

太陽系の起原 (一)

J. H. ジーンズ

これは Hugo von Seeliger の爲めに出版された “Probleme der Astronomie.” の巻頭に掲げられて居るものです。ジーンズ氏の宇宙開闢論は、嘗て天界誌上で、上田先生によつて紹介された事があります。近くは、山本先生の「宇宙開拓史講話」の中に表はれて居ります。共につきて御参照あらん事を。

(譯者一能田忠亮)

今日の天文學者が、その要求に應じて手にし得る望遠鏡は、これを小にしては五分の一時の肉眼から、大にしては百吋以上もあらうご云ふウイルソン山の大望遠鏡に至るまでの範圍にわたつて居る。若し、我々が星の一樣に分布して居る無限の世界の眞中に、住んで居るものごすれば、ごいふ内に、望遠鏡の力の及ぶ範圍内の世界の眞中に住んで居るものごすれば、口径の違ふ望遠鏡で星をみる時、星の、數は各々その口径の三乗に正比例してゆく筈である。



星雲の典型 (N. G. C. 3115)

ごころが、實際肉眼では五千ばかりの星が見え、一時の望遠鏡ではこの數が十萬に増し十吋では五百萬百吋では一億になる。これら星の數は、望遠鏡の口径の三乗に従つて、急に増加して居ない。これ、我々が、「我日の世界は、星の一樣に分布して居る無限の世界ではない、」ご斷ずる所以である。我々は、適當な望遠鏡の到達し得る距離以内では、我々の方から遠ざかるに従つて、星の數が次第に減少してゆく有限の世界に住んで居るのである。全世界 (或は我らの宇宙)は、ざつご拾五億ばかりの星から成り、わが太陽は、その中心から程遠からぬ處に位して居るのであらうごいふ風に考へられて居る。

いろいろの天體を、我々からの距離に従つて、此の宇宙に、ならべてみよう、地球より遙かに小さい凡ての天體は之を無視して、先づ遊星の金星及び火星に、位置を與へてやらなくてはならぬ。これらはそれ々々二千六百萬哩、三千五百萬哩以内の近さにある。次に近いのが水星であつて四千七百萬哩、太陽は九千三百萬哩のごころにある。残りの遊星は二十八億哩の遠さになり海王星軌道の半徑程になる。

併しそこからは續いてならべられるものがなくて大きな間隙がくる。この間隙を通り越えて、初めての天體がセントアウルの微星プロキシマであつて、その距離 24×10^{12} 哩、海王星の距離の八千倍以上にあたる。之れに直ぐ續くのがセントアウルの α 星で、その距離は 25×10^{12} 哩、その次に來るのが微赤星 Munich 15,040 で 36×10^{12} 哩のところにあり、他の微星 Lalande 21,185 は凡そ 47×10^{12} 哩のところにある。ゆゑに恆星中、我々に最も近きものも、遊星中我々に最も近きもの、殆百萬倍の遠きにある。これらに續いて來るものに、全天の最輝星シリウスがあり、 50×10^{12} 哩の距離にある。こゝら邊りから、シリウスの距離の二萬倍以上の邊りまでは星が一様に續いて居る。併しそこら邊りにもなれば渦狀星雲、球狀星雲、星團なぞが、星入り混つて現はれてくる。最も遠い距離のうち、正確に知られておるものは、N. G. C. 7006 で、シャプレイによるこゝ、シリウスの距離の二萬五千倍に及ぶこの事である。此の星團は非常に遠くに離れておるが故に、その光が地球に到達する迄には二十萬年を要する。此の星團を横切る光すら數百年を要する。打ち見たところ星雲 N. G. C. 9822 はもつこ遠く、シャプレイによるこゝ、その巨離は 6×10^{14} 哩で、光が百萬年通過する距離にあたる。そこまでが目下のところ知れて居るのである。これによつて吾人は、吾が宇宙の果にまで至り、或はそこから逆に我々のところまでをみかへつてみる事が出来るのである。

これらの相異なる距離を一時に、はつきりさすいふ事は、なか々々のこゝであるが、先づ試みにやつてみよう。太陽のまわりをめぐる地球の速度は毎秒二十哩で、一年には周回六億哩に及ぶ軌道をめぐるのである。地球の軌道を百分の一吋位の半徑の針頭か或は句切點で表はすものとするこゝ、太陽は目に見え兼ねる塵埃の微粒位にあたり、地球は直徑百萬分の一時位の顯微鏡的質點にあたる。太陽系の全體をこりかこむ海王星の軌道は、三片銀貨大の圓で表はされ、最近距離のセントアウルのプロキシマは七十五ヤード位になり、シリウスは百六拾ヤード位のところになる。同じスケイルで遠距離の星團 N. G. C. 7006 は二千四百哩のところに N. G. C. 6822 は一萬二千哩のところになくなくてはならないから、大體をいへば、全宇宙は我が地球の大きさによつて表はされるのである。

故に全宇宙に對して、太陽系の起原及びその歴史を論ずるこゝいふ事は地球に對して三片銀貨大のものを論ずるこゝ一般である。何が故に此の三片銀貨大のものに興味を感ずるかこゝいふに、何がさて、たゞそれ貧弱なものにせよ少くも百分の一吋位の質點は我が地球それ自身なのであるからである。之は單に感情的方面から言つたのであるが又別に理由がある。既に太陽系と恆星との間隙についてはこれを述べたが、天文學的智識の方からいへば此の間隙こそは幾多のクロッシングをもつて來たのである。前世紀も可成り進んだ頃でも此の間隙の外側については殆んぞ知る處が無かつたのである。その時代では星は光の點

以上のもでは無く、宇宙開闢論の問題は勢ひ太陽系の問題に限られてしまはざるを得なかつた。

最近の研究は、大いに面目一新され、近代の天文学者は、太陽系以外の色々な天體について、その性質や構造、さては運動なきに關して廣範なる智識を持つて居る。前世紀の宇宙開闢論者は太陽系はこれ々々しか々々の進化をしたものだぞ主張しようと思へば主張出来たのであつた。而も他の星系との比較によつて、その説がヒツクリかへされる心配は毛頭なかつたのである。併し現に私が諸君の前に、太陽系の起原に關する理論を提供するならば、諸君は直ちに十五億からの星の有様又その星系についてドシタ々突ゝ込んで來られるであらう。その十五億からの星は我が太陽系と同じ進化過程をこつてるか？ もしさうでないぞすれば何故か？ 先づこれらの他の星系を考へるのが當然である。



赤道部に暗帯のある星雲の標本 (N. G. C. 5866)

十五億からの星の中には、比較的小さなクラス、例へば遊星状星雲、セファイド型變光星、ミラの如き長週期變光星なごあり、その性狀並にその解説は未だ解けぬ謎である。此れらのものは別として、實際的に既和の天體は、之を簡単な連続した一つの系列にならべる事が出来る。此の系列は大體密度が次第々々に大きくなる様な順序である。即ち、とても信ぜられぬ程の稀薄な星雲から初まり、鐵程の密度を有する星に終つておるもので、これが一つの進化順序を表はすものであることに對しては、先づ疑ふべき何物もない。蓋し物理学の法則によれば、物體が熱を放射する時は、その密度は増加するのが當然で、少くとも、最早これ以上密度の増加が出来ぬまでに増加するからである。此の進化系列に於て到達し得る最も遠い點—星雲—まで溯つて考へて見ようではないか。

今以て尙謎の星雲—遊星状星雲を除いてしまへば、残りの星雲は斷然、二種類に分たれる、簡単に言へば、規則正しい形をしたもの、不規則な形をしたものである。

不規則星雲は例へばオリオンの大星雲の如き、又、プレヤデスをかこんで居る雲状の如き之れである。近頃までは、これら、不規則星雲は、宇宙進化論に重要なものとして考へられて來た。不規則星雲は常に多くの最も熱い星を

伴つて居る事が知られて居た。そこから美しい簡単な宇宙開闢論が生れた。そして其の宇宙開闢論によるに、これらの非常に熱い星は星雲の異常な密集によつて出来たもので、その生涯の後半は唯單に漸次冷却に向ひ、遂には冷えきつたものとなる云ふのである。此の説は余りに單純で長續きはしなかつた。即ち、五六拾年前、ラツセルやヘルツスプルングその他の人々の研究によつて葬り去られたのである。此れらの人々の研究のお蔭で、不規則星雲の熱い星は、新らしく生れたまごころの騒じやない。今や正に晩年の衰弱を待つて居る其の一才前の所謂生涯の絶頂にたつて居るのだ云ふこゝが明らかになつた。

空間に孤立して居る熱い一塊のガス體は熱を放射する。それが原因となつて收縮が起る。もしも物質が、收縮するこゝ無くして、放射するならば、勿論その物質は冷却し、一方放射するこゝ無くして收縮すれば物質は漸次熱くなつてゆく筈である。併し放射も收縮も同時に起る時は二つの傾向の内何れが支配するようになるかは、數學的研究によつて初めて明らかになるのである。一八七〇年にホーマー・レインは、普通の瓦斯法則に略従ふ底の低い密度の瓦斯體は熱を放射するに連れて、實際は、熱してゆくものである事を證明した。冷却が初まるのは、密度が、瓦斯法則の成立しない程度になり初める頃である。即ち液化、固結が既に測定せられる範圍内に達した時、冷却が初まるのである。故に温度の最高は、之を星の中年期に於て見るべく、その時期に於ては最早完全瓦斯に近いものだまは考へられない。此の中年期に於ける星の表面温度は二萬五千度(攝氏)にも達し、その中心の温度は數百萬度さいふ程度であらう。そしてその平均密度は水の $\frac{1}{10}$ 位のものであらう。最高温度に於ける星が一般に何故不規則星雲中に多いかさいふ事は未だ知られては居ないが、最高温度にある星のみが其の周圍の雲狀體を光らすこゝが出来るとはではないか?そしてこれらの星がないならば、雲狀體はそのまゝ見えずに居るのでは無からうか?それは鬼にかく、此れら、不規則な星雲が進化過程の根本的重要な役をするものまは思はれない。不規則星雲は恐らく單なる副産物であつて、續いて起る密集からこり殘されたものであるかも知れない。

さて、ひるがへつて、規則星雲にたち入らう。これらの多くのものは、圓形か、橢圓形をして居り、或るものは橢圓の長軸の兩端を持つて引き伸ばした様な恰好をして居り、時々するま殆んど全く尖つてしまつた様になつておるものもある。第一圖に示された星雲 N. G. C. 3115 はその適例である。

これら多くの規則星雲は分光器的に研究され、何れも其の星雲の最短直徑にして表はされておる軸のまわりに高速度で廻轉しておるものである事が知られておる。數學家なれば、稀薄な廻轉瓦斯體が何んな形狀となるかを計算して知る事が出来る。もしも廻轉が全く無いならば、物質は勿論球狀をなし、一寸で

も廻轉があれば僅か乍ら楕率を持つた偏平球状となる。丁度我が地球の如き楕形の様にもつゝ高速度の廻轉をして居れば球形はこはれて、赤道部がふくれ出て、遂にもつゝ速く廻轉をする様になるに、その形は殆んどレンズを合した様なものになり、赤道部は尖つてしまひ第一圖に掲げた様になつてしまふ。もしも、上述の廻轉瓦斯體の色々な形狀を、あらゆる視線方向から見れば、一系の圖形を得るわけであるが、之れが、規則星雲によつて表はさるべき圖形の系列と全く同じである。然らばこれらの星雲は廻轉瓦斯體であると推定していいわけである。併し、さう決めてしまふ前に、此の推定を吟味して見なくては成るまい。



暗帯が赤道部を一周してゐる星雲の標本 (N. G. C. 4594)

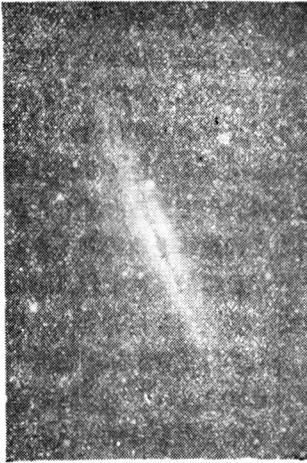
瓦斯體はそのエネルギーを放射するにつれて收縮しなくてはならぬ。若しもそれが廻轉して居れば、運動量の能率は一定にこままつておるだらう。そして、收縮した物體は、前より速く廻轉することに依つてのみ、元の運動量能率を保持する事が出来るのである。實に此の考へ方はカント、ラプラスの宇宙開闢論の基礎をなしたものであつて、今日の宇宙論者にとつても、矢張り根本的に重要なものである。かくて各星雲は年を経るに従つて、益々速く廻轉する様になり、偶然の出来事は別として、正しい過程に於ては第一圖に示した様な形狀になる。此の形狀は星雲の進化過程に於けるまぎれもなき標式となるものである。此の形狀となるまでに、收縮の影響は單なる形の變化によつて加減され、もつゝ速く廻轉するといふ簡単な方法でもつて、大きさは變つても星雲は前と同じ運動量能率を保持し、その赤道部が膨れ出す事によつて、平衡を回復するのである。併し數學的解析によれば此の標式を通り越す時は最早平衡は不可能となる事が知られて居る。即ち更に收縮すれば、星雲は瓦解し、收縮によつて、保持され得る運動量能率の餘分は、星雲の赤道部からの、物質の抛出によつて、空間に投げ出されるのである。

これまででは、星雲が空間に孤立して存在するならば、その赤道は當然、圓形となる事を述べて來つた、併し實際の星雲はその近くに何か天體を持つて居るに違ひない。その隣接せる天體は星雲の表面に潮汐現象を起すに違ひない。丁度太陽と月が廻轉して居る地球の表面に潮汐現象を起さす様に。隣接物が何で

あらうとも、常に相互に、正反對の高潮汐の二點があり、そして最高潮の二點の間に低潮汐の二點がある。故に嚴密に言へば、圓形であるべき赤道は、一寸楕圓がかつたものになる。

星雲の赤道が完年な圓形で、その星雲が廻轉軸のまわりに全く對稱であつたをすれば、物體は、赤道部の凡ての點から、抛出され初める、そして他の點より、むしろ一點から物體が抛出され初めなくてはならないといふ理由はここにもない筈であるが、同時に自然界に、此の種の、完全對稱が行はれておることも覺えぬ。もしも、おもだつた原動力が丁度釣り合つておるならば、おもだたぬ

第 四 圖



側面より見たり渦巻星雲
(N. G. C. 891)

原動力が干渉するところとなつて、釣合を一つの方向又は他の方向に轉する様になるだらう。當面の問題に於て、色々な主だたぬ原動力がないものとするを、赤道部の一點と他の點との間には何の區別もあり得ない。けれども之れらのおも立たぬ原動力があるをせば、直ちに區別がついてくる。潮汐の不規則はおも立たぬ原動力によるものであつて、その主だたぬ原動力によつて物質の飛び出す諸點が決定されるもの、假定すれば、數學的研究によつて、物質の抛出は、潮汐の最も高い、赤道上の二つの正反對の二點から起るべきが明らかである。赤道は一寸楕圓がかつておるのであるから、これらの點は勿論、長軸の兩端にある。星雲がその臨界標式を丁度通り越

してから後も、その形は、標式なるレンズ形と相似でなくてはならない。がその赤道上の二つの正反對の點から流れ出た物體の形だけが余分に加はつておる筈である。

これ渦巻星雲に於て觀測されたる事柄を丁度裏書きするものである。第二圖 (N. G. C. 5866) は丁度物質抛出が初まつておる星雲を示したものである。赤道に沿ふての膨みや暗帯は既に冷却しつゝある抛出物質であるを考へられておる。第三圖 (N. G. C. 4594) は發達のもつに進んだ状態を表はしておる。そして第四圖 (N. G. C. 891) はもつに進んだ状態を示したもので、物質が飛び出した爲めに、中心核の大きさが小さくなつておる。

凡てこれらの圖に於て、我々は、殆んど星雲の横側の方から、之を見て居るのである。第五圖 M. 51 は獵犬星座に有名な渦狀星雲である。物理學的に言へば第四圖のものに非常によく似ておる。但し第五圖は其れを真正面から、即ち、廻轉軸の方向から見て居るのである。更に中心核は全體から見れば極く

小部分をしか占めておらぬ。第六圖(M. 101)及び第七圖(M. 81)は二つの星雲を示すものであつて、その進化が更に進んだもので、其れだけ中心核は小さく残され、我々が見る大部分のものは抛出されたま信ぜられる所のものである。

これら最後の二つのものに於ては、その腕は、抛出物質から成り、正反對の二點から出て居り、丁度力學的要求を満たして居る。これ迄は、腕に於ける物質は、核から抛出された物として述べて來たのであるが、理論上さう解釋するより外はないのである。而も我々は、理論だけでは到底満足が出来るものではない。まここで直接に觀測された論據があるから占めたものできる。色々な天文學者、特にファン、マーネンは多くの星雲の腕について其れが運動して居る事を知つた。(譯者曰はく「ファンマーネンの研究した多くの星雲まいふのは實際はセツばかりで有名なものばかりです」) 第五、六、及七圖に示された星雲も檢べられたものゝ例である。觀測から言つても、腕は、核からの噴出物である。第八圖は M. 81 の百個ばかりの點についてファン、マーネンが見付けた運動を示したもので、矢は一千三百年の週期の運動を示して居る。色々な他の星雲についても觀測して見たまところ、皆同じ様な結果を得たのである。であるから讀者諸子は腕が核から流出した物質から出來て居るまの說に毛頭の御不審もない事ま思ふ。流出の實際の速度を測つてみるま、M. 51 に於てはその質點が四萬五千年の週期で核のまわりを一週する事がわかつた。M. 81 に於ては、五萬八千年。M. 101 に於ては八萬五千年である。これらの數字から核の密度を見積る事が出来る。即ち密度は一立方センチメートルにつき 10^{-16} グラムの程度であるに違ひない。これは實驗室で得られるより、もつま完全に近い眞空を表はす數字である。普通の電球内の瓦斯がセント・ポール寺院に分散したましても、尙その密度は、過狀星雲の核よりも一萬倍も大きい。

第四圖の星雲には腕の各所に、固まりがあり又粒々したものがある。M. 51 に於ては、これが明らかに、密集まなつて表はれて居る。M. 101 及び M. 81 の外側の方では此の密集が更に進んで星の様な光の點まなつて表はれて居る。

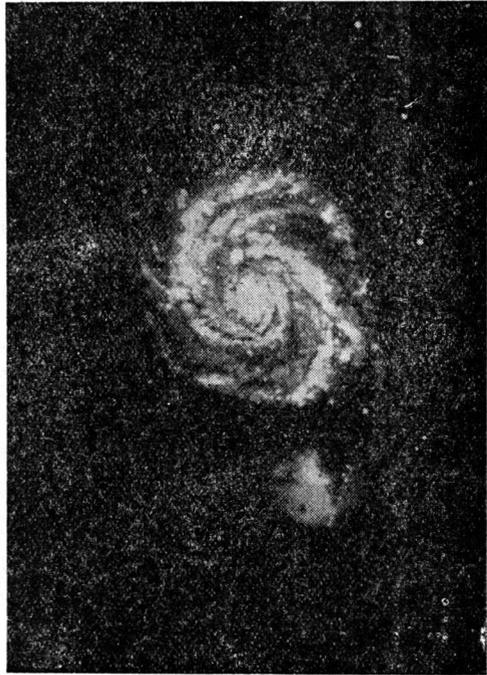
瓦斯が普通の嘴管から眞空内に注入された時には、直ちにその眞空全體に擴がる。然らば、何故星雲の赤道から噴出した瓦斯の塊りも同じ様にならないかまいふに、その説明は、その起る過程が大規模であるまいふ點にある。我々が現象の規模を大きくするにつれて、瓦斯分子お互の引力は次第に重大なものまなつて、遂にはスケイルが星雲位のデイメンションまなれば、重力は瓦斯壓力の膨張効果を凌駕し瓦斯の塊り全體を聯結した一系まして保持し得るものになる。併し、かうした現象が起るま直ぐに、力學的理論によつて、他の現象が表はれ無くてはならぬ事がわかる。腕に沿うての密度分布に關して言へば、瓦斯壓力の影響は密度が一様に擴がつて居る方向にあり、重力の影響は流れが緞

密な塊りさなる方向にある。星雲のデimeンションが或る一定の程度に達する
 と、重力の影響が利いてくる様になり、瓦斯の流出塊は噴管から水が出る時の
 様に滴みなつて分れて行く。尤も物理學的理由は異つて居るのであるが。第四、
 五、六、七圖に於て此の過程をあさづけるこゝが出来ぬ。

力學的理論によれば、これら瓦斯の塊が形成されなくては成らないのみなら
 ず、その大き質量及び離れておる距離も計算が出来なくてはならぬ。それらの
 距離をキロメートルで計算したものを、それに相當する角距離と比較すれば、
 直ちにそれらの點が屬する星雲の距離の見當がつくのである。此の様にして得

たる星雲の距離の見積り
 さ、他の方法でやつた距離
 の見積りが一致して居る
 さいふ事は喜ばしいこゝ
 である。これらの密集し
 ておるものゝ質量の計算
 は、もつと興味ある重大な
 結果を導く。計算が行はれ
 得る星雲の各々に於て單純
 な密集をして居るものゝ質
 量は大約平均星の質量に等
 しいのである。これは我々
 が考へ來つた星の進化過程
 に一つの鍵を提供するもの
 である。第一圖に於て、明
 らかなる如く、若い非常に
 稀薄な瓦斯狀物質が、收縮
 及び廻轉速度の増加の爲
 め、最早分離せんさする時

第
 五
 圖



かりいぬ座の渦巻星雲 (M. 51)

機に至つておる事がわかる。更に收縮が起り、そして第二第三圖を見るに瓦斯
 體の飛び出したものから未來の星が——正しい道程に於ては——生れるのでは
 無いか知らん。その證據に、第四、第五圖に於ては、一ツ々々の星が出来かけ
 て居るのに氣が付く。尤も未だ連続した、雲狀體のまゝでほんやりした密集狀
 態ではあるけれど。最後に第六第七圖に於て、その最外方の部分は普通の星
 より稀薄ではあるがお互に無關係な存在物となり初めて居る事がわかる。こ
 れらの物質は、それ々々、既に、簡単に説明した様に變化をするだらう。この
 變化をしつゝ熱してゆき、收縮し、遂に瓦斯法則が丁度從はぬ様になる最高温
 度に到達して、然る後冷却し、そして、暗黒體に收縮してゆくのである。

單なる星雲から生れた星の一族は數に於て數百個を算するだらう。その星の一族は、一般の星と混交し、或は、原の星雲が充分に星の世界から離れておる時は、自身で星の植民地とも云ふべき一團を形成する。此の二者の内何れか一方の例と覺しき數多の星の群が知られて居る。即ちブレヤデスや大熊の星々は共通の速度を持つており、一般に言つて相似な物理的成分を有しておる。こんな星の群は一團をなつて空間を旅して居り、そして其の旅たるや彼等が一度存在物として現はれてより以來ずつと續けて來たものなる事は明らかである。一族の星が自ら分離した植民地を形成するのに上述の内何れか一方の如くして出來たといふ可能性はヘルクレス星座に有名な所謂球狀星團によつて例證せられる。これらは名のみ球狀であつてシャプレイによるご實際は楕圓がかつた構造をして居るごの事である。そして尙氏は若しも其れらが星雲の最後の生産物であるごすれば當然期待さるべき平面に關して、對稱になつて居なくてはならぬご言つて居る。

我々は星團の出來方に、一ツは星雲から飛び出した星の一族が他の一般の星と混交して出來たものご、原の星雲が我々の星系世界からずつと雜れておるごきに、その飛び出したものが自ら集まつて一團をなつたものご二ツの可能性を述べたが此の二ツの可能性によつて何れか一方に決めてしまは無くごも好いご思ふ。彼等は單一なる星雲から生じた星族にごつては尤もらしく思はれる系列の兩極端を表はして居るご云ふ事は有りさうな事である、更に我々が星の主要質星として表はす所のものは、星團の集りに外ならない。そしてその各星團は其の源を單一星雲に有して居るごいふ事も、誠に尤もらしく思はれる。星團は今では、非常に混交しておるが爲め、明かに星の群ご考へるごこは困難ではあるが併し何ごいつても矢張りそれを星の群ご考へるのが妥當であるごしか思へない證據を見付ける事が出來るのである。一九〇五年にカプティンが發表したごころによるご、太陽の近傍の星は所謂二大星流をなし、各星流は空間にその固有の速度で運動をしておるのだごいふ。これらの星流が空間の何所まで擴がつて居るかごいふ問題は別ごして、此の事は二ツの混交して運動しておる星團を形成しておるごいふ風に述べるのご殆んど同一の事である。その後暫くしてエツヂントン及びハールムは全く無關係に第三星流或は運動しておる星團を見付け出した。それを構成せる星は天文學者の所謂〇型の熱い星である。此の場合であるご星團の空間に於ける擴がり並に大體の恰好を知る事が出來るのである、シャリエーによるご、それは銀河に平行な圓いビスケット形で其の直徑は、厚さの二・八倍位ださうである、その起原さへ共通であれば初めは、ごんな形をして居らうごも、星團は、他の星と混交し初め、急激にその形から敲き出され、力學的理論上、星團が吾が星辰界の無限のごころに敲き出されてから、銀河に平行なる圓いビスケット型ごなり、其の直徑が厚さに對する

比は2.5位なる。この事は観測した事実とよく一致して居りこの星流をなす、星の起原は皆同じである事を暗示するものである。又この事は大熊の如きに就ても小さな運動星團についても同様である。此くの如くにして我々はキチトした證明は出来ぬ迄も、さもなく星の主要質量は混交せる運動をして居る星團の一つの集りださ考へてよい。而して各星團はその存在を一つの星雲に負ふて居る。此の可能性はわが太陽系の問題と直接關係しない。唯星の進化過程と覺しきものについて我々の智識を完全にしたい爲めに以上の事を書いたのである。

一つの例外を設けるに、此の進化過程はその本質に於ては、ラプラスが彼の有名な星雲説に於て太陽系の起原を考へたところのものに、相似て居る。そしてその進化の初めの方は全く同一のものである。我々は今まで廻轉し收縮して居る星雲が最後にその赤道部のところから、物體を抛出するのを見て來た。そして此らの物質が離ればなれになつたものに密集して行くのを見た。そして最後に此れらはなればなれになつたものが、丁度ラプラスの想像した様に空間のはるかなる旅路につくのを見てきたのであつた。



第六圖
おとくま座の渦巻星雲 (M.101)

唯一つ、ラプラスの考へ方と異なるのは、大きさの點である。我が看守つて來た進化過程はラプラスが夢にだに想はなつた大規模のものである。ラプラスの考へた初期の星雲は、海王星の軌道のところまで擴つて居つたのである。此の講話の初めに我々が用ひた尺度でいふならば三片銀貨大のものに過ぎない。此の筆法を以てするに、第六、第七圖に示された様な随分大きな渦狀星雲の核はアルバートホール位の大きになり、その腕はハイドパーク及びケンシントンの全部をりまく事が出来る。諸子の前に示された此れらの渦狀星雲は、全國の大きに擴がり、或は大陸全體の大き程にさへなり、その星雲の前に立つて見れば、地球は全くその中にかくれてしまふ。

我々が考へてきた星雲はラプラスの想像したものよりは比較にならぬ程大きなものであるが、空間にのり出す頃の貧弱なる密集部は瓦斯状物質で其の質量はラプラスの考へた位のもので其の大きさも、さうたいした違はなかつたのであらう。で、もしも、この若い時代にある星雲が、その親たる巨大な星雲と同じ經歷を持つものごすれば、遊星の起原の説明は、之を遠きに求める必要はない様に思ふ。そして第三代目の星雲ごいつた様なものが再び先代ご同じ經歷をくりかへすものごするならば、遊星の衛星も亦説明が出来るわけである。而も數學的研究及び觀測は、太陽系起原の説明が簡単に片附けられる事に一致して居る。既に分つて居る如く、重力がガス壓力の膨脹せんごする傾向に逆らつて、密集を起さしめる所以は渦狀星雲のうづまきなる腕が非常に巨大なる點にある。我が太陽に匹敵する程の質量をもつた星雲は、その赤道部から物質を抛出するまでには親たる星雲ご同じ生涯を経てきたのであらう。併し赤道部から物質を抛出してからは尺度の差異が著しくなり、従つて續いて起る事柄も大いに異つてくる筈である。即ち抛出された物質うづまきの腕に密集しようごしたつて、出来る筈がない。況して球狀形の分離したものにならうごしてもなれつごはない。たゞもうそれら抛出された物質は親なる星雲をごりかこんだまゝ散らばつて其の星雲の寮圍氣を構成するに過ぎないのであらう。こんな一ツの系統は熱を放射する事によつて收縮してゆくのであるから運動量能率が一定なる爲めには先づガスが中心から外の方に向つて運動してゆかねばならぬ事になる。

ごここで、數學的研究によれば、中心の方の星が或る臨界密度になるご、多分何處か水の密度の十分の一位の邊りで、激變する週期が起つて來、そのごきから其の星が連星ごして發生し、互に相匹敵する二ツの星は、相接觸して、而も殆んご圓形軌道をえがいて、相互に廻り合ふ様になるのであらう、これ實地天文學者のよく通じて居る成生である。實地天文學者に言はすご、全天の星の多くは——恐らく星の半數は——連星であるごのごごである。そして尙これら連星の進化過程を調べ出す事が出来るごの事である。この過程の初めに於ては今述べた様に二ツの星が相接觸しておるのである。進化の過程が進むにつれて、星が次第々に離れ、軌道の離心卒も次第々々に増加してくる。理論によるご、もごの星が分れた時、同じ過程が、二ツの星の一方か、又は兩方に起る時は最後に三ツ或は四ツの星をもつた多連星マルチプルスターなるのである。エツチ・エヌ・ラツセル教授は、この問題を理論的に研究して、これら多連星を構成せる一ツ々々星の相對距離の間に、數的關係のある事を知つた。彼は又理論上の豫報が觀測によつて數量的に確められる事を示して居る。

こゝまでは、理論ご觀測ごが握手したまゝで進んで來つたのである。さて我々は、最も密度の稀薄な星雲から最も密度の高い多連星に至るまで、即ち常に密度の増加してゆく、各時代を通じて、天體の進化をあごづけて來た。そして

殆んそ凡ての時代を通じて、理論上の豫報が観測によつて、確かめられた。が天體の凡てのものが此の過程の全部を通過しては行くまい。こゝろで此の進化過程をたゞらしめる方は、放射によつて起る收縮に續いて廻轉を速めるものである。收縮が進んで行つた時に、或る程度になるご固體化が初まる。ご最早廻轉は増加し得ない。物理的にいつて進化もやむ。或る特別の星系が何處まで進行して行くか、その道行きの距離は實にその初め與へられた廻轉量の如何にある。今星雲がその初めに於て絶對に廻轉して居らなかつたごせよ。然らば星雲は、その全生涯を通じて球状をしており、單に冷却した、放射をしないいつまでも球状をした物質ごして、ごごまるであらう。かゝる星雲は決して出發點から動き得ない、實際こんなごはありさうもないごで、もし廻轉して居らぬものごすれば、私の知つておる範圍では、星の誕生が初まる臨界形勢に到達しない前に多くの星雲は冷却し死んでしまふ筈である。同様に、多くの星は、冷却して連星ごなる時機に至らずして、その進化をやめてしまふであらふ。全く同様に澤山の單連



第七圖
おくま座の渦巻星雲 (M81)

星系は多連星系に進化しないに違ひない。さてこゝに観測は、我々の見解通りになつておる、即ち單星系は進化の進んだ多連星系よりも十倍も多いごいふ事である。理論だけならば我々は進化過程の全長にわたつて、あごづけてきたが、更に観測を考慮に入れて考へるならば多くの星系が進化の全過程を経るごはいへない。

さて、今や我々は、問題の難關に來ておるのである。此の過程の何處にも我が太陽系或は少しでも其れに似たらしいものは見付からなかつた。もしも、太陽が遊星を伴つて居らないならば、その起原をいひあてる事は雑作のない事である。我が太陽は星雲から、あたりまへにして生れたご考へるのが合理的なのかも知れない。但し單連星或は多連星に分裂してゆくごつご後の時代にまで進化しつごけて行くには廻轉量がたらなかつたのである。實際太陽は、全天の半數のものご同じ進化過程をもつておるのだごも考へられるかも知れぬ。我が太

陽が普通の様式で、星雲から生れたのだといふ事を主張する爲めに、次の二つの事柄を記載する事が出来る。即ち、太陽の質量が太陽は星雲から生れたものとしてやつた計算の結果も略ほ等しい事。及び其の遊星は別として、太陽は、その点からいつても、その起原が星雲にある他の数百万の星と、相似であるといふこと、の二つを記載する事が出来る。太陽が進化を續けてゆくのに充分な廻轉量をもつておらないならば、進化過程は途中でやんでしまう筈だといふ説を主張する爲めには、太陽の現在の廻轉がのろいといふ事を記載しなくてはならない。簡単な計算によるに太陽は分裂に必要な運動量能率の小部分しか持つて居ない事がわかる。凡ての遊星が、嘗ては太陽を形成しておつたものと仮定して、是非ともさうなるべき遊星の運動量能率を全部加へ合はしたところで、結果は矢張り前と同じ事で、全系統は單連星に分れる爲め必要な運動量能率の一部分よりしか持ち得ないのである。

かうして見るに太陽は、可成り理解に苦しむ構造をして居る事がわかる。我らの困難とするところは、太陽の起原ではなくしてむしろ遊星並にその衛星の起原にあるのである。

或る特種な天體の構成は、進化過程の本道上の場所に發見する事は出来ないといふ事をこれ迄に述べておいた。その例としては遊星狀星雲、セファイド型變光星、長週期型變光星などがある。ところでわが太陽系をこれらの特殊なものにつけ加へなくてはならぬかさうかといふ問題が起る。或る種の天體は進化過程本道上にその場所を得ないといふ事情からして、或る星系の進化は、その本道から分れた枝道に沿うて何かの事情によつて發達が轉ぜられたのではあるまいか、といふ考へが浮んでくる。これが期待さるべき唯一のものである、二つの星がその進化過程に於て、全く同一の經路を持つて考へられないのは恰も二人の人が人生に於て全く同一の經驗を持つておるに考へ難いと同様である。我々の普通の星は、それ自身の世界に於て發達したものと思はれる。その世界では運動量能率が一定で又、その隣接星から邪魔される事は無いのである。數學家には是るご各々の星に無限の世界をあてはめるのが好都合の様であるが、自然界ではさうはゆかない。と言ふものゝ、數學者によつて假定せられた條件は理想化された問題の場合よりも屢々眞に近いのである。既に用ひた尺度で太陽は直徑一萬分の一インチの顯微鏡的質點として表はされたが、巨星の最大なものは直徑三十分の一インチ位の針頭大で表はされる。今考へて居る星々の擴がりには、セントポール寺院の内部に匹敵する一つの星よりも小さいのである。然らばその空間の擴りは餘り込み合つておるといふ事は出来ない。而して星が運動するにつれて他の星を攪亂するところはあるにはあるが驚くべき攪亂を與へるといふ様なところは寧ろ例外的出來事であるに違ひない。今までは隣接せる星から攪亂を受けないで進化するのが常規の過程だとして考へてきて正しかつたのであ

つた。が今や星の大部分が何故常規の過程をこるかといふ事は明らかとなる。打ち見たところ此の常規の進化から外づれた星の数は非常に少ない。天空上の星の数は、大約地球上の人間の數に等しい。知られて居る例外の星系は高々一ツの小さな町を住み家とする位のものである、言ふまでもない事乍ら、未知の、何の位の、例外の星系があるだらうかと言ふ様なことは殆んど推測する事は出来ない。側面的影響が常に隣接せる星であつたか想像する理由はないが例外の星系は極めて少數であるといふ事から隣接せる星が側面的影響を與へたか考へてよい。

當面の問題は、一般的に言つて例外の星系の問題でなくて、太陽問題なのである。

太陽を進化過程の本道から抛出したのは隣接した星であつたか？こゝに至つて初めて、實地天文學は我々に、助力を與へてくれないのである。即ち太陽系以外に、少しでも太陽系に似た星系は一ツも知られて居らないのである。これは其んな星系がないのではない。あつても見る事が出来ないのである。遠方の星に天文學者が居て、我が太陽系を觀望するこしたら、太陽について明るいのは、木星だらう。そして光度の比は一に對する三億である。最も近い恒星のプロキシマ・センチタウリからわが太陽系を見るこ、太陽は一等星、木星は22.2等星に見え、その間の角距離は四秒位である。22.2光級の星は我等が最大の望遠鏡の力を越えてまだ知られて居ない。木星が四秒位離れた一等星なれば二重星に見えるだらう。わが太陽系に似た他の星系を見るこが出来るのは、望遠鏡の威力の異常なる増加に俟つて初めて見るこが出来るのである。かくて吾人の議論は一ツの領分を残したわけである。その領分で我々の結論を對き合はす爲めには是非も觀測が必要なのである。(未完)

—新刊紹介—

○野尻抱影氏著 星座巡禮 全一冊

東京麹町富士見町六の七 研究社發行
價壹圓五拾錢

十二月の始め、著者から贈られて一通り眼を通した。四六版二百頁で、中ばポイント組。表装も氣持良く、掩ひ紙には赤字で表題、其の下にアンドロメの大星雲を現はして、如何にも星の書物には應はしい。表紙を開くと、相馬御風氏の序文と會津八朔氏の題歌がある。本文は第一部を星座四季として春夏秋冬それぞれに現はれる星座を説き、尙、季節の序でとして、二月には横道光、九月には銀河、十月には對日照、十一月には流星群の記事もある。第二部は

肉眼圏外の星座と題し、實は横組にした星座目録に次いで、南天の星座の記載がある。第三部は太陽系一瞥、第四部は術語解説に二つの附録がある——大體に於いて吉田氏の「肉眼に見える星の研究」の内容を其のまゝ、多少コンテンツしたやうな本であるが、文が柔かく、簡明で、要點を握んでゐる。凸版が可なり用ゐられてゐるが、愆を言へば、また最少し愆しい。毎月の星圖に北極の方角を入れたらか良からう。英文の讀める著者でありながらCeをケ、Cyをキと發音してゐるのこ、距離に哩を用ゐてゐるのは惜しい。しかし、星座や星名に多く苦が黨流のものを用ゐてゐるのは嬉しい。初學者に恰好であらう。(山本)