LHDにおける自己保持デタッチメント時の中性粒子の輸送解析

Neutral Particle Transport Analyses in a Self Sustained Detachment Mode on LHD

庄司 主,宮沢順一,増崎 貴,有本 元¹⁾,渡辺二太,後藤基志,大藪修義,小森彰夫,須藤 滋,LHD実験グループ

核融合研、京大院エネ科

Mamoru SHOJI, Junichi MIYAZAWA, Suguru MASUZAKI, Hajime ARIMOTO¹⁾, Tsuguhiro WATANABE, Motoshi GOTO, Nobuyoshi OHYABU, Akio KOMORI, Shigeru SUDO and LHD Experimental Group

National Institute for Fusion Science, Graduate School of Energy Science, Kyoto UniversityA

大型ヘリカル装置(LHD)では、ガスパフによるプラズマ密度の帰還制御の後に、強い燃料ガス供給を行うことによって、デタッチメントに似た現象が維持される運転モード(自己保持デタッチメント)が見いだされた。このモードが維持されている間は、ダイバーターへの粒子束強度が約10分の1程度にまで低減されるとともに、ダイバーター板への熱負荷および、ダイバーターレッグ部の発光強度が大きく減少することが分かった。また、デタッチメント時にはプラズマ周辺部の電子密度・温度の顕著な減少が観測された。

LHDでは、昨年度のプラズマ実験期間中においてエッシェル型回折格子を用いた高波 長分解能の分光器を用いることによって、内側ボート付近のH。線強度のスペクトルのドッ プラー広がりを計測した。その解析結果(2温度成分を仮定したフィッティング手法)によれ ば通常のプラズマ放電モードの場合と比較して、自己保持デタッチメントモード時では Broad成分比が顕著に減少することが分かった。

実際に測定されたH.線強度のスペクトルには、プラズマ周辺部に存在している中性粒子 (水素原子・分子)によるものの他に、真空容器壁等で反射された中性粒子による影響が無視 できない。また、LHDの真空容器は3次元的に複雑な形状をしていることから、3次元 中性粒子輸送シミュレーションコード(EIRENEステラレーター版)を用いた解析を行った。 LHDのプラズマ・真空容器を模擬した3次元グリッドモデルを作成し、H.線検出器の視 線に沿って発光するH.線強度と中性粒子の速度ペクトルからスペクトルを求めた。

図 1(a)は通常のプラズマ放電モード時におけるスペクトルの計算結果である。分光器で 実際に測定されるスペクトルはこの計算結果をスリット関数で波長方向に積分したものに 相当する。なお、ドップラー広がりに寄与するH。線の発光過程としては、①荷電交換反応 によって生成された高エネルギーの水素原子、②水素原子の電子衝突励起、③真空容器壁 などで反射した水素原子・分子、③水素分子の解離・励起の4 種類を考え、それぞれのス ペクトルへの寄与を図中に示している。これを見ると、スペクトルのドップラー広がり (Broad 成分)に寄与しているのは主に④の過程であることが分かる。図1(b)は自己保持デ タッチメント時のスペクトルの計算結果である。通常の放電モードの場合と比較するとド ップラー広がりの裾野(Broad成分)が消失しており、これは分光器によって観測された結果 と一致している。ブラズマ周辺部では水素分子と電子との衝突による様々な解離過程によ って水素原子が生成されるが、この過程の中には生成された水素原子のエネルギーが電子 温度と正の相関を持つものがある。そのために低い電子温度のプラズマ中では低エネルギ ーの水素原子が多く生成され、LL線のドップラー広がりの裾野が消失すると予想される。

本学会発表では、自己保持デタッチメント前後におけるプラズマ中の中性粒子密度分布 の計算結果および、H。線のスペクトルの計算・測定結果を示す。さらに、LHDにおける 様々な磁場配位におけるプラズマ中のソース分布の計算結果を示し、デタッチメント前後 における粒子パランスについての初期的な考察についても報告を行う予定である。



図 1: (a)中性粒子輸送コードによって求められた通常放電時のH。線強度のスペクトルの計算結果および、(b)自己保持デタッチメント形成後のスペクトルの計算結果

29aA14P

29aA13P

周辺部詳細密度分布計測による粒子輸送解析

Particle transport analysis by high-resolution edge density profile measurement

徳沢季彦、川端一男、田中謙治、LHD 実験グループ

核融合研

T. Tokuzawa, K. Kawahata, K. Tanaka, LHD Experimental Group

National Institute for Fusion Science

LHD プラズマ周辺部の電子密度分布を詳細に計測することを目的に超短パルスを利用したマイクロ波反射 計の開発を行っている。これは超短パルスの持つ高周波広帯域なフーリ工成分を利用した新しい飛行時間型レ ーダ反射計である。広帯域の周波数成分がプラズマ中でカットオフを受けて戻ってくるまでの飛行時間を計測 し、これをアーベル変換することによって電子密度分布を得ることができ、密度分布再構成において磁気面対 称性等を考慮する必要がないという利点をもつ。今回この反射計による詳細な密度分布計測結果を用いた粒子 輸送解析を行ったので報告する。

粒子輸送解析は、粒子ソースであるガスパフを周期的に変調することにより粒子ソースの絶対値計測を必要 としないガスパフ変調実験での結果を用いて行った。7 チャンネルのフィルタパンクシステムによって得られ た反射計各チャンネルの周波数に対応するカットオフ層からの飛行時間の時間変化を図1に示している。周波 数が低い方がよりプラズマ周辺部の情報を反映しており、対応する周波数の高いプラズマ内部の方がカットオ フ層の空間的な変動が大きいことがわかる。また、周辺から中心部に向けて位相の遅れが生じていることも観 察できる。この各周波数チャンネルの飛行時間計測から電子密度分布に変換し、半径方向各位置での密度変調

の振幅分布と位相分布を求めたものを図 2 に示す。この実験結果を元に拡散係数 D と対流速度 V をフィッティングパラメー タとしてx² が最小となるように計算した 結果を合わせてプロットしている。この 解析により、実験結果を説明するために は周辺部において内向きの対流速度が必 要であることなどが確認できている。発 表では計測システム及び解析手法の詳細 やその他の計測結果について報告する。 [NIFSO5ULHH507]





NII-Electronic Library Service