

半規則型変光星SV Pegの年周視差計測

鹿児島大学大学院理工学研究科 修士1年 村上琴音 (E-mail: k3790046@kadai.jp)

Abstract

半規則型変光星ペガス座SV星(SV Peg)の年周視差を計測し、距離を求めた。VERAによるVLBI観測を、2012年6月から2015年4月の期間で計14回行った。この観測より、SV Pegに付随する水メーザーのスポットを同定し、その固有運動から年周視差を計測した。その結果、年周視差が $\pi=3.096\pm 0.198$ ミリ秒角と決まり、これは距離 $D = 323^{+22}_{-19}$ pcに相当する。また、鹿児島大学1m光赤外線望遠鏡による近赤外線Kバンド($\lambda=2.2\mu\text{m}$)のモニタリング観測を、2011年9月から2015年9月までで計20回行った。現在も観測を続けている。この観測よりSV Pegの変光周期、平均等級を決定できることが期待される。

VERAで求めた距離と、鹿児島大学1m光赤外線望遠鏡で求めた見かけの平均等級(暫定値) $m_K = -0.447$ 等、可視光観測で求められた変光周期 $P=144.60$ 日(GCVS)を用いて、天の川銀河の周期光度関係(Nakagawa et al.2014)およびLMCの周期光度関係(Ita et al.2004)との比較を行った。その結果、絶対等級は $M_K = -7.993^{+0.135}_{-0.144}$ 等と決まり、天の川銀河のミラ型変光星の周期光度関係とは一致せず、LMCの周期光度関係ではC'とB+系列の間に位置することがわかった。

Introduction

周期光度関係と本研究の目的

脈動変光星は変光周期(log)と絶対等級に比例関係があり、**変光周期が長いほど絶対等級が明るい**特徴を持つ。これが**周期光度関係**である。周期光度関係が決まると、年周視差では距離を計測するのが難しい天体も見かけ等級と変光周期から天体までの距離を求めることができる。しかし、天の川銀河の変光星の周期光度関係を求めるためには天体の絶対等級を求める必要があるため、天体までの距離を年周視差で決めなければならない。メーザーを発する変光星をターゲットとし、**VERAと1m光赤外線望遠鏡を用いて天の川銀河の変光星の周期光度関係を精度良く求める**ことが本研究の目的である。

SV Peg

天体名	ペガス座SV星 (SV Pegasus)
赤経(RA)	22h 05m 42.084s
赤緯(Dec)	+35° 20' 54.53"

表1:SV Pegの座標(J2000)

Observations & Data Reduction

電波観測

望遠鏡	VERA4局(水沢、入来、石垣、小笠原)
観測天体	SV Peg, J2216+35(参照電波源)
観測期間	2012年6月~2015年4月
観測周波数	22GHz帯
解析方法	AIPSを用いた位相補償解析

表2:電波観測の基本情報

水メーザーのスポットを同定し、年周視差を計測



赤外線観測

望遠鏡	鹿児島大学1m光赤外線望遠鏡
観測天体	SV Peg (IRAS22035+3506)
観測期間	2011年9月~2015年9月
観測波長	Kバンド(2.2μm)
解析方法	IRAFを用いた測光、周期解析

表3:赤外線観測の基本情報

近赤外線によるモニタリング観測を行い変光周期・平均等級を測定



VERAでメーザーを検出できる天体=距離が2kpc以内に存在
→近赤外では明るすぎるため、**検出器がサチュレーション**を起こす

2つの手法で観測

デフォーカス観測

フォーカスをわざとずらし、星像をぼかして観測する手法。

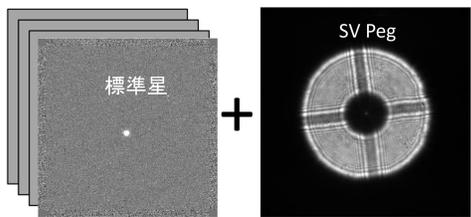


図3:標準星とデフォーカスして観測したSV Peg

欠点

較正に用いる天体を別に撮るので、天気の影響を大きく受ける
→よく晴れた日以外は観測不可

観測可能な日が限られる

部分減光フィルター観測

視野内の一部を減光するフィルターを用い、目的星のみを減光させて観測する手法。フィルターの減光量は 9.410 ± 0.013 等である。デフォーカス観測の欠点を解決するために、2014年から導入した。

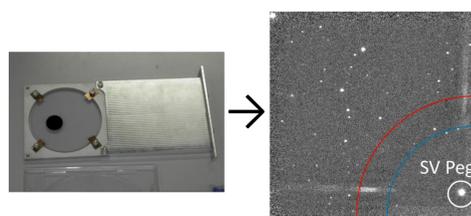


図4:部分減光フィルターと、それを用いて観測したSV Pegの赤外画像。青い線の内側は1/5000減光領域、赤い線の外側は減光していない領域を示している。

利点

視野内に写っている天体を用いて、等級較正ができる
→天気の影響を受けにくい

観測頻度が上げられることが期待できる

部分減光フィルターの導入により
今まで観測が困難だった
明るい天体の観測が可能となった!

SV Pegを含め、VERAで観測している晩期型星は部分減光フィルターを用いて観測中

Results

年周視差

全14観測中13観測でメーザースポットを検出

35個のスポットが見つかり、そのうち11個のスポットは2epoch以上で追えている

★年周視差: $\pi = 3.096 \pm 0.198$ mas → 距離: $D = 323^{+22}_{-19}$ pc

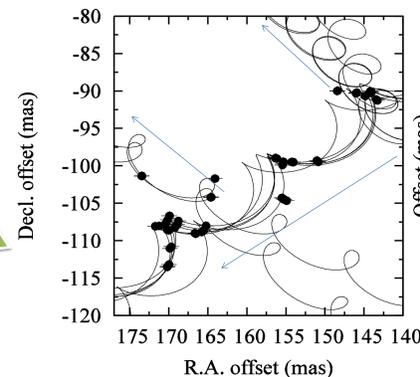


図5:SV Pegの天球面上での運動。矢印はメーザーの運動の方向を示す

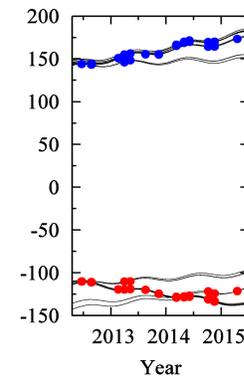


図6:SV Pegの赤経方向(青)および赤緯方向(赤)の位置変化

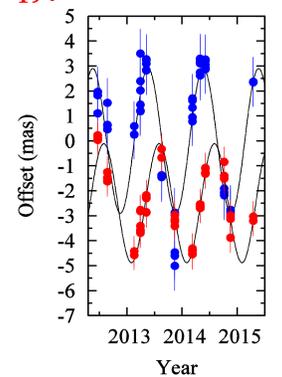


図7:SV Pegの赤経方向(青)および赤緯方向(赤)の年周視差成分

変光周期・平均等級

全20観測

デフォーカス観測→9観測

部分減光フィルター観測→11観測

★変光周期: ? 日

★平均等級: $m_K = -0.447$ 等 (暫定値)

【可視光観測によって求められた周期】

★変光周期: **144.60日** (GCVS)

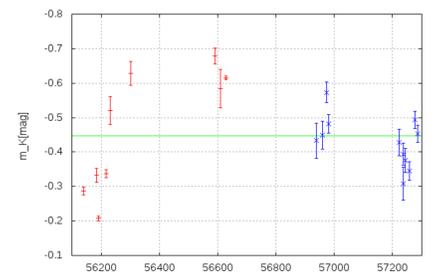


図8:SV Pegのライトカーブ。赤い点はデフォーカス観測、青い点は部分減光フィルター観測を示す。緑の線は平均等級を示す。

Discussion

既知の周期光度関係との比較

VERAで求めた距離と1m光赤外線望遠鏡で求めた見かけ等級から絶対等級を求める。

距離指数

$$m_K - M_K = 5 \log D - 5 + A$$

m_K : 見かけ等級 M_K : 絶対等級 D : 距離
A: 星間減光(十分小さいと判断したため無視した)

★絶対等級: $M_K = -7.993^{+0.135}_{-0.144}$ 等
★変光周期: **log P = 2.16日** (GCVS)

※絶対等級のエラーは、距離のエラーのみ反映している

【天の川銀河のミラ型変光星の周期光度関係との比較】

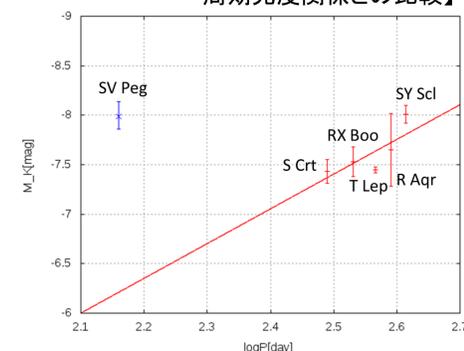
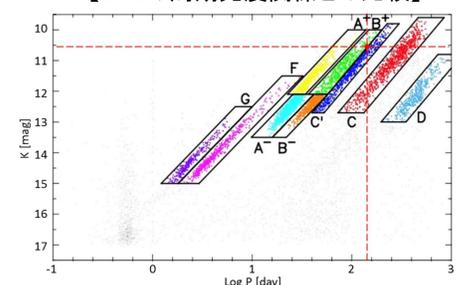


図9:既知の周期光度関係とSV Pegの比較。赤い線は既知の周期光度関係(Nakagawa et al. 2014)を示す。

【LMCの周期光度関係との比較】



B+(緑): Less regularly pulsating AGB variables
C'(青): Mira variables pulsating in the first-overtone mode
C(赤): Mira variables pulsating in the fundamental mode

図10:LMCの周期光度関係(Ita et al.2004)とSV Pegの比較。赤い点は距離指数をLMC($m_K - M_K = 18.5$)に変換した時のSV Pegの位置を示す。

→ SV PegはB+系列とC'系列の間に位置する