愛知教育大学研究報告, 27（人文・社会科学）, pp.107～120, March, 1978

# カントの宇宙生成論

鈴　木　文　孝
（哲　学　教　室）

## I

「天文学者達の観測と計算は我々に多くの驚嘆すべきことを教えたが，最も重要なことは恐らく，彼等が我々に無知の深淵を暴露したということである。この無知の深淵をば人間理性はこれらの知識なくしては決してそのように大きなものとは表象しえなかったであろう。そして無知の深淵に関しての思索は我々の理性使用の究極的諸目的の規定に大きな変化を生ずるに相違ない」（B603 Anm.[1]）。第一批判のこの叙述は，第二批判の「結び」と本質的には同じ主旨のことを述べていると解することができる。「…… 我が上なる星の輝く大空は私が外的感覚界で占めている場所から始まって，その内に私が立っている結合を諸世界を越えた諸世界，諸体系の諸体系との結合へと測り知れない大きさに拡大し，更になおそれらの周期的運動の，その始まりと持続の，限界のない諸時間へと拡大する。…… 無数の世界集合を一見すれば，動物的被造物としての私の重要性はいわば無化される。動物的被造物はそれからそれらが生成した物質を，それが短い時間（如何にしてかは知れないが）生命力を与えられていた後で，諸惑星（宇宙においては単なる一点〔であるに過ぎぬ〕）に再び返さねばならない。……」「それに対して我が内なる道徳法則は叡智者としての私の価値を私の人格性によって無限に高める」，というのである（以上V 162）。

かかる叙述の背後にある，カントの宇宙観を明らかにするために，『天界の一般自然史と理論』における彼の宇宙論乃至宇宙生成論について論ずることが，本稿の目標である。この書は1755年刊行のものであるが，カントは，この書に述べられた見解が彼の名を天文学史の上に永久に留めるものであるという確信を終生もち続けた。[2] また，『神の現存在の証明のための唯一の可能的根拠』（1763年）の第二部第七考察「宇宙生成論」は，『天界の一般自然史と理論』の要約である。私は，≪場の倫理学≫を展開させるための足掛りをL．ビンスヴァンガーの現存在分析に求めた。彼は「人間的現存在の根本形式」を「我と汝の相互存在」，「我々性」と規定した。彼は現存在分析を経験科学としての≪現象学的人間学≫と考え，それ故に現存在分析論という名称の使用をも控えたのである。私は，私なりに，「我々性」の拠って立つ根源を突き止めたいと考えていた。そんな時，M．ボスの次のような叙述を読んだ。「分析医の中の最も頑迷な自然主義者さえも，彼の患者の幸福のためにはフロイトの精神分析が課する無数の辛苦に耐えぬくことができたのは，彼といえども彼のもつ観念的な実証主義のすべてをこえて，人間を荷っているところの，存在への人間の根本的な関係の中に，つまり第一義的な存在会得のなかに，根源的な共同存在の中に，ひそかに自らを留めていたからにほかならないのである」。[3] ここでボスが用いているハイデッガーの≪存在≫の概念の解釈は扨措き，この叙述を読んで，私の関心は宇宙論へ向かうようになった。今日では定常宇宙論は否定され，ビッグバン理論が採用されて

いるが，宇宙の膨張速度，H＝R図に即しての球状星団の年齢測定，ニュークレオクロノロジーによる測定から割り出した結論として，我々の宇宙が誕生してから約100～150億年が経っている。[4] 銀河ハローの球状星団（種族Ⅱ）の研究によると，銀河系の形成はビッグバンの5億年後頃である。[5] 膨張宇宙が脈動型であるか双曲線型であるかは，宇宙全体の密度が$10^{-29}$g/cm$^3$以上であるか，以下であるかによって決まるが，[6] ガモフ等は膨張の止まらない双曲線型の宇宙模型を考えている。[7] 宇宙の半径は約50～70億光年で，100億光年を超えてはいないといわれている。[8] 銀河系の円盤状部分の直径は約10万光年，太陽は銀河系の中心から約3.3万光年外れ，中心面から約50光年北寄りの所にあり，毎秒平均約250km の速さで銀河系の中心を公転しているが，一周するためには約2.5億年かかる。[9] 原始太陽及び原始太陽系が誕生したのは約50億年前，太陽，惑星，衛星の形成が完了したのは約45億年前である。現代の太陽系生成論によれば，惑星の生成は決して珍らしくないという。銀河系の約2000億個の恒星のうち，数十億個は別の太陽系をもち，10億個近くは地球と同環境の惑星を従えているという。[10] 約50億年後には太陽は主系列星としての寿命を終わり，赤色巨星となって，地球の軌道をも含み込んでしまうであろう。[11] 人間存在は自然史のほんの一齣に過ぎない。カントはその救いを叡智界に対する理性信仰の内に求めた。我々はそういう宇宙論的スケールで人間存在を考えることにより，むしろ人間存在の微少さ，脆さに徹して，≪人間であることの連帯性≫を自覚すべきではなかろうか。

## Ⅱ

「1751年の『ハムブルグ自由判断』で知ったダラムのライト氏の論文」が，カントに恒星を「惑星系と非常に類似した体系」と見なす最初の機縁を与えた（以下Ⅰ231）。カントは恒星を「より高次の秩序の，ゆっくり動いている遊星」であろうと考える。ブラッドリは，就中 Arktur の赤緯がティコ・ブラーエやフラムスチードが規定した場所から「彼等の観測の不正確さ」による誤差以上に大きくずれていることを述べている。カントは，トマス・ライトのこの説を展開し，ド・モペルテュイの論文『天体形態論』に述べられている「星雲状の星々」（銀河系外星雲）を遙か遠方の「強力な回転によって扁平化された大きな明るい塊」で，恒星の体系群に相違ないものと考える（232 Anm.）。「ライト氏は諸恒星を無秩序な，無意図的に散在する群とは見なさず，全体における体系的構成Verfassungと，これらの天体の，それらが占める諸空間の主要平面に対する普遍的関係を発見した」（以下248 f.）。「天界の観測者達」が銀河構造の本質への洞察を欠いてきたのは，驚きである。「何故なら人は〔銀河系の〕恒星が最大円の方向を，しかも連続した連繋を成して全天界を周って，占めているのを見るからである。……〔銀河平面への〕この関係は全く疑う余地のない現象なので，銀河の白く光っている帯の中に包含されていない諸他の星自身も，その場所が銀河の円に近ければ近いほど，それだけ集積・密集して見え，また肉眼が天界に発見する2千個の星の大部分が，その中央を銀河が占める余り広くない地帯に見出される」。「銀河はいわば，新しい星々の獣帯でもある」のである（253）。ここに「新しい星々」とあるのは，銀河の星々の一つ一つは判別しえないほど微少にしか見えないので，銀河を構成している星の大部分は誕生して間もない星である，というのであろう。カントは「星雲状の星々」は正面から眺めれば円形であり，側面（斜め）から眺めれば楕円

形であるであろう，と考える（以下254 f.）。カントは星雲を「多くの星の Systemata」と考え，それらが遠距離にあり，「測り知れぬ多数の星であるがため」「一つの一様な淡い微光」にしか見えないのだ，と考える。銀河系が属する局部星雲群の横綱格は，同じ渦巻き星雲Sb型の，アンドロメダ大星雲（M31）と，それから約2百万光年離れた我が銀河系とであり，銀河系の構造の研究は，M31の研究を通して展開してきたのである。カントは「恒星系が多数あること」（241）を考えているが，今日の天文学によれば，星雲は星雲群，星雲団といった超銀河系を構成し，更には超超銀河系（超星雲団）を構成しているのかも知れない。[12] カントはいう（以下255 f.）。地球が遊星宇宙においては殆ど気付かれぬほど小さな砂粒であることが我々に驚嘆 Bewunderung を与えるとすれば，銀河宇宙の巨大さは我々に如何なる驚愕 Erstaunen を与えることか。しかし，銀河宇宙も更に巨大な宇宙の単位を成すものに過ぎず，こうした連関は無限に展開していく。「我々が述べた学説は我々に創造の無限の領域への眺望を開き，偉大なる Werkmeister の無限性に適合した神の業についての表象を提供する。……我々は諸世界と諸体系との前進する関係の第一項を見る。この無限級数の第一部分は既に，人が全体から何を推測すべきかを認識させる。ここには終りはなく，その中では人間の諸概念の全能力が，たとえそれが数学 Zahlwissenschaft の助けによって高められようとも，沈没してしまう，真の不可測性の深淵がある。啓示された智慧，善性，力は無限であり，まさしくそれに応じて豊穣で活動的である。それらの啓示の計画はそれ故まさしくそれらと同じく無限で限界なし（ohne Grenzen）でなくてはならない」。

我々の太陽系においてすら，その広大さの故に，未発見の天体がある，とカントは考える。彼によれば，惑星の軌道の離心率は，太陽からの距離に従って増大する。「まさしくこの離心率が彗星と惑星との本質的区別をなすということは，確実である」（257）。カントは自然の連続性の原理に基づいて，土星の彼方に，恐らくは土星の軌道を横断するであろうような「最後の惑星で最初の彗星」である「新惑星」を想定している（256 ff.）。ここで，カントが土星を一番外側の既知の惑星と考えているのは，1781年 F.W. ハーシェルが天王星を発見する迄は，土星の外側の惑星は知られていなかったからである。自製の大反射望遠鏡で銀河を観測し，また M31が「無数の星の集まり」であり，銀河も同様の島宇宙であると考えて，最初の科学的銀河模型を考えたのも，この W. ハーシェルであった。[13] この銀河模型は，後に，ゼーリガー，シャプレー，カプタイン等によって改められて，今日ではシャプレーの銀河模型が種々の訂正を受けながら展開せられており，更に水素ガスの波長21 cmの電波の観測によって，銀河系の渦巻きの腕まで発見するに到っている。シャプレーやオールトの銀河模型によれば，太陽は銀河系の中心核からずっと外れて位置している。これは太陽系観に関するコペルニクス的転回であった。[14]

現代の天文学によれば，銀河系の中心は，星が一番密集している射手座の方向にあるが，カントは，「我々の太陽がその中へ属している恒星系の中心点」は「シリウス即ち天狼星」であると考える（328 f.）。それは，シリウス[15]が「全天界で最も明るい星」（実視等級約－1．6等）であることに拠るのであろうが，カントはこの「シリウスの卓越した形態」に注目するのみならず，更に，以下の如き証明を加える（328 Anm. f.）。太陽が銀河の中心点にないことは明白である。「銀河の帯は白鳥座と射手座の間の部分で最も幅広い。従ってこの部分は，我々の太陽の場所が〔銀河の〕円形の最外周辺に最も近い側である。そしてこの部分において我々は，鷲座と鷲鳥を伴った狐座のある場所を，特に最も近い場所と見

なす。何故なら，同所では，銀河が分かれる間隙から星々が最大の見掛け上の分散をして光を放っているからである」。それ故，「ほぼ鷲の尾の近くの場所から」銀河平面の中央を通って反対点迄直線を引くと，それは銀河系の中心点に的中する筈であるが，「それは実際に非常に正確にシリウスに出会う」。「この調和化的遭遇」からもシリウスは銀河系の中心天体であると思われる，というのである。

カントの太陽系生成論は，銀河系外星雲も銀河系も扁平な円盤状を成しているところから着想されている。扁平な円盤状物体は，物体の回転によって生まれる。「万有引力の法則によれば，この回転的に振り回された世界素材 Weltstoff の内では凡ての部分が，……平面を切断しようと努力してきたに違いないことが明白である。……」(Ⅱ 146)　星雲には種々の形態があるが，猟犬座M51で，1845年渦巻き星雲の構造を初めて観測したロズィ伯爵の驚きは，大きかった。星雲が力学的法則に従って構成されていることが，このようにして確認されていったのである。[16]

## Ⅲ

カントの宇宙生成論は，太陽系生成論を中心に展開される。惑星軌道の離心率が太陽からの距離に従って増大する，というカントの説は誤りである。離心率の最も大きいのは冥王星であるが，冥王星は，質量，密度からいって，木星型惑星ではなくて，地球型惑星である。海王星，冥王星の位置はボーデの法則を崩してしまう。現代の太陽系生成論においては，ボーデの法則の天文学的根拠が明らかにされつつある。冥王星はかっては海王星の衛星ではなかったか。衛星なら，地球型でよい。冥王星の軌道傾斜が17°強と，他の惑星に比べて極端に大きいことも，それで説明出来る。離心率は，土星，天王星，海王星の順に減少している。冥王星の次に離心率の大きいのは水星であり，次は火星であるが，カントもこの二星の離心率が大きいことをば認めており，それは太陽，木星という大きな星が近くにあるからだと考えている(Ⅰ 280)。火星の場合には，近くにある木星の引力によって，形成粒子を奪い取られ，かつ「太陽に向かって拡がる余地しか残さず，それによって中心力と離心率との超過を招く」といっている(同)。続いて水星についての説明があるが，太陽の自転周期は水星の公転周期に対して3.5倍以上も速い故，カントの説明は誤っている。しかし，我々は，離心率についてのカントの考えは，カントの宇宙生成論と不可分に結び付いた考えであることを認めねばならない。

ニュートンは宇宙生成の原動力を「神の直接の手」(262,333)に委ねた。しかし，カントは，『ニュートンの諸原則に従った，全宇宙の構成と力学的起源とについての試論』(『天界の一般自然史と理論』副題)を試みる。カントはいう。「人はここで或る意味で不遜なしにこういうことが出来よう。『私に物質を与えよ。私は物質で世界を築かんと欲する！即ち，私に物質を与えよ。私は君達に，如何にして世界が物質から成立する筈であるかを示さんと欲する』」(230)。「最も取るに足らぬ植物や昆虫」，「一匹の毛虫」の創作(同)，「既に現存している植物における生長や内部運動が，それに従って生ずる諸法則」，或いは「その内では六角形の星形の規則正しさが，外観上惑星軌道の円形よりもより正確である唯一の雪片の創作」(Ⅱ 138)についてよりも，「大宇宙体系の起源についての説明」(同)の方がずっと容易である，とカントは考えている。力学的世界観の徹底化という点でも，

またカントの着想が現代の宇宙生成論に与えている影響という点でも，カントの宇宙生成論を概観しておくことは必要である。

物質の創生の問題は，宇宙論乃至素粒子論の究極の問題として，最後迄残るであろう。カントは，「その諸固有性と諸力とが凡ての変化の基礎になっている根本物質自体は，神の現存在の直接的帰結である」と考える(I 310)。だから，ビッグバン説は，カントには関わりをもたない。『天界の一般自然史と理論』は「世界の無限の広がり」(309 Anm.)を肯定している。「根本物質はそれ故同時に非常に豊富・完全であるので，永遠性の流出における根本物質の構成の進化は，存在しうるもの凡てを包含する，如何なる尺度をも認容しない，簡単にいえば，無限である平面の上へと，拡がりうるであろう」(310)。

カントは，「万物の初めにおいては」，太陽系の諸天体を構成している凡ての物質は，「元素的根本素材 elementarischer Grundstoff」に解体しており，太陽系の全空間を充たしていた，と想定する(263)。かってデカルト[17]が考えたのと同じ「完全なカオス」(225)の状態を考えるのである。そして，「元素の種類における差異性が自然の調整とカオス〔から〕の形成とに対し最も主要な寄与をする」と考える(以下263 ff.)。「この根本素材の種類は……無限に相違しており」，「千倍も比重の大きな諸元素」もある。「最大の特殊な密度と引力の元素」は軽い元素とは桁違いに疎らに散在することになる。「此の様な仕方で充満された空間においては普遍的静止はほんの一瞬間持続するだけである」。引力の大きな元素は周囲の物質を集め，それらはより質量の大きな(カントの叙述では，„dichter“)小部分へと集まっていく。カントはその集積は「最初は緩慢に（化学的引力によって）その後はしかし急速度で（いわゆるニュートン引力によって）[18]」増長していく，と考えている。さて，中心物体の周辺に集積して来る粒子の引力と就中，斥力とから側面運動Seitenbewegungen が生じ，かくて，粒子は引力と側面運動との合成によって曲線を描き，「小粒子 Teilchenの大渦動」が生ずる。その角運動量は，やがて中心物体に持ち込まれ，原始太陽，原始惑星，原始衛星の自転が始まるのである。そして，「諸部分の種々の仕方で争っている諸運動」は，(1)「凡ての小部分を一方向へ進行」させ，(2)諸微粒子を「平行」で，「最早相互に交叉しない」，太陽を中心とする「自由な円運動を続ける」に到らしめる。「これが，その中へ，争っている諸運動において把握されている物質が常に移行していく自然的帰結である」。原始太陽系星雲の大渦動によって，「凡ての渦動している諸元素」は原始太陽の赤道を横切る平面の周りへ「可能な限り集まってゆき」，「この平面から隔たった地帯を空虚にする」(以下267 ff.)。「凡ての元素が群がるこの平面に近付くことの出来なかった諸元素」は，最終的には太陽へ沈下する。この平面の上下，各「$7\frac{1}{2}$度[19]」（これのみ273）の空間内の「世界物質の根本素材」はやがて既に形成の進んでいる巨大な物体の塊の中に集積して，惑星が形成される。惑星形成の始まりは，まず，化学的結合による。「ニュートンの引力はこのように非常に微細な極微粒子においては余りに緩慢・微弱〔過ぎる〕であろう」。しかし，結合の，その後の増大は，全く万有引力による。「種々の高さから種々の運動をもって惑星に集まって来る小部分〔乃至微粒子〕」は，太陽からの距離の相違，速度の相違によって，離心率や軌道傾斜の相違を生ずる。「根本素材の沈下運動」が弱い所では，「惑星や彗星が散在している諸空間」は広大であり，従って太陽から遠い惑星，彗星の離心率は大きくなる。[20]カントは，太陽に近い原始惑星の小粒子は円形公転運動をなすに必要以上の公転速度をもつが故に，これが，太陽から遠距離の，公転速

度の欠如している，原始惑星の小粒子の公転速度を補って，それらをもなるべく円運動に近付ける，と考えている。

カントは天体の形成が完了している宇宙空間は，真空であるか，真空に近いと考えているが，その密度は，現代の天文学によれば$10^{-26}$g/cm³以下であり[21]，この真空状態が天体の自転，公転の永久運動を可能ならしめるのである。

さて，微粒子 Partikel は種々の密度を有する。比重の大きな微粒子は，諸他の微粒子の抵抗に打ち勝って，より太陽に近い惑星の形成に与るが，比重の小さな諸元素は，諸他の微粒子の抵抗に会って「直線的落下から逸らされ」，また「諸元素の充満空間を通って」の沈下運動によって，「中心点により近い所での回転のために必要とされる高速度」をば失うことになる(以下270)。「より重い諸微粒子から成る諸惑星は，それ故，それ〔ら〕とは遙かに異なってこれらの〔軽い〕原子の合流によって形成されている諸惑星よりも，より密度の高い種類の惑星であり，より太陽の近くに形成されるであろう[22]」。

しかし，「その根源的場所がカオスにおける物質の普遍的分配において太陽のより近くにあった諸小粒子」は，太陽乃至内惑星に集積されたであろう。だから，「必ずしも夫々の高さを同じ比密度の諸微粒子のみが占める筈であるというわけではない」。「しかし一般的には」，上述のことが成り立つ。(以上270 f.)　そして，カントは，「諸他の，それの周りを公転している球の中心点にある天体は，通例，それの最も近くを公転している物体よりも，より軽い〔より密度の小さい〕種類のものである」(272)，という。太陽は地球に対してまさしくそうであるが，現代の天文学によれば，月は地球よりも密度が小さい。カントは何故そのように考えたのか。「内惑星は主として，それらの密度の優位によって中心点のかかる近くに迄必要な速度をもって突き進むことの出来た元素的物質の層から形成されるが，これに反して中心点自身にある物体は，無差別に，それらの合法則的運動に達しなかった，現存した凡ての種類の物質の集積したものであるから」，である(同)。 要するに，公転するために必要な角運動量をもちえなかった密度の小さな粒子は，太陽に〔或いは惑星に〕落下した，というのである。

カントは，太陽の赤道面の延長を上，下$7\frac{1}{2}°$で挟む空間内の物質によって惑星が形成され，また，最外惑星の軌道辺り迄の所にあった残余の物質が中心物体に沈下して，太陽が形成された，と考える。しかし，「ニュートンの計算」によれば，太陽の容積：「全惑星の容積」は17：1ではなくて，650：1である。この差は，物質が太陽に沈下したか，彗星となったかして生じた，と考えているが，彼が土星の外側に未知の惑星を考える所以でもある。(以上237 f.)

さて，惑星の「物質の量」は太陽からの距離に（大ざっぱにいえば）反比例する，とカントは考えるが，それは，太陽から遠ければ遠い程，「惑星の引力圏」は太陽の引力によって制限されることが少なくなるということと，先程の，「球面の$\frac{1}{17}$よりも幾らか大きい」(これのみ273)空間は，それだけ多くの根本素材を含むからである。しかし，例えば，木星に対する火星，土星，また太陽並びに恐らくは金星に対する水星の如く，「巨大な質量の他の惑星の近くにある惑星は，それの形成の区域から非常に多くを失う」，ということもある。(以上274 f.)　そして，カントは，かかる理論の正当性の根拠を，「然るべくして非常に有名な哲学者フォン・ブフォン氏」の「全惑星物質の密度」：「太陽の密度」＝640：650≒1という比較に求める(277)。 物質には，地球にない物質も沢山あり，また，

密度の相違も15000倍もあるにも拘らず，である(以下345)。ここでは，惑星として，「土星，木星，地球，月」が計算に入れられており，「諸他の惑星は……殆ど計算されるに値しない」，という。

彗星と惑星の第一の相違点は，離心率の大小にあった。さて，「沈下運動は万物の根拠である」が，「原素材 Urstoff の拡がった諸部分が太陽から遠く隔たっていればいるほど，それら諸部分を沈下させる力は弱くなる」(以下279 ff.)。彗星の母体は，「弱い運動の素材の集積である故，離心的運動しかもたず，その運動によって太陽へ沈下し，途上で益々，より速い運動の諸部分の併合によって垂直的落下から逸らされ」，周囲の空間が空虚になると，「最後には諸彗星が残る」。「自由な円回転に到達出来ない……根本素材」は，離心率を大ならしめたのと全く同一の原因によって，「この高さにおいて凡ての惑星運動が関係する平面に集積する力はなく」，「天界の凡ての領域において自由に公転する」彗星へと形成される。これが，「彗星の種族を惑星と区別する第二の特性」である。大部分の彗星，就中「近い諸彗星」においては，そういうことはないが，惑星とは逆行の公転を行なう彗星もあるであろう。(ハレー彗星の公転は逆行である。)　「体系の中心点からの距離と共に諸彗星の，それらの偏倚に関するこの無法則的自由は増大し，天界の深みにおいては回転の完全な欠如の内へ消失する。その欠如は外側の，形成されつつある諸物体を太陽へのそれらの落下に自由に委ね，体系的構成に最終的諸限界を据える」。つまり，惑星系の形成が，時間的に，そこ迄及ばない場所が存するというのである。また，カントは，彗星の中には土星，木星よりも質量の大きいものがあると信ずるが，この質量の増大には限度がある，と考える(以下282)。遠隔の広大な空間に散在している微粒子は，特別に軽くて，天体の形成は緩慢であり，多くの場合，「多数の比較的小さな形成」しか許さず，そして「中心力の欠如」は，「微粒子の大部分」を，塊に迄は到らしめず，太陽に落下させる。「彗星は世界 Weltgebäude の最上領域で形成される故，彗星を構成する小粒子は最も軽い種類のものである」であろう。そして，「これが，煙弾と尾との最も主要な原因である」。また，殆どの彗星の近日点は「地球と金星の軌道の中間に」あるが，そのことからも，「彗星は，熱によって全自然における何か或る物質が蒙る以上の希薄化を蒙る，最も軽い素材で構成されているに違いない」。

序でに，カントは，北極光について，それは，「太陽の作用が地球の表面から引き出す，最も微細な微粒子」，或いは「熱帯で立ち登る，最も微細で最も活動的な小粒子」が，「太陽光線の作用によって」，夜の側の極へ追いやられたものである，という(以下283)。そのような微粒子が地球にも，彗星におけると同様，沢山あるとすれば，地球も「尾をもった大気球 Dunstkreis」になるであろう，といっている。

「元素的物質の広がりから自己を形成する，惑星の努力は，同時にそれの軸回転の原因であり，そしてその周りを公転すべき諸衛星を生み出す」(283)。「諸衛星を生み出すための素材は，そこから惑星がそれ自身の形成のための諸部分を集めた区域に含まれていた」(238)。衛星の起源も，太陽系の起源と同様である。カントは凡ての衛星が順行であると考えているが，それは，原始惑星の粒子と同じ渦流の中にある諸粒子が，原始惑星の引力によって公転運動を始めたからである，という(以下284 f.)。衛星は，惑星の引力によって集められた素材より形成される故，質量の大きい惑星ほど，より多くの衛星をもつ。「それ故大きな質量の，より遠方の距離の諸惑星〔就中，木星と土星〕のみが〔最も多く

の〕諸伴星を与えられている」。

また，惑星の自転の原因は，渦流の源となった引力であり，それ故，大きな質量の惑星ほど自転周期が短かくなり，木星の自転周期が最も短かい（286）。月は，一見，自転していないように見えるが，以前には，もっと速く自転していたが，自転運動が「段々に減少」した（287）。今日では，これは，地球との潮汐摩擦の結果として説明される。

また，惑星，衛星の「軌道面に対するそれらの軸の位置」は，木星と太陽のみが直角である，という（287）。火星の軸も「殆ど」直角であるというが（287，347），実際には，火星の公転軌道面に対する自転軸の傾斜は，地球のそれよりも大きく，火星に四季の変化があることは，疾うに知られている。カントは，「最初の形成の根源的状態においては」，凡ての惑星，衛星の，公転軌道面と自転軸とは，直交していた，と考える（以下288 f.）。尤も，諸微粒子の集積によって惑星は形成されたのである故，それらの量〔の偏倚〕や速度によっても，傾きが生じたかも知れない。しかし，天体が固まり始めると，「比較的軽い種類〔の諸物質〕」が，「赤道の下かその近く」に集まる故，そこに陥没が生じて，凹凸が出来，それによって自転軸が傾いた，と考える。「極に近付くにつれてこの不釣合は殆ど全く無くなる」。巨大な天体の固体化が完了する迄には，「何百年，恐らく何千年」もかかる（352）。固体化の完了していない天体は幾らもある（同）。木星の場合もそうである（289，352）。「木星の形態〔紋様〕の，種々の時間における著しい変化」から，このことは「既にずっと昔から」天文学者達によって「推測」されてきた（352）。やがて，木星も住民をもつようになるであろう（同）。その点，質量が木星の約$\frac{1}{3}$の土星は，太陽からの距離も遠く，「より速かな形成」を終えている（290）。土星は自転速度が速いので，それの表面上では重力よりも遠心力の方が大きな割合を占めるが故に，土星の表面には凹凸が生じ，自転軸の傾斜が生じ（290），惑星中，最大の扁率が生じた。[23]

カントは，土星の環を，「土星から立ち昇る蒸気」（292）から出来た「蒸気の粒子 Dunstteilchen」（300 Anm.）の集合と考える。かっては，土星は，彗星の如く，離心率が大きく，近日点の近い公転をしており，近日点に近付いた時に，彗星の尾の如きものとして「土星の表面の軽い素材」の上昇，拡がりが生じた（以下291 ff.）。土星が円軌道を回るようになり，かって近日点で太陽から「受けた熱を徐々に……失って」，蒸気粒子は発散を止め，土星の周りを「自由に漂い」，やがて環になった，と考える。赤道近くで立ち昇った小粒子ほど，大きな角運動量をもっていた。「中心力」に合致したものだけが公転運動を続けたが，外側の小粒子をば「太陽光線の力」が分散させてしまい，また余り内側の小粒子は，運動速度が小さ過ぎて，「離心的軌道」をとり，小粒子相互の交叉によって，角速度は弱まって，土星に落下した。カントは，土星の環と月が「そこ〔の〕人々」の夜を明るくする，と詩的に述べている。また，土星の衛星の公転速度から，「環の諸微粒子がその内側の縁で公転する速度」（これがそれらの小粒子の「最も速い回転」であり，土星の赤道上での自転速度に等しい，と考えている）を導き，「土星の軸回転の時間」を6時間23分53秒と導いている。しかし，同書の別の箇所で，「内側の縁の諸小粒子の公転時間を約10時間」（298）と計算しているが，これは，二年後のW．ハーシェルの観測値と一致する。

さて，環を構成する微粒子は，外側のものほど後れるが故に，そのままでは，環は破壊されてしまう（以下298 ff.）。だから，「環は幾つかの同心円帯に分割され」て，空隙が

生ずる。カントは，このように書いた後で，カッシーニが所謂カッシーニ空隙を発見したことを知るが，カントは，三つの環を考えている。カントは，土星の環が，既述の如く，衛星一般とは全く異なった仕方で形成されたものであることを，環が「惑星運動の普遍的関係面から非常に逸れている」ことから確信する。

そして，地球が大昔，環をもっていたとすれば，その水蒸気の環の破砕によって，ノアの洪水を説明出来るのではないか，とも考えている。

「太陽は微細な，蒸気体の物質 Wesen で取り巻かれており，この物質は太陽の赤道の平面の中で両側にただ僅少の拡がりをもって大きな高さに至る迄太陽を取り巻いている」(以下 304 f.)。それらの小粒子が落下しないのは，「太陽光線の力によって」である。それが，黄道光の本体である。

カントは，一つの「臆測」として，太陽系の最外域にあった，太陽系の「普遍的根本素材の諸部分」が太陽系形成の完了後，遅くて弱い，惑星の公転と同じ方向への落下運動を始めて，太陽へ沈下しなかったもの，つまり太陽の赤道平面を切断するものは，「太陽光線の追い返しにより」，或いはそれらの幾らかは太陽の周りを公転して，「永続的に同じ高さに保たれ」たものが，黄道光である，ともいっている(305 f.)。

恒星と惑星との相違を，カントは，それが「より軽くて揮発性の諸部分」から構成されているか，「より重くて力のない素材」から構成されているかにみる(以下 323 ff.)。前者の素材の大部分は，公転に必要な角運動量をもてなかった微粒子であり，中心物体へ落下した。元々，「宇宙のこの中心点〔太陽〕」には「最も重い最も濃密な種類の物質」が存していた筈であるが，上記の微粒子の落下によって，太陽の密度は地球の密度の$\frac{1}{4}$になった，という。そして，太陽は「燃えている物体」になった。「濃密な物質が揮発性の物質に混合して在る」が故に，中心物体の火は激烈であり，持続的である。「粗い諸小粒子とより軽い諸小粒子との混合を内包する物質……の煙雲」は，「重い，ピッチと硫黄の雨」を降らせて，「炎に新しい燃料を供給する」。太陽中に「硝石の如く弾力性の空気を無尽蔵に豊富にもつ物質」を考えれば，空気の供給も半永久的に尽きることはないといえる。

しかし，太陽はいつかは燃え尽きてしまう。「最も揮発性があり最も微細である物質」は「黄道光の素材」として散り，表面には「不燃性の燃え尽きた物質，例えば灰」が堆積し，空気の供給も尽きる。幾度かの復活的な活動は繰り返されるであろうが，遂には「永遠の暗黒〔体〕」となる。

太陽の黒点は，「燃えている深淵からそれらの恐ろしい尖頂を露出している，燃え尽きた岩々」であり，「沸き立った火の元素の氾濫や退潮」が，黒点の「交代的な生滅」を惹き起こすのである。―― カントは，太陽の表面に凹凸がある所以を，液体状の天体は，まず表面が固まり，その内に閉じ込められていた「弾力性の空気，火の元素の諸微粒子」は押し出されて，固体化した外殻の直下に集まり，外殻が陥没すると「大きな，太陽の塊に比例した途方もない諸凹所」が出来，「高い地帯，山脈，並びに谷間，広大な火の海の水脈」が作られた，と説明する。

太陽についてのカントの説明は，現代の天文学では殆ど通用しないが，現代の学説については，説明する迄もないので，省略する。

## Ⅳ

「共存が空間を生む」(308)。『天界の一般自然史と理論』は，処々にライプニッツ哲学の影響を示している。引力の範囲と共存の範囲とは一致する。それらは「創造を無限的存在者の力との関係において思い見るためには全く如何なる限界をもってはならない」(309)。しかし，宇宙の力学的形成は，「宇宙の引力の中心」(311)，「最強の引力の点」から始まった。この中心点と関係した，力学的法則に従う「体系的諸運動」によって秩序づけられているが故に，宇宙は「破滅と瓦解とへ急ぐ」ことから免れている(311)。宇宙の力学的形成はこの中心点から漸次拡大していく。「暫時この表象に静かな満足をもって耽ってみよう。私は，創造の漸次的完成に関する，理論のこの部門よりも，人間の精神に全能の無限的領域への眺望を開くことによって，人間の精神をより高貴な驚愕へと高めうるものは何も見出さない」(312)。この漸次的完成は無限に進む。しかし，中心点の方から崩壊も始まる。「諸世界と諸世界秩序は消失して，諸永遠性の深淵に呑み込まれる。然るに創造は間断なく活動的であって，他の天界諸領域において新しい諸形成をなし，損失を利得で補う」(317)。恐らく「既に完全性に達した世界は，それが形成されるのに必要としたよりも長い時間持続しうる〔であろう〕故，宇宙の広がりは……総じて増大するであろう」(319 f.)。惑星や彗星は，いつかは，公転運動を失って，悉く太陽へ激しく落下するが，「太陽系の遠く隔たった天球は……全自然の，最も軽くて，火中で最も活動的である素材を自己の内に含んでいる」が故に，大爆発を起こして，太陽系の再生と消滅は，「少なからぬ規則性をもって繰り返」される(320)。「その内においては諸恒星が成員である大体系」についても同様である(321)。現代の天文学において，グロビュールは超新星の爆発の残骸物から形成されたものであることが明らかにされていることを思えば，カントには先見の明があった，といえる。

なお，カントは，「神性は全宇宙空間の無限性の到る所に同じく現在している。……」(329 f.)と述べている。一種の汎神論がこの書を貫いていることは確かである。

「宇宙の体系的構成」(246)とその力学的起源は，ニュートン力学によって完全に説明されるとする一方で，カントは，「世界の構成の内なる」「秩序と優美」(346)，「事物の普遍的諸性質」の「本質的諸親和性」(364)から，神の存在を証明する。「自然が普遍的法則によって生じた物の中に，自然が此の様に多くの一致と秩序を示しているが故に，まさにそのことによって，凡ての事物の本質は或る根本的存在者の内にそれらの共通の起源をもっているに相違ないということが，推知されるべきである。……」(332)　自然の世界はこの「唯一の最高の悟性」(同)の設計であり，その実現を力学的法則に委ねたのである。「自然とは，自分自身で充ち足りている原理である」といえよう(364)。同書においては，「諸意図の Lehrverfassung〔目的論〕と機械論的学説とは符合」する(363)。力学的宇宙生成論こそ，自然を「我々に，それが通例見なされているよりも，より価値ある」ものに見えしめ(332)，宇宙生成の過程を「最も単純」に示す(229,263)。「神の直接の手」が宇宙を形成したとすれば，太陽系の姿は変っていたであろう(336 ff.)。「天体の力学的創作」論(345)の結論としていう。「自然は，それが完全性と秩序とへの本質的規定をもっているにも拘らず，その多様性の範囲の内に凡ての可能的変化を，欠乏や偏倚に至る迄も，含んでいる。正に自然のこの無制限の豊穣さが生命ある諸天球並びに諸彗星を，

有用な山々と有害な諸断崖を，可住諸地帯と荒涼たる諸砂漠を，諸徳と諸悪徳を生んだ」（347）。同書は，無限性 Unendlichkeit ，遍在性を以て神性を規定している。しかし，力学的宇宙論は，同時に，神が「完全に充ち足りた allgenugsam な最高の悟性」（227）であることを要請し，証明している。

## V

同書でも，理性的存在者は「自然の目的」と見なされている（352）。しかし，「創造の Unendlichkeit は，それに，無尽蔵の豊富さが産出する，凡ての自然〔物〕を，同等の必然性をもって含んでいる。思惟する存在者中の最も崇高な階級から最も卑しまれる昆虫〔ここでは虱〕に至る迄自然にとっては重要でない成員は一つもない。どの一つが欠如しても，連関の内に本質をもつ全体の優美さは，必ず，それによって妨げられるであろう」（354）。人間だけが宇宙の唯一の住人なのではない。同書第三篇は，太陽系の惑星についてしか述べていないが，「殆どの惑星には確実に生物がおり，将来いつかそうならないであろう惑星はない」と述べている（354）。「人間は彼の凡ての諸概念，諸表象を，宇宙が身体を介して彼の心霊の内に起こさせる諸印象から得る」（355）。カントはこれを「心理学の諸根拠に基づいて確定している」ことであるといっているが（同 Anm.），これは，ライプニッツ的発想である。「物質の惰性と抵抗とは精神的存在者達の活動への自由と外物に関する彼等の感覚の判明さとを余りにも甚だしく制限し，それ〔ら〕は彼等の諸能力を，〔諸〕能力が外物の諸運動に，所要の軽快さをもって従わないが故に，鈍感にする」（330）。だから「彼等の創作の場所と居所が創造の中心点に向かってより近くに在る理性的存在者達」をば「低い階級に数えねばならないであろう」（同）。「人間の本性を此の様な深さの卑劣〔低劣〕さの内へと下落させている諸障害の原因」は，「人間の精神的部分がその中に沈下している物質の粗雑さ」，「精神的部分の諸活動に従うべき，諸繊維の硬直性，諸体液の惰性，不動性」に存する（356）。それ故，これらの「悪徳及び錯誤の源泉」に立ち向かうには，大きな「理性の諸々の努力」が必要である（356 f.）。諸惑星の住民，更には動植物の形成素材は，太陽から遠隔であればある程，より軽微であり，繊維も弾力性に富み，構造諸共，より完全である（358）。カントは，ニュートンの計算に従い，地球，木星，土星の密度比を，400：$94\frac{1}{2}$：64 と見なす（341）。それ故，「思惟する諸自然〔存在者〕の卓越性，彼等の諸表象の敏捷さ，彼等が外的印象によって得る諸概念の判明さと活発さ，並びにそれらを複合する能力，最後に現実の実行における機敏さも，要するに，彼等の完全性の全範囲は，彼等は彼等の住む場所の，太陽からの距離に比例して益々卓越し，益々完全になるという，確実な規則の下に立っている」（359）。「諸存在者の階梯の中でいわば真中の段を占めているところの人間的自然は，完全性の，二つの外的限界の間の中央に自己を見，完全性の両端から等距離にある[24]」（同）。まとめて，もう一度繰り返している。「諸惑星における精神世界並びに物質的世界の完全性は，水星から土星に至る迄，或いは多分更に土星を越えて（更に他の諸惑星がある場合には），それらの，太陽からの距離に比例した正確な度系列を成して増大し，進歩する」（360）。木星の「昼夜の交代」（自転周期）は10時間であるが故に，木星のより完全な住民（が存在するようになった暁には）の「諸行為の敏捷さ」が窺える（360 f.）。また，木星に多くの月があり，土星に「美しくて

有益な環」があるのも，これらの惑星の優越性 Vorzug を示しており，土星は木星よりも「より大なる Vorzüge 」を有している(362)。それらによって，夜にも光が与えられ，闇がこれらの惑星の住民の活動を妨げることはない(361f.)。「これら上部の天界諸領域における諸自然〔物〕の卓越性は,……永続性と結合しているように見える」(以下362f.)。「無常は最完全な諸自然〔物〕をも蝕むけれども」,「滅亡や死はこれらの卓越した諸被造物には，我々下等な諸自然〔物〕に対してのように多くは，害を加ええない」。身体的老化の進行は，我々に比し，ずっと緩慢である。

さて，「悟性の諸洞察は，それらが完全性と判明性の，所要の度を所有する時には，感性的諸誘惑よりも遙かに生き生きした諸刺戟をそれ自体において有し，感性的諸誘惑を圧勝的に支配し，踏み付けてしまう力がある」(360)故，「道徳的性質」においても，「地球と多分なお火星」の住人のみが，「感性的諸刺戟の誘惑」に対する「精神の統治権」の力の「弱さと能力との危険な中間点」に立っている(以下365f.)。「物理的性質」においても然りである。カントは「下層の諸力」の統御に，「人間の本性の長所」即ち≪徳≫の成立を考えている(356)。

我々は，死によって，(更には地球の滅亡後に,)この地球における，粗大な粒子で構成されている肉体から解放されて，或いは既に形成を完了している木星乃至は新惑星において，更には「最高存在者ともっとずっと密接に結合」している高等な天体における生を始めるかも知れない(以下367f.)。「それからは，幸福の源泉を自己自身の内に有するこの高められた自然は，最早，外的諸対象に慰めを求めるために，それらの下に気を散らすことはない。最高の根源的存在者の適意に必然的に一致する，被造物の全総括は，この一致を彼の適意のためにももたねばならず，この一致は永続的満足を伴うものであって，攪拌されることはないであろう」。続けて，「実際，人がかかる諸考察と前述の諸考察とをもって彼の気持を満たした時には，晴れた夜に星の輝く大空を見ることは，高貴な諸心霊のみが感ずる一種の満足を与える。自然の普遍的静寂と感官の安らかさとにおいて，不死の精神の，隠れた認識能力は，なるほど感得をば許すが，しかし記述をば許さない，名状し難き言葉を語り，解決され〔え〕ぬ諸概念を与える。……」という言葉でもって，この書は閉じられている。この叙述を第二批判の「結び」と比較されたい。

## Ⅵ

1785年の『月の諸火山について』は，W・ハーシェルが月に火山(アリスタルコス・クレーターの噴火)を発見したことから，「月面の凸凹の火山起源」説を唱える人々が現われたが(Ⅷ69)，地球から観測出来るクレーターは，その大きさからして，火山起源のものではなく，「丘陵脈によって囲まれたクレーター形の〔巨大な〕池」である(以下70ff.)，という。月面に火山起源のクレーターがあることを，カントは否定していない。しかし，それは，地球の火山の大きさから類推して，地球からは大望遠鏡を用いても見れない筈である。「月の環状諸丘陵から放射状に広がっている山の背」は，決して「熔岩の流れ」ではない。火山の噴出より先に，「水に溶けたカオス」であった地球や月に起こった「最初の噴出」は，「大気状(この語の本来的意味において)」の噴出であり，これによって窪地が出来，窪地を囲んで花崗岩(これは「より新しい諸〔沖積〕層」の下に埋もれている

こともある）の原始的山脈が出来た。そして，「溶解水が漸次に流出」して，その流れが窪地のへりに鋸歯状の切り込みを刻んだ。此の様にして，放射状の光条の成因が説明される。「火山成因の〔山脈の〕へり」は「連続的な山の背」を成すが故に，鋸歯状のへりは，火山成因のものではない。「此の〔様にして生成した窪地の〕上へ……海洋中で形成された沖積が段々と，大部分は既に諸海洋生物を含んだ諸物質を積み重ね〔ていっ〕た」のであろう。噴出の激しかった地帯ほど，「カオス状クレーター」が大群を成して生れ，「広大な高所」となった。大河の源を結ぶ線は，「流れの貯水池」を円形に取り巻く丘陵の連なりに重なる。そこを溢れた水が河となり，河床は流水と逆流する水とによって侵蝕されていった。地表の大部分はこのようにして形成された。火山の噴火は地表が固まって後に起こったのである。この段階に述べたことは，地球のみならず，月に関してもいえることである，という。

「天体は悉く最初は流動状態にあった」。だから，天体は球体を成し，自転や重力偏差によって扁平化する。W．ハーシェルの，月面での噴火の発見も，天体は最初流動体であったという宇宙生成論に，間接的証明を与える。「最初は化学的な，次には就中宇宙論的な引力の法則に従って」天界，天体は形成されたのであるが，それによって「熱の元素」も「熱物質との自然の均衡」状態を超過して集中せられ，天体は熱をもつようになった。惑星の表面の凸凹もそれを証明するのであるし，ここでは，ウィルソンに倣い，太陽の黒点を「太陽のクレーター」と考えている。

「自然の如何なる時期もSinnenweltにおいては端的に最初の時期としては挙げられえない」。遡行的にも探究は無限に続く。『月の諸火山について』は，斯く結ばれている。

〔注〕

1) カントからの引用は，アカデミー版『カント全集』による。
2) その間の事情は，理想社版『カント全集』第十巻の「解説」で，訳者の高峯一愚氏が詳述しておられる。
3) メダルト・ボス著，笠原嘉，三好郁男訳『精神分析と現存在分析論』（みすず書房）S．94。
4) D.N.シュラム著，小田稔訳「宇宙の年齢」，小尾信彌編『爆発する宇宙』（日本経済新聞社）。
5) M．リース，J．シルク著，小尾信彌訳「星雲の誕生」，上掲書所載。
6) 小尾信彌著『宇宙の科学』第二版（NHKブックス）S．217。
7) ジョージ・ガモフ著，伏見康治，鎮目恭夫訳『現代物理科学の世界』下巻（白揚社）S．251f.
8) 鏑木政岐著「宇宙」，宮地政司編『宇宙の探究』（岩波書店）S．40f.
9) 小尾信彌著・前掲書 S．181f.
10) 小尾信彌著『太陽系の科学』（NHKブックス）S．240ff. 太陽系生成論の歴史，及び他の惑星系の存在の問題については，古畑正秋著「太陽系の物理」§6，9，『宇宙の探究』，ガモフ著・前掲書第五章「惑星と衛星」の「惑星系の起源」，G.O.ジョーンズ，J.ロートブラット，G.J.ホイットロウ著，中島龍三訳『原子から宇宙へ』第Ⅰ巻（法政大学出版局）9「太陽系」の「太陽系の起源」，F.L.ホイップル著，小尾信彌，古在由秀訳『地球・月・惑星』（岩波書店）第14章，ジャム・ルクー著，門田光博訳『惑星と衛星』（文庫クセジュ）第4章をも参照されたい。太陽系の生成について，前二者はワイゼッカー，カイパーの説を，第三者はユーレイの説を重視し，最後の第五者はホイルの説に注目している。カントの太陽系生成論はユーレイ理論に近い。
11) R.ペンローズ著，小尾信彌訳「ブラック・ホール」，小尾信彌編『星の誕生と進化』（日本経済新聞社）。
12) ド・ヴォークルール著「超銀河系」，G.ガモフ他著，小尾信彌訳『星から宇宙へ』，及び（5）の

論文を参照されたい。

13) 鏑木政岐著「宇宙」，『宇宙の探究』S．6f．但し，M31が別の銀河系であることが明らかになったのは，1924年の，ハッブルによる距離測定によってであった。

14) バート・J．ボーク著「銀河系」，『星から宇宙へ』。

15) シリウスは，白色矮星の伴星を伴っている。

16) セシリア・H．ペイン・ガポシュキン著「星雲の進化」，『星から宇宙へ』。

17) デカルトについては，上掲アカデミー版全集Ⅰ S．228で触れられている。

18) 「ヨハン・フリードリッヒ・ゲンジヘンによるカントの『天界の自然史と理論』からの抜萃」，高峯一愚訳，理想社版『カント全集』第十巻，S．68。

19) カントは，惑星の，太陽の赤道面の延長に対する，公転軌道の傾斜から，こういう数値を割り出したのである（273）。

20) 「沈下運動」という言葉の代わりに，「渦動運動」乃至「遠心的運動」という言葉を用いるべきである。角運動量の小さな天体が，遙か遠方にある太陽を公転する時，離心率が高くなるのは，当然である。

21) 鏑木政岐著・前掲論文S．6。

22) しかし，今日では，シリケイト星（地球型惑星）と水素星（木星型惑星）の相違は，太陽に近い惑星ほど，また質量の小さな惑星ほど，原始太陽に炙られて，水素やヘリウムが失われた結果生じたものである，という。小尾信彌著『太陽系の科学』S．123ff．　従って，重力の小さな月には，カントの言説（Ⅷ71）とは違って，大気はないし，また，水もない。

23) カントは両直径の比を「大約1：2」と考えている（Ⅰ S．296）。

24) 宇宙における人間の地位については，Ⅷ S．23 Anm．をも参照されたい。

（昭和52年8月1日受理）