

課題名 (タイトル) :

**RIBF における荷電ストリッパへの熱負荷の計算**

利用者氏名 : 久保木 浩功

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 加速器基盤研究部 加速器高度化チーム

## 報告内容

## 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RI ビームファクトリー (RIBF) では重イオンビームの大強度化が計画されている。加速途中の重イオンの荷電状態を上げるため、固体、気体を用いた荷電ストリッパが開発中だが、ビーム強度の増大に伴いストリッパへの熱負荷による寿命が問題となる。本課題では水素、ヘリウム、窒素ガスを用いたストリッパに与えられるビームによる熱負荷の見積、及び温度上昇に伴う影響を検討することが目的である。

## 2. 具体的な利用内容、計算方法

内径 50mm、長さ 90cm の導管内に 1.3 kPa まで水素、ヘリウム、窒素ガスを封入し、差動排気を用いて膜などを使わずに  $10^{-4}$  Pa のビームライン真空中に閉じ込め、標的とする。導管の両端をメカニカルブースターポンプで(1 段目)、さらに両端をターボ分子ポンプで排気し(2 段目)、段階的にビームライン真空まで圧力を下げていく。差動排気効率を高めるために各段は内径 2mm、長さ 10cm の細導管で仕切られている。中心部を 1.3kPa、1 段目を  $10^1$ Pa、2 段目を  $10^{-3}$  Pa とし、必要なガス流量を ANSYS で計算する。また、2mm の導管内を  $^{86}\text{Kr}$  ビームが通過する際の熱負荷と、導管の温度上昇も計算する。

## 3. 結果

ANSYS で用いている手法と同等の計算を行ったところ、一番条件が厳しい水素ガスで、必要な流量は 0.08 L/min との結果になった。実際実験でデータを取ったところ、0.2L/min という結果が得られ、計算結果がほぼ正しいことが実証された。熱負荷による温度上昇については計算が間に合わずに実験を迎えてしまった。

## 4. まとめ

必要なガス流量を見積もり、実験によりほぼ正しいことが実証された。温度上昇の計算は実験には間に合わなかったが、今後の開発に不可欠であるため、検討を進めていきたい。

## 5. 今後の計画・展望

先に温度上昇の実験データが取得できたので、計算結果が実験時の数値を再現するかを試し計算手法の妥当性を確かめる。それを踏まえ、今回よりも大口径の導管を用いたシステムで同等の差動排気効率が得られるよう、設計・計算を行う。ビームの熱負荷による温度上昇がガス密度、流速に与える影響についても検討を進める。

## 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

今回はテスト用の装置開発であったが、実際に加速器施設に組み込むには大口径で同等の性能を持つ装置を開発する必要がある。大口径にしたときにどのような排気速度の真空ポンプを用いればよいのか、また、温度上昇を抑えるためにはどの程度冷却が必要かの定量的な計算は今後の実機製作に不可欠であるため、継続利用を希望する。

## 7. 利用研究成果が無かった場合の理由

長期間のビームタイムの中断時を縫ってハードウェアの準備をしていたため、ジオメトリの決定及びチェンバー、架台設計、製作に時間がかかってしまったことと、他プロジェクトの仕事も並行して行っていたことが理由である。