

Extreme-OH/IR星 NSV17351の観測的研究

鹿児島大学 理工学研究科 M1 守田篤史¹ k1391832@kadai.jp
 中川亜紀治¹、倉山智春²、須藤広志³、松野雅子¹、VERA project⁴

1:鹿児島大学 2:帝京科学大学 3:岐阜大学
 4:国立天文台水沢VLBI観測所



OH/IR星はAsymptotic Giant Branch(AGB)段階にあり、惑星状星雲に至る直前の瞬間を表していると言われていた。また、Mira型変光星はOH/IR星に進化するとも考えられている。我々はこのAGBの進化過程についてVLBI観測から得られる情報と合わせて観測的に理解することを目的として、2017年からVERAによるOH/IR星の位置天文観測を開始した。本ポスターで発表するOH/IR星NSV17351はその一例である。

我々はNSV17351の水メーザーを観測し、年周視差 $\pi=0.251\pm0.014$ ミリ秒角(距離 $D=3.98(+0.24/-0.21)$ kpc)であると求めた。また、入来局での水メーザーモニター観測から変光周期1114日と決定した。さらに、過去40年間にわたる水メーザースペクトルの形状の変化から、水メーザーは加速度 0.21 ± 0.08 [$\text{km s}^{-1}\text{yr}^{-1}$]で加速していることが分かった。我々はこの加速現象を、星周の速度場の加速であると解釈。質量放出率の増大など星の物理状態の変化に起因すると考えられることから、NSV17351はMira型変光星からOH/IR星に移行している天体であると推定、AGBの進理解に貴重なサンプルである可能性が高いといえることが分かった。

1.Introduction

【OH/IR星とは?】

- ・中小質量星($0.8\sim8M_{\odot}$)の進化末期(AGB段階)
- ・惑星状星雲段階移行の直前の瞬間(te Lintel Hekker+1991; Eto&Diamond 2006)
- ・質量放出率は激しいもので $10^{-4}M_{\odot}\text{yr}^{-1}$ (te Lintel Hekker+1991)
- ・星周に H_2O 、 SiO 、OHメーザーが付随
- ・変光周期100日から3000日まで幅広く存在する

【研究背景と目的】

OH/IR星はAsymptotic Giant Branch(AGB)段階にある。Mira型変光星がさらに進化が進んだ姿であるとも考えられているが、その恒星進化の詳細(周期が長くなる、質量放出率が大きくなるetc...)についてはまだまだ未解決な問題が多い。我々はこのような恒星進化の理解について、位置天文観測により得られる星周メーザーの分布や運動だけでなく、メーザーのスペクトルやその変動性の解釈など観測的側面からアプローチしていきたいと考えている。

本ポスターで発表するOH/IR星NSV17351は、その成果の一例目である。

2.Observations

【VLBI観測】

NSV17351の年周視差を計測するためにVERAでVLBI観測

【単一鏡観測】

水メーザースペクトルの取得と、強度変動周期決定のため入来局でモニター観測

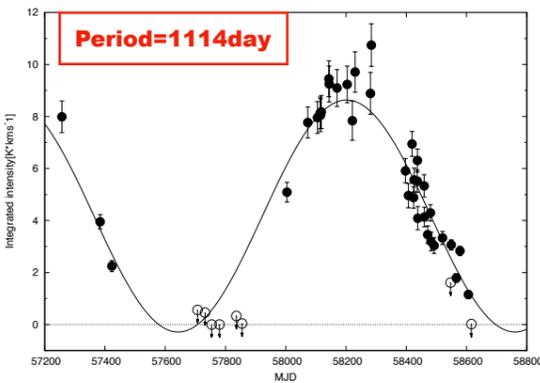
- ・望遠鏡 : VERA20m電波望遠鏡
- ・観測回数 : 11観測 (2018~2019)
- ・観測周波数 : 22GHz 水メーザー
- ・速度分解能 : 0.42 km s^{-1}
- ・観測天体 : NSV17351
座標(J2000) 赤経 07h07m49.380s
赤緯 $-10^{\circ}44'05.90''$
- ・位置参照電波源 : J0709-1127

- ・望遠鏡 : VERA入来局20m電波望遠鏡
- ・観測期間 : 2015年11月~2019年5月
- ・観測周波数 : 22GHz 水メーザー
- ・速度分解能 : 0.42 km s^{-1}
- ・帯域幅 : 32 MHz
- ・分光点数 : 1024点
- ・積分時間 : 10~30分
- ・r.m.sノイズレベル : 0.01K ~0.05K

3.Results & Discussion

【水メーザー積分強度の時間変動】

Figure 1:水メーザー積分強度の時間変動図。矢印付き白抜きは非検出を示す。実線はフィッティング結果。

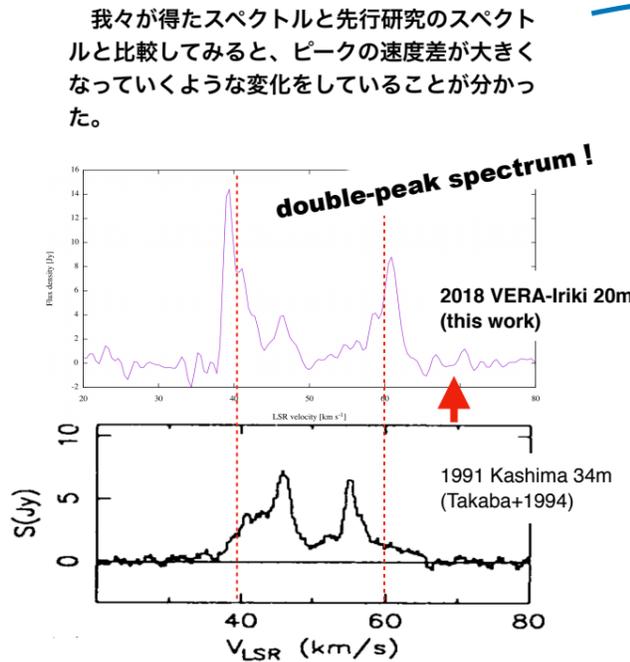


NSV17351の変光周期は不明だったが、水メーザーの強度変動から変光周期を推定することができた。

水メーザーは脈動にsensitiveであることが先行研究で分かっており、我々が得たメーザーの変動がNSV17351の変光周期を良く反映していると考えられる。

【水メーザーの加速現象】

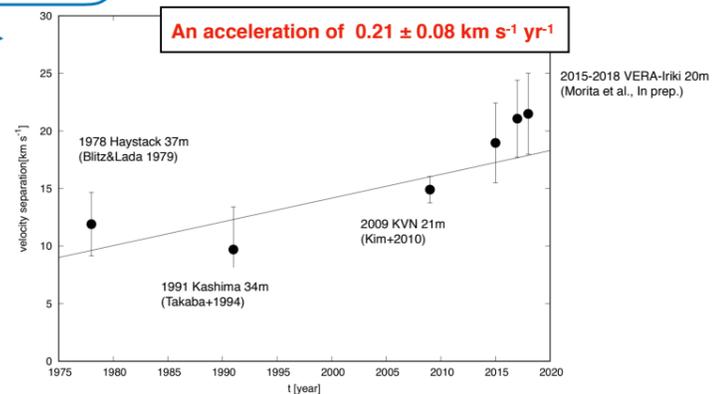
Figure 2:水メーザースペクトル例。我々の得たスペクトル(top),及び先行研究の例(bottom)。



我々が得たスペクトルと先行研究のスペクトルと比較してみると、ピークの変動が大きくなっていくような変化をしていることが分かった。

ピークの変動を調査 → 加速を検出!

Figure 3:1978年から2019年までの $\Delta V=|V_{\text{blue}}-V_{\text{red}}|$ (blueshiftとredshift成分の速度差)の時間変化図。直線は一次近似線。



▶加速現象の解釈 → メーザー放射領域内の速度場の加速

何が起きたのか?

仮説 星の物理状態の変化 (輻射圧の増大 → mass-loss増加)

仮説が正しければ...

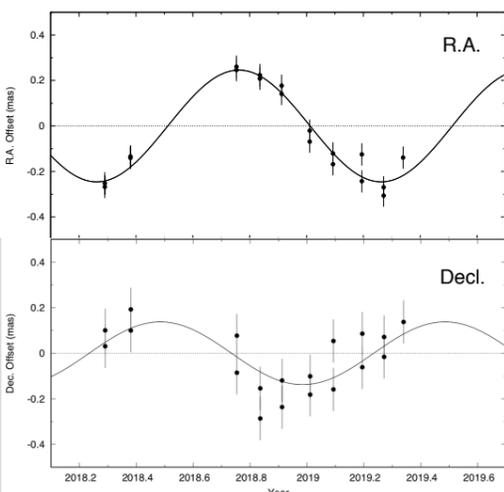
Mira型変光星から OH/IR星に進化中である可能性

この仮説が立証できれば、非常に貴重なサンプルとなりえる

【位置天文観測結果】

Figure 4:NSV17351の年周視差振動成分。

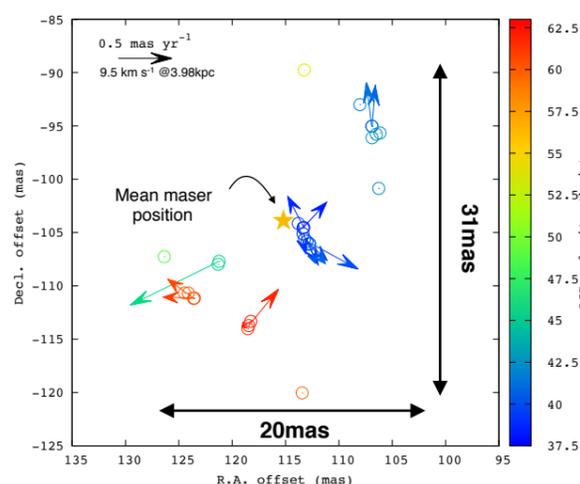
Parallax : 0.251 ± 0.014 mas
 Distance : $3.98(+0.24/-0.21)$ kpc
 ・全メーザーの平均固有運動
 $(\mu_x, \mu_y) = (-1.20\pm0.12, 1.30\pm0.18) \text{ mas yr}^{-1}$



【メーザー分布と内部運動】

Figure 5:水メーザースポットの空間分布と内部運動図。

- ・ $20\text{mas} \times 31\text{mas}$ ($80\text{AU} \times 124\text{AU}$ @ 3.98kpc).
- ・ おおよそ等方的に分布
- ・ 大域的に中心星から外へ向かう運動



【OHメーザーとの類似点】

①水メーザースポットの分布

- ・ 中心星の位置に重なるように、最も青方偏移するmaser featureが分布(fig.5)
- ・ その周りには、それ以外の成分がまばらに存在 →水メーザーシェルの手前と奥が見えていることを示唆

②メーザースペクトルの形状

- ・ OHメーザースペクトルと比較するために、重ねてみる(fig.6) →切り立ったピークエミッション、U字型のくぼみ

水メーザーがOHメーザーと似たような力学状態にあると推測される (spherical, terminal velocity, steadily outflow...)

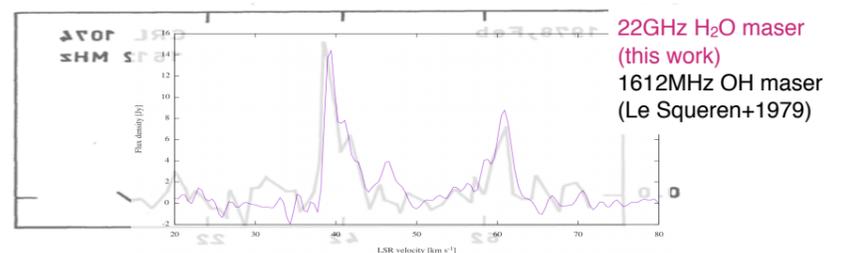


Figure 6:水メーザースペクトルにOHメーザースペクトルを重ねた図。