

水谷 耕平

Kohei Mizutani

郵政省通信総合研究所

Communications Research Laboratory

Abstract

Observations at medium wavelength infrared (MWIR) between 3 and 30micron is useful for investigation of many astronomical objects. The obsrvational wavelength and sensitivity are limited by atmospheric absorption and emission. Recent development of space observatories and high-resolution spectrometer have shown possibility of much progress in sensitivity. High performance detectors for MWIR is essential for the future work.

1. 大気吸収と背景輻射

中赤外波長域 (3 - 30 μm) における天体観測は、地球大気吸収の少ない限られた波長で大気と望遠鏡からの背景輻射の影響を受けながら行われてきた。Fig. 1 に示したように、大気吸収の窓に対して標準観測バンド名 (J, H, ..., Q) がつけられ、地上からの観測はこれらのバンドに限られる。大気吸収に主に効いているのは H_2O 、 CO_2 、 CH_4 、 O_3 などで、温度と湿度が低いほど吸収は小さい。日本は気候が温暖で湿度が高く大気吸収が強であろうと考えられてきた。通総研 1.5 m、宇宙研 1.3 m 望遠鏡での中赤外線観測を考えるに当たって実際の日本の大気の透過率を知る必要がある。Fig. 2 は昨年5月に宇宙研 1.3 m で測定した L-バンドの透過率である。測定は予備的なもので観測点 (airmass) が少ないなどの問題点はあるが、大気吸収の強い $3\mu\text{m}$ あたりでも 50% 位の透過率がありそうである。さらに長波長側の M, N-バンドでの透過率測定をやりたいと考えている。

地上観測の S/N を決めているのは大気と望遠鏡・観測器からの背景輻射の揺らぎであるが、揺らぎは観測器の効率が高いほど小さい。さらに、高分解能の分光観測をすると背景輻射が減るため検出器自体の検出能力が問題になってくる。大気の影響を避けるためにスペースからの観測を行おうとすると背景輻射はさらに減り、検出器は黄道光の揺らぎで決まる検出限界の能力を持たねばならない。

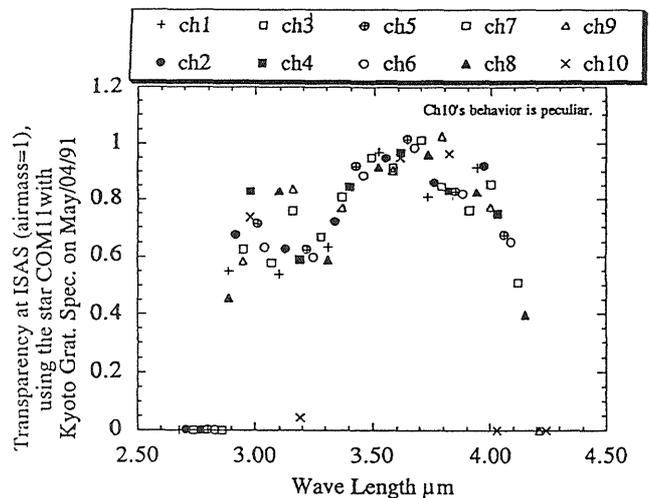
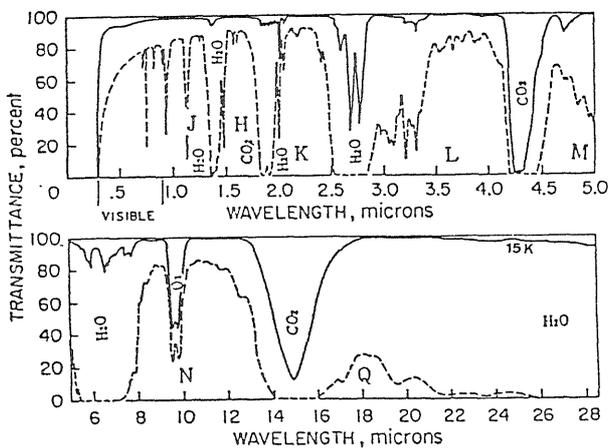


Fig.1 Variation of Transmittance with Altitude. Fig.2 Transmittance at ISAS

2. 天体のスペクトル

中赤外領域で検出されるスペクトルは塵のバンドスペクトル、分子の振動・回転線、原子・イオンの再結合線・禁制線等である。塵のバンドスペクトルや分子のラインは天体の配置によって放射として見えたり吸収として見えたりする。Fig. 3は系外銀河M82の赤外スペクトルで3.3, 6.2, 7.7, 11.3 μm にC-H, あるいはC=O bondに由来する塵の輻射が見えている。10 μm 付近にはシリケートによる吸収が見える。最近ではアレイ検出器を採用した分光器を使ってより高分解能でS/Nのよいスペクトルが取れるようになった(Fig. 4)。特に高感度のInSb 2次元アレイ検出器の出現いらい、5 μm 以下の波長域では観測の効率が飛躍的に増大した。

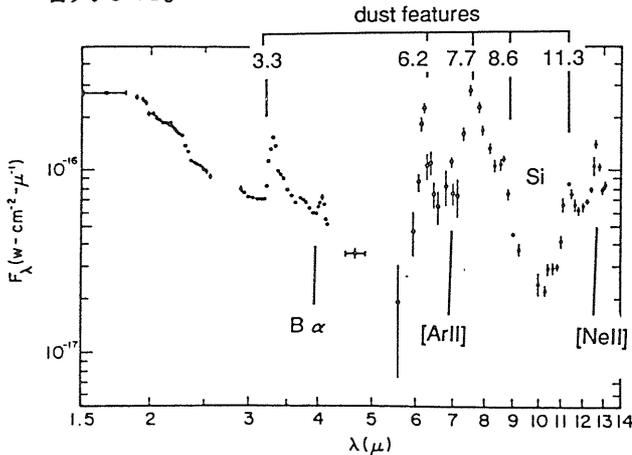


Fig.3 The 2-13micron spectrum of M82

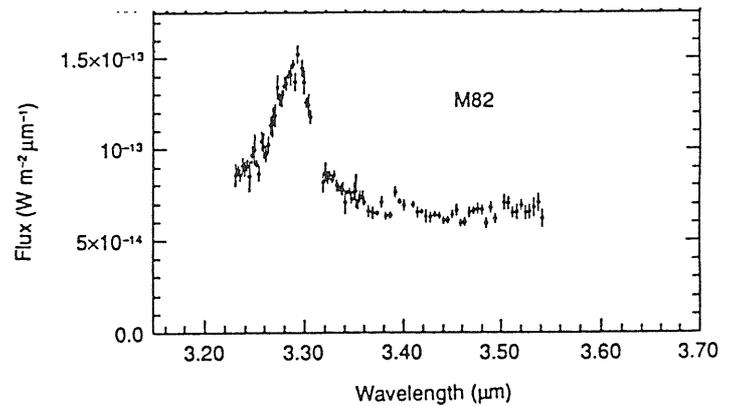


Fig.4 The 3.3micron feature of M82

3. 中赤外検出器の開発

高感度の中赤外検出器はおもに米国や欧州において、スペース用に開発されてきた。検出器の種類としては、Si : X (X = Ga, Sb, P, ...), HgCdTe, InSb (< 5 μm), Bolometer等がある。近年、これらの検出器の2次元化が急速に進みつつある。日本でも宇宙研を中心として私も参加してSi : P検出器($\lambda_0 = 28 \mu\text{m}$)の開発を行いつつある。今の所、単素子の検出器であるがNEP $\sim 10^{-16} \text{ W Hz}^{-1/2}$ を達成している。ただ、この時使った基板はPのドーピング量($\sim 10^{17} \text{ cm}^{-3}$)が多すぎるのが問題であった。最近、CF基板でPのドーピングレベル($\sim 10^{16} \text{ cm}^{-3}$)が適当なものが手にはいったので、これをデバイス化してNEP $< 10^{-17} \text{ W Hz}^{-1/2}$ の検出器を作りたいと考えている。それと同時に、BIB (blocked impurity band) 検出器の開発も考えている。BIBの構造はFig. 5に示す。将来的にはBIBの2次元検出器の開発を目標にしている。

一方、2、3の企業ではHgCdTeの2次元検出器を既に開発しつつある。HgCdTeはHgとCdの混合比を適当に取ることにより感度のある波長を選ぶことができる。さらには、最近、超格子構造を持った2次元検出器まで試作されるようになってきた。まだ、これらの素子がどの程度の検出能力を発揮するようになるか未知ではあるが、これからの発展に注目したい。

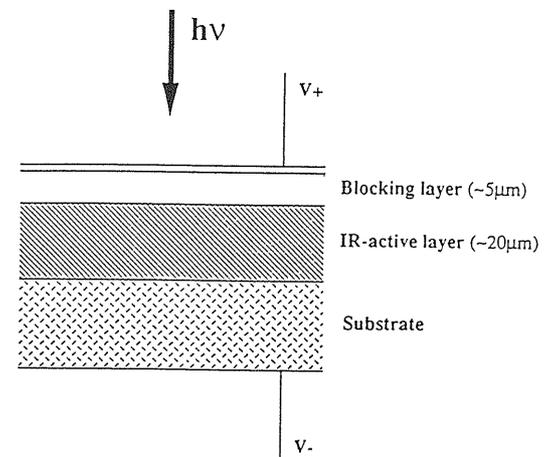


Fig.5 Structure of BIB