

私は今回の日本での一カ月を十二分に楽しみ、この訪問がじつに興味深く、得るところが多く、また訪ねがいのあるものだったことを実感させられた。私は今後、同僚たちがもっとたくさん日本を訪ねることをすすめたいと思っている。英国とハワイまたはオーストラリアの間を観測のために行き来する英国天文学者にとって、その途上で短い訪日をするのはきわめて容易である。また

今回の私の場合のように、日本学術振興会のプログラムで訪日する機会を、他の人ももつように希望する。私はここに日本学術振興会のおかげで訪日できたことと、私の日本滞在中受入者の高瀬教授をはじめ多くの日本の天文学者の方々からひと方ならぬお心づくしを賜わったことに対して、心からお礼を申し上げるしだいである。

(高瀬文志郎記)

エジンバラ天文台における球状星団の研究

ラッセル・D・キャノン*

1. はじめに

大口径の大型望遠鏡に性能の良い最新式の二次元光電受光器を取りつけることが可能になって、球状星団の研究という天文学の伝統的な分野が再び注目を浴びている。球状星団のいくつかの懸案はこれによって解決したが、ご多聞に漏れず新たな問題がつつぎと湧きあがっている。そこで、私がエジンバラや世界の他の数ヶ所の天文台の研究者と共同で手掛けている問題をここに記すことにしたい。以下の内容は現代天文学がいかに国際性を帯びているかを示す好例である。

星団はつよく束縛された恒星の集団であり、その個々の恒星は一つのガス雲から生れたと思われている。従って、一つの星団の中の星はすべてほぼ同じ年齢と同じ化学組成を持ち、主に質量だけが違っている。つまり、星団というのは恒星の進化の研究にとって理想的な“実験室”なのである。加えて星団内のすべての星は実質的には我々から同一の距離にあるから、観測された相対的な

明るさと色とを図示したもの(“色-等級図”または CM 図)は、恒星進化論の示す星の光度と表面温度の時間変化の様子と比較することができる。即ち、星団は恒星の内部構造論が正しいかどうかを直接検証する手立てを与え、また、星団がかなりの程度にまでその距離と年齢とを決定できるひじょうに限られた天体であることから、銀河系の探査体として使うことができる。なかでも、いわゆる球状星団は我々の銀河系の中では最も古い既知の天体であり、銀河系の形成の最も初期にまつわる情報をその中に秘めている。

2. 恒星進化論の検証

エジンバラ天文台で現在研究されている問題は、南天の比較的我々に近いところにある球状星団を子細に調べ上げた結果としてでてきた。たとえば NGC 6752 の CM 図(図 1)は、主系列、巨星分枝、水平分枝という古典的なパターンを持つ。この CM 図は私と現在ソウル大学にいる韓国の天文学者リー・シー・ウーがオーストラリアのストロムロ山天文台にいた時に作成したものである。恒星進化論によれば、星はその一生の大部分を主系列で過ごし、その間のエネルギーは水素をヘリウムに変換する原子核反応によって供給される。この反応過程が星の中心領域でほぼ完全な迄に進行すると、星は甚だしく膨張し、低温の赤色巨星という新しい構造へと進化する。主系列の転向点の位置は星団の年齢の目安となる。進化が更に進むとヘリウムが炭素に換わる反応過程が新しいエネルギー源となり、球状星団の星のように質量の軽い星は CM 図上の水平分枝に位置する。この巨星分枝から水平分枝への転移の様子はまだ良く解明されていない。ヘリウム燃焼の始まりはひじょうに急速で不安定な過程であるらしく、この時期の星の内部構造の進化の詳細を追いかけるにはいくつかの特別な仮定を持ちこまざるを得ない。NGC 6752 で気になる問題はその水平分

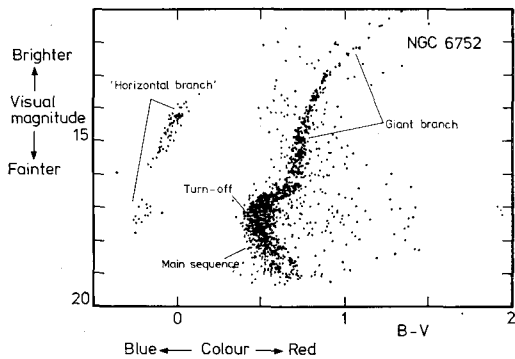


図 1 NGC 6752 の色-等級図

* Royal Observatory Edinburgh, Russell D. Cannon: Researches in Globular Clusters in Royal Observatory Edinburgh

枝が事実上垂直であるということである。これは水平分枝星が多く球状星団に比べてはるかに表面温度の高い領域にまで広がって分布している為である。このような高温領域では B-V で測られた温度の尺度は僅かな変化でも大きく変化し、恒星のエネルギーのうちで可視領域に放出される割合はほんの一部にすぎない。この種の星について更に詳しく調べるには紫外波長域での観測が必要であり、最近私はイタリアの天文学者 V. カロイと V. カステラーニとで IUE 衛星を使用していくつかのスペクトルを得た。NGC 6752 のこれらの恒星はおそらく“高温準矮星”と呼ばれる星と同じ部類の星であろう。この型の星は、かなり以前に太陽近傍で同定されるまではその起源も進化の状態も不明であった。このように高温の水平分枝星が球状星団によってあつたりなかったりするのは謎であるが、NGC 6752 はその問題解決の糸口となるかもしれない。NGC 6752 の青い水平分枝はきれいに二つのグループに星が分れている。赤色巨星のスペクトルを見ると、CN 分子の吸収帯の強さに応じてこれらの星もまた二つのグループに分けることができそうである。想像の域を出ないのであるが、NGC 6752 にははじめから組成の異なった星があつたか、あるいはまた、自転速度のようななにか他のパラメータが星ごとに違っていたかして、水平分枝に対するまでの質量放出の量が異なり、二つのグループができたのであろう。恒星進化論に従えば、NGC 6752 の高温の青い水平分枝星は水素の多い大気をほとんど失ない、更にヘリウム・コアの一部もはぎとられてしまっていると考えられる。

一つの球状星団の中で化学組成にばらつきがあるという強い証拠は南天のもう一つの球状星団 ω ケンタウリによって得られている (図 2=表紙)。大部分の星団はそれを構成する恒星の化学組成は著しく均質である。しかしながら ω ケンタウリだけは例外で水素とヘリウム (太陽の場合この両者で総重量の 98%、典型的な球状星団では 99.9%) 以外の全ての元素の平均組成が太陽と比べて十分の一から百分の一の範囲に散らばっている。つまり星によって十倍も違うのである。この事実ははじめ進化の進んだ明るい赤色巨星で発見され、更に近年ではセロ・トロロ汎アメリカ天文台で北米の天文学者 J. E. ヘッサー、R. A. ベル、G. L. H. ハリスによって得られたスペクトルから、組成のばらつきが主系列をまさに離れようとしている暗い星でも確認されている。これから考えて組成の違いははじめからあつたものであろう。この結論は多数の恒星を精密に測光した結果からも支持されている。

3. 宇宙論的意味

球状星団はその年齢が大きいので宇宙の膨張に対する

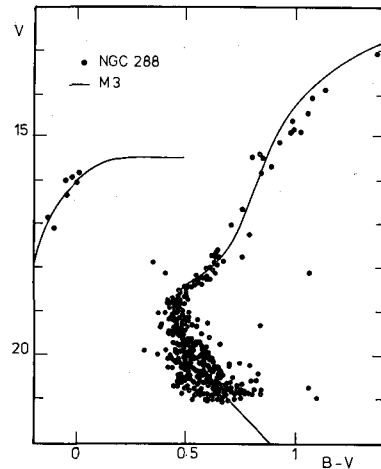


図 3 NGC 288 の新しい色-等級図。

実線は M3. M. R. S. ホーキンスと R. D. キヤノンによる。

理論的モデルに制限を与える。球状星団の年齢をできるだけ正確に決めて銀河系の球状星団の年齢が同一かどうかを吟味する努力が数多く重ねられてきている。入手できる観測資料のうちで最良のものを恒星の進化モデルを使って解釈すると、球状星団の年齢は 17×10^9 年前後とする。これに対応する宇宙の膨張率を記述するハッブル定数は 55 km/s/Mpc 以上にはなり得ない。さもないと、球状星団の年齢は宇宙の年齢を超えてしまう。しかしながらこの種の仕事には問題点がある。球状星団 NGC 288 についてそれを図示しよう (図 3)。初期の CM 図では NGC 288 の転向点は例外的に暗くなっており、その年齢が極めて大きいことを暗示していた。けれども、制約の方法を若干改良してより多くの恒星について調べて見ると、NGC 288 には特に変わったところはない。新しい CM 図を得るためにはマクミュラン・エレクトログラフィックカメラ (チリのデンマーク 1.5 m 望遠鏡に搭載) や、自動測定装置 (エジンバラ天文台の COSMOS, グリニッジ天文台の PDS) を長時間使用し、スターリンク計算機システムを駆使する必要があった。同程度に精度の良い資料はこれまでにほんのひとにぎりの星団についてしか得られていない。

宇宙論と球状星団の第二のかかわりはそのヘリウム量である。ヘリウム量が直接観測される天体はひじょうに数少ない。けれども球状星団の場合にはその CM 図の特徴から、あるいは変光星からヘリウム量が推定できる。球状星団は大変古く、初期の星による元素合成の結果をほとんど受けていない物質から生れたと考えられるから、そのヘリウム量は恒星による元素合成が始まる以前の値に近いはずである。なかには ω ケンタウリのように並はずれて明るい水平分枝を持ち重量比で 30% と

いう高い値を示す星団もあるが、いま現在の観測資料の大部分は球状星団のヘリウム量が20~25%という宇宙論にとって望ましい値を示している。(有本信雄訳)

学会だより

日本天文学会評議員候補者選挙に関する公示

選挙管理委員会は、1984年の総会に推薦される改選評議員(任期1984年~1988年)候補者の選挙について、定款第19条及び評議員選挙施行細則(以下細則という)の規定に基づき、下記の通り公示する。

記

1. 選挙権及び被選挙権を有するものは、この公示の時点における特別会員である。ただし、被選挙権について非改選評議員(任期1982年~1986年)であるものを除く。(細則第3条による。)
2. 上記有権者には、有権者名簿及び投票用紙を別に発送する。(細則第4条による。)
3. 投票は10名以内の無記名連記とする。(細則第5条による。)
4. 投票期間は、1984年1月11日から同年2月7日(必着)までとする。
5. 選出された候補者の名簿は、1984年4月20日発行の天文月報(1984年5月号)にこれを発表する。(細則第7条による。)
6. 投票の詳細に関しては、上記2.の投票用紙の発送に際して、これを通知する。

以上

1983年11月20日

選挙管理委員会

注意: 公示の時点における特別会員の名簿を有権者に近日中に発送します。この名簿に異議・誤記があれば1983年12月3日(必着)までに書面にてお申してください。なお、投票用紙の発送は1983年11月20日現在の会員原簿の住所によりますから、その後、変更等のある方は必ず同日までにお申してください。

丸善の出版書

理科年表

59年版

東京天文台 編 A6 / 定価 980円
身近におけるハンディーな科学情報源として、学習、研究はもとより趣味、レジャーまで広いフィールドで活用されている、信頼のおける科学データブック。本版では新たに生物関係のデータが収録されている。

★本年版より生物部門データを新設し、さらに充実。

●理科年表読本〈既刊〉

気象と気候

高橋 浩一郎・宮沢 清治 著 B6 / 定価 1,200円

地震と火山

宇佐美 龍夫・木村 敏雄 編著 定価 1,200円

こよみと天文 ・今昔

内田 正男 著 定価 1,200円

銀河と宇宙

石田 蕙一 著 定価 1,300円

雪の話・氷の話

木下 誠一 著 (近刊)

丸善〔出版事業部〕 ☎ 03 (272) 0331

〔〒103〕東京都中央区日本橋3-9-2 第二丸善ビル