

# A Bipolar Nebula Associated with QY Sagittae

浮田信治 (NAOJ)、松永典之 (木曾観測所)

## アブストラクト

QY Sgeに付随する星雲の撮像観測を行い、中心星からの光が星雲中の塵によって散乱されている様子を調べた。また星周星雲のCO  $J=3-2$ 輝線を観測し、gas-envelopeのsystemic速度( $V_{\text{sys}} = -24.5 \pm 1.0 \text{ km s}^{-1}$ )と膨張速度( $V_{\text{exp}} = 13.9 \pm 2.6 \text{ km s}^{-1}$ )を測定した。CO輝線強度と遠赤外fluxとの比を求めた。これらの観測結果はQY SgeがRV Tau型星という説を棄却し、AGB時代に放出されたガスがG型に進化した中心星からのsuperwindで吹き飛ばされているという描像(proto-PN説)を支持する。

## 1. Introduction

QY Sgeは分光学的な先行研究(Menzies+1988; Rao+2002)からG0のsupergiant ( $T_{\text{eff}} = 5850$ ,  $\log g = 0.7$ )であること、そのSEDは赤外超過を持ちRV Tauのそれと似ていること、またelement abundanceの分布の特徴からRV Tauの仲間とされて来た(De Ruyter+2006)。ところが Klochkova+2007はこれらの描像に疑問を投げかけている。この星の恒星進化上の位置づけは謎である。

我々はこれまでの研究とは違うアプローチからQY Sgeについて調べた。QY SgeはDSS2のblue print上で星雲を従えている。UBVRバンドの測光観測から星雲の特徴を明らかにしてみることにした。またCOガス輝線の観測を行い、星周星雲のkinematicsなどを調べた。

## 2. Optical Imaging Observations

木曾シュミット望遠鏡を用いたUBVRの撮像観測を2010年9月に行った。BVR3色画像(図1)から約30秒角の広がりを持つ青白っぽい双極状の星雲であることが判る。またIRSFを用いたJHKsの測光観測も2011年6月に行った(表1)。分光観測から推定された中心星のSp型はG0の超巨星で、観測された見かけのSEDとの比較から $A_v = 1.2 \text{ mag}$ と推定されている(Menzies+1988)。星周星雲による赤化と星間赤化を受けている(図2)。一方双極星雲の方は、星周星雲による赤化の効果は少なく星間赤化のみを受けていると思われる。星間赤化の標準的な銀緯依存性( $b = 8.5^\circ$ )と距離を500pcと仮定し、星間赤化を $A_v(\text{IS}) = 0.5 \text{ mag}$ とした。これらから赤化の影響を取り除いた各バンドでの等級と表面輝度とを求めた(表1下段)。

Table 1. Photometry Observations of QY Sge<sup>(a)</sup>

	U	B	V	R	J	H	Ks
central star	$14.63 \pm 0.05^{(b)}$	$13.63 \pm 0.05$	$12.60 \pm 0.05$	$11.95 \pm 0.05$	$10.32 \pm 0.03$	$9.27 \pm 0.03$	$7.72 \pm 0.03$
dereddened	$12.76 \pm 0.05$	$12.03 \pm 0.05$	$11.40 \pm 0.05$	$11.06 \pm 0.05$	$9.98 \pm 0.03$	$9.06 \pm 0.03$	$7.59 \pm 0.03$
nebula <sup>(c)</sup>	$> 23.17^{(d)}$	$24.78 \pm 0.08$	$24.57 \pm 0.11$	$24.37 \pm 0.12$	—	—	—
dereddened	—	$24.12 \pm 0.08$	$24.07 \pm 0.11$	$24.00 \pm 0.12$	—	—	—

(a) Observations for UBVR bands were made on 2010 Sept 13 and 14, while measurements for JHKs were carried out on 2011 June 12.  
(b) in unit of magnitude, (c) the square area shown in Fig. 1. (d)  $\text{mag}/''^2$

## 3. Radio Molecular Spectroscopy

ASTE 10-m望遠鏡を用いてCO  $J=3-2$ 輝線を観測した。膨張速度( $V_{\text{exp}} = 13.9 \pm 2.6 \text{ km s}^{-1}$ )は晩期型星の典型的な値で、RV Tau型の線幅 $5 \text{ km s}^{-1}$ より大きい。線強度と遠赤外( $60 \mu\text{m}$ )fluxとの比(分子ガス成分とdust成分の比)も $0.77 \text{ K km s}^{-1}/5.4 \text{ Jy}$ で、晩期型星の典型的な値で、RV Tau型のそれより大きい。 $V_{\text{sys}}(\text{CO}) = -24.5 \text{ km s}^{-1}$ はNa D線の中央のnarrowな成分の $V_{\text{peak}}(\text{Na D}) = -21 \text{ km s}^{-1}$ とほぼ一致する。Na D線の吸収の底部( $-38, -4 \text{ km s}^{-1}$ )のblue成分はCO輝線のblue-edgeと一致することから、典型的なP Cygni profileであることが判る(Red側は星間吸収と思われる)。

## 4. Discussion

**散乱光の波長依存性:** 表1の赤化補正後のcolorを比較する。光源である中心星のcolorは $B-R(\text{star}) = 0.97 \text{ mag}$ 、散乱光のcolorは $B-R(\text{neb}) = 0.12 \text{ mag}$ 、従って波長依存性は $B-R = 0.85 \text{ mag}$ 。Rayleigh散乱で期待される波長依存性(波長 $^{-4}$ )は $1.6 \text{ mag}$ 、Mie散乱だと波長依存性はない。観測結果はその中間という様相となった。

**QY Sgeの恒星進化上の位置付け:** (1) RV Tau型星で星雲を伴った例の報告はない。例えばSiodmiak+2008のHST撮像観測でも、観測された5つのRV Tau型星と3つのRV Tau型候補星のどれにも星雲は付随していなかった。(2) COガスの膨張速度、(3)分子ガスとdust成分の比などからも、QY SgeはRV Tauに仲間とは言えない。

むしろAGB時代のmass-loss envelopeがG型に進化した中心星からのsuperwindで吹き飛ばされているという描像により符合する。

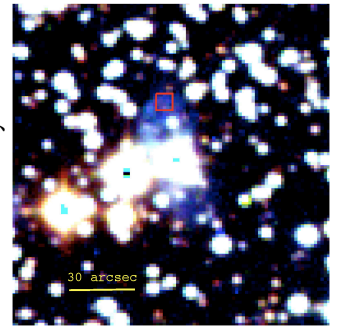


図1. 木曾シュミット望遠鏡で撮像したQY SgeのBVR3色合成画像

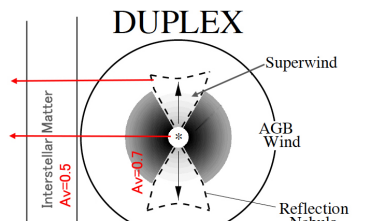


図2. QY Sgeのモデル(Ueta+2000の前期惑星状星雲のモデルに手を加えたもの)

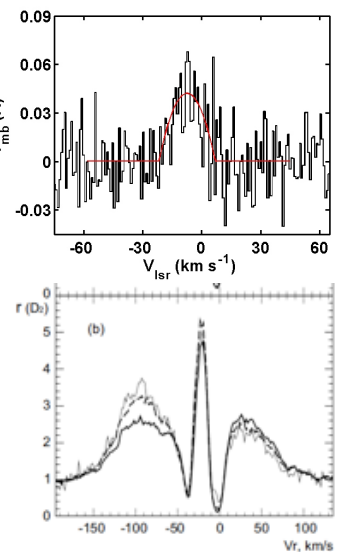


Figure 4. Profiles of the Na D (top) and D2 (bottom) lines in the spectra on August 16, 2001 at different distances from the center of the star's ins

図3. (上図) CO $J=3-2$ 輝線のスペクトル。(下図)NaのD線(Klochkova+2007)