

ミラ型変光星R UMaのアストロメトリ観測

鹿児島大学大学院 理工学研究科 松井 真

荒尾 考洋、丹生 大輔、嘉村 浩二、中川 亜紀治、祖父江 義明、面高 俊宏(鹿児島大学)、VERAプロジェクトチーム

Abstract

ミラ型変光星R UMaに付随する水メーザーをVERAを用いて2年程度観測し、年周視差 $1.82 \pm 0.28 \text{ mas}$ 、距離にして $552^{+101}_{-74} \text{ pc}$ と求めることが出来た。また、鹿児島1m光赤外線望遠鏡のJ,H,Kバンドでモニター観測を行い、半径と表面温度の変化についても調べ、半径が最小で温度が最大になるという逆相関の関係ではなく、半径最小から温度最大になるまでに周期の29%程度の遅れがあることがわかった。

1.Introduction

大マゼラン星雲(LMC)ではミラ型変光星の周期光度(P-L)関係は、星までの距離を全てLMCの距離と等しいとみなせるので距離の不定性がなく詳細にわかっている。しかし、銀河系内でのP-L関係は個々の星までの距離を無視できないので距離を正確に測定する必要がある。太陽近傍のミラ型変光星までの平均的な距離は1kpcに対し、現在のところ最も多くの星の距離を測定しているヒッパルコスでは100pcまでの距離しか10%の精度で求めることができなかった。太陽近傍のミラ型変光星の距離を測定するには不十分であった。しかし、VERAは現在のところ5kpc程度までは10%の精度で距離を測定できるので太陽近傍のミラ型変光星までの距離を測定するには十分な精度を持っている。

また、AGB星の脈動メカニズムは未だに解明されていない問題である。そこで、VERAで得られた距離と近赤外線観測から半径、温度、光度とそれらの変化量を求め、脈動理論に対して観測的制限をもうけることができる。

2.Observation & Data Analysis

- ・観測は2006年4月11日から2008年7月6日までの24回観測。
- ・今回の結果は2007年4月4日までの13回の観測結果を使用。
- ・観測周波数:K-band (22.2235GHz)、速度分解能:0.21km/s、合成ビームサイズ:1.2mas x 1.0mas
- ・記録:16MHz帯域、磁気テープ:DIR2K_1024Mbps
- ・スポットの同定は視線速度差が0.21km/s以下のものを同一のメーザースポットとした。
- ・解析にはaipsを用いて、位相補償解析を行った。

ミラ型変光星R UMaについて

変光周期 301日(GCVS)

平均実視等級 1.37等 K-band(SAAO)

今までに求められた距離

・ $422^{+341}_{-130} \text{ pc}$ ヒッパルコス衛星

(Van Leeuwen et al. 2007)

3.Results

位置参照電波源に対するメーザースポットの位置を年周視差の式でフィットして年周視差と固有運動を求めた。

次に半径、表面温度、光度とそれらの変化量を導出した。方法はJ,H,Kバンドの等級から黒体輻射近似により温度を求め、距離と実視等級から光度を求め、ステファン・ボルツマンの法則から半径を求めた。さらに、鹿児島1m光赤外線望遠鏡でモニター観測を行っているため、これらの変化量を求めることができる。変化量を求める際にはsin関数でフィットして振幅、平均値、位相を求めた。

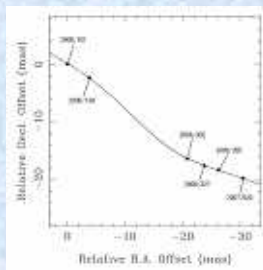


図1: R UMaの天球面上における運動

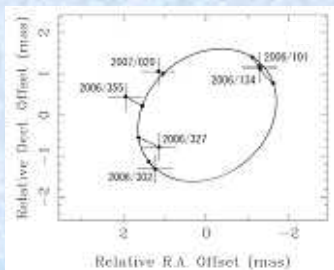


図2: R UMaの視差楕円

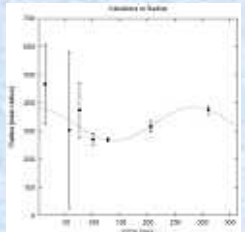


図3: R UMaの半径の変化

$R = 59 \pm 5 R_{\odot}$
 $R_0 = 326 \pm 5 R_{\odot}$
 $= 1.7 \pm 0.1 \text{ rad}$

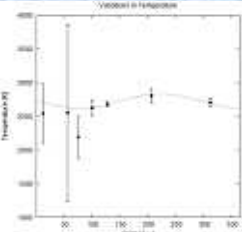


図4: R UMaの温度の変化

$T = 108 \pm 54 \text{ K}$
 $T_0 = 2727 \pm 30 \text{ K}$
 $= 3.0 \pm 0.3 \text{ rad}$

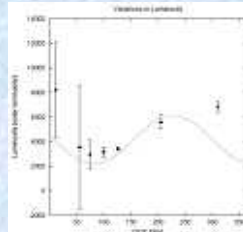


図5: R UMaの光度の変化

$L = 1952 \pm 1111 L_{\odot}$
 $L_0 = 4152 \pm 937 L_{\odot}$
 $= 2.9 \pm 0.6 \text{ rad}$

年周視差: $1.82 \pm 0.28 \text{ mas}$

赤経方向の固有運動: $-42.33 \pm 0.86 \text{ mas/yr}$

赤緯方向の固有運動: $-25.35 \pm 0.51 \text{ mas/yr}$

4.Discussion

得られた半径、温度、光度を重ね合わせてみると、半径最小で温度最大という逆相関の関係ではなく、位相のズレがあることがわかった。R UMaの場合は半径最小から温度最大になるまでに周期301日の29%程度 ($86 \pm 19 \text{ 日}$)の遅れがあることがわかった。

半径が大きいくほど熱が表面に伝わるまでに時間がかかるので位相のズレが生じているのではないかと考え、他の天体でも同じような現象が起きているのかを調べるためにVERAで年周視差計測が行われている(行われた)SY Scl(Mira)、T Lep(Mira)、S Crt(SRb)を同様の方法で調べてみた。

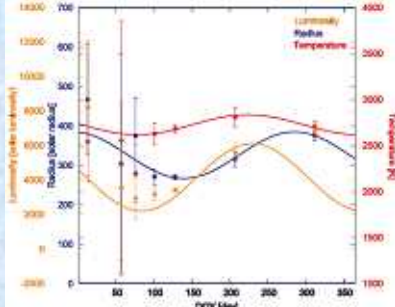


図6: R UMaの半径・温度・光度の変化

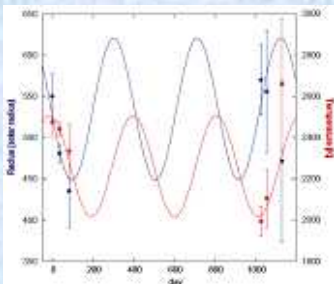


図7: SY Sclの半径・温度の変化

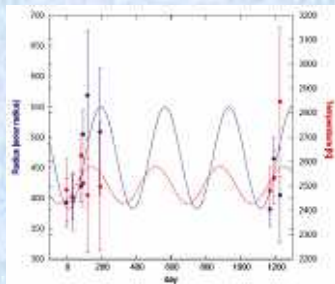


図8: T Lepの半径・温度の変化

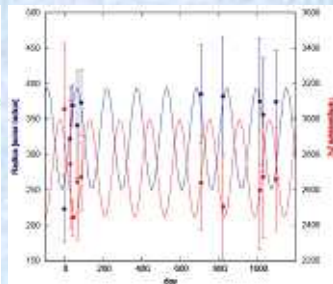


図9: S Crtの半径・温度の変化

半径 $534 R_{\odot}$ のSY Sclは半径最小から温度最大になるまでに周期411日の73%の遅れがあり、半径 $466 R_{\odot}$ のT Lepは周期368日の86%の遅れがあり、半径 $322 R_{\odot}$ のSRbのS Crtは周期155日の67%の遅れがあることがわかった。これらの結果から相関係数を求めると0.65という結果になった。先ほどの仮説をはっきりとしめすまでの強い相関にはいたらないが中程度の正の相関がみられる。

5.Future Works

今後は天体数を増やし、先ほどの仮説が本当に正しいかどうかを調べていく。また、ミラやSRで物理量の変化の違いがあるかどうかについても調べていく予定である。さらに、観測結果をもとに脈動モデルを立てAGB星の脈動メカニズムの解明を目指す。