

磁場反転配位プラズマの超音速移送過程における 装置端部電氣的境界条件の影響

Effects of Electric Boundary Conditions of Device End on Supersonic Translation Process of Field-Reversed Configuration

小林大地¹, 関 太一¹, 高橋 努¹, Jordan Morelli^{1,2} 浅井朋彦¹
KOBAYASHI Daichi¹, SEKI Taichi¹, TAKAHASHI Tsutomu¹, MORELLI Jordan^{1,2},
and ASAI Tomohiko¹

¹日大, ²Queen's Univ.
¹Nihon Univ., ²Queen's Univ.

極限的に高いベータ値を持つ磁場反転配位 (FRC) は、生成直後から自発的に外部軸方向磁場の反磁性 (トロイダル) 方向にスピナップし、その速度はアルヴェン速度程度 (数十 km/s) に達する。近年、FRC 様の初期プラズモイドをマッハ数 2–10 程度で衝突・合体させることで単一の FRC を生成する、超音速衝突合体生成法[1]においても同様なスピナップが観測された[2]。また、FRC は装置軸に対してティルト運動やウォブル運動することが知られており、これは衝突合体生成法において初期プラズモイドの正面衝突を妨げる可能性がある。

本研究ではトロイダルスピナップ機構の一つである、装置端部の導体壁による径方向電場短絡機構[3]に着目し、電氣的境界条件がトロイダルフローやティルト／ウォブル運動に与える影響について検証した。

超音速移送過程における FRC のトロイダルフローと重心位置の総移動量の関係を図 1 に示す。各ケースの電氣的境界条件は次の通りであり、円

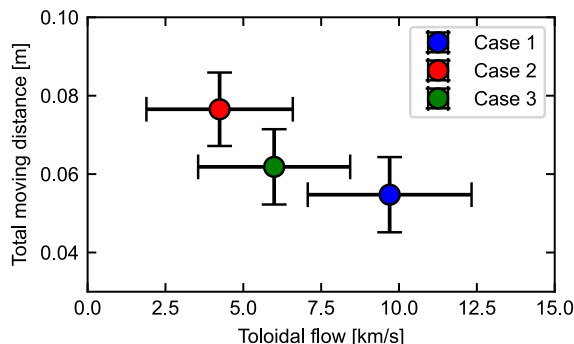


図1 超音速移送過程における FRC の重心のウォブル運動による総移動距離のトロイダルフロー依存性。総移動距離は観測視線を FRC が通過する時間中の重心の変位の積分量。

盤電極の位置は図 2 に示す。

Case 1: 円盤電極とエンドチャンバーを短絡

Case 2: 円盤電極とエンドチャンバーを絶縁

Case 3: 円盤電極とエンドチャンバーを絶縁し、装置中央方向に円盤電極を挿入

Case 1 において、最もフロー速度が速くなり、径方向電場の短絡によるスピナップが示唆された。また、Case 3 においても Case 2 に比べてフロー速度が速くなったが、これは円盤電極を深く挿入したことにより、電極の同一表面上に接触する磁束が増加し、Case 1 と同様に径方向電場が短絡されたためと考えられる。さらに、フロー速度が大きいほど重心位置の総移動距離が小さくなった。これは、磁力線凍結や、フローが生むジャイロ効果による、ティルト／ウォブル運動に対する安定化効果を示唆している。したがって、衝突合体生成過程における正面衝突のためには、電氣的境界条件が重要な役割を担うと考えられる。

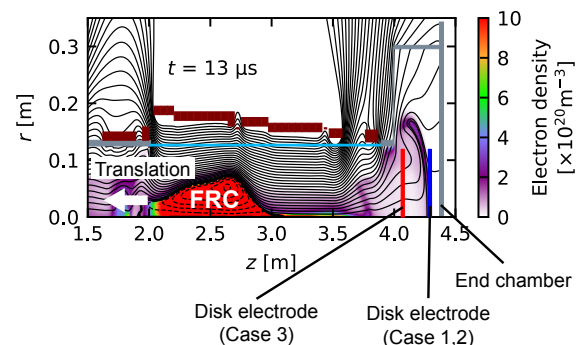


図2 移送過程における FRC と外部磁場の磁力線分布と各ケースにおける電極位置。磁力線分布は電極を配置していない場合。

参考文献

- [1] T. Asai *et al.*, *Nucl. Fusion* **59**, 056024 (2019).
- [2] T. Asai *et al.*, *Nucl. Fusion* **61**, 096032 (2021).
- [3] L. Steinhauer, *Phys. Plasmas* **18**, 070501 (2011).