

BepiColombo 水星探査計画に向けた MSASI 搭載イメージインテンシファイアの性能評価

Examination of Image Intensifier for the BepiColombo mission

小川 源太郎 [1]; 村上 豪 [2]; 江沢 福紘 [2]; 亀田 真吾 [3]; 吉川 一朗 [4]

Gentaro Ogawa[1]; Go Murakami[2]; Fukuhiro Ezawa[2]; Shingo Kameda[3]; Ichiro Yoshikawa[4]

[1] 東大・理・地物; [2] 東大・理・地球惑星; [3] 宇宙研; [4] 東大

[1] Earth and Planetary Science, The University of Tokyo; [2] Earth and Planetary Sci., Univ. of Tokyo; [3] ISAS/JAXA; [4] Univ. of Tokyo

1. イントロダクション

2013年の打ち上げを目指し日欧が協力して推し進めている BepiColombo 水星探査計画は2機の探査機で構成される。表層探査機 (Mercury Planetary Orbiter: MPO) は、水星の表層・内部構造の解明を主な目的とする。一方、磁気圏探査機 (Mercury Magnetospheric Orbiter: MMO) は、水星の磁場・磁気圏構造の解明及びナトリウムを主成分とする希薄大気の大規模構造・変動を観測することを主な目的とし、その搭載機器の一つに水星大気撮像カメラ (Mercury Sodium Atmosphere Spectral Imager: MSASI) がある。これは、ファブリペロー干渉計を用いて水星ナトリウム大気が発する D2 線を分光しその強度を測る装置である。

1970年代の Mariner10号の探査以来、水星の直接探査は行われていなかったが、地上観測によりナトリウムとカリウム大気が存在が明らかにされ、さらに近年にはカルシウム大気の大輝線も発見された。水星大気の大放出機構としては、太陽光による光脱離や、太陽風イオンによるスパッタリング、微小隕石衝突による気化、熱脱離などが考えられているがどの放出機構が支配的なのかは未解決の問題である。水星大気撮像カメラ (MSASI) によって水星大気の大放出過程の解明が期待されている。

2. MSASI

MMOに搭載する水星大気撮像カメラ (MSASI) はファブリペロー干渉計を用いて水星ナトリウム大気が発する D2 線 (589 nm) を分光し、その光をイメージインテンシファイアで増光したのち、CMOS イメージセンサで検出する。

MSASIの空間分解能は水星半径の1/64 (38 km) であり、これまで行われてきた地上観測と比較するとこの分解能は10倍以上になる。また、水星周回軌道上からの撮像のため、地上観測で問題となる大気の大ゆらぎ等の問題がなく鮮明な画像データの取得が期待できる。

さらに、MSASIによる撮像を想定し、MMOの軌道・太陽活動度・ナトリウム大気の大明るさなどを考慮することで D2 線の強度分布を計算した結果、大放出機構によってそれぞれ特徴的な大気分布が MSASI で撮像できることが確認されている [5]。MSASIによる観測で、水星大気の大放出機構が解明されるであろう。

3. イメージインテンシファイア

イメージインテンシファイアは、光子を電子に変換する光電面、電子数を増幅するマイクロチャンネルプレート (MCP)、電子を再び光子に変換する蛍光面からなる。

光電面から出た電子は、光電面と MCP 入力面 (MCP-in) の間の電圧により加速され MCP に入射する。MCP の各チャンネルに入射した光電子が内壁に衝突して二次電子を放出する。生成された二次電子は電場によって加速され、内壁に衝突し、新たな二次電子を生成する。この過程を繰り返すことによって MCP 出力面 (MCP-out) からは多数の電子が放出される。その結果、蛍光面では光電面への入力に対して約一万倍 (MCP 一段の場合) に増強された出力が得られる。MSASI で必要とされるイメージインテンシファイアの仕様を表 1 に示す。光電面に用いられる GaAsP は 589 nm における量子効率が 50% 以上である。また、蛍光面 P46 は残光時間が非常に短い (1 μ s)。

今回我々は、以下の4つの試験を行い、水星大気撮像カメラ (MSASI) に搭載するイメージインテンシファイアの性能を定量的に評価した。

1. 分解能測定試験。
2. 暗電流温度特性試験。
3. 蛍光面 (P46) 放射線照射試験。
4. 光劣化試験。

本発表では、その結果を報告する。