

課題名(タイトル):

## 仁科加速器科学研究センターの放射線安全評価

利用者氏名:○田中 鐘信(1)、吉田 光一(2)、奥野 広樹(3)、赤塩 敦子(1)、小林 知洋(4)、見原 俊介(4)、Korkulu Zeren(2)

理研における所属研究室名:(1)仁科加速器科学研究センター 安全業務室

(2)仁科加速器科学研究センター RI ビーム分離精製装置チーム

(3)仁科加速器科学研究センター 加速器基盤研究部

(4)光量子工学研究センター 中性子ビーム技術開発チーム

## 1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

仁科加速器科学研究センターでは、RIBF 加速器施設を始め、多数の加速器を運用している。RIBF では、水素からウランに至る幅広い核種の重イオンビームを、核子当たり 350MeV のエネルギーまで加速できる。目標とするビーム強度は  $6 \times 10^{12}$  particle per second (pps) である。これらの重イオンビームによる核反応から、世界最高強度の RI ビームを生成し、原子核物理学等の様々な実験を行う。

大強度ビームによる核反応により、大量の放射線が発生する。この放射線により、高放射線量、装置への熱負荷、放射線損傷、物質の放射化によるビーム停止後の残留放射線量などの様々な放射線影響が起こる。RIBF は世界に類を見ない加速器施設であり、経験のみで放射線影響を予測する事は困難である。よって、モンテカルロシミュレーションと実際の測定を組み合わせ放射線影響を評価する。その評価に基づき、放射線に起因する問題の原因究明、法令を遵守するための遮蔽設計、装置の寿命や熱負荷の予想と対策、作業者の被曝低減方法の考案など様々な対応を行う。

## 2. 具体的な利用内容、計算方法

核反応・放射線輸送計算コード PHITS を用い、大規模並列計算を行った。現実の加速器および遮蔽を計算モデル空間内に構築し、ビーム照射しによる核反応および放射線挙動をシミュレーション計算する。2018 年度は、主に以下の評価を行った。

- ①中性子工学棟への小型中性子源 RANS2 設置検討
- ②リニアック棟に新しいビームコースの設置検討

## 3. 結果

①、昨年度に引き続き、中性子工学棟内において、小型中性子源加速器 RANS に加えて、RANS2 を設置するための遮蔽検討を行った。ひとつのホール内に設置された RANS1 と RANS2 を独立に運用するために、間に放射線遮蔽を設置し、互いへの漏洩線量を法令限度未満にまで下げる必要がある。PHITS を用いて、様々な遮蔽構造を検討した結果、厚さ 50cm のコンクリートと、RANS2 の天井に厚さ 5cm のポリエチレン遮蔽を設置することとした。図 1 に、代表的な RANS2 からの中性子線量率の計算結果を示す。エネルギー 2.49MeV の陽子ビームを強度 100 $\mu$ A リチウム標的に入射させた。RANS2 稼働時に RANS1 側に人が立ち入り作業するためには、線量率 25 $\mu$ Sv/h 未満まで下げる必要があるが、十分に下がっていることが分かる。また、RANS2 の使用許可を取得するために、放射線管理区域境界である中性子工学棟の壁の外への漏洩線量等についても評価した。これらの評価をまとめて、原子力規制委員会に申請し、許可を得ることができた。

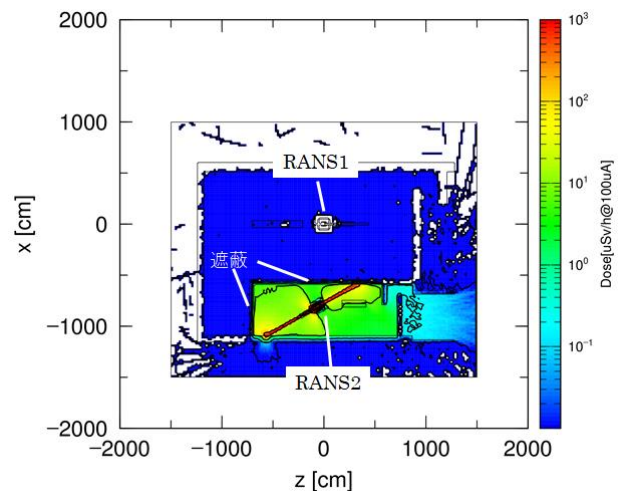


図 1 RANS2 からの中性子線量率

②、リニアック棟に建設予定の新しいビームコースの遮蔽設計を行った。医療研究のため放射性核種アスタチン 221 を核反応により生成するために、標的周りに必要な遮蔽を PHITS を用いて設計した。発生する中性子のエネルギーにより効果的な遮蔽材質が変わる。遮蔽を精度高く設計するために、標的からの中性子生成量とエネルギー分布を実測し、PHITS シミュレーション計算との比較も行った。遮蔽を設置できる広さに限りがあため、鉄とポリエチレンを組み合わせ、小型でも効果の高い遮蔽の概案を作った。詳細な設計は来年度に行う。

#### 4. まとめ

PHITS コードによる計算を行い、加速器やビームコース設置に必用な遮蔽の設計を行った。RANS2 設置の許可を原子力規制委員会から取得するための管理区域境界における放射線量率の評価も行った。

#### 5. 今後の計画・展望

引き続き、仁科加速器科学研究センターに関わる加速器施設の放射線影響評価を行う。また、シミュレーション計算精度を高めるために、実際の測定も行い、ベンチマークとなるデータを集めて、評価の精度向上を目指す。