

一番星へ行こう! 日本の金星探査機の挑戦 その61 ～あかつき通信途絶と現状～

佐藤 毅彦¹, 山崎 敦¹, あかつきチーム

(要旨) 金星探査機あかつきは2024年4月に姿勢維持の精度が高くない制御モードが長く続いたことを発端として通信途絶となり、本稿執筆現在もその状態が継続しています。2025年3月の金星内合前後に通信を復旧して機上に残るデータを取得するべく、チームは準備と訓練を行っています。

金星探査機あかつきは2015年12月7日(文中の日付はすべて日本時)の金星周回軌道入り以来8年以上にわたる金星観測を行ってきましたが、2024年4月27日あかつきの発信電波を受信できない(キャリア信号を検出できない)状態に陥りました[1]。

あかつきは通常、スタートラッカーによって複数の恒星の位置を観測することで自身の姿勢を決定し、観測姿勢・通信姿勢などの姿勢制御を行っています。スタートラッカーで恒星のみが複数個観測できることが必要で、その視野に恒星ではない明るい天体が入ると姿勢決定に影響を生じます。あかつきのスタートラッカーにとって最も影響のある天体は、ミッションの観測対象である金星そのものです。特に近金点通過時には金星視直径は最大60度以上にも達し、観測・通信の各姿勢方向にもよるのですが、スタートラッカー視野の大きな部分(ときに全体)に金星が写ることになります。こうなると恒星位置の観測ができず、あかつきは自身の姿勢を決定することが不可能となります。この影響を避けるために、あかつきではジャイロによる姿勢制御モードを搭載しています。姿勢制御に伴って発生する加速度をリアルタイムで計測し伝搬することで、スタートラッカーによる恒星観測が不可能な時間帯でも姿勢制御を可能とする仕組みです。ちょうどカーナビの自走システムに相当し

ます。ただしこのモードは観測から得られる決定値による姿勢制御ではなく伝搬にもとづく推定値による姿勢制御ですから、時間とともに伝搬誤差が蓄積されることとなります。

4月27日の直前にも近金点通過があり、日陰対策と電波遮蔽観測を実施しました。スタートラッカー視野の金星干渉を避けるために、ジャイロ制御モードに移行して近金点を通過する通常どおりの運用を行いました。このときジャイロ制御モードは伝搬誤差の蓄積が想定を超えないように、約2.5時間継続する予定でした。しかし予定の2.5時間を経過しても、制御モードをジャイロ制御からスタートラッカー制御に戻すことができませんでした。そのため伝搬誤差が徐々に大きくなり、高利得アンテナを使用した通信姿勢を維持できなくなり、さらには中利得アンテナを使用した通信姿勢も維持できなくなり、キャリア信号を検出できない状況に陥りました。通信途絶直前のHKデータによれば、推進系や姿勢制御系に一日で分かるような異常は認められませんでした。3日後、通信系の自律化・自動化機能により自動的に低利得アンテナ送受信へと切り替わり通信が復活することが期待されましたが、キャリア信号を検出できず、本稿執筆現在も通信不能が継続しています[2]。

本来ならば探査機があるべき姿勢からの逸脱を検出した場合には、姿勢系の自律化・自動化機能によりセーフモード姿勢へ移行し安定を図り、低利得

1.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所
satoh@stp.isas.jaxa.jp

アンテナで地上と通信を行い復旧を待つというプログラムが起動します。ところがあかつきは2010年の金星周回軌道投入失敗を経験し、2015年に金星周回を始めたときにはすでに残推薬が心許ない状態となっていました。周回軌道投入後も、観測に制限をかけた推薬温存運用はあかつきの目的には本末転倒ですので、可能な限り観測データを取得するべく必要な推薬は惜しまず使用する運用を継続してきました。そのため、現在の残推薬はほぼ枯渇している状況に近く、そのことへの対応としてセーフモード姿勢への移行条件を厳しく絞っていたことも、逆に今回の姿勢異常そして通信途絶を許してしまった要因のひとつです。

また、2024年4月は、金星は地球からほぼ最遠の地点(約1.7天文単位)に位置していたことも災いしました。その位置関係では、あかつきが低利得アンテナにより電波を送信しても、そのキャリア信号は白田64メートルアンテナではぎりぎり検出できるかできないかのレベルです。姿勢異常という状況は、さらにキャリア信号検出を困難にしました。

以降、金星と地球との距離は徐々に短くなり、2025年3月には最接近(金星の内合)を迎えます。チームはその前後に通信を復旧して機上に残るおよそ200枚の金星画像を取得するべく、入念に準備と訓練を行っています。

参考文献

- [1] <https://www.isas.jaxa.jp/topics/003749.html> (宇宙科学研究所, 金星探査機「あかつき」との通信状況について, 2024年5月29日).
- [2] Yamazaki, A. et al., Scientific objectives of the AKATSUKI extended mission, Presented at Japan Geoscience Union Meeting 2024 (26 – 31 May 2024, Makuhari, Chiba).