

ダストプラズマ研究プロジェクト — PK-3 Plus による微小重力実験と将来計画 —

足立 聡¹、高柳昌弘¹、東辻浩夫²、林 康明³、高橋和生³

¹ 宇宙航空研究開発機構、² 岡山大学、³ 京都工芸繊維大学大学院

Complex Plasmas Research Project — Microgravity Experiments by Use of PK-3 Plus and Future Plans —

Satoshi Adachi¹, Masahiro Takayanagi¹, Hiroo Totsuji², Yasuaki Hayashi³ and Kazuo Takahashi³

¹ Japan Aerospace Exploration Agency, ² Okayama University, ³ Kyoto Institute of Technology

¹ 2-1-1 Sengen, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken 305-8505 Japan

E-Mail: adachi.satoshi@jaxa.jp

Abstract: The microgravity experiments of complex plasmas have been carried out by using PK-3 Plus through the international collaboration since 2007. Our target is to observe the critical point phenomena near or at the critical point of the charged system. The present results and future plans are described.

Key words; Complex Plasmas, PK-3 Plus, ISS, Coulomb Crystal, Research Project

1. はじめに

ドイツ・マックスプランク圏外物理研究所 (MPE) が開発したダストプラズマ実験装置 PK-3 Plus が国際宇宙ステーションに搭載され、現在稼動中である。PK-3 Plus を利用する研究者は、装置を開発した MPE、装置を運用するロシアの JIHT (Joint Institute for High Temperatures) を中心としつつも、ドイツ、フランス等の研究者が加わった国際研究チームとなっている。我々も、2007 年 1 月に JAXA・ISS 科学プロジェクト室のダストプラズマ研究プロジェクトとしてプロジェクト化して以来、この国際研究チームに参加し、活動を行っている。ダストプラズマ研究プロジェクトとして対象となる現象は、荷電粒子系における臨界点である。これは、One Component Plasma (OCP) モデルでは古くから知られている解であるが、最近までは実際には存在しないと考えられてきた。しかし、プロジェクトメンバーの理論的研究により、実際に存在し、かつダストプラズマでは臨界現象の観察も可能であると予測された。このため、理論から得られた実験条件を基に、PK-3 Plus で実施可能な条件を検討している。国際研究チーム会合の度に、検討してきた実験条件を提案してきた結果、これまでに 3 回の微小重力実験機会を得ることができた。また、2010 年 1 月には 4 回目の実験が計画されている。ここでは、ダストプラズマの微小重力実験の現状と将来計画について述べる。

2. PK-3 Plus

Figure 1 に PK-3 Plus の中核装置であるプラズマチャンバーの概観図を示す。PK-3 Plus は、円盤状の対向高周波電極と、電極外周を取り囲むように設置さ

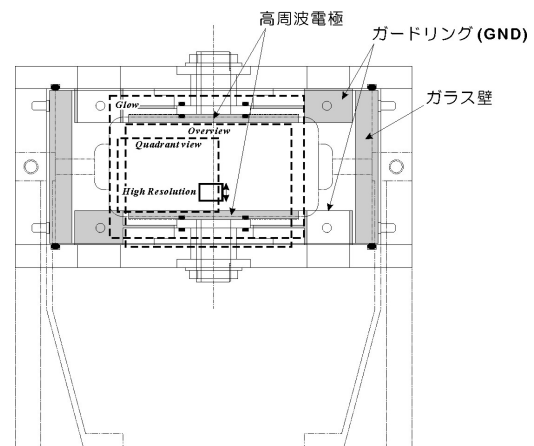


Fig. 1 Schematics of PK-3 Plus Plasma Chamber

れたグラウンド電位のガードリングにより、プラズマを生成・維持する。13.56 MHz 高周波発振器の最大出力は 4 W である。発振器から出力された高周波は、パワーディバイダを経由して 2 つの電極に伝達される。観察系として、合計 4 台の CCD カメラが搭載される。各々異なる倍率を有しており、Glow カメラ、Overview カメラ、Quadrant View カメラ、High Resolution カメラと呼ばれる。それぞれの観察視野も Fig. 1 に示してある。また、粒子径が約 1 μm ~ 約 15 μm の合計 6 種類の粒子を搭載している。

このプラズマチャンバーは光学台に固定された上で、円筒形のチャンバーに格納されている。PK-3 Plus 装置としては、大きく分けて、この円筒形チャンバーとコントロールユニットから構成される。実験時には、保管場所から各ユニットを取り出し、円筒形チャンバーは、Zvezda サービスモジュールのドッキング用の区画 (Transfer Compartment) に、コントロー

Plasma Lab. では、実際に実現されるかどうかは未定であるが、インサートモジュール方式が検討されている。インサートモジュールは供試体と同様に、実験目的に対して最適化したモジュールに交換可能である。このため、日本のモジュールを搭載できる可能性もある。もし Plasma Lab. の開発が順調ではなくなる、あるいはインサートモジュール方式ではなくなるといった状況になった場合、日本のモジュールを独自にフライトさせなくてはならなくなる。このような状況に備えて、例えば多目的実験ラックへの搭載可否といったことも今後検討していく必要があるだろう。

5. まとめ

国際協力によるダストプラズマの微小重力実験が現在進行中である。なお、実験データ等に関しては、現在進行形でデータ解析中であるため、掲載を見送ったものが多数あることをご理解いただきたい。

国際協力とは言えど、装置開発も運用費用も分担しておらず、そういった意味では肩身が狭い。しかし逆に言えば、サイエンス面だけの貢献しかできないことから、国際研究チーム全体のベストサイエンスに少しでも貢献できるよう全力で取り組む決意であり、かつこれまで取り組んできたつもりである。幸いにして、今のところ国際協力は順調に進んでいると信じている。今後、貴重な実験機会を与えてくれた研究チームへの恩返しとして、実験成果を着実に形にしていきたい。