

J-PARC ハドロン実験施設における震災復旧後のビーム運転

KEK 素核研 ハドロンビームライングループ

J-PARC ハドロン実験施設では、震災復旧後、2012年1月28日から一次ビームの受け入れを再開した。当初はニュートリノ実験施設がビーム運転を行う予定であったが、2011年末に発生したホーン電源故障のため、急遽スケジュールが変更され、遅い取出しを行うこととなった。この変更に対応し、すでに復旧作業が完了していた K1.8, K1.8BR、KL 各ビームラインでの本実験遂行を優先するため、最後に残っていた K1.1BR ビームライン下流部の復旧作業（一部の電磁石の再アライメント作業）を中断し、放射線遮蔽体を閉じた。図1に震災復旧後初のビーム運転時におけるハドロン実験ホール南側の状況を示す。

復旧期間においては、単に震災からの復旧だけでなく、今後の数十キロワットへのビームパワー増強に対応した新型の間接水冷白金標的を製作し、二次ビーム生成標的として設置した。数十キロワットビームの照射時には白金標的の温度が千度近くまで上昇するため、熱膨張係数の違いから、白金と銅台座の間で大きなストレスが発生する。それを軽減するため白金と銅の間に熱膨張係数が中間の値を持つニッケルをはさみ、全体をHIP接合している。また長手方向に1cm長で切れ目を入れて、ストレスの蓄積を防いでいる（図2）。また、ビームライン遮蔽体の増強も実施され、50kWまでの一次ビームを受け入れる準備が整った。

1月28日夜に震災後初のビーム取り出しが行われた。加速器及び一次ビームラインの念入りな再アライメントの結果、1発目で一次ビームライン最下流のビームダンプまでビームが到達した。加速器及び一次ビームラインの調整は順調に進み、大きな困難無く震災前と同程度のビームクオリティまで回復した。2月10日夜からはビームパワー3.3kWで連続運転を開始し、K1.8実験エリアにおいてE19（ペンタクオーク探索実験）が物理データ収集を行った。その後も順調にビーム運転を行い、2月21日には50kWビーム受け入れのための施設検査が実施され、短時間ではあるが5kWのビーム強度で連続運転を行った。施設検査は2月27日付けで合格となり、今後50kWまでのビーム運転が可能になった。2月のビーム運転は2月22日の朝で無事終了した。

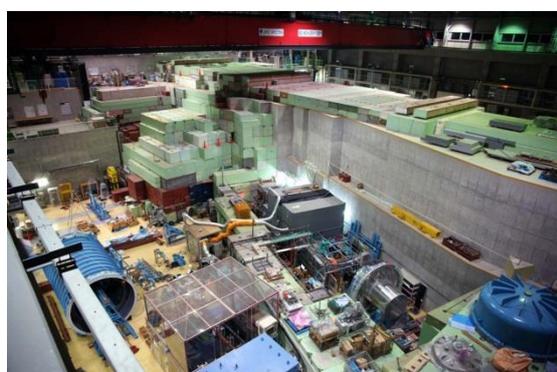


図1 震災復旧後のハドロン実験ホール（南側）

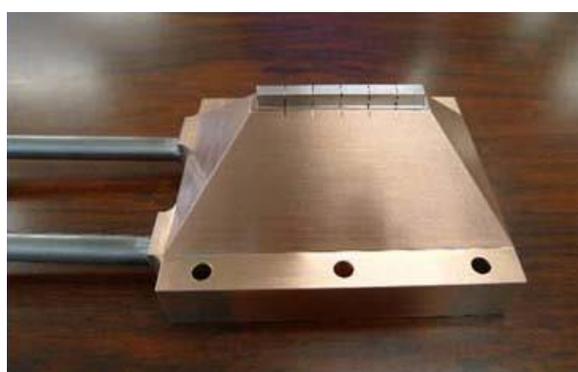


図2 新しく設置された間接水冷 Pt 標的

2月のビーム運転終了後は直ちに K1.1BR ビームライン下流部の電磁石再アライメント作業に着手し、5月末には K1.1BR 実験エリアを含め全てのビームラインの復旧作業が完了した。

6月のビーム運転は6月9日から開始された。加速器のビーム調整が精力的に行われ、6.6kWでの連続ビーム運転が可能となった。6月14日夜から6.6kWで連続運転を行い、K1.8実験エリアにおいてE27(K-pp束縛状態探索実験)が物理データ収集を行った。

その後も加速器調整が行われ、6月28日に1shot運転ではあるが最大14kW(1.7E+13 PPP)の陽子ビームを効率99.4%で取り出すことに成功した。この高効率取り出し運転は、加速器からの遅い取り出しシステムに導入されたダイナミックバンプの運用により、非常に短時間の調整で達成されたことは非常に意義深いことである。これにより秋以降のビーム強度増強について明るい見通しが得られた(図3参照)。ビーム運転は7月2日の朝まで順調に行われた。

ビーム運転終了後は、仮復旧となっていたK1.8ビームラインの中間像スリットを交換するため、一次ビームライン遮蔽体を開ける作業が開始された。また、KLビームラインでは、E14実験($K^0 \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ 崩壊の探索実験)のための測定システム完成へむけた検出器設置組立作業が本格的に始まっている。

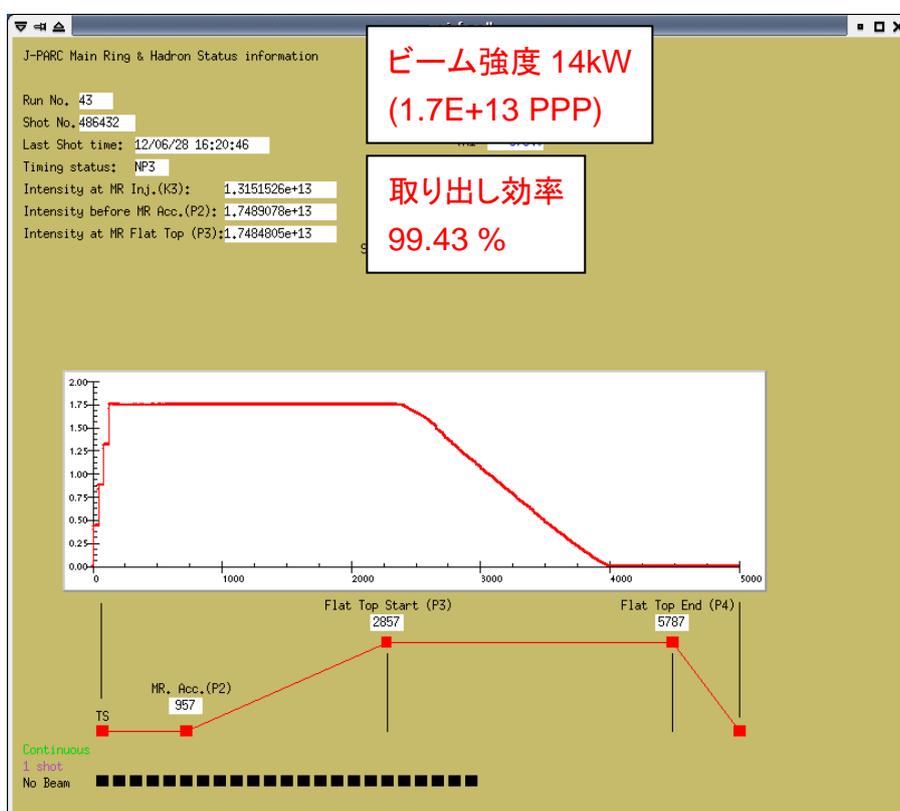


図3 14kW(1.7E+13 PPP)での一次ビーム取り出し時の様子