

超臨界流体を用いた擬似微小重力環境下ダストプラズマの創製 (II)

Dusty plasmas under pseudo-microgravity condition in supercritical fluids (II)

東大院新領域¹ ◯榊原 教貴¹, 松林 康仁¹, 寺嶋 和夫¹

The Univ. of Tokyo¹, ◯Noritaka Sakakibara¹, Yasuhito Matsubayashi¹, Kazuo Terashima¹

E-mail: n.sakakibara@plasma.k.u-tokyo.ac.jp, kazuo@plasma.k.u-tokyo.ac.jp

ダストプラズマにおいてプラズマ中の微粒子は一般的に電子の流入により負に帯電し複雑な挙動を示す。微粒子間のクーロン相互作用が熱運動を上回る (強結合プラズマ) ことで形成されるクーロン結晶 (プラズマ結晶) は、相転移や波動の伝播といった集団現象を容易に観察するモデルとして着目されている。しかしながら、プラズマ結晶には一般的に重力による大きな異方性が生じ、地上実験においては二次元もしくはそれが数層積層したプラズマ結晶しか形成されない。国際宇宙ステーションや飛行機の自由落下といった微小重力実験において、三次元プラズマ結晶などの興味深い現象が確認されている[1]が、非常に高コストかつ時間的制約を受けるものである。

ダストプラズマの地上実験における「重力による異方性」の問題に対して、我々は高密度かつ自在に密度変化が可能な超臨界流体 (SCF, supercritical fluid) に着目し、浮力による重力の相殺を提唱してきた[2]。これまでに、超臨界 CO₂ 中での表面誘電体バリア放電[3]を用いることで微粒子 (密度 1.19 g/cm³) の一次元配列が形成され、微粒子の帯電量の見積もりから強結合プラズマの領域にクーロンカップリングパラメーターを持つことが示されたが、微粒子の重力方向への配列は確認されなかった[2]。そこで本研究では、CO₂ の臨界密度程度の密度を持つ樹脂微粒子 (密度 0.5 g/cm³, HB-2051, 積水化学株式会社) を用い、浮力と重力のつり合いをもたらすことで浮力の効果の顕在化を試みた。これまで[2]と同様に超臨界 CO₂ 中における表面誘電体バリア放電を用い、温度を一定に維持したまま圧力を 6.9–8.2 MPa の範囲 (0.234–0.668 g/cm³ の CO₂ 密度範囲に対応) で変化させたところ、CO₂ の密度が樹脂微粒子同様の 0.5 ± 0.15 g/cm³ となる 7.45–7.70 MPa においてのみ重力方向への微粒子の配列が確認され、それ以外の圧力では一次元配列のみであった (図 1)。これは浮力が重力の効果の相殺した結果と考えられ、地上実験における等方的な三次元プラズマ結晶形成への大きな一歩である。

参考文献 [1] V. E. Fortov *et al.*, *Plasma Phys. Control. Fusion* **54** (2012) 124040. [2] Matsubayashi *et al.*, *J. Phys. D: Appl. Phys.* **48** (2015) 454002. [3] D. Z. Pai *et al.*, *Plasma Sources Sci. Technol.* **23** (2014) 025019.

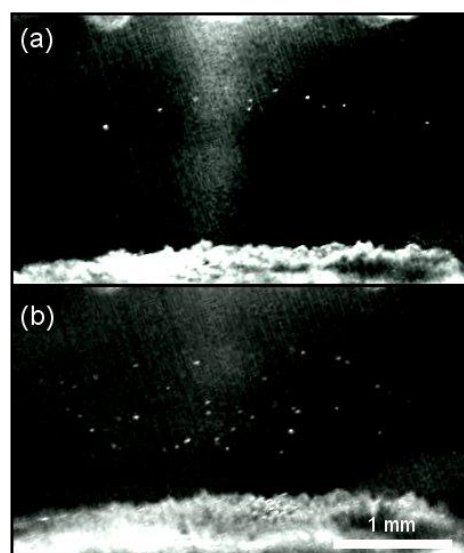


図 1 重力方向への微粒子配列の様子

(a) 31.8 °C, 6.92 MPa, 0.234 g/cm³

(b) 31.7 °C, 7.50 MPa, 0.466 g/cm³