

COMET 磁石開発及び輸送ソレノイド試運転

1. COMET 超伝導磁石システム開発

J-PARC では共通基盤施設低温センター所属のメンバーと合同で低温セクションを構成し、超伝導磁石を始め、J-PARC で稼働する低温装置の開発・建設・運転を担っている。

低温セクションでは現在、COMET 実験向けに J-PARC ハドロン南棟に設置される超伝導磁石システムの開発を進めている。(図 1)。

ミュオンを生成する捕獲部と輸送部最上流側の超伝導磁石は、2020 年度から継続して請負工場において製作中で、コールドマス (超伝導コイルとその構造体) の仕上げ作業 (励磁用超伝導バス配線・接続、冷却用伝熱回路の構築、センサーの取り付けなど) を進めている。一方、輸送ソレノイド湾曲部は一応冷凍機や励磁電源とともにシステムとして仕上がったので、2022 年 GW 明けより 7 月末まで冷却励磁試運転を実施した。

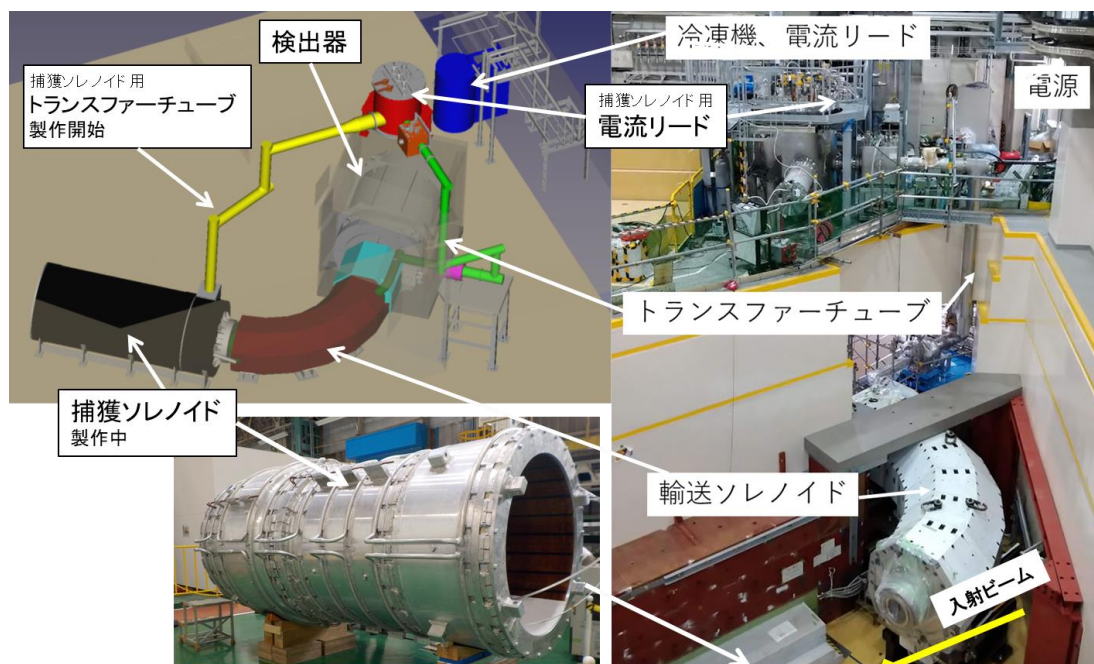


図 1 ハドロン南実験棟内の COMET 超伝導磁石システム計画 (左上) と 2022 年 3 月の建設状況 (右)、現在工場で整備中の捕獲ソレノイド (左下)。

5 月 18 日に冷凍機を起動し、磁石内の熱応力が大きくなりすぎないように温度差が 100 K 以内になるよう制御して予冷を進め、6 月 8 日に超伝導状態まで冷却された。冷凍機の余力はこの時点で 100 W 程度あり、今後捕獲ソレノイド追加されても冷却できる目途が立った。その後、励磁やクエンチに対応した冷却運転方法も試運転を通じて改善を進め、ほぼ確立できた。冷却系は現在、県の高圧ガス保安法完成検査受検準備を進めている。

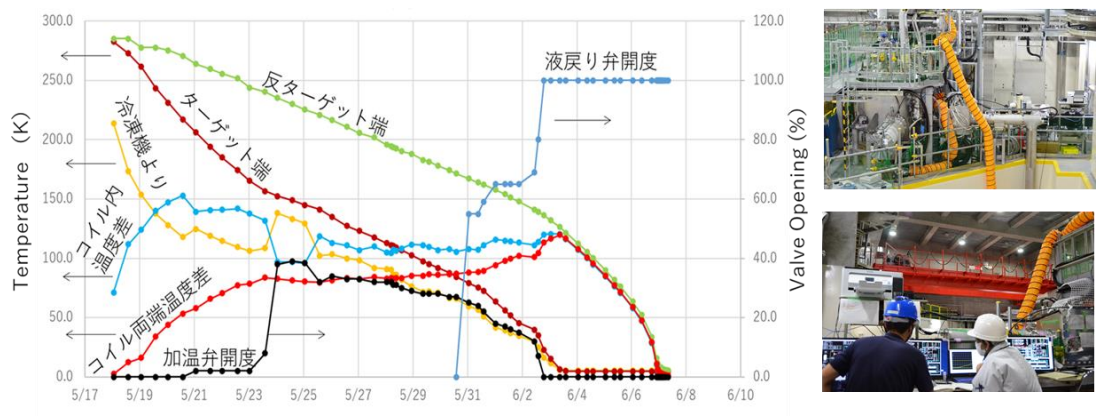


図2 輸送ソレノイドの予冷曲線（左側グラフ）と冷却系機器（右上写真）、制御監視卓（右下写真）。予冷には21日を要した。

マグネット側は、励磁電源やクエンチ検出回路などの調整や手直しに時間を要し、今回の試運転で到達した励磁電流は定格 210 A に対して 150 A となっている。ただ、コイルを原因とするクエンチは発生しておらず、電源側の誤動作や不安定性で通電遮断が入っている。またクエンチをしても、コイルの健全性は確認されており、クエンチ保護動作も機能している。試運転の終盤は安定して励磁できる 105 A で連続励磁して曲線状のコイル（ビーム）軸に沿って磁場測定を行った。ほぼ計算通りの磁場分布となっていることが確認できた。励磁電源の修正を行うとともにマグネット自身も耐渦電流機能を強化する改良を施し、冬季試運転に臨むことにしている。

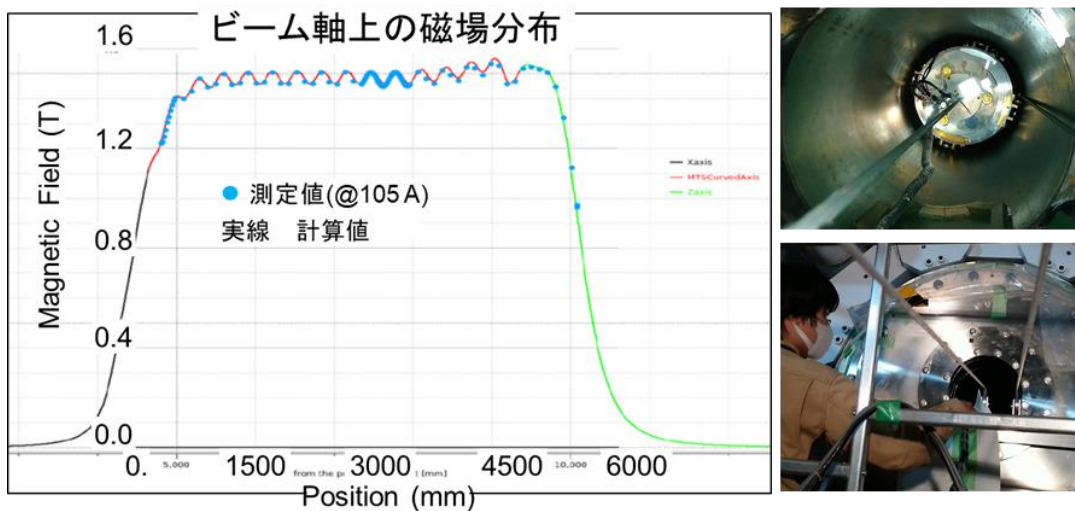


図3 湾曲した輸送ソレノイド軸上の磁場分布測定結果と輸送ソレノイド室温ボア内を移動する磁場測定ユニット（右上）およびそれを駆動するロープ（右下）