

Abstract

ミラ型変光星は、中小質量星 ($0.8M_{\odot} < M < 8M_{\odot}$) の進化段階の末期にある脈動変光星である。変光周期は一般的に約 100~1000 日程度で、OH/IR 星を含むと1000 日以上になるものも多い。ミラ型変光星を含む長周期変光星には、変光周期と明るさに周期光度関係(PLR:Period-Luminosity Relation)と呼ばれる関係があることがわかっている。我々のグループでは、国立天文台VERAを用いたVLBI観測による高精度な年周視差測定と、鹿兒島大学1m赤外線望遠鏡による見かけの等級と変光周期の測定を行い、それらの結果を用いて天の川銀河のミラ型変光星におけるPLRを確立することを目的とした研究を行っている。今回我々は、ミラ型変光星R LMiのH2OメーザーをVERAを用いて観測した。ミラ型変光星R LMiはO-richな星で変光周期372日、質量放出率 $2.2 \times 10^{-6} [M_{\odot}/\text{yr}]$ (Loon et al.2005)、距離350[pc], Sp type M6.5-9.0e(Whitelock et al.2000)として知られている。予備的結果として、R LMiの年周視差 $2.72 \pm 0.64 [\text{mas}]$ 、距離にして $367 \pm 87 [\text{pc}]$ 、またH2Oメーザーの固有運動から、R LMiの系の固有運動 $(\mu_{\alpha}, \mu_{\delta}) = (-5.33 \pm 2.97, -3.36 \pm 1.93) [\text{mas/yr}]$ が得られた。

1.Introduction

1.1 ミラ型変光星の位置天文観測

ミラ型変光星は脈動変光星の一種で、変光周期は100~1000日程度であり、太陽の1~8倍の質量を持つ。これらの天体のメーザーを検出し、VLBI観測を行う事により、非常に精度の高い年周視差を計測し距離をだす事ができる。また、Mira型変光星は絶対等級と変光周期の間に周期光度関係(PLR:Period-Luminosity Relation)と呼ばれる数量的関係性を持っている。PLRを用いることで、変光周期がすでに分かっている天体の絶対等級を求めることができ、それによって得られた絶対等級と見かけの等級から距離を見積もることができる。天の川銀河のミラ型変光星におけるPLRは精度が不十分であるため精度を向上させるために、より多くの天体についてKバンドの絶対等級を調べる必要がある。

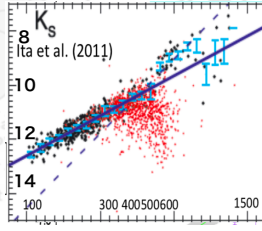


図1 大マゼラン銀河のPL図

2.Observations

2.1 観測天体

R LMi (IRAS09425 + 3444)

・座標 (J2000)

赤経(R.A.) 09h45m34.48s

赤緯(DEC.) 34°30'42.84"

O-richのMira型変光星

脈動周期: 372[day](AAVSO)

距離: 350 [pc](whitelock et al. 2000)

Type:M6.5-M9.0e(whitelock et al. 2000)

Mass loss rate: $2.2 \times 10^{-6} [M_{\odot}/\text{yr}]$

(Van Loon et al.2005)

表面温度 $T_{\text{eff}} : 3125 [K]$

(Van Loon al.2005)

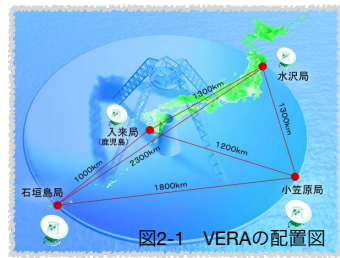


図2-1 VERAの配置図

2.1 VERAによるVLBI観測

- ・参照電波源: J0952-35
- ・観測期間: 2017/05~2018/05
- ・観測回数: 10観測 (解析済み: 10観測)
- ・観測周波数: 22GHz(Kバンド)

2.2 入来局による 22GHzの単一鏡モニター観測

入来局の2018/05/05に行った単一鏡観測(Kバンド)とモニター観測結果を示す。

図2-2の縦線はVLBI観測が行われた日を示し、赤線と青線はメーザーの位相補償マップ上で検出、非検出を表わしている。メーザーの検出はS/N比が7以上であることを条件としている。

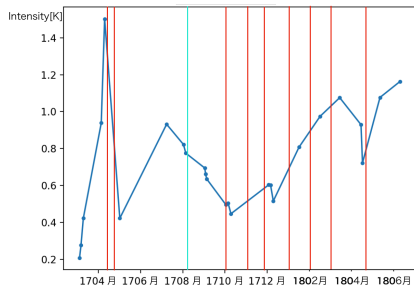


図2-2 R LMiのメーザー強度変化

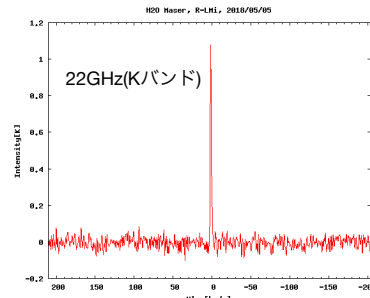


図2-3 R LMiの2018年5月5日の単一鏡観測

2.2 鹿兒島大学1m赤外線望遠鏡による測光観測

鹿兒島大学1m赤外線望遠鏡の観測の結果を示す。R LMiの変光変化を図2-4に示している。結果としてKバンドの平均等級-0.398[mag]、変光周期383日と決めることができた。

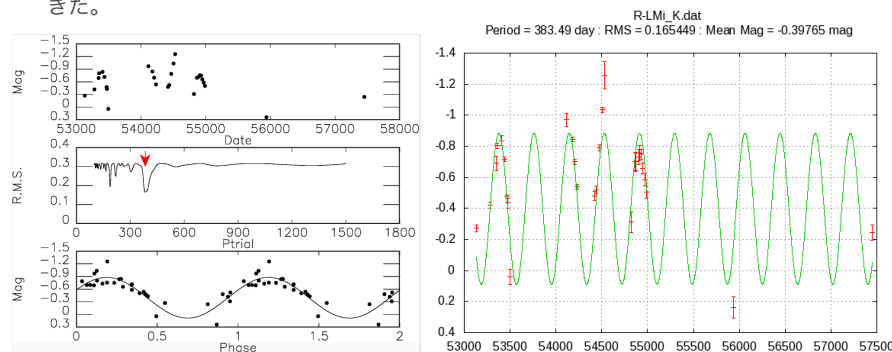


図2-4 R LMiの変光変化

3.Results

3.1 年周視差及び固有運動

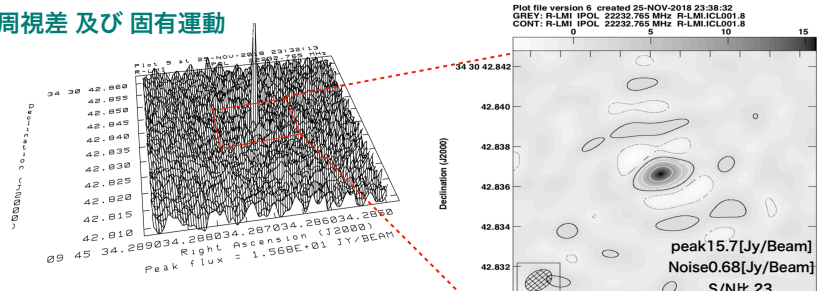


図3-1 2017年5月21日に観測されたR LMiの位相補償マップ。3次元輝度分布(上)と2次元輝度分布(右)を示している。

年周視差[mas] 距離[pc] 固有運動[mas/yr]

R LMi 2.72±0.64 367±87 $\mu_{\alpha} = -5.33 \pm 2.97, \mu_{\delta} = -3.36 \pm 1.93$

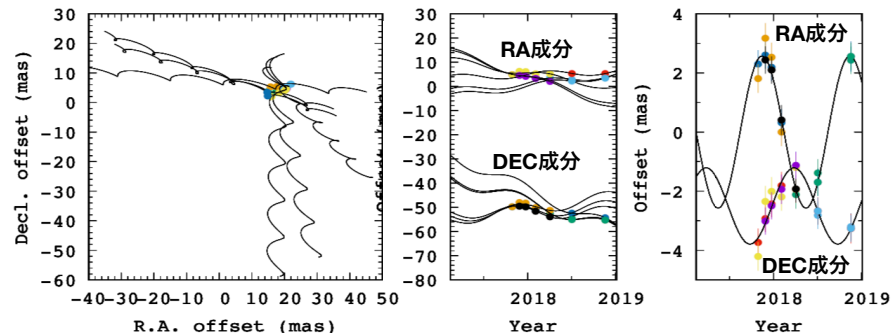


図3-2 天球面上での動き(左)、年周視差と固有運動を足し合わせたR.A./DEC.方向成分(中)、年周視差のR.A./DEC.方向成分(右)。点の色の違いはスポットの違いを表わしている。

3.3 光度及び光球半径

VERAの年周視差より光度 $8073 [L_{\odot}], 3.1 \times 10^{30} [W]$ の結果を得た。また、R LMiの表面温度は $3126 [K]$ (Van Loon al.2005)であることを用いて、光球半径 $307 [R_{\odot}], 1.43 [AU]$ の結果を得た。多くのミラ型変光星はVan Leeuwenらの研究で光球半径が $300 [R_{\odot}]$ を超えているので、R LMiも多くのミラ型変光星と同じような結果になった。

3.4 周期光度関係(PLR)

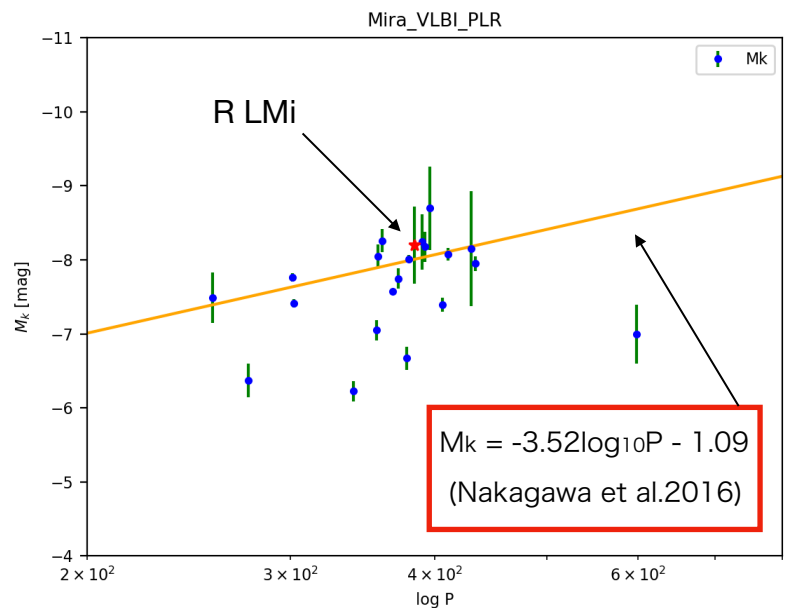


図3-3 天の川銀河のPL図

3.3と同様にVERAで求めた年周視差による絶対等級をもとに絶対等級-変光周期(logP)図を図に示した。赤点がR LMiを表している。Mk=-8.2±0.72でありPLR(Nakagawa et al.2016)と比較すると誤差の範囲に含まれていることがわかる。

Reference

- Ita, Y. et al. 2004, MNRAS,347,720
- Nakagawa et al. 2016, PASJ, 66, 101
- Whitelock, P. A., Feast, M.W., & van Leeuwen, F. 2008, MNRAS,386,313
- Van Loon et al 2005, A&A 438 273-289, Van Leeuwen et al. 1997 MNRAS 287,955