

課題名 (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

所属 : 仁科加速器研究センター実験装置開発室 RI・電子散乱装置開発チーム

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。そ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°C 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利用される。

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 線など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。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などを評価し、より効率的な標的や機器の設計を目的とする。

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。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。そのためクラス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、有限要素法計算コード **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-機械の錬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. 結果

本年度は、昨年度行った計算に基づき既存イオン源の改造を行った。改造実機を用いた測定を現在進めているところであり、計算結果の比較などを試みている。加えて、イオン源のさらなる性能向上を目指し、新型イオン源本体、特にイオン化室、のモデル計算を始めた。

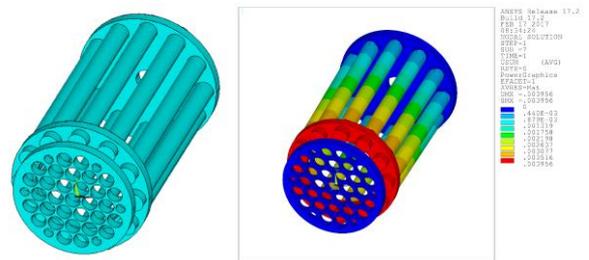


図 1: 新型イオン化室。左)モデリング図、右)2000°C 一様分布時の変形量分布。直径 14 mm。

図 1 はモデルの 1 例を示したものである。イオン化効率を向上させるために、従来の入り口部のみだけでなく、外周部全てから電子が入射できるようにした。他形状の評価を行いつつ、新型イオン源検討を行っている。また、図 1 の様な棒状モデルを発展させ、RF Trap の導入も検討している。

4. まとめ

本年度は主に昨年度の計算に基づいた改造イオン源の製作・評価を行った。計算としては、新型イオン源のモデル計算に着手した。

5. 今後の計画・展望

今年度は昨年度の計算に基づいた実機の製作・評価を行った。さらに新型モデル計算を進め、さらなる性能向上を目指している。一方、Phits を用いた輸送計算が遅れているため、来年度はそちらに注力していく予定である。