

背景粒子の流れと相互作用する反  $E \times B$  渦Observation of anti- $E \times B$  vortex in a plasma

# 田中 雅慶 [1]

# Masayoshi Tanaka[1]

[1] 九大総理工

[1] Kyushu Univ.

磁化プラズマ中に発生する渦は、そのほとんどが  $E \times B$  ドリフトによって駆動される。言い換えれば、プラズマのイオンの流れ場は静電ポテンシャルによって決定される。この場合、静電ポテンシャルの勾配は流線関数となり、渦度はそのラプラシアンで与えられる。

アルゴンを用いた円柱磁化プラズマ中で3極および単極の渦が最近観測された。ポテンシャル分布を測定すると、これらの渦はいずれも、予想される  $E \times B$  回転とは逆の回転を示していた。この事実は、イオンに対して電場より優勢で、かつ電場と逆向きの力が作用していることを示している。

反  $E \times B$  回転する渦は、比較的中性ガス圧力の高い領域で観測され、図1に示すように明るく光るので容易に観測できる。2次元駆動機構を用いた分光測定によりイオンおよび中性粒子の2次元分布を求めてみると、イオン密度は渦の中心で周囲に比べて約3倍高くなっており、中性粒子密度分布は逆に周囲の1/2まで減少していた。中性粒子のくぼみ構造はイオン密度分布の特性長と一致しており、その勾配は非常に急峻である。反  $E \times B$  渦はこの中性粒子のくぼみ構造を伴っていることが特徴である。

背景粒子に強い不均一性があれば、それに伴う流れが存在するはずである。その流れはイオン流体と相互作用して運動量を輸送することができる。つまり、イオンに対する力の発生源となり得る。実験室プラズマの場合、比較的低温度であり、イオン-中性粒子間の電荷交換衝突が支配的である。この電荷交換反応によるイオンの運動量収支を考えると、イオンは中性粒子になることで運動量を失うが、一方で、中性粒子はその流れが持つ運動量をもってイオンとなる。正味の運動量輸送は両者の差になるが、中性粒子からの運動量輸送は無視できない。背景粒子の流れはその密度勾配に比例すると考えると、電荷交換衝突による中性粒子からの運動量輸送は  $\ln[N_n]$  (ここで、 $N_n$  は背景中性粒子密度分布) に比例する。この場合、 $\ln N_n$  は静電ポテンシャルと同じ役割、即ち流線関数となり、渦度は  $\ln N_n$  で与えられる。

方向性プローブを用いてプラズマの流れ場を測定し、周方向流速から渦度を実験的に求めた。また、ポテンシャル分布および2次元中性粒子分布計測の結果を用いて予想される渦度分布を  $\ln N_n$  により決定した。速度場から求めた渦度分布と比較したところ、 $\ln N_n$  と渦度分布は良い一致を示した。この結果は、イオンの流れ場は静電ポテンシャルではなく、背景粒子の流れによって決定されていることを示している。従来、イオンのダイナミクスは、静電ポテンシャルなどプラズマに内在する機構だけで決まると思われてきた。しかし、反  $E \times B$  渦の存在は、プラズマと背景粒子の流れが相互作用する場合、イオンのダイナミクスが本質的に変化するというを示している。

