

課題名 (タイトル) :

仁科加速器研究センターの放射線安全評価

利用者氏名 : ○田中 鐘信* 吉田 光一** 赤塩 敦子* 奥野 広樹***

所属 :

*仁科加速器研究センター 安全業務室

**仁科加速器研究センター 実験装置運転・維持管理室 RI ビーム分離生成装置チーム

***仁科加速器研究センター 加速器基盤研究部

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

仁科加速器研究センターの運用する RIBF 加速器は、水素からウランに至る様々な核種の重イオンビームを、核子あたり 350MeV のエネルギーで加速することができる。ビーム強度は世界最高を誇り、最終目標は 1 particle uA(=6×10¹² particle per second)である。様々な 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。そのため、放射線量、熱、損傷、残留線量など、様々な問題が発生する。これらの影響を、モンテカルロシミュレーション計算を用いて評価し、現在の問題解決や、将来予想と装置設計などの対応を行う。

2. 具体的な利用内容、計算方法

日本原子力研究機構等が開発した放射線輸送コード PHITS を用い、並列計算を行った。標的や、加速器装置にビームを照射し、核反応によりどのような放射線影響が発生するかを評価する。

2015 年度は、主に放射化の評価を行った。放射化による残留線量の高い領域として、ビームが直接照射される標的装置と、ビームがガス中を通過するヘリウムガス荷電変換装置が挙げられる。両者について、装置周辺にアルミ等の物質で出来たサンプル板をビーム照射期間中に設置した。これらを核反応により発生する二次中性子などにより放射化させ、残留放射能を測定した。一方、装置を再現したモデル空間を PHITS 上に構築し計算を行い、現実と理論計算との比較を行った。これにより、残留放射線の原因や、将来の低減や遮蔽などの対応を検討することができる。標的に

関しては、2014 年度にも測定を行ったが、測定箇所を追加し再測定したため、2015 年度に計算評価も行った。

他にも、標的へビーム照射中に生成する中性子による、加速器制御回路の誤作動の原因究明なども行った。

3. 結果

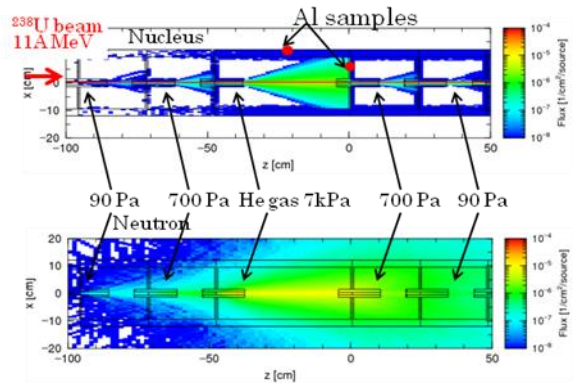


図 1 PHITS 計算結果。上図はウランビームおよび核反応による生成原子核、下図は生成中性子を示す。

PHITS による計算評価の一例を、図 1 に示す。ヘリウムガス荷電変換装置に、ウランビームが入射し、ガスを貫通する際の核反応により、特にガス圧力の高い領域から原子核と中性子が生成している。この計算により、装置の残留放射線は、従来よく見られるアルミ製チェンバーの中性子による放射化ではなく、ウランビームの核反応により生成した RI が主な原因であることがわかった。生成 RI は局在しているため、線源の低減や遮蔽、低被爆作業手順の考案などの改良を考慮することができる。また PHITS 計算と測定の比較ができたため、新装置の設計時に、計算により正確

に残留放射線を予測できる。

4. まとめ

放射線輸送モンテカルロコード PHITS を用いた並列計算により、RIBF 加速器の放射線影響評価を行った。残留放射線や、中性子による回路誤動作の原因を探った。残留放射線に関しては、測定との比較により計算のベンチマークとなる結果を得たので、将来の装置開発において、シミュレーションにより正確な残留放射線を予測できるようになった。

5. 今後の計画・展望

引き続き、RIBF 加速器における放射線影響を評価し、現在の問題の原因究明、解決方法の検討、将来の装置開発において重要な放射線影響予測のベンチマークを作る。