



報 雜

セフエイド變光星

1895年に Bailey 教授は球狀星團の中に多くの短週期變光星を發見した。其多くはセフエイドと呼ばれる或る變光星の光度曲線に似た變光をなす。この星は當初から天文學者にまつての難物であつた。と云ふのはこれが示す視線速度の變りは食連星に對して豫想さるゝものとは位相を異にして居る。而も視線速度から見ればその軌道は極めて小さく、その質量は極めて小さかるべきにスペクトルより見ればその眞光度は大きい筈である。現在でもまだまだこの光度變化の物理的原因を完全には説明する事が出来ない。スペクトルの變化から見てこの星の發する光が實際に變るのだから考へざるを得ない。この變化を説明するために Eddington 教授は星の脈動の理論を數學的に展開した。Jeans 博士は天體が極めて速かに廻轉し極めて伸びて、ある平均の狀體を去來し恐らくは二つの星に破れんとする條件に近づいて居るのではないかと云ふ異論を吐いて居る。何れも觀測事實の或るものは説明するが完全とは云へない。

かゝる中にもセフエイドは種々の理由から大いに重要になつて來た。第一に Miss Leavitt は Magellanic Clouds 中に殆んど 1800個の變光星を發見した。小さい方の Cloud にある 100 個の週期は 15 時間乃至百日であるがその週期は單に見掛けの平

均光度に關係して居ると云ふ重要な事實が發見された。これらの變光星は明かに Cloud 内にあるが故に大まかには其距離も等しかるべく、從てこの週期は等しく眞光度に結ばれて居るのは明かである。で若しも一つのセフエイドの眞光度が知れたならば他の各々の眞光度をも導き得從つて見掛けの光度からその距離を決定し得るであらう。Boss カタログに含まれて居る 13 個の我が銀河系に屬するセフエイドから Hertzsprung は零點を決定しこれを利用して Magellanic Cloud の視差を見出した。この週期光度の法則によつて Shapley 教授はセフエイド或は星團型を含む球狀星團や星雲の距離を二十萬光年迄研究した。又最近 Hubble 氏は一步を進めてこの方法を更に遠方にある渦狀星雲や星雲に迄及ぼした。

又 Eddington は星の距離のみならず壽命を示すためにもセフエイドを使用した。星の振動の週期は現在では如何なる理論に立つても密度の二乗根に略比例する。觀測のある 140 年間に 6 Cephei の週期に現れた些細の變化から見れば、恒星輻射の起源に關する Kelvin の理論が要求する（即ち恒星の發する全てのエネルギーが重力的な收縮に由來すると假定すれば現れるであらう様な）收縮の百分の一も收縮して居らないのが示される。從つて地球の年齢も收縮假説で許容される

二千萬年よりは遙かに大きくなし得るのである。

Miss Leavitt の初めて発見した週期光度の法則を應用するに當つては相當の非難を受けた。一の非難はかうである。或る週期を持つた星團變光星が同じ週期を持つた孤立的セフェイドと同じ眞光度を持つと云ふ證據はないではないか。第二の手痛い非難は孤立的セフェイドの眞光度に關する。それが決定は容易ではない何故と云へば最も近いセフェイドでも直接なされた視差の觀測に大して信用を置けぬ程遠いのであるから。

最近のHarvard Circular (313-315)にShapleyは Cepheidに關する其の後の研究を發表した。第一の論文では週期とスペクトルとの關係を論じて居る。70個のセフェイドのスペクトルが7250個以上の寫眞板によつて Miss Cannon 等の手で彼の女の系統に分類された。各々の星に對して、スペクトルの區域 (range) と中間のスペクトル及び光度の區域と週期とを與へてある。スペクトルの區域は約一クラスに互つて居る。中間のスペクトルを週期に對し畫に寫せば次の數字を通る曲線の近くに群るのを知る。

Median Spectrum	Log Period Days	Median Spectrum	Log Period Days
F ₄	(0.16)	G ₂	0.79
F ₆	0.30	G ₄	1.04
F ₈	0.43	G ₆	1.38
G ₀	0.59	G ₈	(1.70)

平均のスペクトラム週期曲線よりの平均のづれは僅か2.1スペクトル單位(=0.21 spectral class)に過ぎぬ。一日より短い週期を持つ星に對してはテータがほんの少しよりないが log periodが-0.3に對

し約A₀のタイプが相當する。

第二の論文ではこの結果を週期光度の法則と關聯して論じて居る。Eddington や Jerus の理論にも略示されて居る様に $P^2\rho = \text{constant}$ (Pは週期、 ρ は密度を表はす)を假定すれば、有效溫度T、T_c、質量 μ 、 μ_0 、週期P、P₀、輻射光度 bolometric magnitude) M、M₀を持つ様な二つの星の間には次の關係が成立する。

$$M_0 - M = 10 \log T / T_c + \frac{10}{3} \log P / P_0 + \frac{5}{3} \log \mu / \mu_0$$

で上に述べた週期とスペクトル・タイプとの關係より、PとTとの間には、或はG Oの星 (T=5555°)に對し M₀=1.9、 $\mu_0=1$ 及び $\log P_0=0.59$ を假定すれば

$$-M = 10 \log T + \frac{10}{3} \log P + \frac{5}{3} \log \mu - 37.47$$

を得る。 $\mu=1$ と置けばPよりMを計算し得る(Tはこのスペクトル・タイプ従つてPの函數である)。すればEddingtonの質量光度の法則より μ が求められる。で逐次近似法によりMの値をPより計算し得るのである——即ち週期光度の法則を知るのである。この様にして次の表が作られた。

Sp.	T	Log P	Bol. Mag.	Comp. Mag.	Vis. Mag.	Obs. Vis. Mag.
A ₀	10,000°	-0.56	-0.3?	-0.1?	-0.3	-0.3
F ₆	8,500	-0.31	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3
F ₀	7,400	-0.06	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
F ₅	6,500	+0.23	-1.2	-1.2	-1.0	-1.0
F _{7.5}	6,000	+0.40	-1.5	-1.5	-1.4	-1.4
G ₆	5,500	+0.59	(-1.9)	(-1.8)	-1.8	-1.8
G _{2.5}	5,050	+0.85	-2.6	-2.4	-2.4	-2.4
G ₅	4,600	+1.22	-3.9	-3.6	-3.9	-3.9
G _{7.7}	4,300	+1.62	-5.7	? -5.2	? -5.4	-5.4

この表の第四行は Eddington の質量光度の關係と結んで叙上の公式から誘ひ出さ

れたものであり、之を視光度に換算したものが次の行である。このデータはすべて星團に屬さぬセフェイドにのみ關する次の行はShapleyがMt. Wilson Contribution 151に與へた生みの視光度週期法則で、主としてMagellanic Clouds及び球狀星雲に在るセフェイドに基く。類似の結果は寫眞光度の計算値及び觀測値に對しても見える。

セフェイド變光星に現れる問題の一つは一日よりも短い週期を持つた所謂星團型變光星と長週期のものとの間の關連である。この問題に關してShapleyは第三の論文で論じて居る。例へば星團 ω Centauri には一日より短い週期を持つ 76 個の變光星がある。これらは週期、形及び變光區域の著るく異なる三種の光度曲線に分類できる。a, b, c で記されるこの三種はそれぞれ 0,586, 0,752, 0,395 の平均週期を持つが、その平均の見掛の寫眞光度は 13,55, 13,54, 13,61 である。即眞光度は週期には無關係に一定の様である。この結果は M3, M5 及び M15 に在る星團型變光星の觀測からも支持されて居る。然らば $P\sqrt{\rho} = \text{constant}$ 或は P が $\frac{A^{3/4}}{\mu}$ (A は表面面積、 μ は質量) に比例するとすれば勿ち困難に會する。質量が異なるとして P の開きを説明せんとすれば質量に 5-1 程度の開きを許さねばならぬ。これは同じ眞光度を持つた A タイプの星に關して認められて居る概念とは矛盾する。又 A の差異によつて P を説明せんとすれば同一の眞光度を持つるためには表面光度に約一等級の開きを認むるを要する。然るに Henry Draper Catalogue に含まれた銀河系内の短週期星の觀測の示す結果は次の如し。

平均の週期	平均のスペクトル	數
0,38	A5,9	9
0,49	A5,6	8
0,59	A6,5	8

このスペクトルの差異は表面光度に於ける所要の開きを説明するには足らない。Shapley によれば M5 及び M15 に在る星に對しても平均の週期には大きな開きがあるのに色指數の開きは同様に僅小である。

故に 0,3 より 0,8 日に及ぶ週期に亘つて眞光度の定常を示すのは $P\sqrt{\rho} = \text{constant}$ なる形式を持つ法則によつては説明し得ぬ様に思はれる。唯一の逃路と云へばその密度分布の相違によつて週期が支配されし見る位のものであらう。

これらの研究は未だセフェイド變光星を完全には説明して居らぬ。併し乍ら實に最後の解決への補助となる。第一には觀測のデータを増し他方には理論との比較により或は不満足な假定を除去して、この變光性のスペクトルやその他の特性を知るよすがをなした。種々の點より見てこれが變光の物理的原因を發見するのは重要である。して Shapley の第一の論文に與へられた様な適切なデータを蓄積し一方物理學の法則を注意深く天體に應用すれば必ずや遠からずして満足な解決に導くであらう。(J. Jackson)

Nebium スペクトル

瓦斯狀星雲のスペクトルに見ゆる數本の強い線の起源は長い間未解の問題として分光學者にとつて面白い研究の對象の一つであつた。この所謂 Nebium のスペクトルは今では何か假定的の原素に由來するものとは考へられない。即ち種々の

點から見てこの線は或る軽い原子が特種の状態に於いてのみ、恐らくは星雲に於けるが如く密度の極めて低い時にのみ輻射し得るのではなからうかと思ふ事は殆んど明かになつて來た。

昨秋の Nature(1917, Oct. 1)及び Pacific の Publication に California の I.S. Bowen はこの問題に關し面白い意見を發表して居る。彼によれば Neblium の線は窒素及び酸素の一重乃至二重にイオン化した原子が Metastable の状態からより低い level に移る時に輻射することを考へるのである。元來 metastable の状態は normal な状態よりはエネルギーが高いのであるが量子論によればこれから移るのは吸収によつてのみ可能であつて光を放つて直接 normal な level に復するのとは不可能ではないが極めて稀である。即ち此状態の平均壽命は極めて長いのである。故に實驗室の條件にあつては衝突間の時間は秒の小さな分數(地球上では出来るだけ眞空にしても $\frac{1}{1000}$ 秒を越えない)に過ぎないから、metastable の原子は周圍の原子と衝突をして光を輻射する事なくより低い状態に落ちて終ふ(第二種の衝突)。併しながら星雲に在つては遙かに稀薄であるから衝突間の時間は遙かに長い(10^4 — 10^6 秒)。でこれらの原子もその状態間のエネルギー差に相當した輻射を放つて自發的に低レベルに復する機會を持ち得るのである。

星雲は高度にイオン化した窒素及び酸素のよく知られたスペクトルを見せる。でこれらの元素がやはりこの未知の線の起源だを考へるのは自然である。

NII及び OIIIの如き六個の電子を持つ原子に在つては普通の状態では二個は 1s

レベルに、二個は(2s)に、二個は(2p)に配列される。Hund の理論によればこの配列は $^3P, ^1D$ 及び 1S term を生ずる。

この中最低のものを除いては metastable である。即ち相互に移るも azimuth の量子數に變化はない。OIIの2個(2s)及び3個(2p)の電子の normal な配列は $^4S, ^2D$ 及び 2P の term を作る。

これらの term 間の跳移による線の振動數は二つの場合のみ嚴密に計算できる。OIIIの $^1D-^1S$ 及 OII の $^2P-^2P$ これである。計算された振動數は 22916 及び 13646 で之を波長で表せば 4362.54A, U, 及び 7326.2A.U. となる。強い Neblium のスペクトル線の中二つは 4363.21A.U. 及び 7325A.U. に現れて居るのでそのづれば大きな實驗的誤差から見ればよく一致して居るものと考へられる。

その他のグループについては幾分ラフではあるが Bowen のものし得た結果は次の如くである。

入	Source	Series Designation
7325.0	OII	$^2D-^2P$
6583.6	NII	$^3P_2-^1D$
6548.1	NII	$^3P_1-^1D$
5006.84	OIII	$^3P_2-^1D$
4958.91	OIII	$^3P_1-^1D$
4363.21	OIII	$^1D-^1S$
3728.91	OII	$^4S-^2D_3$
3726.16	OII	$^4S-^2D_2$

小口径反射望遠鏡について

自分は度々2乃至3吋半の反射望遠鏡の能力について質問を受けた。質問の内容は、頭から3吋位の小反射望遠鏡は間に合はないとか、或は反射鏡は反射率が低く平面鏡があるので3吋で2吋屈折位の集光力より無いだらう等の事であるが鍍銀の

不便を除いて、屈折に比し數分ノ一の價格で作れるのであるから、廉く出来るなら作つて見ては如何であらうといふ考で先づ自有の3時から手をつけ、専門の光學會社のカタログを見るに最小口径の反射は10センチ(4吋)であつて英國標準では4吋半は通常最小である。もつとも3吋反射の廣告を見た事もあり、實用に供せられて居る事も知つて居る。自分の3時は去る4月から連続して太陽紅焰の分光器觀測に使用して満足すべき結果を得て居る。これから3吋を數箇作つて後に製作上の多少の困難があり、3吋半の方が設計上好都合であるので十數箇も作つた。

前記の様な質問は小口径覗いた事も使つた事もない人の言ふ事である。先づ第一に集光力から言へば小口径の屈折でも100%の集光力をするものではない、色消の四面で可なりの光力が失はれ、硝子材でも可なり吸收せられる。普通の3吋で集光量はほど、透光量97%、反射光16%と見て(フォーゲル氏)は81%と考へてよからう。しかるに新しい鍍銀面の鍍銀鏡は95%の反射率を持つて居るが、凹面鏡と平面で二回反射せられ、更に最初に斜鏡で可なりの光を失ふ。斜鏡による損失は中口径では約5%であるが、3吋及び3吋半では平均22ミリの平面を使い、更に支持金具による損失を加へると15%といふ可なりの量になる。即ち總量は

$$\text{反射率 } 95\% \quad .85 \times .95 \times .95 = 77\%$$

$$\text{古い銀 } 90\% \quad .85 \times .90 \times .90 = 69\%$$

結局、普通の條件で3吋反射は3吋屈折の約10%集光量が少いを見てよからう。(低倍率を犠牲にして13ミリ位の平面を使へば殆んど同等である)實驗的に筆者が最良の屈折と眼視上より比較した所に

よるに、明らかに口径で約4ミリ反射が淡い。であるから76ミリ(3.0吋)の屈折と80ミリ(3 $\frac{1}{8}$ 吋)の反射と同光量であるを考へてよからう。少なくとも反射は光量に於ては僅かに劣る。3吋反射で土星衛星を三ヶ乃至四ヶ見た人が少くないから二流のレンズでは優劣は言へない。

次に像であるが、二流のレンズとなれば明らかに反射が良い。

言ふまでもなく反射には色が出ない。木星、金星、月では、格段の差が見える。京大天文臺の4吋クツクの逸品を3吋半と同口径に絞つて比較した結果では

反射では平面の影響で、焦點の干渉像の干渉環が強いが中央の星像の圓盤像は反射の像が明確である。一般に等光の二重星には反射の方がよく、不等光の對には屈折が良いが、二重星觀測には差がない250圓程度の低級な三吋屈折は良好な三吋反射より著しく劣るが、視野の中央の像は屈折反射に能率上の差はない。同じハイゲン接眼レンズを使つた場合、視野の平且さは反射が劣るから、外觀上反射が劣つて見える。之もf8よりf10に作れば殆んど影響がなく。最良の色消接眼レンズを使へば、何れが良いとは言へない。

反射鏡は一年に一回鍍銀せねばならぬから、鍍銀が面倒だから反射はいやであるといふ人は最初から使はぬ方がよいが、從來無視せられて居た小口径反射が同口径屈折の數分1、1吋半乃至2吋の屈折と同様で、しかも多額でないとするれば、多少の缺點はあつても用途は充分ある様に思ふ。

自分は口径は2吋或は2吋半でも尙ほ費用の點を考へれば作る價值はあると思ふ。能率も3吋反射と同じ比例と思ふ。設計の内容には別の機會に書きたい。(中村)