

A238a 電離非平衡プラズマ中高速ダスト流の生成と渦形成ダイナミクス

飯塚 哲 (東北大)

非平衡プラズマ中に導入されたミクロンサイズのダスト(微粒子)は負に帯電し、地上では重力と静電力(上向き)が釣り合うプラズマ・シース境界領域に浮上し、ダスト集団(雲)を形成する。ダストの帯電量は通常 $10E3 \sim 10E4$ の程度であり、微粒子同士のクーロン相互作用力が支配的になり、いわゆるクーロン流体を形成する。クーロン結合パラメータ ($=$ クーロンエネルギー/熱エネルギー)は1よりはるかに大きく、 $> \text{cri}$ ではダストは結晶化し固体状態になる。 $< \text{cri}$ では液体状態に相転移するが、 $> \text{cri}$ の大きさによって実効的なクーロン衝突力が変化するため、粘性流体的な性質を示す。ダスト流の持つ粘性はダストの密度や粒子間隔のみならず、背景プラズマのデバイ長にも依存する。このようなダスト集団に流れがあると、速度が増すにつれレイノルズ数が大きくなり、流体的な不安定性が予想される。本研究では、クーロン衝突力に起因する粘性をもつダスト流体の渦形成などのダイナミクスを実験的に明らかにする。細いノズルから流出するアルゴンガスのドラゲ力によってダスト集団を駆動する。この結果、これまでには得られないような速度までダスト流の駆動が可能となった。また、速度なども細かく制御することも可能となり、ダスト流実験の新しい手法として期待できる。流れの向きも種々に設定することができる。狭いチャンネルの中を対向して流れるダスト流を形成すると、流速が遅い時には弱い速度シアを持つほぼ安定なダスト対向流が観測されるが、速度シアを強めていくと対向ダスト流の接触面での相互作用により、境界領域で複数の小規模渦流を形成することが分かった。渦サイズは1-2mmのオーダーであり、ダスト平均間隔の数倍程度である。流れの領域から渦領域へのダスト粒子のトラッピングやデトラッピングなどが観測され、ダスト粒子のカオティックな振舞いが明らかになった。