

研究課題名 C O Non-LTE輻射輸送計算を用いたA G N分子トーラスの

観測結果と理論モデルの比較

松本光生 (東京大学)

利用カテゴリ XC-Trial

活動銀河核 (Active Galactic Nuclei, AGN) は物質がブラックホールに降着し輝く天体で、その周囲には分子トーラスと呼ばれる幾何学的にも光学的にも厚い構造が存在すると考えられている。シリケートダストの吸収線観測では、期待されるよりも吸収が浅く、分子トーラス内部がクランピーな構造をしているのではないかと考えられている。しかし、未だに分子トーラスの内部構造の厚みの形成過程やクランピーな構造形成については明らかになっていない。

我々のグループではダスト昇華層 (サイズ ~ 0.1 pc) から赤外線を背景光としたC O振動回転遷移吸収線 ($v=0-1$ 、 $J=\pm 1$ 、 $\lambda=4.7$ μ m) の高分散分光観測を行う事で分子トーラス内部の構造に迫っている。C O振動回転遷移吸収線は同時に複数の吸収線が観測可能で、吸収ガスの準位分布の決定ができ、分子トーラスの物理状態に迫ることができる。IRAS 08572+3915 (以下、IRAS08) の高分散分光観測では、トーラス内部のガスで非対称な2種類の速度成分 (Outflow: -160 km/s, Inflow: 100 km/s) が存在し、Outflow成分はボルツマン分布に従い比較的高温の成分 (325 K) である事が分かった。これらの速度成分はトーラス内部の微視的な加速機構・加熱機構を捉えていると期待される。そのため、現在電波観測と整合的な分子トーラス形成モデルであるCircinus model [2] と比較する事でトーラス内部の微視的な加速機構・加熱機構の検証を行う。

コードの拡張

私は、理論モデルと観測結果の比較を行うために、流体計算のポストプロセスとして用いる3次元Non-LTE輻射輸送計算コード [3] の拡張を行った。これまでのC O分子に関する輻射輸送計算では回転遷移 ($\Delta J=1$) のみであったが、振動回転遷移も考慮できるようにし、準位分布 ($v=0,1$ 、 $J=0-40$) の決定をより現実的に行えるように拡張した。現段階で本計算コードでは、ダストによる再放射、吸収、散乱の計算は組み込まれていない。そのため、ダスト昇華層を再現するように、流体計算から得られたAGN構造の中心に1500 Kの黒体 (1 pc) を仮定し、それを初期条件として輻射輸送計算を行った。

黒体 1 pcを仮定した時の、中心から1.5 pcの距離でのガスの準位分布を図1に示す。図1は回転遷移のみを考慮していた計算と振動回転遷移も加えた計算との準位分布の比較である。前者の準位分布は基本的に回転遷移の輝度温度で決まっているのに対し、後者の準位分布は、低いJでは回転遷移の輝度温度で、高いJでは振動回転遷移の輝度温度で決まる事がわかった。そのため、1500 Kの黒体近くでは、強い放射が振動回転遷移の光励起を引き起こし、 $v=0$ の準位分布の決

定に寄与していることを示している。

理論モデルと観測結果の比較

黒体1 pcを仮定した計算で、ビームサイズ30 pc、観測角度65度で観測した時の観測スペクトルを図2に示す。左右非対称な速度成分として吸収線が観測されているのが分かる。これは、分子トラス内側のOutflowとInflowに起源を持ち、観測で見られるような非対称な2種類の速度成分はCircinus modelでも解釈できる事がわかった。この事から、分子トラス内部の微視的な加速機構は降着円盤からの輻射によるものと示唆される。しかし、Outflow成分の準位分布については図1の実線であるが、観測で見られるようなボルツマン分布を示さなかった。

図1:回転遷移の計算と振動回転遷移を考慮した計算の準位分布の比較

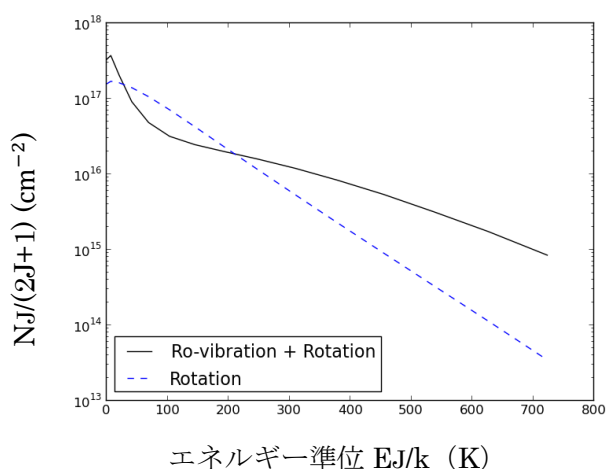
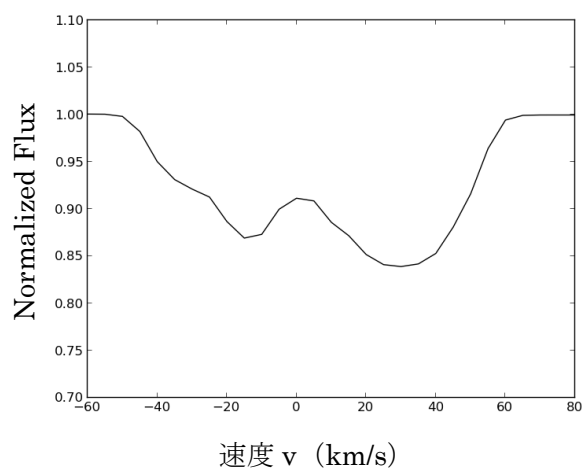


図2:R(0)遷移 ($v=1-0$, $J=1-0$) の速度スペクトラム

$v = -10$ km/sにOutflow成分、 $v = 30$ km/sにInflow成分の吸収線が存在



- [1] Shirahata, M., Nakagawa, T., Usuda, T., Goto, M., Suto, H., Geballe, T.R., 2013, PASJ, 65, 5
- [2] Wada, K., Schartmann, M., & Meijerink, R. 2016, ApJL, 828, L19
- [3] Hogerheijde, M. R., & van der Tak, F. F. S. 2000, A&A, 362, 697