

地球は回る！あかつきのリレー



商学部准教授
大月 祥子

おおつき しょうこ

岡山県生まれ。東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻修了。博士研究員として JAXA 宇宙科学研究所に 4 年間所属。2012 年 専修大学商学部入職。「宇宙地球科学」「あなたと自然科学」などを担当。金星探査機「あかつき」プロジェクト共同研究員。

↑生田 5 号館自然科学実験室 2 にて

一番星と金星探査機「あかつき」

皆さんは、この秋から冬、夕方の西の空に一番星としてとても明るく輝く星を目にされたでしょうか？ 日本の探査機が初めて惑星周回軌道に入って観測を実施したのが、その明るく輝く星 金星で、その最初の探査機が金星探査機「あかつき」です。

「あかつき」は、2010 年 5 月に打ち上げられ、その年の 12 月に金星周回軌道投入を試みるもメインエンジンのトラブルで一度は金星を通り過ぎ、5 年後の 2015 年 12 月に二度目の挑戦で軌道投入に成功したというちょっと珍しい経緯の探査機です。

2010 年当時、私はこの「あかつき」のプロジェクトに博士研究員として所属し、打ち上げも最初の軌道投入オペレーションも相模原の JAXA の運用室から参加していました。

惑星探査機と深宇宙通信用大型アンテナ

惑星間空間を旅する探査機と地球との間でのコマンドやデータの伝送には、地上に設置された深宇宙通信用のアンテナが使われます。これは探査機から送られてくる微弱な電波を捉えるための直径数十 m の巨大なパラボラアンテナで、日本の探査機は長野県の白田局（東経 138 度）を主に使います。

どんなに巨大なアンテナでも、探査機と地上のアンテナ

の間には遮るものがあるとき、例えば、探査機から見てそのアンテナが地球の裏側にあるときなどは通信できません。アンテナ側の視点で言えば、探査機と通信できるのは「その探査機が地平線より上に見えるとき」になります。

太陽や月や星たちが東から昇って、空を渡り、西の地平線へ沈んでいくように、地上にいる私たちから見ると（小さすぎて目には見えませんが）惑星探査機も東から昇って西へと沈んでいきます。アンテナを探査機に向けられるのはこの「地平線より上に見える間」だけなので、地球上のとある場所に設置された 1 つのアンテナで追跡できる時間は限られています。

普段の通信はアンテナを使える時間に合わせてデータ伝送の計画を練りますが、とても大事なオペレーションの際には NASA の協力を得て国外の経度の異なる場所に設置されたアンテナも使います。それが深宇宙通信情報網 (Deep Space Network) のアンテナで、アメリカ西海岸のゴールドストーン局 (西経 117 度)、スペインのマドリッド局 (西経 4 度)、オーストラリアのキャンベラ局 (東経 149 度) です。

「あかつき」の 2010 年 12 月 7 日

打ち上げからおよそ半年後の 12 月 7 日、金星探査機「あかつき」を金星周回軌道へ投入するためのオ

ペレクションが実施されました。

この日、「あかつき」は金星に地面から数百 km の高さまで接近し、そこでメインエンジンを前方に噴いて急ブレーキをかけて金星の重力に捕まえてもらう計画で、必要なコマンドは事前に探査機に送られ、私たちは機上でのタイマーによる制御を地上から見守っていました。

深夜からのシークエンスは順調に進み、朝 8 時 49 分にメインエンジンの噴射が開始されたのち、「あかつき」は地球から見て金星の裏側に入り予定通りに通信が途絶えました。

ここまでは予定通りでしたが、9 時 12 分、金星の陰から出てくる「あかつき」の電波が届くはずの時間になっても、その電波は臼田局に届きませんでした。

相模原の管制室と運用室では、予定とは異なる状況を整理し、何が起こりうるのかの検討と探査機からの電波の探索が始まりました。しかし、微弱な電波を検知はしたもののデータ取得ができるほどの通信は確立できぬままに、金星と「あかつき」の方向に臼田局からアンテナを向けられる時間が過ぎてしまいました。

日本から見て金星が地平線の下に沈みゆく頃、スペインでは金星が昇ります。マドリード局が「あかつき」の探索を引き継ぎ、その電波の捕捉に成功しました！

そして、マドリードからも金星と「あかつき」の高度が低くなってくると、今度はアメリカ西海岸のゴールドストーン局に切り替わり、ついに追跡に成功し、探査機の姿勢を立て直すことができました。

続いて、軌道投入オペレーションの翌日 8 日の明け方、再び金星と「あかつき」が昇ってきた日本の臼田局とオーストラリアのキャンベラ局が追跡を引き継ぎ、探査機のデータを取得できました。

残念ながらこのとき「あかつき」は既に金星重力圏を通り過ぎていましたが、機体は概ね無事であったおかげで 5 年後の再チャレンジとその成功につながりました。

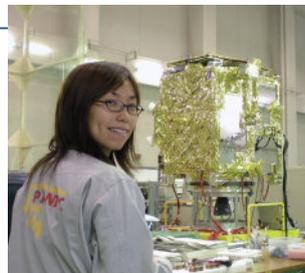
あかつきのリレー

私にとってこの 7 日から 8 日にかけては「あかつきは今どこに？もう金星に迫り着くことはできないのか？ミッションはどうなるのか？」といろんなことが頭を巡りつつ「とにかく見つかりますように！」と祈りながら過ごす時間でした。

そのなかで、世界中のアンテナを順番に使って、直径 1 万 km の大きな惑星の近くにいるはずの、一辺 1.5m ほどの小さな探査機を探し出す様子を目の当たりにし、私の心の中には中学の国語で習った谷川俊太郎さんの「朝のリレー」という詩が浮かんでいました。



↑ 夕方の西の空に並んで輝く細い月と金星 (2024 年 12 月 5 日撮影)



↑ 打上げ前の総合試験中の金星探査機あかつきと筆者 (2009 年 11 月 2 日撮影)



↑ JAXA 臼田局と NASA 深宇宙通信情報網ゴールドストーン局、マドリード局、キャンベラ局の位置関係 (2015 年 4 月のあかつきプロジェクト広報イベントで配布されたポストカードより)

この地球では

いつもどこかで朝がはじまっている

ぼくらは朝をリレーするのだ

経度から経度へと

そうしていれば交替で地球を守る

谷川俊太郎「朝のリレー」より一部引用

これは、日本の臼田局からスペインのマドリード局、マドリード局からアメリカ西海岸のゴールドストーン局、ゴールドストーン局から再び臼田局とオーストラリアのキャンベラ局へと繋がるリレーだと。

経度の異なる大地に設置された巨大なアンテナたちとそれを動かす人たちのリレーが、金星の傍らで迷子になっていた「あかつき」を探し出したのだと。

地球惑星科学を学んできた身でありながら、このとき初めて「本当に地球は回っているんだ！」と強く思いました。今でも「朝のリレー」を目にすると、地球が回り、朝が巡ってゆく情景が頭に浮かびます。

そして、冬の冷たい空気の中で金星を見上げるときはこの 12 月 7 日のことを思います。

2025 年は 2 月 15 日に夕方の空の金星が最大光度を迎えマイナス 4.9 等の明るさで輝きます。また、春から夏にかけて、今度は暁の空に輝く姿を見ることができそうですので、太陽系の惑星の動きを感じながら美しい金星を愛でていただければ嬉しいです。