

原型炉におけるディスラプションプラズマの検討 Study of disruptive plasma in DEMO reactor

柴田欣秀¹⁾, 清水星汰¹⁾, 松山顕之²⁾, 朝倉伸幸²⁾, 大野哲靖³⁾, 坂本宜照²⁾
SHIBATA Yoshihide¹⁾, SHIMIZU Seita¹⁾, MATSUYAMA Akinobu²⁾,
ASAKURA Nobuyuki²⁾, OHNO Noriyasu³⁾, SAKAMOTO Yoshiteru²⁾

¹⁾岐阜高専, ²⁾量研機構, ³⁾名大院工
¹⁾NIT, Gifu college, ²⁾QST, ³⁾Nagoya Univ.

日欧共同の幅広いアプローチ活動の一環として核融合原型炉の設計が進められている。定常的な核融合出力を得るため、DEMO では ITER の数倍にあたる 1GJ オーダーの蓄積熱エネルギーを安定に保持する必要がある、ディスラプションの予測と回避が不可欠であると同時に、安全性の観点からディスラプションが発生した際の緩和手法の実装と装置の健全性の確保が必須である。特にディスラプション時に発生する垂直移動現象はトカマクの装置構造の詳細に依存するため、プラズマ挙動と外部導体系の相互作用を考慮したモデルを用いて VDE 速度やハロー電流の評価を行い、装置設計にフィードバックしていく必要がある。そこで、本研究では、幅広いアプローチ活動(BA)の一環として進められている主半径 8.5m の原型炉設計を対象としてディスラプション発生時のプラズマの挙動について、ディスラプションシミュレーションコード DINA[1]を用いたハロー電流発生 の検討を実施した。

今回の計算に用いた DEMO の真空容器コイル系および容器内機器のモデルを図 1 に示す。現在の設計ではブランケットモジュールの後方に上下位置安定化のための導体シェルの導入が設置されている。しかしながら、DINA の初期計算の結果、ダイバータ部周辺に VDE を安定化する導

体構造物のない空間が広くとられているため、一旦、下向きの垂直位置移動現象(VDE)が発生するとプラズマを押し戻す力がなく、プラズマがダイバータに押しつぶされ、急速に消滅することがわかった。そこでダイバータ近傍の導体構造が下向き VDE に与える影響に着目し、図 1 に示すダイバータ部近傍の仮想的な導体シェルの追加で設置するとともに、ダイバータ支持構造に流れる渦電流を模擬するため、トロイダル方向に断線した導体モデル[2]を設置し、電流減衰時間および VDE 速度に対する影響を調べた。その結果を図 2 に示す。図 2 ではダイバータ構造のみを設置した場合(赤線)、ダイバータ構造と安定化シェルを設置した場合(青線)のプラズマ電流と垂直値の時間発展を示しており、ダイバータ付近に設置した導体シェルが下向き VDE の速度を低下させ、プラズマ電流の減衰を緩和することがわかる。このことは、下向き VDE の安定化にはダイバータ近傍の導体構造物の設計最適化が重要であることを示唆している。講演では異なるプラズマ条件における渦電流分布解析結果やハロー電流発生量についても議論する予定である。

[1] Khayrutdinov R., *et al.*, Comput. Phys. Commun. 109(1993) 193.

[2] S. Moyamoto, *et. al.*, Nucl. Fusion 54(2014) 083002.

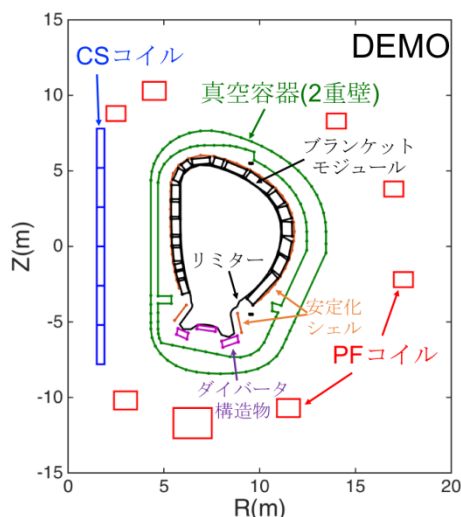


図 1:今回検討した DEMO の真空容器モデル

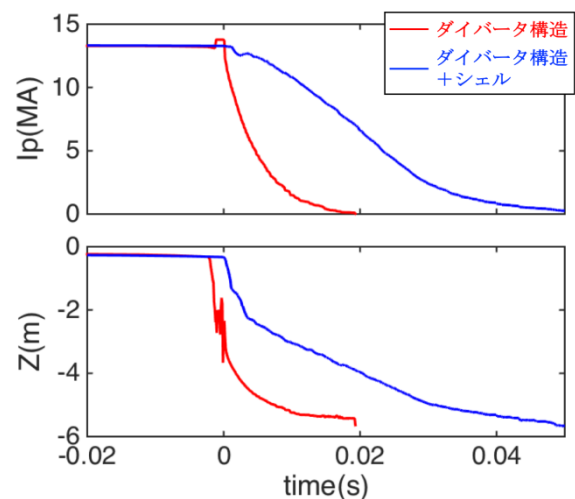


図 2:プラズマ電流 I_p と垂直位置 Z の時間変化