

HIST球状トラス装置におけるTransient-CHI電流立上げとドップラー分光計測

Current start-up by using transient-CHI and Doppler spectroscopic measurement on HIST

花尾隆史, 上阪義晴, 川井貴弘, 松井貴昭, 菊池祐介, 福本直之, 永田正義
T. Hanao, Y. Uesaka, T. Kawai, T. Matsui, Y. Kikuchi, N. Fukumoto and M. Nagata

兵庫県立大学・院工
 Graduate School of Engineering, University of Hyogo

はじめに

球状トラス(ST)プラズマは小型で高ベータな核融合炉を可能にする一方で、中心領域が小さい為にソレノイド無しの電流立ち上げ方式が必要となる。磁化同軸プラズマガン(MCPG)を用いた同軸ヘリシティ入射(CHI)による電流駆動は、スフェロマック研究の過程で発展し、STプラズマに適用されてきた[1]。CHIを用いたプラズマ電流立ち上げ方式としてTransient-CHI(T-CHI)法が提案され、NSTX装置(米国, PPPL)において300 kAの電流立ち上げに成功している[2]。兵庫県立大学のHIST装置では、T-CHIによる内部磁場構造の計測を中心とした特性評価を行っている[3]。本発表では、T-CHIで生成されるSTプラズマのドップラーイオン温度、電子温度・密度の空間分布評価や磁気ヘリシティ量のバランス評価等について報告する。

実験結果及び考察

HIST装置(大半径 / 小半径 = 0.3 m / 0.24 m = 1.25)はポロイダル断面上に8本の磁気プローブアレイを持ち、ミッドプレーン上にイオンドップラー分光計測システム、 λ プローブ、静電プローブを持つ。図1にHIST装置において初期バイアス磁束の大きさを1.61 mWbと2.13 mWbとした条件時に得られたT-CHIの放電波形を示す。

低バイアス磁束の場合、プラズマ電流の立ち上がりが早く、最大値が大きいことが確認された(図1(a))。プラズマ電流が立上る時間帯においては炭素不純物(CIII : 464.74 nm)のドップラーイオン温度が電子温度よりも高くなり(図1(d), (e))、この時間帯では中心導体付近($R < 0.15$ m)で高いトロイダル電流密度が観測されている(図1(b))ことから、ピンチ効果による圧縮加熱が起きていることが予測される。また、 $t = 0.15-0.20$ msにおいて、ドップラーイオン温度の低下と同時に電子密度が低下している(図1(f))ことから、キンク不安定性による影響が予測される。キンク不安定性の発生は、この時間帯において、軸対称性を仮定して計算されるポロイダル磁束等高線が乱れることや、トロイダルモード $n = 1$ の励起が観測されることから予想されている。高バイアス磁束の場合では、プラズマ電流の最大値が小さくなり、中心導体付近で高い電流密度が観測されず、ドップラーイオン温度も高くない(図1(a), (c), (d))。また、電

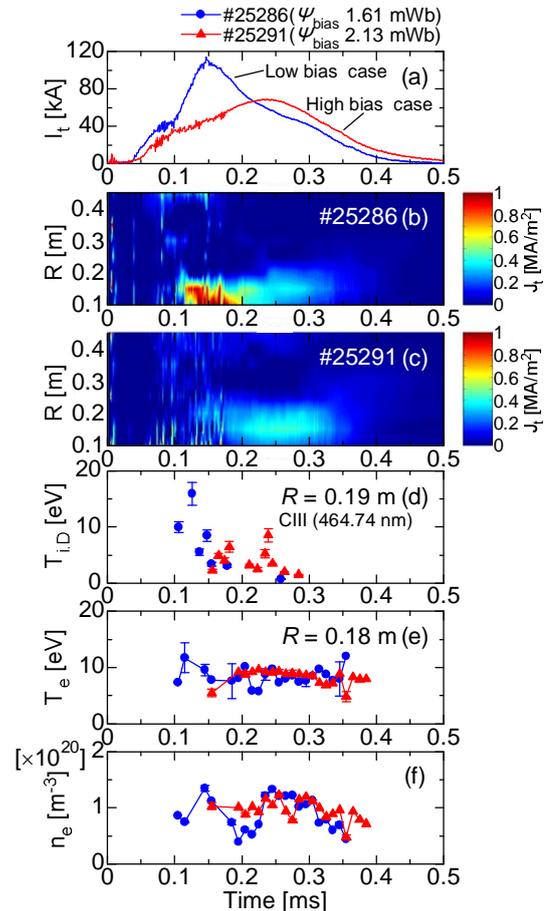


図1 Transient-CHI 放電において初期バイアス磁束を変化させた際の(a) プラズマ電流, (b), (c) トロイダル電流密度分布, (d) ドップラーイオン温度, (e) 電子温度, (f) 電子密度

子温度・密度が長い時間帯で一定であり(図1(e), (f)), ポロイダル磁束等高線が乱れなかったことから安定したプラズマが生成されたと考えられる。

T-CHIによる安定なSTプラズマの生成において、ヘリシティの抵抗減衰を考慮したバランス式を用いて計算されるMCPGから入力される磁気ヘリシティ量とポロイダル磁束・トロイダル磁束から求めた磁気ヘリシティ量の比較を行い、これらの値がほぼ一致していることを確認した。

参考文献

- [1] T. R. Jarboe, Fusion Technol. **15**, 7 (1989).
- [2] R. Raman *et al.*, Nucl. Fusion **47**, 792 (2007).
- [3] M. Nagata, *et al.*, Proc. of 25th IAEA Fusion Energy Conference, EX/P4-30 (2014).