

BepiColombo 水星探査計画における紫外線分光観測装置の開発

Development of EUV detector for BepiColombo mission

吉岡 和夫 [1]; 彦坂 健太郎 [2]; 吉川 一朗 [3]; 野澤 宏大 [4]; 山崎 敦 [5]; 村地 哲徳 [6]

kazuo Yoshioka[1]; kentaro hikosaka[2]; Ichiro Yoshikawa[3]; Hiromasa Nozawa[4]; Atsushi Yamazaki[5]; Tetsunori Murachi[6]

[1] 東大院・理・地球惑星科学; [2] 東大院・理・地球惑星科学; [3] 東大; [4] 立教大・理; [5] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [6] 東大・理・地球惑星

[1] Earth Planet Phys. Univ of Tokyo; [2] Earth & Planetary Sci, Tokyo Univ; [3] Univ. of Tokyo; [4] Rikkyo University; [5] Planet. Plasma and Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ.; [6] Earth and Planetary Sci., Univ. of Tokyo

マリナー 10 号による紫外光観測や地上観測により、水星には 6 種類 (Ca, Na, K, H, He, O) の大気成分があることが判明している。これらの大気成分のうち H, He は太陽風を起源とし、その他は、太陽光による光脱離や、熱脱離、イオンスパッタリングによって、地表から放出されたものと考えられている。さらに地質、地学的な研究や、地球、月の大気からの類推から H₂, OH, Mg, Ar, Ne や、He⁺, O⁺ などの大気成分の存在も示唆されている。これらの大気成分を検出し、さらに新たな元素を見つけ出すために、2013 年打ち上げ予定の日欧協力の BepiColombo 水星探査計画において、我々は紫外線分光観測装置 (PHEBUS) を水星表層探査衛星 (MPO) に搭載する。この装置の開発課題は、極端紫外光検出部に用いるマイクロチャンネルプレート (MCP)、位置検出に用いるレジスティブアノード (RAE)、それらを真空中に保管し、打ち上げ後に開封する真空保管装置の開発にある。

1. MCP の開発

MCP の量子効率を向上させるために、表面に仕事関数の低い物質 (光電物質) を蒸着する手法がこれまで広く用いられてきた。しかしこの手法は紫外光には有効であるが、極端紫外光に対しては必ずしも有効ではないことが知られている。そこで我々は、極端紫外光に対しても有効な蒸着条件を見極めるため、電子増倍管を用いて代表的な光電物質である CsI の効果を確認し、さらに MCP に蒸着した場合の量子効率の変化を測定した。また、MCP は電気信号として検出されるレベルまで電子数を増幅するため数枚を重ねて使用する。位置検出の精度を高くするためには、高いゲインが安定して供給される必要があるが、MCP によって増幅される電子数はパルスハイト分布とよばれるばらつきを示す。我々は枚数と印加電圧をコントロールして、分布の幅が狭く、高いゲインを得られる MCP の組み方を開発した。

2. RAE の開発

位置検出部にはレジスティブアノード (RAE) を用いる。これは抵抗体でできたアノードで、MCP から落下した電子雲が、四隅の電極に分割される割合から位置を算出するものである。RAE の形状は、面抵抗とそれを囲む部分の抵抗との比によって決まり (ランプトンの法則)、通常は手裏剣のような形をしている。これまで RAE の形状は、ランプトンの法則だけが制約条件だと考えられてきたが、電荷を電極に直接拾わせた場合と違い、抵抗体である RAE は各極への電荷の到達時刻にばらつきが生じ、結果的にゲインが低くなると考えられる。そこで我々はゲインと抵抗値の関係について検証した。さらに抵抗比を調節し観測装置に合わせた形状の RAE を作ることによる装置全体の小型化、軽量化の可能性を考えた。

3. 真空保管装置の開発

光電物質には潮解性があるため水分吸収による特性劣化を防ぐよう、製造から打ち上げまでの間も真空中に保管する等取り扱いには細心の注意が必要である。しかし極端紫外光には適切な窓材がないため、打ち上げ後に蓋を開く構造が必要となる。蓋の真空シール材として、金属製ガスケットを用いる方法が最も密封性がよいが、開閉部分の構造が複雑になり重量が増してしまう。そこで我々は、密封性は劣るが柔軟性に富んだゴム製 O-ring と大気吸着材 (ゲッター) を用いることを考え、それらを組み合わせた場合の真空度の維持能力を確認した。

本発表ではこれらを総括した観測装置の開発の現状を報告する。