

## 核融合原型炉設計における超伝導TFコイルの本数および製作精度の影響評価

### Influence assessment of number of TF coils and fabrication accuracy of Superconducting magnet on Fusion DEMO reactor design

宇藤裕康<sup>1</sup>、日渡良爾<sup>1</sup>、坂本宜照<sup>1</sup>、飛田健次<sup>1</sup>、西村新<sup>2</sup>、松永剛<sup>1</sup>、朝倉伸幸<sup>1</sup>、染谷洋二<sup>1</sup>、徳永晋介<sup>1</sup>、原型炉設計合同特別チーム

Hiroyasu UTOH<sup>1</sup>, Ryouji HIWATARI<sup>1</sup>, Yoshiteru SAKAMOTO<sup>1</sup>, Kenji TOBITA<sup>1</sup>, Arata NISHIMURA<sup>2</sup>, Go MATSUNAGA<sup>1</sup>, Nobuyuki ASAKURA<sup>1</sup>, Youji SOMEYA<sup>1</sup>, Shinsuke TOKUNAGA<sup>1</sup>, Joint Special Design Team for Fusion Demo

<sup>1</sup>量研機構、<sup>2</sup>核融合研  
<sup>1</sup>QST, <sup>2</sup>NIFS

核融合原型炉設計において、ITERと比較して炉全体の大型化( $R_p \sim 8$  m)に伴いトロイダル磁場(TF)コイルも大型化し、磁気エネルギーはITERの約4倍、コイル寸法(水平方向ボア)はITERの約1.5倍となっており、原型炉に向けたTFコイル開発では特に製作精度を含めた大型コイルの成立性が重要な課題となっている。この課題において、TFコイルの本数はコイル寸法のみならず炉内機器設計や遠隔保守に影響し、その許容製作精度はコイルの製作方法や製作コストに大きく影響する。本研究では、超伝導コイル設計コードによる最大磁場強度解析と3次元炉構造図をもとにした炉内機器設計および遠隔保守の観点からのTFコイル本数の影響評価、製作精度の炉心プラズマにおける誤差磁場への影響評価を行うことにより、原型炉における超伝導コイルの基本設計方針を検討した。

TFコイル本数の影響評価として、本数16本、18本、20本の場合について行った。TFコイルの水平方向ボアはプラズマ表面でのトロイダルリップルの要求値( $<0.5\%$ )から決定され、TFコイル本数にそれぞれ求められる。図1に各TFコイル本数におけるポロイダル断面図を示す。TFコイルの垂直方向ボアは真空容器外形から定めた(18.9m)。表1の超伝導コイル設計コードによるTFコイルパラメータ解析結果が示すように、コイルパラメータとしては本数依存性が小さく。一方、遠隔保守により増殖ブランケットモジュールをバナナ型の集合体(セグメント)を垂直ポートより交換することを考慮すると、18本および20本の場合では、ポート壁との干渉が発生することが明らかになり、遠隔保守の観点からTFコイル本数としては16本が妥当であると考えられる。

また、製作精度の炉心プラズマにおける誤差磁場への影響評価として、TFコイル導体の設置誤差に対するTFコイルの誤差磁場の大きさを評価した。評価の結果、アウトボード側での導体間クリアランスをITER-TFコイルの2倍程度としても炉心プラズマでの誤差磁場への影響は小さいことが分かった。発表ではこれらの評価結果と設計方針について報告する。

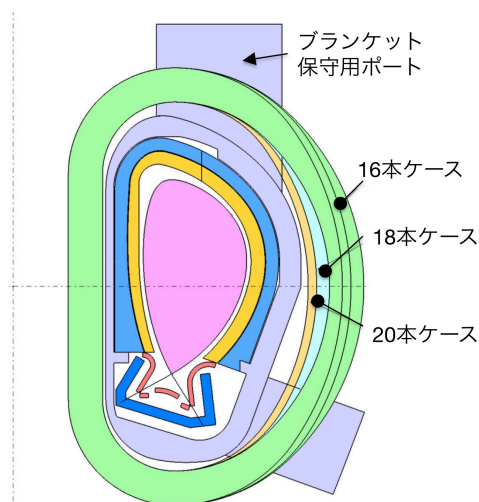


図1. 各TFコイル本数におけるポロイダル断面図

表1. TFコイルパラメータのコイル本数依存性

	16本	18本	20本
水平方向ボア (m)	12.2	11.6	11.2
最大磁場強度 (T)	13.0	13.2	13.2
1個あたりの巻線数	256	230	208
コイルの起磁力 (MAT)	279	282	283
磁気エネルギー (GJ)	166	165	164
全トロイダルコイル重量	13016	12641	12134
平均導体長(中心長) (m)	51.1	50.4	49.8