

## 研究成果最適展開支援プログラム (A-STEP) 産業ニーズ対応タイプ

### 平成 29 年度中間評価結果

1. 研究課題名：医療用加速器中性子源技術の産業利用への応用に関する研究

2. プロジェクトリーダー：熊田 博明（筑波大学 医学医療系 准教授）

#### 3. 研究概要

本研究課題では、開発中の医療用小型加速器に熱中性子を発生させる機能を付加してビーム照射位置で  $3 \times 10^8 \text{ n/cm}^2 \cdot \text{s}$  の中性子束を達成する産業用ビームポートを開発・整備する。また、開発したビームポートで発生する熱中性子は、本プログラムの他の研究課題に提供して計測機器の開発や中性子ビームの産業利用に寄与する。さらに、熱中性子ビームポート開発の経験と、中性子ビームの利用研究への提供の実績とをフィードバックして、産業利用専用的高中中性子束小型中性子源製造のための技術基盤を確立する。具体的には、大電流陽子発生イオン源や短パルス陽子発生技術、陽子加速器の構成要素機器間の効率的陽子輸送の高度化技術、高中中性子束熱中性子発生技術の開発である。

#### 4. 中間評価結果

##### 4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

加速器に関しては、イオン源と陽子ビーム輸送系の整備を進め、平成 28 年度内に平均電流 1mA 以上の陽子を発生することに成功したことを高く評価する。ただし、ビーム安定性と大電流化を優先したために、その代償としてビームチョッパーシステムによる短パルス化の計画をあきらめることとなり、陽子ビームのパルス幅は約 910ns となっている。やむを得ない判断であったが、熱中性子のパルス幅が長くなり熱中性子の利用分野に大きな制約が生じている。

熱中性子発生に関しては、シミュレーションで陽子平均電流 2mA の条件で、設定した熱中性子束が発生できることを確認した上で、熱外中性子を熱中性子に変換する 2 次ターゲット（中性子減速体）の設計・製作を行い、次段階の熱中性子の発生検証実験に関しては、陽子平均電流 1mA の運転条件ではあるが、当初計画の平成 30 年 7 月を大幅に前倒して平成 29 年度上期に実現したことは、特筆すべき進展である。その検証実験では、金箔放射化法の評価結果として、照射ビーム孔中心位置で発生した熱中性子束  $6.7 \times 10^7 \text{ n/cm}^2 \cdot \text{s}$  が得られている。

##### 4-2. 今後の研究に向けて

本プログラム後半の研究計画としては、2本の柱が設定されている。その一つは、熱中性子ビームの平成 30 年度からの順次供用開始であり、予定通りの供用開始を目指して、照射

室内の整備が行われている。また最優先課題として、本来の医療用加速器中性子源としての要請に応えるため、陽子ビームの2~3mAへの大電流化による中性子ビーム強度の増強のための開発が設定されている。大電流化の要請は理解するが、熱中性子ビームの提供に関しては、0.5~1mAの平均電流における供用運転でも利用研究には十分であり、定期的な安定運転による供用運転により、医療用中性子検出機器の開発も含めた機器開発等の利用研究が推進されるものと期待する。また、金箔照射の結果からは、理化学研究所小型中性子源より一桁高い中性子束が得られることが予想されており、比較測定などを行うことにより、熱中性子束の特性を検証する実証研究を早期に推進することが望ましい。

#### 4-3. 総合評価および研究継続の可否

##### 総合評価 A、研究継続 可

すでに熱中性子ビームを発生出来ており、今後の進捗に期待する。特に、開発したビームポートで発生する熱中性子は、本プログラムの他の研究課題や中性子ビームの産業利用に提供される計画であり、その方向で着実に今後の研究開発を継続していただきたい。

以上