

Divertor/SOL transport analysis of the Large Helical Device

小林政弘¹、森崎友宏¹、増崎貴¹、大藪修義¹、Y. Feng²、F. Sardei²、D. Reiter³、庄司主¹、芦川直子¹、小森彰夫¹、本島修¹、LHD 実験グループ¹

¹ 核融合研、² マックスプランク研究所、³ ユーリッヒ研究所

M. Kobayashi¹, T. Morisaki¹, S. Masuzaki¹, N. Ohyabu¹, Y. Feng², F. Sardei², D. Reiter³, M. Shoji¹, N. Ashikawa¹,

A. Komori¹, O. Motojima¹ and the LHD experimental group¹

¹ NIFS, ² Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, ³ IPP Forschungszentrum Jülich GmbH

kobayashi.masahiro@LHD.nifs.ac.jp

核融合研究所の大型ヘリカル装置 LHD のダイバータ/SOL プラズマ輸送のモデリングについて、最近の進展を報告する。

LHD は複雑な磁場構造を有するため、輸送解析には 3 次元的な取り扱いを必要とする。ここ数年、磁場およびダイバータ・第一壁形状を取り入れたモデリングを、3 次元周辺プラズマ・中性粒子輸送コード、EMC3-EIRENE、を用いておこなってきた。解析は 3 次元モデリングのほかに、1次元モデリングも取り入れてより明確な物理的解釈をおこなっている。

ローカルアイランドダイバータ(LID)配位については以下のことが明らかになった。

1. プラズマのコアからダイバータヘッドまでは比較的長い磁力線で繋がっている($\sim 200\text{m}$)。そのおよそ半分はプライベート領域を通過する。このため、プラズマ温度の冷却が効果的に行われる($T_u/T_d \sim 10$)。
2. LID のダイバータ部は閉型構造をしているため、中性粒子の遮蔽率が高い。従って極めて高い排気能力($\sim 100\text{ Pa m}^3/\text{s}$)が得られる。これは周辺部のリサイクリング粒子の低減に効果があり、ひいてはコア部の閉じ込め改善に効いていると考えられる。
3. ダイバータヘッド前面と SOL の上流が近い位置にある($\sim 10\text{cm}$)。このため、ダイバータヘッド前面でリサイクリングした中性粒子が直接 SOL の上流で電離されプラズマ粒子源となる。この上流での粒子源が SOL に沿ったプラズマ流を加速し、ダイバータに到達する前に音速程度まで達す

る。

4. 上記のような高速のプラズマ流は摩擦力によって不純物をダイバータ部に押し戻すため、不純物遮蔽に効果がある可能性がある。

ヘリカルダイバータ配位については以下のことがわかっている。

1. ガスパフによって粒子供給を行うと、外寄せ配位(磁気軸位置 $R_{ax} = 3.75\text{m}$)の場合は内寄せの場合($R_{ax}=3.60\text{m}$)に比べて粒子供給効率が悪くなる。これは外寄せ配位では周辺部でのエルゴディック層の厚みが増すため、中性粒子の遮蔽効果が強くなるためであると考えられる。
2. ダイバータ部のプラズマパラメータはコア部に比べて1桁ほど低い測定結果が得られている。ダイバータレグの長さが1~2mほどであることを考慮すると、この間にプラズマパラメータが1桁減少することは考えにくい。従って周辺部のエルゴディック層において大きなプラズマ圧力の変化が起こっていると考えられる。

このようにヘリカルダイバータ配位では周辺部のエルゴディック層がプラズマ・中性粒子輸送について重要な鍵を握っていることがわかる。

ヘリカルダイバータ配位についてはさらに 3 次元モデリングを行い、詳細な解析を進めている。講演ではその結果についても報告する。