

る。このために普通の星と区別して Am と呼ばれるようになった。(ティトウス、モルガン 1940)

### 3. Ap, Am の特徴

星の中には磁場の存在が認められているものがいくつかあるが、そのほとんどが Ap である。この磁場は時とともに変るので、磁変星と呼ばれる。磁変星はまたスペクトル線の強さの変化も示し、Spectrum Variable と呼ばれる。この説明に最も有力なのは磁場が星の自転とともに向きをかえるので変化がおこるとする「斜回転模型」である。詳しいことは前掲小平氏の記事を参照されたい。観測される磁場は数千ガウスという強さで、星全面に太陽黒点内くらいの磁場があることになる。観測できる限界は自転によるスペクトル線の拡がりにもよるが数百ガウスくらいである。Hg—Mn 型の星は化学組成、自転が非常に遅い、連星が多いなどと他の Ap と異っているが、磁場も限界以上のものはみつかっていない。

一般の A 型星は 100~150 km/s の自転速度を示すのに Ap, Am は自転が遅いことも特徴の一つである。太陽の自転は 2 km/s であるが、磁場があるためにコロナから流れだす太陽風が太陽の自転に制動をかけたという説が有力である。一般の星も対流層をもつ F 型以降のものは自転が遅いことは上記の説が正しいことを示しているように見える。しかし、現在対流層をもたない A 型星に自転の速いものと遅いものの二種類あるのは何故か、まだ納得の行く説明はない。

Am はすべて連星であるというアプト (1961) の発見もある。彼はこの命題の逆、つまり「スペクトル型 A2—F0 の連星はすべて Am である」ということも観測で証明したが (1969)、このことがカルシウム K 線の弱いこととどういった関係にあるのかかわからない。また、Ap に

は連星が少ないということもある。

変光についてもふれなければならない。変光は長いものから短いものまでである。周期数日のものは早くから見つけられており、周期が磁場変化の周期と一致しているところから自転と関連していると考えられる。周期数時間のものは HR 図上の位置から考えて星の固有振動と思われる。しかし、ウッド (1965) による H $\beta$  測光で得られた 90 秒の周期とか、大沢、小平両氏が研究されている HD 221568 における 160 日という長周期など、これからの解明を待たれている。

### 4. おわりに

Ap, Am の特異性が最初に記述されてから 70 年、モルガンによって一つのグループとして研究されるようになってからもうすぐ 40 年、磁場が発見されてから 20 年たってしまった。この間にいろいろな事実が発見されたが、本質への解明はあと一歩というところである。一番重要な「何故特定な元素の線が強いのか」という間には、実際に元素が多いからだとする説と、大気構造が異常なのではないかとする説があったが、今では前者に落ちついたように見える。しかし何故多いかについては、何らかの核反応の結果だとする説と、表面での拡散による説がありこの両者について伊藤、尾崎両氏の詳しい解説があるはずである。磁場の起源については加藤氏が、それから本稿では特にふれなかったが、星団における Ap, Am 星のもつ意味について今川氏が書かれる予定である。

岡山の 188 センチ、91 センチ鏡をつかって、主に東京天文台を中心として日本でもこの分野で重要な研究がなされてきたが、あともう一押しというこの段階で、若い研究者が沢山参加して欲しいものである。

## 早期型特異星 (Ap, Am 星) と星団中の「さまよえる」星

今 川 文 彦\*

NGC 752 や M 67 など中期ないし晩期散開星団また M3 のような球状星団の中には、それらの H-R 図上主系列から準巨星列への折れ曲りの点の上方にも、運動学的に見て星団メンバーと考えられる星が存在することはかなり以前から知られている。これを青い「さまよえる」星 (Blue Straggler) とよぶ。この H-R 図上の変則的な位置をどう説明するかは、星団や星の進化の研究上の一つの問題点で、今までいくつかの説が発表されている。その中主なものを挙げると、

(1) 新しく生れた第二世代の星である。たとえばロバーツ (1960)。

(2) M67 などの「さまよえる」星は青色だけでなく黄色のものも存在するが、これらは球状星団の水平枝列と同じように考えるべきである。たとえばサージェント (1968)。

(3) 連星説 主星がその進化の過程で伴星に質星を与えるか、または爆発による灰を伴星にかぶらせて、その結果伴星の光度が増して主系列上を左上方に移動して現在の位置に来たのである。たとえばファン・デン・ホイベル (1968) やガスリー (1965)。

(4) 一旦主系列から離れた星がヘリウム点火の時機

\* 京都大学 理学部 宇宙物理学教室  
Fumihiko Imagawa: Early Type Peculiar Stars and Blue Stragglers in Star Clusters

に、周辺部の水素が大量に中心部に流れ込んで、再び主系列の位置に逆もどりした。たとえばロード (1970)。

これらのいずれを採るかの一つの観測的な決め手は、「さまよえる」星の質量を知ることである。連星以外の場合これを精確に知ることは困難ではあるが、分光的方法により星の光度と表面重力を求め、モデル大気の計算と合わせて質量を類推するという、この問題への接近がなされている。たとえばサージェント (1968) や ストロム-ストロム (1970)。しかしもちろん未だ決定的なものはない。

一方星団のメンバーと考えられる早期型特異星で、若い「さまよえる」星の位置に在るもののがかなりある。早期型特異星については別の方が書かれるからここには触れないが、上記(3)の連星説は、この種の星のいろいろな物理的特異性や起源をも、ある程度説明できるので、特異星と「さまよえる」星との関係が最近にわかに注目されるようになった。そこでまず星団中の Ap, Am 星を総ざらいして、その数、H-R 図上の位置、星団の年齢との関係などを調べることが、シンポジウムにおいて私に課せられた任務の一つであった。

総ざらいの結果を表に示す。星団などは年齢順に並べてある。年齢はオーダーだけを示した。(B-V)<sub>T</sub> は折れ曲り点の B-V である (空間吸収は補正)。Ap 星は便宜的に三つのグループに分けた。この表を見ると、若い星団ほど (I) グループの Ap 星が多く、古い星団ほど (III) グループの Ap 星や Am 星が多く、全体として左上より右下にかけての対角線に沿って星が分布している。これはすでにジャシエックやファン・デン・ホイベルなどによって云われていることで大勢に変わりがない。ただ若干異なるところもあるのでそれを列挙してみる。ただこの表を作成した原表は、各原典のいわばモザイクで統一されたシステムにはなっておらず、星団のメンバーの同定はともかくとして、分光には素人の筆者であるので、Ap 星のいろいろな特異性に関する資料は、全くそれぞれの原典を鵜呑みにしたことをお断わりしておく。

1) 非常に若いアソシエーション例えば Sco-Cen などにも早期 Ap 星が存在する。(I) グループの3個の中には有名な 3 Cen A が含まれており、この星はいわゆる Ap 星とすこし異なり、スペクトル型が早期 (B5) でヘリウム線が弱い、マンガン型の Ap 星と同じように隣が強いので (I) グループの中に入れたものである。早期 B 型特異星の中ヘリウムの弱い星も、いわゆる Ap 星と統一的に考えた方がよいかも知れないので、この方の総ざらいも行なっている。

2) 非常に古い星団例えば M67 にも Am 星が存在する。

3) ヒアデスよりも古い星団たとえば NGC 6633 にも晩期 Ap 星が存在する。

4) 星群は別として星団にはマンガン型 Ap 星は無いとされているが、NGC 2516 には存在する。この6ヶの中にはマンガン型の他にシリコン型やその他の特異星も

星団・星群・アソシエーション中の Ap, Am 星

星 団 等	(B-V) <sub>T</sub>	年齢 (年)	Ap				Am
			(I) Si 4200 Hg-Mn Si (3955 を含む)	(II) Si-Cr- Sr 等 Cr-Sr- Eu 等	(III) Sr-Cr- Eu 等	不明	
Sco-Cen			3			1	
II Sco		~10 <sup>6</sup>	1				
α Per				1			
IC 2602			1		1		
IC 2391			2	1			
IC 348							1
NGC 2451			1				
M 41	-0.20		1				
Pleiades Cl.	-0.12	~10 <sup>7</sup>	1				2
" Gr.	-0.12		13	6			
M 7	-0.10		2			1	
NGC 2516	-0.07		6				
M 39	-0.06						1
UMa Gr.				3	7	1	6
NGC 1342	+0.05		1				
Coma Ber.	+0.05			1	1		6
Hyades	+0.10		1		1		7
NGC 2281					1		
Praesepe	+0.15						9
NGC 6633	+0.15	~10 <sup>8</sup>			2		
M 67	+0.40	~10 <sup>9</sup>					2
計			33	12	23	4	34

含み、この点で特異な星団である。ただそれらのメンバーの同定がいますこし確かでない。

5) プレイアデス星団には特異星は少ないが、プレイアデス星群にまで拡張すると非常に多い。

6) また IC 2391 にも少ないが、その周辺にはさらに7ヶの Ap 星が存在している。しかし運動学的にみてそのメンバーに入れるのは無理である。ただこの中一つは星団から高速で飛び出した星であるらしいとファン・デン・ホイベルはいつている。

つぎに、これら Ap, Am 星の各星団の H-R 図上の位置について調べてみた。余白が無いのでその中 2, 3 の図を示すだけに止めるが、そう簡単ではなさそうである。「さまよえる」星の位置に落ちるものももちろんあるが、(たとえば第2図参照)まだ進化しない主系列上に在るものもあれば (第1図)、すこし進化した主系列に在るものもある (第3図)。星団の年齢との関係など気のついたことを挙げてみよう。

1) まず例外なく Ap 星は Am 星の上方に位置する。これはむしろ当然のことであろう (第2図)。

2) Ap 星は折れ曲り点よりかなり上方に在るものがあるが、Am 星はそんなに飛び離れて存在するものはない。

3) 全体として「さまよえる」星の位置は年齢が古くなるほど下っている。これも当然のことかも知れない。しかしこれには例外もかなりある。

4) 若い星団ほど未進化または進化した主系列上に落ち、古い星団ほど「さまよえる」星の位置に落ちる傾向が見られる。しかしこれにも例外があり、とくに NGC

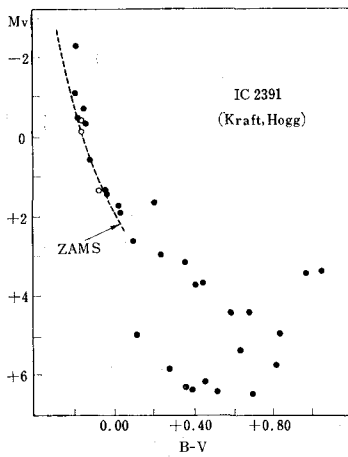
6633 のようなかなり古い中期星団の Ap 星でも進化した主系列上に在るものもある (第3図).

5) プレセペの最も青い「さまよえる」星の位置に在る 40 Cnc は Ap でも Am でもなくただ自転速度がおそい. その他「さまよえる」星の位置に在っても全く正常な星も存在する.

6) 最初に書いたとおり, 中期ないし晩期散開星団には「さまよえる」星を含むものがかなりあるが, その中には青いもののみならず黄色のものも存在する (第4図). これらは暗いためあってその分光的特徴はほとんどまだ知られていない (M67 の2個だけは Am 星らしいことがわかっている). また M3 のような球状星団

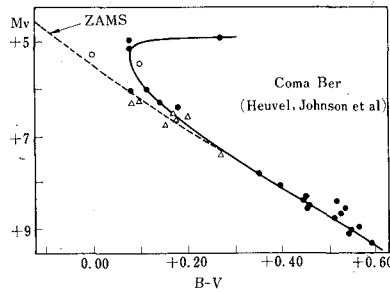
の第二種族の「さまよえる」星はどうか?

一方において早期型特異星の起源を探り, 他方星団の「さまよえる」星を解明するためには, 以上述べてきたような, 特異星のいろいろな星団の中での分布のあり方や H-R 図上での位置についての観測的事実を矛盾なく説明できるものでなくてはならない. 特異星の起源として考えられるものは何も連星説だけでなく他にも有力な説が二, 三あり, また星団の「さまよえる」星は常に特異星とは限らず, 一応特異星とは離れたアプローチの仕方もあろう. いずれにしても標題に掲げた諸種の星の関係の究明の多くは, すべて今後に残された問題であろう.



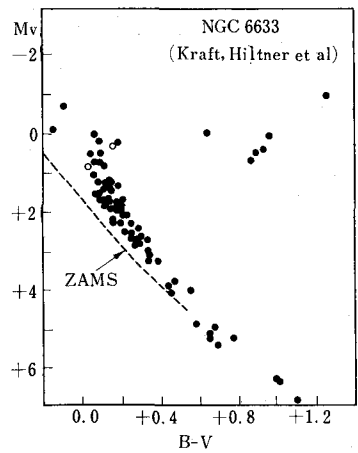
第1図 IC 2391

○ 印 Ap 星, 空間吸収は補正



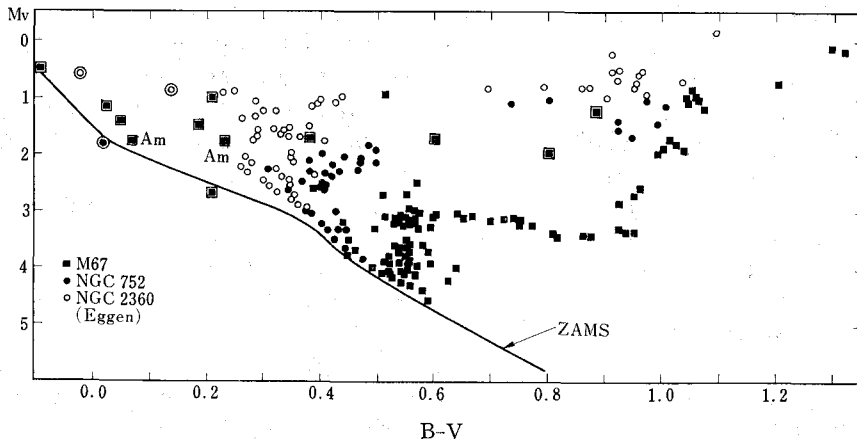
第2図 Coma Ber.

○ 印 Ap 星, △ 印 Am 星  
空間吸収は補正  
ブランケットング効果, 自転効果も補正



第3図 NGC 6633

○ 印 Ap 星, 空間吸収は補正



第4図 NGC 2360, NGC 752, M 67

二重印「さまよえる」星  
空間吸収, ブランケットング効果補正