

惑星観測を目指した極周回成層圏望遠鏡 FUJIN の開発

前田 惇徳 [1]; 田口 真 [2]; 荘司 泰弘 [3]; 中野 壽彦 [4]; 今井 正亮 [5]; 合田 雄哉 [5]; 高橋 幸弘 [5]; 渡辺 誠 [5]; 吉田 和哉 [4]; 坂本 祐二 [6]

[1] 立教・理・物理; [2] 立教大・理・物理; [3] 宇宙科学研究所; [4] 東北大・工; [5] 北大・理・宇宙; [6] 東北・工

Development of the Circumpolar Stratospheric Telescope FUJIN for Observations of Planets

Atsunori Maeda[1]; Makoto Taguchi[2]; Yasuhiro Shoji[3]; Toshihiko Nakano[4]; Masataka Imai[5]; Yuya Gouda[5]; Yukihiro Takahashi[5]; Makoto Watanabe[5]; Kazuya Yoshida[4]; Yuji Sakamoto[6]

[1] Sciences, Rikkyo Univ.; [2] Rikkyo Univ.; [3] JAXA; [4] Space Engineering, Tohoku Univ.; [5] CosmoSciences, Hokkaido Univ.; [6] Space Engineering, Tohoku Univ.

The main target of the FUJIN-mission was Venus previously. But since the outline of Venus changes its phase, it is hard for us to plan the test using balloon which choose the observation term to free. So, we decide to mainly observe Jupiter's for same conditions over one year without the term of conjunction. We will observe the haze in the Jupiter's polar using the most deep absorption band of methane in 890nm, visual-infrared region, and we will get the parameters which decide that the wave is Rossby-Wave to get the Jupiter's background wind. And we will observe Mercury's sodium atmosphere and tail as an optional observation as an option.

During daytime the SCPs (Solar Cell Panels) of which the nominal maximum power is 540 W generates electric power for the FUJIN-2, and during nighttime the Li-ion batteries supply electric power. Under the serial flight condition of the FUJIN-2 we estimate that the SCPs can supply power more than 330 W in average from July 1 to 14 in 2016. Considering power required for charging the Li-ion battery the electric power which the system can consume is about 330 W and 191 W during daytime and nighttime, respectively.

When the FUJIN-2 is flying, the position of the FUJIN-2 being controlled a decoupling mechanism (DCP) and control moment gyros (CMGs). Up to present, we conducted the performance test which checks the moving of prototype-model of CMGs in stratosphere surrounding.

From this test result, we confirmed the need to supply 18W to CMGs, and wait 120 min for reaching 6600 RPM. Considering only stratosphere surrounding, it does not matter. However, since the speeds of CMGs is not raised up to more than 800 RPM in the atmosphere, we will install the detachable airtight container around each CMGs' wheel, and we will develop this container for the performance which reproduce stratosphere surrounding when we will test on the ground.

We need to consider thermal balance of the FUJIN-2 in the stratosphere. The heat inputs are radiation from the sun and the earth. Since the atmospheric pressure in the stratosphere where the FUJIN-2 will be in a level flight is 1/100 atm, the FUJIN-2 will be affected a little by the presence of atmosphere. We are developing a mathematical thermal model by considering these thermal environments of the FUJIN-2, and proceeding to thermal analysis.

An extension of the airtight container containing the power system has been manufactured. As for the future schedule of development, we will check the thermal distribution of the battery and the charge control circuit. Comparing results of the thermal analysis and the thermal vacuum test, we will install the heat insulators and the heaters. After the leak check of the airtight container containing the Nasmyth-mirror, filling nitrogen in it, and improvement of the zoom system, imaging performance of the FUJIN-2 optical system will be tested by a Hartmann test. When all sub-systems will be completed, they will be integrated, and we will conduct necessary tests for attitude control of the gondola and the imaging performance in the stratosphere environment. The functional tests will be completed by March in 2016, and the FUJIN-2 gondola will be shipped to ESRANGE.

惑星の大気圏やプラズマ圏で起こる変動現象を研究するためには、長時間の連続観測が重要である。我々は気球を用いて極域成層圏に浮かべた光学望遠鏡による惑星連続観測を目指した FUJIN プロジェクトを遂行している。FUJIN プロジェクトの 2 号機 FUJIN-2 は 2016 年 7~8 月のウィンドウにスウェーデン・キルナのエスレンジで放球され、2~3 週間のフライトの後、スカンジナビア半島内で回収される予定である。

今までの FUJIN ミッションの研究対象はこれまで金星がメインだったが、金星は相変化をするため、観測時期を自由に選べない気球実験では、計画が立てづらい。そこで、合の期間を除きほぼ 1 年間同じような条件で観測できる木星を主研究対象とした。我々は 890nm の可視近赤外領域にて最も深いメタン吸収バンドで観測を行い、木星極域に広がるヘイズ波構造を観測し、また同時に木星における背景風速度を得ることで波構造がロスビー波であると判別させるためのパラメーターの取得を目指す。引き続き金星も観測対象とし、金星大気ダイナミクスの解明を目指し、オプションとして NaD 589 nm で水星ナトリウム大気及びテイルの観測を実施する。

日照中は公称最大出力 540 W の太陽電池パネルで発電し、日陰中はリチウムイオンバッテリーから電力を賄う。FUJIN-2 のフライト条件下では、搭載される太陽電池パネルは日照中に、2016 年 7 月 1 日から 2 週間の連続フライトでは 330 W 以上の発電が可能であると見積もられている。日照中の余剰電力でリチウムイオンバッテリーを充電することを考慮すると、日照中は 330 W 日陰中は 191 W の電力を観測機器に供給可能である。

フライト時、デカップリング機構(DCP)とコントロールモーメントジャイロ(CMG)を使用して姿勢制御を行う。現在までに試作したCMGをフライト環境(高度32km)における実力値を推定するために、成層圏環境での動作試験をした。この試験結果より、必要な電力が18W、6600RPMに達するまで120分必要であるという結果が得られた。フライト環境のみを考えれば、現在の設計で十分対応が可能である。しかし、大気中でCMGを回転させると風損により800RPMまでしか速度が上がらないので、フライホイールの周りを囲むように着脱可能な気密容器を取り付け、地上試験時も成層圏環境の能力が発揮できるように開発を行う。

FUJIN-2のフライト時の熱収支も考える必要がある。熱入力は大気と地球からの放射である。また、レベルフライト時の成層圏の気圧は1/100気圧であるので、微弱ながら大気の影響が熱収支に影響する。それらを考慮に入れたFUJIN-2全体の熱収支について熱モデルを構築し熱解析を進めている。

現在、電源系を収納する気密容器の延長部分が完成した。今後の開発スケジュールとしては、電源系の熱真空試験を実施し気密容器内部の電池及び充放電回路の温度分布をチェックする。熱解析と熱真空試験の結果を比較し、サブシステムの断熱やヒータ取付けの処置を施す。また、ナスミス鏡気密容器のリークチェックと窒素封入、ズーム機構の改修の後、FUJIN-2光学系の結像性能をハルトマンテストによって評価する。全てのサブシステムが完成したらそれらを統合し、放球までに必要な姿勢制御のテストや成層圏環境での結像性能評価を行う。2016年3月までに各種試験を終了し、観測へ向けて機材を搬出する。