



VERAを用いたMira型変光星の年周視差計測

鹿児島大学理学部物理科学科 4年 濱田翔太
湯田晶斗、加世田大地、中川亜紀治、面高俊宏

Abstract

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。鹿児島大学では、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、鹿児島大学1m光赤外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、Mira型変光星4天体の年周視差の計測を行い新たに距離を導きだした。

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導きだす事ができる。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。

2.Observations

2.1 観測天体及びVERAによるVLBI観測

R Hya (IRAS13269-2301)

- 座標 (J2000)
R.A. 13h29m42.7819s
DEC. -23°16'52.775"
- 変光周期P: 388 [day] (logP=2.589)
- 見かけの等級(Kバンド): -2.47[mag]
- 参照電波源: J1333-2356
- 観測期間: 2016/12/24~2018/01/30
- 観測回数: 16観測 (解析済み: 15観測)

X Hya (IRAS09331-1428)

- 座標 (J2000)
R.A. 09h35m30.265s
DEC. -14°41'28.639"
- 変光周期P: 301[day] (logP=2.479)
- 見かけの等級(Kバンド): -0.65[mag]
- 参照電波源: J0941-1335
- 観測期間: 2017/05/21~継続中
- 観測回数: 11観測 (解析済み: 11観測)

R Peg (IRAS23041+1016)

- 座標 (J2000)
赤経(R.A.) 23h06m39.165s
赤緯(DEC.) 10°32'36.076"
- 変光周期: 378 [day] (logP=2.578)
- 見かけの等級(Kバンド): -0.45[mag]
- 参照電波源: J2308+0946
- 観測期間: 2016/02/02~継続中
- 観測回数: 16観測 (解析済み: 16観測)

S Ser (IRAS15193+1429)

- 座標 (J2000)
赤経(R.A.) 15h21m39.533s
赤緯(DEC.) 14°18'53.107"
- 変光周期: 372 [day] (logP=2.571)
- 見かけの等級(Kバンド): 1.68[mag]
- 参照電波源: J1524+1521
- 観測期間: 2016/02/02~継続中
- 観測回数: 6観測 (解析済み: 6観測)

2.2 入来局を用いた22GHzの単一鏡モニター観測

入来局の単一鏡モニター観測の結果を示す。各天体のスペクトルを図1-1~1-4、メーザーの時間変化を図1-5~1-8に表わしている。また、図1-5~1-8の縦線はVLBI観測が行われた日を示し、赤線、青線はメーザーの位相補償マップ上での検出、非検出を表わしている。

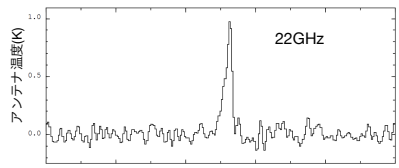


図 1-1. R Hyaの単一鏡観測のスペクトル

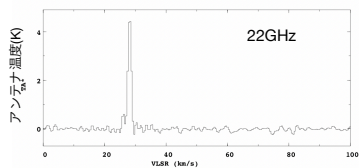


図 1-2. X Hyaの単一鏡観測のスペクトル

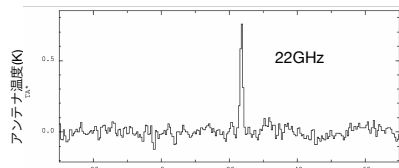


図 1-3. R Pegの単一鏡観測のスペクトル

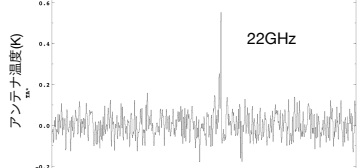


図 1-4. S Serの単一鏡観測のスペクトル

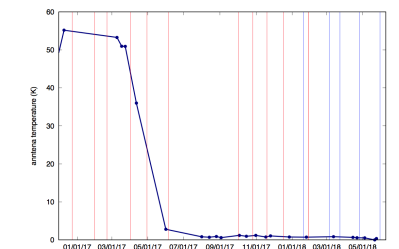


図 1-5. R Hyaのメーザーの時間変化

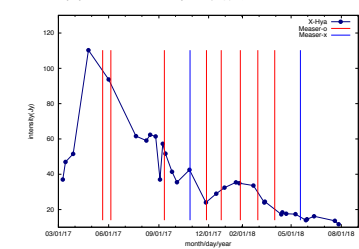


図 1-6. X Hyaのメーザーの時間変化

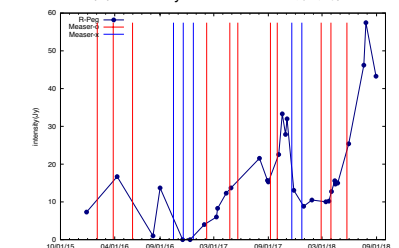


図 1-7. R Pegのメーザーの時間変化

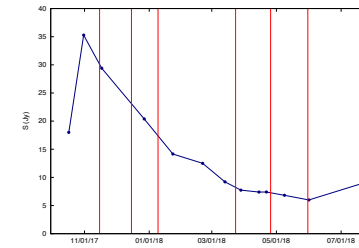


図 1-8. S Serのメーザーの時間変化

3.Results&Discussion

3.1 年周視差及び固有運動

| 天体名 | 年周視差[mas] | 距離[pc] | 固有運動[mas/yr] |
|-------|-----------|--------|---|
| R Hya | 7.93±0.18 | 126±3 | $\mu_x=53.8\pm1.05$, $\mu_y=16.15\pm1.83$ |
| X Hya | 2.07±0.05 | 482±12 | $\mu_x=-51.37\pm0.97$, $\mu_y=-15.02\pm1.47$ |
| R Peg | 3.76±0.27 | 266±19 | $\mu_x=3.60\pm1.53$, $\mu_y=-6.44\pm0.93$ |
| S Ser | 1.12±0.12 | 893±99 | $\mu_x=-1.37\pm1.12$, $\mu_y=2.46\pm1.09$ |

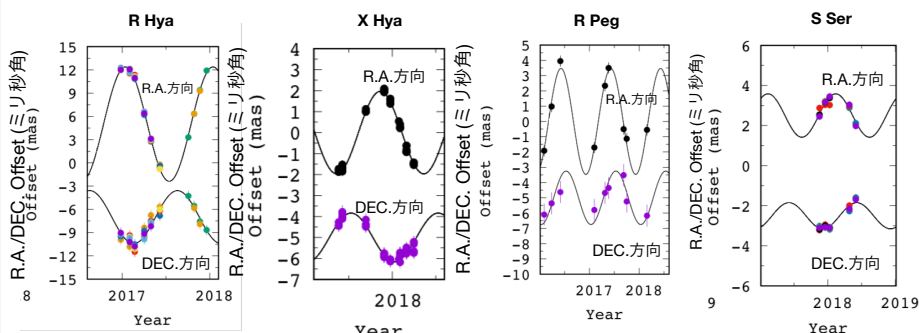


図2 年周視差のR.A./DEC.方向成分。点の色の違いは視線速度の違いを表わしている。

3.2 Gaiaとの比較

(i) 年周視差について

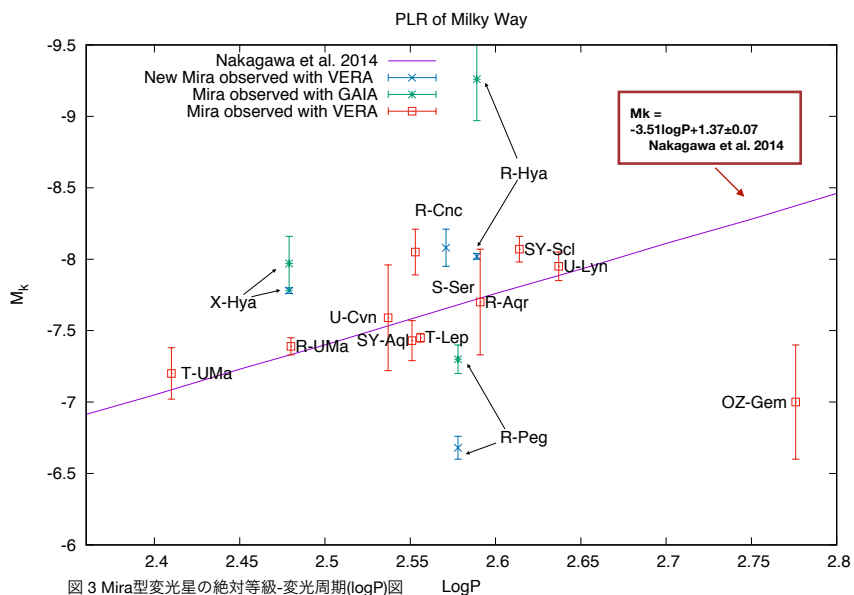
2018年4月に公開されたGaia DR2との比較を行った。X Hyaのみ年周視差が誤差の範囲内で一致する。R Hya, R Pegは誤差の範囲を外れて、違う値を示している。また、S SerはGaia DR2の年周視差が負の値だったため計測されていないものとして扱った。

| 天体名 | 年周視差(VERA) [mas] | 年周視差(Gaia DR2) [mas] |
|-------|------------------|----------------------|
| R Hya | 7.93±0.18 | 4.47±0.89 |
| X Hya | 2.07±0.05 | 1.89±0.27 |
| R Peg | 3.76±0.27 | 2.83±0.25 |
| S Ser | 1.12±0.12 | -0.51±0.32 |

(ii) Kバンド絶対等級について

2MASS等による見かけの等級とGaia DR2及びVERAによる年周視差から、絶対等級Mkを導出した。S SerのGaia DR2に基づく絶対等級は導出していない。

| 天体名 | VERAに基づくMk [mag] | Gaia DR2に基づくMk [mag] |
|-------|------------------|----------------------|
| R Hya | -9.26±0.29 | -8.02±0.02 |
| X Hya | -7.97±0.19 | -7.78±0.02 |
| R Peg | -7.30±0.10 | -6.68±0.08 |
| S Ser | -8.08±0.13 | 導出せず |



VERA及びGaia DR2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3に示した。X Hyaのみ絶対等級が誤差の範囲内で一致する。

今後もVERAで観測を継続して年周視差を求めていき、年周視差の精度を上げていく必要がある。また、それと同時に単一望遠鏡で新たなMira型変光星のメーザー検出を行い、VERAで年周視差を計測する。

Reference

Ita, Y., Tanabe, T., Matsunaga, N., et al. 2004, MNRAS, 347, 720
Nakagawa, A., Omodaka, T., Handa, T., et al. 2014, PASJ, 66, 101
Whitlock, P. A., Feast, M. W., & van Leeuwen, F. 2008, MNRAS, 386, 313