

LHDにおける長時間放電に向けたダイバータ排気実験 Divertor pumping toward long pulse discharges in LHD

本島 巖^{1),2)}、増崎 貴^{1),2)}、森崎 友宏^{1),2)}、小林 政弘^{1),2)}、坂本 隆一^{1),2)}、土伏 悌之¹⁾、
村瀬 尊則¹⁾、竹入 康彦^{1),2)}、LHD実験グループ¹⁾
G. MOTOJIMA^{1),2)}, S. MASUZAKI^{1),2)}, T. MORISAKI^{1),2)}, M. KOBAYASHI^{1),2)},
R. SAKAMOTO^{1),2)}, Y. TSUCHIBUSHI¹⁾, T. MURASE¹⁾, Y. TAKEIRI^{1),2)} et al.

核融合研¹⁾、総研大²⁾
NIFS¹⁾, SOKENDAI²⁾

LHDにおいて、40秒のECH放電に対し、ダイバータ排気有無の比較実験を行った。その結果、ダイバータ排気がある場合の方が、フィードバックによる密度一定制御を安定的に行うことができた。

LHDではこれまで、閉構造ダイバータ内部にクライオ吸着型ポンプを実装し、ダイバータ排気を強化してきた。ダイバータ排気をプラズマ実験に適用した結果、粒子リサイクリングが低い領域へのアクセスが可能となっている [1,2]。本研究では、長時間放電へのダイバータ排気の適用を目指すべく、ダイバータ排気実験を行った。

LHDでは、ダイバータ真空ポンプのほかに主排気系真空ポンプが備わっている。その排気速度は、軽水素で $260 \text{ m}^3/\text{s}$ である。ダイバータ真空ポンプの排気速度が $70 \text{ m}^3/\text{s}$ であることから、主排気系真空ポンプの排気速度はダイバータ真空ポンプに比べ、3.5倍ほど高い。プラズマ放電前は、真空容器内の中性粒子圧力が等方的であることから、ダイバータ真空ポンプに比べて排気速度が高い主排気系真空ポンプが優位に粒子を排気している。一方、プラズマ放電中は、ダイバータ真空ポンプが優位に粒子を排気することになる。その結果の一例を図1に示す。同じようなプラズマ放電に対し、ダイバータ真空ポンプのみを稼働させた場合と、主排気系真空ポンプを稼働させた場合を比較している。ダイバータ排気のみの方が、中性粒子圧力が低く抑えられていることがわかる。その理由として、プラズマ放電中はダイバータ部の中性粒子圧力が圧縮化され、ダイバータ真空ポンプが効率よく粒子を排気できていることが挙げられる。

また、ダイバータ排気を40秒のECH放電に適用した結果を図2に示す。ダイバータ排気がない場合は、フィードバックによるプラズマ電子密度制御は安定に行えず、時間とともに電子密度が

上昇し、最終的にプラズマ崩壊に至った。一方、ダイバータ排気がある場合、プラズマ電子密度は安定なフィードバック制御が可能となり、一定の電子密度を保つことができた。この結果は、ダイバータ排気粒子制御性を高める一つの鍵となることを示している。

[1] G. Motojima et al., Nuclear Fusion, 58, (2018), 014005.
[2] G. Motojima et al., Nuclear Fusion, 59, (2019), 086022.

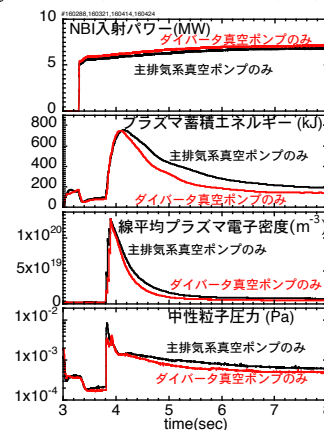


図1 ダイバータ真空ポンプと主排気系真空ポンプのプラズマ放電中の粒子排気特性

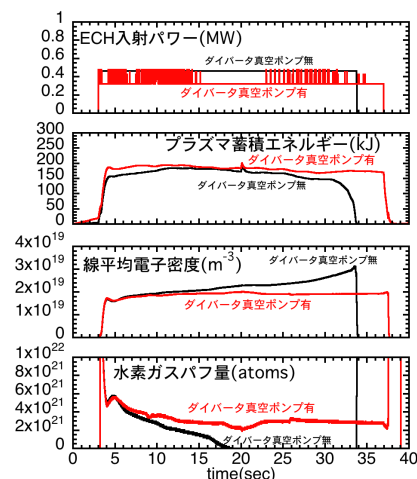


図2 40秒のECH放電に対するダイバータ排気有無の比較実験