

○プロジェクト研究 0532-1

研究課題 放射線治療の治療可能比の改善に関する研究

サブテーマ 「重粒子線ラジオグラフィの線量評価」

○研究分担者 放射線技術科学科 佐藤 斉

○研究年度 平成18年度

(研究期間) 平成17年度～平成19年度(3年間)

1. 研究目的

これまでに重粒子線治療における治療計画の精度向上を目指し、2次元的残留飛程分布の測定が可能な増感紙-光学 I I 付高感度CCDカメラシステム(以下、S-CCDカメラシステム)を用いた重粒子線CTシステムを開発し、重粒子線ラジオグラフィの有用性を検討してきた¹⁾。重粒子は物質との衝突により荷電粒子、中性子などの二次粒子を生成するため、S-CCDカメラシステムにおけるCCDの中性子損傷に対して特別な配慮が必要となる。また、S-CCDカメラシステムの測定精度向上を目指した研究を進める際、撮影に伴う被曝線量と残留飛程分布測定精度との関係を中性子の寄与を含めて検討する必要がある。これまでにHIMACで実施されてきた重粒子の二次生成粒子に関する研究は、ほとんどが荷電粒子を対象としており、中性子分布に関するデータはほとんど無い。本研究では、重粒子線治療室内の中性子分布を評価し、S-CCDカメラシステム最適配置の検討、および重粒子線ラジオグラフィの線量評価を行う。

2. 研究方法

中性子検出素子アリル・ジグリコール・カーボネート(ADC: Allyl Diglycol Carbonate)を用いて重粒子線に照射された厚さ20 cmのポリメタクリル酸メチル(PMMA)中の中性子分布を測定した。図1は、その測定配置である。昨年度までに実施したシミュレーション計算モデルと幾何学的に同一とした。この他にCCDカメラ位置やその周辺にADC検出器を追加して測定した。照射後のADC検出器をエッチング処理後、ADC検出器に生じたピットの形状を観察し、粒子成分の分析を試みた²⁾。

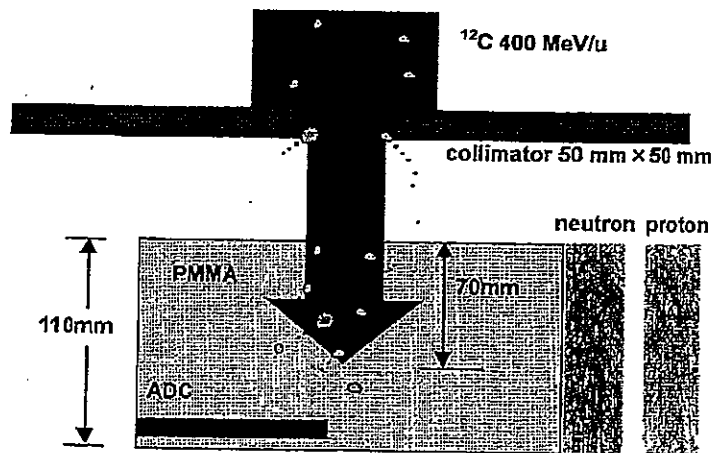


図1 ADC測定配置. Neutron, protonの飛跡はシミュレーション計算の結果.

3. 研究結果

図1の配置でC-400 MeVを照射したADC検出器をエッチング処理した後の顕微鏡写真を図2に示す。検出器に入射した荷電粒子の成分とエネルギーを反映したピットが生じている様子が観察された(図2)。各ピットの長径と面積の計測結果を図3に示す。図はビーム中心から2cm, 12 cmの位置に配置したADCの測定結果のうち、熱中性子フィルター(BN)を用いた場合と高速中性子フィルター(PE)を用いた場合の分布である。中性子、重荷電粒子とそれらの運動エネルギーにより生じるピットの形状が異なることが示された。

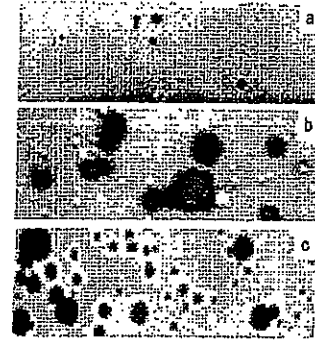


図2 ADC検出器に生じたピットの例
(ビーム中心からの距離 a:15 cm,
b: 5 cm, c: -3 cm)

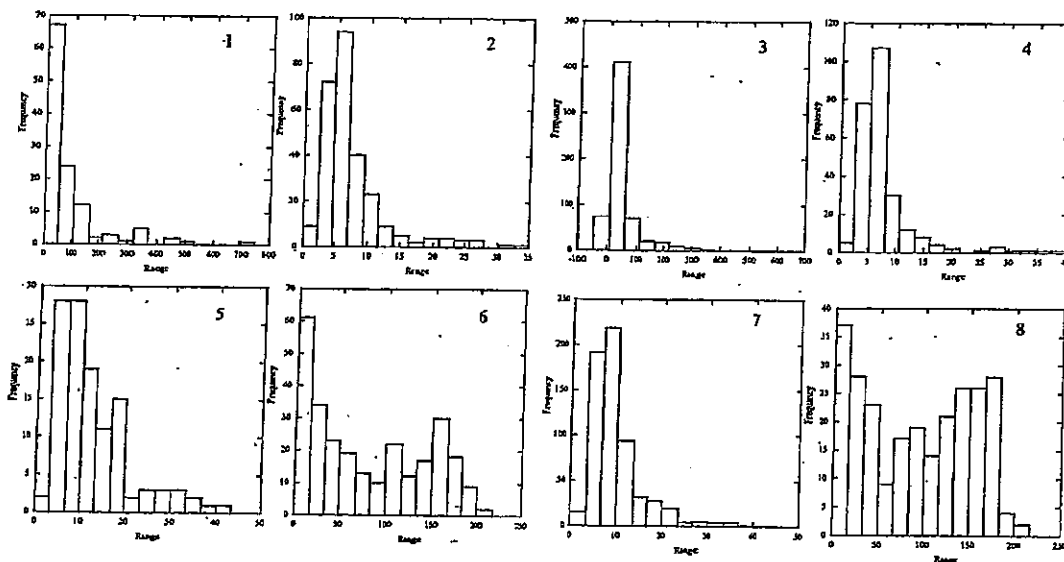


図3 ADCに生じたピットの形状計測結果。(面積 μm^2)1: PE-2 cm, 2: PE-9 cm, 3: BN-2 cm, 4: BN-9
(長径 μm)5: PE-2 cm, 6: PE-9 cm, 7: BN-2 cm, 8: BN-9 cm)

4. 考察(結論)

ADC検出器中に生じたピットの形状中性子、重荷電粒子やそれらの運動エネルギーにより異なり、それらの成分を分離して評価することが可能なが示唆された。ビーム中心からの距離により、発生する二次粒子の種類とエネルギーが異なることについては、前年度の計算シミュレーションで確認している。今後、ピット形状の特徴を精度よく定量的に計測する方法の検討と、シミュレーション計算結果との対応を検証する予定である。

5. 成果の発表(学会・論文等, 予定を含む)

準備中

6. 参考文献

- 1) Nishimura K, Satoh H, Inada T, Abe S, Futami Y, Kanai T, Matsuhuji N, Kawachi K, Higashi A, Kakeno K, Tazawa S.
Heavy ion CT by measuring residual range distribution
1998 Annual Report of the Research Project with Heavy Ions at NIRS-HIMAG:238-240
NIRS 1999年
- 2) Jakes, J and Schraube, H. Etched track size distributions induced by broad neutron spectra in PADC. Radia. Prot. Dosim. 70(1-4), 133-138(1997)