

# 名古屋大学におけるLiターゲットを用いた加速器型中性子源の開發現状

## Development of accelerator-based neutron source using Li target at Nagoya University

名工大 ○吉橋 幸子, 土田 一輝, 瓜谷 章, 渡辺 賢一, 山崎 淳, 鬼柳 善明

Nagoya Univ., °Sachiko Yoshihashi, Kazuki Tsuchida, Akira Uritani, Kenichi Watanabe

Atsushi Yamazaki, Yoshiaki Kiyanagi

E-mail: s-yoshihashi@energy.nagoya-u.ac.jp

### 1. はじめに

名古屋大学では、BNCT用加速器中性子源として静電加速器とLiターゲットを組み合わせたシステムを開発している。

### 2. 名古屋大学加速器BNCTシステム

#### 2.1 静電加速器

本システムでは、静電加速器としてIBA社製のダイナミトロン（最大加速器電圧2.8 MeV）を採用している。本加速器は、BNCTに必要なとされる中性子フラックスを発生させるために15 mAの大電流で陽子を加速することが出来る。静電加速器は、高周波を用いた加速器と比較して一般的に電力消費量が少ない特徴を有する。加速器から放出された陽子ビームは3つの四重極電磁石と偏向電磁石を通してターゲット上まで輸送する。大電流の陽子ビームをビーム伝送系の各種コリメータに当たらずに輸送できるようにビーム輸送モデルを構築し、ビーム軌道を推定しながら現在までで5 mAの輸送に成功している。さらに、ターゲット上での熱負荷を軽減するため、高速ビームスキヤニングシステムを構築した。

#### 2.2 封入型Liターゲット

本システムは、中性子の発生に ${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be}$ 反応を用いている点が特徴的である。LiターゲットはBeターゲットと比較して、低エネルギーの陽子ビームで高い中性子発生率があり、発生する中性子エネルギーは低い。そのため加速器システムや中性子減速体の放射化が少なく、装置全体を小型に出来る利点があり、世界のBNCT用加速器型中性子源のターゲットとしてLiの利用が主流になっている。我々は、Liを冷却基板とチタン箔で挟み込んだ構造をもつ封入型Liターゲットを考案し、開発している。Liを封入することにより熔融Liや放射化 ${}^7\text{Be}$ が加速管へ飛散することを防ぐことが出来る。またターゲット開発には、陽子ビームからの熱負荷を除去する冷却システムと金属間の熱伝達率向上が重要である。我々はリブ付きの冷却チャンネルを考案し、リブ無しの場合に比べ除熱効率が2倍以上向上することを実証した。また、Liと冷却基板およびTi箔との接合を向上させる手法を考案し、 $5.6\text{ MW/m}^2$ の陽子ビームを50時間照射した結果、ターゲット表面に破損がない事を確認した。

#### 2.3 減速体系BSA

開発中の減速体系BSA (Beam Shaping Assembly) は、ガントリー搭載を目指してノズルの付いた独自の体系を備えている。これまでの設計および予備実験からノズルから放出される中性子場は、IAEA-TECDOCに準拠していることが示されており、さらに最適な値となるように改良を進めている。

### 3. おわりに

本講演では、名古屋大学加速器BNCT用システム開発の現状とLiターゲットの性能および中性子特性試験さらに細胞実験の結果について紹介する。