

モンテカルロシミュレーションによる直線加速器 ヘッドからの散乱光子に関する研究

片寄哲朗¹⁾、齋藤秀敏^{1,5)}、明上山温^{1,5)}、河内徹¹⁾、小島徹¹⁾、
成田雄一郎^{2,5)}、藤崎達也^{3,5)}、齋藤公明^{4,5)}

首都大学東京¹⁾、京都大学²⁾、茨城県立医療大学³⁾、
日本原子力研究所⁴⁾、独立行政法人科学技術振興機構,CREST⁵⁾

A Study on Scattered Photons from Medical Linear Accelerator Head using Monte Carlo simulation

Tetsuro Katayose¹⁾, Hidetoshi Saitoh^{1,5)}, Atsushi Myojoyama^{1,5)}, Toru
Kawachi¹⁾, Toru Kojima¹⁾, Yuichiro Narita^{2,5)}, Tatsuya Fujisaki^{3,5)}
and Kimiaki Saito^{4,5)}

Tokyo Metropolitan University¹⁾, Kyoto University²⁾,
Ibaraki Prefectural University of Health Sciences³⁾,
Japan Atomic Research Institute⁴⁾ and CREST, JST⁵⁾

近年、強度変調放射線治療が広く行われるようになった。この照射法では、小さく不整形な照射野や軸外に形成される照射野を多用するため、高精度な治療計画が必要である。このような照射法においては、現行の吸収線量の計算法ではいくつかの不確定要素が存在する。不確定要素の一因として、ヘッドからの散乱線の投与線量への寄与があげられる。

一般的に散乱線量の寄与は中心軸での値によるヘッド散乱係数が考慮されているだけである。しかし、正確な線量計算を行うためには、位置による入射ビームのエネルギースペクトル、入射角度の考慮が必要であるが、これらを正確に実測することは困難であり、現在吸収線量への寄与を治療ヘッドからの散乱線の発生位置毎に分けて解析したデータは少ない。

本報告では、治療ヘッドからの光子についてシミュレーションを行った。BEAMnrcコードを使用して、リニアックの治療ヘッドの構造をシミュレーション上で再現した。治療ヘッドはビームの進行方向に従い、ターゲット、プライマリコリメータ、ベリリウム窓、フラットニングフィルタ、モニタチェンバー、ミラー、セカンダリコリメータの順に構成し、幾何学的構造と材質を忠実に再現した。リニアックのターゲットから放出された光子について、latch オプションにより散乱が生じた位置を記録し、SSD = 100 cm での平面を通過する際のエネルギー、位置、進行方向などをサンプリングし、解析に使用した。いくつかの照射野についてシミュレーションを行った。ターゲット、プライマリコリメータ、フラットニングフィルタ、セカンダリコリメータから発生した光子フルエンスの変化を解析した。また、水衝突カーマへの寄与についても計算を行った。

この結果、治療ヘッドから発生する光子の中で水衝突カーマへの寄与が最も大きいのはフラットニングフィルタから発生する散乱光子によるものであることが明らかになった。