

課題名 (タイトル) :

不安定核生成における熱負荷及び放射線損傷計算

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では、世界初の電子-不安定核散乱実験の基幹装置として、不安定核イオン源が開発されている。このイオン源では、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。標的は 2000°C まで加熱されており、熱運動を利用して生成された不安定核を引き出す。

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目的とする。さらに、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。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。

さらに機器の熱分布やひずみなどを詳細に検討するために、有限要素法計算コード ANSYS を用いたモデリング計算を行う。

3. 結果

今年度は ANSYS を用いた新型ヒーターの計算を、熱応力による変形に注目して行った。

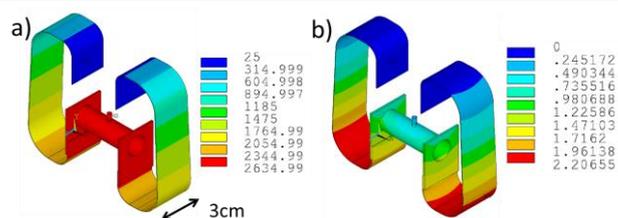


図 1 ANSYS を用いた新型ヒーターの a) 温度分布(°C 単位)及び b) 熱応力による変形度(mm 単位)

図 1 は ANSYS を使って計算した新型ヒーターの温度分布及び熱応力による変形度の一例である。今回は変形の効果をよく見るために輻射の効果を十分には取り入れていない。そのため実際の電流値とは異なり、中心部の温度が 2000°C 近くになるような電流値を用いた。計算結果を参照し、熱応力による変形、特に中心部の変形度を小さくするために、バネ構造を積極的に取り入れた形状を採用するに至った。

Phits を用いた計算については、簡単なモデルの計算をするにとどまった。

4. まとめ

今年度は ANSYS を用いた新型ヒーターの設計を行った。電気-伝熱-変形を一緒に評価することができる ANSYS を用いた計算を行うことで、熱分布や熱応力による変形度を評価することができ、ヒーターの形を決定することができた。

5. 今後の計画・展望

新型ヒーターを用いた不安定核生成を既に開始している。そこで次は Phits を用いた生成・輸送計算を行い、実際の測定との比較を行っていきたい。