

# 食連星 RY Per の偏光分光観測 (その 2)

## — RY Per の主星周辺物質の空間分布 —

椎名 理恵・岡崎 彰 (群馬大学)

### 1 はじめに

アルゴル型食連星 RY Per ( $P=6.86$  d) のような長周期のアルゴル型食連星では、伴星 (スペクトル型: F6) から流れ出たガスが主星 (Sp 型: B3) の表面にかすめるように衝突していると考えられている。そして、これらのガスは主星の周りにディスクを形成しているとみられている。

RY Per はこれまで紫外線領域や可視域で分光観測がなされており、Olson and Plavec (1997) は測光・分光のデータ解析を行っている。偏光観測では、Shakhovskoi (1964)、Shakhovskoy and Antonyuk (2004) が各位相での多色偏光観測について報告している。Barai (2004) は分光観測からディスクの  $H\alpha$  モデルを掲げ、ディスクの密度分布が経度方向に非一様であると述べている。

星周物質 (ディスク) の密度分布を知ることは、活動的なアルゴル型食連星の性質を議論する上で重要な鍵となる。本研究では、主極小前後の時間的に密な偏光データ及び測光データより、星周物質の分布方向を推定すると共に、特に偏光データを基にしたモデルと比較し、物理量を得ることを目的とした。

なお、本観測は HBS グループの協力を得て行われたものである。

### 2 観測

2007 年 11 月 24 日、2008 年 11 月 1 日～2009 年 1 月 16 日の 7 夜、群馬大学荒牧キャンパスで 30 cm シュミットカセグレン望遠鏡と冷却 CCD カメラ ST-9XE により、CCD 測光観測を行った。 $B$ ,  $V$ ,  $R$  フィルターを使用し、比較星には TYC 3300.1877.1 ( $V=10.41$ ) を採用した。

2007 年 11 月 23 日～12 月 5 日の 7 夜、2008 年 11 月 1 日～11 月 13 日の 4 夜、国立天文台岡山天体物理観測所の 188cm 鏡に低分散偏光分光測光装置 (HBS) を装着し、RY Per の偏光分光観測を行った。上記の 2007 年の測光観測は、この偏光分光観測との同時観測という位置づけで行われた。

### 3 結果とその解釈

#### 3.1 CCD 測光観測の結果と 2007 年、2008 年の比較

群馬大学で行った CCD 測光観測より得られた光度曲線を、図 1 に掲げる。見やすくするために、 $B$ ,  $R$  にそれぞれ  $-0.7$  等,  $+0.7$  等を加えてある。 $B$ ,  $V$ ,  $R$  と長い波長域ほど、2007 年と 2008 年の等級の系統差が目立っている。この系統的なずれは  $R$  で 0.1 等程度に達する。 $R$  フィルターにおける 2 つの比較星の相互の系統差は 0.02 等以内なので、この違いは実際の変化を表していると考えられる。

#### 3.2 偏光観測の結果と星周物質の分布方向

主極小付近で偏光分光観測できた位相を、図 1 の下部に示した。2008 年は天候に恵まれず、主極小付近のデータはほとんど得られなかった。主極小付近の偏光データを  $qu$  平面上に、波長別

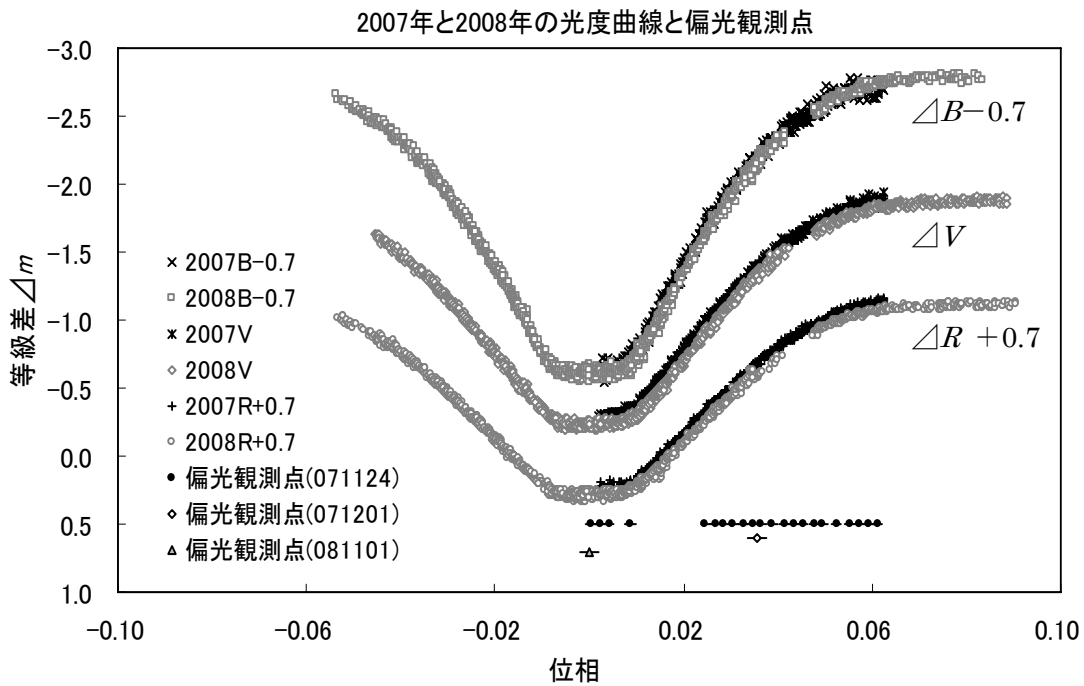


図1 2007年, 2008年の光度曲線と偏光観測点

にプロットしたものが図2, 図3である。

天球上に投影された主星周辺物質の幾何学的分布が、主星の周りに等方的でなく、一定方向に延びるような形となっている場合、観測される散乱光の偏光位置角  $\theta$  は、星周物質の分布方向と垂直の向きとなっている。したがって偏光位置角  $\theta$  が決まれば、星周物質の天球上の分布方向を知ることができる。そこで  $qu$  平面上に近似直線を引き、偏光位置角  $\theta$  を求めたところ (図2, 図3)、2007年と2008年では、約  $16^\circ$  異なっていることがわかった。

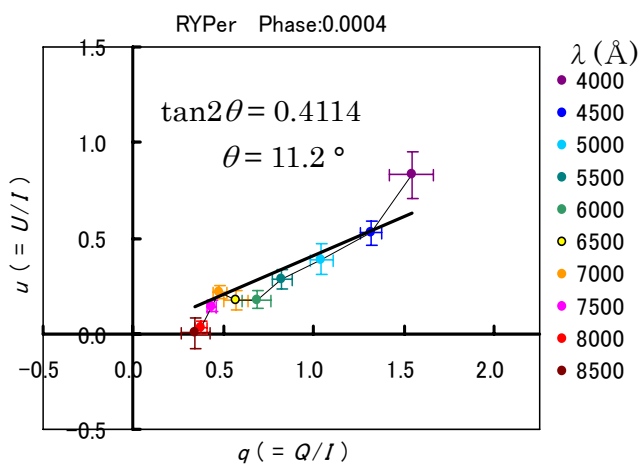


図2 位相0.0004における偏光位置角  $\theta$  の推定 (2007年)

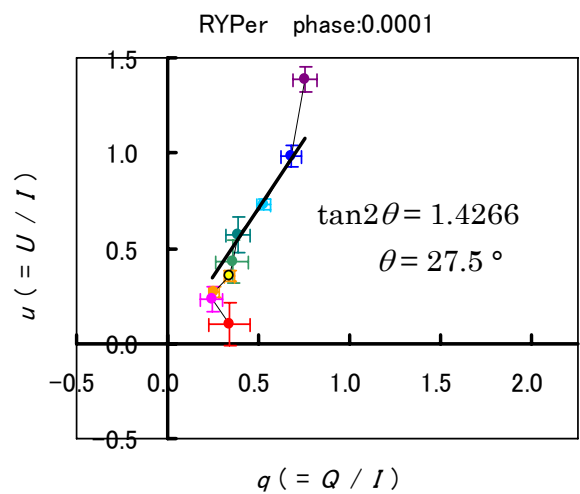


図3 位相0.0001における偏光位置角  $\theta$  の推定 (2008年)

## 4 考察

### 4.1 モデルとの比較

主星の周囲の円盤ディスクによって主星からの光が電子によって **single scattering** されていると仮定して簡単なモデル計算を行った。観測で得られた偏光データの波長  $4500\text{\AA}$  ( $B$ ),  $5500\text{\AA}$  ( $V$ ),  $6500\text{\AA}$  ( $R$ ) でフィッティングした。 $B$  フィルターのフィッティング結果を図 4 に示す。どのフィルターも 2007 年のデータについては、位相  $0.03\sim 0.05$  あたりを除けば、かなり良い一致を示す形になった。2008 年のデータが少ないので確定的なことは言えないが、データ点を見ると、2007 年と 2008 年では系統的にずれているように思われる。

計算に用いた値は表 1, 表 2 のとおりである。主星の比半径、伴星の比半径、軌道傾斜角、質量比は Olson and Plavec (1997) より引用し、主星の光度比は本研究の測光観測の結果より決定した。●は固定値である。表 2 の各フィルターそれぞれに得られたディスクパラメーターを見ると、ディスクの外半径、厚み、電子密度は互いに非常に近い値となって求まっている。これらは、本来フィルターに関係なく同じ値になるべきものなので、かなりよい結果といえる。

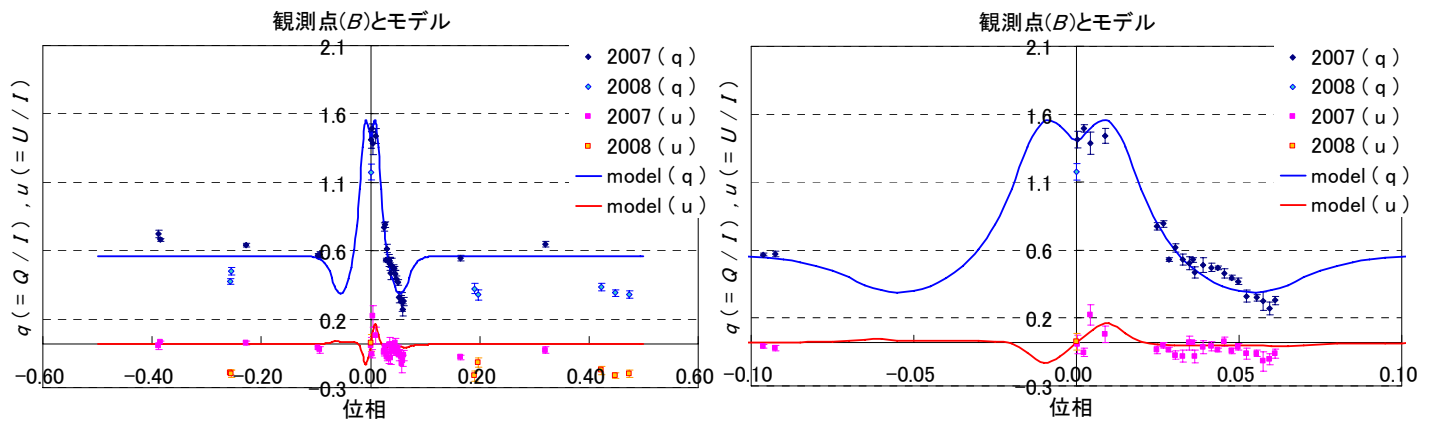


図 4 モデル計算の結果 ( $B$ ) (左: 全位相, 右: 主極小付近)

表 1 計算時の恒星パラメーター

恒星パラメーター (●は固定値)	
●主星の比半径 $r$	0.142
●伴星の比半径 $r_2$	0.26
●軌道傾斜角 $i$	$83.0^\circ$
●質量比 ( $m_s / m_p$ )	0.256
●主星の光度比 $I_p$	$B:0.862$
	$V:0.773$
	$R:0.716$

表 2 計算時のディスクパラメーター

ディスクパラメーター (●は固定値)	
●内半径 $r_{in}$	0.142
外半径 $r_{out}$	$B:0.38, V:0.35, R:0.35$
厚さ $d$	$B:0.14, V:0.14, R:0.14$
電子密度 $N_e$	$B:9.0 \times 10^{11}$ 個 / $\text{cm}^3$
	$V:10.3 \times 10^{11}$ 個 / $\text{cm}^3$
	$R:9.5 \times 10^{11}$ 個 / $\text{cm}^3$
●密度分布の式	$\rho \propto r^{-2}$

### 4.2 星周物質の分布方向

2007 年と 2008 年では星周物質の分布方向に大きな差が見られた。ここで、先行研究である Shakhovskoi (1964)、Shakhovskoy and Antonyuk (2004) が求めた星周物質の分布方向とともに、表 3 に掲げる。なお、観測される散乱光の偏光位置角と垂直方向に星周物質があると考

えられるので、図 2, 図 3 で推定した値に  $90^\circ$  加えてある。

Shakhovskoi (1964)、Shakhovskoy and Antonyuk (2004) の結果と、本研究の 2008 年の結果は、近い値を示している。しかし 2007 年は他の年と  $10^\circ$  以上も離れており、傾向が異なっている。すなわち、2007 年だけ星周物質分布方向の傾きが大きく異なっていたと解釈できる。

本稿のモデル計算でも仮定したように、星周物質の分布面は一般に、連星の公転面と一致していると見なされることが多い。そうであるとすれば、公転面の傾き（天球に投影された位置角）が 2007 年～2008 年の 1 年間で大きく変化したことになる。しかし力学的には公転面の傾きは非常に安定したものであり、あるシーズンだけ傾きが変わったとは考えられない。また、本当に公転面の傾きが変化したのであれば、一般には軌道傾斜角にも反映して光度曲線にも大きな変化が現れるはずである。2007 年と 2008 年の光度曲線の比較では、光度の変化は確かにあった。しかし、その変化量は、仮に公転面の傾きに起因するものと見なしたとしても、 $0.2\sim 0.3^\circ$  程度の変化しか説明できない。過去の光度曲線と比較しても、大きな変化は見られなかった（図 5）。

したがって、偏光位置角が変化しているのは、ディスク面自身の分布方向の傾きの変化を反映しているものと考えられる。あるいは、複数の分布方向を持ち、それぞれの電子密度が大きく変化した可能性もある。いずれにしても、これらの事実は、RY Per の主星周囲のディスクの幾何学的分布が安定したものではないことを強く示唆している。

表 3 RY Per の星周物質の分布方向

本研究 (2007)	$101.2^\circ$
本研究 (2008)	$117.5^\circ$
Shakhovskoi (1964)	$113.7^\circ$
Shakhovskoy and Antonyuk (2004)	$\sim 115^\circ$

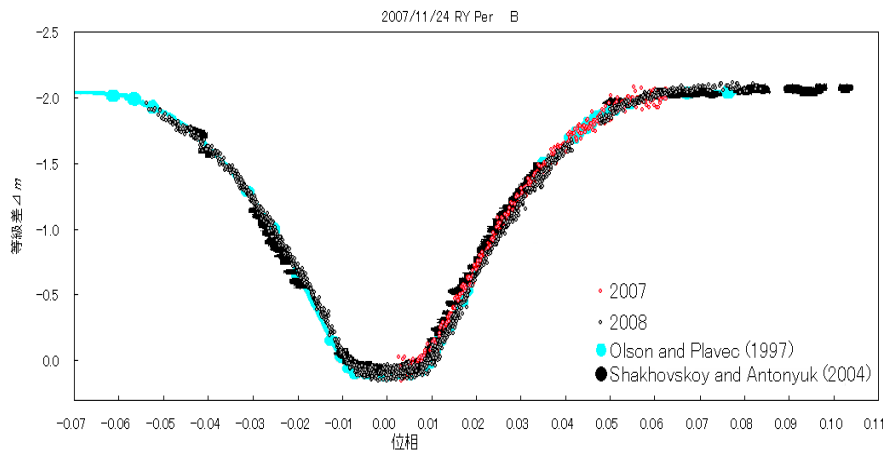


図 5 先行研究と本研究の光度曲線 (B フィルター)

### 主な参考文献

Barai, et al. 2004, AJ, **608**, 989

Olson, E.C., and Plavec, M.J. 1997, AJ, **113**, 425

Shakhovskoi, N.M. 1965, AJ, **8**, 833

Shakhovskoy, N.M., and Antonyuk, K.A. 2004, Astrophysics, **47**, 143