

# 2重円盤期プレオネのLIPS観測

平田龍幸・秋田谷洋・他LIPSグループ

## 1. はじめに

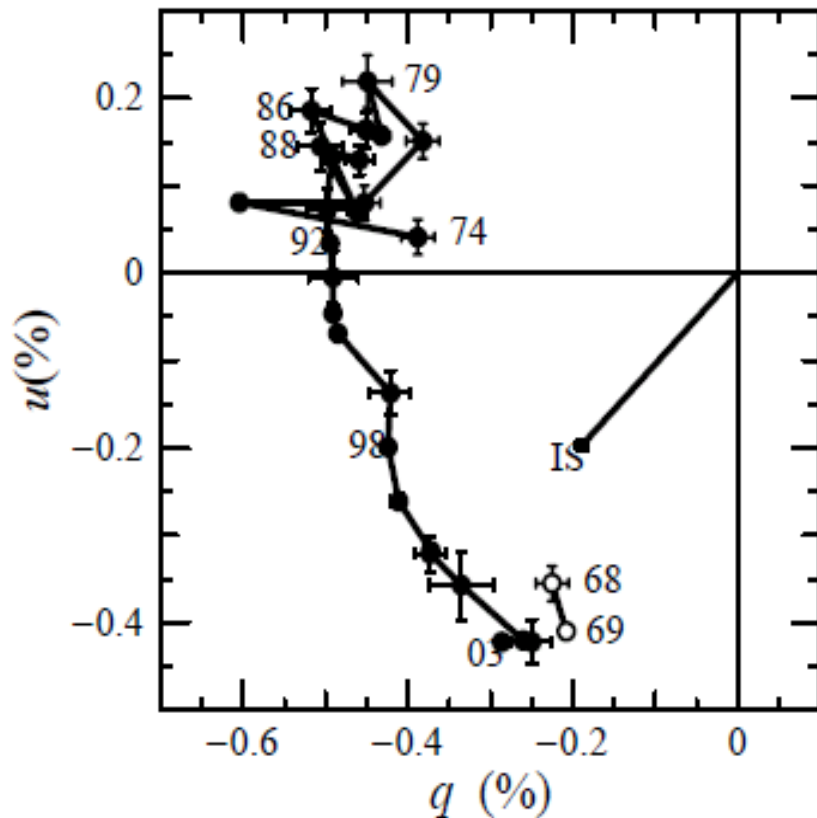
- a) プレオネ(28 Tau)はプレアデス星団に属する、高速回転しているB型輝線星
- b) 周期35年の分光・測光・偏光のドラマチックな長期変動がある。
- c) Katahira & Hirata (1990: PASJ 48, 317)はshell lineの視線速度変化から周期218dのsingle-line spectroscopic binaryであることを発見。Nemravova et al.(2010: A&A 516, A80)がH $\alpha$ 輝線から確認。
- d) Hirata(2007: ASP Conf. 361, 267)は堂平・岡山の長期偏光観測＋他の文献データの解析から、分光連星による円盤の歳差運動を提唱。併せて、軌道面傾斜角=83.6deg、プレオネの自转轴傾斜角=62.1degを得た。(自転の向きは月掩蔽観測観測よりわかっている)。
- e) Tanaka et al.(2007, PASJ 59, L35)は2005年末に新円盤が生成され、旧円盤も散逸せず2重円盤となっていること、2007年4月までの進展を報告。速報はKatahira et al. (2007: Be Star Newsletter, 38, 19) その後の分光追跡観測から、2007年末までは2重円盤の存在がわかっている。Nemravova et al. (2010)でも2重円盤を確認。
- f) ここでは、2重円盤期と旧円盤消失期に実施された、LIPSおよびHBSによる偏光観測結果を報告する。

## 2. 2003年までの偏光モニター観測

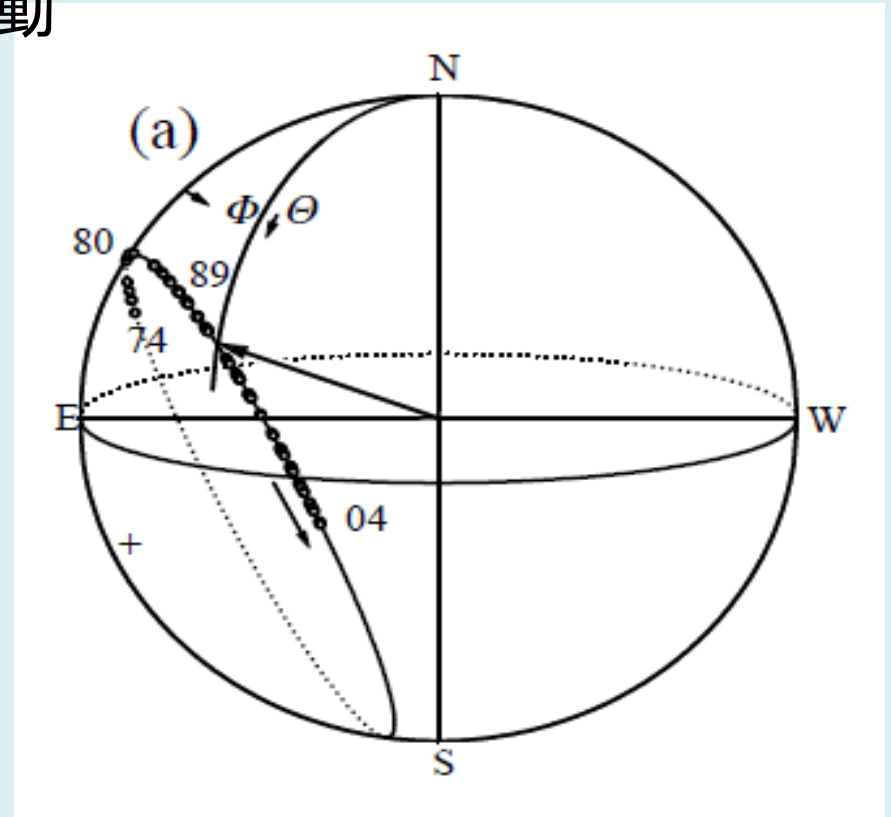
1988-2003: 堂平・岡山(MCP+HBS)

(Hirata 2007)

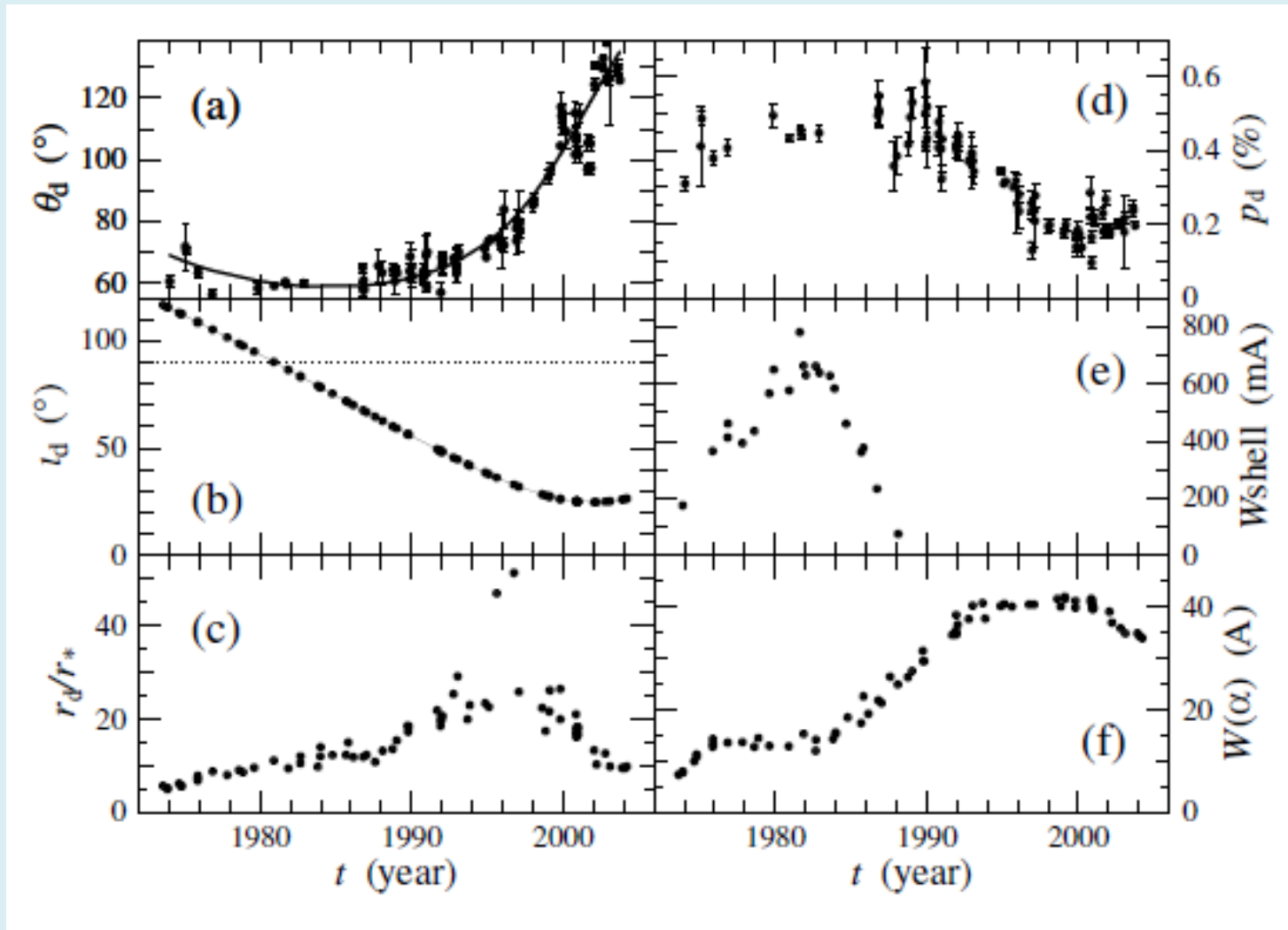
qu図上での変動(V band)



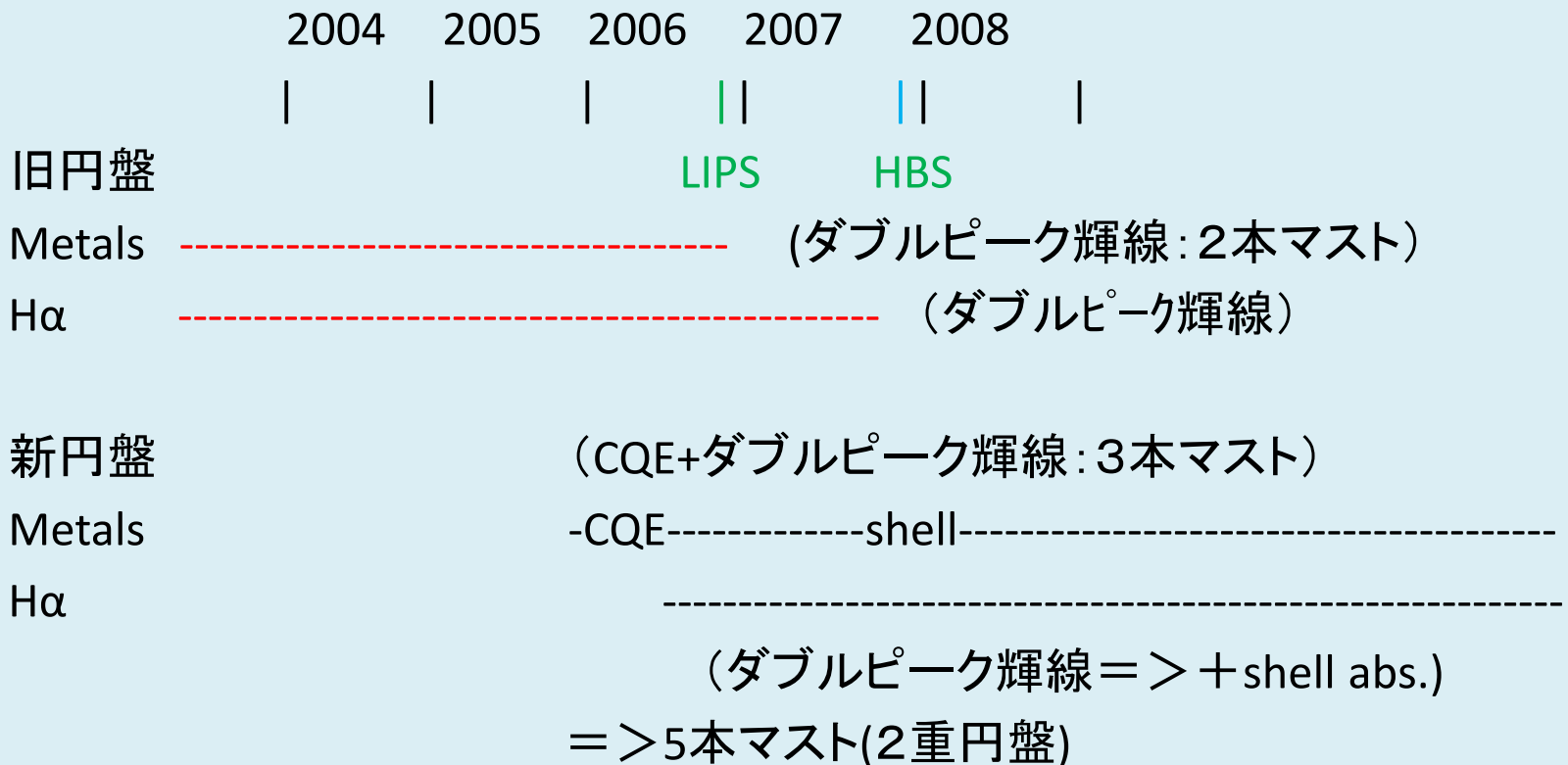
(伴星による)一様歳差運動を仮定して得られた円盤回転軸の天空上の移動



=>円盤歳差運動の導入により、ミステリアスな分光変動が解釈できた！



### 3. LIPS観測前後の分光振る舞い



\* CQE(=Central Quasi-Emission)とは円盤外径が小さいとき、回転速度場の視線速度ゼロ付近では等視線速度曲線が光球を覆いきれず、疑似輝線となる。ダブル輝線がある場合は3本の輝線のように見える。これに旧円盤のダブル輝線とあわせると、5本のピークとなる。

# 2006-2007年頃の2重円盤の幾何学

歳差運動から求められた円盤傾斜角は

旧円盤:  $i \sim 30\text{deg}$

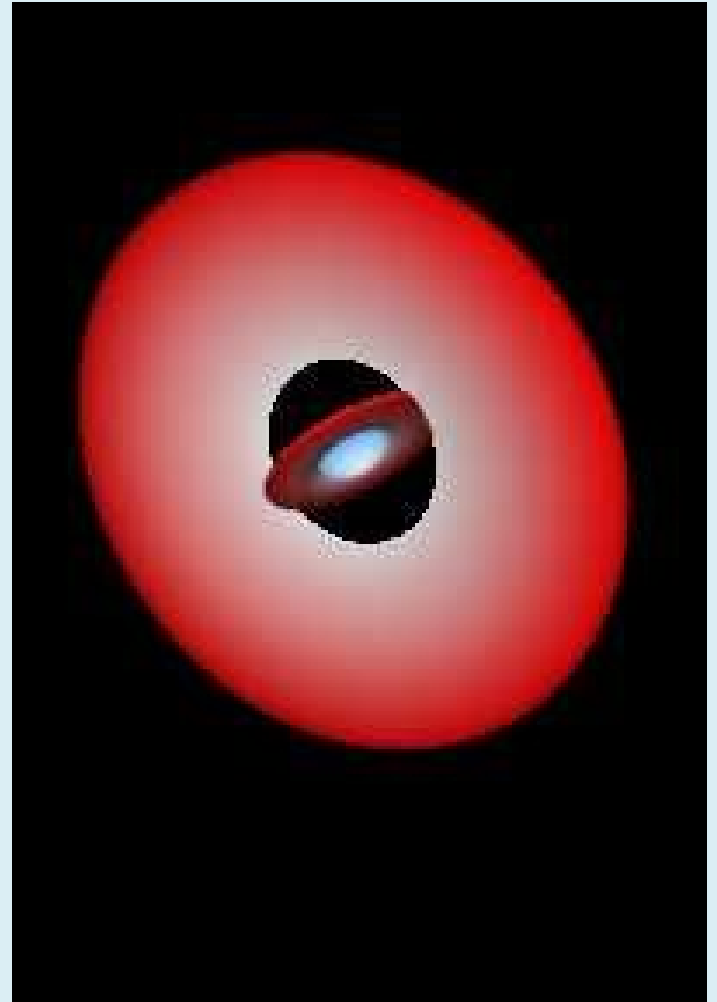
新円盤:  $i \sim 60\text{deg}$ (=プレオネ赤道面)

右図で

(小さい)新円盤は時計まわりの回転、

(大きい)旧円盤は反時計まわりの回転

偏光とHDS分光データを組み合わせた2重円盤の構造



(作画:西はりま坂元氏)

# 4. LIPS観測

## 観測諸元

- Date: 2006-11-5 2:47- HST
- Instrument: LIPS
- Telescope: UH2.2m
- Observatory: Mauna Kea Observatory
- Exposure: 90 sec x 1 set (4 frames ; HWP 0, 45, 22.5 , 67.5)
- Slit : 0.09mm slit
- Resolution :  $R \sim 8500$  ( $\Delta v \sim 35$  km/s) @ H $\alpha$
- Seeing  $\sim 0.8''$  (スペクトル断面実測)
- Weather: cloudy -> fair
- Observer: Akitaya, Ngramjit, Matsuda, Yamanouchi, Seki

# All wavelength range

## 連続光偏光(6000-7000 Å)

- 観測値

$$p = 0.30 \pm 0.05 \%$$

$$\theta = 102.3 \pm 0.5 \text{ deg}$$

$$q = -0.27 \pm 0.05$$

$$u = -0.12 \pm 0.05$$

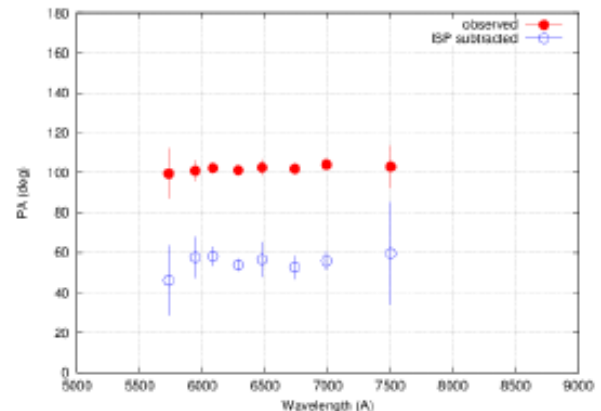
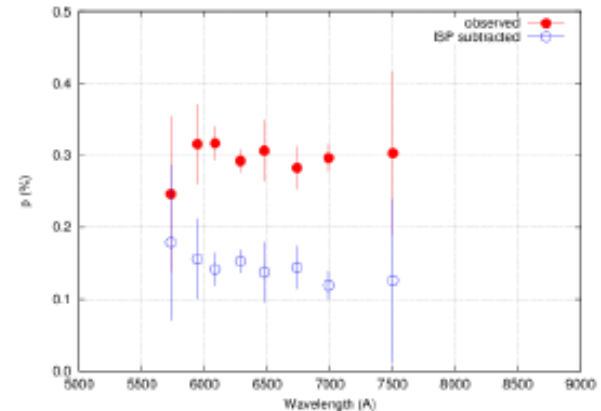
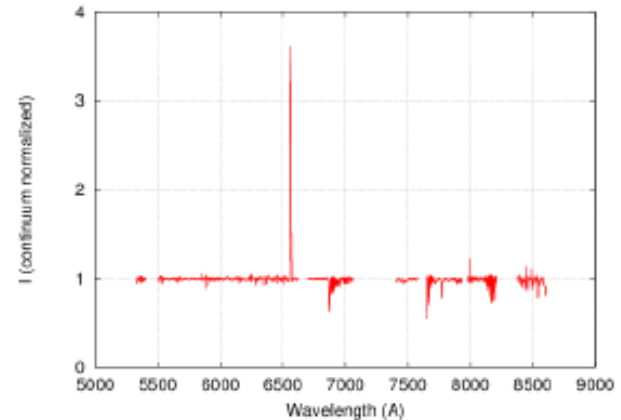
- 星間偏光補正後

$$p = 0.14 \pm 0.05 \%$$

$$\theta = 55.0 \pm 0.9 \text{ deg}$$

$$q = -0.05 \pm 0.05$$

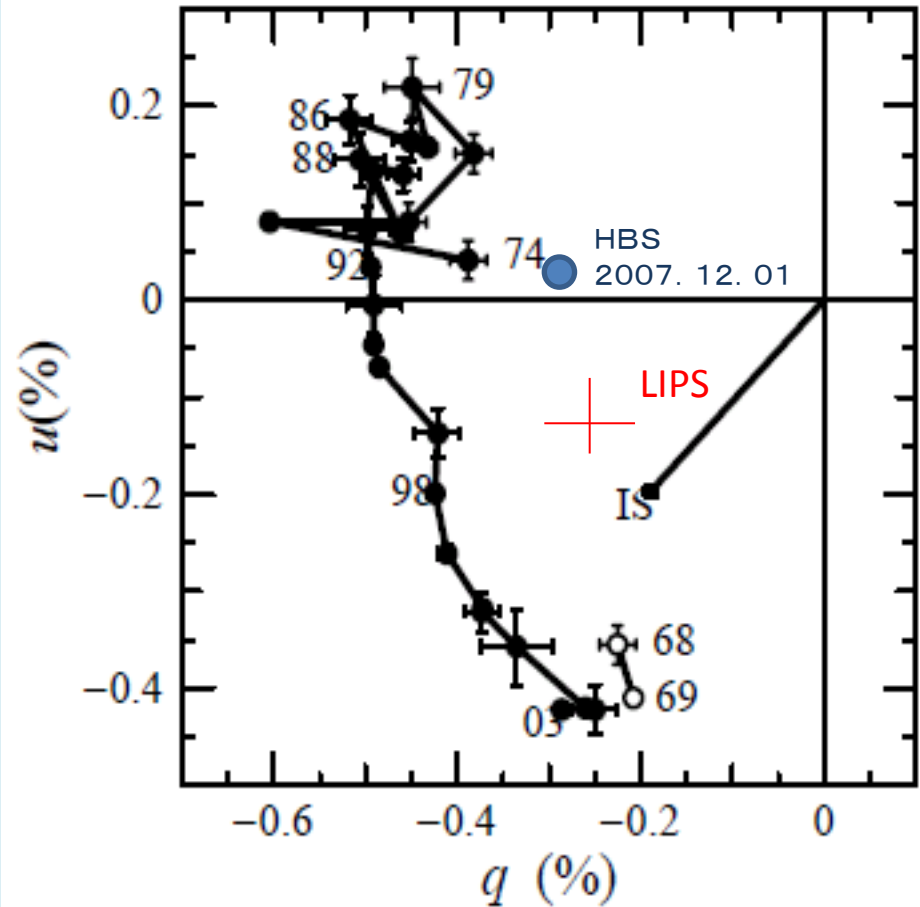
$$u = -0.13 \pm 0.05$$



# H $\alpha$ 付近の連続光偏光(LIPS)

既に**新**円盤dominant  
=>2重円盤終了期(HBS:  
岡山2007.12.01)には更に  
左上に移動し、前のshell  
期に近づく。

\* 図の1968-69の位置は  
前のshell 期直前のBe期で  
歳差運動を支持。





# Why?

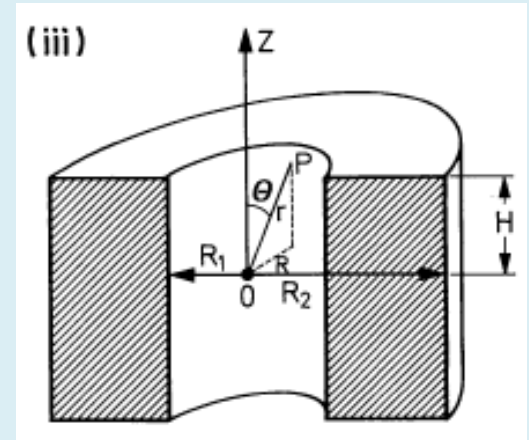
Brown & McLean( 1977, A&A 57, 141)

$$P_R \simeq \bar{\tau}(1 - 3\gamma) \sin^2 i.$$

右のannular cylinder of uniform density採用  
(円盤中点でのopening angle=30deg仮定)

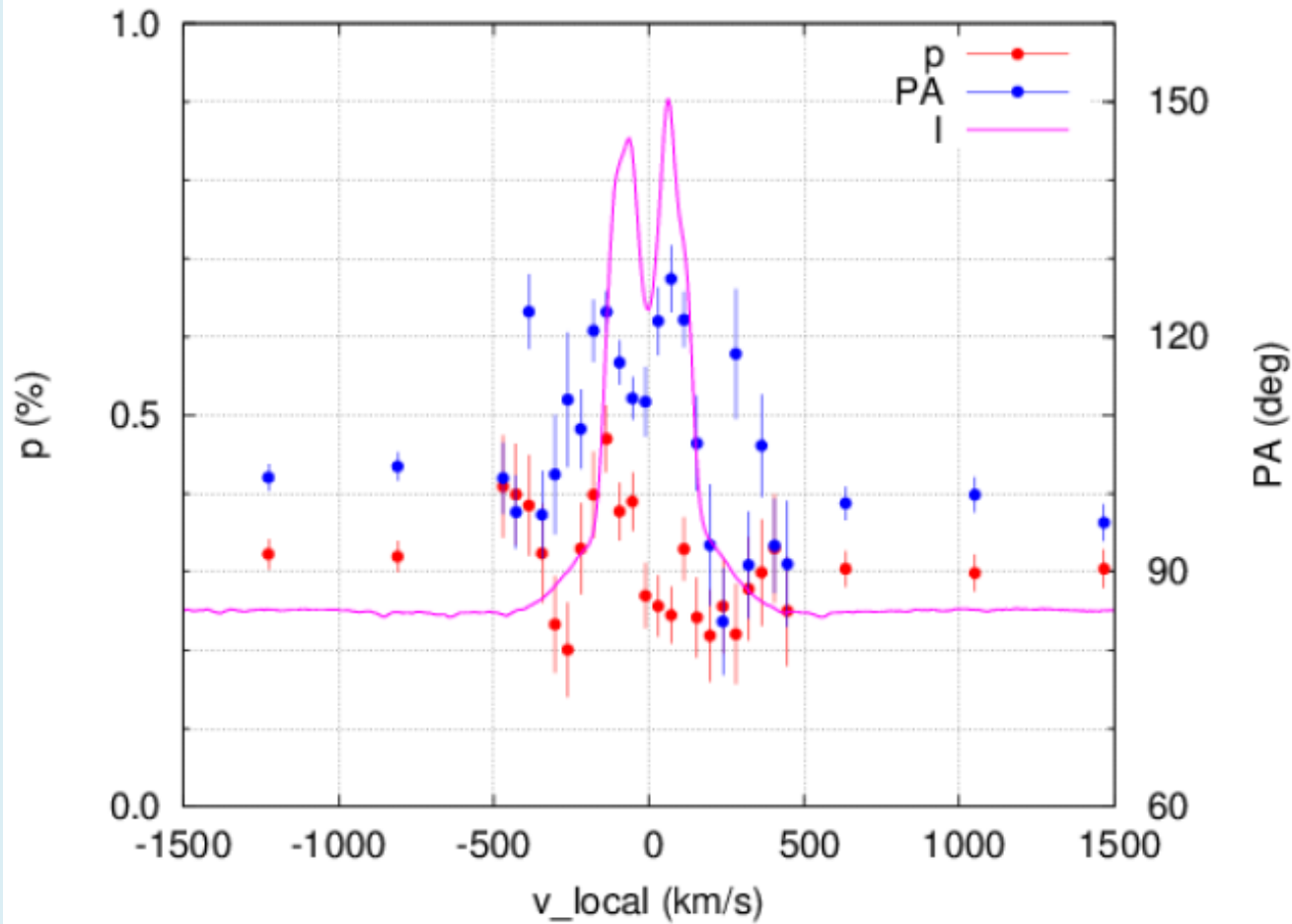
新円盤 :  $R_1=1, R_2=3, H=1 \Rightarrow \gamma=0.170; i=60\text{deg} \Rightarrow P \sim 0.37\tau_{\text{new}}$   
旧円盤 :  $R_1=3, R_2=5, H=2 \Rightarrow \gamma=0.140; i=30\text{deg} \Rightarrow P \sim 0.145\tau_{\text{old}}$

$\tau_{\text{new}} \gg \tau_{\text{old}}$  と考えられるので、 $P_{\text{new}} \gg P_{\text{old}}$



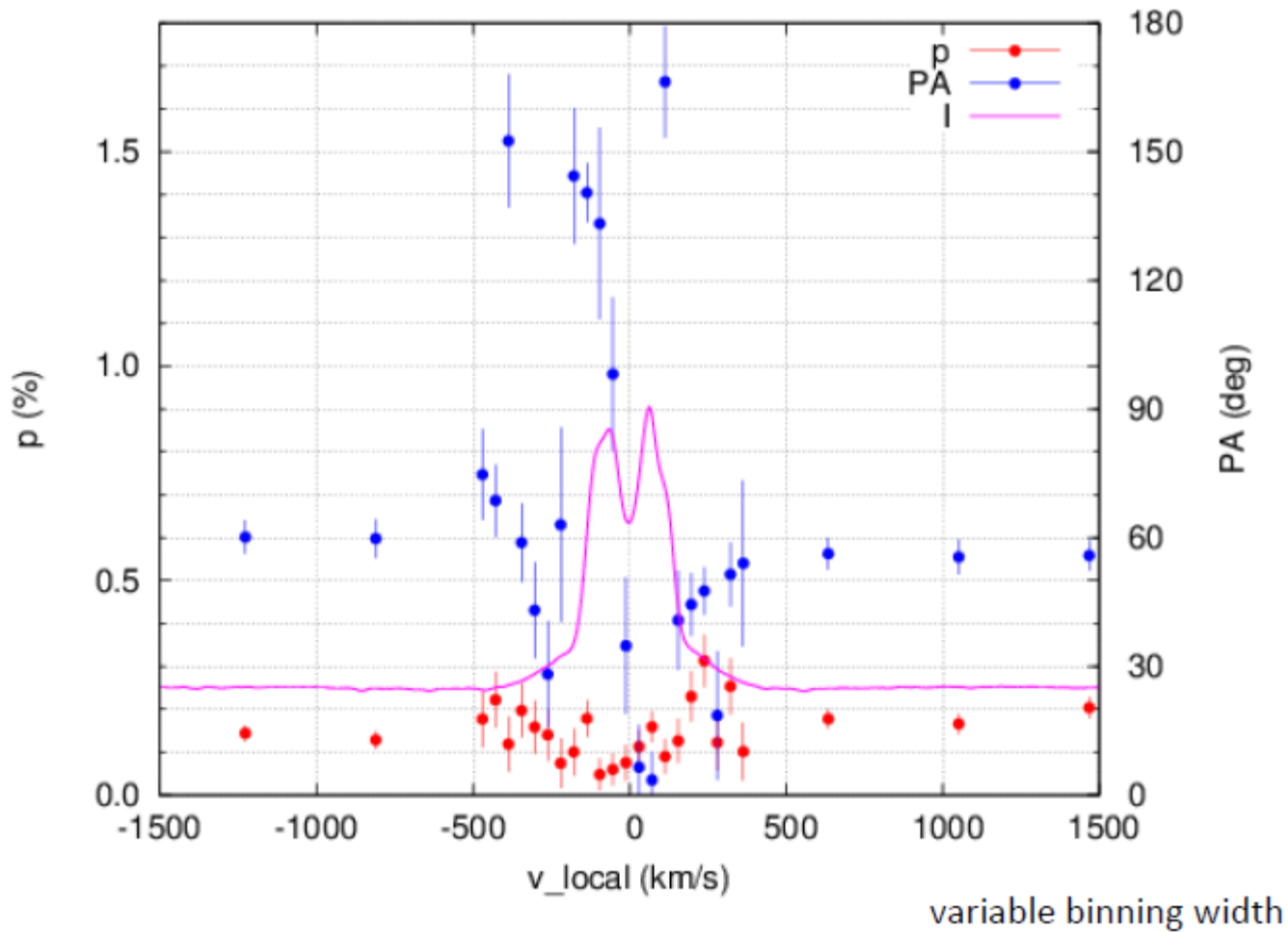
# H $\alpha$

## H $\alpha$ line (observed)



variable binning width

# H $\alpha$ line (ISP subtracted)



H $\alpha$ 内はlow pol. : PAは大きく変動

# $\gamma$ Cas ( $i=45^\circ$ )の例: single disk Poeckert & Marlborough (1977, ApJ 218, 220)

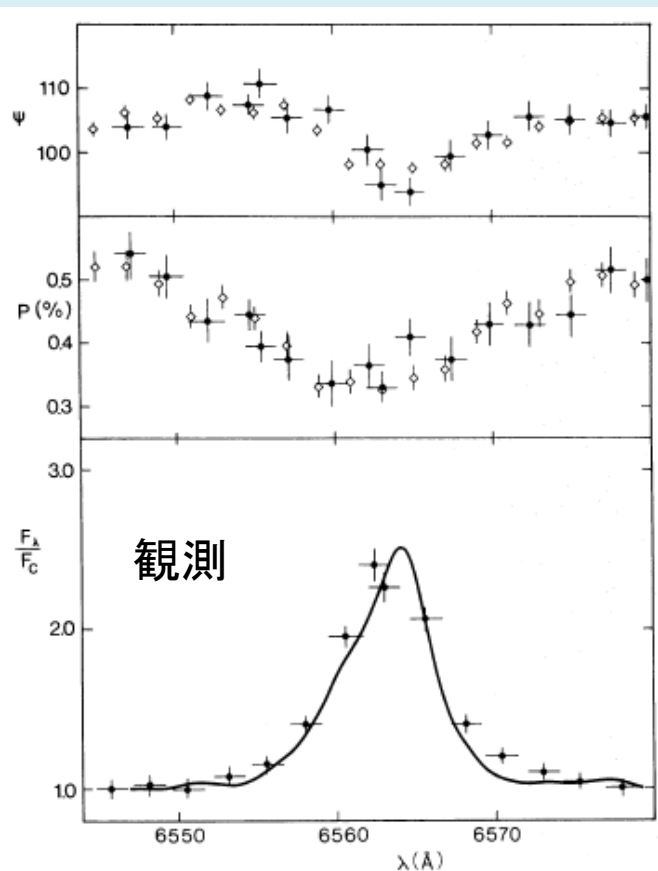


FIG. 1.—Position angle, percent polarization, and line profile of  $H\alpha$  for  $\gamma$  Cas. Filled circles represent one scan taken on 1976 October 1. Diamonds represent the mean of seven scans taken on 1974 October 21, 23, and 24; 1975 November 18; 1976 September 3 and 4; and 1976 October 1. The solid line is the line profile obtained with the UWO photoelectric line scanner on 1976 November 1.

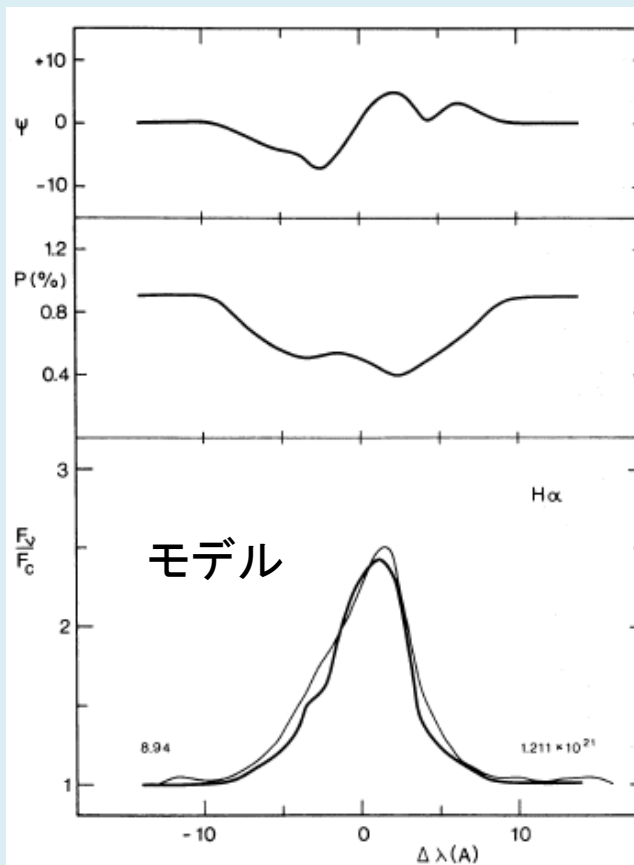


FIG. 5.—Position angle, percent polarization, and line profile for the model of  $\gamma$  Cas (inclination =  $45^\circ$ ). The light line indicates the observed  $H\alpha$  line profile. The number to the right of the profile is the predicted equivalent width, the number to the left the energy emitted in the continuum ( $\text{ergs s}^{-1} \text{sr}^{-1} \text{Hz}^{-1}$ ).

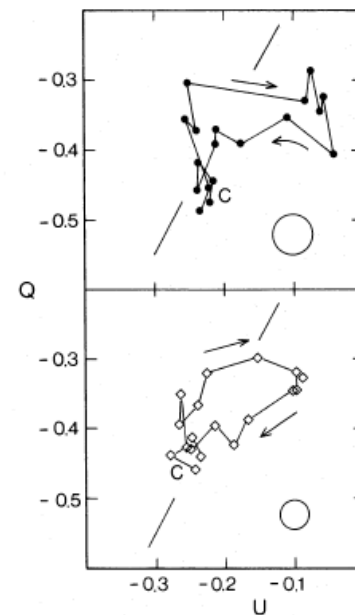


FIG. 2.—Polarization across the line in the  $(Q, U)$ -plane.  $Q$  and  $U$  are the normalized linear Stokes parameters given in percent. The filled circles are the data from 1976 October 1; diamonds are the mean data. The large circles represent the errors at the  $1\sigma$  level. The arrows indicate the direction of increasing wavelength across the line. C indicates the continuum points. The diagonal lines represent the direction of continuum polarization and presumably the rotation axis of the star.

# H $\alpha$ 考察

- 輝線部分で偏光度が小さくなるのは、第0近似として輝線は無偏光と考えればよい(消偏光)。
- しかし、円盤中で生まれたH $\alpha$ 光子は円盤形態から方向により電子散乱の度合いが異なるので無偏光ではない。
- 従って、旧円盤で生成されたH $\alpha$ 光子は旧円盤のPAを反映するので、この領域のPA $\sim$ 160degはこれに対応する可能性がある。
- 詳細な誤差解析をしてrealityを確認する必要。