

〈論文〉

惑星とその資源, 銀河系及び電波銀河とクエーサー

和田 昭 夫

水 星

水星の自転周期と公転周期の比は丁度3：2であることがレーダー観測によって判明した。自転周期は 58.65 ± 0.25 日である。太陽に近い為日中の温度は高い、太陽直射地点では 430°C に達し夜間は最低 -170°C である¹⁾。

故に水星面から推定10 m以上の深さの温度はこの深さで地球上で季節変化がなくなること及び水星の自転による日変化がこのオーダーであることから今述べた最高温度と最低温度の平均をとって約 250°C の一定温度が考へられる。既に別報で述べたようにこの高温が長時間継続することにより分子の熱振動の平衡点のずれが生じこれが物性を変化させる²⁾。この変化を ΔS とすると $\Delta S = \Delta S(T, t)$ ここで T は温度、 t は時間である。 $\Delta S \propto T$, $\Delta S \propto t$ と仮定すると $\Delta S = aTt$ ……① 圧力によるキュリー一点による物性の変化は、同一の深さを考へることにより考へないことにする。この深さでは熱伝達は熱伝導のみである。

$$\text{熱伝導の式 } \frac{dT}{dt} = K \Delta T \dots\dots ② \quad ①\text{より } T = \frac{\Delta S}{at}$$

$$①\text{と}②\text{式より } \frac{dT}{dt} = \frac{d\left(\frac{\Delta S}{at}\right)}{dt} = K \Delta \left(\frac{\Delta S}{at}\right) \dots\dots ③$$

$$③\text{より } \frac{\Delta S}{at} = \int K \Delta \left(\frac{\Delta S}{at}\right) dt$$

$$\therefore \Delta S = at \int K \Delta \left(\frac{\Delta S}{at}\right) dt = at \int K \Delta T dt$$

T を前述したように恒温層に於る温度の如くみなして、 x, y, z, t に関

して一定とすると、

$$\int K \Delta T dt = C \quad C: \text{常数}$$

$$\therefore \Delta S = act = Dt \dots\dots \textcircled{4} \quad \text{但し } D = ac$$

故に水星に於て、中に於て物性の変化は時間に比例して進行している。今過去から現在迄を考へるとこの物性の変化は化学組成の変化である。これを初源の融解した（長時間尺度に於る）天体即ち初源のマントルから出発したとする。マントルの組成の1つである化合物を作る陽イオンである Mg, Fe が今述べた例えば MgO, FeO を生じ化学組成の変化によりあるものが“ある程度”遊離したとする。これは宇宙開発に於る金属資源として有利である、酸化物から容易に Mg, Fe を得ることができる。気温を考へて、それにはロボットを使用することが考へられる。

一方地形学と分光学の研究から表面が火山活動によって形成されたことが分っている²⁾。火山の存在は確認されていないが地表面のしわ、隆起など火山性のものと思われる地形が数多くある²⁾。これは別報で述べたように³⁾火山活動によって生じたと思われる地球、金星の地殻とに相当するものが水星にはなく原初の隕石の集積の跡がそのまま残っているが、地球・金星に於るよりもはるかに小規模の火山活動があったことを示す。それに関しては月も同様である。分光分析によると水星の反射スペクトルには火山性鉱物に固有の波長が含まれアルベルトの測定から表面は極めて均質で月の岩石の鉄とメタンを含まない玄武岩によく似ている²⁾。玄武岩の主要鉱物であるかんらん石には化合物をとして、Mg, Fe を含んでいる。前述した物性の変化による化学組成の変化はイオンの比率の変化をもたらさないのて天体に関する大局的に見た分光分析の結果は同一である。

火 星

既に別報で天体望遠鏡で見える火星面に於る暗緑色の部分は黄塵の黄色が太陽光の他の色を減少させてこの光が赤褐色の火星表面の一部が暗緑色

に見える為とした⁴⁾。これはこの黄塵を生じさせる極めて強い風が部分的に存在することを意味する。

マリナー9号によって風がたてた波の現象から連想される後方波（雲）はしばしば観測された。これは速い速度で移動する大気の塊が何かの障害物にぶつかる時に発達する、それは西風が表面近くで秒速10~20 m 数 kmの高さでは秒速100 m 以上で吹いている地方に形成される²⁾。

前述した黄塵を生じる為には地表で、部分的に、極めて強い風がかなり長時間存在することを意味する。

木 星

既に別報で述べたように、木星の表面から内部へ深さと共に引力の為圧力が増加し又この為密度が増えこの又引力が増加し……この為圧力がふえ……これをパーソナルコンピュータのプログラムに入れて、ディスプレイに画かすと、深さ—密度の関係が、深さと共に階段状にふえることを示す⁵⁾。即ち、木星内部は密度に関する層構造となる。これを数学的に抽象化して次の様に数式で表現してみる。表面からの深さを D ，完全に階段状に密度が深さと共に直線的に変化するとして、

密度 $\rho = ca + b$ で表現する。

$$0 < a_1 < D_1 \quad \rho_1 = c_1 a_1$$

$$D_1 < a_2 < D_2 \quad \rho_2 = C_2 a_2 + b_2$$

：

$$D_{m-1} < a_{m-1} < D_m \quad \rho_m = C_m a_m + b_m$$

：

$$b_2 = \rho_1 = C_1 D_1 \cdots \cdots b_m = \rho_{m-1} + \rho_{m-2} + \cdots \cdots + \rho_1$$

$$= C_{m-1} D_{m-1} + \cdots \cdots + C_1 D_1$$

$$\therefore \rho_m = C_m D_m + C_m D_{m-1} + \cdots \cdots + C_1 D_1 \cdots \cdots \textcircled{5}$$

木星内部では深さに伴い引力は半径の2乗に逆比例するので、そのふえ方が増加する。従って仮に温度が一定とすると密度のふえ方も深さと共に増加する。故に⑤式の C は m の増加と共に増加する。そこで近似として⑤

式の最初の3項を更に近似として、第1項のみを考へる。故に、 $\rho_m \simeq C_m D_m$
 m を任意とし D_m 迄の深さ迄、 ρ は直線的に増加するので、 $\rho \simeq cD$ となる。この近似は任意のある区間内で成立すると考へられる。

これは木星から重水素、水素の資源を得る際、表面から深い程（ある値迄の）密度が増え故にこれ等の資源が増加することを示す。これ等の資源を得るのにロボットを用いる方法が考へられる。

パイオニヤ、ホイジャーの探査機から次のことが分っている。薄い大気の上層部は 1500°K である。それから温度は下り 370°K 以下になる。この下は90%の水素と10%のヘリウムでできている。それから下の圏界面で温度は 120°K になりそれから温度が中心部迄上りつづける。ここからアンモニヤの量は急にふえる。3～4気圧で水蒸気が検出される。4～5気圧で温度は 270°K になる、40気圧より下では温度は 320°K になる²⁾

以上の様に組成、温度が深さと共に変化していく、

$$PV = nRT \text{ の式より、 } \frac{I}{V} = \rho \text{ として、 } \frac{P}{\rho} = nRT$$

$$\rho = \frac{P}{nRT}$$

n , T 共に、 ρ 深さと共に増大するので前の計算式よりも、 ρ が深さと共に小さくなる。従って、前の近似式は、より深さの範囲を限定しなければならぬ。然しロボットで資源を得る際の深さの範囲では十分の近似を与へると思われる。

太陽系外宇宙基地を考へると、エネルギーは、木星型惑星例えば木星とほぼ同差である海王星から重水素及び水を得ることが考へられるが、その為には、宇宙基地が海王星の近傍になければならぬ、故にこの方法では太陽系外宇宙基地は太陽系の近傍になければならずそれから遠く離れた基地は不可能である。

海低及び地殻への深層ボーリング

海低及び地殻の深部は玄武岩層なのでそこへ深層ボーリングする（その

方法は別報で述べたように⁶⁾回転速度が変えられる3つのドリルの組合せからなるドリルを用いる) ことにより鉱床を探すか普通の玄武岩を得る，玄武岩の主要鉱物であるかんらん石は陽イオンとして，Fe, Mg を含むが化合物としての結合力は強く化学的方法ではFe, Mg の分離は難しい，そこで別報で述べた玄武岩を粉砕しコロイド粒子にして電気泳動によりFe, Mg を分離する方法が考へられる⁷⁾。

このコロイド粒子にする方法は径の大きな2つの鉄柱の間に玄武岩をはさみ上下左右に鉄柱を，短い周期でかつ振幅を大きくして振動させる。上下の振動でこの方向の破碎された玄武岩の径は次第にコロイドの径に変わり左右の振動でこの玄武岩の粒子は向き即ち例えば粒子の左右は上下に変る。この際左右の1回の振動で最大 $\frac{1}{2}$ が左右から上下に向きをかえ最小向きを上下に変へるものは0である。この平均をとると， $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ が粒子は左右から上下へ向きを変へる。2回目の左右の振動で粒子の $\frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \right)$ が左右から上下へ向きを変へる。

多数回の振動で，玄武岩粒子の $\frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{2^3} \dots \dots \right) \rightarrow \frac{1}{2}$ が左右から上下へ向きを変へる。そして上下の多数回の振動で次第にコロイドになる。

このようにして，玄武岩からその半分がコロイドになり前述した電気泳動によりFe, Mg の分離が可能と思われる。深層ボーリングのドリルは前述した回転数の変へえられ3つのドリルの組合せからなっているのでボーリングの方向をある角度以内で制御することができるので，鉱物資源の検査，多量の玄武岩の採取が可能である。

フォボスとデイモス

フォボスとデイモスは火星の衛星である。形は不規則で球型からはるかにずれる，自転周期は月と同じく公転周期に等しく常に同じ面を火星に向けている²⁾。表面は非常に暗い，反射率も低いフォボスが火星を回る速さは火星自身の自転による速さよりも速いので，潮汐力によって衛星の軌道半径が徐々に縮まっていることが観測された²⁾。

火星とフォボス，デイモスの表面の化学組成が異なることからこれ等が同

時にできたものではない²⁾。

天体は融解（長時間尺度で）すると球となる。これは、液体（長時間尺度）は形に対して抵抗がなく、球対称の形をとる為である。フォボスの最大径は 27 km デイモスのそれは 15 km である。故に月は一度融解することにより球となり、フォボス、デイモスは極めて小さい天体なので融解することがなく非球となったと考へられる。自転周期と公転周期が等しいことは母星と何等かの相関があることを示すが、化学組成が違ふことより次の様な推定がなされる。

フォボス、デイモスは小惑星帯に由来しここからきたいはば巨大隕石が火星にとらえられ衛星となった。この衛星になる条件は、

$$\frac{mU^2}{\gamma} = K \frac{mM}{\gamma^2} \text{である。故に } U^2 = K \frac{M}{\gamma} \therefore U = \sqrt{K \frac{M}{\gamma}}$$

但し γ は火星中心からの距離である。

火星にとらえられる速度が軌道半径 γ をきめ最初直線的に入ったものが円運動をするのでその時の速度が自転速度及び公転速度となりこの両者が等しいことになる。月はその大きさから見て他の天体が地球にとらえられた或いは地球と共存する 2 重惑星となったものであるが、自転周期と公転周期が等しい理由は前と同じである。月の年齢と地球の年齢はほぼ同じ 45 億年であるので今述べたことは原初に於てなされた。

惑星の自転

惑星の公転速度は太陽面からの放出速度で定まる。自転は放出前の太陽内の mass（惑星となる）の対流によるとする。太陽面からの mass（惑星となる）の放出速度は太陽の自転速度（太陽固面の）に等しいとする。惑星の公転周期と自転周期は尽数関係にある。太陽面の自転速度は太陽の自転周期に比例する以上より次式が成立する。

$$C \times \text{太陽の自転周期} = \text{太陽内の対流の周期} \cdots \cdots \textcircled{1}$$

太陽内では常時対流が発生していると仮定する。対流はそれ自身の mass の回転と同時に太陽自転の為太陽面にそってらせん運動をすることにな

る。元の場所に戻ったとき今述べたように常時対流が発生しているので、対流の周期と自転（太陽の）周期が整数関係があるものだけが残りは消滅する。これが①式の説明である。外惑星は自転速度が大きい、外惑星は質量が大きい、これは惑星の自転速度と太陽内部から放出される質量と関係があることを示す。太陽面からの大質量の放出は、より太陽内部からなされる。以上はより太陽内部に於て、対流が激しいことを意味する。より太陽内部に於てより密度は大きい。これは太陽内部対流速度は密度と関係があることを示す。

太陽内部の熱伝達は輻射，対流，伝導があるがガス体を考へ伝導を重視し輻射，対流のみを考へる，そのうちここで対流のみを考へる。それによる熱流 q は $q_s = vT$ で表わされる。ここで v は対流速度 T は温度である。熱流対流を表わす式として， $rotq_s$ を考へて， q が圧力で定まるもの(q')は，渦なしなので $rotq' = 0$

故に対流を生じさせる為には熱の発散 $divq = C$ が必要である。故に対流は熱の発散を生ずる物質の密度が関係する故に密度のより大きい太陽内部でより対流が激しい， $divq = C$ $q = vT$ から， $divq = div(vT)$
 T は1次元即ち太陽面に垂直の方向のみで考へると， $T = T(z)$

$$\begin{aligned} div(vT) &= \frac{\partial(v_x T_x)}{\partial x} + \frac{\partial(v_y T_y)}{\partial y} + \frac{\partial(v_z T_z)}{\partial z} \\ &= T_z \frac{\partial v_x}{\partial x} + T_z \frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial(T_z v_z)}{\partial z} \end{aligned}$$

対流はある深さで x ， y 方向即ち太陽表面の方向で一定速度とすると

$$\frac{\partial v_x}{\partial x} = \frac{\partial v_y}{\partial y} = 0$$

$$\therefore divq = div(vT) = \frac{\partial(T_z v_z)}{\partial z} = \frac{\partial T_z}{\partial z} v_z + \frac{\partial v_z}{\partial z} T_z \dots \dots \textcircled{2}$$

太陽内部の熱流を q_s とすると

$|q_s| = |q'| + divq$ これをベクトル化して，

$q_s = q' + divq' n$ n は熱流の方向を持つ大きさ1のベクトルである。

これから $rotq_s = rotq' + rotn \cdot diuq$

前に述べたように $rotq' \therefore rotq_s = rotn \cdot diuq$ 故に $rotq_s$ で太陽内部の熱の対流を表わすと熱の対流は熱の発散 $diuq$ に比例する,

$$\text{故に } rotq_s = c \left(-\frac{\partial T_z}{\partial z} v_z + \frac{\partial v_z}{\partial z} T_z \right) rotq_o = rot(vT)$$

ここで激しい対流の為温度 T_z の変化 $\frac{\partial T_z}{\partial z}$ は $\frac{\partial v_z}{\partial z}$ よりも小さいとし,

$$\frac{\partial T_z}{\partial z} \simeq 0 \text{ とすると, } T_z = constant = T_o \text{ として,}$$

$$rotq_o \simeq T_o rotv = C \frac{\partial v_z}{\partial z T_z}$$

$$\therefore rotv = C' \frac{\partial v_z}{\partial z T_z} \quad \text{但し } C' = \frac{C}{T_o}$$

故に太陽内部の対流は温度に比例し従って、より太陽内部程より対流は激しくなる。これは木星型惑星の元の物質の放出について述べたことを一致する。この際放出される物質の密度も大きいので木星型惑星の中心部には多分地球型惑星程度の密度を有しかつそれより大質量の固体或いは液体の物質が存在するであろう。

冥王星

冥王星の軌道は楕円である。これは冥王星は太陽から放出された物質によるものではなく他の天体が太陽にとらえられたものであることを推定させる。この他の天体が太陽引力にとらえられる為にはその前にかなりの速度を有していたことが確率的に必要である。即ち速度が早い程天体が太陽にとらえられる位置に来ることが確率的に大きくなる。この速度の早い天体は従ってある天体の爆発によって生じた可能性がある。従ってこれは超巨大隕石の如く考へることができる。極低温は気体の運動エネルギーを小さくするので、冥王星は今述べたように主体は固体を考へられるが周りにかかなりの厚さの気体を有していると思われる。宇宙開発に於るエネルギー源としてのウランを主体が固体であることから冥王星から得ることができ

るかもしれない。

質量は月より小と考へられているので資源採掘の為の宇宙船の発着も容易である。この方法で太陽系外宇宙基地を太陽系からかなり離れたところに設けることが可能と思われる。

冥王星の表面は全体が凍ったメタンで覆われていることが分光観測の結果から分っている²⁾。

輸送用のケーブルカー

山中に重工業を作りその為の輸送用のケーブルカーについては別報で述べた⁸⁾，それは2つのレールにケーブルカーを吊ることによって，重力をそれに加え駆動はケーブルカーの上部の歯車で行う方法であった。この方法は歯車の耐用時間が短い欠点がある。そこでケーブルカーの運行時は歯車は動かさずこの歯車とかみ合っている上部のレールの間を直線的に存在する歯のついた線を動かす，この方法は，サンフランシスコのケーブルカーに似ている。このケーブルカーは下にレールが2つあり，その上のケーブルカーは，このレールの間にある地下に設けられた動くロープにケーブルカー内の機械を結びつけることによって駆動し，止まるときはこのロープと機械を離す。ケーブルカーを止めるには歯車をブレーキをかけながら徐々に回転させる。この方法は歯車の耐用時間を極めて長くすることができる。又高速運行も可能である。出発のときは歯車を回転させたときからブレーキで徐々に歯車の回転をとめる。

銀 河 系

銀河系はギャラクシーに於て普通に見られる渦状ギャラクシーである。それは中心が回転し周りが中心へ引きよせられているときの形態である。故に中心に近づく程物質（恒星及び星間物質）の空間に於る密度は高くなり，銀河系の中心は電波，赤外線，X線， γ 線で観測することができる²⁾。これによると銀河系の中心では水素原子はわづかである。これは分子成分が多くの水素原子をとり去ってしまうからである。中心領域には多くの密

度の大きい分子雲が見られる。又星間ガスの全質量に対する比は1%以下であり質量の殆ど恒星による²⁾。赤外線源は小質量(太陽程度)の低温の星である、大質量星からの放射は非熱的である²⁾。

O,B型星は非常に高温で星間塵を熱しこの星間塵が30~50 μ の赤外域で放射する²⁾。

以上の観測方法から中心領域では小質量星の生成率が質量星のその10倍以上である²⁾。同位体元素の存在から銀河系中心では化学進化(星間ガスから星への変化)が他の領域よりも早いことを示す、中心領域では星間ガス密度が小さく大質量星よりもずっと寿命の長い小質量星が多く存在する²⁾。以上は銀河系が中心に向ってまきこむこと故に中心部が古くなることと一致する。ギャラクシーを1つの孤立した力学系と考えると角運動量保存則から、今ギャラクシーの大きさはギャラクシー外からの星間物質の供給で変化しないとすると、質量の増加は回転速度を減少させる。中心部程古いのもしそうであれば回転速度の減少を示す形態が銀河系周辺にある等であるが、銀河系の形態は回転速度は、ほぼ一定で変化しなかったことを示す。

これは回転速度を一定にするようなエネルギーが銀河系内に発生していることを示す。このエネルギーは星を数学に於るマトリクスに対応させこの分裂による即ち大質量星が銀河系の中心で小質量星に変る際の分裂によるエネルギー放出と考えることができる。これはウラニウム核が分裂するときその結合エネルギーが離れた原子力というエネルギーに変換するメカニズムと同じである。この放出された大きなエネルギーから質量生じ又力学的エネルギーを生ずる。この力学的エネルギーは銀河系を一方向に回転させるエネルギーを与へる理であるが、これは銀河系に於て、質量は恒星に集中しており又恒星同志はかなり離れているのでポテンシャルエネルギーは小さく力学的エネルギーは殆ど恒星の運動エネルギーである為前述した放出された力学的エネルギーは恒星の運動エネルギーを増加させる方向即ち、銀河系全体からはその回転を促進する方向に働くと思われる。この為銀河系はその回転速度を一定に保つ。

恒星の結合エネルギーの密度が恒星のその部分の密度に比例すると仮定すると大質量星がやがて小質量星に分解するという事は恒星のある部分の密度が最大素粒子の密度におさへられること従ってその部分の結合エネルギー密度に限界があり大質量星がその質量をある値以上になると分解(例えば超新星の様な恒星の爆発)することを示す。それは個体として保持する為の結合エネルギーは質量と相関があることを示す。前述したようにある恒星に於て密度に限界があることにより質量の増加に伴う特に中心部に於る密度の増加の限界に伴う結合エネルギーの限界をこえると分解する。これは恒星の質量に上限があることを意味する。又非常に小さい質量の恒星に密度の増加率が周りの星間物質を吸収することにより大きいので比較的短時間である質量の星になる。以上は恒星の質量は一般的に見て上限と下限がありこれがヘルツシュプルングラッセル図に於る主系列が示す質量よりも絶対光度とスペクトル型の関係がほぼ直線的であることと一致する。

ギャラクシーから赤外線と共にX線, γ 線が放出されるのは, 途中の散乱振動数に比例することを考えれば, ギャラクシーからこれ等が極めて大きなエネルギーで放出されたことを意味する。活動中心核に於て特に等しい。この電波軸射はシンクロトロン効果で説明され証明されている。

ギャラクシーの中心核と最も強い電波源である活動中心核が位置が違うことから次の様に推定される。前述したギャラクシーの中心部で恒星が分裂し大きなエネルギーを放出した後の小さな質量の恒星は中心核の方へ集まる恒星の分裂の際に放出されたエネルギーは他の近傍の恒星の分裂を誘発する, そしてそれが又その近傍の恒星を分裂させる……最後にこのエネルギーによって分裂しない恒星の処でこの連鎖反応はとまる, 分裂した恒星の群が活動中心核となる, 然しその為には恒星の分布密度が極めて大きくなければならない。これはギャラクシーの中心部で恒星の分布密度が極めて大きいことを意味する, 恒星の分裂の際放出されるものはエネルギーと共に質量もある, これが又近傍の恒星を分裂させる1要因となる。この放出されるエネルギーを質量(プラズマを含めて)から相対論的電子即ち

光速に近いオーダーの速度を持つ電子を生ずる、一般的に天体に磁場が伴うとして、放出される質量は磁場を伴う、この磁場は質量の大きい原子核に結びついてその運動と共にする。電子は陽子と電荷の符号は逆なのでクーロン力より、陽子従って原子核の運動とは別の運動をする、その運動は核に対して円運動に近いかつ電子の速度は原子核のそれよりも分裂の際の得た力により速い。故に電子は磁場の中をらせん運動をするこのようにしてシンクロトロン効果により強い電波を放出する。

電波銀河及びクエーサー

電波望遠鏡で観測された電波を発するギャラクシーが電波銀河である、それは楕円銀河及びクエーサーである、楕円銀河の電波銀河を単に電波銀河といわれるが、その電波源はギャラクシーの両側（ギャラクシーの面に平行な方向）にギャラクシーの大きさをはるかに越えた処にあり（広がった電波源）又活動中心核心の場所に存在する。（コンパクトな電波源）²⁾

これはこの楕円ギャラクシーは星の密度が非常に大きく前述したように星の分裂それによる前述したメカニズムで強い電波の放出→質量の小さい星へ変化それと共に電波の放出をとめる→中心へ凝縮→ギャラクシー外の恒星をひきつけるこの過程が多数の恒星に於て各々別々に進行する即ち全体的に見れば同時進行するとすると、ギャラクシー外のひきつけられた星はギャラクシー内の星の分裂に誘発されて分裂する更にこれが近傍のギャラクシー外へ恒星を分裂させる……このようにしてギャラクシーの両端からギャラクシー外へ電波源がのび広がった電波源となると思われる。コンパクトな電波源はギャラクシーに普通に見られる活動中心核である。

クエーサーの大きさは普通のギャラクシーの 1/100 明るさは最も明るいギャラクシーの 100 倍である²⁾。

クエーサーと活動銀河(電波銀河、N型銀河、セイファード銀河、Bl-Lac 天体)の活動中心核と電波源としての形態、分光的特性、0.001" 程度のコンパクトな構造、変光特性の点で似ている²⁾、クエーサーと近傍のギャラクシーの活動の中心核との違いはクエーサーの方が光度が大きいということ

だけである²⁾。又クエーサーを囲む雲状構造が巨大楕円ギャラクシーに匹敵し、赤方偏移がクエーサーのものと等しい²⁾。これはクエーサーが一種の活動中心核であることを意味する。これから次の様に推定される。電波銀河である楕円銀河が前述したことから更に進んで、ギャラクシーの両端の方向のギャラクシー外へ電波源をのぼすことよりも中心核への凝集が大きくなり末期状態になると星は活動中心核の周りに集まりその極度に密集した恒星に於て、前述したことと同様に分裂→エネルギー及び、質量放出、それに基く極度に大きな電波輻射→質量の小さい星の転換→中心核へ凝縮→ギャラクシー外の恒星をひきつける。以上が多数の星の間で絶え間なく起りその為普通のギャラクシーの活動中心核が異常に大きくなったものようになり小さいが異常に明るいクエーサーになると思われる。やがてこれは中心核へ次第に凝縮し活動中心核も中心核へ凝縮してほとんど質量の小さい星になり電波輻射もやがて止る。これは巨大ブラックホールを意味する。これは又、ギャラクシーの中心核は電波輻射のない小質量の星の集まりであることから、これは巨大ブラックホールであることを意味する。

観測から電波輻射のあるクエーサーのうち光学的に同定できるのは1/10であることが知られている。これはクエーサーの1/10は光学的な反応即ち写真として反応する電波を出しているが9/10は写真に反応しない赤外領域の或いは紫外領域で大部分の輻射としてのエネルギーを出しこの為写真に反応する電波が隠されてしまうことを意味する。今仮にこれが赤外領域であるとするとはこれはクエーサーが前述したように電波放出を止めだした事即ちエネルギーの小さい赤外領域でしか電波を放出しなくなったことを意味する。

又クエーサーの数は100億年前の1/100になったと推定されている。これは前述したように、次第にクエーサーはブラックホール化していることを意味する。

普通のギャラクシーとクエーサーのスペクトルの違いはクエーサーのそれは、エネルギーの小さい振動数の小さい赤外領域とエネルギーの大きな振動数の小さい紫外領域への2つの分断があり普通のギャラクシーのそれ

はないことである。これは次のように考へられる。クエーサーは星の分裂と小さな質量への転換が、星が極度に密集していることによって、分裂の誘発が激しく又一方で小さな質量の星の中心核への凝縮も激しいので、極めて極端に起る、故にエネルギー放出も大小がはっきり分れる。この為にスペクトル分布が前述したように紫外領域と赤外領域に分断されると思われる。古いクエーサーに於てこの分断から著しく写真への反応は、両者共なくてもエネルギー的に両者の和が、写真の粒子に作用し、感光しなくても感光したかの如く働くと推定される。

このようにしてクエーサーから作られたブラックホールは周りの質量を吸収して巨大ブラックホールとなっていく、中心で最大密度を定める素粒子の密度をこえると中心から質量を放出するが、ブラックホール全体が質量が大きくなり前述した密度で定まる結合力(巨大ブラックホールの)を越えると爆発する。そして星間物質となるクエーサーは極めて遠方にある。これはクエーサーが宇宙に於て極めてまばらに存在することを意味する、これはギャラクシー→電波銀河→クエーサー→巨大ブラックホール→爆発→星間物質→ギャラクシー……というサイクルが過去から続き未来にも続くとして、クエーサーの天体としての宇宙に於る存在比を考へれば説明がつく。但し巨大ブラックホールの爆発→星間物質は前のサイクルよりもより重元素の豊んだ星間物質が作られることを意味し宇宙に於る重元素の量は次第な増えていく。

但しウラン原子核の核分裂に見られるように(超ウランの存在は極めて少ない)原子核に於る核子に対する結合力は前述した理由で限界があり重元素の上限がウラン等によっておさえられるので、前述した重元素は上限に達した点で分裂しより原子番号の小さい原子に変る。この際放出されたエネルギーから電子が生成され、プラズマ化して孤立した原子核が有する+の電局の為互いに離れ又原子核は電子と共にあった原子そのものの結合力が消え不安定になって分解し中間子を放出し軽元素の原子核の如くなりそれに今の電子がとらえられて軽元素を作る。このように大きなエネルギーによるプラズマ化が軽元素を作る。

この軽元素も水素という下限がある。このように上限のある重元素の生成と下限のある軽元素の生成とその時点の元素が過去及び未来の宇宙の元素間の比率を定めると思われる。

内惑星の大気と表面

別報で火山や温泉の水蒸気の噴気量が噴気の高さに比例することを述べたが⁹⁾，火山の溶岩と噴煙の高さに於ても次のように似た関係があることが分る。噴煙の高さは噴煙が大気に逸散する上限である。これは $-\text{div}q$ で表わすことができる。噴煙の発生は $\text{div}q$ で表示することができる。

q は熱流を表わす。これ等の式は火山，温泉の水蒸気の噴気の場合と同じ式である，故にこの場合と同じく，火山の噴煙の高さと火山から発する熱流が比例する，火山から発生する熱量が主として溶岩の量に比例するとし，結局火山の噴煙の高さと溶岩の量が比例関係があることになる。溶岩の量が火山爆発の時のエネルギーにほぼ比例するとし，又噴煙の量が大気の増加分に比例し噴煙の高さが噴煙の量に比例するとすると，火山爆発のエネルギーを $E\nu$ 大気の増加分を ΔA とすると，

$E\nu = \Delta A \quad \therefore E\nu = C \Delta A$ この式は火山の1回の爆発に於るものであって，一般に現在迄 n 回爆発したとして，

$$\sum^n E\nu_n = \sum^n C_n \Delta A_n$$

仮に C_n は一定として， $\sum^n E\nu_n = C \sum^n \Delta A_n$

現在迄爆発が多数回あったとして，近似的に積分で表示して，

$$E = \int_0^n E\nu = C \int_0^n dA \quad n=0 \text{ の時, } E=0 \quad A=0 \text{ として,}$$

又 n を変数とみなして，

$$E = \int E\nu = C \int dA = cA + D$$

A は火山爆発による大気の増加分即ち火山ガスが大気に加った分であり， $E=0$ の時，即ち爆発のないとき， $A=0$ である。故に D は地球が作られたとき存在した源初の大気量である。火山爆発の回数が増すと A が増加するが火山ガスによる A と源初大気 D の絶対量の比較は次の様に惑星内を比較して推定できる。

地球と金星を比較すると、ほぼ同じ重力ポテンシャルを持っているので、又金星の方が太陽に近い分、気体分子の運動エネルギーは大きく逸散し易いことを考えれば、金星も極めて濃厚な大気を有することは、金星の大気が殆ど火山ガスに由来することが分る。地球の大気については、酸素の殆どは生物によるものである。ここで花崗岩と玄武岩の組成について考へると次の通りである¹⁰⁾。

○花崗岩の造岩鉱物：石英 (S:O₂)

正表石 (KAlSi₃O₈ (K₂O · AlO₃ · 6 S:O₂))

斜長石 (NaAlSi₃O₈ + CaAl₂Si₂O₈)

雲母 (KAl₂(AlSi₃O₁₀) (OH)₂, K(Mg, Fe)₃(AlSi₃O₁₀) (OH)₂, KMg₃(AlSiO₁₀) (OH)₂を混合)

角閃石 (Ca₂Na (Mg, Fe₁₁)₄ (Al, Fe¹¹, Ti)₃ Si₆O₂ (0.0 Hl₂))

○玄武岩の造岩鉱物：珪酸の含有 50%以内

斑晶：石英斜長石、かんらん石 (Mg, Fe)₂SiO₄, 輝石 (M^{II} (SiO₃)₂), 磁鉄鉱。

石質：斜長石、かんらん石、輝石、磁鉄鉱、ガラス質

以上を見ると火山ガスに存在する元素C (炭素), S (硫黄) がない。故に火山ガスは花崗岩質マグマ、玄武岩質マグマ及びマントル (それが主にかんらん石であることを考へると) が単に気化したものではなく、相対的量はわづかな高温に於て気化し易いものが分離したものであることが分かる。

量的には火山ガスはかなりの部分マントルに由来すると思われる (熱エネルギーの点で) 高温で気化し易い分子或いは原子番号が小さい元素或いはそれを例えばイオンとして含んだ分子で、同じ温度に対して、それ等が質量が小さい為同じ運動エネルギーに対して速度が大きく結晶→融解を結晶体のもつ相互作用のエネルギーからの解放と考へると、そして相互作用のエネルギーが元素の質量に比例すると、それから解放されるに要する運動エネルギーは質量に無関係に速度が関係する。

故に前述したように原子番号の小さい元素或いはそれを有する分子は融

解し易い、融解→気化について アナロジー的に考えればこのような元素、分子は気化し易いことになる。その為、C、Sが火山ガスに含まれることになる。これを金星に適用すると金星の大気が他と最も化合物を作り易いO(酸素)と結びついて、CO₂が殆どである理由と思われる。S(硫黄)についても同様に大気の上部にSO₄が存在することが推定されている(これはCO₂よりH₂SO₄の気体が軽い為であろう(Oのイオン半径が大きくその分軽くなる))。

地球の場合、Nがかなりの部分砂占める。これは金星の大気から推定されるように火山ガスに由来する大気は殆どCO₂であることを定めればN₂が大気のかかなりの部分を占めることは地球の大気の殆どは地球ができた頃の初源の大気であることを示す。

火星に於ては別報で述べたように⁸⁾火星の温度、重力ポテンシャルからO₂(酸素)を保有し得るかもしれないので初源に於て存在していたO₂は地表に於て主に酸化鉄として(これが火星表面が赤い理由である)保持されていると思われる。火星大気は稀薄で主にCO₂である。Nは原子番号(7)が小さい為逸散した。CO₂は原初大気及び火山ガスによる、特にCO₂が大部分であるのは火山ガスが主であることを推定させる。大気が稀薄であるのは火山活動があまり盛んでなかったことを示す。金星と大気の温度の違いは、主としてマントルにあると思われる。即ち火星の生成後その質量が小さい為冷部が激しく地表の固化が著しいのでマントルからの影響も少なくその為火山活動が盛んではなかった。地球と金星の違いは金星の方が太陽に近いのでかつて冷却が地球に較べて小さくマントルからの影響が大きく火山活動が盛んであった、それは地殻を厚く作りその為火山は直接マントルが噴き出すものになった、かつてあったと思われるマグマからの盛んな火山活動は以後現在迄続いている直接マントルが噴き出す火山活動と共に厚い大気を作った。

金星に於る直接マントルを噴出する火山に於ては別報で述べたように¹²⁾噴出したマントルは完全流体に近いので直ちに広がりその玄武岩質に似た組成により、金星表面に殆ど暗い色となる、地球の場合は明るい花崗岩質

と暗い玄武岩質は陸と海底として明確に分れている。月も水はないが同様である。これは玄武岩質溶岩が噴出するマントルよりも粘性があり、とり残された部分で上部で花崗岩質に分化する為である。

衛星イオの表面は全体的に溶岩のうち融点の低い硫黄分がおおっているかのように見えるが別報で論じたように¹²⁾ マントルの噴出によって一度これでおおわれ次に冷却により質量の大きい元素或いはそれをイオン等として含む化合物が融点以下になって固化しその為下へ沈降し上の融解している比較的軽い元素或いはそれをイオン等として含む化合物例えばS（硫黄）を含むものが上へ残りそれが固化したものと思われる。

地球外惑星からプラズマ流による金属資源の採掘

別報で述べたように¹⁾地球外惑星から金星資源を採掘する方法にこの惑星上で鉱石を超高温でプラズマ化させ磁力線で地球上に送りこむ方法がある。この時、この磁石線の束は、地球に到着する前に周囲へ、平行線からの誤差の為発散してしまう理であるが、プラズマ流の為、それが電荷を持つ為に周囲へ円の磁管を作りこれが前の直線状の磁場（プラズマはこれに沿って運動する）と組合さって、らせんの磁場を作り、プラズマの動きはこれにも支配されて、ややらせん運動をする。その為その中心にはじめの磁場の方向の磁場を作り、プラズマ流はこれに従う、そしてそれは周りに円形の磁場を作りプラズマにその為再びらせん運動をしその為再び中心に最初の磁場の方向の磁場を作る……このようにして逐次中心に最初の磁場（惑星表面で与へられた磁場）の方向の磁場が作られ前述した周囲への磁場の発散を十分うめ、地球上へ磁場が到着し故にプラズマが地球上に到着することになる。磁場によって加速されたプラズマのうちの電子はシンクロトロン効果で周囲へ光を放つ、プラズマは周囲の宇宙空間へ一部逸散するが大部分は地球へ到着する。太陽面で水素がプラズマ化しその為体積が増大しその為プラズマが水素へ再結合するように、地球に到達した他惑星の鉱物資源のプラズマは例えば地下に作った巨大な洞くつへ送りこみ体積を人工的に急激に増加させることに上り（地球上に到着する迄は磁束の為、

プラズマの体積の増大はない) プラズマを元の鉱石にかなりの部分戻すことができる。それからその洞くつで金属資源を得る。

宇宙産業

結晶成長は基となる微小な結晶から別報で述べたように¹⁴⁾ その周りに物質移動がありそれを吸収して成長していく，結晶が安定を保つのは結晶に於る結合力の為であり，結晶が次第に大きくなって，その結合力が結晶の大きさに比して相対的に減少し，この結合力よりも結晶に働く重力が大きくなるとその時点で結晶成長は止るか仮にそれより成長してもその分が崩壊する。

宇宙産業に於る無重力下に於てはこの重力による結晶の大きさに対する制約はなくなり，地球上よりもはるかに大きい結晶が得られる。その大きさの限界は結晶の大きさに対する結合力の相対的大きさで定まり，今結晶がある大きさ以上になると結合力の絶対値は変化しないとすると限界の最大の結晶の大きさは限界を持つこの宇宙産業で得られた大きな結晶は次の性質を持つ，1. 比較的大きい純物質 2. 比較的大きな単一相即ち均質な物質。

既に別報で⁸⁾ 純物質からその延展可能なことより厚さ数分子の薄片を作ることができ，それが光に対して透過力があるときこの薄片にそった向きの1方に光をあてると一般相対論から，その光はもう一方の端に至る迄分散する。

逆にこの分散に相当する光をこの端にあてるともう一方の端で光が集中することこれを利用して，レーザー光の集中が可能でありこれによって核融合の点火或いは反物質の生成³⁾ として利用できる可能性について述べたが，前述した大きな結晶が比較的大きな純物質かつ均一な物質であることを利用して前述の厚さ数分子の薄片の広がりをはるかに大きくすることができ従って光例えばレーザー光の集中によるエネルギーをはるかに大きくすることができる。

この薄片は宇宙産業に於て無重力を利用して任意に空中に設置できる

が、地上では磁場を用いこの薄片が電磁波に対して透過力があること従って、この薄片内に磁場をもたせることができること、そしてこの磁場に対して、相対的に薄片である為重力は無視できる程小さいことを利用して磁場で空中に設置可能である。幾分上向きに動くような磁場が必要だが、この上向きの成分は小さくレーザー光線の収束の時間内に於て薄片は安定を保ち得る。

星雲 (Nebula)

星雲には星の光を吸収する暗黒星雲と星の光によって発光する輝線星雲があり例えばオリオン座にあるオリオン星雲は輝線星雲であり馬頭星雲は暗黒星雲である。ヘルツシュブルングラッセル図に於る主系列がほぼ直線状であることから前述したように質量の極めて小さい星が質量が前より増大する速度が速いとした。これは時間的に質量の極めて小さい星が存在する時間が短いことを示す。又、星の核融合の点火そして、光り出し主系列上に上る為には星の質量はある値以上でなければならない。極めて小さい星の質量の増大が速い為には、この星そのものにある程度凝縮した星間物質からきたとして周りにそれより密度がはるかに小さいがある程度凝縮した星間物質が存在することを示す。これが星雲であるとする。今の議論が即ち星の周りに星雲が一般的にあったとすれば質量の大きい星についても同じである。故に小さい星程周りの星雲に対する重力ポテンシャルが大きいことになる。これは星の中心部の密度は星の質量に関係なくほぼ同じで、従って小さい質量の星程大きい小さいことを示す。そして、又大きい質量の中心部は密度の限界即ち素粒子の密度に達していて小さい星の中心も同様であることを示す。故にこの密度はブラックホール内部の密度に等しい星間物質の凝縮については、別報で述べた¹³⁾ 黒点群の形成が確率的問題であるのと同様に確率的問題と考えられ星の生成の初期条件として考へられるこしができる。密度の問題も普通の距離尺度で（吾々が地球上で普通考へる）稀薄であっても天文学的に極めて大きい距離尺度で考へれば必ずしも稀薄でない場合がある。これを星間物質の密度に適用すると星雲の密

度が極めて小さい質量の星を“急速に（天文学的長時間尺度で”増大させることとなる“天文学的時間及び空間の尺度で普通の密度”と考へられる星間物質が，巨大なひろがりを持って存在する可能性もある。前述したように黒点群の場合とアナロジー的に考へて，逆にこの巨大なひろがりを持った“天文学的に普通”の密度の“星間物質の集まり”の中に“天文学に比較的高密度の星雲”がありその中で星がたん生すると考へられる。

その星は周りの星雲のある部分を吸収しその為その星からある距離に於る重力ポテンシャルが増大する。その為星雲の回りの前述の巨大なひろがりを持った物質の一部をその星が複数（かなり多数）で群をなすとき吸収する時もあると思われる。

その為星が生成された時以後の一般に主系列上の星の回りには特に密集した星間物質はない。この巨大な星間物質の集まりは星の群に於て比較的少くなる理であるが，星が密集しギャラクシーの中心へ向う程大きくなるのでこの星間物質の集りはギャラクシー周辺程大である。観測結果もその通りである。この中で星は一般に複数たん生する。この星間物質の中にたん生した複数の星が存在することは，この星間物質の密度とその中の星の数が比例するとすると，星の分布密度が大きくなるに従って，この星間物質の密度が減少すると同時に，星の分布密度がある値を境にして減少するに従いこの星間密度の分布が減少する。以上よりギャラクシーの外側は一般の宇宙空間に影る星間物質の密度より大きい密度の星間物質が存在することになる。これが前述した巨大なひろがりを持つ比較的密度の高い星間物質である。

銀河系（ギャラクシー）の中心へ向うにつれ前述したように星の分解が盛んになりそれに伴ってエネルギー放出と共に物質の放出がなされいけば極めて高密度の星間物質が存在すると思われる。これは太陽系から遠く離れているので円盤種属の外側に位置する太陽系から見た渦状腕の星間物質とみかけ上同様に見えこの見かけの星間物質にさえぎられて銀河系中心の眼視観測（可視光による）はできない。アンドロメダギャラクシーに，眼視観測では（例えば 21 cm 反射）中心部のみが明るく見えるが，これが遠

方にある為、星間物質の効果が消える為であろう。

地球外惑星からプラズマ流による金属資源の採掘その2

他惑星の金属資源をプラズマ化して地球へ送る際の方向の制御は次のようにして行う。地球から進路を制御できるロケットから後方へ磁場を発生させロケットから後方へある距離（かなり大きくできる）の間にこのプラズマを保持しロケットと共に地球へ運ぶ、プラズマ磁場と動きを共にする為にはプラズマ中に磁場があり、プラズマ内で磁場以外のメカニズムで運動がないことが必要であるから、前者はプラズマ中で満足し、又、前述したようにプラズマ中で磁場が中心へ収斂する傾向があるので、プラズマに於て、磁場以外で動くメカニズムは殆どない。

金星、チタンの空と地表の色

金星は殆ど雲に覆われている。気圧が気体としての限界をこえたり温度の低下により気体の一部が液化して雲が生ずるが、金星の雲はその両者によるものと思われる。この雲は一部切れ目を作っているので金星大気全体として大気が液化に対する過飽和になっているのではない。太陽光線は大気の気体を、そして液体（雲）を前者よりも透過力を弱めて透過する太陽光線に於る光子は、 $E = h\nu$ のエネルギーを持ち、それが大気の気体分子及び液体の粒子に衝突して散乱する。この際何回も衝突するので、光子はそのエネルギーに比例して散乱する。即ち散乱と光子の振動数は比例する。衝突するものが大気の気体分子でも液体粒子（雲）でも同様である。金星大気の金星地表面での気圧は地球のその100倍である。光子の散乱は、地表迄の大気の気体分子と液体粒子（雲）の数に比例する。従って雲量が一定のとき大気の厚さに比例し又気体に比例する。前述したように地表での気圧は金星は地球の100倍なので、地表での金星の太陽光線は地球の地表の明方、夕方透過距離が約100倍になる明方、夕方に於る曇りのときの太陽光線と同様である。この時太陽光線は暗赤色となる。故に金星のその地表から見た空の色は暗赤色で、故にその地表の色は空で散乱されない分の

暗赤色の太陽光線の為青色及び黄色が欠除すめ為，仮に地球で見ると褐色のものが，赤黒く見えると思われる。

土星の衛星チタン（タイタン）は検査機で次のように分っている。大気の上端は青くそれ以下では褐色に近い，これからチタンの地表から見た空の色は大気の下程赤が優勢となる為，金星を同じく暗赤色に，又地表の色も暗赤色になるとと思われる。

居住空間としての水星，月，金星

居住空間として水星について次の様な方法を考えることができる。水星の固面から地下に巨大な洞くつを掘ったとき，上を遮断し酸素を人工的に入れる，酸素は外から遮断された穴の中にあるので長時間ほぼ一定量を保つ。

その穴の中の気温は地下なので一定の値 200°C位である。これに冷却装置を用いて人間に対する適温にする。冷却の度合は常に一定なので比較的容易である。この居住空間と共に金属資源採掘の為の設備がある理であるが，これは地下にある為に都合がよい，居住空間としての金星も同様である。但し気温は 300°C位であるので冷却装置で人間に対する適温を得る。金星固面は探査機によってほぼ玄武岩質的であることが分っている。金星の地殻はマントルが直接吹き出す Hot spot とよばれる火山の噴出物によっても作られた，原初の金星の表面の冷却がはじまったとき，その冷却の仕方は別報で述べたように火山爆発によって主になされた³⁾。最初はそれ程地殻は厚くなく，多方プレートテクトニクスによる火山即ちマグマによる火山地球の火山の如きものであったと思われるがその噴出物が，金星が地球に較べて太陽に近い分マントルが浅く故にマグマの最も多く火山活動が地球に於てより激しかった為，多くその為地殻が厚くなりプレートテクトニクスが成立しなくなり直接マントルが噴き出す Hot spot に火山が変わったと思われる。地球に於てマントルからマグマができる際，マントルが上面でとけて初源の地殻に浸入する時，融点によって物質の組成の分化が起りこのマグマ即ち本源マグマはマントルと少し違う組成になる。この本源

マグマから生じたマグマ即ち花崗岩質マグマは、同様に融点による分化の為本源マグマ即ち玄武岩質マグマとは異なることになる。このマグマが噴出して固化し地殻を作る。この際、温度及び圧力が関係する。以上は地殻の組成は主にマグマの組元で定まることを意味する。

金星に於ては火山からマントルが直接吹き出すので地殻の組成はマントルの組成とほぼ同じであると思われる。故に金星に金属資源の採掘の対象となる。

火星は別報で述べたように人工的な酸素を保持し得る可能性があるもので、居住空間内の温度をあげることにより、居住空間となり得るとされる。月はシェルター内或いは水星、金星と同様地下に洞くつを掘る方法がある。この洞くつはその一定気温を人工的に上昇させる酸素は同様に半永久的に保持し得る。又金属資源の採掘にも部合がよい。

小惑星

小惑星はその組成が次のように分っている²⁾。0.6~1 μ の近赤外域に特長的な吸収帯がありそれから特にかんらん石、輝石、長石等の珪酸塩の大きなグループ、又3 μ の水の強い吸収帯から水和した鉱物が存在する。前者は明るい小惑星に後者は暗い小惑星に非常に多く含まれている。暗いのは表面にある数%の炭素の為である

明るい小惑星は太陽に近い方、暗い小惑星はその逆の方の部分にある²⁾。

以上は明るい小惑星は表面がマントル物質に近いことを示す。これを小惑星の元の母天体が分裂したときの組成（母天体内部）をそのまま有するのに対して暗い惑星は、変質したことを意味する。別報で述べたように¹⁵⁾分裂の際、太陽の方向と逆の方向に物質が放出されるが、太陽の方向の方が太陽引力の為はるかに多く、ある速度以上のものは太陽に吸収されてしまう、故に小惑星帯としてとどまっているものは太陽に近いものは遠いものに較べて母天体の分裂の際の速度が小さかったものである。母天体の分裂は、最初よりも次第に激しくなるとすると物質の放出速度は次第に早くなったことになり故に明るい小惑星は主に母天体のマントル部分暗い小

惑星は母天体の更に内部のマントル下部及びコア部分に起源があることになる。そこで暗い小惑星の表面が何故水和した鉱物とか炭素という密度が小さい分子或いは軽元素であるかの理由を次の様に考えることができる。母天体の爆発という現象は吾々の普通の時間尺度で考えるべきことでありこの場合マントルは固体となる。故に大隕石が母天体に衝突して母天体が爆発（分裂）したとき，マントルは分裂して宇宙へ放出しわづかの部分が明るい小惑星としてとどまりコアは液体なので，分裂の圧力は均等に働き周りにおさえるものがないので，宇宙へとびちった。この際コアに及ぶ分裂の力が更に時間を考慮して力積 $\int^{\Delta'} F dt$ がコアが液体である為一定とする。分裂の際コアのある部分に与へられた速度を v とすると

$$\int^{\Delta'} F dt = mv = P \quad \text{運動エネルギー} \quad K \cdot E = \frac{1}{2} P v$$

$$\text{太陽によるポテンシャルエネルギー} \quad P \cdot E = K \frac{mM}{\gamma}$$

$K \cdot E < P \cdot E$ のとき太陽に吸いこまれてしまうので，小惑星として残る為には $K \cdot E > P \cdot E$

$\therefore \frac{1}{2} P v > K \frac{mM}{\gamma} \dots\dots \textcircled{1}$ $\int^{\Delta'} F dt$ は一定なので $P = \text{一定}$ 又 $\frac{M}{\gamma}$ を γ の暗い小惑星毎の変化が太陽から 2.8~3.0 Au の間にあるので比較的小さいとして一定とすると

$$\textcircled{1} \text{式から } v > Dm \quad D = 2 \frac{KM}{P\gamma} \dots\dots \textcircled{2}$$

となる。ここで D を常数とする。

P は一定なので， m が小さいと v が大きく m が大きいと v は小さい。従って $\textcircled{2}$ 式から m 即ち質量が小さい程小惑星として残ることになる。コアは液体なのでこのように分別が起って質量の小さいものが小惑星として残った。故に前述の様に水和鉱物，炭素の様な質量の小さいものが暗い小惑星の成分となったと思われる。故に金属資源としての小惑星は明るい小惑星ということになる。明るい小惑星の1つベスタは直径 555 km である。

これから金属資源を採掘するには，水星，金星に於る如く洞くつを掘ることにより，自転周期から小惑星は 24 時間以内であることから洞くつ内の気温が一定であることから人工的に適温に変へ酸素は前述の如く半永久的に保つことができる。採掘にも都合がよいことになる。

木星表面

木星表面の色はほぼ太陽光線の色に近い即ち選択反射がないので太陽光線は強度を弱めながらそのスペクトル分布で木星表面から内部へ浸入する故に木星の表面よりごく浅い点から見ると上が表面の色と同様でそれより深くなるにつれ散乱の為上が青→赤へ変る。木星表面が明確な境を持つのはガスの流動速度が拡散速度よりもはるかに大きい（この時ガス体は明な境を作る）ことを意味する。即ち木星表面ではガスが非常な速度で流動している。

古代の地球表面

古生代のカンブリア紀に於る三葉虫は約5億年～2億年前に存在した。現在この化石が残っているが、この化石が背甲部の化石であるという考へと共に、貝の化石の一部に見られるように三葉虫の背甲部が貝殻の如く、腹部から泥が浸入してそれが固化し背甲部が消滅したとも考へることができ。今これを仮定する、既に知られたように三葉虫の化石の背甲部は炭酸塩と磷酸塩でできている。今の仮定からこれは当時即ち5億年～2億年前の地球表層の地質を表わすとする。

火山ガスは前述の如く軽元素の酸化物でありそして、この古生化の地球表層が軽元素塩であり、現在の地球表層が花崗岩質及び玄武岩質であることを考へると、古生化の地球表層は火山ガスに関係があることになる。即ち火山ガスが軽元素塩を作ったことになる。又地球表層をおおう為には火山国に於る火山灰の様な局所的なものではなく火山ガスでなければならない。このように火山ガスが軽元素塩を作る為には火山ガスが極めて濃厚で、その為半液体、半固体の如くでなければならない。これから古生化に約5億年前に於て、火山活動の極めて激しかったことが推定される。地球の大気は火山ガスによっても作られたと考へられるが、CO₂が比較的少ないことから火山ガスは古生化に於て殆ど軽元素塩となって、地表を覆ったと考へられる。現在の地球表層は起源が火成岩である花崗岩及び玄武岩が主であるがこれは火山活動が衰へて総てプレートテクトニクスに関係して、又

火山活動もそれに関係するようになり現在の地球表層が作られたと思われる。故に古生化に於て火山活動は現在のそれと幾分異質のものであり多分マンツルの噴出も混っていたと思われる。何故ならば地殻は原初の地球表面の冷却によって作られたと思われこの冷却は地殻形成時の火山活動に主としてよるものでふり現在の火山活動が地殻に於るプレートテクトニクスによるものでありそしてマグマによるものであるから地殻形成過程に於るまだ明確でないプレートテクトニクスに於る火山活動はマンツルが直接噴出する火山が混っていたと考へられるからである。このマンツルが噴は出す火山活動はマグマによるものよりはるかに激しいと考へられ故に前述の極めて濃厚な火山ガスを噴出したと思われる。

金星に於ては火山から直接噴出したマンツルは別報で述べたように⁸⁾粘性が極めて小さいのでほぼ金星表面をおおい火山ガスは噴出したマンツルが高温の為軽元素塩を作ることなく大気となったと思われる。

地球の古生化に於る火山ガスによる軽元素塩は三葉中背甲の下の中をうめる期間以上の極めて短い時間内に於る問題であり地質時代的にはプレートテクトニクスによる花崗岩質及び玄武岩質が地表を作る。

地質時代に於る造山運動

地質時代に於る造山運動は太古代に於る 27 億年前のローレンス・スペコフエン造山，約 7 億年前のアルゴマン・カレリアン造山，古生化に於る 3 億年前のカレドニア造山，古生化の終りの 1 億 84 万年前のバリスカン造山，中世代終わりのアルプス造山がある。このうちアルゴマン・カレリア造山，カレドニア造山，アルプス造山は間氷期にある。

ローレンス・スペコクエン造山は，間氷期にあると推定されるが（未知の最古の氷河時代があったとして）バリスカン造山のみが例外となる。以上より一般的に造山運動は間氷期にありその地質時代としての時間的間隔は氷河期のその間隔と共にほぼ等しい。これは別報で述べた⁸⁾造山運動，氷河期の周期（約 5 億年）がマンツル対流の変化にほぼ等しいということに一致する。この変化の最大るときマンツル対流が最大でありこの時地質時

代に於る前記の造山運動があった。造山運動はプレートテクトニクスによるものであるから、現在知られている造山帯と火山帯が一致することから火山活動が記の造山運動の時期に於て特に激しかったと思われる。

超遠方銀河

1992年12月2日の北海道新聞夕刊にNASAからの発表でハッブル宇宙望遠鏡が100億光年の距離に極めて若い原始銀河が40億光年の距離の銀河の内に多数存在する写真が報じられた。これはビックバンにより生じた遠方の銀河程光がとどくのにかかるとして若く観測されることより100億光年の距離に原始銀河が多く存在することはこの距離にビックバンによって生じた銀河が特に密集していることを意味し別報で述べた⁸⁾筆者のビックバンの元はdark spot (巨大な球殻)であって、それが分裂する際放出する物質の量は分裂の末期に多く従って極めて遠方にギャラクシーの密集して部分があるとする考へと一致する。この100億光年の処に密集しているギャラクシーは現在既に観測された時点から100億年経過している理であるがこれは前述した球殻dark spotの分解から100億年以上経過していることを意味する。距離も現に100億光年以上である。観測されたこのギャラクシーの群は100億年前のものであり距離は100億光年であるから速度は光速に等しくなる。これはどのギャラクシーでも同じでdark spotの分解によって生じた各ギャラクシーの速度は同じ光速ということになるが、各ギャラクシー毎に速度が違うということに対する矛盾は次の様に説明される。慣性系即ち太陽を中心とする座標系で議論したときこの座標の尺度及び形は、慣性系はニュートンの力学の法則が成立する系という定義からこれを拡張して別報で述べたように¹⁵⁾天体が存在は従ってその重力場が存在するとき別報で述べた¹⁵⁾テンソル→ベクトルの変換(ボーデの法則から導いた)から座標の尺度及び座標に曲率を持たせることにより、重力場以外の力を考へて、これを慣性系とすることができる。この時天体のそばではmetricに応じて同じ長さを表わす尺度の幅は小さくなり天体の周りにそう方へ座標軸の曲率は変化する。別報で述べたよう

に¹⁵⁾ 時間を物理量である光の進む距離で表わすと天体のそばでは距離尺度の幅が小さいので光は吾々から見てゆっくの進むように見える。故に吾々から見ると時間の経過は天体のそばでは違い，吾々から見て遠方の銀河程質量が大きいとして時間の経過が速くより赤方偏移が大きくなる。球殻 dark spot が分解するときその破片の密度は別報で述べたように⁸⁾ dark spot が最大密度即ち素粒子の密度を持つので最初この最大密度を有する。その為，線素 (metric) に応じた前述の一般化された慣性系の距離尺度の幅は前述のように極度に小さくなる。これは dark spot の分解の末期程放出される質量は大きくなるのでこの距離尺度の幅は分解の末期に於て特に小さくなる。故に前述したことと同じ理由で吾々から見てこの破片の速度は速度の極限即ち光速に達する。

吾々から見てこの速度は質量を増加させその為速度がふえて極限をこえた密度の分が放出され体積がふえるように見える。前述の一般化された慣性系からはこれは体積の増加に伴う密度の減少である。

やがてそれが凝縮してギャラクシーを生ずるものと思われる。

dark spot が生ずる際エネルギーであるハミルトンの密度が増加する。これが爆発してギャラクシーの元の物質を放出する際前述のようにそれが密度を減少させ素粒子の中性子は dark spot を生成したとき放出した陽電子，電子をとらえハミルトンの密度も減少して，超高温になる。その為物質は気化し，その際結合エネルギーを放出して，photon を生ずる。このエネルギーの大きい photon から electron を生ずる。この electron を中性子，陽子と結びついて，元素が生成される。このようにしてギャラクシーが作られる，dark spot (巨大球殻) はそれを支える相互作用のエネルギーの限界をこえたとき分解するがこの際相互作用のエネルギーはエネルギーであるハミルトンに転換する。この破片のハミルトンが前述のように熱エネルギーに変る，又前述のように photon を生ずる。それが宇宙空間へ逸散したものが現在観測されている宇宙の背景となる。然しこの photon はギャラクシーからの電波ギャラクシーが作られた時の熱エネルギーによる赤外輻射等の photon と同じく吾々から見ると同じくギャラクシーの向

きにある。

どの方向にも均一に宇宙の背景輻射があるということはギャラクシー生成期に存在した前述の photon の密度が極めて大でそれ等同志の衝突があつて、photon 様々の方向へ運動（光速で）したことを意味する。この際の電磁場は多くの電磁場が重なり合ったようである。

今 photon の電磁場を一点に注目して、マトリクス $\left(\frac{E_1}{H_1}\right)$ で表示する。photon 同志の衝突は同じ点に別の photon が存在することでありこの photon の電磁場を $\left(\frac{E_2}{H_2}\right)$ で表示する。この2つの photon 衝突した結果のその点の電磁場を $\left(\frac{E}{H}\right)$ で表示する。マトリクス算法から

$$\left(\frac{E}{H}\right) = \left(\frac{E_1}{H_1}\right) + \left(\frac{E_2}{H_2}\right) = \left(\frac{E_1 + E_2}{H_1 + H_2}\right) \text{ 多数の photon が衝突したとき}$$

$$\left(\frac{E}{H}\right) = \left(\frac{E_1 + E_2 + \dots + E_n}{H_1 + H_2 + \dots + H_m}\right) \text{ となる。}$$

これが at random に起つたとすると吾々が観測する宇宙の背景輻射 $\left(\frac{e}{h}\right)$ は $\left(\frac{e}{h}\right) = n \left(\frac{E}{H}\right)$ $n > 1$ となる。観測値からかなりの多数回の photon の衝突がギャラクシー生成時にあつたと思われ前述の極めて密度の高い photon の存在が推定される。

クエーサーその2

クエーサーは電波の密度が高い、これに photon の速度が高いことを意味する。一般的な光子は、群となつて存在しこれをある物理量に関して (L) とマトリクスで表示する。例えば質量は別報で述べたように⁷⁾有限の微小量となると考へらける。これを M とする。photon の密度が高いことは、この photon の群の衝突が考へられる。photon の群のエネルギーを (E) とすると、 $(E) = (h\nu)$ 2つの photon の群の衝突前の質量を M_1, M_2 エネルギーを $(E_1), (E_2)$ とする。

$$(E_1) = \frac{1}{2} M_1 C^2 \dots \dots \textcircled{1}, \quad (E_2) = \frac{1}{2} M_2 C^2 \dots \dots \textcircled{2}, \quad (C \text{ は速度即ち光速})$$

$$\text{一方 } (E_1) = (h\nu), \quad (E_2) = (h\nu_2) = h(\nu_2) \dots \dots \textcircled{4}$$

$$= h(\nu_1) \dots \dots \textcircled{3}$$

2つの photon の群の衝突後の質量を M'_1, M'_2 エネルギーを $(E'_1), (E'_2)$, 振動数を ν'_1, ν'_2 とすると, 運動量保存則から $M_1 C + M_2 C = M'_1 C + M'_2 C$
 $\therefore M_1 + M_2 = M'_1 + M'_2 \dots \dots \textcircled{5}$ 光子の群の運動量は各々衝突前と後で変化
 する。速度(光速)は変わらないので, これは質量 M の変化を意味する。 \therefore

$$M_1 \neq M'_1, M_2 \neq M'_2 \dots \dots \textcircled{6}$$

$\textcircled{5}$ と $\textcircled{6}$ から photon の群は衝突後質量のやりとりがあることが分る。この
 質量を ΔM としてそうすると, 一方の photon の群のエネルギーが $\Delta M c^2$
 ふえ他の $\Delta M c^2$ へる。そうすると $\textcircled{3}$ 式及び $\textcircled{4}$ 式の

$h(\nu_1), h(\nu_2)$ が変化即ち

$(\nu_1), (\nu_2)$ と $(\nu'_1), (\nu'_2)$ が異なることになる。

確率的に 1. ある photon の群はより小さい photon の群に衝突する場合
 が多い。2. より小さい photon の群の数はより大きい photon の群の数よ
 り多い。

1と2から2つの photon の群が衝突するとき, 1. 一方が大きく一方が
 小さい確率が大きい。2. 小さい photon の群が衝突する確率が大きい。1
 のとき2つの光子群の質量のやりとりの量 ΔM は大きく, 2. のとき小さ
 い。故にやりとりのエネルギー $\frac{1}{2} \Delta M c^2$ も, 1. のとき大きく, 2. のと
 き小さい。このやりとりは, 衝突なので ΔM の質量の光子群の運動の方向
 は at random になる。このエネルギーは一方前述のように振動数 ν の変化
 となる, 1. のとき遠紫外線となり, 2. のとき遠赤外線となる。

これが, クエーサーのスペクトルに遠紫外領域及び遠赤外領域が卓越し
 ている理由と思われる。

銀河系 (ギャラクシー)

前述の dark spot (巨大球殻) の分解→ギャラクシーの形成をこの dark
 spot からこの分解によって生じた破片に座標系を考へてみる。dark spot
 に結びついた系はこれが孤立系なので慣性系となり, 前述の如く特殊相対
 論の問題となる。それに対して破片は孤立系でないのでそれに結びついた
 系に対する議論は一般相対論の問題となる。そこで破片に結びついた系に

於ては別報で述べたように¹⁵⁾ dark spot の分解という大爆発に於て時間は特殊相対論に於るものと一般相務論に於るものと一方が他方に対して逆行するので、破片に結びついた系からは、dark spot の分解 (爆発) という過程の時間内でやがて dark spot (球殻) にひきよせられ吸収されることになる。この dark spot は分解してしまった状態である理だが、やがて破片はすべて吸収され巨大球殻を作る。破片に結びついた系では破片の速度は 0 なので特殊相対論に於る速度の増加→質量の増加と逆に、dark spot に結びついた破片の質量 > 破片に結びついた系から見た破片の質量 (静止質量) となり、それに例えば破片を中心とした系では破片内の結合エネルギーを考へなくてよいので (外力 = 0 なので) 結合エネルギーのない濃厚なガスの様になり、これが、地殻の形に分布し密度が増加して、極めて大きな密度になる。その中心部に於る重力テンソルの為、この一部が中心へ向い、中心に於て極大の密度 (素粒子の密度) の mass を作る。この極めて大きい密度の地殻を中心部の mass 及び中心部に向う物質の流れが一種の超巨大ブラックホールを作る。この際中心部の mass は極限の密度の中心部の mass は質量の増加→密度の増加により極限の密度をこえた分宇宙空間へ放出する。故に以上の極限の密度の中心部、周りの球形状に分布した濃厚なガス及びそれから中心部へ流れこむ物質の流れが超巨大ブラックホールであることになる。これは dark spot の分裂の時間内の問題である。この巨大ブラックホールの爆発は前述したことから超巨大ブラックホールから見たとき (それに系をとるとき) 時間逆転から dark spot の生成に当たる。別報で¹⁵⁾、ギャラクシー内の巨大ブラックホールの爆発が、時間的にも (即ちその時が時間の原点) 新しい宇宙を作るとしたが、これにギャラクシー内のこの巨大ブラックホールの質量が大きくなって超巨大ブラックホールとなりこれを中心とする系からは新たな dark spot の形成を意味する。電波望遠鏡により銀河系中心に前述の形の巨大ブラックホールを見ることが出来る。

恒星内部及びギャラクシー中心部

恒星はそれ自体が孤立系なので，前述したように，それに結びついた系からは，外力を考へなくてよく結合エネルギーのない極めて濃厚なガス球として考へることができる。吾々から見た系は太陽を中心とした慣性系なので太陽及び他の恒星はこのような極めて濃厚なガス球であることになる。一般に天体は各々近似的に孤立系を作るので濃厚なガス球であることになる。銀河系（ギャラクシー）中心部では，天体の年齢は古くなり，白色矮星，中性子星，ブラックホールの数が増え，星の分布密度は大きくなる。そのうちブラックホールは質量が大きく，ギャラクシー中心部の質量のうちのかなりの部分を占めると思われる。そしてこれをギャラクシー中心にある巨大ブラックホールが吸収することにより前述の超巨大ブラックホールとなることを関与する。

中性子星とブラックホール

吾々の太陽を中心とする慣性系を中性子星の重力を外力とみて中性子星迄のばす。

次に中性子星自身に座標を定める，中性子星は孤立系なのでこれは慣性系である。この慣性系と太陽を中心とする慣性系は距離の尺度の幅が違ってくる。中性子星に於て，metric が密なことを考慮し Schwarzschild の解から距離の尺度の幅は小さくなる。これは中性子星の内部程小さい，故に太陽系を中心とする慣性系からは，中性子の内部はブラックホール化しているように見える。太陽を中心とした慣性系からは中性子星による重力を外力とみなしたのでこの部分にニュートン力学の法則は適用できずこの部分が特異点となる。ニュートン力学に於る特異点は座標原点であるが（この部分に微分を定めることはできない）以上からブラックホールは特異点である。これはブラックホールがこの原点を中性子星の中心に持っていくと体積に較べて質量が極めて大即ち密度が極めて大きいことを意味し物理学的に点とみなすことができることを意味する。 $F = m\alpha$ に対応して， $f_\beta = \epsilon\beta$ が成立することを仮定する。

これは別報で述べた¹⁶⁾ ブラックホール内の式 $f = \delta\psi$ に相当する。 $f = U$ (ポテンシャルエネルギー) $\delta = m\psi = \frac{d\alpha}{dt}$ である。前述のギャラクシー中心の巨大ブラックホールでは、 $F = M\alpha$ からは球殻状のガスからは一様に中心に向って物質が吸収するか、前述の様にそれに於ては $f = \delta\psi$ が $F = m\alpha$ に対応して成立する。

$U = \frac{mM}{\gamma}$ $\psi = \frac{dg}{dt}$, 今 $\frac{dg}{dt} = CM(t)t$ とする。これは巨大ブラックホールの中心に質量が吸収され、重力の増加率がブラックホールの質量 $M(t)$ と時間に比例するとしたのである。 C は常数であるそうすると、 $m \frac{M}{\gamma} = mcMt \therefore \frac{1}{\gamma} = ct$ となる。これから $F = mg$ としたときの球殻のガスから中心へ一様に物質が吸収されるということは、 g の代りに t (時間) に従って、 F の代りに γ が定まる運動を球殻状のガスからの物質が σ することになる。これはらせん運動をすることを意味する。ガス状の球殻は球対様なので、このらせん運動はすべての球殻の部分からなされるが、ある部分がわづかに特にこのらせん運動をするし、 γ がその分小さくなる。これは $\frac{1}{\gamma}$ が F に対応することにより幾分 $F = m\alpha$ に於ける F 即ち重力に相当するものが大きくなることを意味し、他の部分よりより中心に向ってひきつけられる……。このようにして、らせん運動のうちある部分が卓越する。銀河系中心にはこのらせん運動をするスパイラルが3本観測されている。

地震と惑星内部

マントル内に震源のある深層地震に於て地震からより離れたマントル内の震源の強さが地殻内と一般に同程度である。そしてこれはマントル内の非均質性が一般に地殻内と同程度であることを意味する。長時間尺度ではマントルは液体であるから非均質性はマントル対流以外にない、そこで次のように考へる。マントルは長い時間尺度では均質だが普通の時間尺度では非均質である。これは他の地球型惑星に於るマントルにも適用される。これは長時間尺度に於るマントル対流の普通の時間尺度への反映である。

地表から見てマントル対流の反映としてのマントルの非均質性が最も大

きいのはマントル対流のうちの上昇部及び下降部である。特に後者はマントル対流の沈み口即ち大陸の端に当たる。故にこの部分に深層地震が発生し易い，大陸の端のこの沈み口に対応してそれに隣接する大陸内のマントル上昇部に応じた火山帯がありその為地震帯と火山帯は一致する。1993年1月15日に北海道の釧路沖地震に発生した深さ120 km マグニチュード7.8の釧路沖地震は前述したメカニズムでの深層地震の1つの例である。

小惑星同志の懾動

小惑星同志の懾動は，1対の小惑星について1つの方程式が作られる。

今小惑星帯を質点系と考へて，その間の懾動を内力によるものとする， $\frac{dL}{dt} = N$ 但し， L ：角運動量，外力は太陽による引力であるから，太陽に座原点を定めると， $N = \sum \gamma_i \times F_i$ に於る， γ_i の方向と F_i の方向は同じであるから， $N = 0$ ，故に $\frac{dL}{dt} = 0$ 故に L は時間についての一定値となる。一方前述の1対の小惑星の懾動は，一方を定めたときもう一方の前者に対する相対的な動きが定まる。前者の絶対的動きは，確定しない。この2つの小惑星の対を1方を，前述の前者が後者に持つものとして，他の小惑星について広げ，更に同様に広げていく……この場合も小惑星間の相対的動きは求まっても相対的動きは求まらない。

この様にして，小惑星の動きは，小惑星帯全体として， L (角運動量) が時間的に一定であること，小惑星同志の相対的動きが懾動解で定まるということだけで規定され定まった解を求めることはできない。

引用文献

- 1) ジャーンオドワーズ, ギーイスラエル: 宇宙天文大辞典, 旺文社
- 2) 和田昭夫: X線による溶岩に対する解析, 天体について, その他, 札幌大学教養部紀要第 37 号, 1990 年 10 月
- 3) 和田昭夫: 地殻の形成, ニュートリノ, クォーク及び反粒子についての解析, 札幌大学教養部紀要第 39 号, 1991 年 10 月
- 4) 1)
- 5) Akio Wada: Short report: The Equation to Galaxy and One Idea from Physical Aspect, 札幌大学教養部紀要第 30 号, 1987 年 3 月
- 6) 7)
- 7) 和田昭夫: 転位に於るエネルギー, レーザー及び相対論的電磁場エネルギーについて, 札幌大学教養部紀要第 38 号, 1991 年 3 月
- 8) 和田昭夫: 大陸漂移, 火山とマントルに対する解及び宇宙論, 宇宙産業, 札幌大学教養部紀要第 41 号, 1992 年 9 月
- 9) 和田昭夫: 裂罅泉について, 札幌大学教養部紀要第 16 号, 昭和 54 年
- 10) 理化学辞典, 岩波書店
- 11) 1)
- 12) 和田昭夫: 気圧と気温, 金星表面及び宇宙の変化に対する解析, 札幌大学教養部紀要第 39 号, 1991 年 10 月
- 13) 和田昭夫: 温泉, 火山, マントル, 太陽に対する解析, 札幌大学教養部紀要第 23 号, 1983 年 9 月
- 14) 和田昭夫, 報告: 氷の結晶に於る混入粘土の分布, 札幌大学教養部紀要
- 15) 和田昭夫: 太陽系, 宇宙の歴史, クォーク及び電磁場と力場, 札幌大学教養部紀要第 40 号, 1992 年 3 月
- 16) Akio Wada: Calculation to Star, Galaxy and Planet, 札幌大学教養部紀要第 35 号, 1989 年 10 月