

## 論文内容の要旨

論文題目 Development of an ion energy mass spectrometer on board a lunar orbiter  
(月周回衛星搭載イオンエネルギー質量分析器の開発)

氏名 横田勝一郎

月は固有磁場や十分な大気を持たず、地表面は太陽風に晒されていると考えられている。磁場、電子の観測は月周辺でも進んでいる一方で、イオンの観測が唯一抜けている現状であるが、月起源の電離大気が発生と同時に太陽風に捕らえられていくことが推定されている。極めて希薄なアルカリ大気からの光電離や、太陽風による月地表面からのスパッタリング(ここで放出されるイオンは月面組成を反映している)が、電離大気生成の機構として挙げられる。このような電離大気の生成、消失を捕らえることが、今回開発を行った月探査衛星搭載イオン分析器の主な観測目的である。

搭載予定のセレーネ衛星は2005年打ち上げ予定で、高度100kmで月の全球をカバーする軌道を持ち、月の化学組成、鉱物、地形、重力、地下構造等のマッピングを行う月探査衛星である。この衛星には、幾つもの光学観測機器が恒に月面を向くような3軸制御が行われる。そのため、イオン分析器は独力で全方位に対して視野を確保することが要求される。求められる性能として、太陽風から月起源イオンまでの、様々なフラックス強度に対して適切な感度を保持することが加えられる。更に、月起源のイオンは多種類が存在しうるので、高分解能の質量分析も必要となる。

このイオン分析器は、3次元エネルギー分析と質量分析を同時に行い、3次元速度分布関数の取得とイオン種の同定を目的とし、球殻電極による静電エネルギー分析と、TOF(飛行時間)質量分析を基本機構として採用している。上に挙げた分析器に求められる性能を達成するための、開発事項を以下に述べる。

### ・3次元エネルギー分析部

- ① 視野角掃引電極による半球( $2\pi$ )視野の獲得
- ② 感度制御電極による分析器感度の連続的な降下

### ・質量分析部

- ③ LEF(線型電場)を用いて高い質量分解能を実現したTOF質量分析

### ・検出部

- ④ 位置信号・タイミング信号の同時検出

何れの開発項目も、これまでに例のない、若しくは世界でも数例しか成功していない、先進的なものである。これらを全て1台の分析器にコンパクトに収納し、月周囲の様々なイオン環境に対応した性能をバランス良く保持した分析器であるということを、今回の開発意義としてここに強調しておく。今回は月周辺の観測を目的としているが、将来の惑星探査衛星に対しても十二分に応用可能な搭載機器に成り得ると云える。

最上部に視野角( $\alpha$ :0→90deg)を選別する視野角掃引電極を配備している。その直下に、電位障壁で入射イオンの通過量を制限する、感度制御電極がある。

中央にエネルギー分析を行う球殻電極が配置され、ここまで通過してきた入射イオンは下半部の質量分析部へと送られる。質量分析部上部には、加速用の-15 kV が印加されていて、入射イオンの薄膜カーボンの通過を補助する。質量分析部下部には、入射イオンを反射するための 15kV が印加されている。その間には、LEFを作り出す電極・抵抗のセットがプリントされたセラミック筒がある。この小さな分析部の中に±15kV を印加することは非常に困難なことで、今回の開発の重点となった。絶縁コーティングなどで放電を防ぐことが出来ても、電極の僅かな傷や突起から電子が放出され、大きなノイズ源になってしまうので、分析器の細部に亘る構造、材料を厳選し、表面処理、コーティングを重ねることで解決した。

性能試験で得たイオン分析器の性能を用いて、月起源のイオンを数値計算で模擬した結果と併せ、将来の観測時に十分なカウント数と空間分解能が実現できることも確認した。