

C 3

惑星大気観測用ヘテロダイン分光計の開発 (I)

Development of Laser Heterodyne Radiometer

for Observation of Planetary Atmospheres

石津美津雄、浅沼 孝祐*、田口 真*、岡野 章一*、福西 浩*

Mitsuo Ishizu,

Takahiro Asanuma*, Makoto Taguti*, Syouichi Okano*, Hirosi Fukunishi*

郵政省通信総合研究所

Communications Research Laboratory

* 東北大学理学部超高層物理学研究施設 Tohoku University

Abstract: A laser heterodyne radiometer is developed for a study of compositions and dynamics of planetary atmospheres. The key device in the system is an acousto-optic spectrum analyzer which realize the observation to be finished in a several hours. We report the construction of the system and a plan of observation.

1. はじめに

惑星大気の組成とその運動を研究するため、レーザヘテロダイン分光計を宇宙光通信センターの口径1.5m望遠鏡に接続し、惑星大気分子の吸収放射スペクトルを、観測・解析する。地球以外の惑星大気は、CO₂、CH₄、C₂H₆、NH₃などを主成分とするので波長10μmの中赤外域での観測は最も有効である。そのため、NASAのGODDARD SPACE FLIGHT CENTERやMAX PLANCK研究所で、すでに金星、火星の観測が行われている。本研究では、CRLがこれまで開発してきたCO₂レーザ、半導体レーザを局発光源にしたヘテロダイン分光計と、広帯域光音響スペクトルアナライザ、および、東北大学の開発してきた半導体レーザを用いたヘテロダイン分光計を使用して観測を行う。

2. 惑星大気の観測計画

観測は、CRLにある口径1.5mの反射望遠鏡のクーデ焦点を用いて行う。光学系システムのブロック図をFig. 1に示す。ヘテロダイン分光では検出視野は集光系回折限界よりも大きくすることはできないので、これは集光のためではなく空間分解能を上げるためである。惑星の視直径は、金星、火星で、それぞれ、最大25秒、18秒になる。分光計の視野は全角3.4秒になるので、惑星表面を空間分解して観測することが可能になり、東西及び両極域の大気状態と風系の観測が期待される。

惑星を観測する場合は、信号源が惑星表面輻射か大気輻射となり、その温度は火星で250K、金星と木星で300K程度しかないので、S/N比を得るには長時間積分によらなければならない。分解能10e7 (3MHz) で観測する場合の積分時間とS/N比の関係を求めたものをFig. 2に示す。300Kの信号源でS/N=300を得るには、17分必要である。これには地球大気の吸収散乱による損失は含まれていないので、実際には、この倍以上必要である。

スペクトルを得るのに通常の方法ではさらに分解チャンネル数をかけた時間が必要になり、観測は不可能になる。そこで並列動作型の光音響(AO)スぺアナを用いる。大気観測で試作したものをさらに高速・安定化した。装置のブロック図と写真をFig. 3-4に示す。これにより使用できる光チョップは、2Hzから300Hzへ上昇し、システムの安定化が容易になる。帯域は10MHzから1GHzで、有効チャンネル数は240chである。周波数特性と500MHzのcw信号に対する周波数分解特性をFig. 5-6に示す。スペクトルの欠落を起こさないように隣接チャンネルとは-3dBで接続されていることが示されている。電波天文観測で通常使用されているAOスぺアナは、実験室一室を占める大きさであるが、標準ラックケース1個に小型化され、ポータブルタイプとなったことが特徴である。

3. まとめ

惑星観測に必要なシステム特性を求め、装置の準備を行った。観測システムの中心部であるAOスぺアナが完成したので、今後、局発レーザと光学系の調整を行って観測を始める予定である。

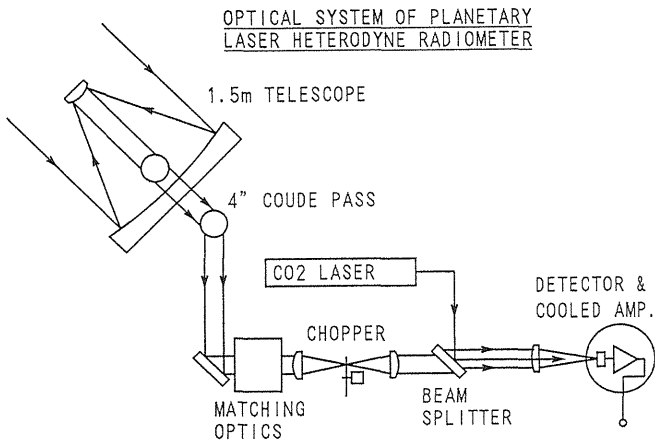


Fig.1 The optical system of the laser heterodyne radiometer at the coude focus of 1.5m telescope.

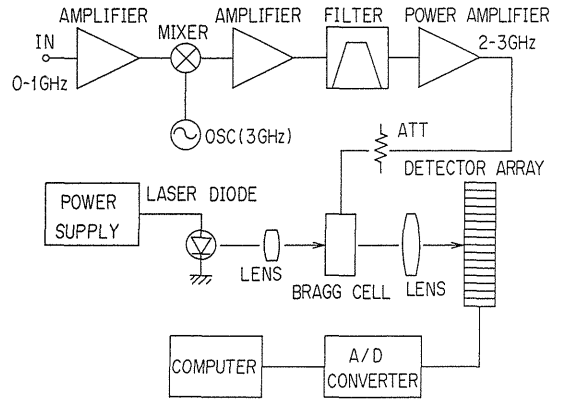


Fig.3 Block diagram of the acousto-optic spectrum analyzer.

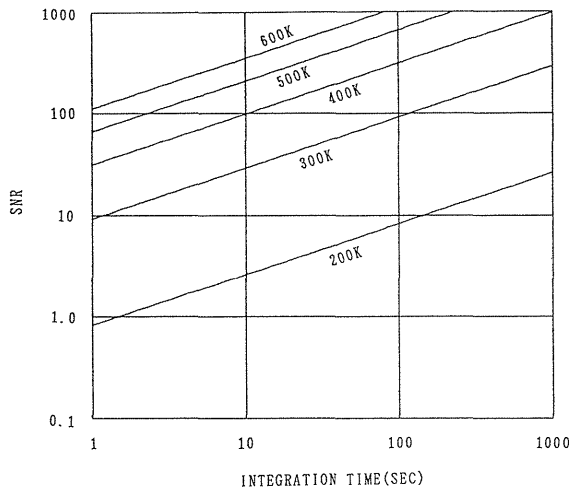


Fig.2 Expected S/N ratio with integration time for several source temperatures of 200K-600K.

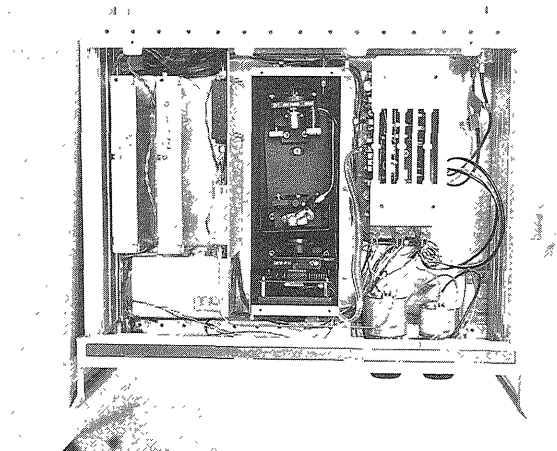


Fig.4 Inside of the spectrum analyzer.

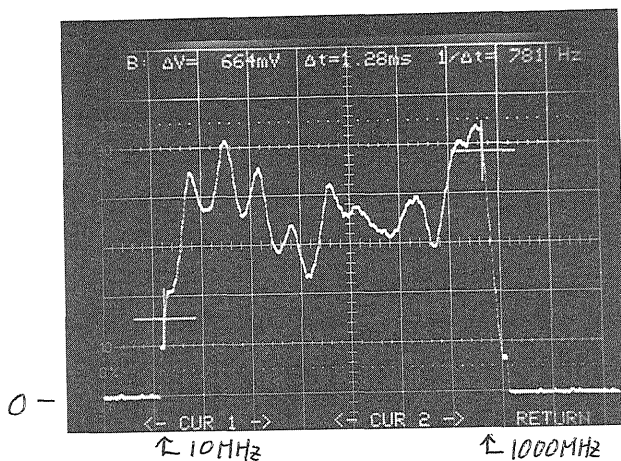


Fig.5 Full-frequency response of the spectrum analyzer, 10-1000MHz/240ch.

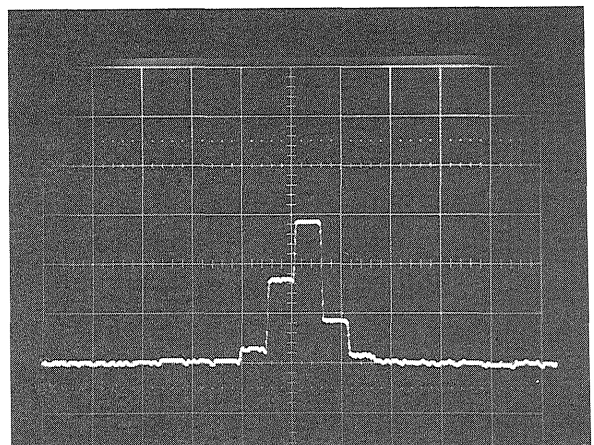


Fig.6 Spectral response of the spectrum analyzer for 500MHz signal input.