

惑星大気分光観測用ファブリペロー干渉計の開発

亀田 真吾 [1]

[1] 宇宙研

Development of Fabry-Perot Interferometer for spectroscopy of emission from planetary atmosphere

Shingo Kameda[1]

[1] ISAS/JAXA

Planetary atmosphere is characteristic on each planet. The difference cannot be explained by differences in gravity or solar flux. The reason remains to be clarified since information on planetary atmosphere is not enough. In this study, I am developing an instrument for high dispersion spectroscopy of planetary airglow to measure the temperature and wind velocity by observing the Doppler width of atmospheric emission. To mount the instrument on the spacecraft, its weight should be light and its size should be small. Since a spectrograph using a grating with high spectral resolution is heavy and large, I developed a Fabry-Perot interferometer as a high dispersive device. The spectral resolution with Fabry-Perot interferometer depends on the relative flatness of two mirrors, and the flatness is limited to be more than approximately 3 nm with current techniques. The first milestone of this study is to achieve the flatness of 1 nm using the new surface examination method, and manufacture the Fabry-Perot interferometer with the spectral resolution of 300,000, which corresponds to the velocity resolution of 1 km/s.

In this study, I performed original surface examination of the mirrors. The procedure is as follow:

[1] Two etalon plates were polished and coated with silver.

[2] Fabry-Perot was temporarily built with the two mirrors and the three spacers with widths of approximately 1 mm.

[3] The interference fringes were observed on the several points on the Fabry-Perot interferometer. The gap of two mirrors on each point was calculated from the diameter of the interference fringes.

Using this method, the achieved flatness is approximately 1 nm. In this presentation, I introduce this method and the results of surface examinations.

惑星は各々に特有な大気を有している。生物の住む地球の大気が特異なだけでなく、各惑星大気の性質は各惑星の重力、太陽輻射の差だけでは説明できないほど異なっている。しかし地球以外の惑星大気に関する情報は依然として少なく、この理由は未知のままである。本研究では大気光の輝線幅から惑星大気の温度、風速場を捉えることで各惑星の大気生成過程の解明を行うことを目的とし、それを可能にする高い波長分解能を持つ惑星大気光観測器の開発を行ってきた。惑星周回軌道からの観測を見据え、軽量で小型な分光素子としてファブリペロー干渉計を用いる。ファブリペロー干渉計で達成できる波長分解能の上限は鏡面の平面度に依っており、現在達成されている平面度は3nm程度であるが、本研究では従来と異なる検査法を取り入れて1nmの平面度を達成し、波長分解能30万(速度分解能1km/s)の分光器を製作し、惑星大気光の分光観測を行うことが本研究の目的である。

本研究では独自の手法を用いて鏡の平面度検査・研磨を行なった。手順を以下に示す。

(1)2つのガラス基板を研磨し銀薄膜を蒸着した

(2)鏡面間隔を固定するためのスペーサ($t \sim 1\text{mm}$)を挟み干渉計を完成させ単色光によって生じる干渉縞をCCDで撮影した

(3)鏡面上の各点で干渉縞を撮影し、干渉縞の径から凹凸を検出する。ファブリペロー干渉計の干渉条件は $m\lambda = 2d\cos\theta$ を波長、 θ を入射角、 d を鏡面間隔とし $m = 2d\cos\theta / \lambda$ [m :干渉次数(整数)]と表され、鏡面間隔が大きければ干渉縞の径が大きくなるため、干渉縞の径を測定することで鏡面の凹凸を検出した

これまでファブリペロー干渉計に使われてきた鏡の平面度は $\lambda/200(\sim 3\text{nm})$ 程度だが新しく考案した検査方を用いることで平面度は $\lambda/600(\sim 1\text{nm})$ まで向上させることができた。これによりファブリペロー干渉計によるさらなる波長分解能の向上が見込める。本発表ではこの検査法について紹介する。