

SOL 領域でのタングステン不純物の旋回運動が輸送に与える影響

## The effect of gyro motion of tungsten impurity on transport in the Scrape-Off Layer

釜田慎也<sup>1</sup>, 星野一生<sup>1</sup>, 矢本昌平<sup>2</sup>, 林伸彦<sup>2</sup>, 畑山明聖<sup>1</sup>Shinya Kamata<sup>1</sup>, Kazuo Hoshino<sup>1</sup>, Shohei Yamoto<sup>2</sup>, Nobuhiko Hayashi<sup>2</sup>, Akiyoshi Hatayama<sup>1</sup>慶大理工<sup>1</sup>, 量研<sup>2</sup>  
Keio Univ.<sup>1</sup>, QST<sup>2</sup>

トカマク型核融合炉では、ダイバータ板より生じた不純物がSOL領域内を輸送される。その一部がコアプラズマへ混入することで、核融合反応が阻害され、コアプラズマが維持できなくなる懸念がある。そのため、SOL領域での不純物輸送を理解・制御することは、トカマク型核融合炉を実現するにあたり重要である。従来のダイバータ板には炭素が用いられており、SOL領域での不純物輸送シミュレーションでは不純物の旋回半径は十分に小さいとして、旋回運動を無視した旋回中心近似モデルが広く用いられていた<sup>[1]</sup>。近年ダイバータ板材料としてタングステン(W)を用いることが有力視されている。W不純物は旋回半径が大きいため、有限軌道効果による影響が無視できないことが指摘されている<sup>[2]</sup>。本研究では、W不純物の有限軌道効果の影響を明らかにするため、不純物の旋回運動まで追跡する完全軌道追跡コードIMPGYRO<sup>[3]</sup>とIMPGYROを旋回中心近似へ書き換えたコード間の比較を行った。

W不純物の有限旋回効果として、(i) ダイバータ板近傍ではprompt redeposition<sup>[4]</sup>、(ii) SOL領域上流ではインワードピンチやドリフトなどの磁力線を横切る輸送が予想される。そこで、本研究では(i)ダイバータ板近傍と(ii)SOL領域上流とで生じる有限旋回効果をそれぞれ個別に検証した。

(i)のダイバータ板近傍での有限旋回効果を検証するにあたって、それぞれの不純物輸送コードを用いて、いくつかの条件下でダイバータ板近傍よりW不純物を放出したときの再堆積率、をJT-60Uの磁場配位を用いて求めた。背景プラズマパラメータは、SOL/ダイバータプラズマ輸送コードSOLPS5.0<sup>[5]</sup>で求めた。また、初期条件として、ダイバータ板の複数箇所よりW不純物を放出角分布をcos分布として放出した。

この結果、再堆積率と $p = \lambda_0/R_L$ 、( $\lambda_0$ :放出箇

所近傍の第一イオン化距離、 $R_L$ :旋回半径)の関係はFig. 1 のようになった。このとき、IMPGYROでは文献<sup>[4]</sup>に近いprompt redepositionが確認された。一方、旋回中心近似へと書き換えたIMPGYROでは不純物放出角がcos分布であることと、磁力線がダイバータ板に対して斜めであることより、一定量ダイバータ板に戻ってきている。しかしながら、IMPGYROの結果ほど再堆積は生じておらず、旋回効果の重要性が示された。

(ii)のSOL領域上流での有限旋回効果を比較するにあたり、IMPGYROには古典拡散が自然に含まれているのに対して、旋回中心近似へと書き換えたIMPGYROでは古典拡散は考慮されていない。同条件で解析するために、旋回中心近似コードに古典拡散モデルを導入する必要がある。

これらのシミュレーション結果の詳細な比較とそれに基づく有限旋回効果についての考察はポスターにて報告する。

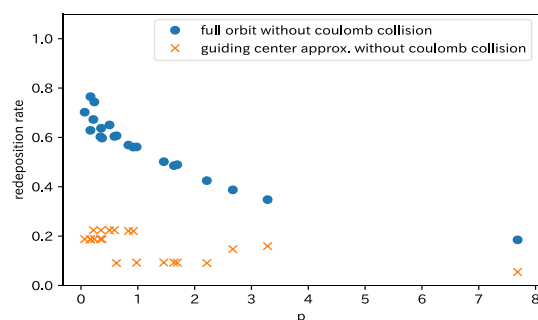


Fig1. 不純物再堆積率とpの関係

- [1] K. Shimizu, et al., J. Nucl. Mater., 241 (1997) 167.
- [2] M. Toma, et al., J. Plasma Fusion Res., 86 (2010) 685.
- [3] I. Hyodo, et al., J. Nucl. Mater., 313 (2003) 1183.
- [4] A V Chankin et al., Plasma Phys. Control. Fusion, 56 (2014) 025003.
- [5] R. Schneider, et al., Contrib. Plasma Phys., 46 (2006) 3.