

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 年度事後評価結果

1. 研究課題名：慣性静電閉じ込め式可搬型コンパクト熱中性子源の開発
2. プロジェクトリーダー：長谷川 純（東京工業大学 科学技術創成研究院 先導原子力研究所 准教授）
3. 研究概要  
本研究課題では、構造を改良した直線型慣性静電閉じ込め(IEC)方式小型中性子発生源を試作し、動作条件 150kV/100mA にて  $10^9$ n/s の中性子発生率を達成する。そのため、①IEC 中性子源の小型化・高出力化を図り、並行して②2.45MeV 核融合中性子熱化用モデレータ及び反射材の最適化を行う。

4. 事後評価結果

4-1 研究の進捗状況及び研究成果の現状

新方式の直線型 IEC 中性子源を設計試作して、従来型の球形構造では懸案であった陰極の冷却の問題の解決に目処をつけた点は、評価すべき重要な進展である。しかしながら、本中性子源による中性子発生率の達成目標は  $10^9$ n/s であるが、今までのところ、既存の装置の動作条件 70kV/30mA では中性子発生率  $5 \times 10^6$ n/s に、新規試作機では 96.5kV/10mA の動作条件で中性子発生率  $10^6$ n/s にとどまっている。本研究課題終了時の平成 29 年度末までに 150kV/100mA の動作条件での中性子発生率の確認を目指していたが達成には至らず、高出力化に伴うプラズマの不安定化の原因として陽極の冷却など新たに解決すべき工学的課題が明らかになった。

一方、産学共創の場、サイトビジットなどにおける指摘に対応して、低出力条件下ではあるが長時間運転の実証に取り組み、5 時間安定運転試験、40 時間連続運転試験などに積極的に取り組んだこと、並びに発生した中性子を用いた使用例の創出の一環として、間接法による中性子イメージングに取り組み、発生中性子束の定量的評価基準を導いたことを評価する。

また、動作条件の高出力化に伴い放射線発生装置の使用許可変更が必須であるが、本研究課題で提案された研究期間内には間に合わず、平成 30 年 3 月に変更申請が承認された。

4-2 今後の研究に向けて

他の中性子源に対比して IEC 中性子源は、小型化では優位性を持つが、現状では中性子発生率が低く、目標として設定された  $10^9$ n/s を達成するためには動作条件の大電力化、特に

大電流化が不可欠であり、100mAにおける安定長時間連続運転（とりわけ毎日運転する8時間/日×5日=40時間の1週間連続デイリー運転モードの試験）の実証が製品化のための第1歩と言える。高出力運転のための放射線発生装置の変更申請の承認が得られたので、最終年度に新たに明らかになった工学的課題を解決しつつ、今後の高出力運転試験により、本装置の目標とする発生中性子束が実証されることを期待する。

また、研究計画では、遮蔽体・反射体に関してはシミュレーションに基づく検討のみであったが、試作された直線型 IEC 中性子源用に、専用の遮蔽体を実製作し、ビーム取り出し口における中性子強度を実測して、遮蔽体を備えた小型中性子源としての実証機を完成する必要がある。

本プログラムでは、学術的検討とともに応用展開を想定しつつ、工学的技術課題を解決して、小型中性子源システムを構成する要素技術の開発研究を進めることが求められる。本プログラムの趣旨に則り、IEC 中性子源への遮蔽体の実装、100mAでの長時間連続運転の実証と進め、並行して本中性子源で発生した中性子ビームの利用例を蓄積することにより、プロジェクトリーダーらが目指す2020年までの実用化に目処を立てていただきたい。

#### 4-3 総合評価

##### 総合評価 B

直線型 IEC 中性子源を試作し試運転できた点は評価するが、 $10^9$ n/s の中性子発生率達成に関しては、動作条件の大電力化が計画より遅れ、目標達成には至らなかった。しかし、本研究期間内に、大電力化のための新たな工学的課題が明らかになり、その解決策の目処が立てられた。

以上