Be/X線連星A0535+26 /V 725 Tauの可視光高分散分光モニター観測

森谷　友由希（京都大学）

野上　大作（京都大学）、岡崎　敦男（北海学園大学）
神戸　栄治（NAOJ/OAO）、本田　敏志（ぐんま天文台）
今田　明(鹿児島大学)
石野　祐紀子、鈴木　裕司（京都大学）

Acknowledgements:　R, HIRATA for many pieces of advice

Overview

- 2007年11月～2008年1月に岡山天体物理観測所及びぐんま天文台でBe/X線連星A0535+26/V725　Tau　の可視光高分散分光モニター観測を行った
- 近星点通過後に予測される変動は観測されなかった
- 2005年からの観測を合わせると、Be星ガス円盤の高温領域（or warped 構造）の存在が示唆された

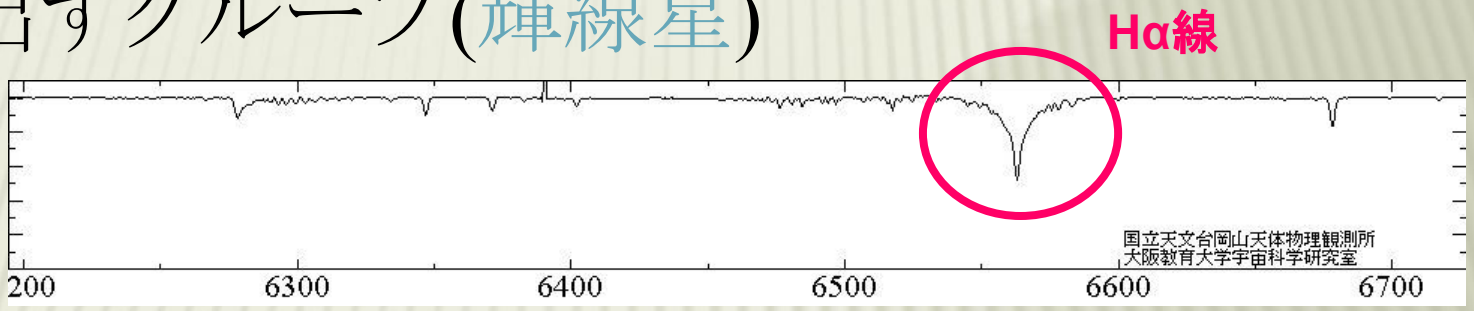
Contents

2. Introduction
   1. Be 星, Be/X線連星
3. Observation
   1. 短時間変動
   2. V/R変動・Be星ガス円盤の構造

INTRODUCTION

輝線星

- ✓ 恒星のスペクトル　…連続光 + 吸収線
- ✓ 輝線を出すグループ(輝線星)

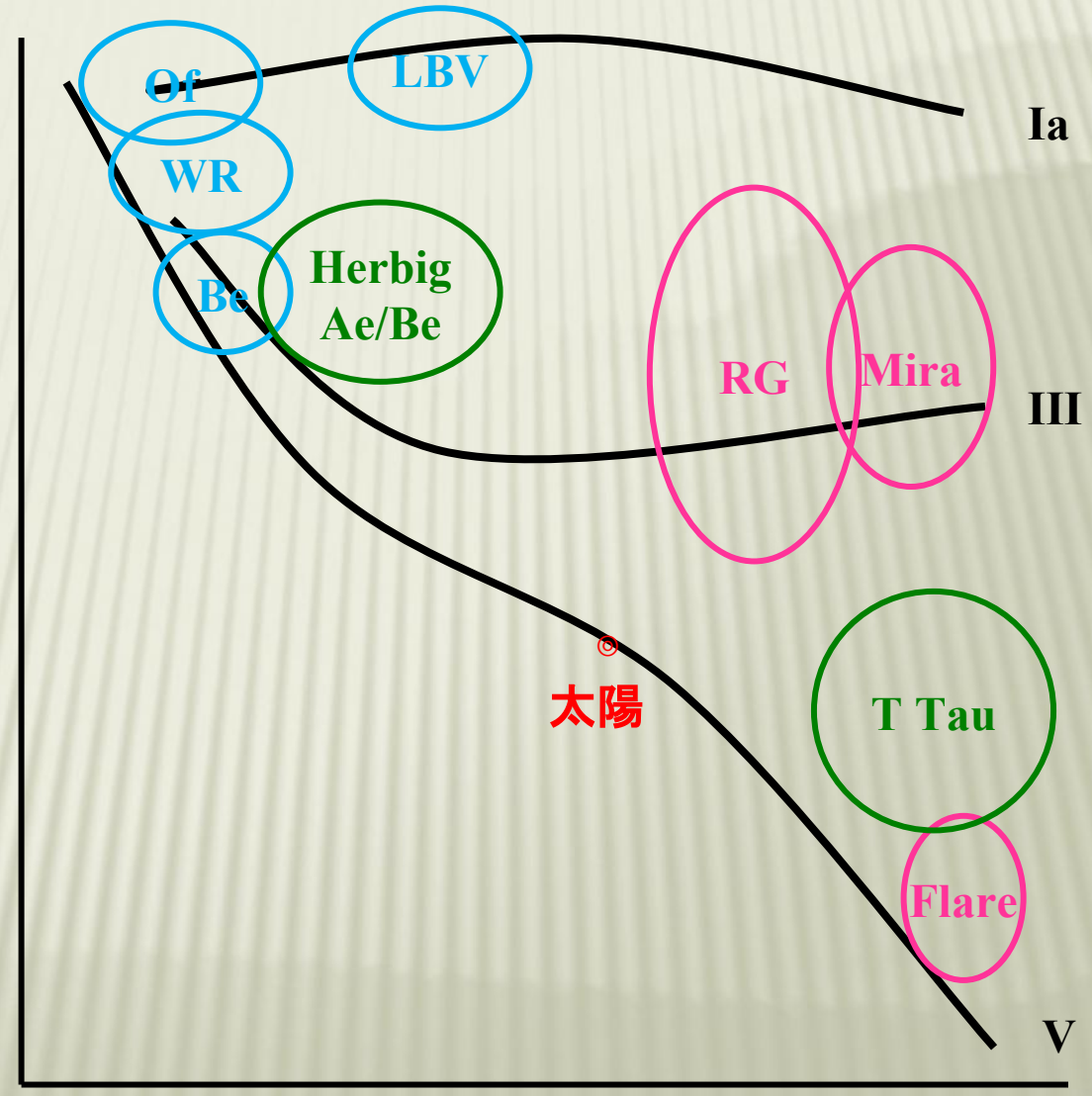


B型星のスペクトル
http://www.oao.nao.ac.jp/stockroom/extra_content/story/top/top.htm

- ✓ 前主系列星　…　T Tauri　星、Herbig Ae/Be 星
- ✓ 晩期型　　…　フレア星
- ✓ 早期型　…　　古典的Be星、Wolf-Rayet 星、Luminous Blue Variables (η Car)
- ✓ 連星系

HR図上での輝線星位置

- ✓ 早期型
- ✓ 晩期型
- ✓ 前主系列
- ✓ 連星



古典的Be 星　(B型輝線星)

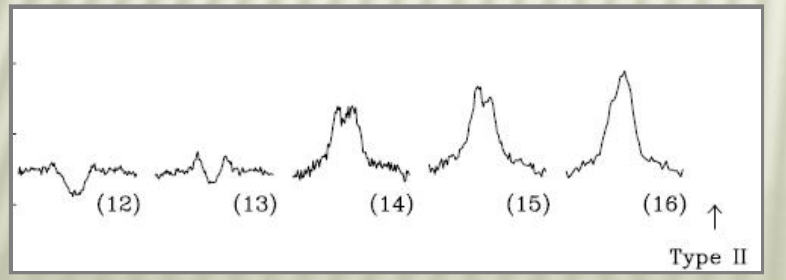
- 古典的Be 星 :”過去に1度でもBalmer 線が輝線として観測された超巨星ではないB型星” (e:emission)
- 高速自転 (数 100 km/s)
  - 臨界速度に近い: 赤道面上で重力 ～ 遠心力
- 光球 (吸収線) + Be星ガス円盤 (輝線)
- 何故・どのようにBe星ガス円盤が形成されるのかは未だに解決されていない

  =>『高速回転している』ことが(多分)要

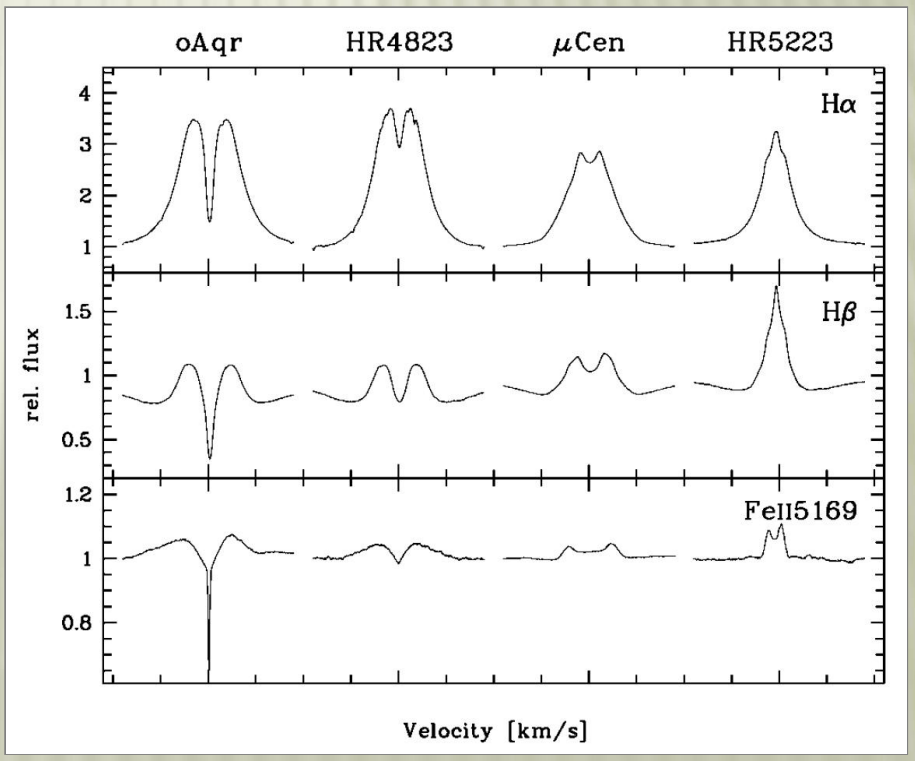
古典的Be 星　(B型輝線星)

- 輝線は軌道傾斜角による: single-peaked profile, double-peaked profile, shell profile
- 輝線は消失・再現することがある

  ===>Be星ガス円盤の消失・再現
- Line Profile Variability (LPV)やV/R比変動



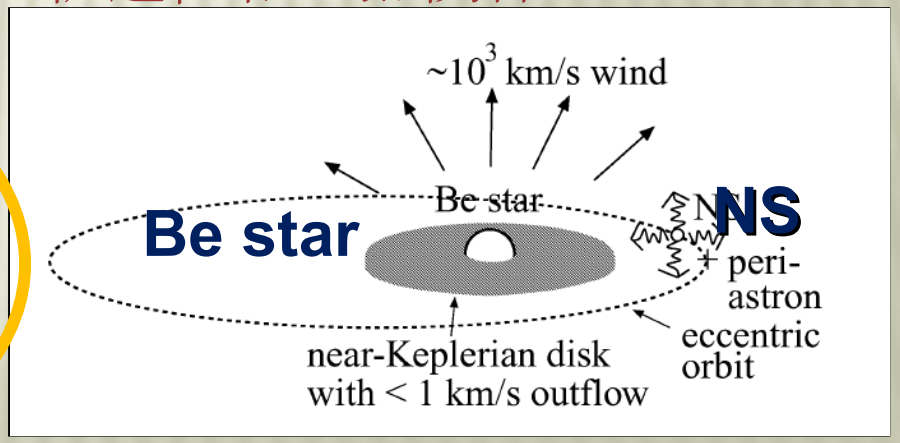
I. Negueruela et al. (2001) :V635 Cas



J. M. Porter & T. Rivinius (2003)

Be/X線連星

- Be星 + コンパクト星 (NS) : 2 discs
- 軌道離心率が小さくない (> 0.3)
- Be星ガス円盤から中性子星へ質量降着 =>X線アウトバースト
  - normal (Type I) ($L_X \sim 10^{36}$erg/s) : 近星点通過後
  - giant (Type II) ($L_X > 10^{37}$erg/s) : 軌道位相に無関係
- Be星ガス円盤と中性子星との相互作用に軌道位相依存性(Okazaki et al. 2002)



(Okazaki et al. 2002)

OBSERVATION

A0535+26/V725 Tau

- Ariel 5 衛星が1975年に発見(Rosenberg et al. 1975, Coe et al. 1975)
- NS + O9.7IIIe (Giangrande et al. 1980)
- 軌道周期 ~111.3 days (Motch et al. 1991)
- 離心率 ~0.47 (Finger et al. 1996)

- 軌道位相 0.1 –0.2ではBalmer輝線が変動

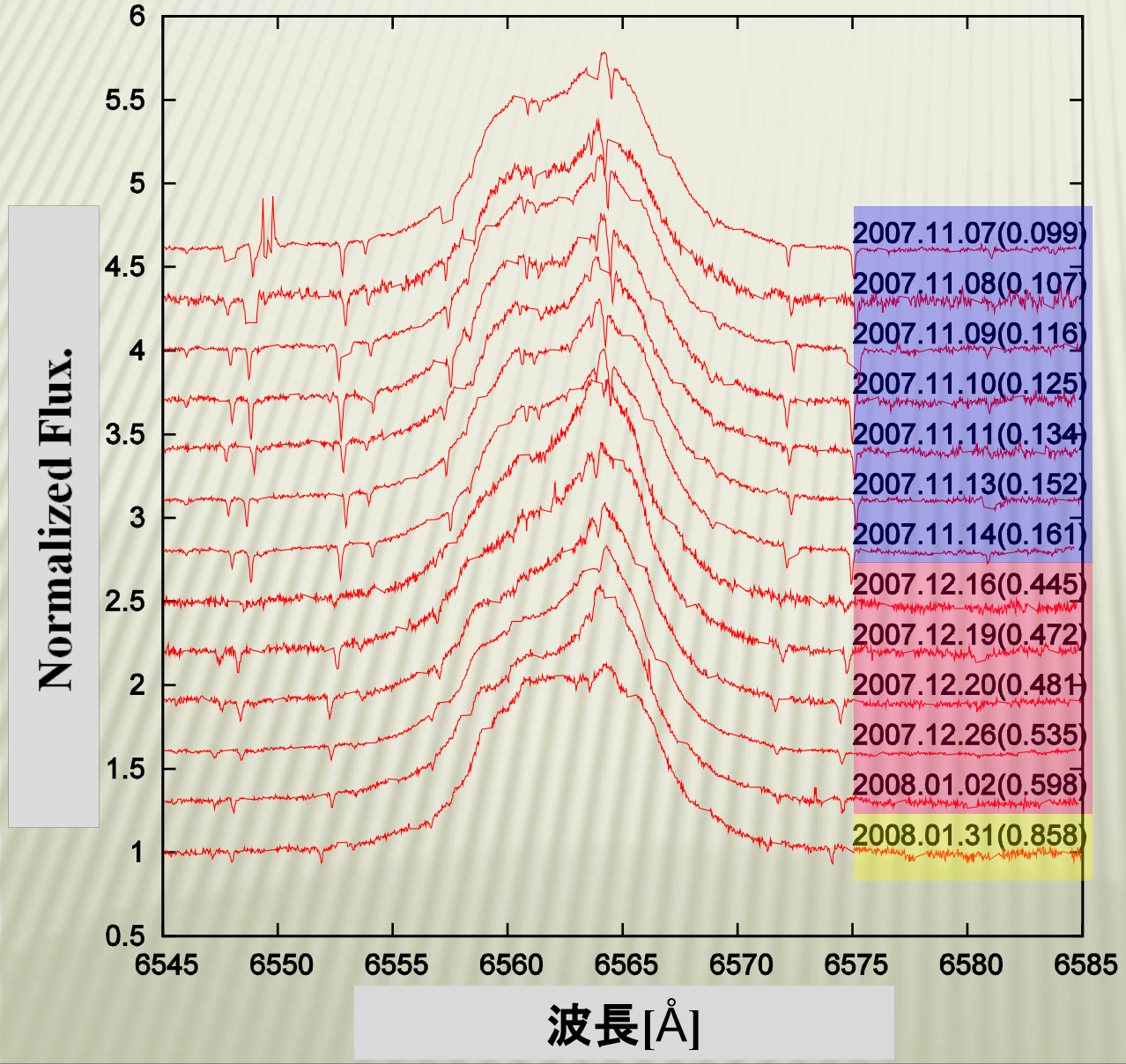
  <= Be星ガス円盤とNSとの潮汐相互作用 (Okazaki et al. 2002)

Observations' Log.

Day	Orbital Phase	Telescope	H_α	H_β
2007 Nov. 07	0.099	OAO	○	○
2007 Nov. 08	0.107	OAO	○	○
2007 Nov. 09	0.116	OAO	○	○
2007 Nov. 10	0.125	OAO	○	—
2007 Nov. 11	0.134	OAO	○	○
2007 Nov. 13	0.152	OAO	○	○
2007 Nov. 14	0.161	OAO	○	○
2007 Dec. 16	0.445	GAO	○	○
2007 Dec. 19	0.472	GAO	○	○
2007 Dec. 20	0.481	GAO	○	○
2007 Dec. 26	0.535	GAO	○	○
2008 Jan. 02	0.598	OAO	○	○
2008 Jan. 31	0.858	OAO	○	○

ＯＡＯ：岡山天体物理観測所　ＧＡＯ：ぐんま天文台

Obs. 2007 – 2008：短時間変動

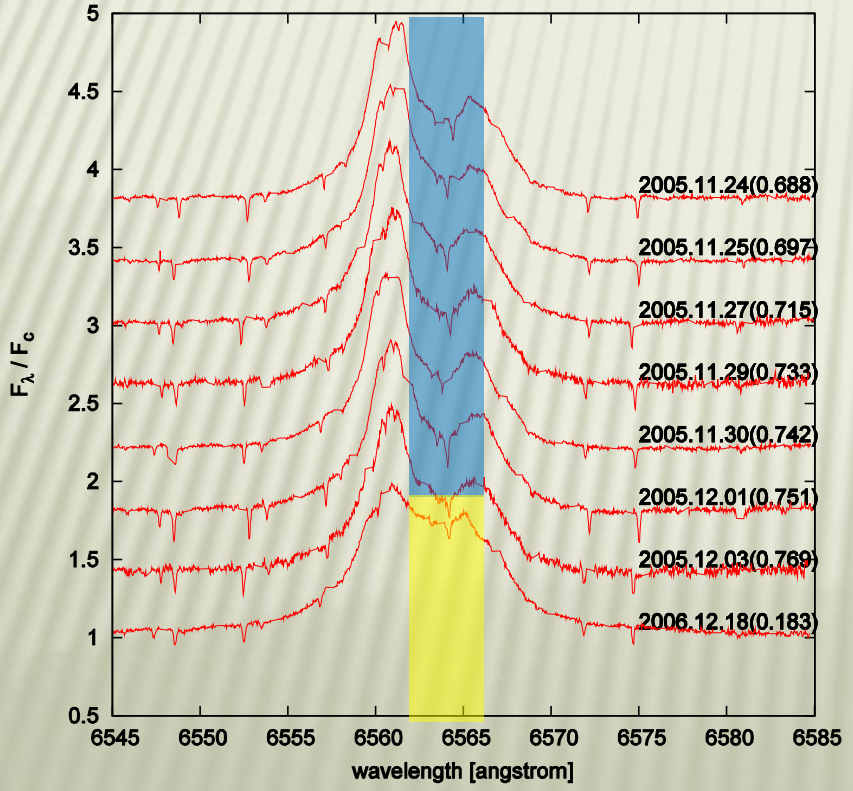


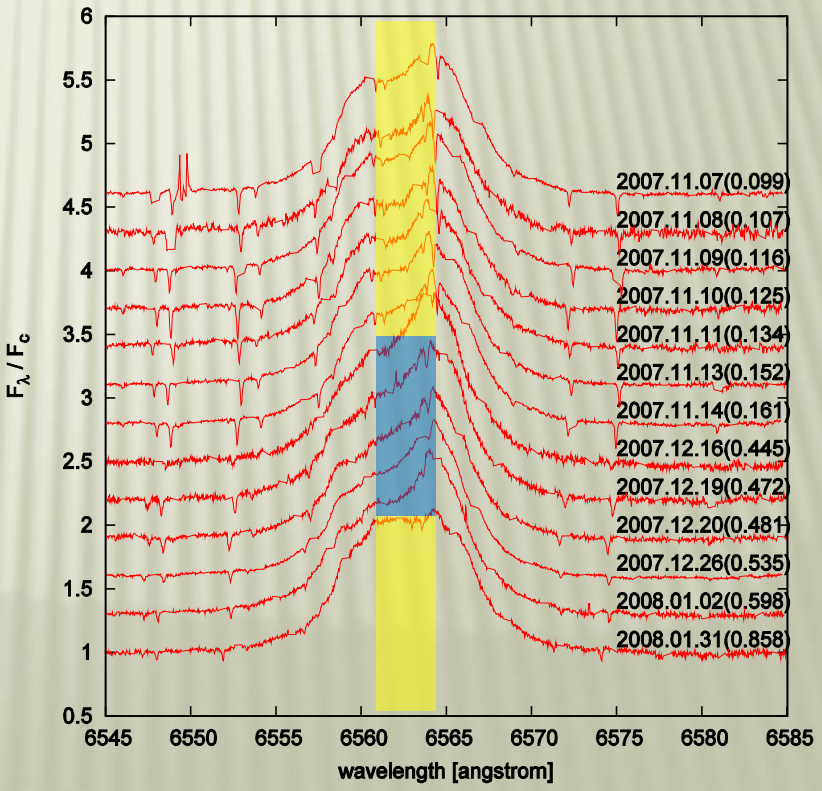
- ✓ 近星点通過後の変動は観測されなかった。
- ✓ 位相0.2 – 0.4 の期間に変動あり。
- ✓ V/R振動？

位相0.1 - 0.2
位相0.4 - 0.6
位相0.9

Obs. 2005 – 2008：長時間変動

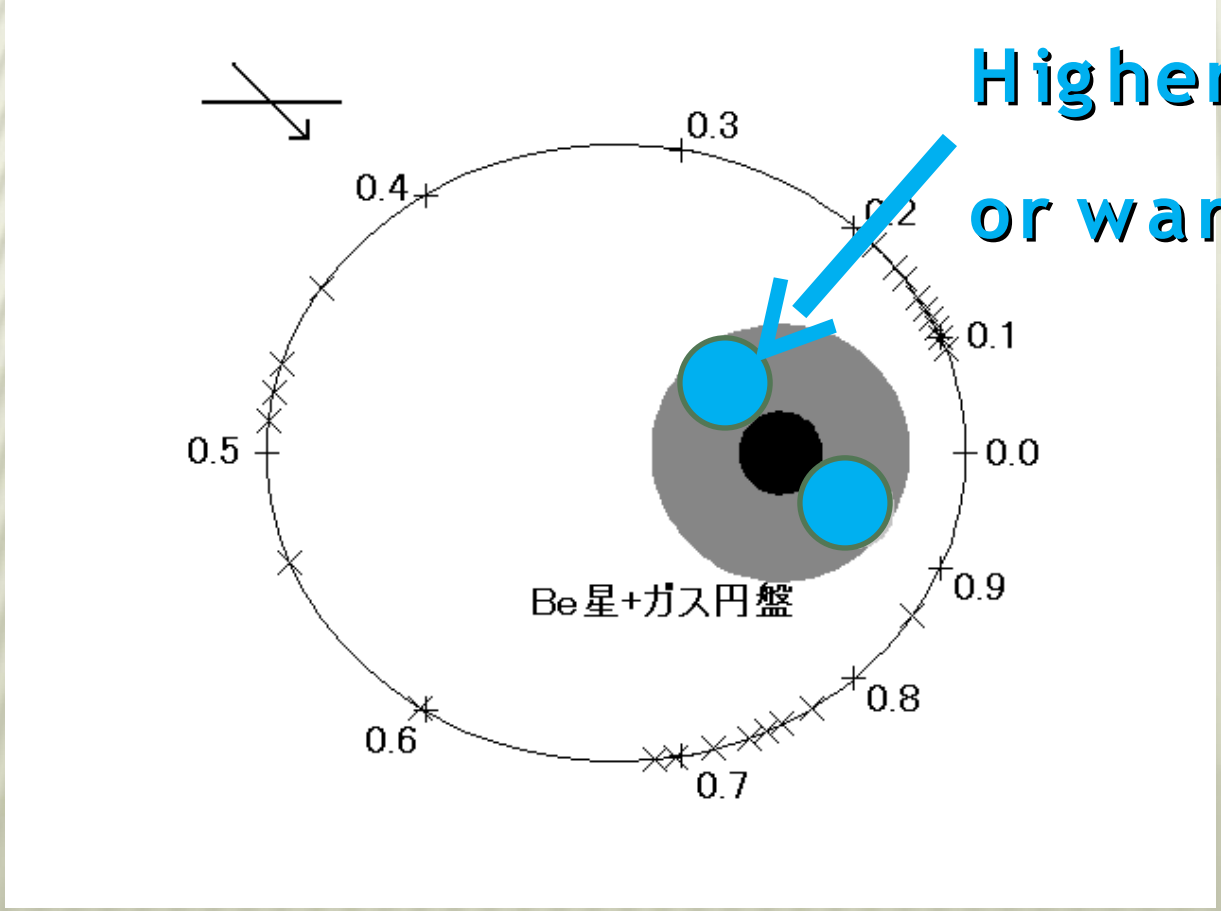
✓ 輝線の中心が強い位相と弱い位相がある。





Be 星ガス円盤の構造

- ✓ Be 星ガス円盤は非軸対称:
  - 高温領域、又はwarped 構造 !?



Conclusion & Future Work

- A0535+26 の分光モニター観測を行った。
- H alpha 線は近星点通過後に変動しなかった。
  - 潮汐相互作用は小さいのでは?
  - 他の位相?
- 2005年から2008年の観測から高温領域またはwarped 構造の存在が示唆された。

- 2008年3月にも観測=> V/R振動が確認
- 今後もモニター観測を続け、数日スケールの短時間変動から数年周期の長時間変動まで追いたい。