

14P10

原型炉概念設計における原型炉TFコイル寸法検討会の状況

Status of the DEMO reactor TF coil dimension review meeting on the DEMO reactor conceptual design activity

宇藤裕康¹、藤原英弘²、長谷川満³、野元一宏³、木戸修一⁴、早川敦郎⁵、柳寛⁵、大勢持光一⁵、杉本昌弘⁶、今川信作⁷、伴野信哉⁸、淡路智⁹、馬場貴志²、辺見努¹、坂本宜照¹
UTOH Hiroyasu¹、FUJIWARA Eiko²、HASEGAWA Mitsuru³、NOMOTO Kazuhiro³、KIDO Shuichi⁴、HAYAKAWA Atsuro⁵、YANAGI Yutaka⁵、OOSEMOCHI Koichi⁵、SUGIMOTO Masahiro⁶、IMAGAWA Shinsaku⁷、BANNO Nobuya⁸、AWAJI Satoshi⁹、BABA Takashi²、HEMMI Tsutomu¹、SAKAMOTO Yoshiteru¹

¹量研, ²三菱重工業, ³三菱電機, ⁴日立, ⁵東芝エネルギーシステムズ, ⁶古河電工, ⁷核融合研, ⁸物材機構, ⁹東北大

¹QST, ²MHI, ³MELCO, ⁴Hitachi, ⁵Toshiba ESS, ⁶Furukawa Electric Co., ⁷NIFS, ⁸NIMS, ⁹Tohoku Univ.

現在、原型炉設計合同特別チームでは、第2回中間チェックアンドレビューに向け原型炉概念を設計中である。日本の原型炉(JA DEMO)の超伝導トロイダル磁場(TF)コイルは、世界最大級の超伝導コイルである ITER-TF コイルよりもさらに1.5倍大きく、原型炉発電の早期実現等の観点から製作性が懸念されている。表1にITERとJA DEMOのTFコイルの主要パラメータを示す。このような背景を踏まえ、原型炉設計合同特別チームの活動の一環として「原型炉TFコイル寸法検討会」を立ち上げ、製作メーカーを含め「製作が見通せる」原型炉TFコイル仕様の策定を目指し検討を行っている。同検討会は、原型炉設計合同特別チームに参加するメンバーからITER超伝導コイル製作に携わった製作メーカーを中心とした国内専門家により構成され、これまでに6回の会合が開催された。検討会では、ITER超伝導コイル製作の知見から主に以下の2つの項目について検討している。

表1 ITERとJA DEMOのTFコイル諸元

	ITER	JA DEMO
超伝導線材	Nb ₃ Sn	Nb ₃ Sn
最大磁場強度	11.8T	13.9T
コイル本数	18	16
全起磁力	164MAT	255MAT
全磁気エネルギー	41GJ	153GJ
コイル水平/ 垂直方向ボア(中心)	9m / 14m	14m / 20m
全コイル重量	5400ton	11800ton

1つ目は、現行の原型炉TFコイルの寸法に起因する課題についてである。検討会では、メーカーにおけるITER-TFコイル製作実績を例に、製作上コイル寸法を制限しうる技術的要因と製作コスト、製作期間について、ITER-TFコイル並の寸法のコイルとJA DEMOのコイルに対して評価した。現行JA DEMOのTFコイル寸法では、特にコイル一体化工程において技術的難易度が増えることに加え、製作コストは磁気エネルギー比で概算するとITER-TFコイルの数倍となり、製造ラインを複数設けてもコイル製作のみで10年前後の期間(さらに材料調達、製造設備の建設・立ち上げ期間が必要)がかかる見込みであることが指摘された。これらを踏まえ、本検討会では原型炉用TFコイルはITER-TFコイル寸法を大きく超えない範囲(+1m)程度を目指すべきとの結論に達した。

2つ目は、原型炉仕様と整合し且つ技術的に見通せるTFコイル仕様についてである。上記で示した目標コイル寸法のTFコイルにおいても、原型炉のミッションを達成しうる原型炉TFコイル仕様を示すべく検討を進めている。検討では、超伝導線材はNb₃Sn線材を仮定し、最大磁場強度14T以上とする時の超伝導素線や超伝導導体の性能を評価し、技術的に見通せるかを協議している。これらの検討を通じて、目標コイル寸法の原型炉TFコイル仕様と合わせて、それを実現するために必要なR&D項目を明確化する予定である。