

微小重力環境における円筒状微粒子プラズマのクーロン結晶の観察 Observation of Coulomb Crystals in Cylindrical Dusty Plasmas under Microgravity

¹ 京都工繊大電子, ²ISAS/JAXA ○ 高橋 和生¹, 斗内愛美¹, 東辻浩夫², 足立聡²

¹Dept. Electronics, Kyoto Inst. Tech., ²ISAS/JAXA

○Kazuo Takahashi¹, Manami Tonouchi¹, Hiroo Totsuji², Satoshi Adachi²

E-mail: takahash@kit.jp

はじめに プラズマ中で負に帯電し互いにクーロン力を介して相互作用をする粒径が数 μm の微粒子の集団が、結晶化や相転移など荷電粒子系における物理現象の解析モデルとして注目されている。プラズマ中で微粒子は、主に静電力、イオン粘性力、重力の均衡により決められる位置に分布する。地上において、微粒子に働く重力の大きさは他の力の大きさと同程度であり、重力が微粒子の分布に与える影響は大きい。重力の影響を排除するために国際宇宙ステーションにおける実験がドイツとロシアの共同プロジェクトとして行われている。2014 年には PK-4 と呼ばれる、ガラス管内に円筒状のプラズマが生成される装置が配備される予定である。この活動に著者らも参加し、現在、ガラス管を用いた装置を使用して、独自に航空機を用いた微小重力実験を実施している。本研究では、この微小重力環境下における微粒子の挙動とクーロン結晶の構造を明らかにすることを目指す。

実験・結果 直径 40 mm, 内径 30 mm, 長さ 420 mm のガラス管 (主管) に対して、その端部付近に枝管を設けることにより、コの字型のチェンバを用意した。枝管に電極を設け、それぞれに 700 Vp-p, 1 kHz の矩形波を位相を反転させて印加した。ガスには Ar を用い、その圧力を 33 Pa とした。主管に円筒状のプラズマを発生させ、そこに粒径 2.6 μm の微粒子を注入した。

図 1 に微粒子の空間分布を示す。左図は主管の断面から軸 (z) 方向に見た微粒子の射影像 ($x-y$ 平面) であり、右図は主管の軸に対して直角方向から x 方向にみた射影像である。 y 軸は鉛直方向に沿っている。また、左図の原点は主管の中心軸の位置を示している。重力が働くときには主管下部にある微粒子は、微小重力の状態では z 軸を中心とする分布となり、軸対称の構造を形成することがわかる。

謝辞 本研究は、JAXA 宇宙環境利用科学委員会ワーキンググループ「次期実験装置 PK-4 を利用した微小重力実験計画検討」により実施されたものである。また、微小重力実験はダイヤモンドエアサービスによる航空機の運航により提供されたものである。

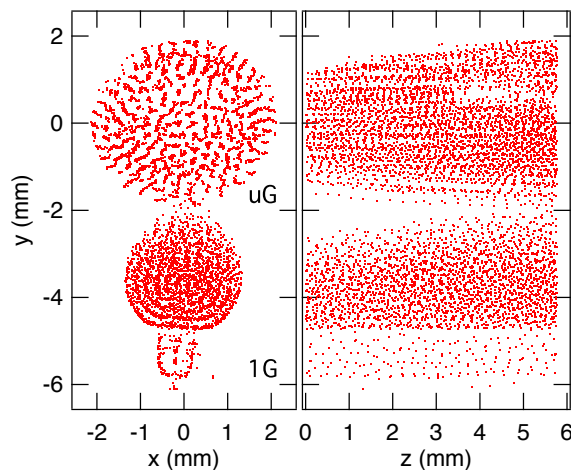


図 1: The spatial distributions of dust particles under gravity and microgravity. Left: projection along to the z -axis (the center of the main tube), Right: to the x -axis.