

北大1.6m望遠鏡で狙う惑星科学

高橋幸弘・北海道大学望遠鏡開発チーム

北海道大学・大学院理学院・宇宙理学専攻

Observational strategy for planetary science based on 1.6-m reflector of Hokkaido University

Yukihiro TAKAHASHI, Team for telescope development at Hokkaido University

Abstract

Hokkaido University is constructing a new 1.6-m reflecting telescope at Nayoro, Hokkaido, collaborating with Nayoro city. The telescope will be equipped with some sensors including CCD imager with liquid crystal variable filter, spectrograph covering 0.9-2.4 μm , and FTIR for 8-12 μm . The strategy for the initial observation is to dedicate this telescope to the planetary atmosphere monitoring, especially for Venus where the Japanese climate orbiter, Akatsuki, will arrive and start measurement in December 2010.

Key Words: Planet, Nayoro, Hokkaido University, Ground-based, spacecraft, Venus, Jupiter

1 はじめに

北海道大学は名寄市との協力のもと、名寄市郊外に教育・研究用の経緯台式1.6m反射望遠鏡建設・設置する。F12のカセグレン1カ所とナスミス2カ所の3つの焦点を有し、そのうちナスミスの一つは眼視観望兼用とする。

望遠鏡自体は汎用性の高い装置であるが、性能やメンテナンスの制約から、世界的成果に結びつけるためには考慮された戦略が必要である。その一つの方法として、惑星大気観測、中でも、2010年に金星周回軌道に投入されるPlanet-C(あかつき)と金星の共同観測を行うために、一定期間優先的に使用する計画を持っている。これにより、観測に基づく惑星気象学の幕開けを主導していく。本発表では、あかつきとの共同で目指すサイエンスを軸に、1.6m望遠鏡による惑星大気観測のプランについて紹介する。

2 金星大気のあかつきとの共同観測

現在、あかつきと相補的な機能を持つように、学内外の連携研究者の方々の協力を得ながら観測機器群の整備をすすめ、最初の同時観測好期である2010年12月から1-2ヶ月の間までに稼働させる計画を進めている。そこで得られるデータをあかつきデータと比較解析するとともに、2012年3月からの第2同時観測後期に合わせて、観測機器の改良・付加を行う。2012年12月以降はデータ解析と力学および化学過程を考慮した大気循環モデルの構築に力を注ぐ。

あかつきは、金星のみならず地球を除く全ての太陽

系の惑星において、赤道上空から連続的に気象現象の撮像を行う、世界で初めての探査機といえる。金星大気はスーパーローテーションと呼ばれる大気の高速回転など未解明な現象に満ち溢れた天体であり、長い間研究者の興味を引きつけてきたが、これまでは観測の乏しさから理論が先行する仮想実験室的な存在であった。最近ヨーロッパが打上げた Venus Express (以後 VEX) が一足先に金星に到着し、予想しなかった微細構造や大規模渦構造のダイナミックな変動を捉えた雲画像を伝送してきた。しかし、VEX は地方時固定の極楕円軌道で、遠近点が南極上空に固定されているため、地球のひまわり等の気象衛星のように、中低緯度や地方時依存を監視することができず、単独での大気ダイナミクスの全体把握は不可能である。一方、あかつきは赤道楕円軌道を取り、遠近点側では東西方向の大気運動に同期した角速度で周回することで、約20時間に渡って一つの領域を捉えることができるよう軌道設計されている。しかしながら、探査機の限られたリソースの中で特色ある観測を実現するために、連続波長分光を諦め、どのカメラもフィルター切り替えによる数波長でのカラー観測に限定されている。金星に限らず、惑星大気のダイナミクスは大気組成やエアロゾルの動向と不可分であり、大気循環メカニズムの解明には、撮像による雲の動きと分光観測による組成等の情報が車の両輪として必要である。また、探査機から監視できる視野領域は惑星面の一部に限られており、全球の大気循環を総観するためには、異なる角度あるいはよ

り広域をカバーする撮像観測が求められる。

我々はそうした探査機観測の限界を補い、高度な惑星大気観測を完成させるもう一つの車輪として、マシンタイムを十分に確保できる中型地上望遠鏡すなわち北大 1.6m 望遠鏡を活用する。これまで、地上望遠鏡は分光等では大型測定器を使えるというメリットから活用されてきたが、地球大気の影響から像の揺らぎの問題から解放されることがなく、特に可視光や比較的短波長の近赤外線での惑星撮像観測は敬遠されてきた。しかし近年の補償光学(AO)技術の進歩やスペックル画像解析手法の向上から、そうした波長域でも比較的安価に、従来の空間分解能を約 10 倍も改善する (0.1 秒角オーダー) ことが現実的になってきた。これは、整った条件の下では、日本の空においても探査機に匹敵する解像度での撮像が可能であることを意味する。

本研究課題では、あかつきをはじめとした探査機観測と、最適化された地上望遠鏡観測で得られるデータに基づき、スーパーローテーションなど金星のグローバルな大気力学過程と、地球とは大きく異なる化学過程を統合的に解析し、金星大気構造及びその動態のメカニズム解明に大きな一歩を踏み出す。研究期間内に金星気象の詳細全てを解明することは到底叶わないかもしれないが、これまで想像の域を出なかった、大規模な大気循環と大気物性の両面について、最初の立体的な確固たる描像を作り上げることを目的とする。具体的には、以下の課題について数年以内に明らかにすることを目指す。これらは独立した個々のテーマではなく、互いに深く関連するもので、これらを統合した形で金星大気構造の理解が進む。地上望遠鏡に、研究計画・方法の項目で述べる各種観測器を装着、詳細なスペクトル観測又は撮像観測を行い、あかつきによる同波長の撮像などから得られる大気循環場と比較解析する。

a. 大気組成及びエアロゾルと大気循環：

a-1 高度 40-50km の CO の高度分布 (2.2 μ 帯)：雲上で CO₂ が光解離したものが下降流で潜り込むと考えられているが、VEX で非一様性が発見された。

a-2 高度 0-15km の水蒸気の高度分布 (1.2 μ 帯)：主たる雲の材料 (分子数では硫酸と同程度) であると同時に、温室効果ガスとしても重要。

a-3 高度 15-30km の HCl の高度分布 (1.7 μ 帯)：CO₂ が CO+O に解離するのを戻す作用に、HCl を起源とする Cl 化合物が触媒的に使われているとの疑いがある。また

雲凝結核の候補でもあり、

a-4 高度 30-45km の SO₂ の高度分布 (2 μ 帯)：雲上に出て光化学反応で硫酸になり、雲の生成率を決定すると考えられる。鉛直輸送する空間スケールに注目する。あかつきに加え、400nm 帯の地上撮像によるエアロゾル粒子分布とも比較する。

b. 大気温度と大気循環：

高度 70-80km の温度分布を、8-12 μ 帯の分光観測から雲上面の凹凸構造と分離して観測する。また雲頂付近の風速を 400nm 前後の画像から求め、風の発生する力学過程を明らかにする。

c. 雷放電活動と大気循環：

金星に雷放電が存在するかどうかは未だ激しい論争の中であるが、もしその存在があかつきによって確実となった場合、地上望遠鏡観測 (共に 777nm) と併せて、強い風による電荷分離領域を全球スケールでモニターできることになる。

d. 超高層大気と雲層大気循環：

雲層での大気循環と、高度 90-100km 付近での超高層大気循環の関係を、地上望遠鏡の 1.27 μ 、P-C の可視 (02 ヘルツベルグ II 帯)、及び雲頂 UV 撮像との比較から定量的に求める。

本研究の特色は次のようになる。1) 惑星観測に優先使用できるものとしては世界最大口径の地上望遠鏡をフル活用した、連続的なモニター観測を行う。2) 世界初の惑星気象力学衛星であるあかつきとの共同観測に最適化した、先端技術・手法を駆使した地上望遠鏡観測システムを構築・活用する。3) 本格的な探査の殆どない未踏査の惑星を対象としながら、大気力学と化学という両輪を押さえた、目標の具体的な計画である。4) 本研究グループのメンバーのうち 3 名は、それぞれ別のあかつき搭載観測機器の PI 及び Sub-PI であり、また 1 名はあかつきデータ解析グループの主要メンバーであることから、あかつき観測戦略と搭載装置を熟知した観測を行う体制が確立している。5) 探査機観測についてはフランスを初めとする VEX の担当研究者との連携、また地上観測では VEX の欧州観測ネットワークと台湾国立中央大学との共同キャンペーンを予定しており、実質的で研究効果の高い国際協力体制で研究に臨む。

(2009 年 12 月 21 日受付, 2010 年 1 月 15 日受理)