

連続巻きヘリカルコイルを用いた核融合炉の磁場配位最適化研究 Study on configuration optimization of a fusion power plant with continuous helical coils

後藤拓也^{1,2)}、山口裕之^{1,2)}、市口勝治^{1,2)}、佐竹真介^{1,2)}、田村仁^{1,2)}、柳長門^{1,2)}、宮澤順一^{1,2)}
Takuya Goto^{1,2)}, Hiroyuki Yamaguchi^{1,2)}, Katsuji Ichiguchi^{1,2)}, Shinsuke Satake^{1,2)},
Hitoshi Tamura^{1,2)}, Nagato Yanagi^{1,2)}, Junichi Miyazawa^{1,2)}

¹⁾核融合研、²⁾総研大

¹⁾NIFS, ²⁾The Graduate University for Advanced Studies, SOKENDAI

ヘリカル方式の核融合炉はディスラプション等プラズマ電流に起因する運転制約がないこと、プラズマ運転開始・停止時のリミタ運転など過渡運転モードが不要なこと、プラズマ電流駆動が不要で循環電力が低いこと、開口部の小さい波動加熱のみで運転が可能なことなど、定常運転の観点で多くの利点を有する。特にLHD同様の連続巻きヘリカルコイルを用いた装置は、コイル形状が比較的単純なこと、ヘリカルダイバータ磁力線構造を生かした柔軟なダイバータ機器設計が可能なこと、炉内機器保守交換用の大口径ポートが確保できることなど工学的にも様々な利点を有し、定常核融合炉として非常に有望である。その一方、MHD安定性と良好なエネルギー閉じ込め特性の両立に課題があり、これらのプラズマ性能とトーラス内側でのブランケットスペース確保の両立にも課題がある。このため過去のヘリカル核融合炉設計では、正の正味電気出力を達成するためだけでもLHDの3倍程度の装置サイズが必要と考えられてきた。

よりコンパクトで十分な正味電気出力を有するヘリカル核融合炉実現を目指して、ヘリカルコイル形状最適化コードOPTHECSを用いた磁場配位最適化を進めている。OPTHECSは従来の巻線則にとられない自由なヘリカルコイル形状が取り扱え、プラズマ性能に加えてブランケットスペースも含めた制約条件の下ヘリカルコイル形状とヘリカルコイル・垂直磁場コイルの電流を最適化することが可能である。OPTHECSを用いた最初の最適化では、LHDと同等のMHD安定性と新古典輸送特性を持ちつつ、ブランケットスペースを10%程度拡大する磁場配位を見出した。一方、物性性能の最適化の可能性を探るため、ブランケットスペースの制約を外した最適化も実施した。この最適化配

位に対し、HINTコードによる三次元平衡計算、KSPDIAGコードによるMHD安定性解析、GSRACEコードによる新古典輸送解析を行ったところ、図1, 2に示すように従来解析と比較してMHD安定性、新古典輸送特性双方を改善できることが確認された。

講演では解析の詳細と、ヘリカル核融合炉の装置サイズ低減のための今後の最適化の展望について報告する。

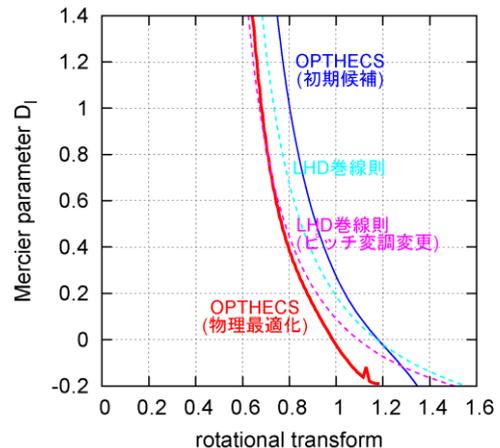


図1 HINT平衡を用いたメルシエパラメータ (MHD安定性指標) の評価結果

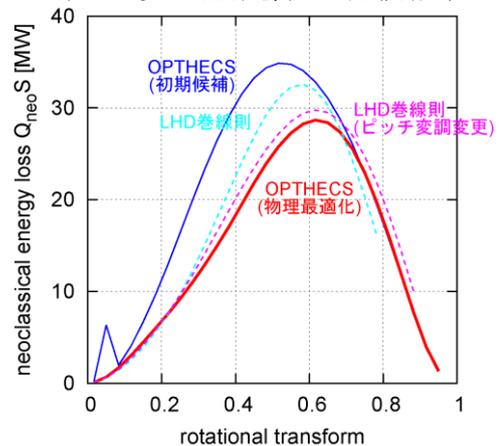


図2 GSRACEによる新古典輸送損失評価