

Effect of Translation Velocity on the Self-Organization
of a Collisional Merging FRC Plasma

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

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

日本大学FAT-CM装置ではイオン音速, Alfvén速度を超える相対速度での磁場反転配位 (FRC) プラズマの衝突合体実験が行われている[1]。逆磁場テータピンチ法によって生成された2つのプラズモイドは, 磁気圧勾配により軸方向に加速される。生成領域においてAlfvén速度程度まで加速された後, 外部磁場の弱い衝突領域まで移送されることでプラズモイド境界における音速やAlfvén速度を超える[2]。衝突直前の相対速度は200–400 km/sに達し, イオンMach数 (相対速度とイオン音速の比) とAlfvén Mach数 (相対速度とAlfvén速度の比) はそれぞれ~2, ~4である。このような衝撃波の形成を伴う激しい衝突によって2つのプラズモイドはその構造を一度失うが, 衝突後1つのFRCが自己組織的に形成される様子が報告された[3]。衝突合体によって形成されたFRCでは, ポロイダル磁束の増加やトロイダル方向へのスピニングが観測されているが, これら自己組織化的再形成のメカニズムは解明されていない。

衝突合体過程では対向衝突により軸方向の移送速度が相殺されることから, 移送による運動エネルギーがプラズマの内部エネルギーに変換されている可能性がある[4]。さらに衝突時にはMach数が1を超えることから衝撃波形成に伴う加熱等の影響も示唆されている。図1に衝突前後での全エネルギーを示す。衝突前のエネルギーは2つのプラズモイドがもつエネルギーの総和である。移送によって生じる運動エネルギーは内部エネルギー (熱エネルギーと磁気エネルギーの総和) よりも1.6倍程度大きく, 運動エネルギーが支配的である。また, 衝突前後で比較すると全エネルギーの総和は減少する

が, 内部エネルギーは衝突後に増加する傾向が見られた。プラズモイドのもつ運動エネルギーが衝突合体によって再形成されるFRCの内部エネルギーに変換されていると考えられる。

本研究では, 運動エネルギーと衝撃波形成に関わる衝突時の相対速度の違いがFRCの再形成に与える影響を評価する。さらに高い相対速度での衝突実験を実施するため, 今後はFAT-CM装置の改造を計画しており, 生成領域と衝突領域間の磁気圧勾配を強調することで相対速度600–1000 km/sでの衝突合体を目指す。

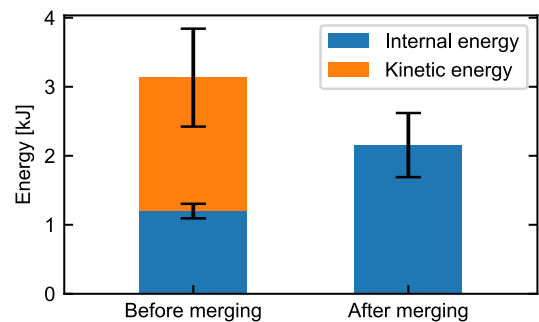


図1 衝突前後の全エネルギーの比較。衝突前は2つのプラズモイドがもつエネルギーの総和, 衝突後は再形成されたFRCのもつエネルギーを示す。

参考文献

- [1] T. Asai *et al.*, *Nucl. Fusion* **59**, 056024 (2019).
- [2] D. Kobayashi *et al.*, *Phys. Plasmas* **28**, 022101 (2021).
- [3] T. Asai *et al.*, *Nucl. Fusion* **61**, 096032 (2021).
- [4] D. Kobayashi *et al.*, *Plasma Fusion Res.* **16**, 2402050 (2021).