

セレーネ搭載用プラズマ質量分析器の開発

Development of the plasma mass spectrometer on board of Selene

横田 勝一郎 [1], 斎藤 義文 [1], 向井 利典 [1], 浅村 和史 [1]

Shoichiro Yokata [1], Yoshifumi Saito [1], Toshifumi Mukai [1], Kazushi Asamura [1]

[1] 宇宙研

[1] ISAS

月と太陽風及び太陽光との相互作用で、重要なものの一つが、月表層からのさまざまな中性粒子や荷電粒子の放出である。放出された中性粒子は、太陽光により大きな割合でイオン化され、太陽風にピックアップされる。これらの過程を明らかにするには、プラズマ粒子の速度分布関数の直接観測が不可欠である。また月周辺では多種の粒子が混在するために、質量分析を同時に行う必要がある。我々が開発中の質量分析器は、線型電場 (LEF) を作り、その中で反射される粒子の飛行時間の測定を、位置検出と同時に行うことにより、両方を観測する。今回は、数値計算による試行から得られた形状と、その質量分解を含む計算結果について報告する。

月と太陽風及び太陽光との相互作用で、重要なものの一つが、月表層からのさまざまな中性粒子や荷電粒子の放出である。月には固有磁場が無いいため、太陽風や太陽光は、月表面に直接到達する。このとき、岩石表面の粒子は熱的、化学的、あるいは電氣的な励起を受けて、やがて、主に中性粒子として放出される。放出された中性粒子は、太陽光により大きな割合でイオン化され、太陽風にピックアップされる。これらのことは、コロナグラフによる地上観測や、月の岩石を使ったイオンビーム及び紫外線の照射実験により確かめられている。しかし、人工衛星による月周辺での詳しい直接観測は無く、詳細については分かっていないのが現状である。

これらの過程を明らかにするには、プラズマ粒子の速度分布関数の直接観測が不可欠である。また月周辺では、H, He, O, Na, Mg, Si, Al, Ar, K, Ti, Cr, Mn, Feなどといった、多種の粒子が混在するために、質量分析を同時に行う必要がある。

上記の目的のために、我々が開発を行っている質量分析器には、高質量の粒子を質量数分析するために、高い質量分解能が要求される。分析器中の粒子の変位に比例して増大する静電場(線型電場: LEF)を作り、その中で反射される粒子の飛行時間の測定を、位置検出と同時に行うことにより、速度分布関数とともに質量を観測する。

測定は以下のように行う。

入射イオンは、視野角掃引電極により2 の視野を持つエネルギー分析器を通過し、次に質量分析器の線型電場に入射する。この入射時に通過する、カーボンホイールから放出される二次電子の検出位置の分布から、入射位置を知ることができる。同時に、この二次電子の検出が、飛行時間のスタート信号にもなる。この後、反射された粒子の作り出すストップ信号を検出すると、飛行時間が求まることになり、質量を知ることができる。

線型電場中の荷電粒子は、変位に比例した静電気力を受けるために、その運動方程式は単振動と式となり、飛行時間は粒子のカーボンホイール通過後の運動の大きさや向きによらず、質量のみに依存することが、この分析器の特徴である。

実際には、電場の発散を考えると、完全な線型電場というものは不可能なものなので、装置の形状や電位の与え方に工夫を要する。今回は、様々な考察のもとに、数値計算による試行から得られた形状と、その質量分解を含む計算結果について報告する。同時に、現在行っている、エネルギー分析部のテストモデルの実験結果についても報告する。