

課題名 (タイトル) :

RIBF 大強度ビームによる放射線強度計算

利用者氏名 : 田中 鐘信

所属 : 和光研究所 仁科加速器センター

実験装置運転・維持管理室 RI ビーム分離生成装置チーム

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

理化学研究所 RI ビームファクトリー(RIBF)においては、超伝導 RI ビーム生成装置である BigRIPS ビームコースを用いて放射性同位元素ビームを生成し、各種の実験を行う。RIBF の特徴は、大強度の重イオンビームを供給することであり、核反応により大量の放射線が発生する。BigRIPS の遮蔽は、簡易式によって設計されており、実際の遮蔽システムに基づいた評価が必要である。さらに、BigRIPS ビームライン上に配置されている超伝導電磁石や常伝導電磁石、等の装置には熱負荷や放射線損傷への対策が必要である。装置への対策としては放射線遮蔽板などの設置が考えられる。その際、ビームライン近辺の狭い領域に十分な能力を持った遮蔽体を構造、材質など設計する必要がある。また将来必ず行われる施設・装置の放射線環境下におけるメンテナンス作業時に、作業員の放射線負荷を減らす放射線遮蔽、作業手順の考案も必要である。これらの理由により信頼性の高いシミュレーションを用いて評価を行った。

2. 具体的な利用内容、計算方法

重イオン・放射線輸送コード PHITS を用いてモンテカルロシミュレーションを行った。RIBF では様々な種類の重イオンビームを加速出来るが、2010 年度に至るまで BigRIPS 周辺の放射線発生にもっとも影響のある ^{48}Ca イオンの大強度ビームについて PHITS により計算を行った。

まず大強度ビーム照射時に BigRIPS 周辺での中性子等による放射線量の予測を行った。さらに、放射性核種の生成量を計算させ、残留放射線量の予測も行った。

3. 結果

PHITS シミュレーションにより、BigRIPS の中性子遮蔽の弱い部分を発見し、大強度ビーム照射時に遮蔽設計の 1/100 しか効果がない箇所がある

ことが判明した。また、装置への放射線損傷の計算も行い、装置の寿命予測なども行った。

また、長期にわたる起源の残留放射線量の予測を部分的に行った。実際の測定結果と比較し、シミュレーションと現実の違いなど検証した。これらにより、将来、更なる大強度 ^{48}Ca ビームによる装置周辺の放射線環境が予測可能になり、メンテナンス作業の計画立案に重大な情報を得た。

4. まとめ

放射線輸送コード PHITS を用いて ^{48}Ca ビームによる BigRIPS 装置周辺の放射線量のシミュレーション計算を行った。放射線遮蔽の弱い箇所の発見、将来のメンテナンス作業時での放射線環境の予想など、重大な情報が得られた。

5. 今後の計画・展望

BigRIPS 装置にはさらに遮蔽が必要と判ったため、遮蔽設計をシミュレーションを用いて行う。放射線遮蔽の効果を様々な条件で計算し、検証を行う。

6. RICC の継続利用を希望の場合は、これまで利用した状況 (どの程度研究が進んだか、研究においてどこまで計算出来て、何が出来ていないか) や、継続して利用する際に行う具体的な内容

今後、 ^{48}Ca のみならず、U, Xe など他の重イオンビームの影響も考慮する。特に BigRIPS のビーム標的周辺は大量の放射線が発生するために、熱、放射線損傷を低減させる遮蔽システムが必要であり、材質、形状など様々なケースを考慮する必要がある。

7. 利用研究成果が無かった場合の理由

PHITS 計算と現実の測定結果の比較を国際会議 "Super computing in Nuclear Applications + Monte Carlo 2010" にポスター発表。