

炭素星の ISO/SWS スペクトル

青木 和光 (国立天文台)

ISO/SWS によって多くの炭素星のスペクトルがとられた。これまでに確認された分子バンドについて、炭素星のタイプごとに概観し、今後の課題について考える。

1. Irregular/Semiregular variables

比較的温度が高く、変光も小さい炭素星の場合、ダスト放射も弱く、分子バンドも強くはない。図 1 には、 $10\mu\text{m}$ までの N 型星と SC 型星の SWS スペクトルを示した。この波長域には、CH、CO、CS や HCN といった分子バンドが確認された (Aoki et al. 1998)。この波長域の分子バンドについては、標準的なモデル大気でその特徴はよく説明される。例えば、HCN 分子の吸収は、N 型星よりも SC 型星において強いが、これは二つの型のあいだで C/O 比が異なる (SC 型のほうが小さく、1 に近い) という違いによって説明できる。また、SC 型星 WZ Cas で SiS 分子が検出されたが、これも C/O 比を SC 型の値にして化学平衡を解くとよく説明できる。

一方、 $10\mu\text{m}$ よりも長い波長域の分子バンドについては、モデル大気ではあまりよく (ほとんど) 説明できない。図 2、3 には、 $14\mu\text{m}$ 付近の HCN 分子と C_2H_2 分子のバンドの例を示した (Aoki et al. 1999)。 C_2H_2 は吸収として現れているが、モデル大気から予測されるのに比べてかなり吸収が弱い。一方、HCN 分子はほとんど吸収を示さず、逆に放射が現れている。これらは大気外層の分子からの寄与によるとみられる。

なお、 $10\mu\text{m}$ 以下の波長域でも、星によってはモデル大気でそのスペクトルを説明できていない星も存在する (J 型星 T Lyr など)。

2. Semiregular/Mira variables

酸素過多の星については、変更周期を追ってスペクトルの時間変動を研究するための観測が多く試みられているが、炭素星についてはその手の研究はいまのところ多くない。図 4 には、SWS スペクトルとモデルの比較の例として、R Scl の研究を示す (Hron et al. 1998)。

3. Infrared carbon stars

大気外層のダスト放射が中心になっている天体の観測も行われた。図 5 には、IRC+10216 の $14\mu\text{m}$ バンドを示した (Cernicharo et al. 1999)。この天体でも、 C_2H_2 は吸収として、HCN は放射として現れているのは興味深い。

さらに、このバンドの強度や形が、赤外放射の系列で変化する様子も確認された (図 6、Aoki et al. 1999)。

References:

- Aoki W., Tsuji T., Ohnaka K., 1998, A&A 340, 222
- Aoki W., Tsuji T., Ohnaka K., 1998, A&A 350, 945
- Cernicharo J., Yamamura I., Ginzález-Alfonso et al., 1999, ApJ 526, L41
- Hron J., Loidl R., Höfner S. et al., 1998, A&A 335, L69

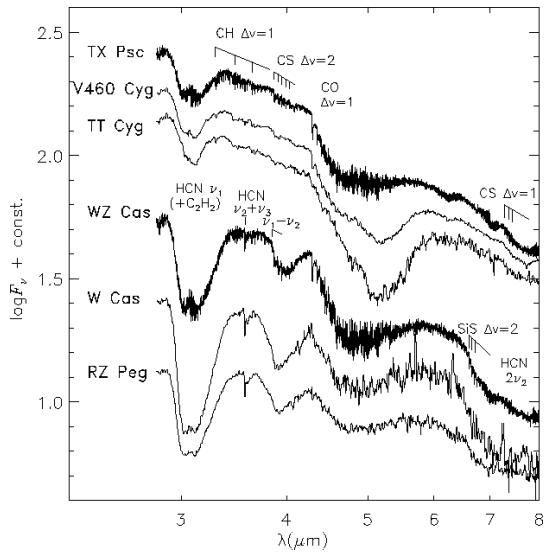


Fig. 1. The observed spectra of six carbon stars. The upper three are the spectra of N-type stars and the lower three are those of SC-type stars

図 1: N 型星、SC 型星のSWS スペクトル (Aoki et al. 1998)

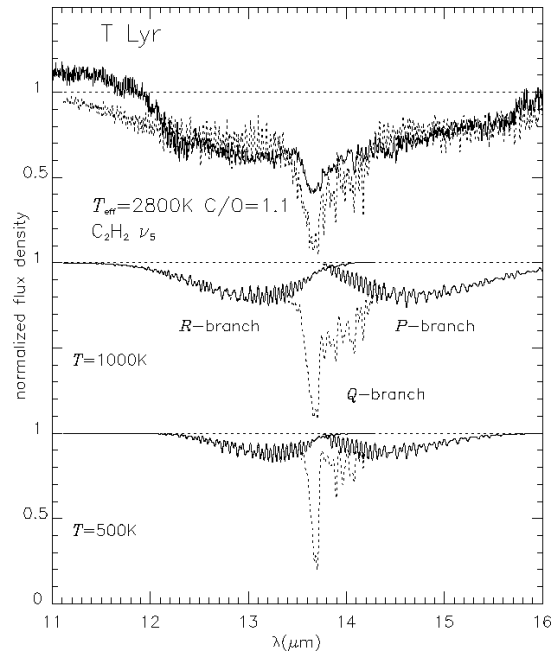


Fig. 6. The normalized spectrum of T Lyr (solid line) and a synthetic spectrum of the $C_2H_2 \nu_5$ bands based on the model photospheres with $T_{\text{eff}}=2800$ K and $C/O=1.1$ (dotted line). The middle and bottom are the absorption spectra of the C_2H_2 bands predicted for $T=1000$ K and 500 K, respectively. The P and R branches in the predicted spectra are shown by the solid lines, whereas the spectrum including Q branches is shown by the dotted line

図 3: T Lyr の $14\mu\text{m}$ C_2H_2 バンド (Aoki et al. 1999)

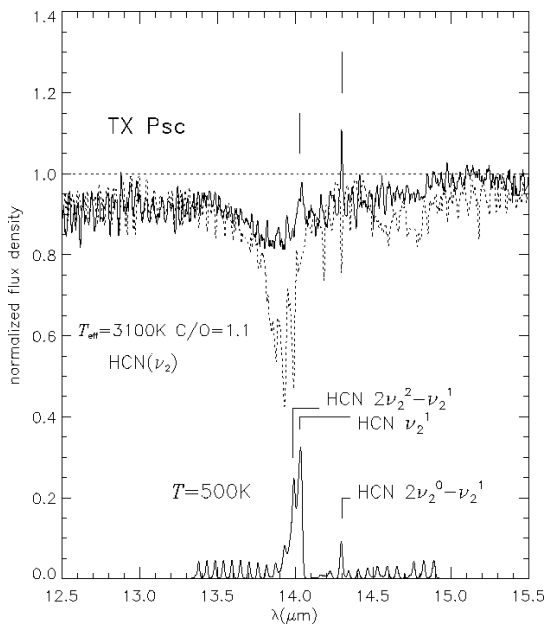


Fig. 4. The normalized spectrum of TX Psc (solid line) and a synthetic spectrum of the $HCN \nu_2$ bands based on the model photospheres with $T_{\text{eff}}=3100$ K and $C/O=1.1$ (dotted line). The bottom is the emission spectrum of the HCN bands predicted for $T=500$ K. The emission of the $HCN 2\nu_2^2$ and ν_2^1 bands is identified

図 2: TX Psc の $14\mu\text{m}$ HCN バンド (Aoki et al. 1999)

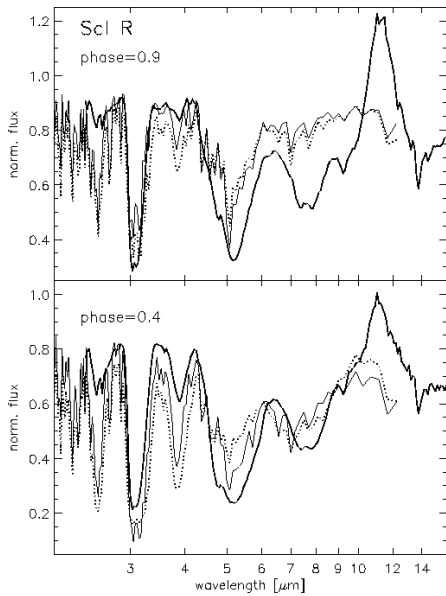


Fig. 3. Comparison of normalized, observed ISO spectra (thick full lines) and model spectra based on hydrostatic atmospheres (dotted lines) and on a dynamical model (thin full lines). The upper panel gives the ISO spectra near phase 0.9, the synthetic spectrum for a similar phase of the dynamical model and a hydrostatic model with $T_{\text{eff}}=2930$ K. The lower panel shows phase 0.4 for the SWS data, the dynamical model, and a hydrostatic model with $T_{\text{eff}}=2650$ K, respectively.

図 4: R Scl のスペクトルの変動 (Hron et al. 1998)

Fig. 3 CITED IN TEXT | HI-RES IMAGE (304kb) | ◆◆

Observed spectrum around $15\mu\text{m}$. The spectral resolution is ~ 200 km s^{-1} . The position of the bands are indicated. Vertical lines indicate the positions of the individual R and P lines of the fundamental bending mode of C_2H_2 . Note that the HCN bands are in emission as indicated by the shape of the P -branch of C_2H_2 relative to the R one and by the strong Q -branch of the $2v_2$ $l=0-v_2$ $l=1$ transition.

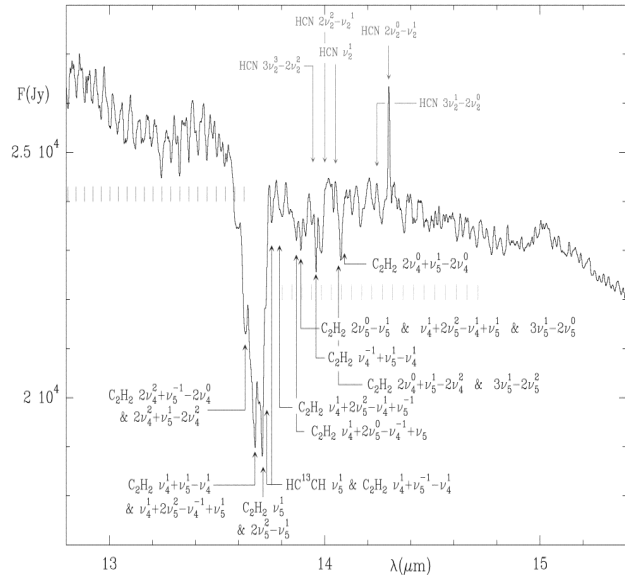


図 5: IRC+10216 の $14\mu\text{m}$ HCN/ C_2H_2 バンド (Cernicharo et al. 1999)

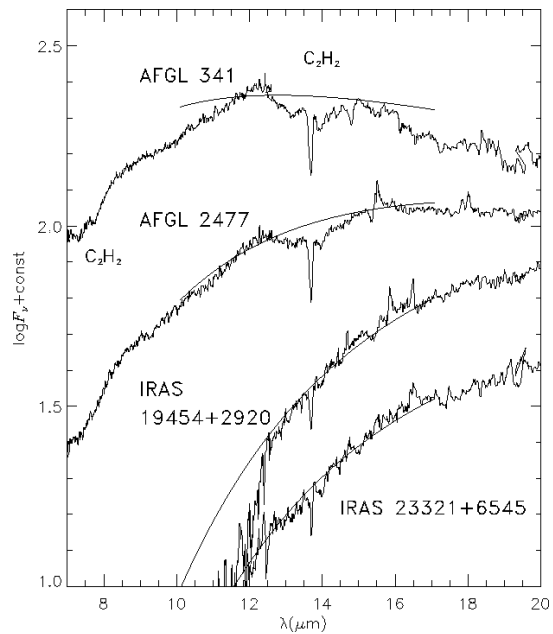


Fig. 3. The spectra of infrared stars and the fit with the Planck functions. The temperatures of the Planck functions are 400 K, 270 K and 170 K for AFGL341, AFGL2477 and the other two stars, respectively. The absorption of C_2H_2 at $13.7\mu\text{m}$ is identified in every spectrum

図 6: Infrared carbon stars の $14\mu\text{m}$ C_2H_2 バンド (Aoki et al. 1999)