

# 区分化ヘリカルコイル電流による測地線巻きヘリカル型核融合炉磁気面の最適化 Optimization of helical reactor by geodesic winding helical coils with segmentalized current profile

核融合科学研究所 渡辺二太  
Tsuguhiro WATANABE

National Institute for Fusion Science

核融合炉の早期実現には、核融合炉の抱える炉工学的課題を緩和することが重要である。そのためには、炉心部小型化と、トリチウム生成および中性子遮蔽のための領域（ブランケットスペース）の十分な確保が重要となる。経済性の高い核融合炉を実現することにもつながる。

核融合炉に要求されるプラズマの閉じ込め性能を小型トーラスで実現するには磁気面形状をD型断面とすることで磁気面体積増大と装置大半径縮小とを両立させる方法がある（トカマクで採用されている手法）。

D型断面を有するトーラスの測地線に沿ってヘリカルコイルを巻き付けることで磁気面体積の増大とブランケット用スペースの確保が装置大半径の縮小と両立できることが示されている [1]。

測地線巻きヘリカルコイルの作る磁場はD型断面の楕円度を大きくすることで、高エネルギー粒子閉じ込め特性が改善できることを示した [2]。しかしながら楕円度を高めた測地線巻きヘリカルコイルの作る磁場は、LHDの標準磁場配位に比べて最外殻磁気面周辺の磁気シアが低下している。周辺部磁気シアは、周辺部プラズマ安定化機構の要となっているので、十分な値を確保するのがプラズマ閉じ込め性能向上には欠かせない。区分化連続巻きヘリカルコイルを用いる工夫で最外殻磁気面周辺磁気シアの確保できることを確認した (図1)。

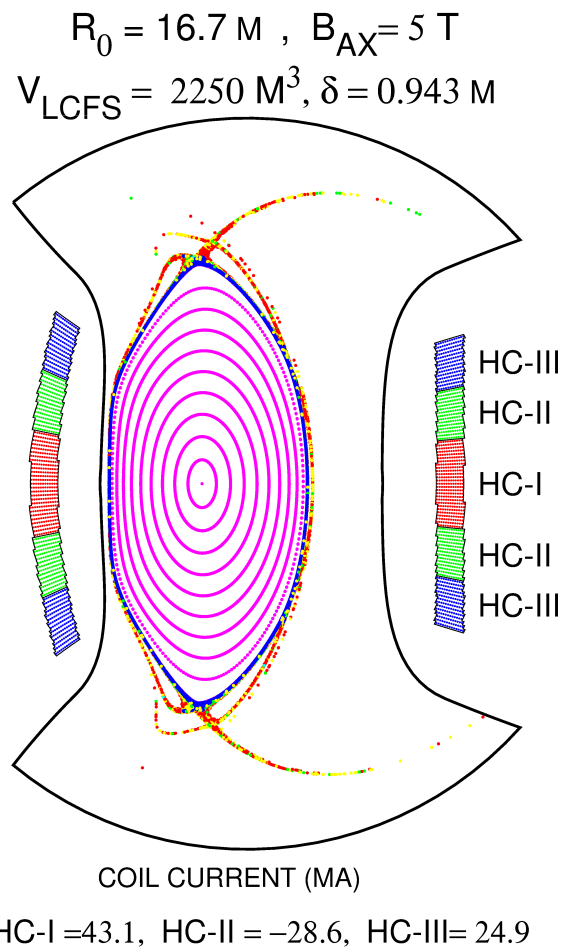


図 1: 区分化ヘリカルコイル (HC-I, HC-II, HC-III) に個別の電流値を設定することでブランケットスペース・磁気面体積と周辺部磁気シアとを確保する計算例。

$$\left(\frac{l}{2\pi}\right)_{lcfs} = 1.7493, \quad \left(\frac{l}{2\pi}\right)_{ax} = 0.3769.$$

コイル巻線則にはLHDと同一のものを採用し、真空容器にはLHDを相似拡大した場合の計算結果が示されている。

- [1] Tsuguhiro WATANABE, "Reduced-Size LHD-Type Fusion Reactor with D-Shaped Magnetic Surface", Plasma Fusion Res. 7, 2403113 (2012).
- [2] Tsuguhiro WATANABE, "Alpha-Particle Confinement Control of the Geodesic Winding of LHD-Type Fusion Reactors", Plasma Fusion Res. 8, 2403072 (2013).
- [3] Tsuguhiro WATANABE, "DT Fusion Ignition of LHD-Type Helical Reactor by Joule Heating Associated with Magnetic Axis Shift", Plasma Fusion Res. 6, 2405130 (2011).