

線形電場中の飛行時間計測を用いたイオン質量分析器の特性試験と超薄膜力 - ボンの粒子通過特性

Calibration experiment of an ion mass spectrometer & transmission properties of ions through ultra-thin carbon foil

横田 勝一郎[1], 斎藤 義文[1], 浅村 和史[1], 風間 洋一[2], 向井 利典[1]

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

[1] 宇宙研, [2] 宇宙研・太陽系プラズマ

[1] ISAS

我々は月周辺のイオン観測用の質量分析器の試作モデルを設計し、実際に作成して、真空チャンバー内にセットし、多種類にわたるイオンビームを照射した。各粒子ごとに飛行時間のプロファイルを取得し、計算機実験結果と比較した。また、超薄膜力 - ボンは、 $1.2\mu\text{g}/\text{cm}^2$ (60A) と $0.5\mu\text{g}/\text{cm}^2$ (25A) の2種類を使用した。中性粒子の飛行時間からエネルギー - の損失を、検出率から角度の拡散を積算し、理論や過去の実験結果と比べて考察を行った。以上について報告する。

現在開発を行っているイオン質量分析器は、エネルギー - 分析器と組み合わせて、2004年打ち上げ予定の月探査衛星セレーネに搭載される。月から放出される様々なイオンの3次元速度分布関数を得ると同時に、質量分析により粒子の種類の同定を行うのが目的である。これまでにない、詳細な直接観測によって、地上観測等で存在が明らかとなっている月外気の、放出・輸送過程、太陽風との相互作用を明らかにすることが期待されている。

これまでの研究によって、月周辺では太陽風や地球磁気圏起源の粒子のみならず、月の表層を構成する多種の粒子が混在すると考えられている。多種でかつ高質量にまで及ぶ質量分析を行うため、イオンの飛行時間の測定によって、質量を求める方法を選択した。入射イオンは、飛行時間測定におけるスタート信号の取得に用いる超薄膜力 - ボンを通過する際に、エネルギー - の損失や角度の拡散を受けるため、これらが飛行時間への影響を与え、質量分解能を悪くしてしまう。この影響を解消するために、線形電場という特殊な電場を配置した。線形電場中の荷電粒子は、運動と逆向きの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の式となる。よって、理論上は飛行時間は入射イオンの質量のみに依存するため、超薄膜力 - ボン通過時に受けるエネルギー - の損失や角度の拡散の影響を受けない。従って十分に高い質量分解能が実現できる。

我々は試作モデルを設計し、実際に作成して特性試験を行った。分析器を真空チャンバー内にセットし、多種類にわたるイオンビームを照射した。各粒子ごとに飛行時間のプロファイルを取得し、計算機実験結果と比較した。また、超薄膜力 - ボンは、 $1.2\mu\text{g}/\text{cm}^2$ (60A) と $0.5\mu\text{g}/\text{cm}^2$ (25A) の2種類を使用した。中性粒子の飛行時間からエネルギー - の損失を、検出率から角度の拡散を積算し、理論や過去の実験結果と比べて考察を行った。以上について報告する。