

水星ナトリウム大気光撮像用ファブリペロー干渉計の性能試験

Performance test of Fabry-Perot Interferometer for Mercury's Sodium Atmosphere Spectral Imager

亀田 真吾[1]; 野澤 宏大[2]; 吉川 一朗[3]; 中村 正人[2]

Shingo Kameda[1]; Hiromasa Nozawa[2]; Ichiro Yoshikawa[3]; Masato Nakamura[2]

[1] 東大・理・地球惑星; [2] 宇宙科学研究本部; [3] 宇宙研

[1] Earth and Planetary Sci., U-tokyo; [2] ISAS/JAXA; [3] ISAS

水星は1970年代のマリナー10号の探査により地表の様子が初めて撮影され、太陽風起源の大気が存在する事と固有磁場によって磁気圏が形成されている事が明らかにされた。これ以降、飛翔体による水星の直接探査は行われていない。水星起源の大気は1985年のPotter and Morganの地上観測において発見され、水星大気の主成分はナトリウムであるという事が明らかになった。このナトリウムの生成プロセスとして、太陽光による光脱離、微小隕石衝突による気化、太陽風イオンによるスパッタリング、が候補に挙げられているが、どのプロセスが一番有力であるかについては明らかにはなっていない。その理由の一つには地上観測における観測時間の制約がある。水星大気のスケールハイトが50km程度であるのに対して、空間分解能は水星表面で350km程度までしか得られないので、大気分布が十分な解像度で得られていない事がある。また、もう一つには観測時間の制約がある。水星は太陽に近い為に連続的な観測時間は一日毎に数十分までしか得られない。水星大気の色分布は地上観測によって一日で大きく変わる事が報告されているが、大気分布の数時間の変動を追う事は地上観測では不可能である。水星探査機による観測においてはこれらの問題は解決される。

しかし探査機による大気光観測にも問題点がある。水星大気が強い散乱光を発生するナトリウムの二重線(D線)の波長589nmの帯域には水星表面から反射される太陽光による強い連続光が存在する。そして、水星大気光のD線の線幅は50pm程度しかないのである。この為、撮像に狭帯域フィルタを使っても帯域幅は狭くてせいぜい0.1nm程度であるのでD線は水星地表反射光に埋もれてしまう。回折格子による分光を行うにしても、探査機に乗るサイズの回折格子では5pmの波長分解能は達成できず、ナトリウム大気光だけを観測する事は非常に困難である。

そこで我々は高い波長分解能を持つファブリペロー干渉光学系によるナトリウムD線のイメージャーについて光学系の設計を行った。ファブリペロー干渉計(Fabry Perot Interferometer, FPI)は平行に置いた2鏡面(エタロン)間の反射によって起こる干渉を利用した干渉計で、非常に高い波長分解能を得る事ができる。この素子を2つ並べる事で、水星大気の色D線の観測において必要となる波長分解能5pmを原理上十分達成可能となる。

エタロンを二つ並べた場合に問題となるのは、

A: 2つのエタロン間の角度調整

B: 温度変化に対する性能変化

である。

Aについては0.01°程度の精度があれば十分であり、Bについては鏡面間のスペーサーにZerodurを採用する事で抑えられるはずである。

本試験ではスペーサーにZerodurを使用した有効径20mm、鏡面間隔1.155mmと0.189mmのエタロンを用いたFPIの分光性能試験、熱試験を行った。これらの試験によって惑星探査衛星搭載用の光学素子として十分な性能、熱耐性を有する事を確認した。