

用語解説

1) 高閉じ込め、閉じ込め改善度 (補足説明 1 参照)

プラズマの閉じ込め性能とは、どのくらい少ない加熱パワーで効率良く高いプラズマ圧力を維持できるかを示すもので、

閉じ込め時間 = (プラズマエネルギー) / (加熱パワー)
で示される。

ITER の標準運転モード (閉じ込め改善モード) について、世界の多数のトカマクのデータから比例則 (経験式) が作られている。実際の閉じ込め時間と比例則から計算された閉じ込め時間との比を「閉じ込め改善度」と言う。ITER の標準運転の性能予測では、閉じ込め改善度 = 1 を想定している。閉じ込め改善度が 1 以上の状態を「高閉じ込め」と言う。

2) 高圧力、規格化プラズマ圧力 (補足説明 2 参照)

プラズマの圧力は、通常の気体の圧力と同様に、その密度と温度の積に比例する。単位体積あたりの核融合出力は、プラズマの圧力の二乗に比例するため、高い核融合出力を得るには、プラズマの圧力を高くする必要がある。

プラズマを閉じ込めるための磁場の強さやプラズマ電流に対するプラズマの圧力の大きさを「規格化プラズマ圧力」と言う。ITER や核融合炉では、規格化プラズマ圧力が高いほど、大きい核融合出力が得られる。ITER の標準運転の性能予測では、規格化プラズマ圧力 = 1.8 を想定している。

3) 世界最長の 28 秒間維持した (補足説明 4 参照)

補足資料 4 の図 7 に示すように、ITER 標準運転に必要な (規格化プラズマ圧力) × (閉じ込め改善度) の従来の世界最長値は JT-60 が有していた 16.5 秒であった。今回の成果 (28.6 秒) はそれを約 1.7 倍に伸長したものである。また、世界の他の装置の最長時間は 9.5 秒である。

4) 燃焼プラズマ

重水素とトリチウムの核融合反応が継続的に起きているプラズマ。特に、核融合反応による放出エネルギーが大きい場合 (下記のエネルギー増倍率が大きい場合) を指す。核融合反応を熱源と考えて、化学反応による燃焼に例えている。

5) エネルギー増倍率 (補足説明 3 参照)

プラズマ内部で核融合反応によって生じるパワー (核融合出力) とプラズマを加熱するために外部から与えられるパワー (外部加熱入力) の比をエネルギー増倍率 (Q 値) という。すなわち、

(エネルギー増倍率) = (核融合出力) / (外部加熱入力)

Q=1 を臨界プラズマ条件、Q=無限大を自己点火プラズマ条件と言う。Q が大きいほど外部加熱入力は小さくなり、Q=無限大のとき、外部加熱入力=0 であり、核融合反応によって生じるパワーだけでプラズマの温度が保たれていることになる。核融合炉では Q=20-50 で運転されると想定され、ITER では Q=10 の長時間維持 (約 400 秒) を主要な技術目標としている。

6) 中性粒子ビーム入射 (補足説明 1 参照)

プラズマの圧力を高めるには、外部からプラズマを加熱する必要がある。その方法の一つとして、高エネルギーの中性粒子ビームをプラズマへ入射する方法があり、JT-60 の主要な加熱方式となっている。高エネルギーの中性粒子ビームは、イオンを電場で加速したのちに中性化することで得られる。入射された中性粒子は、プラズマ中でイオンと電子に分かれ、生成した高速イオンがプラズマ中を回りながらプラズマにエネルギー (熱) を与えて、プラズマを加熱する。

7) プラズマ閉じ込め磁場形状の改良 (補足説明 5、6、7 参照)

プラズマを閉じ込めるための磁場の強さを一様にするすることで、プラズマ内の高速イオンの閉じ込めを改善すること。

8) ITER で必要とされる (規格化プラズマ圧力) × (閉じ込め改善度) の値

ITER の標準運転では、(規格化プラズマ圧力) = 1.8、(閉じ込め改善度) = 1、すなわちその積として 1.8 が必要とされている。