

ダストプラズマ中の渦運動とその制御

Vortex Motion in Dusty Plasma and its Control

飯塚 哲

東北大院工

IIZUKA Satoru

Graduate School of Engineering, Tohoku University

プラズマ中に導入された微粒子は負に帯電し、浮上電極上に強結合状態の微粒子集団（雲）を形成する。通常微粒子雲はほぼ静止した状態で安定に捕捉されるが、外力を受けると集団的な分布形状を変えたり[1]、集団的な運動を始める。例えば、微粒子雲の周辺に平板電極を垂直に立てて負にバイアスすると、平板の左右に 1 対の微粒子渦流が発生する[2]、また、浮上電極に垂直に静磁界を印加すると水平面上で微粒子渦流が発生する[2]。これらの原因として電極先端に流入するイオン流や、弱く磁化したイオンのドラッグ力が考えられている。この他にも熱泳動力や重力などによっても鉛直方向の微粒子対流や渦流が発生する[3]。しかしながら、これらの力による渦流の回転速度には限界があり、広範囲の速度制御が困難であった。

本研究では、新しく中性ガスのドラッグ力によって微粒子集団に渦運動を発生させることを試みた。細いノズルから流出するアルゴンガスのドラッグ力によって微粒子集団を駆動する。この結果、これまでには得られないような速度まで微粒子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、微粒子流実験の新しい手法として期待できる。

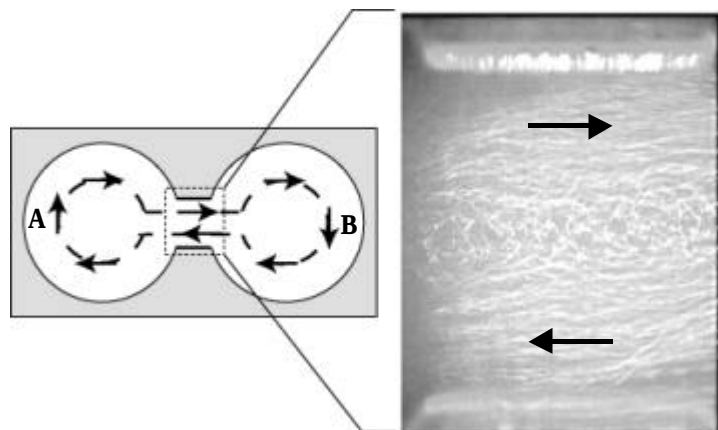
右図は、狭いチャンネルの中を対向して流れる微粒子流の境界にサイズが 2-3mm のオーダーの小規模微粒子渦流が発生することを観測したものである。微粒子浮上電極は左図に示すように直径 20 mm の 2 つの窪んだ円形部分を幅

10mm、長さ 8mm の窪んだ直線状チャンネルでつないだものである。

この電極に 13.56MHz の RF 電力 (1 W) を印加してプラズマを生成する。微粒子は窪んだ領域全体に浮上するが、A、B 点の 2 ヶ所で中性ドラッグ力によって局所的に駆動すると、矢印のように連鎖的に流れが生じ、チャンネル内には対向流が発生する。

流速が遅い時には弱い速度シアを持つほぼ安定な微粒子対向流が観測されるが、速度シアを強めていくと対

向微粒子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。



左図：微粒子浮上電極（A,B は駆動点、矢印は微粒子流の向き）

右図：対向流(矢印)境界層における小規模渦の発生（露出 1 秒）

[1] G. Uchida et al., IEEE Transactions on Plasma Science, **29**, 274 (2001).

[2] N. Sato et al., Frontiers in Dusty Plasmas, 329 (2000); Physics of Plasmas, **8**, 1786 (2001).

[3] V. E. Fortov et al., Frontiers in Dusty Plasmas, 445 (2000).