

Comet Interceptor Mission 搭載の彗星水素コロナ撮像器の光学性能評価

#御任 勇成¹⁾, 吉岡 和夫²⁾, 山崎 朝³⁾, 鈴木 雄大⁴⁾

⁽¹⁾ 東大, ⁽²⁾ 東大・新領域, ⁽³⁾ 東大, ⁽⁴⁾ JAXA/ISAS

Optical Performance Evaluation of the Comet Hydrogen Corona Imager onboard the Comet Interceptor Mission

#Yusei Mitoh¹⁾, Kazuo Yoshioka²⁾, Ashita Yamazaki³⁾, Yudai Suzuki⁴⁾

⁽¹⁾The University of Tokyo, ⁽²⁾Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo,, ⁽³⁾University of Tokyo,

⁽⁴⁾Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency

In-situ observations of comets by spacecraft began with the Giacobini-Zinner mission in 1985, and spacecrafts have explored comets since then. However, most of the comets visited were short-period comets, and no spacecraft has made detailed in-situ observations of long-period comets, which still have more state of the past state of the solar system. The ESA-led Comet Interceptor mission aims to explore long-period comets and extrasolar comets that have maintained their primordial nature.

The scientific objectives of this mission are to investigate the composition of primitive cometary comets' coma, the connection between the coma and the nucleus (activity), and the nature of coma's interaction with the solar wind. Comets are highly active bodies with high gas and dust emission rates, and as they approach the Sun, volatile material is ejected from the cometary nucleus, resulting in coma and tail structures. These are often asymmetric and localized, including the nucleus. By comparing their characteristics and relationships with measurements and simulations, we can clarify the environment surrounding the comet, such as the connection between the nucleus and coma and their interaction with the solar wind. However, with ground-based observations, the gas and dust around cometary nucleus make it difficult to observe the nucleus surface morphology and spatial distribution of the gas in detail, and high spatial resolution data from close-up observations are required.

The Hydrogen Imager (HI) on one of the three spacecrafts will image the cometary corona at Ly- α (121.6 nm) to determine the spatial structure of hydrogen and derive the water emission rate based on the assumption that hydrogen atoms are produced by the photodislocation of water molecules. The water emission rate is an indicator of comet activeness and is an important value for comparison with short-period comets. The spatial structure of hydrogen also provides insight into the interaction with the environment outside the comet, such as the solar wind, and chemical reactions within the coma. The instrument will provide observation data for these questions by revealing the hydrogen distribution in the coma extending from 10^5 to 10^7 km from the comet nucleus to the vicinity of the nucleus below 10^3 km by using 2D images taken.

For these requirements, it is necessary to confirm that HI has the optical performance to resolve the structure on a scale of 10^3 km or less and still capture light from the dark region of the coma more than 10^7 km away from the nucleus. The instrument consists of a Cassegrain-type telescope and optical filters; Ly- α is an ultraviolet light with a wavelength of 121.6 nm, and it is difficult to make the reflectance on the mirror surface as high as that of visible light, so the effect must be considered together with the attenuation by the optical filters. In this study, the point spread function was first evaluated from point source imaging to assess the telescope's imaging performance. Next, the effect of the optics on the Ly- α intensity was investigated. By measuring the Ly- α reflectance to the spherical mirror and the transmittance of the optical filter, and by considering the results of ray tracing by optical simulation, the efficiency of the entire HI optics system was determined. In this presentation, these results will be introduced, and the optical performance of the HI will be evaluated and discussed in terms of imaging and Ly- α transmission performance.

探査機を用いた彗星のその場観測は 1985 年のジャコビニ・ツィナー彗星探査に始まり、それ以降も数々の探査機が彗星を探査してきた。しかし、訪れた彗星のほとんどは短周期彗星であり、太陽系の過去の状態をより多く記憶している長周期彗星を詳細にその場で観測した探査機はいない。そこで始原性を維持した長周期彗星や太陽系外彗星の近接探査を目的としたミッションが ESA 主導の Comet Interceptor である。

このミッションの科学的目標は、始原的彗星のコマの構成・コマと核（の活動）の関係・太陽風とコマの相互作用を調べることである。彗星は高いガス放出率やダスト放出率を持った活動性の高い天体で、太陽に近づいて揮発性の物質が彗星核から放出されることでコマやテイルなどの構造をもつ。これらは往々にして、核も含めて非対称性・局所性を持っている。その特徴や関係性を実測およびシミュレーションと比較することで核とコマの繋がりや太陽風との相互作用といった彗星周囲の環境を明らかにできる。しかし、ガスとダストの影響から地上観測では核表面の形態やガスの空間分布などの詳細な観察が難しく、近接観測による高空間分解能データの取得が求められている。

探査機の 2 つの子機の一つに搭載される「水素コロナ撮像器 (Hydrogen Imager: HI)」は彗星コロナを Ly- α (121.6nm) で撮像し、水素の空間構造の把握および水素原子が水分子の光解離によって生成するという仮定により水の放出率を導出する。水の放出率は彗星の活動性を示す指標となり、短周期彗星と比較する上でも重要な値となる。また、水素の空間構造は太陽風など彗星外側の環境との相互作用やコマ内の化学反応について知見を与える。本装置では撮影

した2次元画像により彗星核から $10^5\sim 10^7\text{km}$ まで広がるコマに対し、 10^3km 以下の核近傍まで水素分布を明らかにし、これらの問いに対する観測データを与える。

このような要求から、HIが 10^3km 以下のスケールの構造を分解し、なおかつ核から 10^7km 以上離れたコマの暗い領域も捉えられる光学性能を有していることを確認する必要がある。装置はカセグレン式の反射望遠鏡と光学フィルターで構成されている。Ly- α は波長 121.6nm の紫外光であり鏡面での反射率を可視光ほど高くすることが難しく、光学フィルターによる減衰と合わせて影響を考慮しなければならない。本研究では、まず望遠鏡の結像性能評価のために点光源の撮影から点広がり関数を評価した。次に、光学系がLy- α 強度に与える影響を調べた。Ly- α の球面鏡に対する反射率と光学フィルターの透過率を測定し、光学シミュレーションによる光線追跡の結果を考慮することで、HI光学系全体の効率を決定した。本発表ではこれらの結果を示し、HIの光学性能について結像性能・Ly- α 透過性能を評価・議論する。