

SOFIA-EXES Observations of Betelgeuse during the Great Dimming of 2019/2020

G.M. Harper¹ et al. ¹ Center for Astrophysics and Space Astronomy, University of Colorado Boulder

Abstract

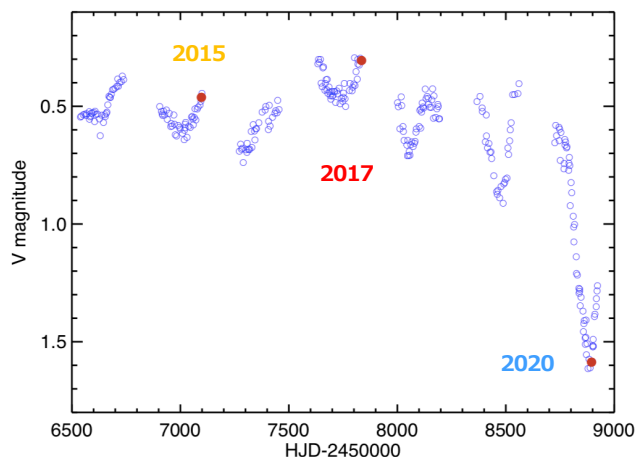
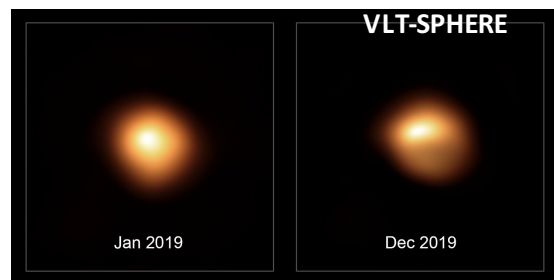
- ベテルギウスが暗くなっている問題。
- Red Super Giants : Type II supernovaのprogenitor
- 特に2019年中に南半球が暗くなっている。
(VLT/SPHERE; Montarges 2020)
- 光球内部もしくは近傍での変化。
- 内部で生成されたダスト (の放出) による減光?
- SOFIA-EXEsによる高波長分解能観測。
- 明るかったとき (2015, 2017年) と比較してみる。

Observation

- SOFIA-EXEs
 - : default R=65,000 (3.23" slit)
 - : narrow R=85,000 (0.81")
 - : [Fe II] 25.99 μm \rightarrow ダスト破壊をトレース。
 - : [S I] 25.25 μm \rightarrow ダストには含まれない。
 - : 両方ともshock領域のプロープ

Table 1. EXES Forbidden Line Diagnostic Transitions

Species	Transition	Wavenumber	Wavelength	E_{up}	Einstein A-value
	Upper \rightarrow Low	(cm^{-1})	(μm)	(K)	(s^{-1})
[Fe II]	${}^6D_{7/2} - {}^6D_{9/2}$	384.7872	25.98839	550	2.13×10^{-3}
[S I]	${}^3P_1 - {}^3P_2$	396.0587	25.24878	570	1.40×10^{-3}



▲ベテルギウスのV-mag変化 (青丸: Wasatonic Observatory, Villanova University)。420日の準周期的変動が見られる。赤丸: 2015, 2017, 2020年のSOFIA-EXEsによる観測。

Results

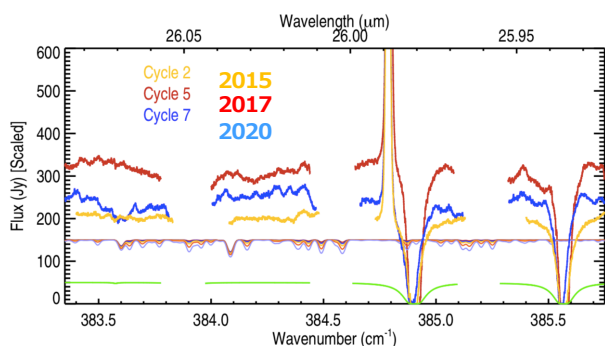
- ラインプロファイル (速度、線幅) に変化なし。
- [Fe II]/[S I] flux ratiosに変化なし。
- line to continuum ratio変化なし。

Conclusions

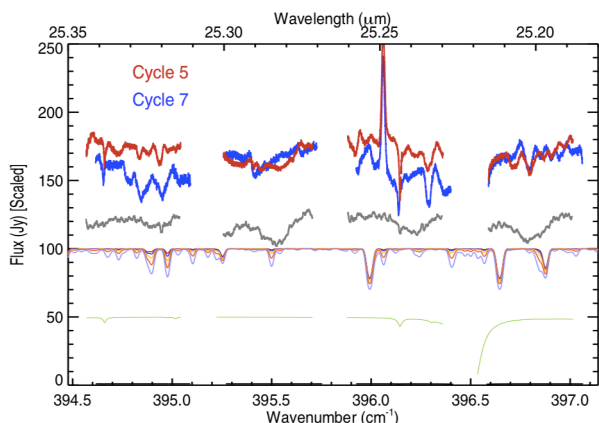
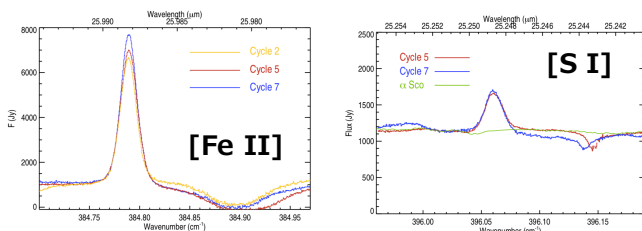
- 光度変化はinner circumstellar outflowに影響を与えない。
- Windによるガス・ダストの衝突加熱が変化した証拠なし。
- 光球上部からのAlfvenの波の伝播時間は十分に長いので、大規模な磁場の変化が星周[Fe II]&[SI]形成領域 ($3 < R(R_*) < 20$) に到達しない。
- 光度が低下すると、ダストガスの加熱や[OI] 63.19 μm の放射 ($R(R_*) > 20$) がOxygen-richな星周ダストで減少する可能性がある。

減光の原因は??

- 5.9年周期と420日周期の両方の極小期が重なった?
- 対流セルの移動、収縮、拡張による表面温度の低下?
- ダストによる視線方向の遮蔽?



▲[Fe II]付近のスペクトル。大気モデルも (3600, 3500, 3400, 3300, 3200K)。



▲[S I]付近のスペクトル。大気モデルは[Fe II]と同じ。