

極周回成層圏望遠鏡 FUJIN による金星大気観測

田口 真(立教大学理学部)

荘司泰弘(大阪大学大学院工学研究科)

中野壽彦(大分工業高等専門学校機械工学科)

高橋幸弘・佐藤光輝(北海道大学大学院理学研究院)

今井正堯(産業技術総合研究所)

白藤祐稀子(立教大学大学院理学研究科)

谷津雄斗(立教大学理学部)

我々は気球によって成層圏に浮遊する望遠鏡(FUJIN-2)を用いた紫外分光観測によって金星大気の紫外吸収を引き起こす物質を同定し、雲層中での太陽放射加熱分布を導出することを目標としている。FUJIN-2 気球実験は 2021 年 8 月にスウェーデン・キルナの ESRANGE での放球を目指している。FUJIN-2 気球実験の概要は過去 3 年間の大気球シンポジウムで講演した。詳細は過去の集録原稿を参照していただくとして、本稿ではこの 1 年間に新たに進展した成果を述べる。

気球実験の実施前に地上でどこまで短い波長領域を観測できるか確認するために、地上望遠鏡を用いて金星紫外分光観測を試みた。使用した望遠鏡は北海道大学が所有する口径 1.6 m の「ピリカ」望遠鏡である。「ピリカ」望遠鏡は北海道名寄市にあるなよろ市天文台「きたすばる」に設置されている。2019 年 3 月 5 日から 7 日までの 3 日間、夜明け後から金星が南中する前後まで観測を行った。使用した分光器は 200~550 nm の波長範囲を波長分解能 0.5 nm で分光する。金星ディスク上で分光した領域を同定するために、同時に CMOS カメラで撮像した。図 1 に観測結果の 1 例を示す。金星スペクトルは地球大気の散乱光成分は除去され、太陽直達光スペクトルで規格化されている。波長 390 nm 以上では観測された強度が 0 以上あるが、それ以下の波長領域では地球大気の吸

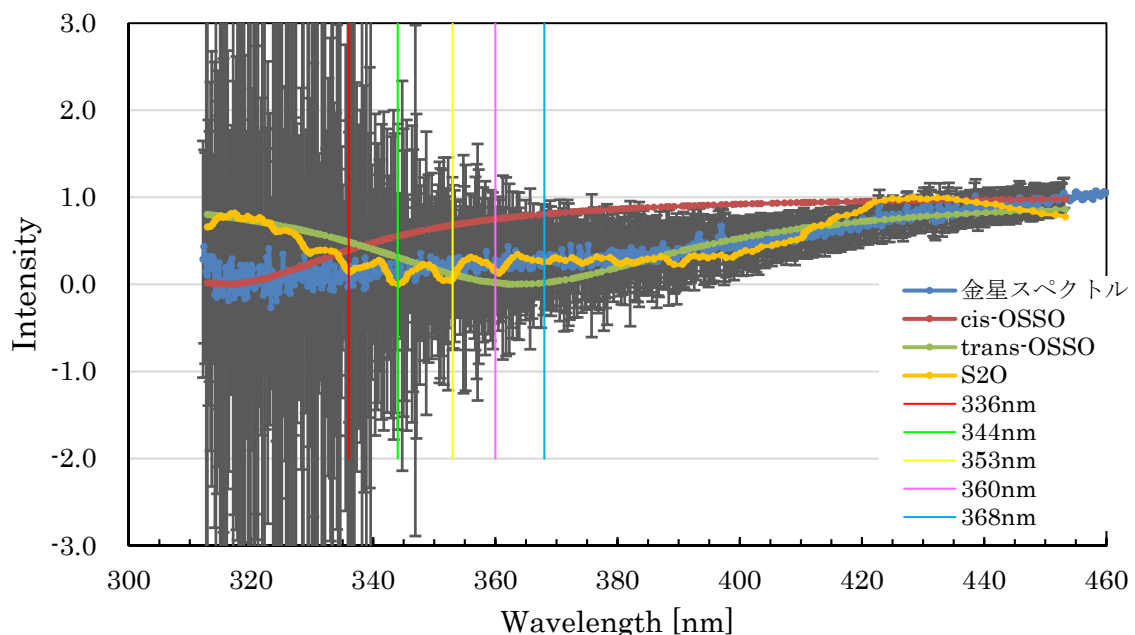


図 1. 「ピリカ」望遠鏡で観測された金星大気スペクトル (青)。灰色は測定値のエラーバーを示す。cis-OSSO、trans-OSSO、S₂O の吸収スペクトルをそれぞれ赤、黄緑、黄で表示してある。

収により、信号はエラーバー以下である。比較のために、金星大気中で紫外吸収物質の候補とされている、cis-OSSO、trans-OSSO、 S_2O の吸収スペクトルを示した。波長 390 nm 以上では OSSO と S_2O の吸収を分別するのに利用できる特徴的な吸収構造がない。一方、 S_2O は波長 320~370 nm の範囲に特徴的な吸収構造が見られるが、その領域は信号がほとんど 0 なので特徴的な構造は判別できない。

あらかじめ予想された結果ではあるが、地上観測では OSSO と S_2O の吸収を区別するために必要な波長 370 nm 以下の波長領域は地球大気中の吸収のため観測不可能であることが改めて示された。この吸収は主に地球大気中のオゾンによる。標高の高い場所で金星が天頂に近いときに観測すると多少改善される余地はあるが、根本的な改善のためにはオゾン層の上に出なければならない。オゾン層のピーク密度は高度 25 km 付近にあるため、高度 30 km まで上がれば、波長 300 nm までは十分に観測できると予想される。

FUJIN-2 気球実験へ向けて 2 種類のゴンドラを設計した。図 1 にゴンドラの外観図を示す。一つは 2019 年 11 月に大樹航空宇宙実験場で実施する予定の地上試験用ゴンドラである。この試験では懸垂状態のゴンドラに載せた望遠鏡で天体を捕捉し追尾する性能を評価する。FUJIN-1 は鉛直軸周りの 1 軸姿勢制御であったが、FUJIN-2 では 3 軸姿勢制御を導入する。2 対 4 機のコントロールモーメントジャイロ(CMG)により望遠鏡動作によるゴンドラ全体の挙動を抑える。ゴンドラ姿勢制御と望遠鏡架台による追尾で目標天体の追尾エラーを計測する。地上の気圧、気温、太陽放射無しので環境で実験を行うため、気密容器、太陽電池パネル等、実験に不要な物は省略している。望遠鏡と CMG は FUJIN-2 フライト用と同じ物を使用する。電源として FUJIN-1 で使用したリチウムイオン電池を再利用している。このゴンドラはすでに製作済である。

もう一つのゴンドラはフライト用である。フライトに必要な全ての装備を効率的に搭載するために六角形の構造を採用した。熱環境を考慮して、望遠鏡は太陽電池パネルの日陰に入るようにしている。太陽電池パネルは予想されるフライトウィンドウで発電電力量が最大になるように取付角度調整が可能である。上段に CMG とデカップリングモータを備える。下段にはバラストを搭載する。気密容器、望遠鏡、太陽電池パネルの配置調整で重心がゴンドラの中心軸上に来るようにバランスをとる。気密容器内には電子機器と電池が収納される。図には描かれていないが、下段のさらに下

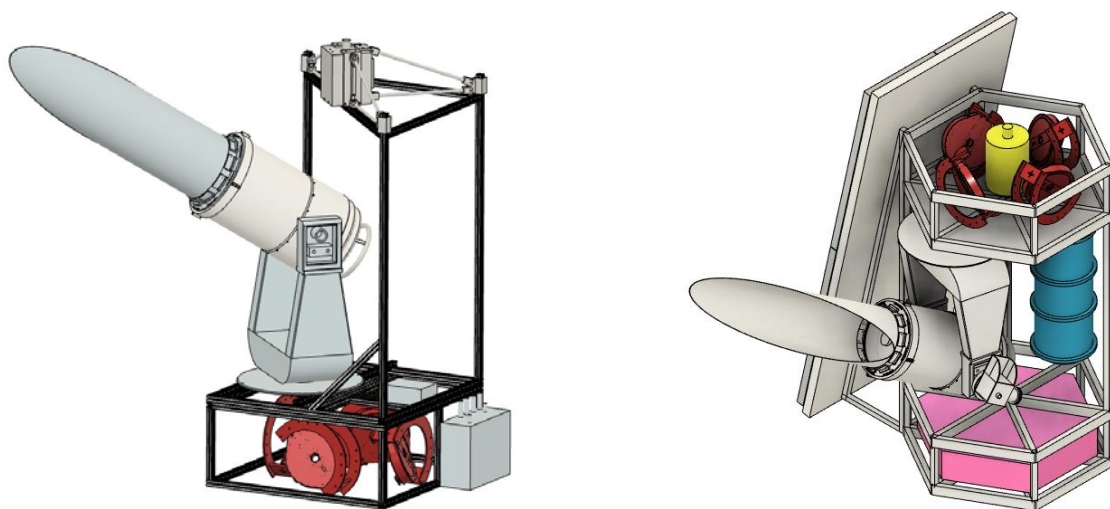


図 2. (左) 地上試験用ゴンドラ、(右) フライト用ゴンドラ。

に着地時の衝撃を和らげるためのクラッシュパッドを取り付ける。

FUJIN-2 気球実験の今後の見通しは、実験を実施するための予算の獲得にかかっている。JAXAの小規模計画及び科学研究費補助金の獲得を目指している。現時点で最も早いフライト機会は2021年8月にスカンジナビア半島内で回収する1～2日のフライトである。