

VERAによるミラ型変光星 R Aqr 星周の一酸化ケイ素メーザーの観測

蒲原 龍一(国立天文台)、他VERAプロジェクトチーム

この観測の目的

ミラ型変光星のように激しい質量放出が起きている星の周囲には明るい一酸化ケイ素メーザーが存在していることが知られており、40 GHz帯では $v=1$ $J=1-0$ と $v=2$ $J=1-0$ の2つのスペクトルが頻繁に観測されている。星周の一酸化ケイ素メーザーの分布を調査することは、脈動と星周ガスの運動の関係を解明する為の有用な観測手法であり、さらに、この2つのメーザーの分布を比較することにより星周の状態を調査できる可能性も秘めている。しかし、その励起のメカニズムについては未だに解明されていない部分もあり、一酸化ケイ素メーザーを星周ダストの密度や温度を調査するためのプローブとして利用するためにはこの問題を解決する必要がある。その為には2つのメーザーの相対的な位置関係を知る必要があるが、一般的なVLBI観測では解析の途中で絶対位置の情報を見失ってしまったためにこれまでその位置関係を明らかにすることができなかった。

この問題を解決する為に我々は系外天体を基準に対象天体の位置を測定する相対VLBI観測を行っている。本ポスターではこれらの観測結果を紹介するとともにその精度について検証する。

1. 観測

- ◆ 観測日 2005年12月24日
- ◆ 天体
 - ◆ R Aqr (一酸化ケイ素メーザー $v=1,2$ $J=1-0$)
(23h43m49.4616s -15d17'04.202" (J2000))
 - ◆ J2348-1631 (参照電波源: R Aqr との離角 1.6°)
(23h48m02.6085s -16d31'12.022" (J2000))
- ◆ 観測時間 ~7時間
- ◆ $\langle T_{\text{sys}} \rangle \sim 360$ K



図1 VERAのアンテナ配置

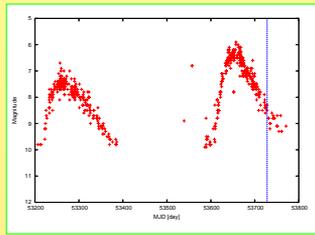


図2 R Aqr の光度曲線 (AAVSO 提供)
VERAによる観測日を青色の線で示す

2.2. Phase-reference Map

J2348-1631の解析結果を適用して、この天体に対する一酸化ケイ素メーザーの相対位置を測定した。その値を利用し、2つの一酸化ケイ素メーザーの分布を重ね合わせた。

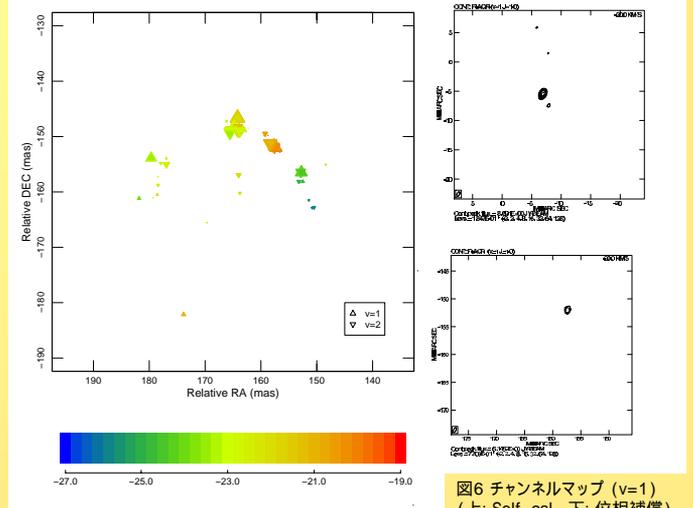


図5 参照電波源に対する相対位置

2. 観測結果

2.1. Self-Calibrated Map

AIPSを利用して従来の解析方法で $v=1$ と $v=2$ の一酸化ケイ素メーザーを独立に解析し、その分布を得た。その結果を図3に示す。

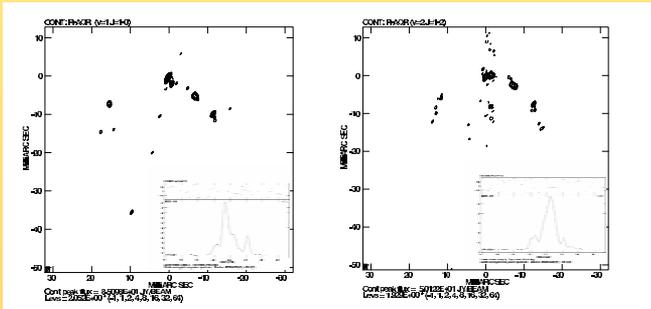


図3 R Aqr 星周の一酸化ケイ素メーザー分布と相互相関スペクトル (右: $v=1$ 左: $v=2$)

3. 考察

3.1. 位相補償後のメーザーの位置について

今回の観測では、HIPPARCOSにより求められた天体位置を利用した。R Aqrの固有運動として、HIPPARCOSで測定された値、 $(32.98 \pm 1.46, -32.61 \pm 1.13)$ [mas/yr] を採用すると、観測日における2000年分点からのずれは、RA方向とDec方向でそれぞれ、 197 ± 9 [mas]、 -195 ± 7 [mas]になる。

一酸化ケイ素メーザーの分布の中心に R Aqr の本体が存在しているとする、その値は先ほどのフィッティングの結果を利用して $(167.1 \pm 0.6, -162 \pm 2)$ [mas] になる。電波の座標系と光の座標系との間の差、もしくは、HIPPARCOSで測定された固有運動の誤差により、この差が生じていると考えられる。このことについては、今後 VERA を利用して R Aqr の固有運動を測定することで解決が期待される。

3.2. 重ね合わせの精度について

参照電波源、J2348-1631の相関処理位置はミリ秒角以下の精度で決まっており、天頂大気遅延による光路長誤差とフリッジサーチによる遅延の決定精度のみが重ね合わせに影響を与えるとする。天頂大気遅延による光路長誤差は数cm以下なので、これによる遅延誤差は0.3 nsec以下である。

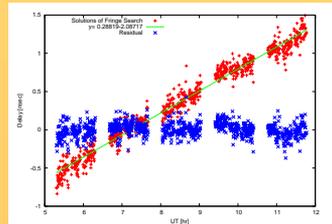


図7 参照電波源のフリッジサーチの結果 (遅延)

参照電波源のフリッジサーチの結果を図7に示す。得られた解を直線でフィッティングした残差が、図7の青色の点である。この値の標準偏差は 0.09 nsec である。この結果、今回の観測で発生した遅延誤差は最大でも 0.4 nsec である。

$v=1$ と $v=2$ の一酸化ケイ素メーザーのスペクトルは周波数が約 300 MHz 離れている。 $v=2$ の関係より、重ね合わせの精度は 0.1 秒角以下であることがわかる。

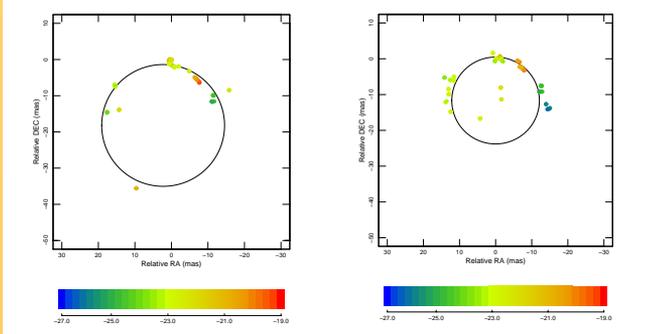


図4 一酸化ケイ素メーザーの速度分布 (右: $v=1$ 左: $v=2$)