

29aA29P

東北大学ヘリアックにおける荷電粒子注入の検討

Numerical study of charged particle injection into the Tohoku University Helic

高山正和¹⁾, 北島純男²⁾, 笹尾眞實子²⁾

1) 秋田県立大システム科学技術学部 2) 東北大学大学院工学研究科

Masajazu Takayama¹⁾, Sumio Kitajima²⁾ and Mamiko Sasao²⁾

1) Faculty of Systems Science and Technology, Akita Prefectural University 2) School of Engineering, Tohoku University

東北大学ヘリアック装置において、熱陰極を用いた電子の注入により径方向電界の制御を行い、エネルギー閉じ込めの改善に関する研究が行われている。その研究では電子を注入することでプラズマ中心部に負の径方向電界を形成し、その効果について検討した。ヘリカル系の装置における径方向電界の効果についてさらに深く検討するためには、プラズマ中心部に正電界を形成する実験を行うことが必要である。

正の径方向電界を形成するためには負電界と同様に正イオンを注入する方法が考えられる。本報告では、ヘリカルリップルによる捕捉粒子軌道を利用する方法について検討する。ヘリカル系装置では、閉じ込め磁界のヘリカルリップルが大きいため、ピッチ角の大きな荷電粒子はこのヘリカルリップルに捕捉され閉じ込め領域の外へと放出される。逆に、最外殻磁気面の外から捕捉軌道に沿って閉じ込め領域内にイオンを注入することが可能であると考えられている。

具体的には、東北大学ヘリアック装置において最外殻磁気面の外から正の水素イオンを注入できるかどうかを検討し、そのイオン源の位置、放射方向、イオンのエネルギーを決定する。この結果、いくつかの入射可能なイオンの発生源の位置、放射方向、イオンのエネルギーを決定できた。

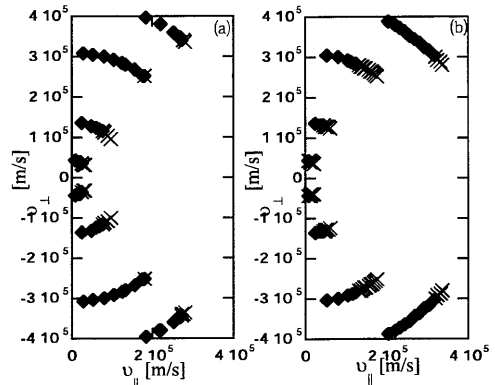


図 水素イオンの速度と捕捉粒子(◆), 通過粒子(×)の関係

(a) 初期位置 $\phi=0^\circ$, $R=0.57\text{m}$

(b) 初期位置 $\phi=45^\circ$, $R=0.4055\text{m}$

P29aA30P

東北大学ヘリアック装置におけるポロイダルフロー中での揺動計測

Fluctuation measurement of poloidal flow in TU-Heliac

田中豊、高橋裕己、宇藤裕康、小川倫明、新出順士、岩崎圭介、岡本敦、神藤勝啓、北島純男、笹尾眞實子、西村清彦¹⁾、稲垣滋¹⁾、高山正和²⁾

東北大、核融合研¹⁾、秋田県立大²⁾

Y. Tanaka, H. Takahashi, H. Utoh, M. Ogawa, J. Shinde, K. Iwasaki, A. Okamoto, K. Shinto, S. Kitajima, M. Sasao, K. Nishimura¹⁾, S. Inagaki¹⁾, M. Takayama²⁾

Tohoku University, National Institute for Fusion Science¹⁾, Akita Prefectural University²⁾

多くのトラス型装置における閉じ込め改善モードにおいて、ポロイダルマッハ数 M_θ が 1 をこえる現象が確認されている。トカマクにおける H-mode ではセパトリックスの少し内側において、フロー形成、輸送障壁の形成、ポテンシャル揺動の減少が確認されており、フローやフローシアによる、揺動抑制、異常輸送抑制が閉じ込め改善モードの機構であると考えられている。一方、ステラレータにおいては、閉じ込め改善モードはいくつかの装置において確認されているが、新古典輸送が支配する場合もあり、閉じ込め改善モード、揺動、異常輸送との関係は明白ではない。そのため、ステラレータにおいて高 M_θ 時における揺動計測や異常輸送評価は重要である。

高 M_θ プラズマ形成には、電極バイアス実験は有効なツールである。特に、電極電流がプラズマに依存しない熱電子放出型の熱陰極は、ターゲットプラズマの条件を幅広く選択することが出来る。そのため、東北大学ヘリアック装置において、熱陰極を使用した負バイアス実験が行われて来た。現在までの結果として、

- *線電子密度増加(約 3 倍)
- *径電場形成(4kV/m)
- *ポロイダルフロー形成($M_\theta=5$)
- *エネルギー閉じ込め改善

等が確認され、閉じ込め改善モードへの遷移に成功したと考えられる。プラズマの粘性についても評価が行われ、新古典理論の予測と比較的よい一致を示すことが確認されている[1-3]。本研究では、この閉じ込め改善モードにおける揺動の計測を行い、フロー形成時の揺動特性、閉じ込め特性を紹介する。右図は、バイアス時におけるイオン飽和電流のパワースペクトルである。イオン飽和電流揺動は、電子温度揺動を無視できると考えると、密度揺動を表していることになり、以下の 2 種類の密度揺動の発

生を確認できる。

- 1)100kHz 以下のシャープな揺動
- 2)100~300kHz における幅広い揺動

本装置では、プラズマの生成に 18.8kHz のオーミック加熱を用いており、1)の揺動は 18.8kHz の基本波と高調波である。バイアス時に、ポロイダルフローが形成されており、その回転周波数は約 100kHz である。2)の揺動は何かの不安定性によって発生した揺動が、ポロイダルフローにより、高周波数領域に表れたのだと考えられる。詳細については、学会にて発表を行う。

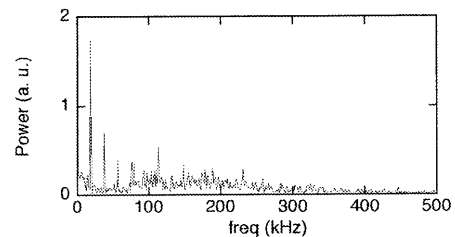


図 バイアス時におけるイオン飽和電流パワースペクトル

[1] Kitajima S *et al* 2001 J. Plasma Fusion Res. Series 4 391.

[2] Kitajima S *et al* 2002 Int. J. Appl. Electromag. Mech. 13 381.

[3] Takahashi H *et al* 2004 J. Plasma Fusion Res. SERIES 6 366.