

一番星へ行こう！

日本の金星探査機の挑戦 その31

～本番を迎えた電波掩蔽観測～

安藤 紘基¹, 今村 剛², あかつき電波科学チーム

(要旨) 電波掩蔽観測は惑星大気の詳細構造を知るための有力な手段である。「あかつき」は大気の水平構造を可視化する5台のカメラを搭載しており、電波掩蔽はこれらの機器と相補的である。本稿では初期観測の状況を紹介する。

1. 「あかつき」の電波掩蔽観測

「あかつき」には5台のカメラに加え、電波掩蔽観測のために超高安定発振器という電波源が搭載されている。地球からみて探査機が惑星の背後に隠れる時または背後から現れる時に、この電波源で生成した周波数の安定した電波を地上のアンテナに向かって送信する(図1)。この際、電波が惑星の大気を通過することによる屈折の影響で地上での受信周波数が変化し、また大気中の吸収物質の影響で受信強度が変化する。このような地上での計測から、大気温度の高度分布が得られるほか、電離層の電子密度や大気中の電波吸収物質(金星では主に硫酸蒸気)の高度分布がわかる。「あかつき」では地上局として長野県の白田宇宙空間観測所にある直径64メートルのパラボラアンテナとVLBI実験用の記録装置を使用する。このような観測は水平構造を調べるカメラと相補的な関係にある。

2015年12月に金星に到着してから3ヶ月後、2016年2月1日に超高安定発振器が4年半ぶりに立ち上げられた。そして2016年3月4日、初めて「あかつき」の電波掩蔽観測を実施した。電波が金星大気中で大きく屈折するため、それに合わせて高利得アンテナの向きを変えていく必要があり、そのためのコマンドが事前

に登録された。アンテナの向きの計算が間違っていたらどうしようなどと不安を抱えながらの第1回目だったが、データは良好に取得された。白田局にて「あかつき」からの信号の強度が計画どおりに変化する様子をスペクトルアナライザーで確認した時は、ほっと一安心すると共に本番が始まったことを実感した。図2に第1回目の観測時の受信強度変化を示す。細かな変動はノイズだけでなく、屈折率の分布による回折や電波吸収物質による減衰の影響を反映する。

「あかつき」は金星を約10日で1周している。そのため電波掩蔽観測のチャンスはせいぜい10日に1度であり高頻度とは言えない。また軌道面の傾きの問題で全く観測できない時期もある。しかし我々には撮像観測との連携という強みがある。またこれまでの金星探査ミッションでは極軌道であったために低緯度の観測が手薄であるのに対して、赤道軌道である「あかつき」は低緯度をよく観測する。このような特色を活かして成果を狙う。

2. 観測結果の紹介

2017年4月までに我々は電波掩蔽観測を10回実施し、全部で19個の気温分布を取得できた。探査機が惑星に隠れるときと出てくるときにそれぞれ大気の詳細構造が得られるが、うち1回については探査機運用の都合から隠れるときだけの観測となったからである。図3はこれまでに得られた中低緯度(65°以下)での気

1. 京都産業大学 理学部

2. 東京大学大学院 新領域創成科学研究科
hando@cc.kyoto-su.ac.jp

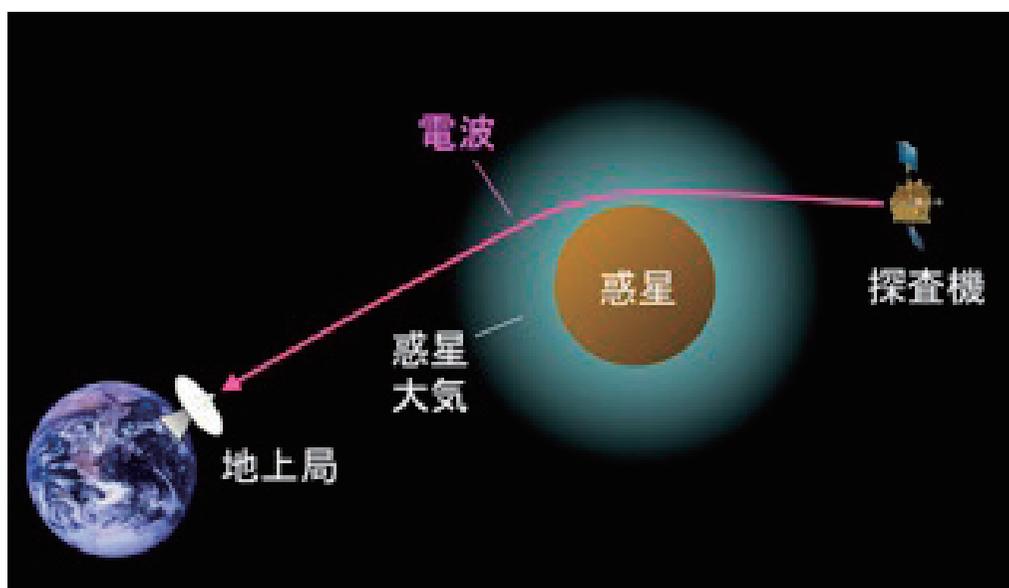


図1：電波掩蔽観測のイメージ図。

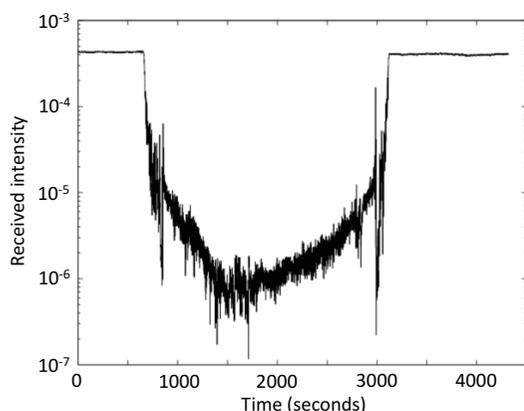


図2：2016年3月4日の電波掩蔽観測で得られた受信強度の時間変化。

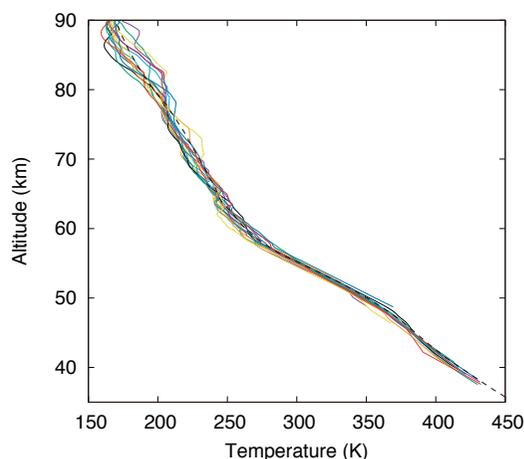


図3：「あかつき」電波掩蔽観測によって取得された気温分布。破線は金星標準大気(VIRA)の低緯度のモデル。

温分布をまとめて表示したものである。高度およそ50-70 kmに雲層が存在するが、気温はその上下にわたる高度38 kmから90 kmまで連続的に測定できている。破線は金星標準大気 (VIRA : Venus International Reference Atmosphere)[1]の気温分布であり、観測結果はこれと良く似ている。VIRAは1980年ごろの観測結果をもとに作成されたものであり、この結果は金星の温度構造がその頃と殆ど変わらないことを示す。紫外線で見た雲の模様や風速分布が年によってか

なり変化することを考えると、これは意外というべきかもしれない。いっぽうで、僅かながら存在する系統的なずれやローカルタイム依存性など、これまで知られていなかった特徴も見られており解析が進行中である。

3. 今後の展望

順調に観測をスタートした電波掩蔽であるが、真骨

頂はカメラ群との連携による大気構造の3次元的な把握である。カメラデータの較正とアーカイブが一段落しつつある今、このような研究を加速する。

今年の3月21日には、インド宇宙研究機関(ISRO)との研究協力協定のもと、インドの深宇宙用アンテナを使って電波掩蔽観測を実施した。白田局だけでは観測できないタイミングに起こる電波掩蔽の機会を、海外局を使うことによって補うのである。データの取得は良好であった。これからは、白田局とISRO局の二刀流で様々な場所や時間における金星大気の鉛直構造が明らかになるだろう。今後の電波掩蔽観測の成果にどうぞご期待ください。

参考文献

- [1] Seiff, A. et al., 1985, Adv. Space Res. 5, 3.