

VERAを用いたSiOメーザー観測で探る ミラ型変光星IK Tauの星周の様子

松本尚子, 清水理絵, 今井裕, 面高俊宏 (鹿児島大学), 倉山智春, 柴田克典 (国立天文台)
他VERAプロジェクトチーム

Abstract

ミラ型変光星 IK Tauに付随するSiOメーザー($J=1-0, v=1$ と $v=2$)をVERAを用いて約1年半かけて9回観測した。得られた空間分布は北東-南西方向または北西-南東方向に広がった楕円構造を持ち、脈動とともに分布が大きく変わる様子が見られた。また、速度構造は複雑で、回転のような傾向ははっきりとは見られず、過去のSiOメーザー($J=1-0, v=1$)の観測より示唆された回転シェルを示すような速度構造は偶然そう見えたのだと思われる。さらに、今回の観測では局所的な構造として、放射状にのびるメーザー成分がいくつか見られ、それらすべての速度勾配の傾向が共通していた。それらはグローバルな速度構造を反映している可能性が示唆される。また、SiOメーザーの励起機構は純粋な放射による励起では説明できないことがわかった。

Observations & Data Reduction

使用アンテナ: VERA4局, NICT34m(1観測目のみ)
観測期間: 2003年11月~2005年4月 9回観測
観測輝線: SiOメーザー($J=1-0, v=1$ と $v=2$ 同時観測)
解析: AIPSとdifmapによる一般的なイメージング解析
(1ビームのみの解析)

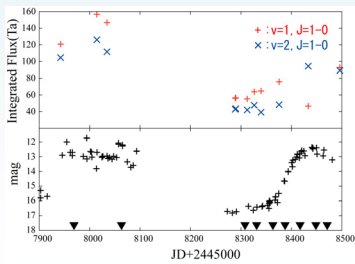


Fig1: IK TauのSiOメーザーの強度変化と可視光の変光曲線。

[上] VERA入来局の単一鏡観測で見られたSiOメーザーの強度変化。
[下] AAVSOのデータアーカイブより得られた可視光(V-band)の変光曲線。
[▼] VERA観測の時期

Result1: SiOメーザーの空間分布の変化

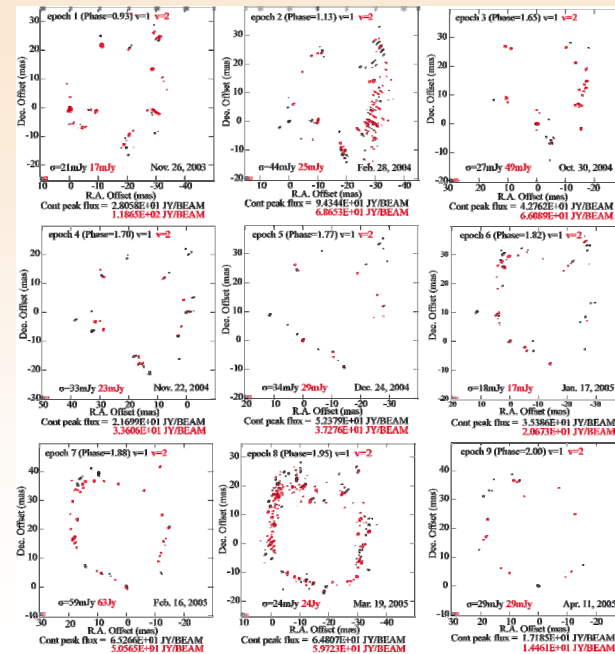


Fig2: IK Tauに付随するSiOメーザーの空間分布(等高線図)。黒色がSiO($J=1-0, v=1$)赤色がSiO($J=1-0, v=2$) $\phi=0, 1 \cdot$ 可視光の極大時期

可視光変光曲線の極大付近: 比較的是っきりとしたリング状構造

4,5,6,7,8エポック目: リングから北西側へ飛び出たメーザーフィーチャーが存在。

5,8エポック目: 四角形に近い分布が見られた。

非対称性の強い質量放出の様子が見えていることが示唆される。

Result2: 全体の速度構造

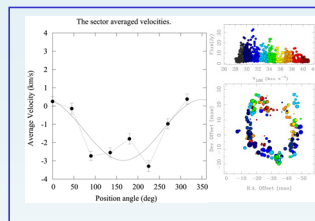


Fig 3,4:

VERAで得られたメーザースポットをすべて用いて、リング状に分布するメーザースポットをP.A.ごとにその速度を平均したもの(左)

全てのスポットを色分けして大雑把に重ね合わせたもの(右)

Result3: 放射状にのびる成分

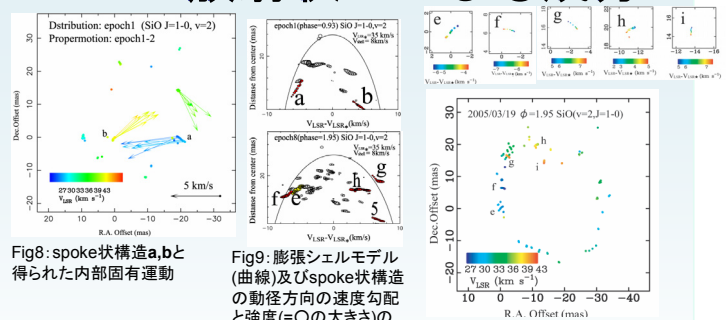


Fig8: spoke状構造a,bと得られた内部固有運動

Fig9: 膨張シェルモデル(曲線)及びspoke状構造の動径方向の速度勾配と強度($\propto O$ の大きさ)の比較

Fig10: spoke状構造e, f, g, h, i

いくつか見られる放射状に伸びる成分はすべて速度勾配の傾向が共通して、星の中心から外側へ行くほど星の速度に近づいている。また、その速度勾配は膨張シェルのモデルよりも大きい。

Cf. 膨張する薄いシェルのモデル式

$$\left(\frac{v}{v_{\text{shell}}}\right)^2 = 1 - \frac{r}{R}$$

* 星表面から放射されたメーザースポットのシェルの中心からの距離
* 膨張シェルの半径
* 星の表面からの速度
* v_{shell} : シェルの速度
* v : シェルの放射速度

シェルの回転や膨張が示唆されていた過去のSiO/H₂O/OHメーザーの観測結果との比較

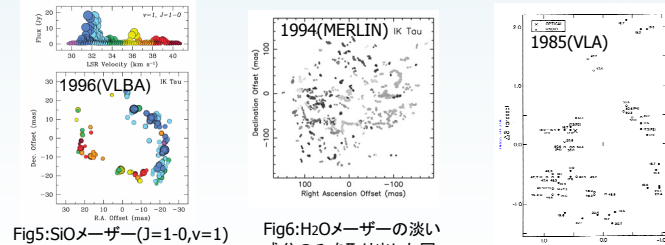


Fig5: SiOメーザー($J=1-0, v=1$)の1回のみ観測結果(D.A. Boboltz+2005)
blue-shift成分(北西)
red-shift成分(南東)

Fig6: H₂Oメーザーの淡い成分のみを取り出した図(Bains+2003)
淡: blue-shift成分(西)
濃: red-shift成分(東)

Fig7: OHメーザーの図(Bowers+1989)
黒丸: blue-shift成分(南西)
白丸: red-shift成分(北東)

今回と過去の結果はきれいに一致せず、SiOメーザーシェルが回転しているとは言い難い。

Result4: メーザーの励起機構

SiOメーザー $J=1-0$ の $v=1$ と $v=2$ は分布(位置)がFig11のエラーバー内でよく一致しており、ほとんどのメーザースポットが1mas以内で一致していた(Fig12,13)。

⇒放射だけでなく、衝撃もしくはline-overlappingによる複雑な励起機構の可能性が示唆される。

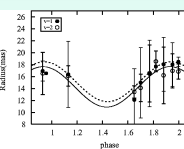


Fig11: シェル状に分布するSiOメーザーに対してフィットした楕円リングモデルの長半径の変化

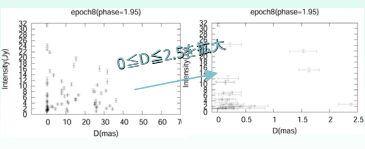


Fig12,13: $v=1$ と $v=2$ の個々のメーザーフィーチャーのうち、速度が同じペアの間の間隔と、 $v=1$ の強度をプロットした図の一例