“Five groups of red giants with distinct chemical composition in the globular cluster NGC 2808”

Carretta, E. 2015, ApJ, 810, 148

GAゼミ@20151023
本間英智

【アブスト】

重い球状星団である NGC 2808 において、140 個の RGB 星の分光観測を行い、それらの化学組成を測定した。測定された元素のうち、α元素、鉄族元素には intrinsic な分散は見られず、NGC 2808 の金属量は [Fe/H] = -1.129 ± 0.034 であった。しかし Na と Mg の存在量の関係から、NGC 2808 には５つの異なるグループが存在することが分かった。うち１グループは [Mg/Fe] が低く、太陽程度かそれ以下である。これらのグループでは Na-O、Na-Mg などの関係で反相関が見られる。

【ゴール】

複数の星種族が存在する球状星団 NGC 2808 の化学組成を詳細に調べ、球状星団の進化を探る

【オリジナリティ】

サンプルの α元素(O, Mg, Si, Ca, Ti)、鉄族元素(Sc, Cr, Mn, Ni)、および Na の存在量を新たに測定した

【ロジック】

Method; NGC 2808 の RGB 星について、VLT の UVES (31 天体) と GIRAFFE (123 天体) を分光観測した (14 天体が重複)。UVES は R~47,000 (4800-6800Å)、GIRAFFE は R~23,000 (5597-5840, 6120-6405Å)。UVES サンプルで Fe, O, Na, Mg, Si, Ca, Ti, Sc, Cr, Mn, Ni を測定した。また GIRAFFE サンプルで Fe, O, Na, Mg, Si, Ca, Ti, Sc, Cr, Ni を測定した。これらについて、各元素間の相関を調べた。

Result; 金属量の測定結果は [Fe/H] = -1.129 ± 0.034 で分散が非常に小さく、サンプル星は単一の金属量であると考えられる。一方で O-Na の相関 (図１左上) から、NGC 2808 には O-Na の反相関が確認でき、その相関が広がっていることが分かる。また Na-Mg の相関 (図１左下) から、サンプルは５つのグループに分割できる (この図と [Na/Mg] の頻度分布の複数のピークから決定)。

【議論】

本研究では、O, Na, Mg, Si, (Al) は陽子捕獲反応 (高温環境下での CNO cycle) の影響を受けていることが、これらの反相関の原因と考えられる。陽子捕獲過程である Ne-Na cycle および Mg-Al cycle が働くと、O - -> Ne <-> Na - -> Mg <-> Al - -> Si の反応が進むため、O-Na と Na-Mg と Mg-Si に反相関が生じ、O-Mg が正相関となる。特に Mg-Si の反相関 (より厳密には Al-Si の正相関) は、65 × 10^6 K 以上の水素燃焼環境でないと生じない。従って NGC 2808 の形成初期の星では、高温環境での水素燃焼が起きており、そこから生じた元素をもとに次世代の星が誕生したと考えられる。そしてこのような高温の燃焼ができる天体は、重い AGB 星か主系列星 (40$M_\odot$ 以上) である。

また元素組成をもとに分けた５つのグループは、測光観測によるグループ分けと良い一致を示す (図２)。Milone+15 は HST による UV の測光観測から NGC 2808 を５つのグループに分けた (A~E)。うち 32 天体が本研究のサンプルと合致した。特に本研究の P1, P2 グループは、それぞれ B, C グループと一致する。このことから、元素組成で分けられた５つのグループは、異なる星種族であると考えられる。

これらの観測的性質は、既存の球状星団の化学汚染モデルでは説明できない (説明する場合は、重元素の混合あるいは星生成活動を、星団の形成期間中 (10 – 100 Myr) に、数回停止させる必要がある)。

【コメント】

観測例が少なく誤差も大きいが、dSph, UFD で Na-O や Mg-Si の反相関は見られない (SAGA Database)。

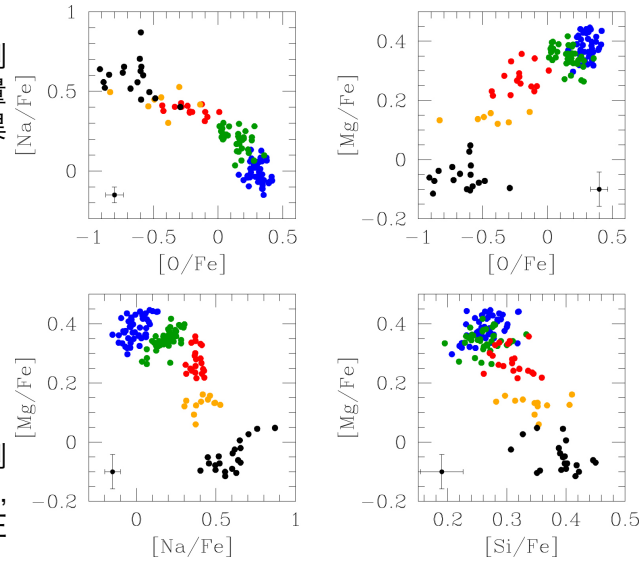


図１：各 RGB 星の元素組成比の相関図。Na-Mg の相関図をもとに、５つのグループに分割して色分けした (**P1**, **P2**, **I1**, **I2**, **E**)。

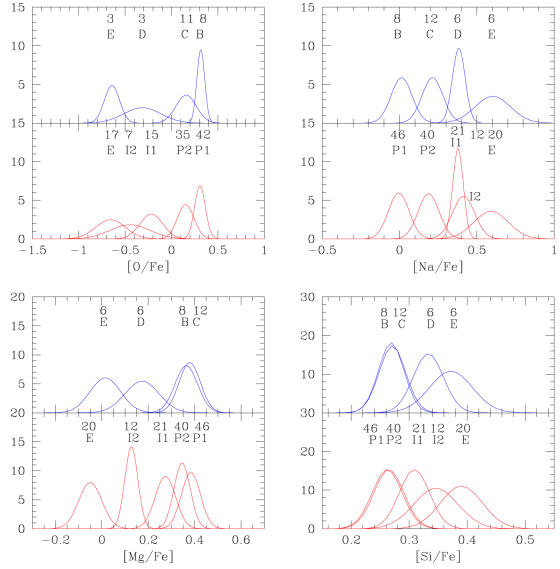


図２：測光でのグループ (上段) と分光でのグループ (下段) の対応関係。