ターゲットを対象に CP 毎に照射野サイズから出力補正係数を算出し、測定線量に補正を行うアルゴリズムを開発した。



照射野サイズから出力補正係数を算出し、測定線量に補正を行う

図 1 照射形状検出手順

## 多種類検出器を用いた実測線量評価

実測線量評価には、小照射野の検出器として IAEA TRS-483 に推奨されている 5 つの検出器(電離箱検出器;CC01, 3D pinpoint、ダイオード検出器; SFD、EDGE、ダイヤモンド検出器;microDiamond)を用いた測定を実施した。また、治療計画装置における計算値(XVMC)も比較対象とした。測定には水等価の球体ファントムを用いた。本ファントムを用いた出力補正係数の適用の有用性を評価するため、定型照射野に対する検出器応答を示す出力値(OutPut Factor: OPF)を評価した。次に、実臨床プランにおける有用性を評価するため、当院にて実施した臨床症例 15 例、22 ターゲットを対象に実測線量を評価した。各々の評価について実測値のバラつきを評価するため、実測値の中央値を比較対象とした。

## 2. 結果

### OPF の評価

図 2 に(a)出力補正なしの OPF,(b)出力補正ありの OPF,(c)出力補正なしの測定中央値との差、(d)出力補正ありの測定中央値との差を示す。測定中央値との差は出力補正なしで 4.3%以内、出力補正ありで 3.3%以内であり、出力補正係数の適用により OPF の検出器間のバラつきが軽減されることを確認した。

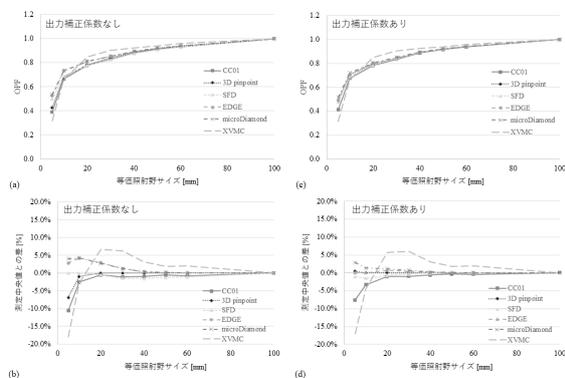


図 2 OPF の比較

## 実臨床プランにおける線量の比較

図 3 に実照射プランにおける(a)出力補正なしの相対線量,(b)出力補正ありの相対線量,(c)出力補正なしの測定中央値との差、(d)出力補正ありの測定中央値との差を示す。測定した検出器のうち、CC01 と EDGE に関しては出力補正ありにて測定中央値との差が大きくなったが、SFD と microDiamond は補正係数なしで  $8.8 \pm 3.0\%$  と  $8.9 \pm 2.1\%$ 、補正係数ありで  $2.9 \pm 2.8\%$  と  $0.8 \pm 1.9\%$  となり、補正係数の適用により測定中央値との差が軽減された。

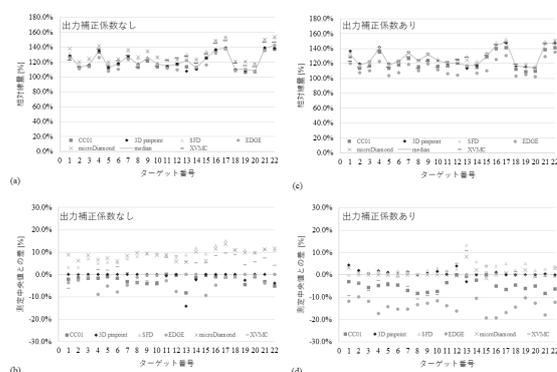


図 3 実臨床プランにおける線量の比較

## 3. 結論

実照射プランに出力補正係数を適用する手法を開発し、その有用性を多種類の検出器を用いて評価した。適切な検出器を選択すれば測定値のバラつきが軽減されることが示された。実照射プランにおける患者への実投与線量のより確かな評価が期待される。

[学会報告]

1. T Ono, M Nakamura, M Uto, T Mizowaki. Small-Field Dosimetry in Single-Isocenter Stereotactic Irradiation for Brain Metastases Using a Detector-Specific Field Output Correction Factor. 63th American Association of Physicists in Medicine Annual Meeting, July 25-29, 2021 on line