

MLFにおける大強度ビームコミッショニングの現状

Present status of high intensity beam commissioning at MLF

明午 伸一郎¹, 大井 元貴¹, 川崎 智久¹, 西川 雅章¹, 福田 真平¹,
藤森 寛²

1 (JAEA) J-PARC センター中性子源セクション

2 (KEK) J-PARC センターミュオンセクション

J-PARC の物質・生命科学実験施設(MLF)では 25Hz の早い繰り返しのシンクロトロン(RCS)から出射される大強度の 3GeV 陽子ビームを黒鉛グラファイト標的(厚さ 20mm)および水銀標的に入射し、ミュオンおよび中性子源として利用している。2014 年の夏に LINAC のイオン源および上流部は変更を行い、J-PARC センターの加速器の性能は目標とする 1 MW の出力を有するようになり、MLF では 2015 年の 1 月から大強度ビームのコミッショニングを開始した。2015 年の 1 月から利用運転の出力を 300 kW より 500 kW まで上昇させることに成功した。この運転により、ミュオン源は世界最大強度を更に更新することとなり、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することになった。

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、単純なビーム光学(線形光学)によりビームを拡大すると標的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(1W/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。更に八極電磁石からなる非線形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。試験運転を行った結果、設計通りにビームが一様な分布となることを確認した。更にピーク密度を約 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を得ることができた。