

CCDカメラを用いた位置検出法による中性粒子の速度分布関数測定試験

Measurements of distribution functions of neutral particles by the position detection method using a CCD camera system

藤川 暢子 [1], 鶴田 浩一郎 [1], 早川 基 [1]

Nobuko Fujikawa [1], Koichiro Tsuruda [1], Hajime Hayakawa [1]

[1] 宇宙研

[1] ISAS

我々が新規に開発しているTOF型中性ガス質量分析器では飛行時間測定と位置検出を同時に行うというアイデアによって質量とともに速度分布関数を観測することを可能にした。

測定は以下のように行う。入射中性粒子を電子ビームによりパルス的に電離し、その後粒子を入射方向に対して垂直に電場加速する。検出器までの粒子の飛行時間 (Time-of-flight) から粒子の質量をもとめ、検出位置の分布から粒子の入射方向を含む二次元の速度分布を知ることができる。入射方向と垂直に加速することでもととの速度を保ったままで質量分析が出来ることが特徴である。

人工衛星などの飛翔体上で大気の中性成分の質量分析と同時に速度分布を観測する分析器の新規開発の経過を報告する。

熱圏上部および外気圏の中性大気で起こる重要な物理過程のひとつが大気の散逸である。熱圏上部の大気は希薄で平均自由行程が大きいので、脱出速度を超える粒子は地球の重力圏外へ散逸していく。これらの粒子のうち酸素原子や窒素原子の主な成因は O_2 , NO , N_2 の解離再結合によるもので周囲の熱的な粒子と異なる高いエネルギーをもっている。しかしこれらの高速な粒子の観測はほとんどなされておらず、エネルギー分布などは分かっていない。この過程を明らかにするには中性粒子の速度分布関数の直接観測が不可欠である。

我々が新規に開発しているTOF型中性ガス質量分析器では飛行時間測定と位置検出を同時に行うというアイデアによって質量とともに速度分布関数を観測することを可能にした。

測定は以下のように行う。入射中性粒子を電子ビームによりパルス的に電離し、その後粒子を入射方向に対して垂直に電場加速する。検出器までの粒子の飛行時間 (Time-of-flight) から粒子の質量をもとめ、検出位置の分布から粒子の入射方向を含む二次元の速度分布を知ることができる。入射方向と垂直に加速することでもととの速度を保ったままで質量分析が出来ることが特徴である。

真空槽に He , Ar のガスを導入した質量分析の結果、質量数 $M = 40$ 以下で $M = 2$ 以下の分解能が得られた。この際電子ビームの収束が悪かったため本来のイオン源の下部でも粒子を電離するという問題があり分解能を悪化させていたが、分析装置内部の残留ガスを除去し、導入ガスが速度を持っているという条件下であればさらに良い性能が得られると考える。

位置検出は CCD を用いて一度に多数の粒子を検出できる方式を採用した。これは MCP の高電圧を飛行時間にあわせてオンにし、特定の粒子種の検出器上の分布を CCD の上の画像として計測する方法で、今までのカウントする粒子各々について飛行時間と位置を測定する方法に比べて格段にサンプリングレートを上げることが出来、観測高度によって電子ビーム電流を制御する必要がない。現在行っている位置検出試験の結果を報告する。