

飛翔体搭載用中性ガス質量・速度分布分析器の開発

Development of neutral mass and velocity analyzer on board the spacecraft

竹内 広和[1], 早川 基[2]

Hirokazu Takeuchi[1], Hajime Hayakawa[2]

[1] 東大・理・地球惑星, [2] 宇宙研

[1] Earth and Planetary Sci., Univ. of Tokyo, [2] ISAS

外圏下部での中性粒子の数密度は $10^8 \sim 10^{11} [\text{cm}^{-3}]$ である一方で、電離粒子の数密度は最大でも $10^6 [\text{cm}^{-3}]$ であり、外圏においては中性粒子が大部分を占めている。それにも関わらず、電離大気に比べ測定が困難である為、その速度分布は未だよく理解されていない。

外圏ではイオンと中性粒子の衝突による運動量輸送 (ion drag) や、ジュール加熱により直接中性大気の変動を起こすことが示されている。また酸素原子を主とした中性粒子には速度獲得過程では、熱的な過程と解離再結合により高エネルギーを得る非熱的過程がある。地球の高度 500km 付近では酸素原子からなるコロナが観測されており、これは後者の過程で形成された高速の粒子によるものと考えられる。

外圏では原子分子間の衝突が無視できる為、中性粒子の速度成分は外圏底部における最後の衝突による初期条件により決定される、このため外圏における速度分布関数には外圏底部における粒子密度、温度、各々中性粒子の挙動等の情報を保持していると考えられる。

また、極域電離圏より大量の酸素イオンが磁気圏へ流出していることが過去の観測により示されている。このプラズマ流出は磁気圏の構造・成因を理解する上で無視できないものとなっているが、この流失の物理メカニズムは未だに解明されていない、このメカニズムを理解する上でもととなる酸素原子の密度、速度分布を知ることが非常に重要である。外圏における中性粒子の速度分布関数を直接測定する質量分析器を開発することは、惑星大気のエネルギー輸送機構、大気散逸過程の解明に大きな手がかりをもたらすことが期待される。

我々が開発している e-pop 衛星搭載予定の中性ガス質量・速度分布分析器では、以前から開発が進められてきた TOF 型質量分析器の、粒子入射方向と垂直に加速電圧をかけることによる粒子の速度成分の保持と質量分析の原理を用いているが、位置検出のみで酸素原子の速度分布を計測するものである。本稿では、このような中性ガス質量分析器の開発における、数値計算による粒子の位置検出精度の計算結果を示し、検出部の形状の妥当性について議論する。