

01Ca01

JT-60SA統合コミッショニングの進捗

井手俊介、JT-60SAチーム
S. Ide and JT-60SA Team

量子科学技術研究開発機構

National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology (QST)

はじめに

JT-60SA は日欧協力である幅広いアプローチ (Broader Approach) 活動のもと、2013年1月から量子科学技術研究開発機構那珂核融合研究所における組み立てが開始され、2020年3月に本体組み立てが完了した。現在、機器性能確認のための統合コミッショニングを実施している。本体完成後、個別箇所のリークチェックや耐圧試験、耐電圧試験等を進め、JT-60SA 本体 (図 1) の真空排気を開始し、現在超伝導コイルの冷却を行なっている。今後、コイル通電試験を経てプラズマを用いた運転を行い、機器性能やMAクラスのプラズマ制御性等を確認する。JT-60SA は現在、世界最大の超伝導トカマクであり、今回の統合コミッショニングの結果だけでなくその過程で得られた経験や知見は、ITER でも同様に行われる統合コミッショニングを円滑に行うのに大きく貢献する。

統合コミッショニング

真空排気以降のプロセスについては大きく以下のように分けることができる。各プロセスの

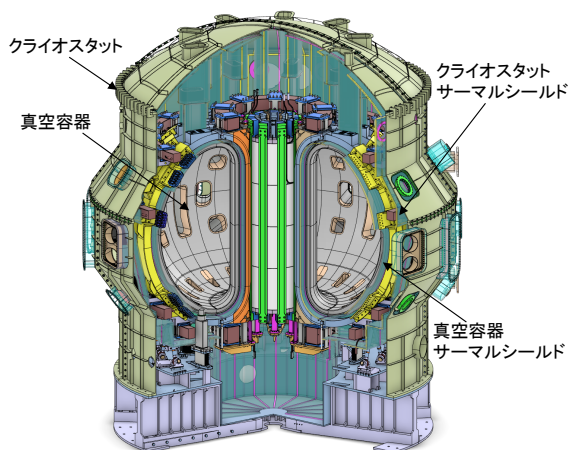


図 1 : JT-60SA の断面図。

目標を設定し、それを実現する手順や必要な時間、想定されるリスクや回避策等、を検討することが重要であり、数年をかけて要領の作成を行なった。

- 1) 真空排気とリーク試験 : 真空容器およびクライオスタットを排気し、想定される真空度が確保できるかを確認する。真空容器の排気容積は約 300m³、クライオスタットのそれは約 800 m³ である。真空排気にかかる時間の予測をあらかじめ行なっている。目標真空度、真空容器~10⁻⁵Pa、クライオスタット~10⁻³Pa。目標リークレート、真空容器<1x10⁻⁸Pa m³/s、クライオスタット<1x10⁻⁷Pa m³/s。

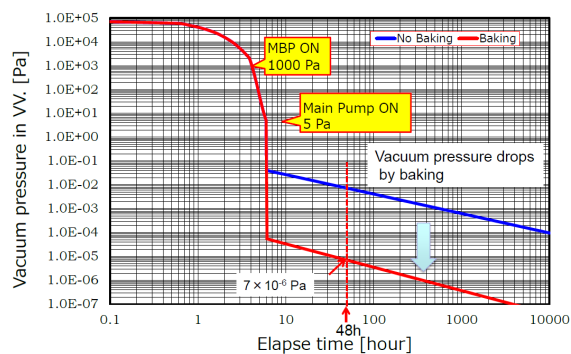


図 2 : 真空容器の排気予測曲線、ベーキング有無。

- 2) 極低温機器調整運転 : コイルやサーマルシールドの冷却を開始するための、ヘリウム配管の純化運転。目標、N₂ 純度<10ppm、露点<-70℃。
- 3) 超伝導コイル冷却 : クライオスタット内の超伝導コイルおよびサーマルシールドの冷却を行う。冷却対象は計約 760t でそのうち約半分をトロイダルコイルが占める。目標、超伝導コイル~4K、サーマルシールド~80K、高温超伝導リード~50K。このほか、冷却時に、コイル巻線とケース、トロイダルコイ

ル間の温度差、入口と出口における温度差、等を制限内に保ちながら冷却を行う必要がある。各流量バルブの開度や、冷却の時間発展の予測を行なっている。

- 4) 真空容器ベーキング：真空容器内壁のコンディショニングのため、 200°C でのベーキングを行う。目標、真空 $2 \times 10^{-5}\text{Pa}$ 、水分圧 $2 \times 10^{-6}\text{Pa}$ 。また、ベーキング後に再度リーク試験を行う。目標リークレートは、1) と同様の $< 1 \times 10^{-8}\text{Pa m}^3/\text{s}$ 。
- 5) コイル通電試験：各超伝導コイルに定格電流を流し、コイルの健全性およびコイル電源の制御性や健全性を確認する。個々のコイルに個別に通電する試験を行った後に、プラズマ放電時に想定される電流を全コイルに通電する試験を行い最終確認する。トロイダルコイルについては、最初に定格電流 (25.7kA) までの試験を行うが、ポロイダルコイル、中心ソレノイド (CS) と平衡磁場 (EF) コイル、についてはまず定格の 50% (10kA) までの通電試験を行う。プラズマを用いた初期的な試験を実施した後、定格 (20kA) までの通電試験を行う。
- 6) プラズマ運転：プラズマを発生させ、総合

的な装置の運転性能および、リミター配位から上シングルヌルダイバータ配位までのプラズマの制御性等を確認する。平衡配位シミュレーター (MECS) を用いた電源性能を考慮した放電シナリオの作成や、統合コード (TOPICS) によるプラズマの性能評価等による検討を進めており、超伝導トカマクでは最大級の MA クラス ($\leq 2.5\text{MA}$) のプラズマを得ることを目指す。また、通常放電時およびディスラプション時の装置の健全性の確認も行う。

まとめ

現在、真空排気とリーク試験は完了し、極低温機器調整運転を経て、超伝導コイル等の冷却を行なっている。真空排気では、真空容器もクライオスタットもほぼ予測どおりの排気曲線が得られている。コイルの冷却も、ほぼ予測した温度降下率で進んでいる。本講演では、統合コミッショニングを進める上で重要な、上記の各プロセスの目標や要領について解説するとともに、最新の統合コミッショニングの進捗について報告する。

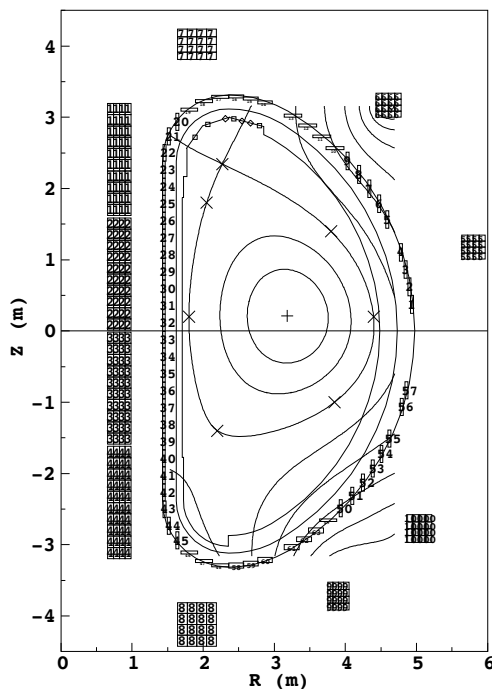


図 3 : MECS (プラズマ平衡シミュレーター) で予測した、JT-60SA 上シングルヌルダイバータ配位の一例。