

Be 星星周円盤の変動から探る γ 線連星 LS I+61° 303 における高エネルギー放射機構の解明

森谷友由希(広島大学)、岡崎敦男(北海学園大学)、長滝重博(京都大学)、A. C. Garciofi (São Paulo Univ.)
[moritani@hiroshima-u.ac.jp]

1. γ 線連星と2つのモデル

《 γ 線連星》

- * 現在迄に8天体が発見... γ 線を放出
- * 大質量星 ($> 10 M_{\text{sun}}$) + コンパクト天体
- * 6つの天体から TeV γ 線が確認... 軌道位相に依る変動
- * 非常に高エネルギーな放射の起源はどこか?

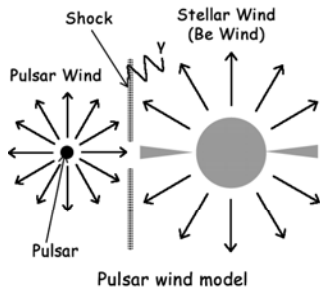
《2つのモデル》

1) Pulsar Wind Model

(e.g. Dubus 2006, A&A, 456, 801)

相対論的パルサー風と恒星風 (もしくはBe星ガス円盤)との衝突

- 電子加速
- 逆コンプトン過程
- γ 線



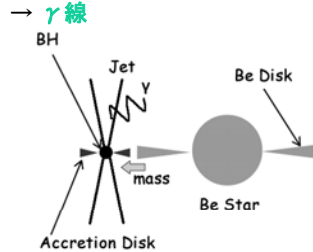
Pulsar wind model

2) Accretion Model

(e.g. Romero et al. 2007, A&A, 474, 15)

高い降着率、相対論的ジェット

- a) Leptonic model: 電子の逆コンプトン過程
- b) Hadronic model: pp interactions → 中性 π 粒子



Accretion model

* コンパクト天体・高エネルギー放射機構が確立

... PSR B1259-63 (pulsar wind model)のみ

→ 高エネルギー放射の起源を解明するには他の天体について、モデルを確立させることが必須

2. 両モデルを区別するには...

先行研究(理論・観測)

... コンパクト天体周辺(高エネルギー γ 線領域)に着目

《我々の戦略》

* コンパクト天体と大質量星(Be星)の相互作用に注目

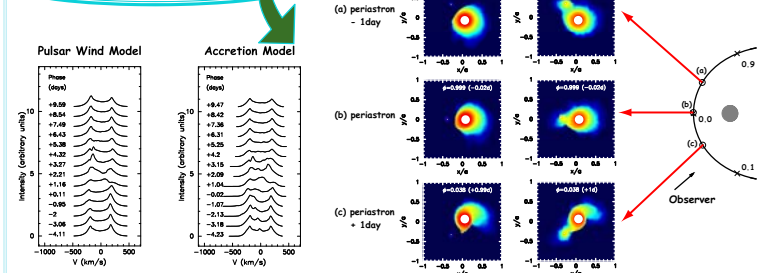
* SPH シミュレーション

→ Be星ガス円盤の構造の変化が2つのモデルで異なる: 近星点付近

→ 輝線変動も異なると予測される

→ 輝線変動をモニターすることでモデルを切り分ける!

LSI+61° 303の場合



《Be星とBe星ガス円盤》

* B型輝線星 (Be 星): 幾何学的に薄い星周円盤(Be星ガス円盤)からの輝線 (Porter & Rivinius 2003, 115, 1153)

* Be星ガス円盤... 粘性で広がる (decretion disc)

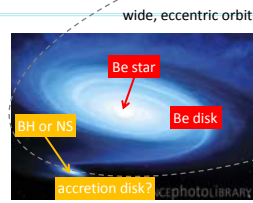
(Lee, Osaki & Saio, 1991, MNRAS, 250, 432)

* 自転速度が非常に高い (\leq 数 100 km/s)

→ 赤道方向へガスが放出されやすいのか?

3. 観測天体: LSI+61° 303

- * B0.5Ve + コンパクト天体 (unknown)
- * $P_{\text{orb}} = 26$. 日 (Aragona, C. et al. 2009, ApJ, 698, 514)
- * $e = 0.537$ (Aragona, C. et al. 2009, ApJ, 698, 514)
- * 電波 ~ TeV γ 線で変動を示す



4. 高分散分光観測

《すばる/HDS》

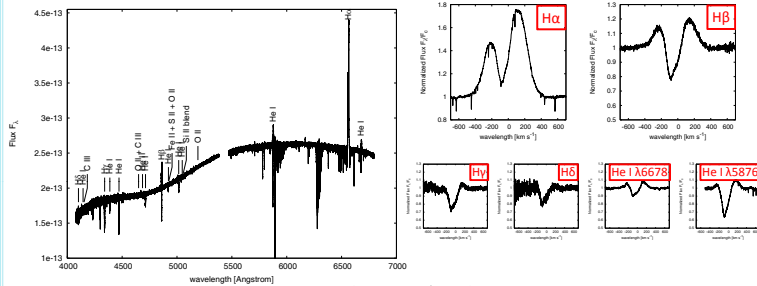
- * 2011.09.29
- * 波長範囲: 400 - 700 nm
- * 波長分解能 100,000 @H α
- * 露出時間 3600 秒
- * S/N ~ 250 @H α

《OAO/HIDES》

- * 2017.11 2009.12
- * 波長範囲: 400 - 700 nm
- * 波長分解能 $< 30,000$ @H α
- * 露出時間 ≤ 3600 秒
- * S/N ≤ 50 @H α

5. 結果

《すばる/HDSの輝線profile》



* 非対称な double-peaked profile (赤い側が非常に強い)

* 高階電離線 (e.g. C IV) は見られない

* 中心付近に小さな hump が見られる

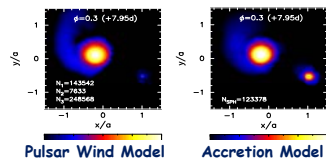
* 軌道位相 ~ 0.3 (近星点通過後 7.65 日)

... 2つのモデルから予測される Be 星

ガス円盤は殆ど区別がつかない

← 輝線変動が既に終わっている

→ 近星点付近のモニター観測が重要!

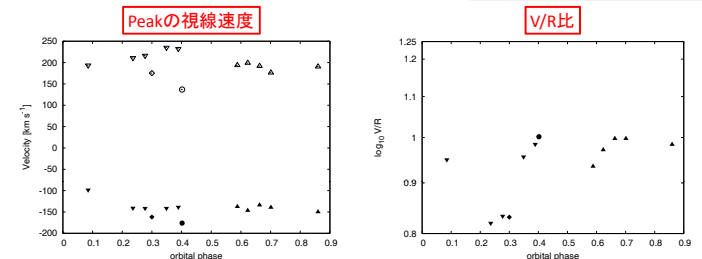


Pulsar Wind Model

Accretion Model

《HDS・HIDESの結果》

※ V/R 比... double peak 輝線 profile で、青側と赤側の peak 強度の相対比



※ マークは回帰毎に変えている

* 2007年~2011年のデータを plot

※ 観測の間隔が長いので単純な比較はできない

* 近星点付近の連続したデータはない

* SPH シミュレーション

... 近星点付近の peak の視線速度・V/R 比の変化が異なると予測

※ 予測される変動: ~ 10 km/s ... 高分散分光の必要

→ これらの変動にも注目

6. 今後の計画

《Observational Approach》

- * 近星点付近で高分散分光モニター観測
- * Be星の物理パラメータに制限をつける
 - + Be星ガス円盤の inclination ... 系の geometry に制限
 - ← 偏光分光観測
 - + Be星ガス円盤の optical depth ... 輝線の計算
 - ← 近赤外分光 (赤外超過量から推定)

《Theoretical Approach》

- * SPH シミュレーションの改善
 - + Be星ガス円盤の計算: 構造の現実性を高める
 - ← 観測から見積もった物理パラメータを使う
 - + 輝線の計算: 現実性の向上
 - ← 3-D radiation transfer code "HDUST" を使う (Garciofi & Bjorkman 2006, ApJ, 639, 1081)