Studying Binary Systems in Omega Centauri with MUSE. I. Detection of Spectroscopic Binaries

F. Wragg et al. 2024: https://arxiv.org/abs/2411.05680

GAゼミ　2024. 11.21 鈴木陸斗

[アブスト]

NGC 5139(ω Cen)は、かつては矮小銀河のNuclear Star Clusterだったと考えられており、Milky Wayとの相互作用により矮小銀河から引き剥がされた星団と考えられている。長年にわたる研究にもかかわらず、ω Cenについて多くの未解明の問題が残されている。この論文では、ω Cenにおける連星系を、8年間にわたるVery Large Telescope (VLT)のMulti Unit Spectroscopic Explorer (MUSE)という分光器を用いて検出した。既知のphotometric variables(変光星) を取り除いた後、275個の恒星がradial velocity(RV)の変動を示し、これは星団全体の恒星の内1.4±0.1%に相当する。専用のシミュレーションを使用した結果、completenessが70±10%であったため、その補正を考慮するとω Cenの連星率は2.1±0.4%と推定される。また、星団中心からの距離による相関は見られず、各恒星の進化段階毎(MS, TO, SGB, RGB, HB, AGB, BSS)に連星率をみた時、特にblue straggler stars(BSS)で連星率が21.9±9.5%と、かなり高いことが示唆された。

[オリジナリティ]

分光データを用いてω Cenの連星率を求めた

[ゴール]

ω Cenの正確な連星率を推定する

[データ]

図1：観測領域とepoch数。1’ × 1’のwide field mode(WFH)と7.5’’ × 7.5’’のnarrow field mode(NFW)で観測。NFWは中心の4つのWFMの重複領域に存在。
WFHのepoch間の時間間隔は1時間未満から数かヶ月の範囲。NFHのepoch間の時間間隔は数ヶ月から1年程度の範囲。

図2：メンバーセレクションやデータクオリティカットを行ったω CenのMUSEサンプルのepoch数の分布。その天体が何epochに渡り観測されたかを表す。
平均すると1つの星に対して、6epochで有効なRVが測定された。←これでさらにデータをカット。

図3 (左)：RR LyraeやSX Phoenicisのような測光的に変光星と報告されている星をさらに取り除く。Clement et al. (2001)やBraga et al. (2020)から得られた変光星のカタログと比較。
さらに、各epochでの光度を比較し、80%の割合で変動していたらphotometrically variableとみなし取り除く(912個)。しかし、これらは本質的な変光星である可能性は低い。

図3 (右)：図3(左)でマークされた星を取り除いた色等級図に、 RVの変動確率で色分けしたもの。
Giesers et al. (2019)の確率計算を採用し、真のRVの変動確率(P_{var})を求める。各星について計算されたカイ二乗値を統計的ノイズである可能性に対して重み付け。
$P_{var} \geq 0.8$が「RVが変動していると判定」＝連星(275個)

これらのセレクションにより、メンバー星が19059個となった。

[結果]

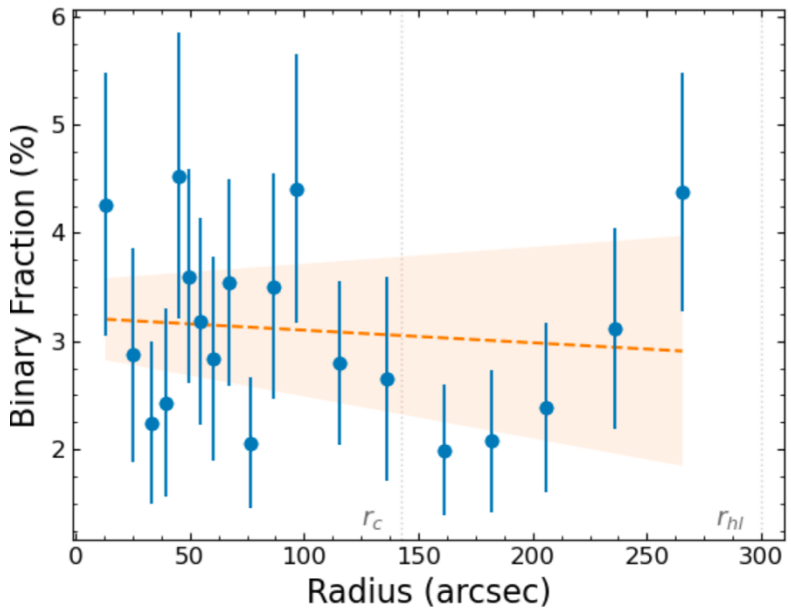
表1：各恒星タイプの連星率。
BSSの連星率が他のStellar Typeと比べて非常に高い。これはBSSが連星の質量移動や連星系合体のような連星相互作用により形成されたという説を強調する

図9：星団中心からの距離と連星率の関係。1点が1000個の恒星を表すようにビニング。勾配はみられない。
mass segregation(質量分離)が進行していない。中心にintermediate-mass black hole(IMBH)が存在する可能性。

表1

Stellar Type (a)	N_{stars}(b)	$N_{binaries}$ (c)	Discovery Fraction (d)	Sample Completeness (e)	Binary Fraction (f)
Global fraction	19059	275	1.4% ± 0.1%	0.7 ± 0.1	2.1% ± 0.4%
MS	14871	183	1.2% ± 0.1%	0.6 ± 0.1	2.0% ± 0.5%
TO	7897	84	1.1% ± 0.1%	0.6 ± 0.1	1.6% ± 0.4%
SGB	2396	23	1.0% ± 0.3%	0.8 ± 0.1	1.2% ± 0.4%
RGB	1811	41	2.3% ± 0.4%	0.9 ± 0.1	2.4% ± 0.4%
HB	232	6	2.6% ± 1.3%	0.8 ± 0.1	3.0% ± 1.5%
AGB	33	0	0%	-	-
BSS	44	6	13.6% ± 5.1%	0.6 ± 0.1*	21.9% ± 9.5%

図9



[コメント]

連星ではないBSSについての言及。散開星団や矮小銀河のような密度が小さい天体との比較。矮小銀河のBSSをPFSで分光。

図1

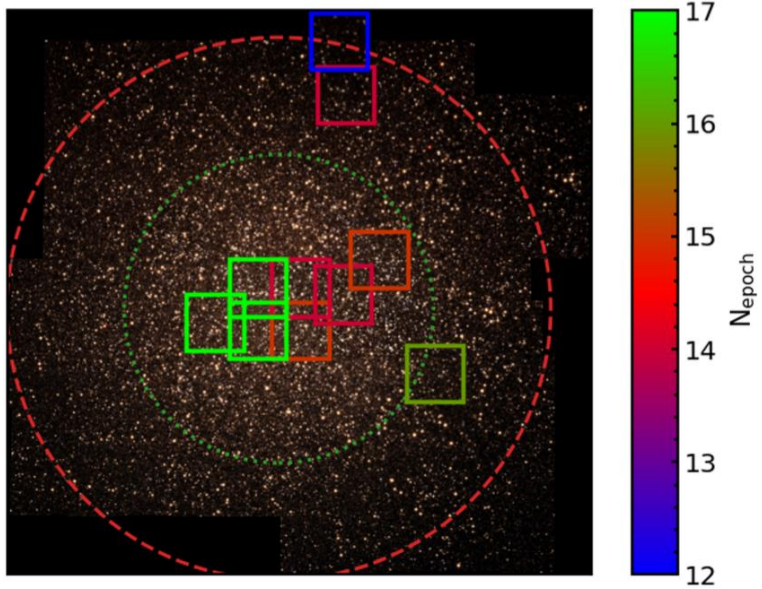

17
16
15
14
13
12
Nepoch

図2

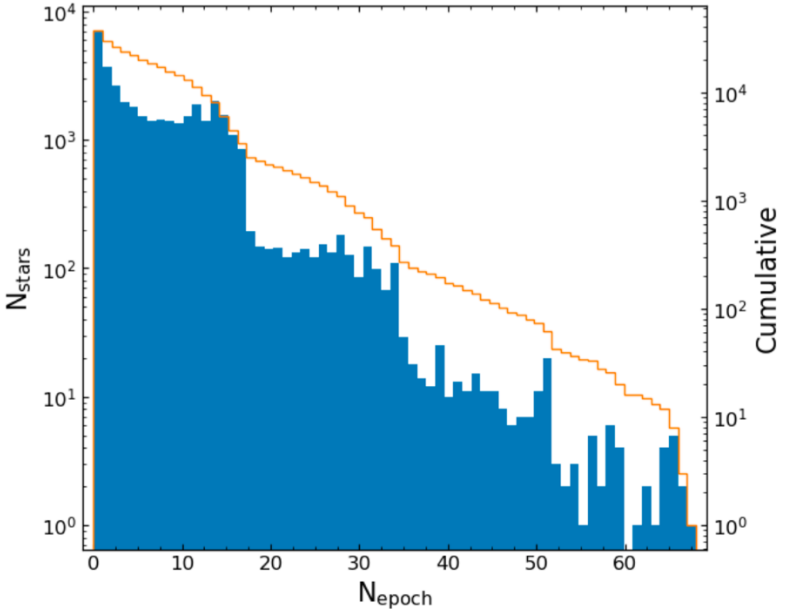
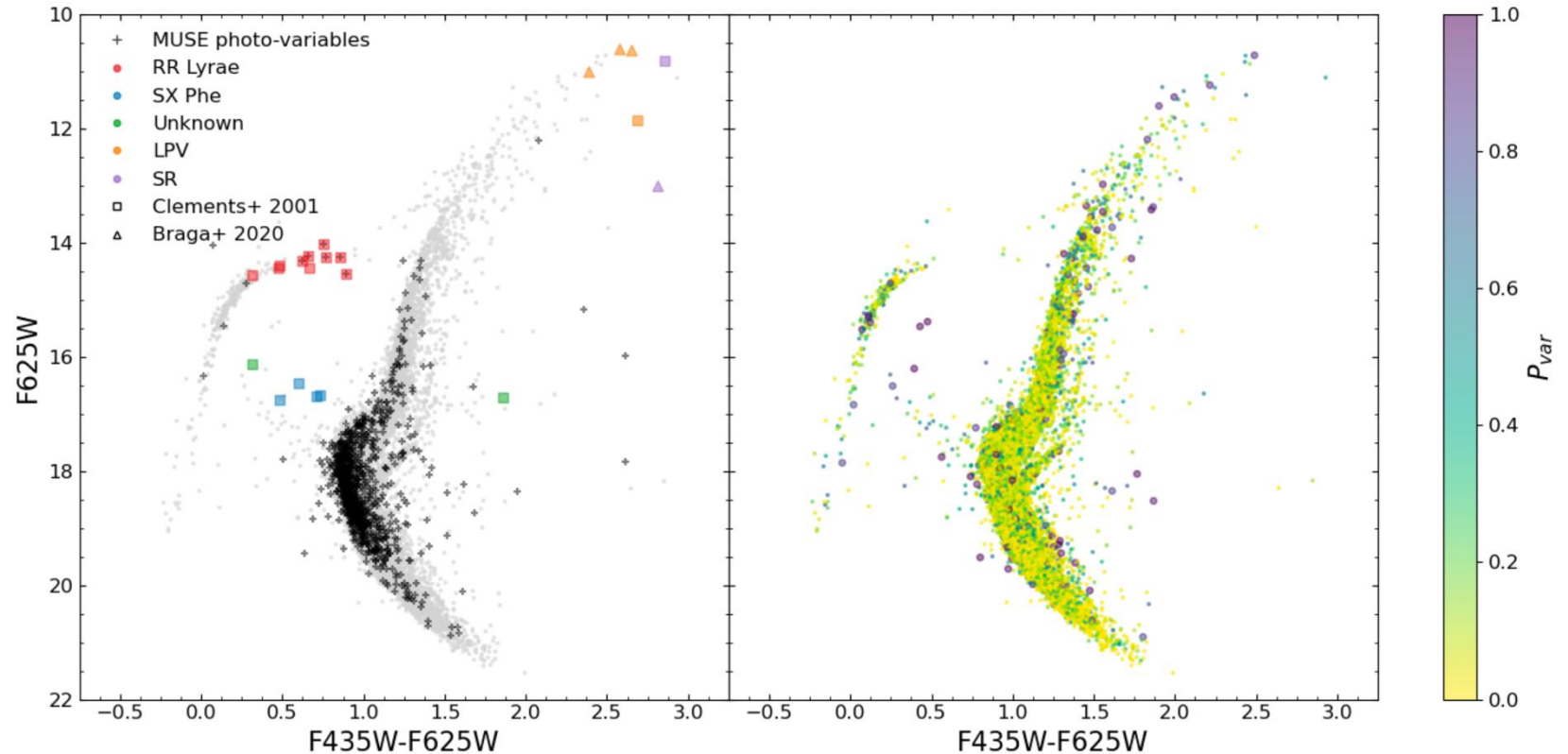

Nstars
Cumulative
Nepoch

図3


MUSE photo-variables
RR Lyrae
SX Phe
Unknown
LPV
SR
Clements+ 2001
Braga+ 2020
F625W
F435W-F625W
F435W-F625W
Pvar