

HIST装置におけるヘリシティ駆動フローとダイナモ電場計測

Measurements of helicity drive flow and dynamo electric field on HIST

伊藤兼吾, 花尾隆史, 松本圭祐, 中山貴史, 廣納秀年, 兵部貴弘,

菊池祐介, 福本直之, 永田正義

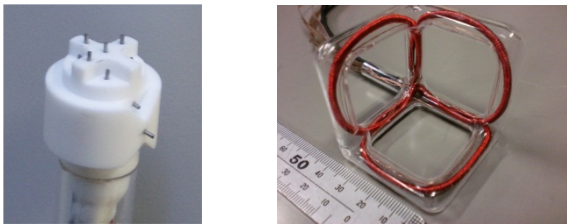
兵庫県立大学・院工

K. ITO, T. HANAO, K. MATSUMOTO, T. NAKAYAMA, H. HIRONO, T. HYOBU, et al

Graduate School of Engineering, University of Hyogo

1. 目的

HIST 球状トラス(ST)装置では、同軸ヘリシティ入射(CHI)方式によってSTプラズマの立ち上げと電流駆動の研究を行っている。本研究では、HIST装置で発生するフローの計測と、電流駆動に起因するダイナモ効果をMHDダイナモプローブとHallダイナモプローブ(図1)を用いて調べることが目的である。また、密度に大きく依存するMHDとHallダイナモ電場のそれぞれの大きさの比較や、運動量輸送とダイナモとの関係を探る。



(a) マッハダイナモプローブ
(b) ホールダイナモプローブ

図1 使用したダイナモプローブ

2. 実験結果

今回使用した一般化されたオーム式の揺動成分を用いて平均化したバランス式は、

$$\eta_{\parallel} - E_{\parallel} = \langle \delta v_i \times \delta B \rangle_{\parallel} - \langle \delta j \times \delta B \rangle_{\parallel} / en \approx \langle \delta v_e \times \delta B \rangle_{\parallel}$$

と表すことができる。

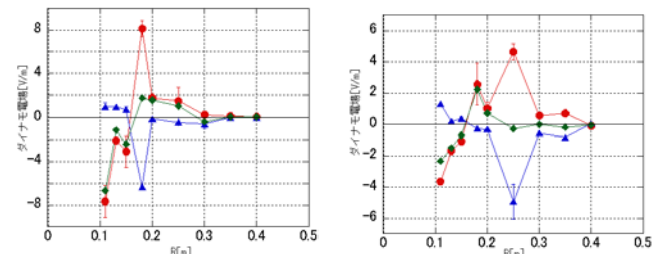
図2は、上式の右辺のMHD dynamo項 $\langle \tilde{v} \times \tilde{B} \rangle_{\parallel}$ 及び、Hall dynamo項 $\langle \tilde{j} \times \tilde{B} \rangle_{\parallel} / en$ の各値を半径方向に計測した各揺動データから計算したものである。また、図2(a)は、プラズマ電流がホロー分布となっている時刻(driven phase)でのダイナモ誘起電界分布であり、(b)はピーク電流分布になっている時刻(partial decay phase)での分布である。

図2(a)を見ると、Open flux column(OFC)(半径 $\leq 0.15m$)では、MHD dynamo電場は電流を減衰させる方向に誘起されており、Hall dynamo電場より大きい値をとるため、トータルでは電流を減衰させる方向の電場となっている(アンチダイナモ)。Closed flux領域でも、MHD dynamo電場が支配的であり、プラズマ電流と同じ方向のMHD

dynamo電場が電流を駆動していることがわかる。

同図(b)を見ると、OFCでの両ダイナモの大きさは同図(a)の駆動時と大きく変わらないが、close flux領域では、MHD dynamo電場よりもHall dynamo電場の方が大きい値となっていることがわかる。

以上の結果から、drivenからpartial decay過程に移行するに連れてOFCからClose flux領域へヘリシティ輸送され、電流が磁気軸でピークする分布に遷移していくものと考えられる。



(a) Driven phase (b) Partial decay phase
red :MHD blue :Hall green :total

図2 ダイナモ電場の径方向分布

図3に電子密度に対する両ダイナモ電場の依存性を示す。図の縦軸は|MHD dynamo|/|Hall dynamo|の比である。密度が高い場合、MHD dynamo項が支配的であり、密度が低くなるにつれてHall dynamo項が大きくなる。MHD dynamoとHall dynamoの比の関係は2流体効果の指標パラメータ S^* に依存し、低密度の場合にはイオンスキン長が大きくなり S^* 値も小さいため、電子揺動のダイナミクスが支配的となりホール効果が効いてくる。

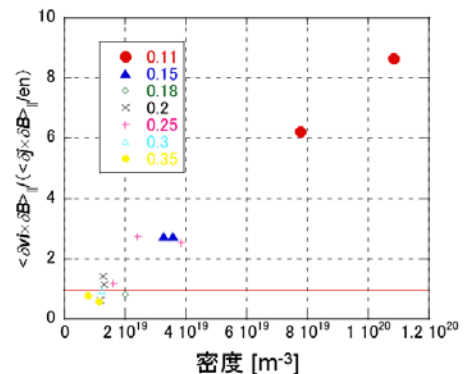


図3 密度に対するダイナモ電場の変化