

彗星

新城新蔵

序 説

今年（大正十五年）は彗星の豊年である。小さな彗星は大抵例年五つ六つ位は見ゆるものなのであるが、今年は約十二三も見ゆるであろうと思われる。何れも肉眼では見え難い程小さなもののみであるが、望遠鏡では之を追跡してよく観測する事が出来るので、斯の如き機会に諸方面から協力して彗星の研究を促進することは甚だ望ましいことである。抑も彗星の出現は我々に何を教うるであろうか。彗星は種々の点にて常軌を逸せるものである。其形の甚だしく異様なることや、其の運動の殆ど端倪すべからざる如く見ゆることなどが、昔の人をして其の出現を恐怖せしめ、又は不思議に感ぜしめたものであるが、近年に至りては尾の形成の理もほぼ明かになり、其運動の軌道も太陽の引力による軌道として計算され、更に彗星の本体は要するに一種の流星群に外ならざること明かになつたので、大体に於てはもはや不思議とすべきものは無いというてもよい。しかしなお進んで其流星群の状態は如何なるものか、其質量は凡そ如何程のものか、抑も彗星の起原は如何、何故にかかる異様のものが存在するか等の問題に至つては、未だ明瞭ならざる点が多く、学界に定説がない。私思うに是等の問題は実に関係する所が頗る広い異様な状態を持続せる彗星を手掛りとして太陽系の原始状態を明かにし、進んでは宇宙進化の根本を探り得べき程のものである。実に興味ある問題で、決して彗星だけの問題ではない。

彗星の運動

ニウトンの宇宙引力説が殆ど完成に近づきつつあった時に一六八〇年の大彗星が現われたのでニウトンは早速其運動を吟味し、其軌道が太陽を焦点とする拋物線を描きつつあるのは、全く太陽の引力に作用されて居るものに外ならざることを証明したのであつたが、続いてハレーは一六八二年に現われた彗星の軌道が明かに楕円状で約七十六年の週期を有すべきものなることを見て、其週期的再来を予言し、やがてハレーの歿後にそれが実現され、今日に至りて見ればこの彗星はハレー彗星と称えられ、有史以来記録にあるものみにも三十回以上も週期的に見えたものであることが明かになり、なおこの他明かに二度以上現われた週期的彗星は約三十程も知られて居るので、^{ひつぎょう}畢竟彗星も他の太陽系内の諸遊星の如くに、太陽の引力によりてそれぞれ定まれる軌道を描いて居るものであることは疑もない。

太陽からの距離の自乗に逆比例する引力に作用されて動いて居るものの軌道は、太陽を一の焦点とする楕円か、拋物線か、又は双曲線であるべき筈であるが、其中、楕円軌道を描くものは、楕円長軸の大小に応じて、一定の週期にて太陽のまわりに循環し、永久太陽系に属するものであり、^{これはんし}反之、双曲線軌道を描くものは、一度太陽の附近を去れば再び帰来せず、太陽系の範囲外に脱出し去るものである。拋物線は楕円と双曲線との中間に位し、楕円の長軸の非常に長くなりたるものと見なすべきもので、拋物線軌道を描くものは^{ひつぎょう}畢竟非常に長き週期にてまわりつつあるものと見ることが出来る。

昔から今日に至るまでに見えたる彗星の中にて其軌道の明かに知れたるもの数百に就いて見るに、双曲線軌道を描くものは一つもない。この事實は、彗星は確かに我が太陽系に属するもので決して太陽系以外からの風来物ではないということ^を明かに証明せるものである。

彗星の大多数は殆ど拋物線に近き長楕円軌道を描き、僅に三四十箇が比較的短かき週期の楕円軌道を描いて居る。

なお此短週期彗星の中、週期三年乃至八年のものは約二十箇もあり、是等は其遠日点が皆木星の軌道附近にあるものなので、これを木星族の彗星と称えて居るが、是等は初めは拋物線に近き長楕円軌道を描いて居ったものが、其途中にて偶々木星に接近したがために、木星の引力によつて其軌道を変じたもの、つまり木星の引力によつて太陽系の中央附近に捕獲されたものと思われる。なお土星族海王星族といわれる若干の彗星も定めし同様の手續にて捕獲されたものであらうと疑われて居る。

彗星の殆ど凡てが皆非常に長き楕円軌道を描き、多くの遊星が殆ど円に近き軌道を描いて居ると著しき対照をなして居るのは如何なる理由によるものであらうか。これは実に肝要なる問題で、直ちに遊星や彗星の成立如何の問題に触れて居る。思うに彗星は我が太陽系が其生成の当初に膨大なる流星団から密集し始める頃に、遙かに中心を離れたる僻遠の地方に発生したる小集団で、其質量の甚だ小なることと、長き週期にて去来し中央の太陽附近に来ることが甚だ稀れなることとの二つの理由のために、今日に至るまでなお殆ど原始状態のままを存続して居るものと見るべきであらう。

彗星と流星群

彗星の中に、流星群の或るものと全然同一の軌道を描きつつあるものがあることが知れたのは実に著しき発見である。

流星というのは恰も塵埃の空中に浮遊するが如くに、太陽系の内外に亘つて遍く虚空に彌漫して居ると思われる微小体であるが、偶々我が地球の通路に当りて地球の附近に来れるものは、地球の引力に引かれて地球に向つて落ち、その大気中に入りて摩擦のために熱と光とを生じ、所謂「星が飛ぶ」現象として見えるものである。多くは大気中にて熔けて蒸発し飛散してしまうので、一々の流星の大きさはよくは判らない。又定めし大小不同ではあるだろ

うと思わるるが、我が地球に落下するものの平均の大きさは大約幾^{キログラム}匁又は幾十^{キログラム}匁という程度のもと思われれる。

斯^{かく}の如き流星が幾億万となく相集りて一の集団をなせるものを流星群と称える。流星群は一団となりて太陽に引かれ、恰^{あたか}も一の遊星の如くに、太陽のまわりに一定の軌道を描いて公転して居るものであるが、もともと散漫なる集団なので、長き時の間には個々の流星の僅かの速さの差が集積して、その結果流星は殆ど軌道全体にちらばり、一ヶ所^{もし}若くは数ヶ所に比較的密集したる部隊を有するといふ如き状態になつて居るものと思われれる。

流星群の軌道^{たまたま}が偶々地球の軌道の附近を通過するものは、地球が其軌道近くに来りたる時に、多量の流星落下によりて所謂^{いづゆる}流星雨と称する現象を呈するので、かかる流星群に対しては、落ち込みたる流星の運動の方向から推算して、其流星群の軌道を推定することが出来るが、斯^かくして推定したる流星群の軌道が、正しく或る彗星の軌道と一致して居る場合がいくつも知られて居る。

毎年十一月半ばに見え、三十三年目毎には特にはげしく見ゆるレオ流星群は、一八六六年に現われて三十三年の週期を有する筈のテンプル彗星と同一の軌道を有し、毎年八月中旬に見ゆるペルセウス流星群は、一八六二年に現われ百二十四年の週期を有する筈の彗星と同一の軌道を有し、毎年五月上旬に見ゆる水瓶流星群は、七十六年の週期を有するハレー彗星と同一の軌道を有して居る。

彗星と流星群との関係が甚だ密接なものであることを猶一層明かにしたのは、ビーラ彗星とアンドロメダ流星群との関係である。ビーラ彗星は一八二六年にビーラによりて発見され、六・七年の週期を有する木星族彗星であるが、一八四六年に甚だしく地球に近づいた際に其核が二つに分裂したことが見え、一八五二年には相接近せる二つの軌道を描く二つの彗星として見え、一八七二年に烈しき流星雨のあつた際^か辛うじて見えたのを最後として、其後は彗星は見えなくなつたが、毎年十一月末にアンドロメダ流星群として、彗星と同一の軌道を有する流星群が見えて居る。

以上の如き事実によりて見れば、彗星は要するに一種の流星群で、ただ密集の程度の多少異なるものに過ぎないであろうと思われる。なお密集の程度や集団の大きさの種々に異なる部隊が陸続として同一軌道を描きつつあるということ、彗星や流星群の場合には極めて普通のことの如くに見える。

彗星の形

彗星は種々なる形の尾を生じ、其尾は或は天を横ぎる程に長いこともあるので、著しく人の注意をひき不思議の感を起さしめたものであるが、彗星の形、なお根本的には彗星全体の物理的状态の研究は実に興味ある問題である。彗星は太陽より遠き時には尾を有せず、単に球状の星雲の如くに見えて居るのであるが、太陽の近くに來るに従つて核より頭を生じ頭より尾を生ずるに至るので、概していえば近日点距離の小なるもの程長大なる尾を發生する。彗星の核及び頭は太陽に引かれて楕円軌道を描くにも拘^{かか}わらず、頭より發生せる尾は明かに太陽より排斥されて居るのは一見不思議な様に思われるが、これは全く強大なる太陽光熱のための輻射圧の作用によるものである。引力は受くるものの質量に比例し、輻射圧は其表面積に比例するが故に、普通の大きさの物体に対しては、輻射圧は引力に比して言うに足らざる程微弱であるが、光を受くる粒の大きさが次第に小さくなり一^ミ粒の百分の一乃至千分の一という程度に至れば、其比は著しく増大して約二十倍位までに達するものである。

彗星の本体が次第に太陽に近づくに従つて、其物質の中、蒸発し易き部分は太陽熱の為に蒸発し、やがて虚空に上昇し凝縮して雲霧となりたるものが頭として見ゆるものであり、其雲霧の中、一定の極限より小なる微粒は太陽の輻射圧のために排斥されて尾として見ゆるのであるが、しかも其微粒の大きさの異なるに従つて斥力の割合を異にし、或は彎曲せる或は真直なる、種々なる形の尾を生ずるに至るものである。

彗星の核及び頭の大きさが太陽に近づくに従つて次第に縮小することは注意すべき現象である。是は近日点距離の

小なるもの即ち太陽に接近する度合の甚だしきものに就ては特に著しく、其大きさは約十分の一位までにも縮小するものがあり、やがて近日点通過の後には次第に回復し、太陽より遠くに去れば再びもとの大きさに復するものである。これは実に面白き現象で、今日までは不可解のものと思われて居つたのであるが、私思うにこれは強大なる太陽熱に於いて生じたる急激なる蒸発に伴なうものとして容易に説明することが出来る。

激しき蒸発は即ち盛んなる上昇気流に外ならぬので、その反動として残留せる心核は必然的に縮小しなければならぬ筈である。残留心核はいわば蒸発反動圧とも称すべき強大なる圧力を受けて居ると見做し得るので縮小の程度も大体数量的に説明することが出来る。要するに核の縮小は尾の生成と相伴なうもので、一は蒸発反動圧、一は輻射圧の作用によるものであるが、畢竟いづれも高熱の太陽に近接せるための結果に外ならぬ。

彗星の質量

彗星の實質が如何なるものであるかを明かにするために必要な根本の材料は其質量の大小如何であるが、これは今日まで知られて居らぬ。一の天体の質量の大小を測定するには、普通にはそれが他の天体に及ぼす引力の大小によるのであるが、彗星の場合には、彗星が他の天体より受くる引力は相応に大きい場合にも、其反動として彗星が其天体に及ぼす引力は甚だ微小で其結果を認めることが出来ない。従つて今日までは、彗星の質量は甚だ小なるものであるというだけで、凡そどれ程の大きさのものであるかは全く不明の問題とされて居つたものである。彗星の質量を推定する方法を案出することは、曾ては学界の懸賞問題ともされた程のもので、今日なお未決の問題である。

私は全く他の方面の研究から、はからずも此問題に対する解決の鍵を握み得た様に思う。それは彗星の中には、太陽の近くに來りたる頃に其光度及び大きさに週期的變化を呈するものがあることである。この現象も一部には早くから認められて居つたにも拘わらず、今日まで適當なる解釈を与えられなかつたものであるが、私は此現象は前項末

尾に述べたる現象即ち核の急激なる縮小に伴なうて、必然的に誘起されたる週期的振動に外ならぬものと解釈したいと思う。斯かくの如き見解に従えば、或は核或は彗星全体の平均密度は、其膨脹収縮的振動の週期よりして容易に計算することが出来る筈で、従つて彗星の質量の問題は一挙にして解決が出来る。

現に一二の例に就て計算したる所によれば、近日点附近にての大きさは地球の百倍、其密度は地球の百万分の一、従つて其質量は地球の一万分の一という様なものがある様に思われる。是等の値は彗星によりて相應に異なるであらうし、又是等の値を土台として彗星の物理的状态を探ることが出来るであらうと思わるるので、多くの観測材料に就き目下研究中である。

彗星の生成

彗星の生成の問題は太陽系の生成の問題と密接に相関聯して居る。

我が太陽系の生成に就ては今なお種々の説があつて一定して居ないが、私共の考では、我が太陽系は、百年前にラプラーズの唱えた如くに、高熱のガス球の次第に冷却して出来たものではなく、又二十年前にチャンバリン、モウルトンの唱えた如くに、二つの単独星が非常に接近してすれ違つた後の結果として出来たものでもない。其初めは平均の大き直径十キロ位の大流星が幾億万となく集れる大なる流星団で、内部相互の引力によりて次第に密集したる結果として、現在の如き太陽系を現出するに至つたものである。

斯かくの如き考え方よりすれば、密集の際に、中央に出来た大集團は太陽となり、局部的に出来た小集團は木星や地球の如き遊星となつたものであるが、原始流星団の周辺地方に発生し、微細なる流星より成れる小集團は、遂に渾一融和せるガス球乃至固体となる機会を得ず、今日までも猶流星の小集團なる流星群として存在し、其密集の程度の比較的大なるものが、偶々太陽に近づきたる際に彗星として見ゆるものであらうと思われる。

彗星の発生したる周辺地方が、中央の太陽と距ること地球の二百倍の距離であつたとすれば、この彗星は約千年の週期にて往復し、若し二万倍の距離であつたとすれば、約百万年の週期にて去来する筈である。我が太陽から最も近き恒星まで即ちすぐ隣りの太陽までの距離は、地球太陽の距離の二十六万倍程あるので、其距離の約半分位までを我が太陽系の範圍内と見れば、幾万年乃至幾百万年の長週期を有する彗星が、甚だ数多く存在することは当然のことでも少しも怪しむに足らぬ。

太陽系の中央部に近き所にて生成したるもの若くは現に其附近あるものは、成立以来幾十億年という長き年所の間、或は幾多の併合離散を経、或は互に相干渉して種々の変化を経たと思わるるので、是等によりて太陽系の前身なる原始大流星団の状態が如何なるものであつたかを察知することは容易ではないが、周辺の地方に発生し、幾千年乃至幾百万年の週期にて極めて稀れに太陽附近に來朝しつつある彗星は、言わば浮世の風に染まざる田舎者の如きもので、中央部にある多くの遊星などとは全く異なりたる状況の下に、比較的よく原始的狀態を保存しつつあるものと見得べく、斯の如き見解よりすれば、彗星の研究は太陽系生成論に關し頗る重要な意義を有するものといわなければならぬ。

流星団の進化

ただに我が太陽系のみではない、私共の考では宇宙間一切の天体は悉く皆広大なる流星集團の密集によりて出来たものと思われるのであるが、当初に原始流星団の状態に於て有する種々なる特徴、例えば集團をなせる個々の流星の平均の大きさ、平均の運動、其分布の拡がり、流星団の全質量、廻転運動量等の値が異なるに従つて其集團の進化發展の径路に千差万別の趣を呈するに至るものであらう。

宇宙は広大であるが、光つて見ゆる天体の種類は案外に少なく、約幾十億の恒星、幾百万の渦状星雲、幾百の球

状星団及び幾百のガス状星雲等であるといわれて居る。此外に概して小なるがために光を発せざるものは、地球や木星の如き遊星状のもの、彗星や流星群の如きもの、及び浮浪流星等で、是等は定めし非常に多数に、寧ろ無数ともいふべき程に存在して居るものと思われる。

是等の天体の中、幾百万という程もあるであろうといわれて居る渦状星雲は、いずれも非常に龐大なるもので、其質量は我が太陽の幾万倍乃至幾十万倍という程度のものかと思わるるが、これを構成する個々の因子の運動があまりに大なるがために、全体融和して一団となることが出来ず、なお個々の因子の大きさにも非常に懸隔せる大きさのものが混在せるがために、現在は渦巻状をなして居るが、長き時の間には次第に散開し終に解体するに至るものであらうと思われる。

天体の大部分或は殆ど全部ともいふべき幾十億の恒星は、皆我が太陽と同種類のもので、其質量もほぼ同程度で大なる差等はない。是等は全質量の大きさと、個々因子の運動、従つてそれによつて生ずる全体の廻転運動量との關係が、一定の範囲内にありて、調和宜しきを得て居るがために、或は連星系或は単星系に密集し、質量大なるがために密集のために多量の熱を発生し、其表面は幾千度、其内部は幾百万度という程度の高熱のガス状のものとなり、光明赫々として四方を照らして居る。

木星は太陽の千分の一であり、地球は三十万分の一である。斯の如き程度の集団は、密集のために発生する熱量が少ないので、四方に光明を発する程には至らないが、それでも発生熱のために全体を融和せる一塊とならしめ、やがて冷却して遊星状となれるもので、就中我が地球の如きは既に幾億年以來生物發展の世界となつて居る。

彗星及び流星群は地球に比して更に数万分の一乃至数十万分の一という程小さな質量なるが故に、密集のために発生せる熱量は到底是等を渾一融和せしむるに足りないもので、永久当初の儘の流星集群の状態を続けて居る。従つて質量大なる天体の附近を通過する毎に、其引力によりて多少の団員を奪い去られ、かくして長き時の間には自然

に解体消滅に帰すべき運命をたどつて居る。

流星の集団が、それぞれ固有の特徴あるに従つて種々なる進化発展の道をたどることは、これを人間社会の種々の集団に比較して見れば頗る面白い。

文化の程度と伝統とを異にせる多くの異民族を、強いて合同せしめて作り上げた龐大なるローマ帝国が、遂に渾一融和せる一大塊となり得ずして分裂瓦解の運命に陥つたのは、恰もよく渦状星雲のそれに似て居る様に思われる。さればとて、独立の実力あるやを疑わしむる程の小民族の分立は、或は臆て彗星や流星群の如く自然分散の運命に陥りはしないであろうか。思うに流星団に於ても人間社会に於ても、個々因子の活動を十分よく調整し得る程の大量の集団にして始めてよく強固なる団体を實現することが出来、白熱せる精神の集中は、やがて徳化普く四方に光被するに至る所以なのではあるまいか。

靈妙なる人間の集団を以て土塊の流星団に比するの不倫なることは言うまでもないが、大なる群集の進展する大勢は或は相参照して互に發明する所が多いであろうと思われる。

私共の見解に従えば、流星団進化論は即ち直ちに宇宙進化論であつて、実に興味ある問題である。しかも彗星の研究は実にこの問題の一端を握つて居るものである。

(大正十五年一月「自然科学」)

- 『宇宙大観』（一九二七年、岩波書店）所収。
- PDF化するにあたり、旧漢字は新漢字に、旧仮名遣いは新仮名遣いに改めた。
- 読みやすさのために、適宜振り仮名をつけた。
- PDF化には $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}_{2\epsilon}$ でタイプセッティングを行い、 $\text{dvi}2\text{pdf}^{\text{m}}\text{x}$ を使用した。

科学の古典文献の電子図書館「科学図書館」

<http://www.cam.hi-ho.ne.jp/munehiro/sciencelib.html>

「科学図書館」に新しく収録した文献の案内、その他「科学図書館」に関する意見などは、「科学図書館掲示板」

<http://6325.teacup.com/munehiroumeda/bbs>

を御覧いただくか、書き込みください。