

高エネルギープロトンによる炭素荷電変換フォイルの照射損傷

Radiation Damage of Carbon Stripping Foil due to High Energy Protons

加藤周一¹, 剣持貴弘¹, 吉本政弘², 山岡人志³, 和田元¹

同志社大¹, 原研², 理研³

Shuichi KATO¹, Takahiro Kenmotsu¹, Masahiro YOSHIMOTO², Hitoshi YAMAOKA³, Motoi WADA¹

Doshisha Univ¹, JAEA², RIKEN³

1. はじめに

J-PARC加速器では, LINACで加速された水素負イオン(H⁻)ビームをRCS (Rapid Cycle Synchrotron) に入射して3 GeVまで加速し, 最大1 MWのビームエネルギーで取り出す. RCSへのビーム入射には3 枚の非結晶性炭素荷電変換フォイルを使用した荷電変換多重入射方式を採用している. 第1荷電変換フォイルでH⁻ビームからH⁺ビームに荷電変換されなかったH⁰ビーム, 及びH⁺ビームは第2, 3荷電変換フォイルでH⁺ビームに変換され, H⁰ビームダンプへと廃棄する. フォイルは直径15 mmの, Table. 1にパラメータを示す大強度ビーム照射を受ける. 従って加速器の安定的な運転のためにはフォイルの長寿命化が不可欠な要素となる. 長寿命フォイル実現のためにはフォイルが破損に到るまでの詳細な劣化機構の解明が不可欠であるが, 現時点では劣化機構に対する十分な理解は得られていない. そこで本研究ではJ-PARCのような大強度ビーム照射下における荷電変換フォイル劣化機構の解明を目指す.

2. シミュレーションモデル

本研究で使用するモンテカルロシミュレーションコード ACAT(Atomic Collisions in Amorphous Target)は, 非結晶性ターゲット固体内の原子衝突を2 体衝突近似を用いて評価し, 粒子反射, スパッタリングなどを解析するコードである. 本研究ではスパッタ率評価プログラムに変更を加え, 高エネルギープロトン入射時のフォイルに発生する構造変化の予測を試みる. 最終的には炭素間結合様式の s-p 比評価, フォイル中の残留応力解析, フォイルの変形に至るまでのミクロ-メゾスコピック-マクロ変化に繋げる必要があるものの, 今回はその第一ステージとして, 欠陥の発生について調査を行うこととした. 従って最も基本的な量として, ACAT ユニットセル内の密度変化を計算し, その時間変化率を明らかにする. 既存の ACAT コードでは粒子入射によるターゲット原子位置変化などの時間発展的な情報は無視するため, 現在は固体内への粒子入射による時間変化を評価できるよう, コード改良を行っている.

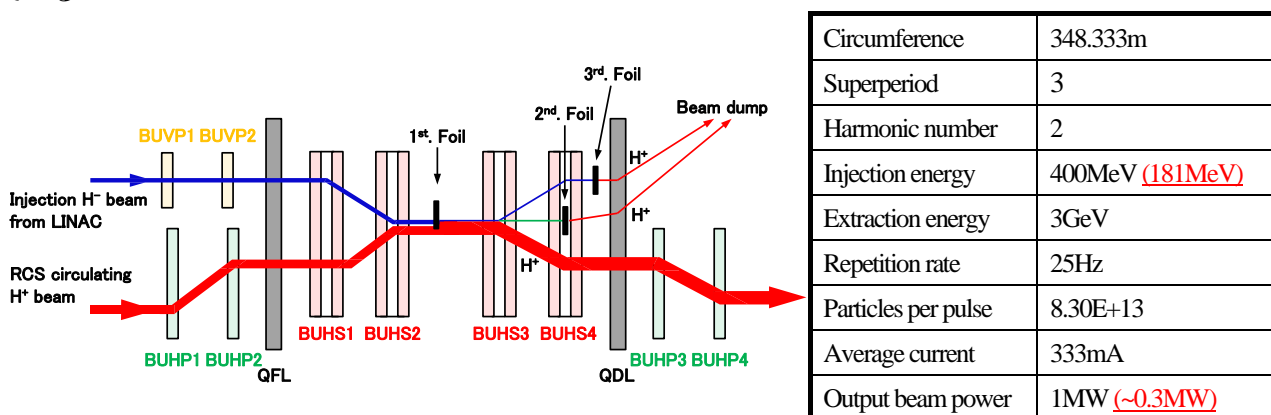


Fig. 1. Charge exchange multiple injection scheme realized by three carbon stripping foils applied to RCS of J-PARC.

Table. 1. RCS beam parameter. Round brackets indicates the presently achieved parameters.

【参考文献】

- [1] I. Sugai, Y. Takeda, Nucl. Instr. and Meth. A 561 (2006) 16–23.
- [2] Yamamura, Y. and Mizuno, Y., “Low-Energy Sputtering with The Monte Carlo Program ACAT”, Inst. Plasma Physics Nagoya Univ., IIPJ-AM-40, 1985