

恒星の大きさ(二)

J・S・ブラスケツト

T・E・生 譯 述

前述の如くにして質量の確定値を得たから、我等は今恒星の他の大さ即ち直徑と密度とを考へる事となつた。是等は質量が恒星の一生の歴史を通じて不變であるに反して直徑と密度とが後述の如く非常に廣い範圍内を通じて確實に變化する云ふ點に於て全く別な問題を提唱してゐる。若し質量が既知であつて、直徑か密度かを得らるれば、他の一は忽ちに出ます。此故に是等要素の中唯一つのものを考へる事が必要でせう。そして私が直徑を選んだのは、之れが直接に決定し得(密度は誘導された要素です)又之れが素人に訴へる所あるからです——彼にして若し恒星の大きさに趣味を有するにせば恒星の質量や密度よりも寧ろ直徑を知らうと欲するものです。

恒星の直徑を決定する問題は決して單純な問題ではなく、且つ普通間接的に攻撃を受けるものです。思想の混亂を防ぐ爲めに我等は恒星の實視(見かけ)並に眞直徑を區別しなければならぬ。凡そ天體の見かけの直徑とはそれが眼に對する角度を云ふ。かくして我等は太陽と月との直徑は約半度で殆ど

等しいと云ひ得ますが、他方誰でも知つてゐる様に彼等の眞直徑は非常な相違で八六五〇〇哩對二一八〇哩です。遊星は助けなき眼には見える丈の直徑を有しない様に見えるが望遠鏡で見れば、測量し得る視表面を有し、從つて太陽、月及び諸遊星の實視直徑は容易に測定し得、そして其の距離を知る時には彼等の眞直徑は忽ちに得られます。然し諸恒星に就いては問題が全く違ふのです。

私が數年間來訪者に望遠鏡で何が見えるかを説明した經驗より會得した事は大多數者が望遠鏡を恒星に向ける時に擴大された視表面を見ずして驚きと失望を得ると云ふ事です。彼等は是等天體の無窮の距離の爲めに實視直徑の極微な事從つて、測量する事はさて置き、恒星の視表面を見付ける事すら望遠鏡の最大なものを以つてしても不可能な事を悟らないのです。此の事の絶望である事は一つの點源及び凡ての恒星の像は實際點であり、凡て望遠鏡の焦點に於て、光の一小中心輝圓盤と其の周圍に明暗の輪を以つて成り立つてゐる事を知る時により善く了解されるでせう。圓盤(視表面)と輪の組織は光波の干涉に基づく、そして中央の圓盤は同じ口徑比の凡ての望遠鏡には同じ直線直徑を維持するけれどもその角直徑は對物レンズの形に從つて減少するものです。百吋望遠鏡には其直徑は約圓弧の一秒の十分の一で、カツセグレニ式焦點

に於ては僅かに一吋の一千分の一以下にも及ばないでせう。
輪ミ空氣震動の存在の爲めに見得る表面を示めずには恒星は明かに一秒の十分の一以上可成り大きな多分一秒の六分の一又は七分の一の見かけの直徑を必要とするでせう。或る恒星の最小限の見かけの直徑は一秒の約二十分の一である事は現今可成り確定されてゐる。それ故上掲の比を用ゐれば、或る星の見かけの直徑を認め且つ測定するには、さうやら二十五又は三十呎の口徑を要するでせう。然らば干涉計（インターフエロミーター）法を除いては（後に言及しませう）恒星の直徑は間接方法に由つて決定せられねばならぬ。

是等間接測量の中で最も積極的な正確なものは質量の決定に於けるミ等しく二重星——誠に二重星の一特別階級即ち蝕連星又は變光星——の研究によつて得られたのです。記憶すべき事は質量の最も正確な決定が蝕連星から得られた様に蝕連星から直徑ミ密度の最も正確な決定を得能ふ事です。前述の如く恒星の直徑ミ密度ミの知識は星辰進化説の競争説間の批判的吟味手段をなすものです。より新しい説の提唱者なる教授ラッセルは多分かくして蝕變光星の光度曲線を論ずるの完全且つ美麗な方法を發展せしめる様になつたのです。蝕變光星の光度曲線は光の變化ミ組成星の相互蝕作用の時期ミを圖にして形ち作られた。そして教授ラッセルは彼の方法に由り光

度曲線から回轉の形ミ軌道の傾斜及び二箇の恒星の形ミ彼等の間の距離に比較した相對的の大きさを決定し得たのでした。多分同じ目的の下に此の方法を使つて教授ラッセルの學生にして友なる博士ハロー・シャプレーは九十箇の蝕變光星（凡て之等の光體は充分確定された光度曲線を有してゐた）の光度（測定）の軌道を決定した。

組織恒星の相對的大きさのみ（彼等の分離ミ比較した）がかくして得られた。そして平均直徑のある觀念を得る爲めにシャプレーは組織星の質量は等しく且つ各々太陽ミ等しいミ假定した。然らば調和の法則から容易に分離（距離）を決定し得従つて是等九十箇の組織の直徑ミ密度ミを決定し得ます。シャプレーは此等の値を表に作り、そして直徑ミして太陽の〇・六乃至一〇倍の排列を發見した、勿論或不確定な場合には太陽の七〇〇倍の直徑を上げてゐるが。然しながら更に修正された密度に對する値は太陽の密度の百萬分の一以下から五倍迄に排列された。一方是等の結果は可能的に平均より遠くは離れてゐないけれども、彼等は假定に基づき然もそれらは宇宙的に眞理でなく、たゞ進化説に於て巨星、矮星の共存を誤り無く示めして、以つて彼等の目的を足したけれども實際の^{アイゼンシュタイン}大きさを得る事は大きな趣味ミ價值のある事です。

質量の決定の場合に相對値は兩組成星のスペクトルが測定

し得る時蝕變光星からのみ得られたミ丁度同じく直徑の決定に於いて實際の直線値は兩スペクトルが測定し得る時のみに得らるゝものです。前述の如く分光器的軌道から我等は分離(距離)の投影された長さのみ得ます。そして實際の分離を知るには我等は傾斜角を知らねばならないのです。光度測定(軌道は此の角ミ直徑對分離の比ミを與へる、それ故に彼等の決定は單に乘法の問題です。約說すれば——

分光器的軌道は傾斜の正弦で乗ぜられた分離を與へる。然し此角は光度(測定)の軌道で與えられるが故に我等は二箇の恒星の眞實の分離を得る。それから光度軌道から我等は直徑對分離の比を得、從つて二箇の恒星の眞の直徑を得ます。

シャプレーが光度軌道を得た九十箇の蝕連星の中二重スペクトルを有する唯十四箇のみが分光器的軌道を決定せられた述者はドミニオン天體物理學天文臺では等軌道の七箇を決定したが七個は他所で得られたのです。次表は是等十四箇の恒星のスペクトル、直徑、質量及び密度を示めすものです。

太陽を單位とした蝕變光星の絕對的大さ

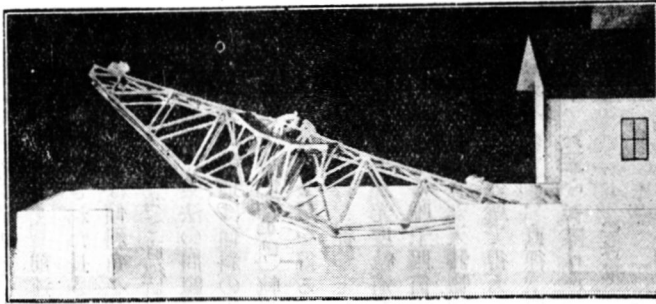
星	分光型	直徑	質量	密度			
		d_1	d_2	m_1	m_2	ρ_1	ρ_2
取者座 B	Ap	2.8	2.8	2.4	2.4	0.11	0.11
ペルヴェス座 u	B3	4.6	5.3	7.7	2.9	0.095	0.022
總密 V	B1B3	8.4	7.7	19.4	19.4	0.042	0.055

座座 B	B8B5	16.2	40.6	1.4	14.2	0.0006	0.0004
ペルヴェス座 RN	E9	1.5	1.4	0.9	0.9	0.25	0.34
大熊座 W	G	0.8	0.8	0.7	0.5	2.8	1.9
ペルヴェス座 Z	F	1.8	3.3	1.6	1.3	0.3	0.04
蛇座の座 U	B5	3.2	3.2	5.4	4.7	0.18	0.16
小狐座 RS	B8B9	2.0	10.2	5.4	1.7	0.63	0.0016
北冠座 U	B3	2.0	4.7	4.3	1.6	0.175	0.015
ペルヴェス座 TX	A2	1.3	1.3	2.0	1.8	0.87	0.75
白鳥座 Y	B2	4.6	4.6	16.6	15.3	0.170	0.158
小狐座 Z	B3	4.2	4.5	5.2	2.4	0.085	0.033
カシオペヤ座 TV	A	2.7	2.3	2.0	1.2	0.010	0.010

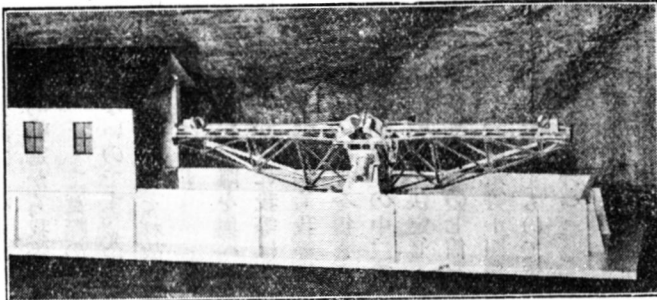
直徑は太陽の〇・七八乃至四〇倍に、密度は太陽の〇・〇〇〇四乃至二・八倍に排列してゐる。是等の測定された大さは巨星矮星の存在を示めすに足り、且つシャプレーの數倍大きな排列の理論的結果が眞である事を證するに足るものです。

然しながら再び直徑ミ密度に關する結論並に質量に關する以前の結論は二重星から誘導されたものです。そして我等は未だ太陽以外の單獨恒星の何れの大さをも發見してゐません單獨恒星の大さが二重星の大さ著しく相違してゐる云云は事は眞らしくないけれども或る獨立的證據が望ましいです。恒星の直徑を得る或る獨立的方法が最近發達せられたけれども干涉計による見かけの直徑の測定、直徑の實際的測量

ウイルソン山天文臺の爲めの五十呎干涉計望遠鏡（摸型）



（装動さ室鏡の時六十三は分部の壁）型摸た見らか北圖上
るあてい除取にめ爲すめ示を置



（すめ示を家く動ふ蔽を械機時いなば使）型摸た見らか南圖下

は理論的論議のために又教授ラッセル（失禮ながら申します
が彼は多分此場合に於ても彼の進化論假定説に對する關係に
より影響された様ですが）に由つても先んぜられたのです。
或る恒星の見かけの光度は明かに其面積及び表面の輝き、各
單位面積毎の輝きに因るものであつて、且つ兩者の所産に比
例するものです。それ故に同じ表面の光度を有する凡ての恒
星に取つては面積は見かけの光度に比例し、從つて見かけの
直徑は見かけの光度の平方根に比例します。例へばカペラ星
は太陽と同じ分光型であり、多分太陽と同じ表面光度を有し
てゐる（カペラは分光器的に二重星であり次の計算は其の組
織の凡の光はG型の星に集中されたに假定してゐます）。我等
は太陽はカペラより約二七等級換言せば六〇〇億倍輝いてゐ
る事を知る。それ故に太陽はカペラより此星の平方根倍大き
い見かけの直徑を有すべきです。換言せば太陽の見かけの直
徑はカペラの見かけの直徑の二四〇、〇〇〇倍である筈です
太陽の見かけの直徑は約三二分即ち一、九二〇秒です。從つて
カペラの見かけの直徑は一、九二〇秒を二四〇、〇〇〇で除し
たもの、換言せば圓弧の一秒の一〇〇〇分の八です。然らば
見かけの光度から太陽と同じ分光型を有する如何なる恒星の
見かけの直徑をも計算する事は明かに容易です。更に、表面
光度の變化は分光型或は色の變化と共に近似的に決定され、

そして我等は明かに此の比を太陽以外の他の分光型、他の色の恒星の直徑の決定に適用し得ます。教授ラッセルは空に於ける輝ける凡ての恒星の見かけの直徑をかくして計算した、そして彼の値は一九二〇年の太平洋天文學會報(A.S.P.)の十二月號中に掲げられた。教授エジントン^{Edington}は殆ど同じ頃獨立的に見かけの直徑を計算し、ラッセルよりも稍高い値を發見した。

此の理論的作品の正確さを吟味する爲めには恒星の見かけの直徑に關する或る直接的測定をなす事が明かに最大の價值ある事でせう。吾等が既に發見した様にいかなる望遠鏡を以つてしても、星の表面の測定はさて置き、見る事さえ望みなき事に屬するけれども、教授マイケルソンの天才はウィルソン山の屬僚の能力ミ器械的材料の完全ミ團結して百吋望遠鏡に取付けた干涉計により三恒星の直徑を測定する事を可能ならしめたのです。此の大進歩に付いては既に專問的並に他の諸雜誌に詳述された故に此處には省略しませう。測定された直徑はラッセルミエディントンの計算値の中間に來ます。それ故に我等は計算値の實質的正確に信を置き得ます。

然しながら理論的並に觀測的方法は共に唯諸恒星の見かけの直徑即彼等の視表面が眼或は干涉計に對する角度を與へるに過ぎません。直線直徑を哩に於て決定するには距離又は視

差を知る必要がある。視差^{parallax}は地球が太陽からの距離により恒星に對して有する角度である。從つて恒星の直線直徑對此距離の比は見かけの直徑對視差の比で與へられます。オリオン座 α 星の見かけの直徑は 0.045 秒で、其の視差は 0.018 秒として探り得ます。それ故に其の直徑は 93000000 の 4518 、又は 2350000000 哩です。

今日迄に唯ベテルギウス、アンタレス及アルクトウルの測定直徑しか公表されてるません。然し我等はラッセルの方法による諸恒星の理論的に計算された見かけの直徑を有してゐます。それ等は既述の如く測定されたものより稍小さい直徑を與へるものです。此の相違は多分太陽 γ 異つた分光型及び色の諸恒星の相對的表面光度の見込數に於ける不正確に基づくものです。從つて私は測定された値から演繹してラッセルの數字に眞正に近い修正を自由に加え、そして最も眞正に近い視差を適用して、見かけ並に眞の直徑、見かけ並に眞の光度及び密度、そして直接に知られてゐない場合には最大及最小光度の恒星の質量の合理的平均値を用ゐて計算しました。是等の數字は決して終局的のものとして考へて頂いてはならない。然し多分正しい種類に屬し我等に異常な恒星の大きさの概念を供するに役立つ事でせう。普通の恒星の大きさは太陽^{sun}に更に殆ど等しい種類に屬します。

標準恒星の計算した大さ

星	分光型	光度	直径	視差	質量	密度	光度	直径
星の見た目の見た目の								
ベテルギウス	Ma	0.3	.044	.018	30	.000012	1450	235,000,000
アンタレス	Map	1.2	.038	.013	30	.000010	1600	275,000,000
ヘルクス座α	Mb	3.3	.015	.007	30	.000020	710	200,000,000
アルデバラン	K5	1.5	.07	.075	10	.00017	36	33,000,000
アルクトリス	K0	0.2	.023	.035	10	.0007	78	2,000,000
カペラ	G0	0.2	.0082	.071	4.6	.0003	78	8,000,000
ネラックス	K0	1.2	.015	.095	5	.0012	31	13,000,000
シリウス	F5	0.5	.0048	.328	2	.60	5	1,400,000
プロキオン	AO	1.6	.0057	.376	2.5	.62	26	1,480,000
プロキオン	AO	0.1	.0026	.034	5	.21	86	2,600,000
リゲル	B8	0.3	.0019	.007	30	.0012	13500	25,000,000
クルエダ60番	Mb	9.3	.0011	.260	.42	4.0	.002	360,000
バーナード星	Mb	9.7	.0003	.53	.023	4.0	.0004	155,000
プロキオン	N	11.0	.0017	.76	.035	4.0	.00006	207,000

カペラは分光器的二重星で其大さは凡ての光がG型星の中に集中されてゐるこの假定の下に計算してある。

我等はかくして得られた諸恒星の大きさから絶大の直径即ち太陽の三〇〇倍もあり、そして低密度即ち太陽の約百萬分の

一で、大氣の一千分の一の密度を有する赤色の巨星と太陽の五分の一の小直径を有する高密度の赤色矮星とを容易に比較して見る事が出来、かくして此等の序列の大きさの必要とする星進進化説のより新しい説が最も真に近いものであると云ふ結論から逃れ道がない様に見えます。

天文学の歴史中現今一般に容れられてゐる星進進化論の發達及び證據立は興味ある挿話は外に多くありません。尙又私は確固たる目的に對して注意深く計畫を立てた探求の價をほぼ明瞭に説明する例を知らないです。是等は宇宙の秩序と美麗とのより明瞭な概念を得せしむるに至つたのみならずために我等の恒星の大きさに關する知識は莫大に増加せられたのです。

(終り)

世が天文学に負ふ最大の負債は、それが創造とは如何に偉大なものであるかを教へたにある。

教授シモン・ニューカム