



# VERAによるOH/IR星 RAFGL5201の年周視差測定

橋本真雄 鹿児島大学大学院理工学研究科理学専攻

(物理・宇宙プログラム) 修士1年

中川亜紀治 守田篤士 濱田翔太 大島夕佳 中島和也

## Abstract

OH/IR星は一般的にMira型変光星から進化し、OH/IR星、惑星状星雲(Planetary Nebula : PN)、白色矮星(White Dwarf : WD)へと進化するということが知られている。だが、実際にその進化過程を観測によって確かめた例は少なく、この進化の理解はあまり進んでいない。そこで私たちは、OH/IR星である RAFGL5201の水メーザーをVERAで観測し、年周視差を得ることによって高精度の距離測定を行い、IRASやGaiaの光・赤外望遠鏡を用いた観測データと組み合わせることによって、進化段階の解明を試みた。また、RAFGL5201は文献などで周期が報告されていない天体であったが、Gaia DR2での測光データをもとに周期が534日程度であると推定した。また、RAFGL5201は一般的なOH/IR星とは異なり、変光振幅がGバンドでも非常に小さく、SiOメーザーが検出されていない特異な天体である。今回はこの天体についての考察を行う。

## 1, Introduction

### 【OH/IR星とは】

- ・ 中小質量星( $0.8M_{\odot} \leq M \leq 8.0M_{\odot}$ )である。
- ・ 長周期変光星である。(100日から1000日以上)
- ・ 漸近巨星分枝(AGB : Asymptotic Giant Branch)星の一種である。
- ・ 赤外領域で明るいOHメーザー源である。

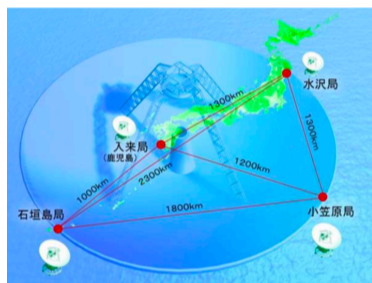
### 【研究背景と目的】

恒星進化の末期に当たるAGB星は、Mira型変光星から進化し、OH/IR星、惑星状星雲、白色矮星へと進化すると考えられている。だが、実際にこの進化過程を詳細に解明するには至っていない。そこで、私たちは、OH/IR星であるRAFGL5201の水メーザーをVERAを用いて観測を行うことにより、高精度な距離測定とIRASやGaiaなどの光・赤外望遠鏡の観測データを組み合わせることで進化段階の解明を試みた。

## 2, Observations & Data reduction

### 【VLBI観測】

望遠鏡 : VERA4局(水沢局、入来局、小笠原局、石垣局)(図2)  
 観測周波数 : 22GHz(水メーザー)  
 参照電波源 : J0636-0547  
 観測期間 : 2018/10/02~ 2020/06/06  
 観測データ数 : 18観測(解析済み : 13観測)



(図1 : VERA array)

観測で得られたデータはAIPS(Astronomical Image Processing System)を用いて位相補償解析を行い、SN比7.0以上のものを検出とした。

### 【観測天体】

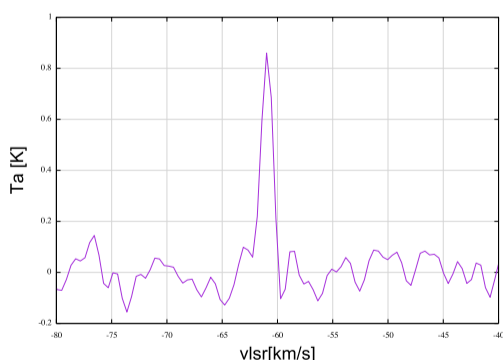
#### RAFGL5201 (IRAS06139-0501)

- ・ 座標(位相追尾中心、J2000)  
R.A. : 06h34m28.0526s  
DEC. : -05d03m42.857s  
l (銀経) : 215.52°  
b (銀緯) : -6.08°
- ・ 変光周期 : データなし
- ・ 年周視差(Gaia DR2)  
 $\pi = -0.065 \pm 0.429$  (mas)
- ・ 固有運動(Gaia DR2)  
 $\mu_{\alpha} = 3.20 \pm 0.64$  (mas/yr)  
 $\mu_{\delta} = -8.06 \pm 0.63$  (mas/yr)

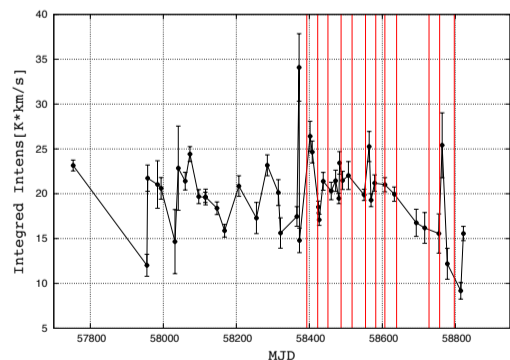
### 【入来局を用いた単一鏡モニター】

入来局の単一鏡モニター観測により、視線速度 = -61 (km/s)付近にメーザーエミッションが見られた(図2)。よって、この速度付近のメーザーを追って解析した。

単一鏡モニター観測を行なった結果をプロットしたものが図3である。また、赤線はVLBI観測が行われた日をプロットしたものである。



(図2)



(図3)

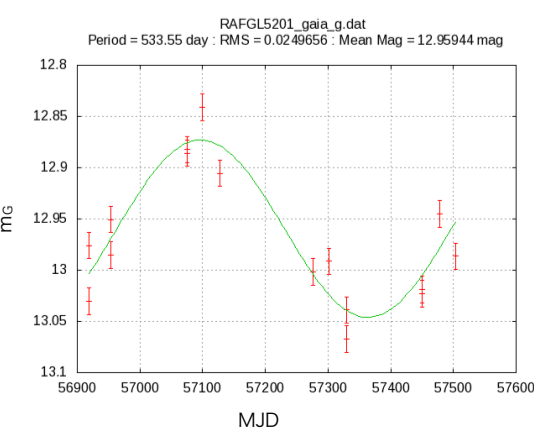
## 3, Result & Discussion

### 【変光周期の推定】

RAFGL5201は変光周期がわからない天体であるため、変光周期を求める必要がある。そこで今回は、Gaia DR2の測光データを、fourierという周期解析ソフトを用いて変光周期の推定を試みた。その結果として、

**変光周期 : 534日**

であることが推定できた。また、図4はfourierにより得られた結果をプロットしたものである。



(図4)

### 【年周視差】

視線速度 = -60.82 (km/s)のメーザースポットが12観測で検出できた。図5は2018年10月2日での位相補償マップを示している。

またメーザーが検出された12観測で、視線速度 = -60.82 (km/s)以外でのメーザーを4つ検出できた。これらのメーザーも用いて年周視差フィッティングを行うと、図6のようになる。求められた年周視差と距離は表1に示す通りである。

(表1)

年周視差( $\pi$ )	$\pi = 0.63 \pm 0.02$ (mas)
距離(D)	$D = 1.59 \pm 0.05$ (kpc)

### 【考察】

#### IRASの測光データと電波観測から見える進化段階

RAFGL5201は周期不明天体であったため、Gaiaの測光データより変光周期を推定した。この時、図4を見るとわかるようにGバンド(波長 0.33~1.0  $\mu\text{m}$ )で0.1等程度しか変光していないことがわかる。また、RAFGL5201のSiOメーザーのモニター観測が入来観測所にて始まった2016/07より一度も検出されていない。加えて、少なくとも1995年から検出されていないということがわかっている(Jiang et al.1996)。

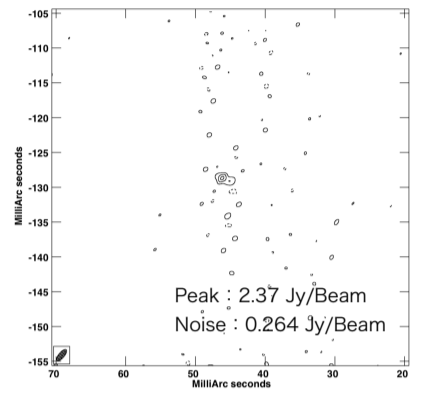
この天体をIRASの2色図上にプロットすると図7の赤い星印のようになる。

$$[12]-[25] = 0.25$$

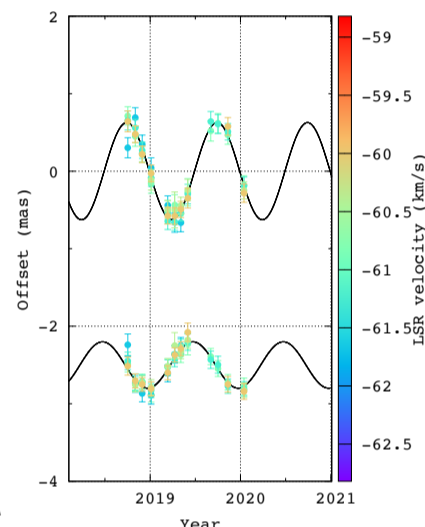
$$[25]-[60] = -0.96$$

これらをまとめると以下のようなになる。

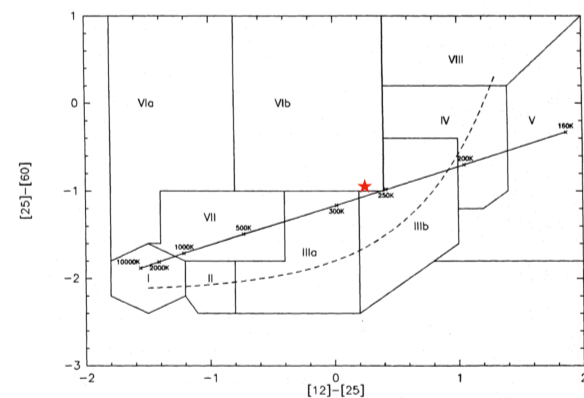
- ・ 水メーザーが4年間検出されている。
- ・ SiOメーザーは検出されていない。
- ・ IRASの2色図では、PNほど赤化していない。
- ・ 変光振幅が非常に小さい。



(図5)



(図6)



(図7 : van der Veen & Habing 1988 より引用)

以上の4つの特徴を考慮すると以下のことが考えられる

- ・ OH/IR星であるというには変光振幅が小さく、水メーザーの変動もあまりみられないことから、中心星の脈動段階は終了しつつあると考えられる。
- AGB段階を離れ、PNへと至ろうとしている最中なのではないか…?

準惑星状星雲(Proto Planetary Nebula : PPN)ではSiOメーザーの検出は稀であり、PPNはIRASの2色図上でIII領域にも隠れている可能性があることが示唆されている(Engels 2002)。また、もしPPNであるならば星周ダストが薄くなり、増光し青くなることも考えられる(Kamizuka et al 2020)。

### 【今後の展望】

RAFGL5201はPPNへ進化している可能性があるが、今回の考察でPPNへ進化していると断定するには至らない。そのため、今後は、水メーザーの分布の詳細な解析を行い、他のOH/IR星はIRASの2色図でどの位置にプロットされるのか、PPNでのSiOメーザーの検出率はどの程度なのか、OH/IR星での変光振幅はどの程度なのか、年周視差を用いて絶対光度を計算するとどうなるのかなどを調べていく必要がある。

## 4, Reference

- ・ Ita.Y.,Tanabe.T.,Mastunaga.N., et al. 2004, MNRAS,347,720
- ・ Nakagawa.A.,Kurayama.T.,Matsui.M., et al. 2016, PASJ, 68 78(1 - 14)
- ・ Jiang.B.W.,Deguchi, S. et al 1996, APJS, 106 ,463 - 488
- ・ Gaia collaboration 2018
- ・ D. Engels 2002 A&A 388, 252-267
- ・ van der Veen & H. J. Habing 1988 A&A 194, 125-134
- ・ T. Kamizuka, Y. Nakada, K. Yanagisawa et al 2020 ApJ 879:42
- ・ 「シリーズ現代の天文学 恒星」日本評論社出版、野本憲一 金晃三 佐藤勝彦 編