

TS-6トカマク合体実験における電流シートのプラズモイド構造変化
Plasmoid Dynamics of Current Sheet in TS-6 Tokamak Merging Experiments

土井久瑠美¹⁾, 秋光萌²⁾, 蔡雲漢¹⁾, 田辺博士¹⁾, 小野靖¹⁾
 Kurumi Doi¹⁾, Moe Akimitsu²⁾, Yunhan Cai¹⁾, Hiroshi Tanabe¹⁾ and Yasushi Ono¹⁾

(1) 東大, (2) 量研機構
 (1) Univ. Tokyo, (2) QST.

本研究ではプラズマ合体中心の電流シート付近の微細な磁場・電流構造変化とリコネクション速度の関係を調査した。

磁気リコネクションの高速化機構には非定常的なプラズモイド生成が関わるといわれている。理論的には複数のプラズモイド生成には 10^4 以上の磁気レイノルズ数が必要である。そこで東京大学TS-6装置において、リコネクション室内実験中で最も磁気レイノルズ数の高いトカマクプラズマの合体実験を行った。さらに電流シート内の微細構造を計測するために最小5 mm間隔という高密度でコイルが配置されたPCB型磁気プローブが開発された[1]。

この計測の結果、トカマク合体中心の電流シートは従来考えられていたような薄いシートではなく、図1(a)のように複数の電流密度の塊であるプロブを含むと分かった。図1(b)より、左右からのインフローによって薄い電流シートが複数のプロブに分裂するとリコネクション電場が増加し、それに伴いリコネクション速度も増加した。複数のプロブが生成されることでリコネクションが進行する拡散領域も複数形成されるためリ

コネクション高速化に寄与していると考えられる。

既に電流シートをイオンラーマ半径 ρ_i まで圧縮すると実効抵抗率が大きく増加することは報告されている[2]が、この圧縮によって電流シートが大きく傾くことも分かった(図2)。この現象は左右からのインフローが強い場合ほど顕著であった。これは電流シートが ρ_i に圧縮されるとシート内のイオンと電子の分布にずれが生じるホール効果で説明される。図3のようにホール電流 \mathbf{j}_{Hall} とトロイダル磁場から成る $\mathbf{j}_{Hall} \times \mathbf{B}$ の力が電流シートをひっぱることで傾いた。この考察はトロイダル磁場の向きを反転させると電流シートの傾く方向が反転するという結果とよく一致する。

参考文献

- [1] M. Akimitsu et al., Plasma Fusion Res. 13, 1202108 (2018).
- [2] Y. Ono, et al., Phys. Plasmas 4, 1953 (1997).

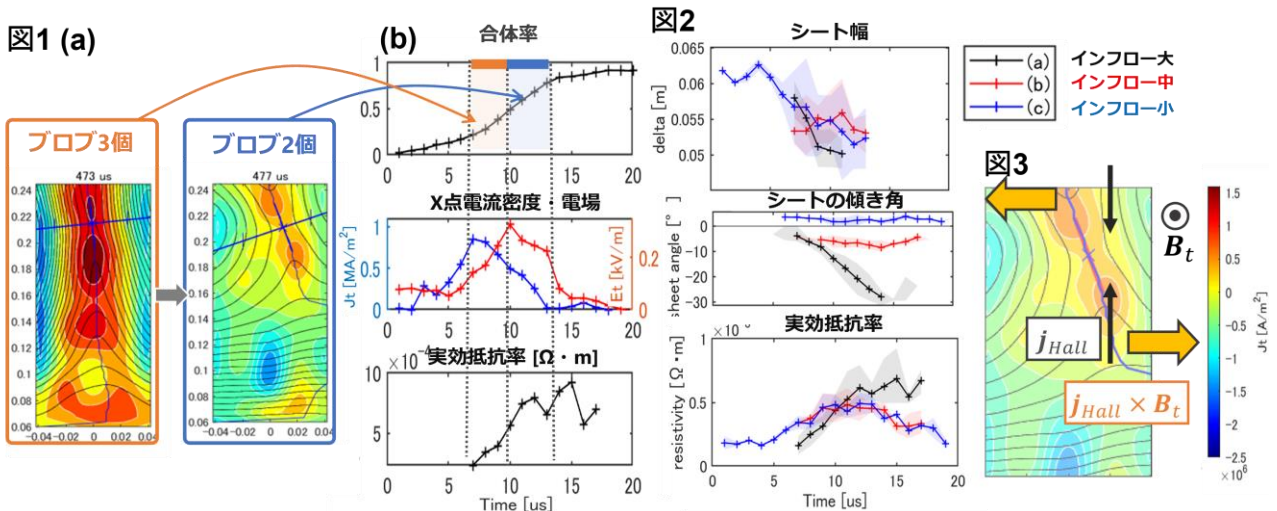


図1(a) : 合体中のトカマクのポロイダル磁気面 (黒線) とトロイダル電流密度 (カラーコンター) . (b) : トカマクの合体率, X点での電流密度と電場, 実効抵抗率の時間発展. 図2 : トカマク合体中の電流シートの幅, 傾き, X点実効抵抗率. 図3 : 図1(a)におけるホール電流 \mathbf{j}_{Hall} と電流シートが傾ける $\mathbf{j}_{Hall} \times \mathbf{B}_t$ 力