

## JT-60SA真空容器ベーキングシステムのコミッショニング Commissioning for baking system on JT-60SA Vacuum Vessel

西山友和、芝間 祐介、神永敦嗣、柳生純一、松永剛

Tomokazu NISHIYAMA、Yusuke SHIBAMA、Atsushi KAMINAGA、Junnichi YAGYU、Go MATSUNAGA

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構  
National Institutes for Quantum Science and Technology

量子科学技術研究開発機構では、サテライトトカマク装置（JT-60SA）への改修が完了し、ファーストプラズマに向けた統合コミッショニングを進めている。

JT-60SAの真空容器は、D形ポロイダル断面を有する、高さ約6.6m、幅約10mのドーナツ形状の二重壁構造の容器である。超伝導コイルを極低温環境に保つためのクライオスタット（高さ15.5m、直径13.4m）内に設置され、高性能プラズマを得るために、 $10^{-6}$ Paの超高真空空間を提供する容器である。このため、壁コンディショニングの一環として、主に水分の除去を目的としたベーキングを行う。

超伝導コイルと断熱するためのVVサーマルシールド（温度80K）により、真空容器が冷却（想定放熱量18kW.at 25°C）される。通常運転時でも、加熱して温度を維持する必要があるため、ベーキングシステムを用いて、真空容器の二重壁内に高温窒素ガスを循環する。表1に真空容器の温度条件と要求されたベーキングシステムの仕様を示す。

表1 真空容器温度条件とベーキングシステム仕様

項目	通常運転期	ベーキング期
真空容器温度	50[°C]	200[°C]
流体圧力	真空容器二重壁内0.2[MPa]未満	
流体流量	9,000[Nm <sup>3</sup> /h]	18,000[Nm <sup>3</sup> /h]

ベーキングシステムの基本構成図を図1に示す。ブロワにより窒素ガスを吐出し、加熱器でガスを加熱する。制御用PLCで50点の真空容器の温度を監視し、昇温時のオーバーシュート、真空容器の温度差の拡大等を回避するように加熱器ヒータの出力を制御する。ブロワの耐熱温度（60°C）を超えないように、真空容器から戻ってきたガスを再生熱交換器や冷却器等により冷却する。

従来とほぼ同様な構成であるが、将来、真空容器の二重壁間に遮蔽水を通水することを考慮し、系内の水分除去用のデミスタを新設するとともに、ブロワ等は、表1に示す圧力や流量を実現する仕様の機器に更新した。

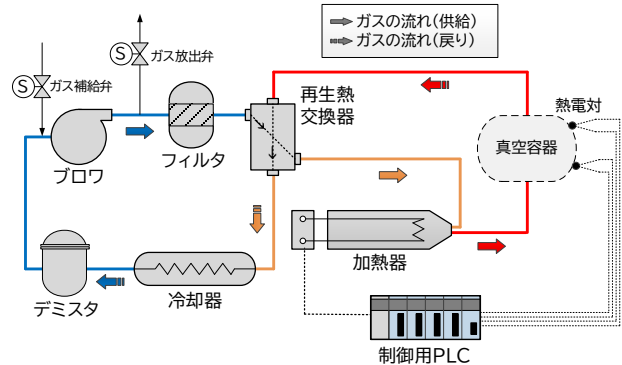


図1 ベーキングシステム基本構成図

2020年10月9日から真空容器の50°C運転を開始し、ベーキングを同年11月29日～12月14日、2021年1月4日～1月11日の計2回実施した。ベーキングは、真空容器の平均温度175°C（最高温度195°C）のフラットトップで、計11日間（初回約8日、2回目約3日）実施した。図2に初回のベーキング時の真空容器平均温度と真空容器内の水分圧の推移を示す。昇温時は真空容器の温度差を40°C以下に制限して、加熱器ヒータ出力を制御したところ、1時間あたり約3°Cの昇温速度でフラットトップに至った。

ベーキング後の真空容器内の水分圧はベーキング前の約 $2.1 \times 10^{-5}$ [Pa]に対し、約 $1.1 \times 10^{-5}$ [Pa]まで減少した。さらに、2回目のベーキング後には $8.6 \times 10^{-6}$ [Pa]まで減少し、真空容器内の水分除去の促進に寄与した。

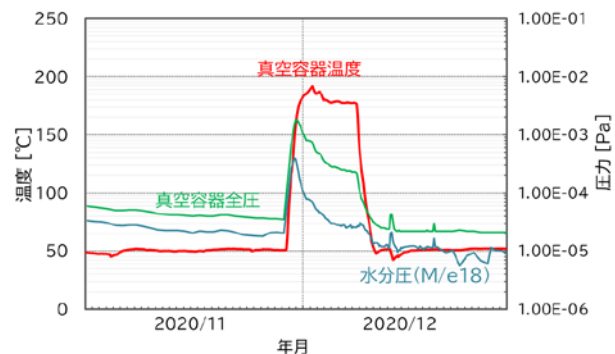


図2 真空容器ベーキング温度と水分圧