

原型炉概念設計に向けた物理設計の進展について

Progress in physics design activity for DEMO conceptual design in Japan

相羽信行1)、出射浩2)、坂本宜照3)、鈴木康浩4)、杉山翔太3)、清野智大5)、飛田健次5)、中村祐司6)、長崎百伸6)、林伸彦1)、福山淳6)、古川勝7)、本多充6)、前川孝6)、昌元悠幸7)、松山顕之3)、柳原洸太1)、山本泰弘3)、原型炉設計合同特別チーム

N. Aiba1), H. Idei2), Y. Sakamoto3), Y. Suzuki4), T. Seino5), K. Tobita5), Y. Nakamura6), K. Nagasaki6), N. Hayashi1), A. Fukuyama6), M. Furukawa7), M. Honda6), T. Maekawa6), Y. Masamoto7), A. Matsuyama3), K. Yanagihara1), Y. Yamamoto3), Joint Special Design Team for fusion DEMO

- 1) 量研那珂, 2) 九州大学, 3) 量研六ヶ所, 4) 広島大学,
5) 東北大学, 6) 京都大学, 7) 鳥取大学

- 1) QST Naka, 2) Kyushu Univ. 3) QST Rokkasho, 4) Hiroshima Univ.
5) Tohoku Univ. 6) Kyoto Univ. 7) Tottori Univ.

原型炉設計合同特別チームでは、2022年1月に示された「核融合原型炉研究開発に関する第1回中間チェックアンドレビュー報告書」の内容を踏まえて原型炉概念設計を進めている。同チーム物理設計グループ・量研六ヶ所では、「プラズマ着火から放電終了までの運転シナリオの策定」、「エッジローカライズモード (ELM) 回避方法の確立」、「ディスラプションの発生回避手法・発生時の緩和手法の確立」、「外部電流駆動の高効率化」をプラズマ物理設計の重点課題として設定し、これらの解決に向けた研究・検討を進めている。

運転シナリオ検討では、JA DEMO 2014 のプラズマ着火シナリオの検討を進め、導体シェルが着火に悪影響を与えないこと、および現在のコイル設計から印加可能な周回電圧で着火可能な重点ガス圧の範囲を明らかにした (図1) [1]。また、L-H 遷移に必要な外部加熱パワーを評価し、定常運転に必要な加熱パワーの範囲内で L-H 遷移が可能である見通しを得た。

ELM 回避方法の検討では、従来の ELM 抑制運転シナリオの検討に加えて、コイルを用いた摂動磁場印加による制御法の実現可能性検討を開始した。原型炉では設置可能なコイル位置が既存実験装置や ITER に比べてプラズマから遠くなるため、同条件下でも ELM 抑制が可能となる磁場構造をプラズマに与えられるかの検討を進めている。

ディスラプション回避・発生時の影響緩和手法検討では、ディスラプション統合シミュレーションコード INDEX において逃走電子 (RE) モジュールを新たに開発し、国外コードとのベンチマークテストを完了した。これにより、デ

イスラプション時に発生が懸念される垂直方向変位現象 (VDE) および RE ビーム生成を同時に評価することが可能になった。

外部電流駆動の高効率化では、電子サイクロトロン波による電流駆動効率改善に向けて、JA DEMO 2014 を対象として様々な入射条件 (入射位置・入射角・周波数・入射モード) およびプラズマ電子温度条件に対する駆動効率の依存性を調査した。その結果、高効率な電流駆動には上方ポートから入射することが有利であることが示された。

[1] S. Sugiyama et al., FED 172, 112779 (2021).

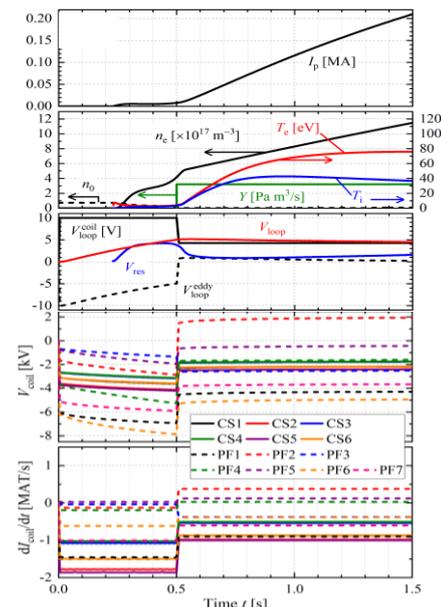


図1: プラズマ着火シナリオの一例。印加可能な周回電圧での着火を実証した[1]。