

## 原型炉概念設計におけるシステム設計の進展 Progress on System Design of JA DEMO

宇藤裕康 1)、染谷洋二 1)、陳偉熙 1)、梅田尚孝 1)、角館聡 1)、朝倉伸幸 1)、  
小田靖久2)、出射浩3)、坂本宜照 1)、原型炉設計合同特別チーム  
UTOH Hiroyasu 1)、SOMEYA Youji 1)、CHEN Weixi 1)、UMEDA Naotaka 1)、  
KAKU DATE Satoshi 1)、ASAKURA Nobuyuki 1)、ODA Yasuhisa 2)、IDEI Hiroshi 3)、  
SAKAMOTO Yoshiteru 1)、Joint Special Design Team for fusion DEMO

1) 量研, 2) 摂南大学, 3) 九州大学  
1) QST, 2) Setsunan Univ., 3) Kyushu Univ.

原型炉設計合同特別チームでは、2022年1月に示された第1回中間チェックアンドレビュー結果を踏まえつつ、原型炉の概念設計を進めている。同チームにおいて炉システム全般の設計を行っているシステム設計グループでは、第2回中間チェックアンドレビューに向けて、超伝導コイルやブランケット、ダイバータ、リミターなどの炉内機器、NBIやECHなどの加熱電流駆動システム、炉構造・遠隔保守機器など、原型炉の主要機器を中心に、原型炉研究開発共同研究の枠組も活用しながら、基本設計の具体化、設計オプション評価を進めている。

超伝導コイル設計では、コスト含む製作性が見通しがあるTFコイル概念の構築に向け、コスト低減の観点からオプションとしてTFコイル矩形導体レイヤー巻概念の検討を実施し、超伝導素線数を減らした場合の導体設計を実施し、超伝導素線を約65%まで低減する見込みが得られている。また、高電磁力下における大電流導体の見通しに向けては、原型炉超伝導導体にて必要となる短ピッチ撚り線構造の成立性検討や電磁応力下における多重撚り導体の機械的・電磁氣的現象把握と線材高強度化の検討を、試作・試験を通じて実施している。

ブランケット設計では、高温高圧水漏洩時の耐圧性ならびにトリチウム生産性を両立した上で、構造の簡素化を図る検討を進めている。耐圧性とTBRを両立した従来のハニカム構造のブランケットモジュールに対し、製作性向上の観点から円筒形状のブランケットモジュールの設計検討を行っている。

ダイバータ工学設計では、ダイバータカセッ

トの冷却構造における「耐圧壁の強化、核発熱の冷却、中性子遮蔽」を考慮した設計検討を実施している。3次元カセット冷却構造と流体解析による具体化および熱応力解析により、熱および構造の観点で成立しうるダイバータカセット構造の設計検討を進めており、「自重」+「冷却水圧力」+「熱応力」の応力が3Sm (423MPa)以下となることを確認している。

ECH設計では、原型炉共同研究の枠組により、ECH電流駆動における課題である低電流駆動効率に対し、物理検討を通じて得られた高い電流駆動効率が期待できる機器要求仕様を実現できるEC加熱装置の概念設計検討を開始している。特に、原型炉に適用できる先進型入射装置(ランチャー)や新しい伝送系システムの要素試験を通じて、原型炉に向けたECHシステムの課題の明確化と見通しを検討している。

NBI設計では、耐中性子照射特性や信頼性の確保およびシステム効率の向上の観点から概念設計を進めており、1ユニット当たり約33MWの入射パワーを想定し、ITER-NBIをベースにRF負イオン源を用いた多段の静電加速とする一方、耐中性子照射を考慮して偏向コイルで負イオンビームを上下方向に曲げて入射するシステムを設計中である。

炉構造・遠隔保守機器設計では、保守の合理化として律速となる保守作業の見直しと遠隔機器の具体化を実施している。特に圧力境界となる配管の切断・溶接ツールの設計及び保守しやすい炉構造設計により、遠隔保守作業において鍵となる配管処理ツールの具体化と炉構造と整合する遠隔保守機器設計が進展している。