

課題名 (タイトル) :

不安定核生成における熱負荷および放射線損傷計算

利用者氏名 : 大西 哲哉

理研での所属研究室名 : 和光研究所 仁科加速器研究センター RIBF 研究部門

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

2007 年度に稼働した RI ビームファクトリーでは、超伝導 RI ビーム生成装置 BigRIPS を用いて放射性同位元素ビーム (RI ビーム) を生成し、様々な不安定核実験が行われている。利用者は、BigRIPS の機器に対する大強度ビーム使用時の熱負荷や放射線損傷の計算をこれまで行ってきた。今年度は、それらの計算経験をもとに、仁科加速器研究センターで整備中の不安定核イオン源への放射線による熱負荷ならびに損傷計算を開始した。この不安定核イオン源は、世界初の電子-不安定核散乱実験の基幹装置として開発されており、理研における従来の不安定核生成法とは異なる生成法を用いている。具体的には電子ビームをウラン標的に照射し、ウランの光核分裂反応を用いて不安定核生成を行う。この時、目的とする不安定核以外に多量の軽い荷電粒子や中性子が発生し、さらに電子ビーム起源の γ 線が大量に標的から発生する。本研究では、シミュレーション計算を用いて生成粒子並びに γ 線等の発生場所及び軌跡を調査し、機器への熱負荷や損傷を評価する。そして、遮蔽物による対策の検討を行うことを目的としている。

2. 具体的な利用内容、計算方法

計算は原子力科学研究所にて開発されている重イオン輸送総合コード Phits を使用し、MPI ライブラリを用いた並列計算でモンテカルロシミュレーションを行っている。計算ではウランの光核分裂反応による生成粒子を計算するだけでなく、生成粒子から発生する γ 線の輸送計算を行い、様々な機器との反応過程を取り込んでいる。現時点では、Phits プログラムは電子から発生する γ 線の生成過程を十分には取り込めていないため、 γ 線生成過程については既に実績のある Geant4 を用いて計算を行う。

ここで不安定核の生成という統計事象を取り扱って

いるため、様々な核種の影響及び局所分布などをみるためには計算回数(統計)を上げる必要がある。そのため RICC のクラスタシステムを利用した大規模計算を行っている。

3. 結果

今年度は計算の環境整備ならびに Geant4 などを用いた基礎計算の確認などを行った。

4. まとめ

今年度から従来の計算を基にした、新しいセットアップでの計算を始めた。物理プロセスを正しく取り込むため、幾つかのプログラムを組み合わせた基礎的な計算を行った。

5. 今後の計画・展望

今後、実際の実験機器をモデル化し、本格的な計算を進めていく予定である。

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

物理プロセスの取り入れに関する基本的な確認を行った。今後、実際の機器をモデル化した計算を行う予定である。その結果から実際の運用に対する指針が得ることができればと考えている。さらに開発元と協力をし、取り入れ切れていない物理プロセスについても扱えるようにしていきたい。

7. 利用研究成果が無かった場合の理由

計算を始めたばかりであり、基礎的な計算しか行っていないため。