

## ミリ・サブミリ波電波望遠鏡による惑星大気観測

### Planetary Atmosphere studied with Millimeter/Submillimeter Wave Band Telescope

前澤 裕之<sup>1\*</sup>

Hiroyuki Maezawa<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>前澤裕之

<sup>1</sup>Hiroyuki Maezawa

近年、系外惑星の探査の進展が目覚しく、そこでの大気環境や生命探査に関わる研究は益々活発になるだろう。このことは同時に、太陽系内の惑星大気環境、そして地球大気自身について、より一層の理解が重要になってくることも意味する。惑星大気では、太陽系・惑星大気の進化過程、大気光化学反応素過程、大気大循環ダイナミクス・気象、地表との化学反応、地下表層・帯水層や火山活動との関連、生命の起源に関わる分子種の形成過程、彗星・隕石の衝突など、様々な事象が複雑に絡みあっている。ミリ・サブミリ波帯(0.1~0.1mm)の電波望遠鏡は、これらを紐解く強力なツールの一つである。

この波長域では、検出器に超伝導SISミキサ素子を搭載したヘテロダイン分光手法を採用しており、非常に高感度かつ高い周波数分解能( $f/\Delta f > 10^6$ )を実現している。このため、中高層大気の微量分子の細かいスペクトル線成分の分光観測が可能である。さらに、スペクトル線のドップラーシフトから、大気の数密度構造を捉えることもできる。また波長が長いこと、エアロゾルやダストの吸収を受けにくく、大気深部まで見通し易い性質も合わせもつ。ただし、低高度領域の分子のスペクトル線は、圧力幅(pressure broadening)をもち、ベースラインとの区別が難しくなる。最近では分光計の開発も進み、1GHz以上の帯域の同時観測も実現しつつあり、得られたスペクトル線のプロファイルから、リトリーバル解析により、分子の混合比や気温について比較的広範な高度分布の導出が可能になってきた。

最近では、火星でメタンが局所的に検出され、その起源をめぐる議論が白熱している。今後、地球型惑星における、こうしたメタンや炭素酸化物、水蒸気、HO<sub>x</sub>種、硫化物、窒化物などの微量分子が、大気化学反応と大気輸送・季節変動の中でどのようにバランスしているかについて、より詳細な理解が必要となる。また例えば木星ではSL9衝突時に、表層では存在しにくいCOやHCN、CSなどの微量分子種の増量が観測されたが、これらガス種の起源はまだ良く分かっていない。ミリ・サブミリ波望遠鏡は、こうした地球型・木星型惑星の中層大気の組成・分布、それらの変動や輸送過程、また同位体比をプローブとした大気散逸や同位体分別のプロセスについて重要な知見を与えるものと期待される。

これまで、この波長域での観測は欧米が精力的に進めてきたが、惑星観測に占有できる電波望遠鏡はなく、安定かつ系統的な観測は必ずしも容易でなかった。こうした背景を受け、我々は国立天文台のASTE望遠鏡(口径10m)や、野辺山宇宙電波観測所の45m望遠鏡や干渉計、そして名古屋大学のNANTEN2(口径4m)などのミリ・サブミリ波望遠鏡を駆使して、惑星大気の定期観測を推進中である。2012年には、さらに日欧米の国際協力によるアタカマ・ミリ波サブミリ波大型干渉計(ALMA)プロジェクトの本格運用が始まり、0.1~0.01秒角に迫る超高空間解像度かつ超高感度・広帯域観測により、惑星大気の2-3次元分布が鮮明に絵描き出されるもの期待されている。特にALMAは、タイタンなど視直径が小さく、単一鏡や少数台の電波干渉計では観測が難しかった衛星の観測にも絶大な威力を発揮するはずである。我国では現在、次期火星複合探査計画

(MELOS)において、サブミリ波サウンダーの搭載の検討も進んでおり、まさにこの波長域の惑星観測の黎明期を迎えようとしている。

本講演では、ミリ・サブミリ波帯惑星大気観測に関するこれら一連の現状と測器について紹介する。

キーワード:惑星大気,電波望遠鏡,ヘテロダイン分光, ALMA,中層大気,大気化学

Keywords: Planetary Atmosphere, Radio Telescope, Heterodyne Sensing, ALMA, Middle Atmosphere, Atmospheric Chemistry