

コンパクトヘリカル核融合炉FFHR-c1におけるQ値の評価 Evaluation of the Q-value in the Compact Helical Reactor FFHR-c1

宮澤順一, 後藤拓也, 相良明男, FFHR設計グループ
MIYAZAWA Junichi, GOTO Takuya, SAGARA Akio, and the FFHR Design Group

核融合科学研究所
¹National Institute for Fusion Science

核融合科学研究所において、ヘリカル核融合炉FFHR-d1の概念設計が進められている。これまでの研究で、炉心プラズマの成立性を担保するには高ベータ時のシャフラノフシフト抑制が必須であること、その手段として垂直磁場の印加が有効であることが明らかとなっている。シャフラノフシフトに起因する問題を回避するには、低ベータでプラズマが保持できるよう追加熱を行うサブイグニション運転とする、という方法も考えられる。

サブイグニション運転では、低ベータ化によって核融合出力が低下し、中性子壁負荷等も低くなるため、装置を小型化することが可能となる。そこで新たにFFHR-c1として、コンパクト化したバージョンの検討も行うこととした。FFHR-c1は実規模・実環境での定常中性子照射を行う構造体試験装置として位置付けることができる。FFHR-c1にはヘリカルコイル中心磁場強度 B_c とヘリカルコイル大半径 R_c が異なる3つのオプション(B_c, R_c) = (4.7 T, 13.0 m), (5.6 T, 13.0 m), (5.6 T, 10.4 m)を想定し、それぞれc1.0、c1.1、及びc1.2と呼んでいる。

FFHR-c1について、直接分布外挿法を用いて見積もった外部加熱パワーと核融合出力、及び中心ベータの関係を図1に示した。加熱効率は100%と85%の2通りとした。図には、直接分布外挿を行う際にベータ増倍度を1とした場合の結果を、強調したシンボルで示してある。ベータ増倍度1であれば、その分布は既に実験で実現されており、MHD平衡もMHD安定性もある程度保証されていると考えられる。即ち、これに相当する設計点は実現できる可能性が高い。ベータ増倍度1として得られるQ値は、FFHR-c1.0、c1.1、及びc1.2で、それぞれ加熱効率を85–100%として、1.2–1.3、6.2–7.0、及び2.6–2.8となった。直接分布外挿法では用

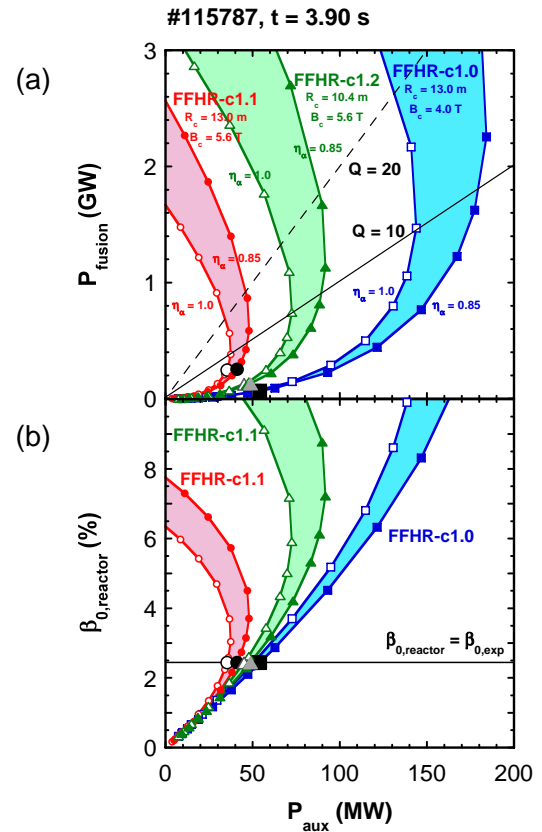


図1 FFHR-c1.0、c1.1、及びc1.2における外部加熱パワー P_{aux} と、(a) 核融合出力 P_{fusion} 、及び(b) 中心ベータ $\beta_{0,\text{reactor}}$ の関係。加熱効率 η_α は100%と85%の2例を計算した。(b)の水平線はベータ増倍度1に相当し、これとの交点では実験と炉条件で同じベータとなる。

いる実験データによって結果が変わるので注意が必要であるが、FFHR-c1でも1以上のQ値が達成できるだろうということになる。参考までに、同条件(同じデータを使用し、ベータ増倍度は1とする)で計算したFFHR-d1B(B_c, R_c) = (5.6 T, 15.6 m)の場合のQ値は、16–22である。