

JT-60U における不純物、熱粒子制御

仲野友英、JT-60 チーム

JT-60U は大半径 3.4m、小半径 1.1m の大型トカマク装置である。主要研究課題は、炉心プラズマの高性能化とその定常化およびダイバータを用いた熱、粒子制御などである。本講演では、JT-60U における炭素および酸素不純物の制御、およびダイバータ板への熱粒子束の低減について、最新の知見を含めて報告する。

炭素不純物制御 W 型のダイバータは、ドームの一部を除いて炭素繊維複合材のタイルで覆われ、ドームの一部とダイバータ以外の第一壁は等方性黒鉛のタイルで覆われている。従って、プラズマに含まれる主な不純物は炭素である。第一壁およびダイバータ板のベーキング温度を通常の運転温度である 540K から、440K および 380K に下げ、化学スパッタリングによる炭化水素発生量を低減させる試みを行った。その結果、ベーキング温度が 540K では、ダイバータ板への入射イオン量に対する炭化水素発生量（化学スパッタリング率）が約 10%であったが、440K では約 8%、380K では約 3-4%に減少した。さらに、ベーキング温度によって炭化水素発生量が変化することを利用して、異なるベーキング温度で同一放電条件の放電を繰り返し、化学スパッタリングによる炭化水素発生量と主プラズマに含まれる炭素量との相関を調べた。その結果、動作ガスや運転モードに依存するものの、主プラズマ中の炭素のうち概ね 30%程度が化学スパッタリングによって発生した炭化水素に含まれる炭素であることが判明した。

酸素不純物制御 炭素の他に、特に真空容器閉止直後の運転では、酸素が不純物としてプラズマに含まれる。JT-60U では、酸素量を低減させるために、第一壁のボロンコーティング処理を行ってきた。特に、2000 年度以降は、重水素デカボラン($B_{10}D_{14}$)を用いたボロンコーティング処理を導入し、年に 5-6 回、処理を行っている。その効果を調べるため、同一放電条件の放電を定期的に繰り返し、酸素量のショット数に対する推移を調べた。その結果、ボロンコーティング処理直後に主プラズマの酸素量は約 0.5%に減少したが、ショット数とともに次第に増加し 400-500 ショットで 1%まで増加した。また、約 200 ショット毎にボロンコーティング処理を行うことで酸素量が約 1%以下の状態を約 1000 ショットの間、維持することに成功した。

ダイバータ板への熱粒子束の低減 ダイバータ板への熱および粒子束を減少させるには、非接触プラズマが有効である。JT-60U ダイバータにおいて、部分非接触プラズマを形成し再結合粒子束を測定した。非接触プラズマが十分に進行した状態では、電子温度が約 0.5eV、電子密度が約 $2-3 \times 10^{20} \text{m}^{-3}$ という低温高密度のプラズマが観測された。このとき、ダイバータ板に到達したイオン束に対し、約 40%のイオンが電子との再結合過程によって中性化することを明らかにした。