

# 日本におけるITER TFコイルの技術開発と初号機及び2号機の完成 Development of ITER TF coil and Completion of 1st and 2nd coils in Japan

梶谷秀樹<sup>1</sup>, 中本美緒<sup>1</sup>, 諏訪友音<sup>1</sup>, 櫻井武尊<sup>1</sup>, 井口将秀<sup>1</sup>,  
松井邦浩<sup>1</sup>, 小泉徳潔<sup>1</sup>, 中平昌隆<sup>1</sup>

KAJITANI Hideki<sup>1</sup>, NAKAMOTO Mio<sup>1</sup>, SUWA Tomone<sup>1</sup>, SAKURAI Takeru<sup>1</sup>,  
IGUCHI Masahide<sup>1</sup>, et al.

<sup>1</sup>量子科学技術研究開発機構 (QST)

<sup>1</sup>National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology (QST)

## 1. 序論

量子科学技術研究開発機構(量研)は、ITER トロイダル磁場 (Toroidal Field : TF) コイルの技術開発を長年実施し、現在は9基の実機TFコイルの調達を担っている。TFコイルは、幅9m、高さ16.5m、総重量約320トンの大型超伝導コイルで、巻線部(WP)とコイル容器から構成される(Fig.1)。実機製作は2013年より開始し、多くの技術課題をメーカーと協力して解決しながら製作を進め、約7年の歳月をかけ、2020年1月にTFコイル初号機を完成させた。また、これに続きTFコイル2号機も完成させた。本発表では、日本のTFコイルの技術開発を総括するとともに、これまでのTFコイル製作成果を報告する。

## 2. TFコイル製作方法

WPはNb<sub>3</sub>Sn超伝導導体をD型に巻線したダブル・パンケーキ(DP)7枚を積層して絶縁含浸される構造である。コイル容器はトカマク内側のインボード(IB)側容器及びその蓋、トカマク外側であるアウトボード (OB) 側容器及びその蓋の4つの主要部品で構成される。WPの電流中心線 (Current Center Line: CCL) が最適となるようにWPをコイル容器内に設置して、溶接によって封止し、WPとコイル容器の隙間を高粘度樹脂で充填することによって両者を一体化し、最後にコイル容器外面を機械加工によって最終寸法調整を行い、TFコイルは完成する。

## 3. TFコイル製作における技術課題

TFコイルの製作を進める中で、数多くの技術課題があった。その中でも、TFコイル性能に大きな影響を与え、技術難易度も高かった技術課題として、①CCCLの高精度評価手法の確立及び②含浸技術手法の確立などが挙げられる。

前者 (①) に関して、プラズマ閉じ込め用磁場を精度良く生成するためには、TF コイルの CCL 位置公差は IB 側でφ2.6mm, OB 側では±3mmを達成する必要がある。これを実現するためには、WP はコイル容器との一体化中に変形し CCL も変化するため、この変化量を常に把握して、必要

に応じてWPの形状やその位置を矯正する必要がある。そこで量研は CCL 位置を常にトレースできる高精度評価手法を確立して、製作の中で CCL の変化を常に把握できるようにした。

後者 (②) に関して、含浸プロセスはWPの対地絶縁とWPとコイル容器の隙間を埋める一体化含浸の2つがあるが、どちらの場合でも、CCL位置公差を達成するために、含浸後の寸法誤差を数ミリオーダー以下に抑える必要がある。そこで、量研はWP形状やWPとコイル容器との相対位置を高精度にコントロールできる含浸手法を確立して、本課題を解決した。

## 4. まとめ

多くの技術課題を克服して、TFコイル初号機及び2号機を完成させた。これらのTFコイルはITERのトカマクに最初に組み立てられる予定である。残りのTFコイルも順調に製作を進めている。

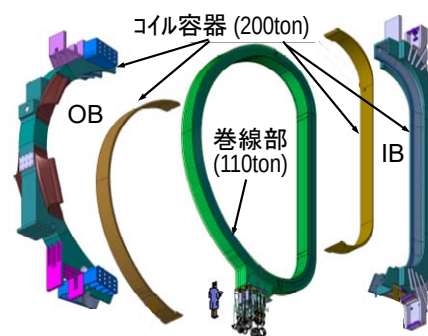


Fig.1 TFコイルの構成



Fig.2 完成したTFコイル初号機