

# 世界最大強度パルス核破碎中性子源・ミュオン源に対する陽子ビーム入射の技術開発

## Research and development proton beam injection toward the most intense pulsed spallation neutron and muon sources

明午 伸一郎<sup>1</sup>, 大井 元貴<sup>1</sup>, 坪 淳<sup>1</sup>, 池崎 清美<sup>1</sup>, 川崎 智久<sup>1</sup>, 藤森 寛<sup>2</sup>

1(JAEA) J-PARC センター 物質・生命科学ディビジョン

2 (KEK) J-PARC センター 物質・生命科学ディビジョン

J-PARC の物質・生命科学実験施設では 25Hz の繰り返しで 1 MW の大強度の 3GeV 陽子ビームを水銀ターゲット、黒鉛ターゲットに入射し、核破碎中性子源およびミュオン源として利用している。2012 年より加速器のビーム損失の観点で 181 MeV の LINAC を用いる場合に最大の強度となる 0.3 MW の運転を順調に開始した。0.3 MW の運転においてミュオン源は世界最大強度を有するものとなった。また中性子源もパルス当りの強度ではオークリッジ国立研究所の SNS を抜き世界最大強度を有している。テストとして 0.6 MW の運転も順調に行うことができ、パルスあたりの陽子ビームの出力も SNS を抜き世界最大の強度となった。さらに 2013 年には LINAC のエネルギーを 400 MeV に増強し、目標となる 1 MW の運転を開始しつつある。

世界最大強度のパルスビームを安定に運転するためには、ビーム診断とビーム成形の技術が鍵となる。水銀ターゲット内の衝撃波に起因する損傷は電流密度の4乗に比例するため、電流密度を下げるのが重要である。一方、単純にビームを拡大するとターゲット周辺部の発熱が生じるために、適切なビーム形状の制御が重要となる。そこで、我々は安定にビームを観測するためのビームハロー用のモニタを開発した。周辺部の発熱密度をハローモニターの温度上昇の微分により測定し、発熱密度が許容値(1 W/cc)を下回っていることが確認できるようになり、安全に運転することができるようになった。さらに、八極電磁石からなる非線形のビーム光学を用いてターゲット上でのビーム形状を平坦化する技術開発を行った。今年の夏に八極電磁石のインストールを開始し、ビーム運転に間に合わせる事ができた。本年2月に試験運転を行った結果、設計通りにビームが一様な分布になることを確認した。さらにミュオンターゲットの影響でビーム形状が再びガウス形状に近づく事が懸念されたが、平坦な形状を維持していることが判明した。ピーク密度を約 30 %程度減らすことがわかり、1 MW の運転を更に安定な状態で行える見通しがたった。