

一番星へ行こう!

日本の金星探査機の挑戦 その25

~搭載機器5年越しの覚醒~

山崎 敦¹, 山田 学², 福原 哲哉³, 大月 祥子⁴, 田口 真⁵,
岩上 直幹⁶, 佐藤 毅彦¹, 今村 剛¹,
あかつきプロジェクトチーム

(要旨) 2015年7月に軌道制御を行った金星探査機「あかつき」は、金星周回軌道投入への再挑戦へ向けて着々と準備を進めている。搭載機器についても再度機能チェックを行った。4から5年間電源を入れていなかったが、機能チェックの結果は良好で周回軌道投入直後から観測が開始できる見通しが立った。

1. これまでの道のり

2010年5月21日に種子島宇宙センターよりH-IIAロケット17号機にて打ち上げられた「あかつき」に搭載された観測機器は、2010年5月から6月にかけて初期チェックアウト運用を実施した。各機器は2010年12月の金星周回軌道投入失敗直後の金星撮像[1, 2]、2011年の測光観測[3, 4]を実施した後、温度条件を鑑みて電源オフとして休眠状態に入った。2015年7月の軌道制御[5]の結果金星周回軌道投入を再挑戦できる遷移軌道に入った。金星周回軌道投入運用直後から観測が開始できるように、2015年10月に搭載機器の健全性を再確認した。

2. 初期立上げ運用リターンズ

2.1 準備

2010年の初期運用の記憶と記録を遡り、事前準備に十分な時間を費やした。初期動作手順書により消費

1. 宇宙航空研究開発機構
2. 千葉工業大学
3. 情報通信研究機構
4. 専修大学
5. 立教大学
6. 東京大学
yamazaki@stp.isas.jaxa.jp

電力と温度の正常範囲、ステータス確認項目等を確認し、5年前の記憶をあらかじめ頭の引き出しからも出しておいた。ただし、前回と異なる点は地球との距離であり、往復伝搬遅延時間が10分程度でありコマンド送信してから動作確認までにこの時間が必要であること、太陽に近いために温度条件から衛星の向きに制約があり高利得アンテナを地球に向けることができず中利得アンテナによる低い通信レート下でのデータ確認を強いられたこと、画像データのみならず観測中ステータスの確認も一旦データレコーダに記録した後に再生する必要があること、である。このため、5年前に実施した初期動作手順書通りではことが運ばなかった。温度や軌道・姿勢の制約条件から、チェックアウト項目は、1 μ mカメラ(IR1)、紫外イメージャ(UVI)、中間赤外カメラ(LIR)の各カメラ撮像、2 μ mカメラ(IR2)の冷凍機駆動エレキの消費電力とした。

2.2 結果

2.2.1 紫外イメージャ(UVI)

2015年10月14日実施。一次電源(PCU)からUVIの制御エレキへ短時間の電源供給を行い正常な消費電力値であることを確認した後、観測シーケンスにより試験観測を実施した。再生した観測中ステータスよりフィルタホイールが正常に回転したことを確認するとともに、図1に示すチェックアウト用の撮像を取得した。



図1：UVI取得画像。使用フィルタ365nm(昼用)，露出時間11秒，機上画像処理にてスミア補正済み。



図3：IR1取得画像。使用フィルタ0.90um(昼用)，機上画像処理にてダーク引き済み。



図2：LIR取得画像。

明るい恒星は視野内に存在しなかったためダーク画像のような深宇宙画像である。5年にわたるクルーズ期間に浴びた放射線の影響で白傷だらけになっていることを心配していたが，明らかな白傷のピクセルは見当たらず検出器が健全であることを示している。

2.2.2 中間赤外カメラ(LIR)

2015年10月16日実施。一次電源(PCU)からLIRカメラの制御エレキへ短時間の電源供給を行い正常な消費電力値であることを確認した後，観測シーケンスにより試験観測を実施した。再生した観測中ステータスよりペルチェ動作による温度安定性，シャッターの正常駆動を確認するとともに，図2に示すチェックアウ

ト用の撮像を取得した。LIRの深宇宙画像は，視野中央部のレンズと周辺部のバッフルからの熱放射を測定することとなる。相対的に冷えたレンズと温かいバッフル像の周辺増光がみられる期待通りの画像であり，過去の試験結果と比較しても検出器が健全であることが示された。

2.2.3 1 μmカメラ(IR1)

2015年10月19日実施。一次電源(PCU)からIR 1/2カメラの制御エレキへ短時間の電源供給を行い正常な消費電力値であることを確認した後，観測シーケンスにより試験観測を実施した。再生した観測中ステータスよりフィルタホイールが正常に回転したことを確認するとともに，図3に示すチェックアウト用の撮像を取得した。IR1の深宇宙画像は，明るい恒星は視野内に存在しなかったためダーク画像のような深宇宙画像での評価となるが，明らかなデッドピクセルは見当たらないことが確認できた。また，CALランプを点灯させた画像も取得し，検出器の健全であることを示している。

2.2.4 2 μmカメラ(IR2)冷凍機

2015年10月19日実施。一次電源(PCU)から冷凍機駆動エレキへ短時間の電源供給を行い正常な消費電力値であることを確認した。

2.2.5 ROI(Region of Interest)機能の実装

再生データ量リソースを有効に活用するために，カ

メラの撮像領域のうち金星像が写る領域の画像データのみデータレコーダに記録するROI機能を追加した。小惑星探査機「はやぶさ2」からの逆輸入技術である。打上当初の計画より遠金点が遠い金星周回軌道に投入されることになり遠金点付近での観測は解像度が低下することになったが、このROI機能により、記録する画像領域を取捨選択することが可能となり、データレコーダに記録可能な画像枚数を増やして、画像品質の低下をある程度補うことができるようになった。その機能確認を2015年10月26日実施した。ROI機能を使ったIR1画像が地上で問題なく復元されることを確認した。

3. 地上データ処理

投入軌道変更に伴う制約からROI画像処理が追加となった。これに対応するべく地上データ処理システムを改良する必要がある。今回の再チェックアウト運用は、地上データ処理システムを最上流から試験できる最初の画像データであり、この機会を活用し地上データ処理システムの検証を行った。予定通りの処理が行われたことを確認した。

4. まとめ

振り返るとUVIは1528日、LIRは1530日、IR1は1533日ぶりに撮像観測を実施した。一旦動作させた観測機器をこれほどの時間をおいて再度観測した経験はなく、再立ち上げ後正常に動作するのか非常に不安であった。しかしながら、私たちの心配をよそに各搭載カメラの画像は特に異常事態には陥っていない。機器開発の実力が証明された格好である。感度劣化計測については今後恒星観測などで較正する計画である。

7月の軌道修正制御[4]の結果、「あかつき」は打ち上げから2026日目、2015年12月7日に金星に到着、金星周回軌道に投入される予定である。もちろんプロジェクトチームは遷移軌道飛翔中から周到かつ詳細な試験・調整を行い、万端の体制で周回軌道投入運用に臨む所存である。この文面が世に出るころには金星周回軌道投入成否の結果が出ているが、金星観測に勤しんでいることを思い描いている。大気循環のメカニズムの解明から地球との比較による「惑星気象学」の発展

に向けて私たちの当初の願いが結実することを期待する。

謝辞

「あかつき」の運用に関して紙面に記しつくせない関係各方面のたくさんの方々に多大なるご協力・ご支援をいただいております。この場を借りて深甚の謝意を表します。

参考文献

- [1] 中村正人, 2011, 遊星人 20, 68.
- [2] Taguchi, M. et al., 2012, Icarus 219, 502.
- [3] 山田学ほか, 2011, 遊星人 20, 222.
- [4] Satoh, T. et al., 2015, Icarus 248, 213.
- [5] 廣瀬史子, あかつきプロジェクトチーム, 2015, 遊星人 24, 126.