

惑星大気・プラズマ圏現象の長期連続観測を目指した

極周回成層圏望遠鏡の開発

Development of a polar stratospheric telescope for long-term observations of planetary atmospheres and plasmaspheres

立教大学 田口 真

惑星の大気循環、雲形成、オーロラ、雷放電といった大気圏やプラズマ圏で起こる変動現象の研究においては、それらの発生頻度や時間発展を把握するために長時間の連続観測が重要である。しかし、地上観測では観測可能な波長帯域や望遠鏡のマシントimeが制限される上に、シーイングや天候不良のため十分な観測ができない状況である。一方、衛星望遠鏡は地球大気の影響を受けないメリットがあるが、大きな製造コストがかかる。そこで我々は第三の惑星望遠鏡観測の手段として、極域成層圏から惑星を連続観測することを目的とした極周回成層圏望遠鏡(FUJIN)を開発している。

極周回成層圏望遠鏡開発の主要な技術課題の1つが、フライト中のゴンドラ姿勢を制御し、観測機器を目標に指向させ維持する高精度ポインティング制御である。本研究では制御を3段階に分けて徐々に精度を上げる3段階指向制御系の開発を行った。第1段階制御ではサセンサを姿勢センサーとして気球とゴンドラのデカップリング機構とコントロールモーメントジャイロを用いてゴンドラを太陽方向に指向させる。第2段階制御ではスターセンサーを用いて、望遠鏡の経緯台で望遠鏡方向を制御し、目標天体を望遠鏡視野内に導入・追尾する。最後に、第3段階制御では目標天体位置を視野の中央に維持するために位置検出型光電子増倍管と2軸可動ミラーを用いて追尾エラーをリアルタイムで補正する。これらを統合した制御によって目標追尾精度 $0.1''$ を目指す。

光学系としては、口径300 mmのシュミットカセグレン望遠鏡を使用する。当面のメインターゲットは金星である。2つのCCDカメラを用いて、それぞれ紫外(380 nm~420 nm)および近赤外(880 nm~920 nm)で撮像する。電源は太陽電池パネルから供給され、過不足分はリチウムイオン電池が充放電する。2009年の実験で不具合があったコンピューターの機能はFPGAに置き換えている。観測データは搭載メモリーに記録され、実験後に回収する。ハウスキーピングデータ及びアナログビデオ信号はリアルタイムで地上に降ろす。電源系やメモリーなど重要な電子機器類は気密容器に収納され、気球フライト中も機器雰囲気は常温常圧に保たれる。

極周回成層圏望遠鏡システムの機能・性能確認と金星観測を目的として、2012年8月に北海道広尾郡大樹町にある宇宙航空研究開発機構大樹航空宇宙実験場において気球実験(FUJIN-1)に臨んだ。予定通り実験装置は完成し、各種調整・試験は完了し、気球放球の準備は整ったが、残念ながら高層風の状態が気球実験に適さなかったため、FUJIN-1実験は見送られた。2013年5~6月に再度挑戦したが、直前の大型気球実験において気球制御用機器に不具合があったため、またしてもFUJIN-1実験はキャンセルされた。

そこで、各種地上試験でFUJIN-1実験の目的は達成されたと判断し、2014年度以降の極域での本格的な科学観測(FUJIN-2)に使用するゴンドラの開発にコマを進めた。望遠鏡は新規開発した口径400 mmのカセグレン望遠鏡を用いる。基本的な機能はFUJIN-1のゴンドラのを踏襲する。また、長時間フライトに備えて電源系を強化する。2015年4~5月にスウェーデン・キルナにおいて、金星大気ダイナミクスを観測対象とした1~2日間の連続観測を実施する予定である。さらに将来的には極周回する長期間フライト(FUJIN-3)を計画している。