

惑星大気・プラズマの光学観測

○吉岡 和夫¹

¹ 東京大学大学院新領域創成科学研究科

The optical measurement of planetary atmosphere and plasmas

○Kazuo Yoshioka¹

¹The University of Tokyo, Graduate School of Frontier Sciences

1. 宇宙機を用いた大気・プラズマの観測

惑星を取り巻く大気や、そのさらに上空に分布するプラズマは様々な波長の光を発している。例えば地球大気に含まれる酸素分子や OH 分子は、高度約 100km の上空において振動・回転準位の遷移に伴う光を紫外から赤外にかけて発している（大気光）。さらに、高度 1000km を超えるとヘリウム原子や水素原子の密度が上昇し、またそれらの一部は電離してプラズマ化し、特に紫外領域において複数の輝線を発している。

これらの輝線を撮像もしくは分光観測することで、大気密度分布や動的描像、さらにエネルギー構造などを遠隔的に把握できる。しかし天体を観測する際に地上からアプローチできる光は、いわゆる“大気の窓”と呼ばれる波長域に限られてしまう。一方、宇宙空間に出れば大気吸収やゆらぎの影響を気にすることなく、天体から発せられる様々な波長（もしくはエネルギー）の光を観測できるという大きなメリットがある。

2. 宇宙機搭載の光学観測装置

宇宙機に搭載する観測装置は本質的に小型・軽量化が求められる。しかし遠方の天体から到来する光は大抵の場合は微弱であり、良質な（S/N の高い）データを取得するために装置開発の工夫が不可欠である。

その例として、光検出器の感度向上や鏡の反射率向上が挙げられる。通常、波長 30-150nm の極端紫外と呼ばれる波長域の光の観測には、微小な光電子増倍管を集約した二次元検出器（Micro Channel Plate）を用いる。この素子の表面に仕事関数の高い物質を蒸着して量子効率を向上させる手法があり、経時変化や耐環境性の有無という観点も含めた開発課題になっている[1]。また、可視光領域とは異なり、極端紫外光に用いる鏡の反射率は 10%を下回ることも多く、その表面加工技術を駆使した高効率化が進められている。



Fig. 1. 打ち上げ前のひさき衛星

3. 惑星分光観測衛星「ひさき」

2013 年 9 月に JAXA は惑星分光観測衛星「ひさき」を打ち上げた (Fig.1). この衛星は、地球周回軌道（高度約 1000km）から、木星周辺のプラズマや、金星や火星の大気など、様々な天体を極端紫外波長で分光観測している[2-4]. 「ひさき」に搭載されている分光装置には、先述の量子効率向上技術や鏡の表面加工技術が用いられている。また、観測装置の劣化を防ぐために、装置の完成から打ち上げの直前（約 3 時間前）まで排気装置を接続して真空環境を維持するなどの運用上の工夫が施されている。

本発表では、「ひさき」を始めとするいくつかの宇宙機ミッションの装置開発を例にとり、宇宙機を用いた惑星観測の科学的な意義に加えて、様々な制約の下での装置の最適化に関して、設計から開発、運用、および成果創出に至る一連の過程を追いながら紹介する。

文 献

- 1) K. Yoshioka et al., *Rev. Sci. Instr.* 83, 083117 (2012).
- 2) K. Yoshioka et al., *Planet. Space Sci.* 85, 250 (2013).
- 3) K. Yoshioka et al., *Science* 345(6204), 1581 (2014).
- 4) K. Yoshioka et al., *Space Weather* 19, 002611 (2021)

*E-mail: kazuo.yoshioka@edu.k.u-tokyo.ac.jp