

# A Resolving Decades of Periodic Spirals from the Wolf-Rayet Dust Factory WR 112

R.M.Lau<sup>1</sup> et al. <sup>1</sup> ISAS / JAXA

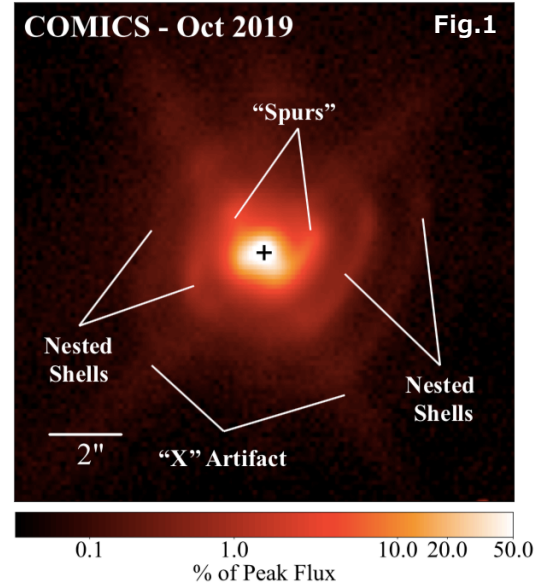
## Abstract

- WR112 : ダストを形成しているCarbon-rich WC + OB star binary
- 中心領域で、stellar windの衝突でダストが形成。
- WR112の長期間にわたるダストに注目した観測。
- WR112周辺の複雑なダスト放射  
→ WC連星系の恒星風衝突におけるダスト形成過程を解明。

## Observations Table 1. Summary of WR 112 N-band Observations

Observatory	Instrument	Obs. Date	Filter Name	$\lambda_c$ and $\Delta\lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	Abbreviation
Gemini North	OSCIR	2001 May 7	12.5	12.49, 1.16	G2001
Gemini South	T-ReCS	2004 July 8	Si-6	12.33, 1.18	G2004
Keck I	LWS	2004 Aug 31	10.7	10.7, 1.6	K2004
Keck I	LWS	2005 May 26	10.7	10.7, 1.6	K2005
Gemini South	T-ReCS	2007 May 7	Si-5	11.66, 1.13	G2007
VLT	VISIR	2016 Aug 9	NEII.2	13.04, 0.20	V2016
Subaru	COMICS	2019 Oct 12	N11.7	11.7, 1.0	S2019

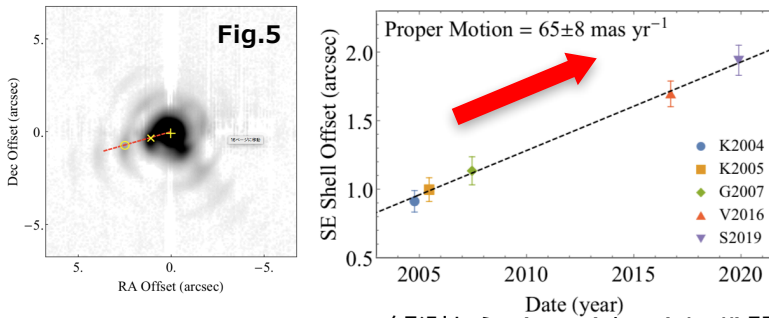
NOTE— $\lambda_c$  and  $\Delta\lambda$  correspond to the central wavelength and bandwidth of each filter.



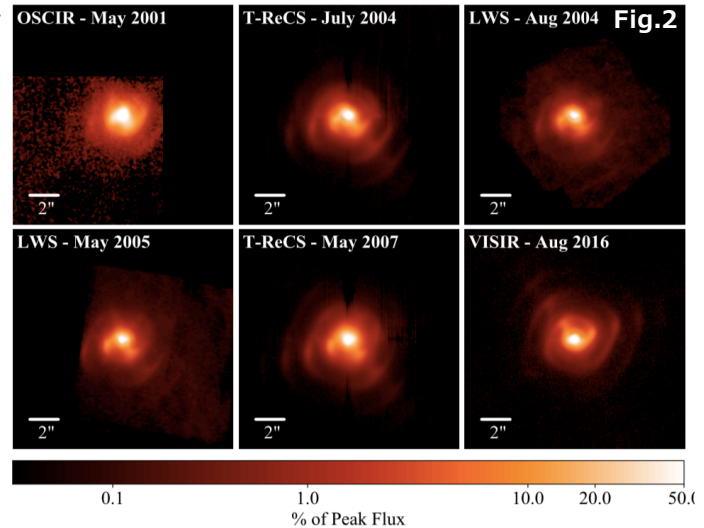
## Results

### ダストの構造と固有運動

- 2004年から2019年にわたるSpur/Shellのradial方向の動き  
→ 南西方向に拡張 (65 mas/yr)



- K2004, K2005, G2007の観測からx(spur)とo(shell)間の平均の距離を見積もると……1.42”  
→ “rotation” period ~ 21.8年  
→ G2001とS2019の“W” shapeの間隔~18.4年と似てる。



## Geometric Spiral Model

- $\Delta r$  : separation between successive spiral turns
- $i$  : orbital inclination
- $\Omega$  : orbital orientation
- $\Phi$  : orbital phase
- $\theta_s$  : half-opening angle  
→ 広い half-opening angle ( $\theta_s = 55^\circ$ ) をもつ Edge-on spiral ( $i = 100^\circ$ )  
→ spiral の回転周期 :  $P_{\text{Mod}} = 19.4$  年  
→ central binaryの回転周期も19.4年

## Dust Production Properties

- 2 components dust model
- terminal velocity ~ 1230km/s  
→ Table 3

Dust Production rate

$$\dot{M}_d \sim \frac{M_d v_{\text{exp}}}{r}$$

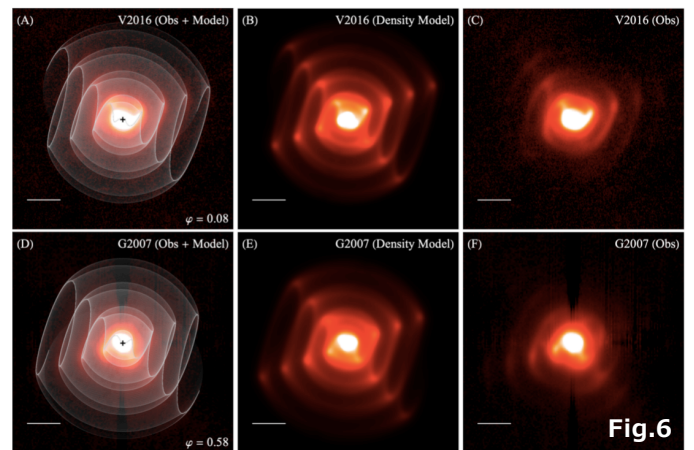


Table 3. WR 112 Distance and Dust Model Results

Parameter	Value
$d$	$3.39_{-0.84}^{+0.89}$ kpc
$r_1$	$140_{-50}^{+40}$ AU
$r_2$	$910_{-350}^{+240}$ AU
$T_{d1}$	$830_{-70}^{+150}$ K
$T_{d2}$	$300_{-40}^{+100}$ K
$L_{\text{IR}}$	$(6.6_{-0.1}^{+0.3} + 3.9 \times 10^4) L_\odot$
$M_{d1}$	$(1.4_{-1.0}^{+1.0} + 0.9 \times 10^{-6}) M_\odot$
$M_{d2}$	$(8.2_{-4.9}^{+4.7} + 4.9 \times 10^{-5}) M_\odot$
$\dot{M}_d$	$(2.7_{-1.3}^{+1.0} + 1.6 \times 10^{-6}) M_\odot \text{ yr}^{-1}$
$\chi_C$ ( $4\pi$ steradians)	$(6.5_{-3.0}^{+2.3} + 0.8 \%)$
$\chi_C$ ( $\pm\theta_s$ Equatorial Band)	~ 8%

- WR112の描像はこんな感じ (→)
- DPR of WR112  $\cong$  WR48a (large orbital separation/period)  $\cong$  WR104 (~yr period)
- ダストを生成するWC systemに多様性

