

受付 ID	16a29
分野	生命

さまざまながん放射線治療に対応した高速・高精度線量評価技術の

開発

Development of High-speed and precise dose estimation method for various radio-therapeutic modalities

熊田博明

筑波大学 医学医療系

1. 研究目的

筑波大学陽子線医学利用研究センターでは、中性子を利用した次世代のがん放射線治療であるホウ素中性子捕捉療法（以下、BNCT）の実用化に向けた研究開発プロジェクト（iBNCTプロジェクト）を遂行している。本プロジェクトでは、中性子を発生させる装置のみでなく、治療に必要な周辺装置の開発も並行しており、BNCT用の治療計画システム（開発コード：ツクバプラン）を開発している。ツクバプランには線量計算アルゴリズムとしてモンテカルロ法を採用している。

放射線治療に用いられるモンテカルロ計算については、線量計算精度は高いものの、線量計算に要する時間が他の線量計算アルゴリズムに比べて圧倒的に長いため、実用的に利用されているのは少ない。また、複数の放射線に対してモンテカルロ計算による線量計算を可能とする治療計画装置は、研究段階のものであっても、実用化されている段階ではない。

本研究では、中性子の線量評価（BNCT）はもとより、より汎用的に利用されているX線治療、および筑波大学が有する陽子線治療における線量評価を行うことができる基盤を構築し、iBNCTプロジェクトで開発中のツクバプランに導入するための基礎的検討を行うことである。

2. 研究成果の内容

中性子の線量評価に関しては、ビーム照射中に患者が動いた場合の線量分布の変化を評価し、論文化することができた（JRR-4ビーム）。また、現在iBNCTプロジェクトで開発中の加速器BNCTの計算体系を構築し、空気中における中性子束の空間分布計算、人体を模した水ファントム中における中性子束の空間分布計算、中性子による放射化の影響等を実験的に評価することができた。

X線の線量評価に関しては、昨年度構築した線量計算体系を高精度化することで、医療用直線加速器（Linac）の体系を正確に模擬することができ、水ファントム中にお

ける深部線量分布計算が測定値と一致するのみでなく、マイクロレベルでの微視的な領域における線量付与分布計算等を実施することができた。また、陽子線治療についても、筑波大学陽子線医学利用研究センターのビームラインを模擬し、水ファントム中の深部線量分布計算、二次的に生成する副次的な放射線の影響、微視的な領域における線量付与分布および生物学的な線量評価等を実施できる環境を構築するに至り、本内容は現在論文を投稿している段階である。

さらに、X線治療および陽子線治療の線量評価結果をツクバプランに読みこむことができることも確認しており、人体など複雑な体系に対して、BNCTのみならず複数の放射線によるモンテカルロ法による線量計算を短時間に実施する環境を整備することができた。

3. 学際共同利用として実施した意義

上記の線量評価すべてを我々が所有している小型クラスタ装置による並列計算のみで実施することは、計算時間的な観点から極めて困難である。本研究を学際共同利用として実施することができたことで、極めて短時間での計算が実現され、それらをまとめた成果を残すことができた。

4. 今後の展望

これまで、BNCTを皮切りに、X線治療および陽子線治療に対して高精度な線量評価体系を構築してきた。現在放射線治療として利用されているのは、これらの他にいくつかの種類があるので、それらを包括的に評価できる環境を構築していく予定である。

5. 成果発表

- (1) 学術論文
公開済み3件（投稿中2件）
- (2) 学会発表
10件
- (3) その他
修士論文：1件

使用計算機	使用計算機に○	配分リソース※
HA-PACS		
HA-PACS/TCA		
COMA	○	675
※配分リソースについては32node換算時間をご記入ください。		