

プロジェクト名(タイトル):

不安定核生成における熱負荷と放射線損傷計算

利用者氏名:○大西 哲哉 (1)

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 実験装置開発部

1. 本プロジェクトの研究の背景、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 SCRIIT 電子散乱施設では、世界初の電子・不安定核散乱実験を目指している。施設の基幹装置の一つとして、ウランの光核分裂反応を用いた不安定核イオン源が開発されている。このイオン源では、2000℃近くに熱したウラン標的に電子ビームを照射することで、寿命の短い(数十ミリ秒から数十秒)不安定核を生成する。生成された不安定核は熱運動によって標的から引き出され、イオン化した後にビームとして活用される。

本研究ではシミュレーション計算を用いて、照射時の生成粒子やγ線等の発生場所及び軌跡を導出し、機器への熱負荷や放射線損傷の評価を目的とする。また、機器メンテナンスを考慮した遮蔽による対策も検討する。それに加えて、高温となっている標的及びイオン源全体を計算することにより、機器の熱分布やひずみ等々を評価し、より効果的な標的や機器の設計を目的とする。また、得られた熱分布を検討することにより、不安定核の引き出し法の効率化を目指す。

2. 具体的な利用内容、計算方法

計算は、ウランの光核分裂反応による不安定核生成及び各種粒子の輸送計算と、高温時における各機器の熱負荷計算に分かれる。前者は、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う。計算では、生成された不安定核だけでなく生成時に発生するγ線やその他の粒子の輸送計算を行い、様々な機器との反応過程を取り込んでいる。不安定核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(放出する放射線や与えるエネルギー)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。そのためクラスタシステムを利用した大規模計算を行っている。後者の計算には、有限要素計算コード ANSYS を用いたモデリング計算を行い、各機器の熱分布やひずみなどを詳細に計算している。特にヒーターに電流を流し、電気-伝熱-機械の連成計算を行うことで、より現実に近い計算を

行う。より詳細な分布を得るために、大規模計算を行う必要がある。

3. 利用がなかった場合の理由

本年度は下記の理由から利用が進まなかった。

理由 1: ANSYS 計算について

今年度はイオン源の新規製作はなく、次期モデル設計にむけた概念設計の段階だったため、ANSYS 計算までには至らなかった。

また、次期 HOKUSAI では、ANSYS のサポートが継続されないことが判明した。そのため、COMSOL などの他計算ソフトへの移行の検討を開始したため、さらなる ANSYS 計算を控えた。

理由 2: PHITS を用いた計算について

昨年度実行した計算と測定との比較を行い、計算条件の最適化や、放射線に対応するための遮蔽の検討を行う予定であった。しかし、他実験の都合上、有用な測定データが取得できなかった。そのため、大規模計算の利用には至らなかった。

来年度以降は計算環境が変わることを考慮し、主に PHITS 計算を中心として行っていく予定である。