

DLP 法で得られるプラズマ V-I 特性のオンボード解析手法の開発

中尾凜太郎

要旨

現在の宇宙開発における課題の一つとして「デブリ（宇宙ゴミ）問題」がある。デブリとは運用が終了した人工衛星やロケットの上段エンジンなどのうち軌道上に留まり続けているものを指し、これらは宇宙機への衝突により宇宙機に悪影響を及ぼす。デブリ除去法の一つとして、デブリを捕獲して大気圏内へ移動させるものがある。このときデブリ周辺のプラズマ環境によってはデブリが帯電し、除去用宇宙機との電位差によって放電が起こり宇宙機の故障につながる場合がある。従って、デブリ除去の前段階としてデブリ周辺のプラズマ環境を知ることが求められる。また、プラズマ観測から解析までを衛星内部で行うことができれば、プラズマの即時的な理解につながる。本研究ではプラズマ環境において重要なパラメータの一つである電子温度について、宇宙機でのプラズマ観測に適したプラズマ観測手法である「DLP 法」で得られるプラズマ V-I 特性からの算出を行うプログラムを作成することを目的とした。また、手計算での解析結果と新規に作成したプログラムでの解析結果を比較することによって作成したプログラムの妥当性を検証した。

One of the issues in the current space sector is the “debris problem”. Debris is defined as “derelict satellites” and upper stage engines of rockets that remain in orbit. The collision of debris with a spacecraft, can result in creating more debris which jeopardize other space missions. One method of debris removal is to capture the debris and drag it into the atmosphere. In this case, depending on the plasma environment around the debris, the debris may become electrically charged. The potential difference between the debris and the spacecraft may cause a discharge, which may lead to failure of the spacecraft. Therefore, it is necessary to know the plasma environment around the debris as a preliminary step for debris removal. If the plasma observation and analysis can be performed on the satellite, it will lead to an immediate understanding of the plasma. The objective of this study is to develop a program to calculate the electron temperature, one of the important parameters in the plasma environment. The electron temperature is obtained from the plasma V-I characteristics measured by the DLP method, which is a plasma observation method suitable for detecting spacecraft plasma. The validity of the program was verified by comparing the results obtained from the developed program against the results of the hand calculations.

[目次]

1. 概要.....	2
2. 目次.....	3
3. 序論.....	4
3.1 研究背景.....	4
3.2 先行研究.....	4
3.2.1 E.O.Johnson、L.Malter、”A Floating Double Probe Method for Measurements in Gas Discharges”	4
3.2.2 堤井信力、”プラズマ基礎工学”、内田老鶴園.....	5
3.3 目的.....	5
4. 原理.....	5
4.1 シングルプローブ法.....	5
4.2DLP(Double Langmuir Probe)法	6
4.3 電子温度の求め方.....	7
(i)シングルプローブ法の場合	7
(ii)DLP 法の場合	10
5.解析.....	13
5.1 プログラムの概要.....	13
5.1.1.csv ファイルの読み込み	13
5.1.2V-I 特性の平滑化	14
5.1.3 グラフの描画	15
5.2 シングルプローブ用電子温度解析.....	15
5.2.1 シングルプローブ計測結果における接線の定義	16
5.2.2 シングルプローブ用電子温度算出と出力	17
5.3DLP 用電子温度解析	18
5.3.1DLP 計測結果の領域の分割.....	18
5.3.2 シングルプローブ用電子温度算出と出力	19
5.4 プログラム最適化のために比較するパラメータ	21
6.結果.....	21
6.1 シングルプローブ法解析結果.....	21
7.考察.....	25
7.1 シングルプローブ用プログラム適用結果.....	25
7.2DLP 用プログラム適用結果	32
8.結論.....	36
9.今後の課題.....	36
参考文献.....	37

全文を希望の方は cho.mengu801@mail.kyutech.jp までご連絡ください