

2023年度北海道大学情報基盤センター萌芽型共同研究成果報告書

1. 研究類型 A) 計算資源利用型

2. 研究課題名 新規密封小線源治療用線源の設計と治療効果の検証

3. 研究期間 2023 年 5 月 22 日 ~ 2024 年 3 月 31 日

4. 研究代表者

氏 名	所属機関・部局名	職 名	備 考
大津 秀暁	理化学研究所 仁科加速器センター	チームリーダー	

5. 研究分担者

氏 名	所属機関・部局名	職 名	備 考
牧永 綾乃	理科学研究所 仁科加速器センター	客員研究員	
平林 義治	北海道大学 情報基盤センター	准教授	

6. 共同研究の成果

本研究は、密封小線源治療に適した新規放射性核種の探索を目的とする。本治療方法は、カプセルに封入された放射性核種を体内へ挿入する事により行う放射線治療の手法である。線源からの光子、電子、アルファ線が使用され、配置法、線源の挿入時間、線量率を制御する事で様々な疾患に適応される。線源を腫瘍近傍に直接配置する為に侵襲的である一方で、臓器の動きによる照射位置のずれを防ぎ、高線量率照射による生物学的効果は外照射による治療方法に優る事例も多い。現在、 ^{60}Co , ^{90}Sr , ^{106}Ru , ^{125}I , ^{137}Cs , ^{192}Ir , ^{198}Au 等の限られた核種のみが実用化され臨床現場で用いられる。療用の核種は、原子炉中性子による中性子捕獲反応により生成されるが、原子炉の数、立地、運転状況により線源の製造、流通には限界がある。また、線源を臨床で利用する際には線源強度の精密測定、定期的な線源交換が必須であるため医療技術者の負担が大きい。一方で、海外では、2015年頃から、密封小線源カプセルのサイズや形状の新規設計、超小型コリメータの使用、磁場を用いた線量分布の調整手法、放出放射線を治療と診断へ同時使用する技術の提案など活発に展開している。本研究では、計算機資源の問題のために検証されて来なかった放射線治療用の放射線源や治療効果について、モンテカルロシミュレーションコード PHITS を用いて、総括的に大規模計算を行う事で、新たな治療用線源や照射方法が明らかになり放射線治療適応範囲が広がる事が見込まれる。

以下、研究計画として、①臨床で使用されている密封小線源治療計算手法に基づく線量評価法、②研究開発で精密計算検証用に使用されるモンテカルロ法による線量評価法を用いて、A) 組織等価ファントム、B) ICRP Publ. 110 人体ボクセルファントムに対して、i) 既存線源による治療効果、ii) 新規線源による治療効果について比較検討を行う。線源データとして、既存線源だけでなく、RIBF 実験で生成出来る放射性核種等のうち治療に利用可能な核種の有無や特性についての検討を検討した。計画段階で申請した研究資源の不足の可能性が指摘されており、実際には、従来利用されている核種を用いた、①、②についての検証についてのみ遂行出来た。研究成果については、2023 年秋の原子力学会登壇発表、2023 年原子力学核データ部会主催の 2023 核データ研究会ポスター発表(査読付きプロシーディング有)を行う事により報告した。

(発表)

- 1) 牧永綾乃、大津秀暁、平林義治、“新規密封小線源治療用線源設計のための線源特性データベースの開発”、2023 年秋の原子力学会、2023 年 9 月
- 2) Ayano MAKINAGA, Hideaki OTSU and Yoshiharu Hirabayashi, “Design of new brachytherapy source using PHITS code”, Symposium on Nuclear Data 2023, Nov., 2023.

(プロシーディングス)

- 1) Ayano MAKINAGA, Hideaki OTSU and Yoshiharu Hirabayashi, “Design of new brachytherapy source using PHITS code”, JAEA Conference Proceedings series, (accepted)