

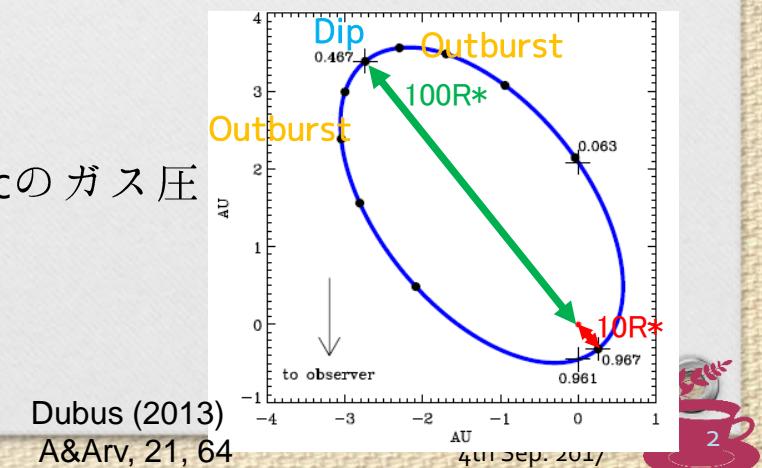
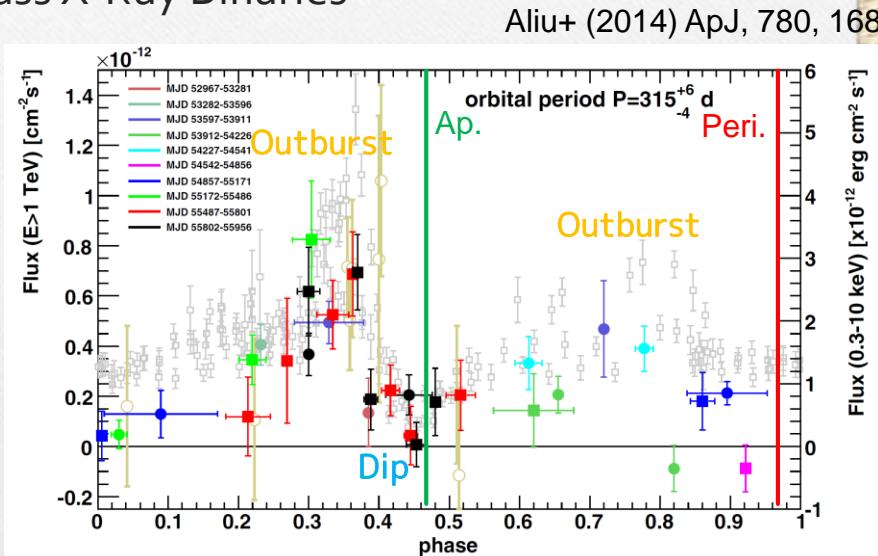
ガンマ線連星HESS J0632+057の 4年に亘るモニタリング 観測結果

森谷友由希(東京大学Kavli IPMU)

河野貴文(広島大学[OB])、河内明子、千畠翔(東海大学)、
高田順平(華中科技大学)、高橋弘充(広島大学)、
Alex C. Cacciofi(サンパウロ大学)、Daniela Hadasch(東京大学 ICRR)

ガンマ線連星 HESS J0632+057

- X線連星の内TeVガンマ線放射が卓越しているもの
 - 系内5天体、LMC 1天体：全て High Mass X-Ray Binaries
 - コンパクト天体の正体が不明...4天体
- HESS J0632+057
 - $P=315$ days; Aliu et al. 2014, ApJ, 780, 168
 - 『遠星点』で活動的
 - X線outburstsやdip
 - 輝線変動(S-shaped変動)
- Flip-flopping pulsar 説 (YM+2015)
 - Be discは非常に大きい ($H\alpha: \sim 30R_{\text{Be}}$)
 - 近星点付近：パルサー風のラム圧 < Be discのガス圧
→ パルサー風が抑止
→ 周辺物質と衝突しなくなる
→ X線で暗い



観測

- 4年の観測

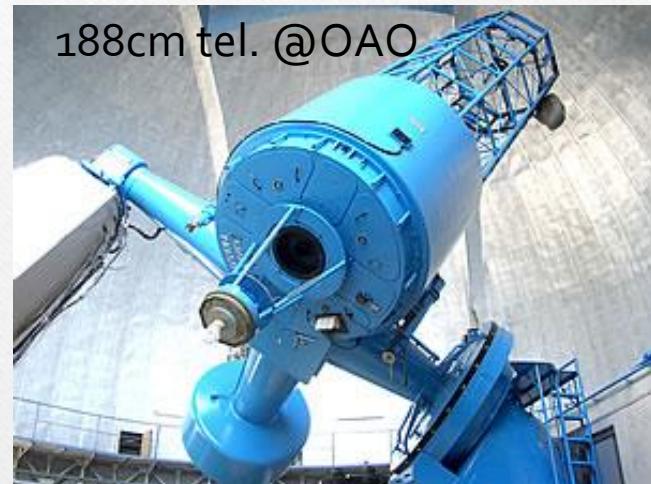
1. 2013.10 ~ 2014.04 : 14夜  flip-flopping pulsar?
 2. 2014.11 ~ 2015.04 : 17夜
 3. 2016.01 ~ 2016.03 : 6夜
 4. 2016.12 ~ 2017.04 : 9夜
- } 上記仮説の検証と
全位相カバー

- 岡山天体物理観測所/HIDES

- $R \sim 50,000$
- $\lambda \sim 400 - 680 \text{ nm}$

- Canada France Hawaii Telescope/ ESPaDOnS

- $R \sim 68,000$
- $\lambda \sim 370 - 1000 \text{ nm}$
- 最初の2年間のみ

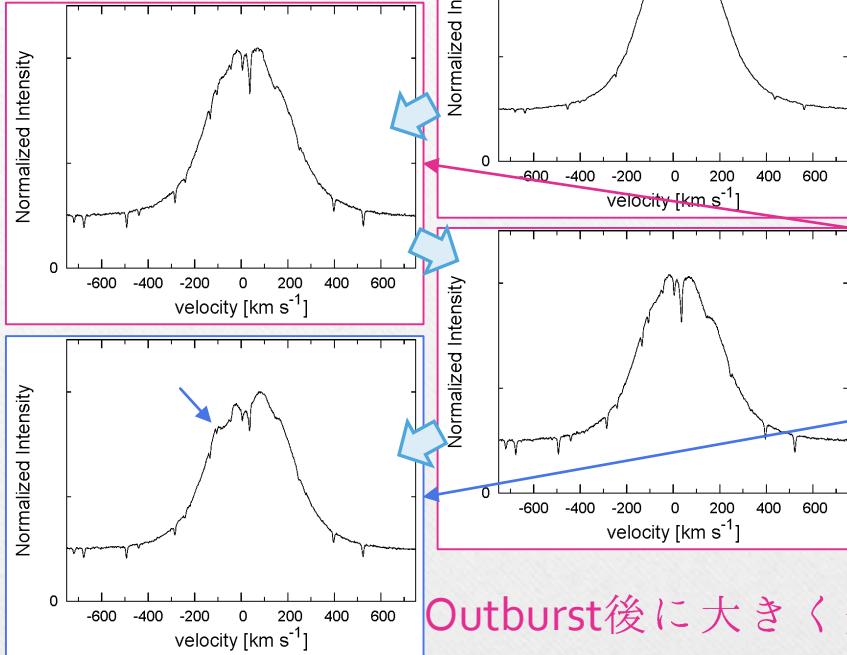


柔軟性の高い時間割り当て・リモート観測体制に感謝しています。



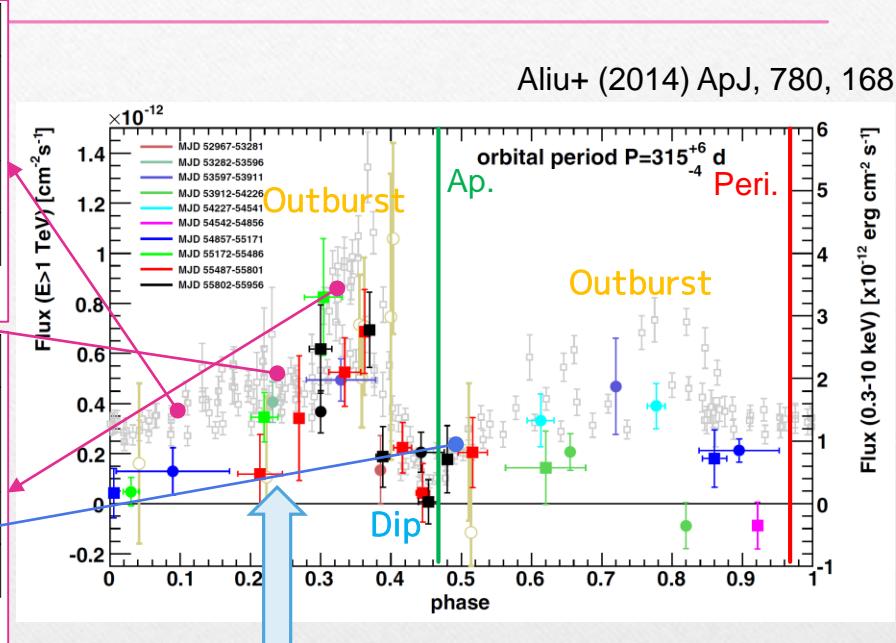
Flip-flopping 仮説の検証

- 変化がない。



Outburst後に大きく変化

- flip-flop pulsar説は違ったか？
 - $\text{H}\alpha$ 線の領域まで影響がない
 - そもそも軌道は正しいのか？
 - $\text{H}\alpha$ 輝線の中心速度は軌道運動に即していない : Casares+2012, YM+2015

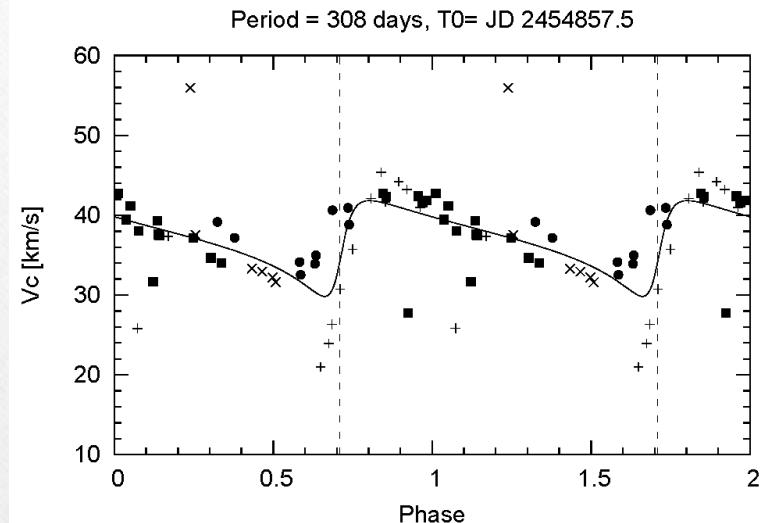


この辺りでパルサー風が復活
→X線光度上昇
パルサー風に押されてBe disc
が変形、輝線変動として観測



H α の視線速度

- Wing の bi-sector velocity (Shafter 1986)
 - Be星のdisc活動の影響を除く
- 周期は315日よりも短い?
 - 308日 (Fourier解析)
- 『遠星点』の方で変化が大きい?
- Swift/XRTの光度曲線の解析
 - 先行研究+2年分のデータを追加
 - 313+11/-8日 (Z-DCF法)
- 過去のX線観測の位相...313日の方が矛盾しない
- 軌道パラメータの計算
 - CHARAチームが提供している“binary”コードを使用
 - 初期値にCasares+(2015)の結果を使用
 - 軌道周期は313日で固定



Halphaの視線速度変化に基づく軌道

Table 1. Orbital Parameters of HESS J0632 + 057.

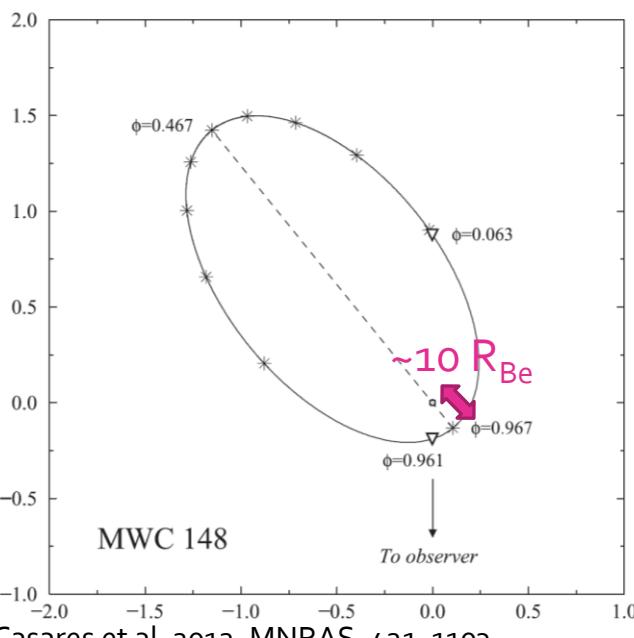
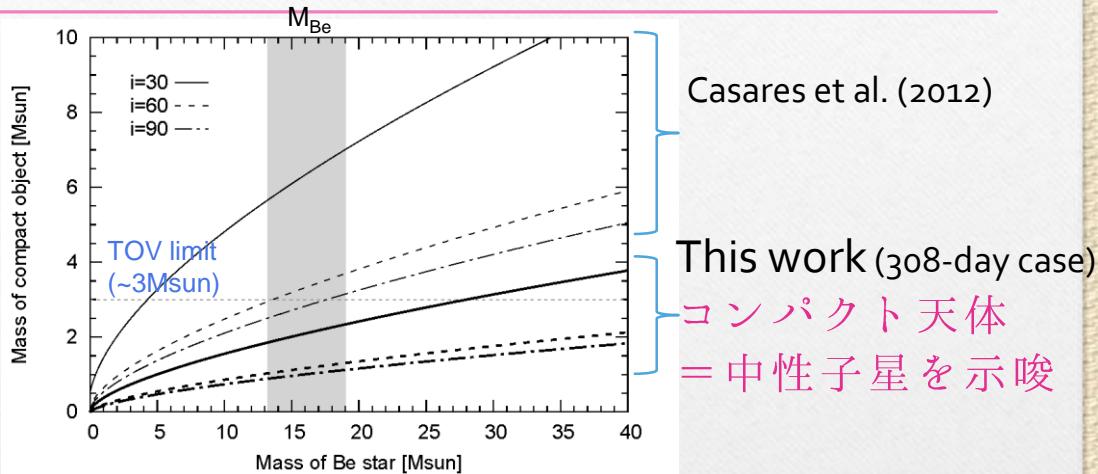
Parameter	(Casares et al. 2012)	This Work
$P_{\text{orb}}[\text{day}]$	321 ^a	308 ^b
$T_0[\text{day}]$	2 455 167.907	2 455 076±10
$(\phi)^d$	(0.967)	(0.709)
e	0.83±0.08	0.62±0.16
$\omega[\text{deg}]$	129±17	249±26
$K_1[\text{km s}^{-1}]$	22.0±5.7	6±1
$\gamma[\text{km s}^{-1}]$	48.3±8.9	36.9±0.8
$a_1 \sin i[\text{AU}]$	0.362±0.261	0.136±0.029
$f[\text{M}_{\odot}]$	0.06 ^{+0.15} _{-0.05}	0.0035±0.0022
		0.0024±0.0017

a: Cited from Bongiorno et al. (2011).

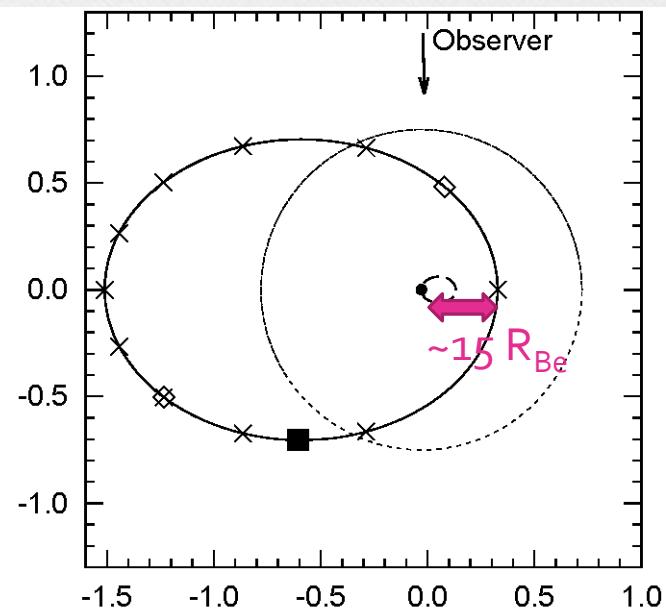
b: Fixed to the result of Fourier analysis for the radial velocity.

c: Fixed to the result of X-ray light curve.

d: The phase at periastron if we follow Bongiorno et al. (2011) for $\phi = 0$.

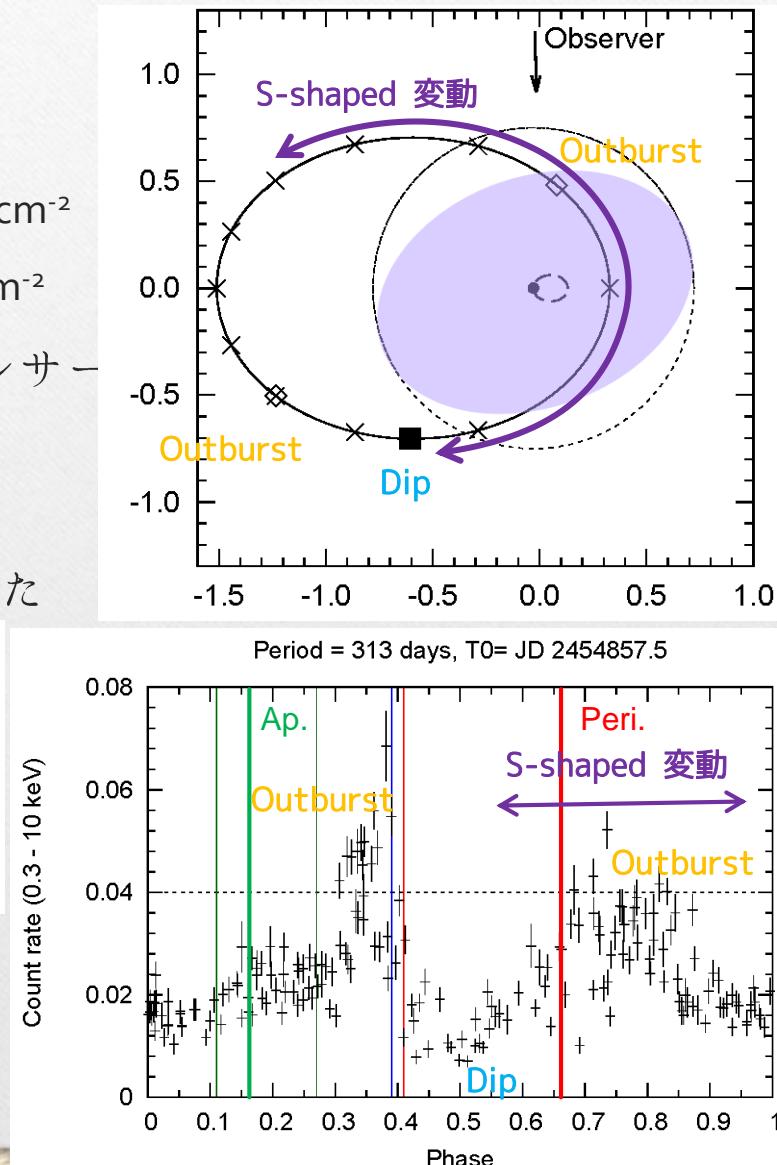
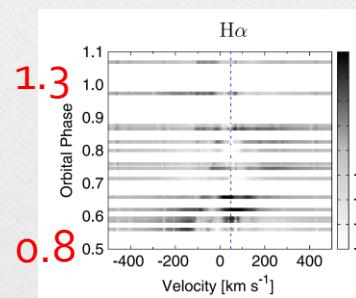


- 1 unit= $a \sin i$
→ ~1/3の大きさ
- 離心率小さめ



新しい軌道で解釈すると...

- X線活動
 - (位相~0.4の)outburstで N_H が高い
 - Swift (bright state) : $4.7 + 0.9 / -0.8 \times 10^{21} \text{ cm}^{-2}$
 - Swift (faint state) : $2.2 + 0.5 / -0.5 \times 10^{21} \text{ cm}^{-2}$
 - $\sim 20^\circ$ azimuth 方向に傾いたdiscとパルサー風の衝突でX線outburstが起きる?
 - PSR B1259-63と同じ機構
 - Dipはパルサーが厚いBe discに隠された時に起きている
- 輝線変動
 - S-shaped変動
 - ...近星点前後。
 - コンパクト天体がBe discの傍を通過に潮汐力で密度波が励起?



まとめ

- ガンマ線連星HESS J0632+057を高分散分光モニタリング(4年)
 - 初期の観測で仮説されたflip-flopping pulsarシナリオの検証 → パルサー風復活(=outburst)に付随するdiscの構造変化は見られなかった。
 - Orbital modulationがあるか調査
 - 4年間の観測で全位相をカバー
- H α 輝線の速度変化は従来とは異なる軌道を示唆
 - X線活動に対する近星点の時期が異なる
 - コンパクト天体の質量($< 3 M_{\text{sun}}$)から中性子星と考えられる
- 新しい軌道から見ると、
 - X線outburstは近星点を挟んで起きる。PSR B1259-63と同様、Be discとパルサー風の衝突でX線放射が生じる。
 - パルサーがBe discの側を通過したときに、密度波が励起される。その後半周期くらいで減衰する。