

宇宙創造説序論

(K. Y. 生)

世界に初めありや？ かく尋ねられて明確に有りこ答へる人も、否こ答へる人もなからう。否初めありこ考へる事も始めなく、無限をこほして我々の宇宙が流轉するこ考へるのも同じ妥當さをもつてゐる。

然し之は又初めこ云ふ意味の漠然さから生じた不確さである。

初めこは如何なる意味か？ 特に吾々の場合に於て宇宙の起原を論ずるのであるが起原こは如何なる意味をもつてゐるか？

吾々が生物學者に人類はその昔如何なる状態であつたかこ尋ねる、するこ生物學者は化石こ類人猿この比較研究から、恐らく五十萬年以前に於て人間は極めて猿に似た動物であつたこ答へるであらう。吾々はかくの如くにして、アミーバの昔に迄人類の歴史をさかのほる事が出来るであらうがもし然らばアミーバ以前に於ては如何こ尋ねるならば、生物學者も亦口をつむぐであらう。

恐らく之に對する答は無益である。

同じやうな比喻が吾々の場合にもあてはまる。ラプラスは世界、いや我が太陽系は、その昔はガス状の系が一つの中心核をもつて、ぐるぐる廻轉してゐたであらうこ考へるが、然らばそれ以前の状態がなかつたかこ云ふに、決してそうではない。何こなれば結果を生む因は無限にさかのほり得るからである。

初めこ云ふものが以上のやうなものであるならば、如何にして吾々が宇宙創造説をくみたて得るか？

くみ立てられたる創造説は眞の初めを説明せんこする假説ではなくて、進化の一階段にある星辰の状態をこかんこする假説であるであらうか？

もしかくの如きものならば、宇宙創造説はすべての人々に於て、その根本の思想を異にしなければならない。

然し吾々の聞かんこする宇宙創造説は全く上の如き意味のものではない。

天に於ける統一ある遊星の運動、さては廣く銀河全體に互る二大星流の

如く、又は各種の星團、星雲の一方に極限されて分布する事等數へあぐれば色々あるであらうが、この統一された整然さを見る時に、この統一ある世界の生れるために如何なる世界が必要であるか云ふ考へが吾々の心に起る。

支那に起つた五行説の如きも、極めて非科學的であるが、遊星の運動に對する説明であつた。そして我々の心は更に之等の個々の統一以上に、なほもう一層統一された法則がないであらうか云々尋ねる。即ち宇宙全體をこぼしてながれる大きな統一を科學的な方面からこかずにはおられなくなる。

この吾々の心持をみたく生れたのが宇宙創造説である。

然らば宇宙の起原を推定せんとする説を銘打つた、宇宙創造説は全く夫の時代に於ける天文學上の知識に、その基礎をおいてゐる事になる。

實際我々の組立てんとする宇宙創造説はこの空間的の擴りをもつた星辰の世界を、假りに時間的な擴りであらしたものであると考へられる。

かく考へるならば宇宙の起原と云ふ意味を明確に了解され得るであらう。吾々の場合に於て宇宙の起原は、時間的よりも寧ろ空間的内容をもつてゐる。今見る世界それが如何な状態にあるか？ 即ち個々の星辰、或はその間の關係、或は全體としてのありさま、之を尤もよく知らなければならぬのである。そして全體の中に見出された立派な統一が宇宙創造説なのである。

されば吾々の問題にせんとする宇宙創造説は、單に世界の昔の状態を推定せんとする弱々しい假説ではない。それはすべての天文學の知識をこり入れて、立派な頭腦によつて組立てられた一大殿堂である事を要する。

古來幾多の説が相起り、相滅んだがその跡をさぐつて見る事も又深い興味のあるものである。自分は之から碩學ボアンカレーに隨つて、最も光輝ある天文學上の問題を展開する光榮を甚だ喜ぶものである。

(I) カントの説

宇宙創造説に關する最もポピュラーな説はカント並にラプラスのそれである。かく有名なカントの宇宙の成立に關する最初の考へは、1755年に發

表された。彼の哲學的地位によつてこの説は可なり人々の注目を惹いたが、あまりにも力學的の根據の少かつたためにいくばくもなくして滅んで了つた事は彼にまつては不幸な事である。こまれ彼の説の輪廓をのべて先づ吾々の宇宙創造説の火ぶたを切らう。

彼カントは、廣く一般に銀河の成因に對する説明をすらなさんご試みたが、その重要な部分は寧ろ太陽系の創造に關するものである。

彼も亦、當時の多くの人々ご同じく、太陽をこりまく遊星系が太陽の周圍に同じ方向に廻つており、しかもその運行する軌道面が、大體一つの平面に一致するごいふやうな事實に、いたく注意を惹いた。

カントの考への根本は、太陽系は、その起原に於て、一樣なある擴りをもつた雲狀の物質(中には流星様のものも含む)が靜止の状態にあつたご考へた。

且つ現在太陽がある部分は、若干密度が大きくて、それがためにその部分は他の部分を引きつけて、絶えずその質量が増加する。然し他の部分に於ても密度が必ずしも一定でないがために、太陽が外の物質を惹きつけつつある際に生ずる各部分の不平均によつて、系全體が何等かの運動を起すに到る。

この運動は二様の抵抗をうける。即ち各部分の相互の間の引力及その他摩擦衝突等による抵抗である。その結果各部分は最も抵抗の少ない位置に段々ご進んでくる。換言すれば各部分は同じ方向に略々圓に近い軌道を描いて動き、且つ次第次第に各物體は同一の平面に近づいてくる事になる。

尙上にのべた如く太陽以外の部分でも不平均があるために、そこで第二次的な集團が出來て、新しい引力の中心が遊星を生む事になる。

このカントの説は全く重力のみによつて、その成因を説明せんごするものであるが、保存系に於ける廻轉運動量不變の法則からして見るご全くだめである。靜止即無の廻轉運動量をもつ系から出發して極めて小さい値ではあるが廻轉運動量をもつ、今日の太陽系を生み出す事は不可能である。

カントが何故後年ラプラスが考へた如く最初から廻轉してゐるガス體質を考へなかつたのであらうかごポアンカレーは云つてゐる。

カントの遊星系の自轉についての説明は極めて不十分である。

更にカントの土星環の成立についての話をきく事にしやう。

引力によつての收縮で太陽系が出来上るのであるが、收縮をやるに一般に高温になる、土星も出来上つた當時は極めて高温であつたであらう。

その大氣は現在環がある部分位迄遠く擴がつてゐたのである。大氣の各部分はおもも土星の上部と一緒に廻つてゐたのであるからそれ自身の速さをもつてゐるが、段々冷却してくるにつれて、ある部分は土星に引かれて、重力にさからつて運動をつづけ得るもののみがあとに残るわけで、それらは運動の途中赤道面に引き寄せられて集つて今日見るやうな環が出来たのである。尙土星の赤道部から上昇した大氣は、速さが大きいためその大部は上昇したまゝでゐるであらう。

かう考へてカントは土星の自轉時間を $6^h 25^m 52^s$ なる數値を算出した。

之は勿論今日の値とは大きな相異であるが、カントは更に環の安定數について考へた。この環をつくる物質の各部分の運動はある一つの法則で關係づけられてゐるわけのものでない。勿論重力と遠心力は釣合はねばならぬがその他には何等の制限がないわけであるから、環それ自身が二重若しくは三重に分れてゐる事も可能な事ではあるまいかと考へた。

蓋し當時は未だカシニ線が知られてゐなかつたので、この點に於てカントは觀測に先じたこと云へる。

カントは彗星の起原についても説をたて、全く遊星と同じやうに成立したものとべてゐるが、當時は未だ彗星の中に逆運動をするもののある事が知られてゐなかつた。この彗星の起原に關する考へはラプラスの考へとは全く反對である。

之でカントの説は終つたが、彼は太陽及遊星等の起原を、すべて同一の系に歸しそれが引力のみによつて漸次發展したとこゝまで、甚だ面白いがポアンカレーの言をかりて云へば餘りにしばしば力學の原理に矛盾してゐるのである。

(II) ラプラスの星雲説

ラプラスは24歳の時、既に佛蘭西のニュトンにまよばれた、天才で彼の解折的な頭脳はあらゆる方面に互つての成功をもたらした。

吾々は茲にラプラスの説を聞くことにするが、彼の説にカントの説は全く別な天地に立つてゐる事に氣がつくのである。

ラプラス當時知られてゐた遊星及衛星の表

遊 星 表

	離心率	軌道傾斜
水星	0.206	7° 0'2"
金星	0.007	3 23.6
地球	0.017	—
火星	0.093	1 51.0
木星	0.084	1 18.4
土星	0.056	2 29.5
天王星	0.047	0 46.4

衛 星 表

	衛星	離心率	遊星ノ赤道ニ對スル傾斜
地球	月	0.055	5° 8'
木 星	I	0.000	0.03
	II	0.000	0.47
	III	0.002	0.18
	IV	0.007	0.27
土 星	I	0.019	1.°6
	II	0.005	0.0
	III	0.000	1.1
	IV	0.002	0.1
	V	0.001	0.0
	VI	0.029	0.6
	VII	0.029	(土星の軌道に對して) 16.2

ラプラスは全くカントの説を知らなかつたやうに思はれるので、彼自身もそれ以前に出たバオフンの説を批評してゐるが何等カントの説には及んでゐない。

當時の天文學上最も注意せられた事實は

- (i) 遊星公轉の方向の一致及軌道面の略一致せる事。
- (ii) 遊星の自轉が順運動をなせる事。
- (iii) 遊星並に衛星の軌道の離心率の極めて小さい事。
- (iv) 彗星の軌道が遊星等と異つて極めて大きい離心率をもつ事。

等でラプラスの星雲説は如何にして、この事實を説明すべきか云ふ事におかれてあつた。

然らばラプラスは太陽系の起原を如何なるものご假定したか？

彼は吾々が今日見るガス状星雲の如きものが太陽の起原で、即ちその中心は非常に密になつてゐて流體ご考へてもよい位で、その周圍に希薄なガス體があつて、それらが一團ごなつて、廻轉運動をしてゐるご考へた。

然しラプラス自身はそれにつけ加へて、恐らくそれ以前に於ては、中心はそれ程密ではなく更にその以前に於ては中心は殆んど周圍に變らないガス體になつて居つて殆んど吾々には見えなかつたであらうこのべてゐる。

諸ラプラスが上に考へた星雲説から如何にして太陽系の統一を組立てて了つたか？

便宜上中心部の集團を太陽ご呼ぶ事にするご、その太陽を包むガスの擴りは恐らく當時の最外側の遊星即ち天王星の軌道のあたり迄ずつご分布してゐたがそれらは皆太陽ご同じやうな方向に太陽の周圍を廻つてゐた。

それらは漸次空間に熱量をはきだして冷却するためにその容積も又收縮しその結果系の廻轉運動の速さが増してくる。

ガス状物質の中で比較的速度の小さいものは遠心力が小さいために、引力によつて太陽面に引き寄せられる。

太陽がある角速度 ω で廻轉してゐる時に之ご同じ角速度で廻るガス體の中に丁度遠心力ご引力ごが釣合ふものもある譯で、それらは相集つて一つの集團を作るわけである。更に太陽及びそれを包むガスが温度が低下するにつれ收縮するわけであるが、その際上にのべた集團は丁度遠心力ご引力ごが釣合つてゐるために全くごりのこされて土星環のやうな形になつて、太陽の周圍を廻る事になる。太陽は更に角速度を増してくるが、漸次温度が下るにつれ上にのべたご同じやうにして第二の環をごりのこす。この方法をくりかへしていくつかの環が空間にごりのこされて大氣は漸次收縮して行く、之等の環はすべて出來た時代によつて異なる角速度をもつわけで、しかも太陽の赤道面以外にある部分はその速度の小さいために太陽に引き寄せられ隨つて出來上つた環は殆んど赤道面に極限されて、しかもそれらは圓に近い運動をする事になる。

次に進化は第二の階段に進んで個々の環から遊星が出來上る。

太陽の中心からある環迄の距離を r とすればその環の速さはケプラーの第三法則から $\omega^2 r^3 = \text{const}$ と云ふ式を充す。ある環についてその太陽に對して内側の部分と外側の部分を考へる。するに内側の部分は r が小さいから ω が大きく、外側は丁度その反對であるが、それらは摩擦の結果略同一の角速度になり、随つてその速さ $v = \omega r$ は外側程大きくなつてくる。

環も熱を失つて冷却するが、それによつて外部の方は内側に向つて集るために更に速度を増し之に反して内側は更に速度を減小する。まだ遊星の成立はのべてるないがこの内外速度の相違が遊星自轉の順運動を起す所以のものである。

環が冷却する際に全體が一様ではないために環はいくつかに分れ、その中質重の大きいものが引力の作用で長い年月の間に他の物を引きつけて一つの球状の塊をつくる。かくして遊星が出来上るのでもし環が一様であれば、今日土星の周圍を廻る環のやうにいくつかに分れずにそのまま残る事となるのである。

衛星の成立は全く遊星の成立と同じく唯その規模が小さいだけの事である。

以上がラプラスの考へで第四の事實即彗星の軌道の離心率の極めて大きい事を説明して彗星は太陽系に於ける放浪せるガス體だとして、全く遊星等とは別な起原のものだと云つてゐるが今日から見れば勿論そんな事はなさそうである。

尙茲に如何にして遊星を形成する環が生じるかについてのRocheの研究をのべて見たい。

ラプラスの考へた星雲について考へる、即ち、中心が他の部分に比して非常に密集してゐて、その周圍には極めて希薄なガス體が一つの軸の廻りに全體として廻轉してゐる時如何なる形をさるべきか？

先づ中心は球状であるとし、その中心を坐標軸の中心として直角坐標系を考へる。廻轉軸を z 軸としてその周りに ω なる速度で廻轉する。

中心核の質量を M として大氣中の任意の點を (x, y, z) にさると、中心核がその點に及ぼす引力のポテンシャルは

$$\frac{M}{r} = \frac{M}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}}$$

その點の遠心力のポテンシャルは

$$-\frac{\omega^2}{2}(x^2+y^2)$$

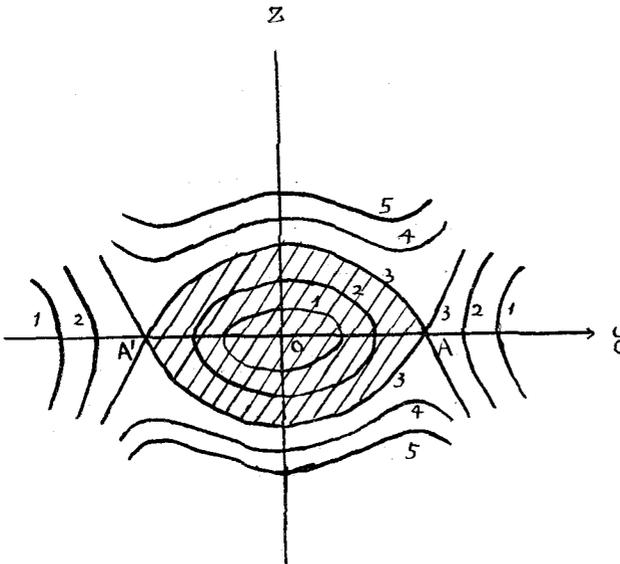
それ故に系の等ポテンシャル面は

$$\frac{M}{\sqrt{(x^2+y^2+z^2)}} + \frac{\omega^2}{2}(x^2+y^2) = C. \quad C: \text{常數}$$

で與へられる。z軸の周りに廻轉する系について考へてゐる故 yz 平面に
ついでての系の有様を考へればよい。上の式で $x=0$ をおこし、

$$\frac{M}{\sqrt{y^2+z^2}} + \frac{\omega^2}{2}z = C$$

となる。この C にいろいろの値を入れて、それに對する等ポテンシャル曲
線が得られる。



オ一圖

左圖のやう
な曲線になる。
1, 2, 3, 4, 5, …
等は C の色々
の異なる値に對
する曲線で C
が大きくなる
につれて曲線
は中心 O に近
づいてくる。
C が小さくな
るにつれて、
1, 2, 3, 4, 5, の
順序に漸次曲

線は擴がつて行く。

實際存在する系に於ては、3 であるされた曲線より中の部分が中心部と
同じ運動をして廻轉するのでそれより外の部分は全く考へなくてもよい。

曲線 3 は A, 及 A' に於て二重點を作つてゐるが O から A 及 A' 迄の距離は全く等しくて $\sqrt{\frac{M}{\omega^3}}$ で與へられる。即ち A, A' は ω が大きなるご中心に近づく。この A, A' に於ては丁度遠心力と引力とが釣合つてゐる點で、そのために系が收縮して大氣はいろいろの影響を受けるにも拘らずこの部分にあるガス體は依然としてその部分に止まる事が出来る。之は yz 面について考へたが全體は z 軸を軸として廻轉すればよいのでその場合 A, A' の部は環を形成する事となる。

ラプラスの説は以上の如くであるが之に對しては少なからず反對説もある、ポアンカレーは種々の場合についての研究をしてゐるが吾々は唯その結果をかりてラプラスの説の紹介を終る事にする。

ラプラスの説は最初にのべた太陽系についての事實の (i), (iii) を可なりよく説明するやうに思はれるが (ii) の事實についてはあまりよく説明されない。

又その後発見されたある種の衛星の公轉が逆運動をなせる事實、或は小遊星の中に極めて大きい軌道の傾きをなせるものがあるご云ふ事實に對してラプラスの説は一見無價値のやうに思はれるが、然し之は彼の説の價値を下げるものではなくてその責は當時の天文學の知識の少なかつた事に歸せねばならない。茲ではラプラス以後に発見された事實になつてラプラスの説を責むる事はやめて、唯如何なる點に論理的なる弱點をもつかを考へて見たい。

先づラプラスの説では遊星は環が冷却するにつれていくつかに分れて、再び引きあつて出来るご云ふのであるが、Kirkwood の研究によるごこのやうにして遊星が出来るために莫大な年數が入るごのべてゐる。

海王星を作る環の二つの部分が 180 度へだてゝ、然かも太陽迄の夫々の距離が千哩位しか違はない時にその二つの部分が相互の引力や或は太陽の引力等によつて結合するためには、少なくとも一億五千萬年を要するご計算してゐるが、然しこの研究もラプラスの説に對する大なる反對ではないやうに思はれる。

他の一つの難點は衛星の遊星からの距離が非常に大きいご云ふ事である。

吾が地球の場合に於て彼の説から行けば地球の大氣の擴りは現在の月と地球の距離の $\frac{3}{4}$ の所位に止まる事になつて、月が出來たとしても、もつと地球に近くあらねばならぬ事になる。然しこの點は Roche の研究によつて大氣の擴りをもつと遠く迄ある事が可能になつたために難點が除却されたわけである。

更に次の難點は火星の第一の遊星(當時は未だ知られてゐなかつた)及土星の内部の環の公轉週期が火星或は土星の自轉週期より小さい事である。換言すれば火星の第一遊星或は土星の内部の環の有する角速度が水星或は土星の有する角速度より大きい事で、この事實は彼の衛星の成立を考へれば大きな矛盾である事が分る。

然し之も大氣の抵抗が衛星の軌道を狭める方向に働いて、そのために角速度が大きくなつたことを考へれば説明はつく。

要するに弱點は以上の如きもので夫々がその何の研究によつて兎に角説明されて來たわけであるが、ラプラスの説はそれ以後に見出された多くの事實を説明し得ないのは當然であらう。兎に角も彼の先驅者として功を認めたい。(12gt. Int)

四分儀座流星の觀測を奨む

毎年一月一日から一週間ばかりの間は、龍座の γ 星附近(即ち昔し四分儀 Quadrans 星座のあつた邊)から一群の流星が飛ぶ時である。此の群に屬する流星は多くは光輝の大きいもので、長く飛び、跡にはごく短かい光芒を残す。可なり面白い流星である。こんごの新年早々は月の光りが大して妨げをしないで、好い時機であるから、會員たちの中の有志者は、誰でも大に振つて觀測して貰ひたい。[寒いから]なご言はぬが好い。適當な星圖を持つて、個々の流星の経路、時刻、色、時間、速さ、等々、を觀察するのである。望遠鏡は決して要らない。

有志者には星圖を無代價で進呈するから、本會へ遠慮なく申込んで貰ひたい。其の代り、觀測結果を報告して頂きたい。