

Hubble Space Telescope imaging of the compact elliptical galaxy M32 reveals a dearth of carbon stars

O. C. Jones,^{1*} M. L. Boyer,² I. McDonald,^{3,4} M. Meixner,⁵ J. Th. van Loon⁶

¹UK Astronomy Technology Centre, Royal Observatory, Blackford Hill, Edinburgh, EH9 3JH, UK

²Space Telescope Science Institute, 3700 San Martin Drive, Baltimore, MD 21218, USA

³Jodrell Bank Centre for Astrophysics, School of Physics and Astronomy, University of Manchester, Oxford Road, Manchester M13 9PL, UK

⁴The Open University, Walton Hall, Kents Hill, Milton Keynes, MK7 6AA, UK

⁵Stratospheric Observatory for Infrared Astronomy, NASA Ames Research Center, MS 232-11, Moffett Field, 94035 CA, USA

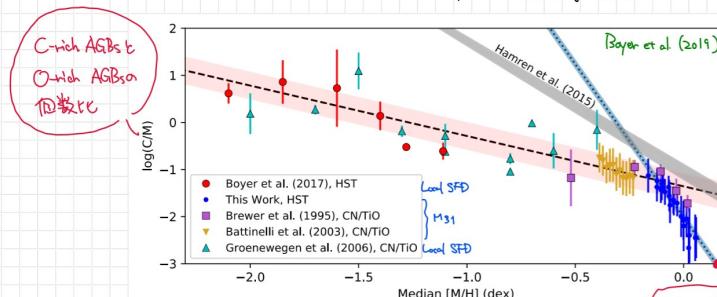
⁶Lennard-Jones Laboratories, Keele University, ST5 5BG, UK

ABSTRACT

We present new *Hubble Space Telescope* WFC3/IR medium-band photometry of the compact elliptical galaxy M32, chemically resolving its thermally pulsating asymptotic giant branch stars. We find 2829 M-type stars and 57 C stars. The carbon stars are likely contaminants from M31. If carbon stars are present in M32 they are so in very low numbers. The uncorrected C/M ratio is 0.020 ± 0.003 ; this drops to less than 0.007 after taking into account contamination from M31. As the mean metallicity of M32 is just below solar, this low ratio of C to M stars is unlikely due to a metallicity ceiling for the formation of carbon stars. Instead, the age of the AGB population is likely to be the primary factor. The ratio of AGB to RGB stars in M32 is similar to that of the inner disc of M31 which contain stars that formed 1.5–4 Gyr ago. If the M32 population is at the older end of this age then its lack of C-stars may be consistent with a narrow mass range for carbon star formation predicted by some stellar evolution models. Applying our chemical classifications to the dusty variable stars identified with *Spitzer*, we find that the x-AGB candidates identified with *Spitzer* are predominantly M-type stars. This substantially increases the lower limit to the cumulative dust-production rate in M32 to $> 1.97 \times 10^{-5} M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$.

Background

(15-3 Mo)
初期質量がある星は AGB phase にて内部で合成した炭素を上へ放出 → 炭素星の誕生
3rd dredge-up の金属量に依存する。炭素星の存在数は星の逃げ出しモデルで計算可能。
銀河の metallicity の指標



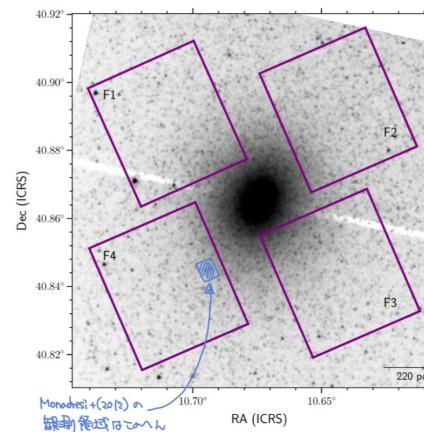
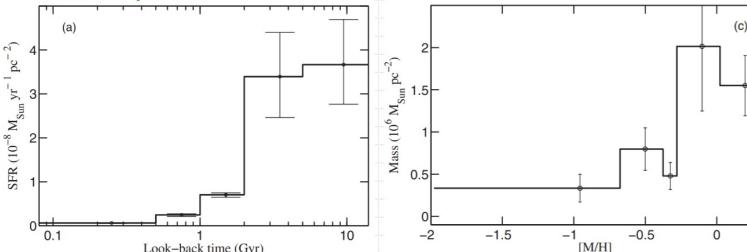
M32 は丘陵型 compact elliptical galaxy (massive, compact, & high-density)

(主に 2 つの stellar population が構成 (8-10 Gyr, 2-6 Gyr))

(星の metallicity は 2.55 から 1.5 と幅広い (sub-solar))

M32 は丘陵型の数の C-rich AGB 星を含んでいます。

Monachesi et al. (2012)



Observation

C+CN
H2O

HST/WFC3 による観測 ((2.7, 7.3, 15.3 μm))
星と星との干渉を防ぐため confusion の激しい中心領域を避けた。

今日ターゲットとしている AGB 星。

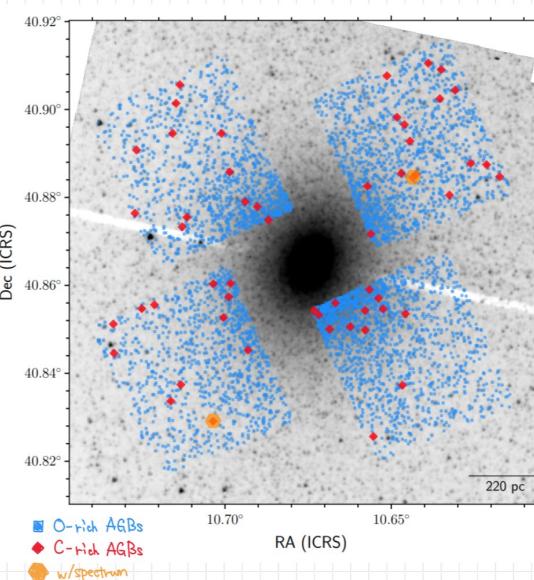
Tip of Red Giant Branch が用いる天体はほぼ AGB 星となるため
mass loss が激しい天体は H2O 分子吸収で隠れるため定めて検出する

C-rich/O-rich AGB stars を 2色図で分離

鏡面反射バンドが異なる分子吸収に適応されたためうまく分離する (e.g. Boyer et al. 2013)

Boyer (2019) のデータを用いて M31 からコントラスト評価

	Raw	Corrected F20	Corrected M31
N_{TRGB}	3004
N_M	2829	2037 ± 77	1777 ± 64
N_C	57	0 ± 16	-12 ± 24
C/M	0.0198 ± 0.0028	0.000 ± 0.008	-0.007 ± 0.014



Result & Discussion

M31 がすこしある程度 天体が混入している

同じ HST/WFC3 の観測 (Boyer et al. 2019) を用いて混入した天体数を推定

2種類の推定で M32 の C-rich AGBs の個数 ~ 0 個

M32 の C-rich AGB stars はすべて死んでしまった。

今の metallicity と SFH、推定が正しいとすると $N_C \sim 0$ にすこしは難しい

推定の不確実性も含め、今回測定した AGB population が...

・実際 metallicity が高めで solar metallicity ほんの少し高いがかった。

・実際 star formation は 4 Gyr CS へ前に終っていた。

これら条件を満たしていれば $N_C \sim 0$ ができるかもしない

metallicity 分布、SFH、恒星逃げ出しモデルが密に関係した複雑な問題。
個々の星の年齢、metallicity を測定できるとより制限される?

