

原型炉概念構築に向けた主要パラメータの検討 Study of DEMO Parameters for Conceptual design

坂本宜照、日渡良爾、染谷洋二、朝倉伸幸、宇藤裕康、中村誠、徳永晋介、
 本間裕貴、三善悠矢、飛田健次、原型炉設計合同特別チーム
 Yoshiteru SAKAMOTO, Ryoji HIWATARI, Yoji SOMEYA, Nobuyuki ASAKURA,
 Hiroyasu UTOH, Makoto NAKAMURA, Shinsuke TOKUNAGA, Yuki HOMMA,
 Yuya MIYOSHI, Kenji TOBITA, Joint Special Team for Fusion DEMO

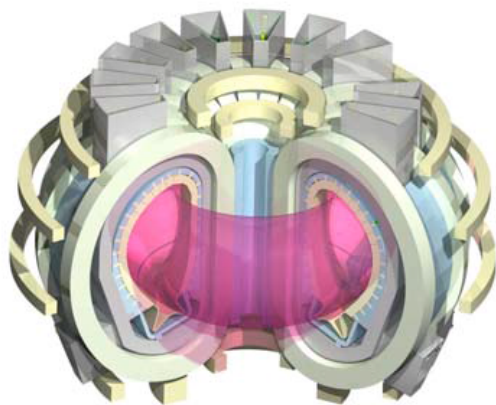
量研機構 六ヶ所研
 QST Rokkasho

はじめに

原型炉設計合同特別チームでは、システム全体を俯瞰しつつ既存技術から見通しうる技術基盤に基づいた原型炉概念として、中規模・低出力の定常原型炉の概念構築を進めている。装置サイズはプラズマ大半径8m級とし、原型炉の起動試験および運転開始から早期の発電実証を可能にするため、数時間のパルス運転が可能な装置の運転柔軟性を確保する。また、ダイバータ除熱性能との整合性および数十万kWの定常かつ安定な正味電気出力を確保するため、核融合出力は1.5GW程度である。

装置概念設計の概要

現在検討中の原型炉本体を下図に示す。トロイダル磁場コイル設計では、ITERの技術基盤に基づいて、Nb₃Sn超伝導線材、ケーブルインコンジット導体構造、ラジアルプレート・ダブルパンケーキ巻き導体支持構造を採用し、設計応力を800MPaとすることで、最大経験磁場12T、プラズマ中心磁場6T程度である。



図：現在検討中の原型炉本体

増殖ブランケット設計では、ITERテストブランケット計画に基づいて、固体増殖・水冷却方式とし、筐体をF82H低放射化フェライト鋼で製作し、トリチウム増殖材・中性子増倍材としてLi₂TiO₃・Be₁₂Tiの混合ペブル方式を第一候補として採用し、局所トリチウム増殖率1.4程度を確保している。ダイバータ設計では、ITERの技術基盤に基づき、タングステンモノブロックに銅合金冷却配管を高熱負荷部に適用して10MW/m²の除熱性能を確保し、中性子負荷の大きいバッフルやドーム部にはF82H冷却管を適用する2系統冷却方式を採用した。炉内機器の遠隔保守設計では、増殖ブランケットにバナナ型セグメント垂直引抜方式、ダイバータに水平引抜方式を採用し、増殖ブランケットとダイバータの分離保守方式である。

主要パラメータの概要

上述の装置概念に基づいて、現在検討中の主要パラメータの例を表に示す。プラズマ大半径8.5m、核融合出力~1.9GWの定常運転に加えて、1-2時間程度のパルス運転が可能である。

表：現在検討中の原型炉主要パラメータ（例）

プラズマ大半径 R_p	8.5 m
アスペクト比 A	3.5
プラズマ楕円度 κ_{95}	1.75
安全係数 q_{95}	4.1
プラズマ中心トロイダル磁場 B_T	5.9
核融合出力 P_{fus}	1.88 GW
正味電気出力 P_{net}	0.4 GW
エネルギー増倍率 Q	18.5
エネルギー閉じ込め改善度 HH_{98y2}	1.19
規格化ベータ値 β_N	3.4
自発電流割合 f_{BS}	0.61
規格化密度 n_c/n_{GW}	1.2