

# 宇宙について

<目次>

第1章 太陽系

1. 太陽系について
2. 太陽系の成り立ち
3. 太陽系の最果て？
4. 太陽
  - 1) 太陽とは
  - 2) 太陽活動
  - 3) 夕焼け
  - 4) 薄明
  - 5) 太陽の動き
5. 惑星
  - 1) 水星
  - 2) 金星
  - 3) 地球
  - 4) 火星
  - 5) 木星
  - 6) 土星
  - 7) 天王星
  - 8) 海王星
  - 9) 冥王星
6. 天体(星)はなぜ動く？
  - 1) 日周運動
  - 2) 年周運動
  - 3) 歳差運動
7. 小惑星とは
8. 星
  - 1) 褐色矮星
  - 2) 赤色巨星
  - 3) 白色矮星
9. 星の一生
10. ブラックホール
11. 地球の衛星 - 月 -
  - 1) 月とは
  - 2) 月のデータ
  - 3) 月の構造
  - 4) 月はどうやってできたのか？
12. 月食
  - 1) 月食とは？
  - 2) 月食はいつ起こるか？
  - 3) 月食の色！！
  - 4) 月食の観察方法
13. 日食
  - 1) 日食とは？

第2章 星座

1. 星座の誕生
2. 四季の星座
  - 1) 春の星座
  - 2) 夏の星座
  - 3) 秋の星座
  - 4) 冬の星座
3. 月ごとによる星座
4. 天の川

第3章 流星群・彗星

1. 流星群とは？
  - 1) しし座流星群
  - 2) ふたご座流星群
  - 3) ペルセウス流星群

## 2. 彗星とは？

- 1) ハレー彗星
- 2) リニア彗星
- 3) ヘール・ボップ彗星
- 4) 百武彗星

## 第4章 星雲・星団

### 1. 星雲

- 1) 散光星雲
- 2) 暗黒星雲
- 3) 超新星残骸
- 4) マゼラン星雲

### 2. 星団

- 1) 散開星団
- 2) 球状星団

## 第5章 オーロラ

1. オーロラについて！！
2. オーロラはなぜできるのか？
3. 日本でもオーロラは見る事ができる！！??
4. オーロラの最も見える場所はどこ??

## 第1章 太陽系



宇宙が誕生して150億年、太陽系が出来て46億年、その間どんなプロセスで、かけがいのない地球が誕生したのか？そして生命、知恵、をさづかって数千年、天文知識に関して言えば数百年いや数十年このわずかな時間の知識の蓄えで、無謀ともいえる途方もない遠い宇宙の起源を探し続ける。

生命溢れる豊かな星は、この広大な悠久の宇宙にたったひとつだろうか？50億年後我が太陽は巨星化し地球を飲み込んでしまうそうだが、それまでに第二の故郷が見つかるだろうか？事実、ハッブルはオリオン星雲に原始惑星系を見た。

### 1. 太陽系について

太陽の周りには、**水星・金星・地球・火星・木星・土星・天王星・海王星・冥王星**という大小9つの星が回っている。

太陽のように、とても大きくて、自分で光を出しているものを**恒星**といい、恒星の周りを回っているものを**惑星**という。さらに、惑星の周りには、小さな星がまわっている。このように、惑星の周りを回っているものを**衛星**という。これらをひっくるめて、**太陽系**という。惑星たちは、大きいものと、小さいものの2組に分かれている。

恒星である太陽を中心に、その重力に引き付けられてまわる9つの惑星、90を上回る衛星、何百万もの彗星、無数の小惑星と流星物質からなっている。太陽から一番外側の冥王星までは、最長約79億km（平均距離は約60億km）ある。太陽は、太陽系全ての天体を合わせた質量の1000倍、即ち、太陽系全質量の約99.8%を占め、水素をヘリウムに変換する核融合でエネルギー（熱と光）を作り出して輝いている。

太陽系の惑星は小惑星帯を挟んで、水星、金星、地球、火星の地球型惑星グループ（内惑星ともいう）と、木星、土星、天王星、海王星のガス状惑星の木星型惑星及び冥王星のグループ（両方を合わせて外惑星ともいう）から成っている。

地球型惑星はいずれも硬い地殻とマントルを持っており、中心核は金属でできている。木星型惑星は巨大なガス状の惑星で、表面には硬い地殻はない。大気の層は厚く、密度は中心に進むにつれて高くなる。岩質の中心核を金属水素が覆い、その周りを液体水素が包んでいる。木星型惑星はいずれも環を持っている。

冥王星は太陽系最小の惑星で、ほとんど氷できているようである。他の惑星と異なり極端に細長い軌道を描いているため、248年の公転周期のうち近日点の領域を通過する20年間は、海王星の軌道の内側に入り込む。1979~1999年がこの期間にあたった。

## 2. 太陽系の成り立ち

今から約46億年前、銀河系の片隅で超新星の大爆発が起こった。途方もなく激しい衝撃波により、星間ガスや塵が集められて星間分子雲が形成された。星間分子雲は凝縮を繰り返して密度の高い塊となった。この塊は重力の作用で収縮し温度も上昇していき、塊のあちこちに小さいガスの塊（原始恒星の卵）が誕生した。

やがて、ガスの塊の周囲に水素、ヘリウム、酸素、窒素、炭素などを含んだ原始太陽系星雲が集合して前惑星系円盤が形成された。中心のガスの塊は周囲の星間物質を取り込みながら、密度を増して高温の天体になった。原始恒星の誕生である。我々の太陽は、こうした原始恒星が進化した星（原始太陽）の一つである。

原始太陽はさらに星間物質を取り込み、密度を増して高温、高圧の天体へと進化していき、やがて原始太陽の重力で、太陽系星雲は原始太陽を中心とする円盤になって回転し始めた。原始太陽系星雲が冷却すると、降着した無数の塵が円盤の赤道付近に付着するようになった。惑星のもととなった微惑星の誕生である。

微惑星は互いの重力で衝突と合体を繰り返して大きくなり、原始惑星へと進化していく。これ等の原始惑星は、原始太陽から受ける重力に支配されて回転しながら外側へ展開していき、太陽系が誕生した。原始惑星の形成は約46.5億年前から始まり、1千万年の間に完結したと考えられている。

## 3. 太陽系の最果て？

太陽の最果てとはなんだろうか？冥王星までは約40天文単位、太陽風（プラズマの流れ）は100天文単位まで届くという。ここまでが太陽圏（ヘリオスフェア）といい星間空間から磁氣的にガードされている。この100天文単位の境界をヘリオポーズといい、太陽風が恒星風が変わる境界である。

彗星の故郷、カイパーベルトまで数千、オールト雲まで数万~100万天文単位、太陽系に一番近い恒星ケンタウルス座 星は4.3光年30万天文単位とまだまだ遙か彼方なのである。オールト雲の縁を太陽系の最果てとすると、恒星ケンタウルス座星のオールト雲がすぐ隣に見えるかもしれない。

1日160万kmも飛ぶボイジャーが、太陽が重力をおよぼす範囲オールト雲を通過するのは、20000年後になる。

## 4 . 太陽

### 1)太陽とは

地球の生命に恵をもたらす太陽は太陽系の中心星で、全恒星の中では中位の大きさ  
と明るさを持っている。約46億年前、巨大なガス雲の中の物質が凝縮して中心部の  
温度と圧力が上昇して核融合が始まり、太陽が輝き始めた。

非常な高温・高圧の中心部では、水素が核融合反応を起こしてヘリウムに変換され  
て毎秒400万トン（4000000トン）のエネルギーが作り出されている。太陽は中心の温度が1500  
万、表面温度が6000の巨大なガス球である。太陽の圧力は地球の2330億  
倍もある。

太陽の直径は、139万2000kmで、赤道上には地球が110個余り並ぶ。質量は  
地球の33万個分に相当するが、密度はわずか1/4である。

**年齢** 46億年（寿命は約100億年とされている）

**半径** 69万6000km（赤道）

**質量（地球 = 1）** 330,000

**密度（水 = 1）** 1.41

**地球からの距離** 1億4960万km（1天文単位）

**赤道での自転周期** 25地球日（極での自転周期：35地球日）

**光度**  $3.9 \times 10^{26}$ メガワット（1メガワット = 1000キロワット）

#### 構造

**中心核** = 太陽の半径の0.25倍を占める高圧、高密度、高温の領域。中心核では、  
毎秒400万トン（4000000トン）の水素が核融合によってエネルギーに変換され、温度と  
圧力が保たれている。

**輻射層** = 核融合で生じた高エネルギーの光子が電子やイオンと衝突し、光  
や熱となって再放射される。

**対流層** = 熱せられたガスが上昇流となって表面に達し、光としてエネルギーに放出  
すると再び下降して熱せられる還流現象が起こっている。この現象は太陽  
表面に粒状組織という斑模様を生じさせる。

**光球** = 厚さ約500kmの大気層で、我々が光として見る太陽の表面である温度は  
約6000。この中では、巨大な磁場である黒点や爆発  
現象であるフレアのような活動が起こる。フレアによって、太陽から放出さ  
れる高速のプラズマは惑星空間を通り抜けて地球に達し、オーロラ、北極光、  
磁気嵐、電波障害などを引き起こす。



**彩層** = 厚さ 1 ~ 1 万 5 0 0 0 k m の、コロナと光球の表面に挟まれている大気の下層部である。光球より光が弱いので通常は肉眼では見ることはできないが、皆既日食のときにはアーク状に赤く輝いて見える。彩層からコロナに向けて噴出するスピキュール(針状構造の鋭く尖った高温のガスの噴流)やプロミネンス(紅炎とも呼ばれる様々な形をした赤色の炎状現象で、しばしばループ状の模様を描く)は、彩層の中の爆発現象である。



**コロナ** = 一番外側の最も薄い大気層である。コロナは皆既日食の際にのみ白いハロー(光輪)として観測される。太陽の上空 2 5 0 0 k m あたりから太陽の半径の何倍も外側へ広がり、惑星間物質の中へ呑みこまれていく。



**太陽黒点** = 光球より低温の暗い領域(黒い斑点)のこと。黒点は太陽の強い磁場により生ずる。黒点の中央の温度は約 3 7 0 0 K で、周囲の光球(6 0 0 0 K)より低い。最初、黒点は極の周辺に現れ、数を増やしながら赤道に近づき最盛期に達する。これは太陽の自転が均一でないためと考えられている。黒点の数は 1 1 年の周期で変化する。



太陽はその直径が地球の 109 倍もある大きな天体である。それが、わずか 1 億 5 千万キロメートルのところにあるのですから、見かけの直径は 30' にもなる。宇宙広しと言えど、地球からこんなに大きく見ることのできる恒星はほかにない。表面の模様を観察できる恒星は太陽しかないのである。

太陽表面を望遠鏡で見て(決して太陽を直視してはいけない。太陽観測用のフィルタなしに太陽に望遠鏡や双眼鏡を向けると、失明する危険がある。)誰もが最初に気づくのは、やはり黒点である。太陽の表面(光球)の温度は約 6,000° K ですが、黒点の温度は約 4,500° K とやや低くなっている。太陽は約 27.275 日の周期で自転している(緯度によって自転周期が異なる)。ですから黒点も太陽面上を 13 日から 14 日かけて移動していく。黒点の平均寿命は約 6 日ほどですが、肉眼でも見えるような大きな黒点の場合、数カ月にわたって存在するものもある。

**太陽圏** = 太陽の勢力が及ぶ領域のことでヘリオスフェアとも呼ばれる。太陽を中心に半径 1 0 0 A U の距離に広がっている繭の形をした宇宙空間で、太陽系の天体はすべてこの中を回っている。このヘリオスフェアにより、惑星は宇宙線から守られている。太陽圏の勢力が終わる境界線用息をヘリオポーズという。



**太陽の寿命** = 今から 50 億年後、水素を使い尽くした太陽は膨張して赤色巨星となる。赤色巨星はやがてその中心部に白色矮星を残し、外層部だけが膨張を始める。最終的に太陽は冷え切り、黒色矮星の燃えかすとなってその一生を終える。

## 2) 太陽の活動

太陽は地球の公転軌道面に対し、自転軸を 7 度傾斜させて左から右へと回転している。この動きは一様ではなく、赤道付近が速く動いている。このため強力な磁場が生じて猛烈な**太陽風**が発生する。太陽風は陽子や電子のような電気を帯びた粒子の高速の流れで、秒速 900 km の速度で太陽から吹き出す。

太陽はガンマ線、X 線、紫外線、可視光線、赤外線、マイクロ波、電波という**電磁波**を放射している。その中でも、可視光線は、虹の色となって我々の目に映り、紫外線は我々の肌を日焼けさせる。

## 3) 夕焼け

昼間、太陽が出ていると、その明るい光に遮られて他の恒星を見ることはできない。太陽の明るさが -23 等級と、とてつもなく明るいためである。しかし、そんな強い光の中でも、地球の衛星である月や、最も明るくなる惑星である金星はかろうじて肉眼で見ることができる。

さて、正午ころに最も高く昇った太陽は徐々に高度を下げ、夕方には真っ赤な光の塊となって西の地平線に沈んでいく。太陽の傾きとともに青空が徐々に暗くなり、西の空が真っ赤に色づきます。夕焼けである。良く見ると夕焼けの赤味は西の空だけでなく、地平線に沿って東の空まで続いている。

これは太陽の光が、厚い地上大気層を通過するとき、チリや水蒸気に阻まれて、波長の短い青い光が吸収され、波長の長い赤い光だけが私たちのもとに届くために起きる現象である。

## 4) 薄明

太陽が沈んでからしばらくの間は、空に明るさが残っています。これが薄明である。薄明は地平線下の太陽からの光が大気中のチリや水蒸気によって散乱されるために起きる現象である。一般には薄明と一言で片づけられてしまうが、太陽高度 - 6° までを市民薄明といわれる。さらに太陽高度 - 12° までを航海薄明、- 18° までを天文薄明と呼んで区別している。市民薄明の時間には、まだ十分に明るさが残っている。航海薄明の時間には、空には星がかなりの数瞬きはじめるが、海面と空との境が見分けられる程度の明るさを保っている。天文薄明の時間には、太陽からの光は完全になくなり、肉眼で見える最も暗い

6等星が夜空で見分けられるようになる。

## 5) 太陽の動き

太陽や星は、空の丸天井にはりついているわけではない。わたしたちから、遠いものもあれば、割り合いに近いものもあって、実際の距離はまちまちである。しかし、太陽や星の位置を決めたり、動きを調べたりするには、丸天井があると考えたほうが、便利である。それで、天球とよばれる。

天球は私達を中心とした、途方も無く大きな球である。地球の北のほうに住んでいる私たちには、地平線にさえぎられて、天球の北半分しか見えない。しかし、実際は、地平線の下に南伴ッ急があり、地球を中心にして、ぐるりと空を取り巻く大きな球になっているのである。空を見上げてちょうど頭の真上に来る点を天頂という。

地球の北極と南極を結ぶ線が、天球とぶつかる点のうち、北のほうを天の北極、南のほうを天の南極という。また、地球の赤道の面を、そのまま広げていって、天球を切る道筋を天の赤道という。

地球は太陽の周りをちょうど1年かけてまわっている。これを公転という。この公転の道すじのある面を広げていて、天球をきる線を黄道という。地球からみた場合、太陽は黄道の上を進むのであるが、その道すじは、季節によって変わる。

地球が自転するとき、太陽に向かっている地球の半分の面は、日光を受けて明るくなっている。この明るいところが昼間になる。

また、その反対側の半分の面は、地球の陰の部分で、暗くなっている。ここでは夜になる。

地球の自転軸の傾きによって、北半球が夏るとき、北極地方では、1日中昼で夜がない。反対に、南極地方では、1日中夜になる。

地球が1日1回の割合で、自転していることは、夜空の星を見てもわかる。北のほうの星は、天の北極の周りに、きれいな円を描いて、動いている。しかし、南のほう、つまり天の赤道のほうの星たちは、ほとんど直線を描いて動いている。

これは地球が北極と南極を結ぶ線を軸にして、西から東へ、規則正しく自転しているためである。このようは星の動きを、星の日周運動という。

黄道と天の赤道とが、交わる天を春分点・秋分点という。1年のうち、太陽が真東から出て、真西にしずむのは、この春分と秋分のころだけである。

春分を過ぎて、夏が近づくと、北半球では、日の出や日の入りの場所は、次第に北へ移り、夏至の日には、一番北よりになる。そして反対に秋分を過ぎると、日の出や日の入りの場所は、次第に南へうつるのである。南半球では、逆になる。

## 5 . 惑星

### 1)水星



太陽に最も近く、太陽系で二番目に小さい惑星である。水星は太陽を2周する間に3回自転する。従って、自転周期は、日の出から日の出まで(176日)の1/3となる。また、水星の軌道は冥王星に次いで細長い楕円形をしているため、太陽に一番近いときには約4600万km(近日点)、一番遠いときには7000万km(遠日点)を通過する。水星の軌道は地球の内側にあるため、月に似た位相(満ち欠け)が見られる。

水星は太陽系の惑星で最も速く、秒速47.36kmで軌道を回っている。他の惑星とは異なり、傾きがわずかに2度とほぼ垂直の自転軸を持っている。当初水星は最も小さい惑星と考えられていたが、冥王星のほうが小さいことがわかった。

水星には、全質量の70%、直径の75%を占める鉄とニッケルで出来た月の大きさに匹敵する核がある。この核は他の惑星の2倍もの鉄を含んでおり、水星の表面重力は地球の1/3に達する。また、地球の1%に相当する磁場が存在することも、金属の核があることを示している。水星の昼間の温度は、すずも溶け出す427℃まで上昇するが、夜間は-183℃まで急激に下がる。太陽系で最も温度差の大きい惑星である。

水星は太陽に近い上に、太陽からの最大離角が28°しかないため、地球から観測は困難であった。1974年と1975年にアメリカの探査機マリナー10号が水星に最接近するまで、水星の表面の様子は謎に包まれていた。

太陽からの平均距離 5700 km

半径 2440 km

構造 中心核(ニッケル・鉄)、マントル(珪酸塩)、地殻(珪酸塩)

質量(地球=1) 0.055

密度(水=1) 5.43

表面重力(地球=1) 0.38

大気の組成 ヘリウムとナトリウムが主体

平均軌道速度 秒速47.36 km

公転周期 88地球日

自転周期 58.65地球日

軌道面の傾き 7度

自転軸の傾き 2度

高温気温 427

## 地形

水星の表面は月に似ていて、**無数のクレーター**で覆われている。これは約40億年前に無数の天体が衝突したためである。小さい衝突で直径数kmのおわん型のクレーター、大きい衝突で深皿型のクレーターが形成され、さらに大きい天体の衝突になると、内側に同心円状の直径数1000kmのベイスン(衝突孔)が形成された。水星には、大気がほとんどないためにこうした地形が風化されることなく保存されている。

その中に、**カロリス・ベイスン**というクレーターがある。これは、直径1300kmの巨大な衝突クレーターで、**水星の約1/4**を占める。約40億年前、直径が1000kmほどの天体の衝突により形成された衝突孔と考えられている。カロリス・ベイスンの内部は、比較的滑らかな平野で占められている。このような滑らかな地形は、噴出物で覆われた地域である。これは大衝突のために、約1億年以前に終わっていた火山活動が再発して噴出した溶岩によって作られたと考えられている。北半球西の高緯度の地域に位置している。

このカロリス・ベイスンの衝撃で、**カロリス山脈**ができた。カロリス山脈は高さが2000mにもなる連峰で、いくつもの山脈同心円状にできている。カロリス・ベイスンの一番外側に位置している。

また、カロリス・ベイスンを形成した衝突の衝撃波は、水星の表面と中心核を通過して進み、反対側で交錯して振動を起こし、その結果、カロリス・ベイスンのちょうど反対側に「**特異な地形**」と呼ばれる**しわだらけの地形**が形成された。無数の窪地が乱雑に入り乱れた丘陵地域で、水星の特徴的な地形である。

水星には、表面を切り裂いて走る**ルーベス**と呼ばれる**深い断崖地形**がある。この地形は、水星誕生後の冷却により、その巨大な鉄の中心核が4kmも縮んだために表面が歪み、地殻が押し上げられて割れて隆起したものである。**ディスカバリー・ルーベス**は長さが550kmにも及ぶ代表的な断崖地形で、南半球の西経38度付近に位置する。ディスカバリーの名前は、新航路を発見した英国人船長、ジェームズ・クックが乗ったディスカバリー号にちなんでいる。

水星には、最も明るく輝いている**光条クレーター**が少なくとも100個見られる。これは放射状に広がる車輪のスポークのような光の筋で、クレーターの形成時に飛び散った明るい物質でできた様である。

## 2)金星



太陽から二番目の金星は、地球に最も近い惑星である。公転軌道は太陽系の惑星の中で最も真円に近い。自転が逆向き（時計回り）なので、太陽は西から昇って東に沈む。軌道が地球の内側にあり、太陽との最大離角が47度であるため、日の出3時間前の東の空と、日没3時間後の西の空でしかみることができない。「明けの明星」と「宵の明星」である。軌道が地球の内側にあるため、月と同じく位相（満ち欠け）が生じる。金星には磁場は存在しない。ケイ酸塩を成分とする地殻とマントルが鉄とニッケルで出来た中心核を包んでいる。大気の成分はほとんどが二酸化炭素（96.5%）である。この二酸化炭素が地表からの熱を逃がさないため、熱は大気中に閉じ込められて猛烈な「温室効果」が生じている。

金星の地表は、鉛を溶かすほどの高温（465℃）に達する太陽系で最も熱い惑星である。惑星探検家が金星の表面に下り立つとすれば、高温・高圧と強い酸のために即死することになるであろう。

金星の雲は、大気中の二酸化炭素、硫化物、水蒸気などが太陽光に反応して生じた硫酸液の滴でできている。この硫酸の雲は太陽光を非常によく反射する。このため金星は明るく輝くので、地球から地表を観測することは難しい。

金星は大きさ、質量そして密度が地球によく似ていることから、地球と双子の惑星と考えられていた。しかし惑星探査機の観測により、酸性の雲の下は地球とは似ても似つかぬ、とてつもない温室効果で支配された灼熱地獄の天体であることが分かった。地殻運動は、地球のプレートテクトニクスと地下のマグマの力で生ずるブリュームテクトニクスの両方であると考えられている。いずれが支配的なのかは、今後の探査まで待たなければならない。

太陽からの平均距離 1億820万km

半径 6052km

構造 中心核（ニッケル・鉄）、マントル（珪酸塩）、地殻（珪酸塩）

質量（地球=1） 0.815

密度（水=1） 5.24

表面重力（地球=1） 0.91

大気の組成 大部分が二酸化炭素、窒素その他の物質（硫化物や水蒸気）

平均軌道速度 秒速35km

公転周期 224.7地球日

自転周期 243地球日

軌道面の傾き 3.4度

自転軸の傾き 177.4度(つまり逆向きに自転)

表面温度 465

表面の圧力 地球の90倍

#### 地形

金星の表面には、基準表面より平均2000m高い大陸と呼ばれる二つ高地がある。北半球西部の**イシュタール大陸**と、赤道地域の**アフロディーテ大陸**である。金星の60%は平原で占められ、高地が13%、低地が27%を占めている。金星の表面は厚い雲に閉ざされているため、合成開口レーダー(SAR)で測定された。イシュタール大陸は幅1万3200kmで、オーストラリアに匹敵する。アフロディーテ大陸は赤道地帯にある幅1万3900kmの金星最大の大陸である。その広さはアフリカ大陸の半分に相当する。

**イシュタール大陸**は、金星の西経290度から東経85度に位置している高地で、幅は1万3200kmとオーストラリアに相当する大きさである。西側には金星の基準面より3000~5000m高いラクシュミ高原があり、その中央には高さ11kmのエベレストより高いマックスウェル山(金星の基準面から11kmの高さに聳える金星の最高峰)やクレオパトラと呼ばれる直径100km(火口から南西の麓までの距離が約350km)の広く平らな衝突クレーターがある。

**アフロディーテ大陸**は、東経55度~205度までの赤道地帯に広がる幅1万3900kmの金星最大の高地である。大きさは、アフリカ大陸の半分に相当する。この大陸はダイアナ・カズマと呼ばれる急峻な崖からなる大峡谷により東西に分かれている。ダイアナ大峡谷は長さが2300km、最大幅が280km、最深部は2900mもある。また、この大陸の東端にある高さ8000mのマート・モンスは、活火山と考えられている。マート・モンスは、アフロディーテ大陸の東端に位置する標高8000mの火山である。火星の北緯0.9度、東経194.5度に位置し、エベレストを凌ぐ標高1万メートルのマックスウェル山(イシュタール大陸)と並ぶ金星を代表する山脈である。

金星の代表的な円形地形の**コロナ**は、南緯30度、東経11.8度に位置する。直径25km、高さ750mの通称パンケーキと呼ばれるコロナの連なりがある。コロナは、地球で見られるような粘性の高い溶岩が高速で流れ出して形成したのか、地下のマグマのプルームが地表を押し上げて形成したのかのいずれかによるものと考えられている。

### 3)地球



太陽から三番目の惑星。金星と火星との間で絶妙な位地を占め、太陽の恵みを最大限に享受している惑星である。液体の水の河川、湖そして広大な海洋が存在する太陽系唯一の「水の惑星」であり、光合成により多様な生命体が生息しているユニークな惑星である。もし地球の位置が太陽にもう10%近ければ、地球は焼けただれてしまい、遠ければ凍りついた氷の天体となってしまう。地球・太陽間の平均距離(1億4960万km)は1天文単位(AU)と呼ばれ、太陽系内の距離測定の基本単位となっている。約365日の公転周期で太陽を一周する。自転周期は平均23.93時間である。自転軸が23.45°傾いているので季節の変化が生じる。

地球は確実に地殻活動があると知られている唯一の惑星で、陸地は約40km、海洋は約5kmの厚さのケイ酸塩から成る地殻を持つ。地表から約10kmは比較的硬い岩板(プレート)で、このプレートが可塑性のアセノスフィア(流れのある岩圈)の上を移動するため、いわゆるプレートテクトニクスが起こる。

地球の造山運動、火山および地震などの地質活動は、すべてこのプレートが相互に動くことにより生じるものと考えられている。地殻の下には厚さが2900kmのマントルがある。中心部には、4000kmの鉄とニッケルでできた硬い内核があり、その外側を同じ組成の外核が包んでいる。外核では液体金属が流動していて地球全体が磁石の働きをするため、磁場と磁気圏が形成されている。

地球の大気層は薄く、大部分(約75%)が地表から15km以内にある。地球の大気圏は、高い順に外気圏、熱圏、中間圏、成層圏そして対流圏と幾重にも重なり合っている。最下層の対流圏は地表から20km上空までの領域で、ほとんどの気象現象はここで発生する。上空約50~600kmには荷電粒子の層(電離層)がある。荷電粒子が磁場の影響を受けて、緯度60~75度の極地に集中すると、オーロラが発生する。磁気圏は、生命に危険な荷電粒子を含む太陽風を防ぐ役割を果たしている。

地球の大気の主成分は窒素と酸素で、その他水蒸気、アルゴンおよび二酸化炭素がある。大気中の酸素濃度が高いのは植物が存在するためで、酸素の存在により大気の上層部でオゾン層(25~40km)が形成され、生物に被害を及ぼす紫外線を遮断している。近年のオゾン層の破壊は、主に二酸化炭素の増加による温室効果の進行とフロンガスに含まれる塩素によるもので、このため地球環境の劣化が進んでいる。

太陽からの距離 1億4960km

半径 6 3 7 8 k m

構造 内核（固体：ニッケル・鉄） 外核（液体：ニッケル・鉄）  
マントル（珪酸塩） 地殻（珪酸塩）

質量  $5.974 \times 10^{24}$  k g

密度（水 = 1）  $5.5 \text{ g} / \text{cm}^3$

表面重力加速度  $9.8 \text{ cm} / \text{sec}^2$

平均軌道速度 秒速 29.8 k m

公転周期 365.24 日

自転周期 23.93 時間

公転軌道の傾き 0

自転軸の傾き 23.44 度

表面温度  $-70 \sim 55$

大気の成分 窒素（77%） 酸素（21%） 水蒸気及びその他のガス

衛星 月

その他の特徴

<プレートテクトニクス> 地球は、地表から深さ約 100 k m の部分は比較的硬い岩板である。地球の表面はこのようなプレートと呼ばれる数十枚の岩板で覆われている。造山作用、火山、地震などの地質活動はすべてこのプレートが相互に動くことにより起こる。

地球を取り巻く何層もの大気（対流圏、成層圏、中間熱圏、外気圏）は、温室の働きをして地球を温める<温室効果>。しかし、二酸化炭素やメタンのような成分が多くなり過ぎると、熱が大量に蓄積され、金星で起こったような暴走温室効果を招くことになる。直接的には南北両極で氷山の溶解が加速され、海面の水位が高まって地球の沿岸地帯が水没する危険が起こる。

地球上空 25 ~ 40 k m で地球を包んでいるオゾン（3つの酸素原子から成る）層は、地球を危険な紫外線から守ってくれている。近年の汚染のために南極上空のオゾン層が薄くなってしまっており<オゾンホール>、北極でもこの現象がかなり顕著になっている。

地球の自転により、外核の中にある鉄の流れが強い電流が生まれ、磁場ができる。磁場は宇宙まで達して繭の形をした磁気圏を形成して太陽風から地球を守っている。太陽風のプラズマ（荷電粒子）は磁場に捉えられて巨大に二つのドーナツ型の帯に集められる。これをバンアレン帯と呼び、1958年にアメリカが打ち上げた人工衛星エクスプローラーにより発見された。発見者のバン・アレン博士にちなん

でこのように命名された。

#### 4)火星



太陽から四番目の惑星。赤い惑星とも呼ばれ、その血のように赤い色から戦争や不吉の前触れと考えられるなど、昔から人類との関わりの深い惑星である。白い極冠、火山、深い峡谷、砂漠などがあり、地形は太陽系の中で地球に次いで複雑である。大きさは地球の約半分で、地球と組成のよく似た岩石のマントルがあり、中心核は酸化鉄できていると考えられている。密度は地球の2/3であるが、金属の含有量が

ほとんど無い岩石であるため、質量は地球のわずか1/10しかない。

火星の表面は、赤道面に対して35度の傾斜角度で北部と南部に大別され、それぞれ異なった性質を持っている。北部は、クレーターの少ない比較的新しいなだらかな火山性の平原が中心となっている。南部は、無数の巨大な衝突クレーターで覆われている古い地形が中心となっている。ヘラス、アージャイル、イシデスのような巨大隕石の衝突で生じたと思われる大きな衝突クレーターがある。自転軸が25.2度傾いているので、火星には地球と同じように季節の変化がある。しかし公転周期が長い(約687地球日)ため、火星の季節はいずれも地球より2倍も長い。火星が赤く見えるのは、地表面に含まれる酸化鉄のためである。火星には二酸化炭素を主成分(95.3%、その他に窒素とアルゴン)とする薄い大気があるが、低温、低圧であるため、二酸化炭素や水蒸気が凍結してドライアイス(二酸化炭素の氷)や氷となる。北極の氷冠は主に凍った液体の水であるが、南極の氷冠はドライアイスで出来ていると考えられている。

火星では大気の強い流れが砂(塵)嵐を起こり、時折惑星規模に拡大する時がある。この嵐が起こりやすいのは、火星が太陽に一番近づいた直後である。19世紀の天文学者パーシバル・ローエルは、火星の表面に見える線状模様から、火星には乾燥した砂漠に水を引く運河を築く高度の文明が存在すると考えた。しかし、20世紀後半の火星探査機の探査により、それは空想に過ぎないことが分かった。

同時に、探査機が送ってきた画像により、火星にはかつて液体の水が豊富で湿り気があった時期が存在し、地球と同じように生命が誕生したのではないかと考えられるようになった。

21世紀には、火星のサンプルを地球に持ち帰るミッションも計画され、有人探査も実現するであろうと考えられている。このように、火星の惑星探査は人類の新しい未来を切開く意味で重要なミッションであり続けるであろう。

太陽からの距離 2億2794万 km

半径 3 3 9 7 k m

構造 中心核 (酸化鉄)、マントル (珪酸塩)、地殻 (珪酸塩)

質量 (地球 = 1) 0 . 1 0 7

密度 (水 = 1) 3 . 9

表面重力 (地球 = 1) 0 . 3 8

平均軌道速度 秒速 2 4 k m

公転周期 6 8 6 . 9 8 地球日

自転周期 2 4 . 6 3 時間

公転軌道面の傾き 1 . 9 度

自転軸の傾き 2 5 . 2 度

表面温度 - 1 2 0 ~ 2 5

大気の成分 二酸化炭素 ( 9 5 . 2 % )、窒素 ( 2 . 5 % )  
アルゴン ( 1 . 6 % )、酸素 ( 痕跡成分として )

地表の気圧 地球の 0 . 7 %

衛星 フォボス、デイモス

地形 金星には、赤道地域の西側に幅 8 0 0 0 k m の巨大火星ドームの**タルシス・リッジ** (高原) がある。そこには、高さが 2 0 k m 以上の三つの巨大な火山、アスクラエウス、バボニス、アルシアから連なっている。太陽系の最高峰**オリンパス山**は、タルシス・リッジの西端に聳えている。下に見える東西に延びる地形は、**マリナー渓谷**である。

**マリナー渓谷**は、金星の赤道地帯を東西に走る長さ 5 0 0 0 k m 以上の大峡谷系で、北米のグランドキャニオンの約 1 0 倍もある。最大幅は 2 0 0 k m、深さが 7 0 0 0 m におよぶところもある。この峡谷はタルシス高知の隆起でできた断層と考えられている。この峡谷から続く溝は、一時的な洪水によって形成されたものと考えられている。

**オリンパス山**は、標高 2 万 6 0 0 0 m の太陽系で最も高い盾状火山である。活発な火山帯の上で何百万年もの間成長しつづけた。この火山の底面は、イギリスよりも大きい。

火星には、**赤い平原** (砂漠) がある。この赤い色は酸化鉄によるもので、まさにサビだらけの砂漠である。探査機バイキングのクローズアップ写真には、昔は水が流れていたらしい流床の跡が見える。この水が土の中の鉄と反応してサビができた。

火星では砂嵐(ダスト・ストーム)が起こる。時には火星全体を覆ってしまうこともある。この塵嵐が起こりやすいのは、火星が太陽に一番近づいた直後である。

火星の冬の南極冠は、主に二酸化炭素の氷(ドライアイス)に覆われていて最も大きい。夏は薄い水の氷で覆われているだけのようである。これは地球と同じように、自転軸が25度傾いているために、季節の変化が起こるからである。

火星では、さまざまな雲やもやが発生する。早朝の谷には霧が立ち込め、タルシス高地の高山には地形性の雲が発生する。このような雲は、空気塊が風によって低地から高地に吹き上げられて冷却した時に発生する。冬にはポーラー・フード(極雲)と呼ばれる現象が起こり、特に北極では極冠が氷のもやや塵のベールで覆われる。南極では小規模のものが見られる。雲は主に水の氷で出来ているものと思われる。雲の下で明るいオレンジ色に見えるのは、地表を覆う霧である。

## 5)木星



太陽から五番目。太陽系最大の惑星であり、またガス状惑星の代表格でもある。直径は地球の約10倍、太陽の約1/10に相当する。太陽系の惑星のすべての質量の2/3を占める。地球の2倍半もある重力で、大気中を渦巻くガスには大きな圧力がかかっている。質量が今の50倍あったならば、恒星になっていたであろうといわれており、木星は恒星になり損ねた惑星といえる。

表面はガス状で硬い地表はないが、その中心部には岩や氷でできた小さな核が存在する。木星のガスの組成は水素が90%、ヘリウムが10%と太陽によく似ている。公転周期は11.86地球年と惑星の中で最も短く、自転周期も9時間56分と最も速く回転している。

木星の大気は何層にもなった氷の雲が重なり、木星の主成分である液体水素を含んでいる。大気の上層部の温度は-130℃であるが、下方は1000℃以上でガスは液化している。木星の表面と中心核の中間領域では、高熱1万℃と高圧で水素は液体金属になっている。

液体金属水素は高速で回転する木星の働きで電流を生み、木星の巨大な磁場を作り出している。この磁場の磁力線により、木星の周りには地球の磁気圏の1200倍も大きいまゆの形をした巨大な磁気圏が形成されている。この磁気圏は太陽風を構成する高速の荷電粒子を捉えるため、探査機に障害となる放射線帯を作っている。

液体金属水素の層の下は水とアンモニアと溶解した岩石層で、その下に中心核がある。木星の中心核の温度は摂氏3万5000℃もあり、太陽から受ける2倍の熱を放出している。

木星の表面には、明るい帯と暗い縞が交互に並んで見えるが、1973～1981年に木星を接近通過した探査機パイオニア10、11号とボイジャー1、2号の探査により、この帯や縞の内部には極めて複雑な大気の流があることがわかった。さらに、木星の表面には赤色や白色の斑点があり、この中で最も大きいのが「大赤斑」である。

美しい赤やオレンジの帯、縞模様そして渦の色は、生ずる理由がまだはっきり分かっていないが、おそらく上層雲に含まれる硫黄や燐の化合物によるものであろうと考えられている。木星には光の弱い環があることが、ボイジャーの画像により確認された。環の主要な部分は、木星の1.7～1.8倍の領域に存在する。環はごく小さい粒子の黒い塵でできている。

太陽からの平均距離 7億7830万km

半径 7万1492km

構造 核（溶岩あるいは氷、質量は地球の10倍）、金属水素、液体水素

質量（地球＝1） 317.8

密度（水＝1） 1.3

表面重力（地球＝1） 2.37

平均軌道速度 秒速13km

公転周期 11.86地球年

自転周期 9.56時間

軌道面の傾き 1.3度

自転軸の傾き 3.1度

気温 1万9000（金属水素の最下層）、1万（液体水素の最下層）

1500（液体水素の表面）、-130（雲の最上層）

雲の構造 液体水素、氷の水滴、水硫化アンモニウムの結晶

アンモニアの結晶、雲の上層部

大気の組成 水素（90%）、ヘリウム（10%）

衛星 28個

その他の特徴

木星には、**大赤斑**という特徴的な現象が、南半球の赤道付近にある。東西2万4000km、南北1万3000kmのハリケーンに似た巨大な大気の渦で、地球が3個もすっぽり納まってしまう。この巨大な嵐のメカニズムは、圧力が非常に高いので、風が渦を巻いて上昇し、大気の上空にガスを送る。これが太陽光に反応して赤い色を出す。大赤斑は時々薄れることがあるものの、17世紀に発見されて以来

消えることなく続いているが、この渦の長寿の理由はまだわかっていない。木星の南極地域では雲が複雑に渦巻いており、しばしば一時的な巨大な嵐の「白斑」が生ずる。画像の大赤斑の下に、白斑が2個見える。

木星はほとんど直立して自転している。自転速度はどの惑星よりも速い。そのため、木星は赤道部分で外側に膨れた形になっている。

木星の金属水素は、高速で回転する木星の影響で磁場を作る。この磁場から発する磁力線により、木星の周りには繭の形をした巨大な磁気圏(地球の磁気圏の1200倍)が形成される。磁気圏は太陽風から高速で噴き出る荷電粒子を捉え、惑星探査機に障害となる放射線帯を作る。

木星の赤道地域には、内部の放射熱の出口に当たるホットスポットと呼ばれる領域がある。

木星には3本の薄いリングがある。1979年3月4日、ボイジャー1号が最接近の前日に撮影した画像から発見された。いずれも煙の粒子くらいの黒い塵の粒子でできている。メインリングは幅が約7000 kmあり、この中をアドラステアとメティスの木星に最も近い2つの小衛星が回っている。2つの衛星は、木星のリングを形成する物資の供給源であると考えられている。メインリングの内側には微かな「ハローリング」があり、木星の雲の上方に広がっている。メインリングの外側には、ゴッサマーと呼ばれる極端に薄いリングがある。

## 6) 土星



太陽から6番目の惑星。木星に次ぐ巨大なガス状惑星である。直径は地球の9.4倍、質量は95倍あるが、密度は水の0.7倍に過ぎない。太陽系で密度の最も低い惑星で、巨大な海洋があれば浮くであろう。

表面は木星と同じで、大部分が水素とヘリウムでできている。中心部には岩石の核があり、これを包む高圧の水素が金属の振舞いをしており、その上を液体水素が覆っている。

土星の大気の厚さは1000 kmで、その半分は濃い大気の層である。この大気の頭頂部の雲の層が、観測される表面の模様を作っている。通常土星の雲の模様にはあまり特徴はないが、30年周期で大白斑が発生する。

ボイジャー1号と2号の観測により、この模様は木星の大赤斑同様、複雑な環状気流であることがわかった。土星の内部では重いヘリウムが滴となって下に沈み、その

摩擦で太陽から受けるよりはるかに多量の熱を発している。

太陽からの平均距離 14億2940万km

半径 6万260km

構造 核（溶岩または溶岩と氷の混合物）、金属水素、液体水素

質量（地球 = 1） 95.2

密度（水 = 1） 0.74

表面重力（地球 = 1） 0.93

平均軌道速度 秒速9.6km

公転周期 29.46地球年

自転周期 10.40時間

軌道面の傾き 2.5度

自転軸の傾き 26.7度

大気の構造（厚さ1000km） 透明な大気の下層、水とアンモニアの雲  
氷の雲、透明な大気層  
水硫化アンモニウムの氷の雲  
アンモニアの氷の雲、雲の層の最上層部

雲の最上層の温度 -180

大気の組成 水素（大部分）、ヘリウム

衛星 30

環 土星を著しく際立たせているのはその明るく美しい環で、土星が「太陽系の宝石」と呼ばれる所以である。A環からG環状まで7つあり、黄道面に27度傾斜し、土星の赤道面のずっと上空まで広がっている。

環の厚さは平均150m、最高でも900m以内で、それぞれの間は暗い隙間によって隔てられてる。個々の環は無数の米粒大から10m程度の氷の粒でできている。地球と土星の位置関係から、15年に一度環を真横に見る状態になる。

探査機ボイジャー2号の画像によると、環はレコードの溝のように、無数の同心円の細かい環（小環）でできていることがわかった。環を構成する氷の粒子は、土星誕生の時に残ったかけらか、土星に近づきすぎて破壊された衛星の残骸であろうと考えられている。

環は内側からD、C、B、A、F、G、環の順に並んでいる。A環～C環は地球から見える環で、1610年、ガリレオ・ガリレイが自分で作った望遠鏡で発見した。D、E、G環は、探査機ボイジャー1号と2号により発見された。F環は、探査機パイオニア11号が1979年に発見した。



**A環** - 地球から見える一番外側の環で、そこには塩気の間隙と呼ばれる細い隙間があり、この中を一番内側の衛星パーンとアトラスが「牛飼衛星」となって回っている。幅は1万4600キロメートル。

**B環** - 一番幅が広くて明るく、粒子の密度も濃い環である。この環を放射状の「スポーク」が交差している。これはおそらく環の上にある細かい塵が電場により線状に集められたものであろうと考えられている。幅は2万5600 km。

**C環** - ちりめんを思わせることから「クレープ環」と呼ばれている。一番青い環で、地球から見える環の中では最もかすかな環である。幅は1万7500 km。

**D環** - 最も内側の環で、土星に触れんばかりの近さにある非常にかすかな環である。D環はC環の一部と考えられている。幅は2170 km。

**E環** - 最も外側の環で非常に見え難い。幅は広く29万 kmもある。E環の構成粒子は特に細かく、密度も非常に稀薄である。

**F環** - 明るく見える一番外側の細い環である。ところどころでよじれた2本の小環からなっている。これは「羊飼衛星」のパンドーラとプロメテウスの重力によって、環の粒子が羊の群れのように追いやられたために生じたと考えられている。幅は490 km。1979年、NASAが打ち上げた外部太陽系探査機パイオニア11号により発見された。

**G環** - E環と共に見え難い外側の2つの環の一つである。幅は8000 km。

#### その他の特徴

土星には、**カッシーニの間隙**がある。これは、1675年イタリア生まれのフランス人天文学者、カッシーニにより発見された。発見当初は、A環とB環を分ける隙間のように見えたが、1980年のボイジャー2号の観測により、少なくとも4本のかすかな小環が在ることが分かった。

土星には、**大白斑**というものがある。これは、1980年及び1981年の探査機ボイジャー1号と2号の観測により、大白斑は木星と同じ複雑な環状気流であることがわかった。この現象は30年に一度の周期で発生している。

土星は非常に風の強い惑星の一つで、赤道地帯の風速は毎時1800 kmに達する。

## 7)天王星



太陽から7番目の惑星。三番目に大きいガス状惑星で、1781年、イギリスのウィリアム・ハーシェル(1736~1822)が発見した。近世になって最初に発見された惑星である。

地球・太陽間の距離(約1.5億km)の19倍も離れているので、太陽は輝く小さな円盤にしか見えない。直径は5万1100kmと、地球の4倍の大きさで、質量は地球の14倍であるが、ほとんど軽いガスと氷でできているため密度は水の1.27倍に過ぎない。そのため、重力は弱く地球の9/10しかない。公転周期は84地球年、自転周期は17.14時間である。

天王星の最も顕著な特徴は、自転軸が公転面に対して98度も傾いていて、ほとんど横倒しの状態で太陽をまわっていることである。傾きが極端なために、42年間一方の極が太陽光を浴びている(夏)が、もう一方は暗闇の世界(冬)となる。軌道上を半分公転すると、今度は隠れていた一方の極が同じく42年間太陽と向き合う。天王星には、太陽からほんの僅かしか光が届かないので、夏と冬の気温の差は20℃以内である。

天王星は青っぽい緑がかった色をしているが、これは大気に含まれるメタンのためである。中心には岩石質の核があり、そのまわりを凍った水、メタン、アンモニアからなる厚いマントル層が覆っている。一番外側は水素とヘリウムの大気である。探査機ボイジャー2号が観測した雲の動きから、天王星では最大時速7900kmの風が吹いていることが分かった。

太陽からの平均距離 28億7500km

半径 2万5559km

構造 核(溶けた岩)、氷(アンモニア・メタン・水の混合)  
ヘリウム・メタン・水素

質量(地球=1) 14.54

密度(水=1) 1.3

表面重力(地球=1) 0.89

平均軌道速度 秒速6.8km

公転周期 84.02地球年

自転周期 17.14時間

軌道面の傾き 0.8度

自転軸の傾き 97.9度

大気の組成 水素(85%)、ヘリウム(13%)、メタン(2%)

雲の最上層の温度 - 210

衛星 21

その他の特徴

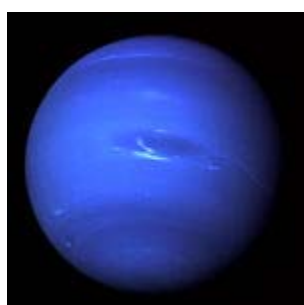


1977年、天王星が恒星の前を通過した時、恒星の光が9回遮られたことから**9本の環**が発見された。天王星の環は、1mから10m以下の太陽系で最も暗い物質の塊でできているようである。従って、光の反射率が低く暗いため、幅は最も広いものでもせいぜい10km以下なので、地球からは見ることはできない。

1986年に、ボイジャー2号の画像から、新たに2本の環が発見された。地球からの観測で発見された環は、内側から6、5、4、アルファ、ベータ、エータ、ガンマ、デルタそして一番ははっきりと見えるエプシロンの名前が付いている。

ボイジャー2号の観測で、天王星に地球と同じくらいの強さの**磁場**が発見された。磁場の軸は自転軸に対して60度も傾いている。磁場は水とアンモニアのマントルの中の電流により起こっているものと考えられている。磁力は、天王星の上空約1万mで生じている。

## 8)海王星



太陽から8番目の惑星で、木星型惑星としては最も小さい。地球からは肉眼で見ることができない。地球を除けば、太陽系で最も青い惑星である。

海王星は、1846年9月にベルリン天文台のJ.G.ガレ(1812~1910年)により発見された。海王星の発見には数学が貢献した。イギリスのジョン.C.アダムス(1819~1892年)とフランスのウルバン・ルベリエ(1811~1877年)の2人の数学者は、1781年に発見された天王星の軌道に計算と観測の食い違いが生ずるのは、未知の惑星の重量のためであるとし、おそらく外側にもう一つの惑星があるのだらうと考え、独自にその見えない惑星の在るべき場所を計算で求めた。ガレは彼等の計算を利用して、どんぴしゃりの場所に新しい惑星を見つけたのである。

大きさや色(青色)からすると、海王星は、天王星と大変よく似た双子の惑星であると考えられているが、天王星がほとんど横倒しになっているのに対して、海王星の自転軸の傾きは28.8度と、地球よりやや大きい(地球は23.5度)だけである。

海王星は地球から距離が離れすぎているため、本当の姿は、探査機ボイジャー2号が1989年8月24日に接近通過した時に撮ったクローズアップ画像が地球に送られるまでは謎であった。

海王星には岩石質の中心核があり、それを凍った水、メタン、アンモニアからなる

氷のマントルが覆っている。大気は水素が主成分で、その他ヘリウムとメタンが含まれている。大気の色があざやかな青色に見えるのは、メタンが太陽のオレンジ色や赤色の光を吸収して、青色の光のみを反射するからであると考えられている。

上層大気は2つの雲層に大別される。上層の雲はメタンの氷の結晶で構成され、不透明な上層の雲は凍ったアンモニアや硫化水素を含んでいるようである。上層大気では、メタンが太陽光に反応して炭化水素が生成される。

海王星には、多数の雲の模様がある。中でも一番目立つのが大暗黒斑で、基本的には木星の大赤斑のような強大な嵐のメカニズムと考えられている。また、大暗黒斑とは反対の方向にまわる小暗斑があり、小暗斑の上には、明るい巻雲のような雲が形成され、赤道に平行し伸びるかすかな帯があることも明らかになった。

海王星の環は木星や土星とは異なりその中に濃淡があるため、地球からの観測ではとぎれとぎれの環、つまり弧(アーク)ではないかと考えられていたが、探査機ボイジャー2号の観測で、海王星にも4本の完全な環があることがわかった。

太陽からの平均距離 45億440万km

半径 2万4764km

構造 核(溶けた岩)、氷(アンモニア、メタン、水の混合)  
水素、ヘリウム、メタン

質量(地球 = 1) 17.2

密度(水 = 1) 1.64

表面重力(地球 = 1) 1.11

平均軌道速度 秒速5.4km

公転周期 164.77年

自転周期 16.06時間

軌道の傾き 1.8度

自転軸の傾き 27.8度

雲の最上層の温度 -210

大気の組成 水素(80%)、ヘリウム(15%)、メタン(5%)

衛星 8

その他の特徴

海王星には、海王星を特徴付ける地球サイズの巨大な嵐である、大暗黒斑というがある。これは、木星の大赤斑と同じメカニズムと考えられている。時速2000kmと太陽系で最も速い風が吹く。大暗黒斑は海王星の南緯20度あたりにあり、16日の周期で左回りに回転している。

海王星には、巻き雲状の斑点がある。この斑点はスクーターと呼ばれ、16.8時間という猛烈な速さで海王星を一周する。斑点の形は円から四角、更に三角



へと変化することが探査機ボイジャー2号の観測でわかった。



地球上の観測で、海王星には不完全な環、即ちアーク状の環が存在しているとされていたが、ボイジャー2号の観測により、薄い4本の完全の環が発見された。2本は幅が広く2本は狭い。環は非常に小さい粒子からできており、ところどころ固まっている。一番外側の細い環には三つの塊があり、これが地球からは弧に見えたのである。内側の広い環は、幅が1万5000 kmある。2番目に広い環は幅が5500 kmで、2本の細い環の間にある。

## 9)冥王星



太陽から9番目、太陽系の辺境にある最も小さい惑星である。冥王星はまた、惑星探査機が訪れていない唯一の惑星でもある。太陽からの平均距離が約59億 kmと非常に遠いため、冥王星から見ると太陽は小さな光る点に過ぎない。

海王星が発見された時その質量は、天王星を予想の軌道からそらせるには十分でな

いことが分かり、天文学者による9番目の惑星Xの探索が始められた。特にアメリカの天文学者パーシバル・ローエル(1855~1916)は熱心であった。しかし、新しい惑星を発見できないままこの世を去り、彼の夢は友人に引き継がれた。1930年2月30日、その友人が採用したクライド・トンボー(1906~1996)により9番目の惑星が発見され、プルート(冥王星)と命名された。

冥王星の軌道は黄道面に対して17度と大きく傾斜していて離心率(楕円軌道の程度)はどの惑星よりも大きい。近日点は44億4220 km、遠日点が73億8810 kmと非常に細長い楕円軌道になっている。従って、太陽を一周するのに248年もかかる。この間、冥王星は近日点の領域を移動する20年間は海王星の軌道の内側に入るため、冥王星と海王星の太陽からの距離は逆転する。1979~1999年はその期間にあたった。

1978年、衛星カーロンが発見されると冥王星の直径が2274 kmに訂正された。質量は地球の1/500とされているが、これは、衛星カーロンが冥王星の周りをまわるときに起こる食(カーロンが冥王星を隠す現象)の解析により求められたものである。表面温度は-230~210 でメタンの氷で出来た極冠が存在するかもしれない。平均密度は水の2.21倍であることから、冥王星は木星型惑星ではなくむしろ木星や土星の氷衛星に近いと考えられている。

太陽からの平均距離 59億1510万 km

半径 1137 km

**構造** 核(岩石)、マントル(水の氷)、地殻(珪酸塩)

**質量(地球 = 1)** 0 . 0 0 2

**密度(水 = 1)** 2 . 2 1

**表面重力(地球 = 1)** 0 . 0 7

**平均軌道速度** 秒速 4 . 7 k m

**公転周期** 2 4 8 地球年

**自転周期** 6 . 4 地球日(逆行)

**軌道面の傾き** 1 7 . 1 度

**自転軸の傾き** 1 2 0 度

**表面温度** - 2 3 0 ~ - 2 1 0

**大気の組成** 窒素(主成分)およびメタン

**衛星** カーロン

**その他の特徴**

**冥王星の表面**は地形、地表の組成、霜の層、及び大気に含まれる窒素とメタンの相互作用によるものである明暗が現れている。

地球と月のように、冥王星と衛星カーロンは『**二重惑星**』となっている。この2つの天体は距離が非常に近いので、それぞれの引力によって互いに潮汐力が働き、向き合った面は固定されたままである。地球から月の裏側が見られないように、冥王星からカーロンの裏側を見ることはできない。

1992年、太陽から約60～70億km離れた冥王星の外側の領域をまわっている、1992QB1という直径250km程度の天体が発見された。その後同じような大きさの天体が次々に発見され、1999年には174個の存在が確認されている。これらの天体は、この領域の存在を予測したエッジワーストカイパーベルトにちなんで、エッジワース・カイパーベルト天体と名づけられたが、通常**カイパーベルト天体**と呼ばれている。

## 6 . 天体 ( 星 ) はなぜ動く??

### 1 ) 日周運動

夜空の星をじっくりと観察してみると、非常にゆっくりとした速度だが、見る方向によって実に様々な動きをしていることに気がつく。北の空の星々は北極星を中心に反時計回りに動いているし、南の空の星々はなだらかな円弧を描いて動いていく。また、東の空の星々は地平線から斜めに昇っていくが、西の空の星々は斜めに地平線に向かって沈んでいく。こうした星空の動きは、方向によってバラバラなようだが、注意して全天を見渡すと、ある一定の規則を持って動いていることに気がつくだろう。天球の星々は、ある軸を中心

に西周りに回転している。この軸は、地球の地軸である。つまり、地球の自転運動による影響なのである。地球は1日に1回東周りに自転している。この動きを地球上からみると、天球が1日に1回西周りに回転しているように見えるわけである。こうした星々の動きを日周運動という。日周運動の中心にある北極星は、地球の地軸を北に延長したところに位置しているわけである。北極星の高度はその観測地の緯度と等しくなる。ですから、東京での北極星の高度は地平線から約  $36^\circ$  になる。北極では天頂に見え、赤道では地平線上に見えることになる。南半球からは地平線下になってしまい北極星は見えない。当然、それぞれの観測地によって日周運動による星の動きも大きく変化する。

## 2) 年周運動

さて、「太陽は1日に1回、東から昇って、西に沈む。」こんなことはもう皆さんよくご存知のことだろう。なんだか当り前のようだが、太陽も星々と同じように日周運動の影響を受けている。では、太陽の動きと星々の動きは全く同じであろうか？答えはNOである。黄道座標の項で説明したように、太陽は1年かかって天球上を1周している。その通り道を黄道と言うのだった。ですから、1日に約  $1^\circ$  ほどのスピードで天球上を西から東に向かって移動しているということになる。もし、太陽と夜空の星々の動きが全く一緒だとしたら、「四季の星座」なんて言葉は生まれなかっただろう。なぜなら、1年中同じ範囲の星空しか見えないことになってしまうからである。太陽が1日に  $1^\circ$  ずつ東に移動するということは、星々は太陽に対して1日に  $1^\circ$  ずつ西に向かって動いて行くように見えるということである。 $1^\circ$  は時間(時角)にして約4分ですから、星々は毎日約4分ずつ早く昇って、4分ずつ早く沈んでいく。ということは、1カ月で120分、つまり2時間(= $30^\circ$ )も早く昇って来るとことになる。1年で24時間(= $360^\circ$ )ですから、ちょうど1周分ということになる。地上から見ていると、太陽は1年間に365回転しますが、その間に天球は366回転しているわけである。こうした動きを年周運動という。四季の星座といっても、ある時点でいきなり星空の様子が変わってしまうわけではない。このようにゆっくりと変化していくのである。

## 3) 歳差運動

歳日周運動や年周運動は、地球の運動によって起こるものであった。さて、ここでもう1つ大切な運動について説明しておかなくてはならない。地球の地軸は一定ではなく、大きな円を描いて回転しています。ちょうどコマの「首振り運動」とおなじようなものである。地球の地軸は黄道面に対して  $23.5^\circ$  の傾きを持っていますが、傾きはじめたコマが見せるような運動をしているのである。これを「歳差」という。コマの首振り運動は目に見えるほど大きなものですが、地球の場合の歳差運動は実にゆっくりしたもので、1回転するのに25,920年もかかる。さて地軸が動いてしまうということは、日周運動の中心が変わってし

まうことを意味する。天の北極は黄道の北極を中心として描かれた半径  $23.5^\circ$  の円周上を 25,920 年かかって 1 周する。つまり 1 年間に約 50 秒 ( $360^\circ \times 60' \times 60'' \div 25,920 \text{ 年}$ ) ほどの角度で移動していることになる。現在の北極星は、天の北極から  $0.85^\circ$  ほどの所に位置しているが、2100 年頃に天の北極に  $0.46^\circ$  まで接近する。しかし、それ以降は徐々に離れていってしまう。紀元前 3000 年頃に栄えたエジプト王朝の時代には、りゅう座の星 (ツバン) を北極星としていた。また、紀元前 12000 年頃には七夕の織り姫星であること座の星 (ベガ) が、紀元前 17000 年ころには、はくちょう座の星 (デネブ) が天の北極の近くにあったことが分かる。さて、日周運動の軸が最大で  $47^\circ$  もずれるため、見える星空の様子も一変してしまう。現在、東京から見ることの出来ない南十字星も、西暦 13,000 年 10 月 22 日午前 0 時には高度  $23^\circ$  に南中して見えるようになるはずである。また、このとき北の空には夏の大三角形が周極星として輝いていることだろう。

このような 3 つの運動により、天体は動いているのである！！

## 7 . 小惑星とは・・・



太陽の周りを回る岩石質の小天体である。ほとんどが太陽から 2 ~ 3 A U (1 A U = 約 1 . 5 億 k m) 離れた小惑星帯の中で太陽を回っている。塵の粒子から直径数キロまで、小惑星は様々な大きさをしている。

最初の小惑星は、1801年に発見された直径約 913 km のケレスである。現在まで 4000 個の小惑星の軌道が解明されているが、おそらく何百万個も存在すると推定されている。

小惑星の中には、ケレスのように容積が大きいいためその重力で球体になっているものもあるが、ほとんどは不規則な形をしている。これは大きな天体同士が衝突したり、小惑星同士が衝突しあって少しずつ破壊されるためで、小さい小惑星ほど不規則な形をしている。小惑星の全質量を合わせても、地球の質量の  $1 / 1000$  以下である。

小惑星の軌道は、通常火星と木星の軌道の間的小惑星帯にあるが、トロヤ群と呼ばれる木星と同じ軌道のものや、地球や火星の軌道を横切る「アポロ・アモール群」と呼ばれるものもある。地球に落下する隕石は、その組成から後者のかけらではないかと考えられている。

小惑星は反射する太陽光のスペクトルによって分類されている。炭素質の暗い C 型小惑星 (75%)、灰色がかったけい素質 (石質: 15%) の S 型小惑星、金属質の M 型小惑星 (10%) に大別される。

小惑星が軌道を一周する平均周期は約 5 地球年であり、多くの小惑星は 5 ~ 10 時間の周期で自転している。小惑星のなかには長く伸びた軌道を持つものもあり、そのため太陽に非常に近づいたり、地球に接近したりすることがある。これらがいわゆる

地球近傍小惑星(N E O)である。事実、小惑星エロスは地球へ2 3 0 0 万 k mまで、小惑星アポロは4 0 0 万 k mまで、そしてヘルメスは7 7 万 k mまで接近した。

大きな小惑星が地球に衝突する確率は極めて低いが、衝突した場合は2 万メガトン級の水素爆弾と同じくらいの破壊力があり、大都市がすっぽり入ってしまうクレーターが形成されるといわれている。6 5 0 0 万年前、恐竜を絶滅させたのはこのような巨大小惑星の衝突のためであろうと考えられている。

小惑星は太陽系を形成した物質の残物と考えられており、太陽系の起源について重要な関わりを持っているものと考えられている。地球に衝突する着権勢を持つ反面、小惑星は鉱物資源の宝庫ともいわれ、遠い未来の人類のために、今後探査は益々重要になってくる。

< 参考資料 >

<http://www.planetary.or.jp/index.html>

## 8 . 星

### 1 ) 褐色矮星

どんな星でも、夜空に輝く星となれるわけではない。最低でも太陽質量の1 / 1 0 くらいないと、中心核は、核融合反応を起こすまでに温度が上がらず、一人前には輝けないのである。このように質量不足のため構成になりそこなった星が褐色矮星である。また、9 9 年5 月発表されたニュースによると、最近発見された褐色矮星はいずれもメタンをたいりょうにふくんでいること、ペアになる星がないことから誕生後数十億年もたつて年老いて冷えた表面温度9 0 0 度以下の星であるとみられ、関係者を驚かせている。今だ明らかになっていない謎の多いダークマタ - の有力な候補の一つとも見られている。

### 2 ) 赤色巨星

恒星は水素ガスが核融合反応を起こしエネルギーを放出し輝いている。その燃料である水素が不足してくると、圧力が低下し恒星自身の重力が中心核を圧縮するので、中心核の温度が上がり、星の外層が膨らんで、元の大きさの数十倍、数百倍になり赤く輝く。これが赤色巨星である。

### 3 ) 白色矮星

太陽の4 倍くらいまでの質量の星は、赤色巨星時代から中心核の温度はあまりあがらないので、核融合反応の火が消え静かに冷えてゆき収縮し密度のとても高い星となり、外層は拡散し、数千年から数万年惑星状星雲として宇宙空間を彩り、やがて中心の星がむき出しになり、紫外線を放射する。これが白色矮星である。が、やがて静か

に冷えて宇宙空間に小質量星の最期の姿として漂うことになる。

2001年3月、米英の研究グループが未知の物質「暗黒物質」の有力候補とされる白色矮星を南天の10%の領域で38個発見したと発表した。これは、観測制度を考え合わせると、暗黒物質と呼ばれる見えない天体の35%が白色矮星である可能性を示唆する。暗黒物質は宇宙の全質量の90~95%と推定されている。

## 9. 星の一生

私たちの生命の源、太陽は全恒星中で平均的な星だそうである。その太陽の寿命は100億年といわれている。太陽系が出来て46億年というから、あと50億年は今のままで輝き続けるであろう。太陽質量の2倍の星の寿命は10億年、5倍の星は1億年、そして20倍の星はなんと数千万年しか寿命がない。逆に1/2倍の星は100億年も輝きつづけることができる。

このように星は、最初にどれだけのガスを集めて星になったかで寿命が決まってしまう。オリオン領域では体質量星が生まれ、そして、死に、それを幾世代も繰り返したと思われる。

今、私達が見上げる夜空の星の半分は、生まれ変わった星と考えて眺めると、宇宙の神秘が伝わってくる。

## 10. ブラックホール - はくちょう座X - 1のブラックホールの誕生とその運命



満天に輝く星は、肉眼では一つに見えるが実は半数近くは連星系ともいわれている。このはくちょうX - 1星もやはり連星であった。主星が超巨星へと進化し、命尽き超新星爆発を起こした。幸い暗い伴星は吹き飛ばされるほどの影響は受けなかった。爆発した主星は太陽の30倍以上の質量をもっていただろう。そのため主星の最後は中心核が重力破壊をおこしブラックホールになり暗黒の宇宙空間に潜んでいた。

数百年も時は流れたらどうか、伴星も星の寿命の尽きるときがきた。しだいに巨星へと進化していった。膨張した伴星の大気は、主星であった今はブラックホールの重力圏に捕らえられ、渦を巻きながら（降着円盤）吸い込まれていく、このとき高温のガスの激しい活動により強いX線を出す。このX線を検出することでブラックホール

とされている。とりもなおさず、はくちょう座X - 1の今の姿である。やがて、伴星は吸い尽くされる運命にある。そして伴星の質量分重くなったブラックホールはまた漆黒の闇に潜む。もちろん近くを通過する天体か宇宙船があるとすれば確実にブラックホールの餌食になる。そして宇宙が膨張しているなら遠い未来ブラックホールは蒸発してしまうとも言われる。

ブラックホール自信は、光さえも出さない全ての物質を吸い込む暗黒の天体であるため、直接観測することは不可能である。しかし、ブラックホールは連星系をなしている。一方の星からエネルギーとしての物質が供給されるとき、ブラックホールの周りには超高速で回転する降着円盤(物質の円盤)を作る。この降着円盤から全ての物質は「事象の地平面」を通過し一点(特異点)に向かい吸い込まれる。このとき発生するX線を測定することでブラックホールの存在と質量を知る。

そういえば太陽系に近い恒星を調べてみると、半数近くの恒星は連星系をなしているし、木星もまた太陽と連星になるべく宿命を持って誕生したような気もする。このような連星系も宇宙の大きな目に見えない作用(重力)が働いているのかもしれない。

球対称の真空状態にアインシュタインの時間と空間と重力を統一した一般相対性理論を適用した重力場方程式の回到「シュバルツシルトの半径」といわれる解がある。巨星が重力破壊し収縮してこの半径より内側では光さえも外に出られず、その中心には重力・密度が無制限に大きくなる「特異点」が現れる。この「シュバルツシルトの半径」のときを「事象の地平面」という。さらに数人の数学者によりこの解には、回転とゆがみのある解が発見されブラックホールが実在することが理論的に証明されている。

四次元の時空のゆがみ、耳慣れない言葉かもしれないが、この現象こそがブラックホールに入るために、認めなければならない事実である。巨大質量の星が重力破壊を起こし収縮を始めたとすると、この過程において強い重力により時間の進み方が遅くなり、光の波長は引き伸ばされ赤色へとかたより、「シュバルツシルトの半径」に達すると、波長は無限大にまで引き伸ばされて観測できない黒となり、時間も無限大まで引き延ばされ、空間も充分ゆがみ「事象の地平面」が発生し、その内側では空間が光速で「特異点」に向かって落下しているため、光は外に出ることが出来ないのである。こうして時空の歪んだ状態のブラックホールが出来る。

原理的にはブラックホールの外側から「事象の地平面」を超えてブラックホールに吸い込まれる物質を見る事が出来ない。なぜなら「事象の地平面」は外から見ると無限大の時間だから、しかしもしこの艦隊が降着円盤からブラックホールに向かったとしたら有限の時間で「事象の地平面」の内側に落下するだろう。無限小まで押しつぶされ無限大まで引き伸ばされながら。

## 1 1 . 地球の衛星 - 月 -

### 1)月とは・・・



地球唯一の衛星であり、地球に最も近い天体である。他の惑星の衛星は、冥王星の衛星カローンを除き対母惑星比では小さいが、月は地球の1 / 4 あまりの太陽系を代表する衛星である。ケイ酸塩の岩石からなる地殻とマントルが鉄の中心核を包んでいる。中心核の外側は部分的に溶解しているため、月震が起こる。月は空気が無い水星に似た熱くて寒い世界である。昼間の気温は134℃に達するが、夜は-170℃に下がる。

月の起源は、火星大の天体が原始地球に衝突して形成されたとする「巨大衝突説」が有力である。激しい衝突により、地球軌道に放り出された破片が再び結合して現在の月が形成されたと考える説である。しかし、月は地球と似たところはほとんどなく、水も大気もないクレーターだらけの不毛の世界である。アポロ計画で地球に持ち帰られた岩石の分析の結果、月の形成時期は46億年前であることが分かった。

当時月は、高温のどろどろした天体であったが、冷却して形成された地殻に隕石が衝突して無数のクレーターができた。巨大隕石の衝突は海を造り、溶けた玄武岩がその地表を覆った。直径91kmのコペルニクスや直径87kmのティコは、巨大衝突クレーターの代表例である。これらのクレーターは、光条クレーターの代表例でもある。光条とは、隕石の衝突で飛び散った明るい色の岩石の破片である。

地球を向いた月の表面は、明るい高地(テラ)と海(マール)に大別される。海は水の無い固まった溶岩の海で、衝突クレーターで満たされた不規則な深い凹地である。海の輪郭が円に近いのは、初期の大衝突のためである。インブリウム・ベイスンやオリンタレ・ベイスンは代表的な円形衝突構造地形である。海はまた、山脈により縁取られている。晴れの海を縁取るヘームス山脈は、高さが数千mもある。月の裏側は表面とは異なり、海は無く、クレーターが多いのが特徴である。なかでも、直径が180kmのツィオルコフスキは月の裏側では最も目立つ地形である。

月・地球間の平均距離は、38万4400kmである。しかし地球と月の潮汐摩擦により月は年間3.8cmずつ地球から遠ざかっている。引力の相互作用で、月と地球は二重惑星として回転しているため、月が地球を一周する間に月の位相は一連の変化をする。また、地球と同じ周期で自転しているため、月の裏側は地球からほとんど見えない。1959年になり、旧ソ連の月探査機ルナ3号が初めて月の裏側の撮影に成功した。

長い間、月には水がないと信じられてきたが、1996年、アメリカの月探査機クレメンタインが初めて水の存在を示唆した。1998年に打ち上げられた同じアメリカの月探査機ルナ・プロスペクターの観測により、月の両極の地下40cmに60億トンの純粋水の氷が存在することが示唆された。この氷は月面から40cmまでの深さにある純粋の水でできているらしいこともわかった。1999年7月31日、南極の永久に日陰となった地域に探査機を衝突させたが、水の氷の存在を示す証拠は得られなかった。

## 2)月のデータ

半径 1738km

地球からの平均距離 38万4400km

質量(地球=1) 0.0123

密度(水=1) 3.34

表面重力(地球=1) 0.17

平均軌道速度 秒速1.012km

地球を回る公転周期 27.3日

自転周期 27.3日

軌道面の傾き 6.67度

表面温度 -155~105

その他の特徴

**海**とは、マールとも呼ばれる広大な暗い地域(クレーター)のことで、大昔、月の暗い部分に水があると信じられたことからこの名称がつけられた。実際は溶岩が固まった平坦な窪地で、約30億年以前の月の火山活動が活発であった時期に、隕石の衝突で出来た孔(ベイスン)に流れ込んだ溶岩が冷えて固まってできた地域である。

月の表面の最大の海は「嵐の海」である。この他、人類が最初に着陸した「静かの海」、「晴れの海」、「雨の海」、「危機の海」、「豊かの海」などがある。月の裏側には、「モスクワの海」、「東の海」、「天才の海」などがある。

月最大で最新の円形衝突構造である、**インブリウム・ベイスン**は、形成後溶岩によって埋められて出来た暗い地域であり、直径1300kmの「雨の海」として知られている。インブリウム・ベイスンは三つの同心円状の山脈に囲まれている。一番外側のカルパチア山脈、アベニン山脈及びコーカサス山脈で形成される同心円構造がはっきりしている。

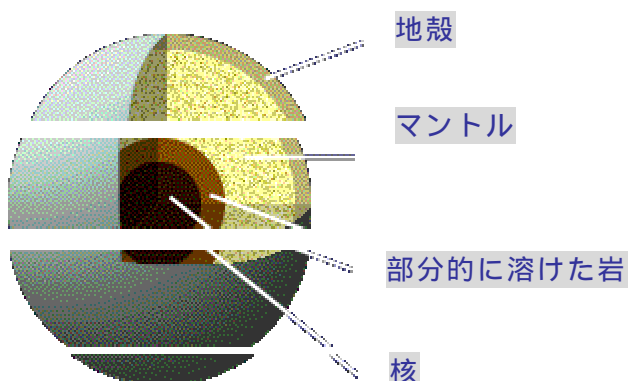
地球から見て月の西縁ギリギリにある巨大な衝突構造は、**オリエンタレ・ベイスン**である。クレーターの周囲には、三つの同心円構造が見え、一番外側の同心円は、直径900kmのコーデリア山脈である。

幅180kmのクレーターで、暗い平坦部があるためによく目立つ地形は、**ツィオルコフスキ** - である。この名前は宇宙旅行の父と呼ばれるコンスタンチン・エドアルドヴィッチ・ツィオルコフスキ - に因んでつけられた。このクレーターは外側にある。ツィオルコフスキ - を宇宙旅行の想像に駆り立てた有名なSF小説「地球から月へ」の作家ジュール・ベルヌや初めて有人宇宙旅行に成功したユーリ・ガガーリンの名前がつけられたクレーターがある。

**コペルニクス**は、放射状の光条を持つ比較的新しいクレーターの代表格で、約8億年前にできたものである。光条は隕石が落ちた衝撃で飛び散った明るい色の岩石の破片である。この名前は、地動説を唱えたニコラス・コペルニクスに因んでつけられた。

月と地球に対する大きさの比率は、冥王星と衛星カーロンの比率に次いで大きい。また、月は27.3日とほぼ地球と同じ周期で自転しているので、常に同じ面を地球に向けている。月と地球は、カーロンと冥王星と同様二重惑星の関係にある。

### 3)月の構造



月の表面の『**地殻**』は、岩石できている。(この岩石は花崗岩に似ているといわれる。)内側の『**マントル**』も岩石で、表面のよりも黒っぽい色をしている。核のまわりの岩石が、ところどころでとけているが、これは、月が生きていて活発に動いているのとは別である。

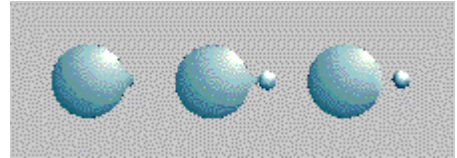
月の表面はデコボコしていて、クレーターだらけである。水星と同じで、これは昔月にいろいろなものがぶつかったからである。月の模様は『海』と呼ばれている。しかし、そこには水はない。『海』は月のへこんだところに(天文学者のほとんどは隕石がぶつかってへこんだと考えている)、その頃はまだ活発に動いていた火山から吹き出した溶岩がたまって出来た。そんな『海』ができたのが、だいたい32億年前くらいまでだといわれているので、そのあとの月は30億年くらい静かに暮らしているということになる。なので、月はもう活動していない死の星だとか、月は芯まで冷え切ってしまっているといわれている。しかし、実際には、月の中心部の温度はかなりの高さ(1500度)であるし、そのために核のまわりの岩石には溶けているところもあるようである。そのせいか、月ではときどき地震(マグニチュード1か2)が起こっている。

#### 4)月はどうやってできたのか？

月がどうやってできたのかは、まだわかっていない。そのために天文学者たちによって、長いこと論争を繰り広げられている。

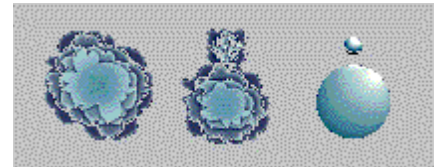
##### 分離説

太陽が生まれた時の大爆発で、飛び散った星のかけらがあちこちで集まって惑星になった。しかし、地球は出来たばかりの頃に勢いよく回転しすぎたために、その遠心力で、一部がちぎれてしまい、そのちぎれたところが、月になった。



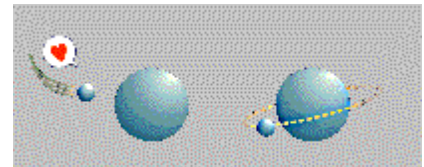
##### 兄弟説

太陽が生まれた時に地球や他の惑星ができたのと同じで、月もその時に一緒に出来た。ただ、たまたまそれが地球の近くだったために、地球をまわる衛星になった。



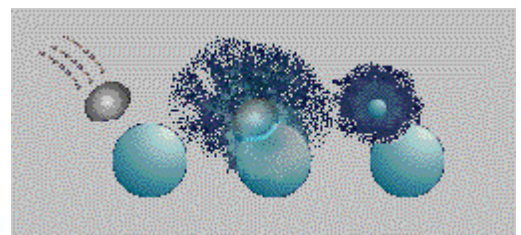
##### 捕獲説

月の岩石は地球のものと同じではないことから、月は全く別の遠い場所で生まれた。それが、ある日、地球に近づきすぎて、地球の重力にひっぱられて衛星になった。



##### 衝突放出説

まだ地球が生まれたばかりの頃、地球に向かって大きな隕石が飛んできた。(隕石は火星くらいはあったと考えられている。)この隕石が地球に見事に命中した。ぶつかったところが粉々に壊れて、宇宙に散らばり、それが集まり、地球の横に月が出来た。



実は天文学者の間でも、なかなかどれなのかは決められなかった。(今でもきまっていない)どの説もそれらしいが、どの説もいろいろ調べてちゃんと説明しようとする、どうもつじつまがあわなくなってしまう。この中でも、一番最後の『衝突放出説』が有力であるという。この説は、別名“ジャイアント・インパクト(大衝突)説”とも言われている。でもこれで、すべてが解決したってわけではない。まだつじつまのあわないところが残っているためである。

## 12. 月食

### 1) 月食とは??

月食とは、月が地球の影に入る現象で必ず満月の時に起こる。日食とは違い月食の起こる時刻は、月の見えるところなら世界中どこでも同じ時刻に見ることができる。

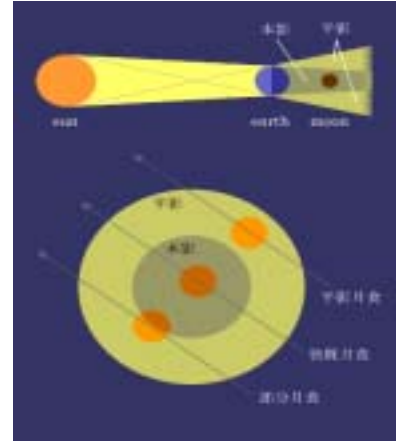
月食は満月に起こるので、月食の時に夜になっている所なら何処からでも見ることができる。

月食の始めや終わりだけしか見られない所まで含めれば、地球の半分以上にもなる。私達が月食を見る機会は意外に多くある。

例えば日本では平均して5年間に4回程度月食が見られる。

日食は平均9年間に4回なのだが、地球全体とすると月食は日食よりも起こる回数が少なく、1ユリウス世紀(36252日)間に平均154.3回で、そのうち皆既月食は71.6回、部分日食が82.7回である。

多くの場合1年間に起こる月食の回数は2回だが、1年に1回も起こらない年もあるし、3回も起こる年もある。



### 2) 月食はいつ起こるか?

地球から見ると、月も太陽も星空の中で動いている。月が星空で位置を変えるときに通る道を白道(はくどう)という。同様に太陽が通る道を黄道(こうどう)という。良く知られる黄道12星座は、星空の太陽が通る位置にある星座のことを指す。白道は黄道のように星空を一周しているが、黄道に対して平均5度9分傾いている。いずれも中心は地球なので、交点が2カ所出来ることになる。

白道と黄道の交点は黄道が18.6年周期で向きを変えるため、一定の場所ではなくなる。この交点上に太陽と月の位置が一致したときに日食となり、一方の交点に太陽、反対の交点に月が位置するときに、月食となる。月が交点上に位置することを昇交点・降交点と呼び、約半月(はんつき)に1度訪れるが、満月や新月に昇交点や降交点に居なければ、日食や月食には成らない。なので、毎新月・毎満月に日食や月食が起きてくれない。

### 3) 月食の色!!

地球の影の中には太陽の光は届かないので、月食中の月には日光が当たらず、真っ黒になって全く見えないはずである。ところが、実際の月食中の月は黒ずんだ赤褐色で光っている。

影に入った月が光っているのはなぜか?

それは、地球の大気のいたずらが原因である。地球の影というと輪郭のはっきりした円

形を想像しがちだが、大気による屈折により影の中に入り込んで行くために影と言っても真っ暗ではないわけである。また、地球に大気に入り込んだ光は空気中の酸素や窒素の分子や塵に当たり紫から青い光の成分は乱反射して行きます。夕日が赤いように大気中を長く通った光は、より波長の長い赤い光の成分だけが乗り越えて通り抜けて行くことができる。

言うなれば月面上に夕焼けが映っていると思うと分かりやすい。同じ影の部分でもより中心部の方が暗く縁に近い部分ほど赤い色に加え緑色の成分が混ざってくる。月食中に影の縁に近い部分を観測してみると、部分食の後半の皆既食になる直前あたりで美しい彩りを楽しめるだろう。日食はどうして起きるのか？ また、月食とどのように違うのか？月は小さな天体なので、地表に写る影の大きさも小さい。だから、ちょうど「太陽→月→地球」の順に並んでも、その小さな影の中に入らなければ日食は見えない。これに対して、月食は「太陽→地球→月」の順に並んだときに起こる。この場合、地球の陰に月が入って、月が普通よりも暗く見える。これは図でもわかるように、月が見える地域であれば地球上のどこからでも、月食を見ることができる。

#### 4) 月食の観察方法

天体望遠鏡があれば、月を大きく拡大できるために、月食中の月面の色の变化などをくわしく見ることができる。倍率をあまり高くすると、月が視野からはみ出してしまう。また、双眼鏡でも肉眼よりはるかにはっきり見えるようになる。

< 参考資料 >

<http://www15.cds.ne.jp/~ant/labo/solarSys/moom.html>

### 13. 日食

#### 1) 日食とは？

日食とは、月が太陽を隠す現象である。つまり、並ぶ順番としては、「太陽 月 地球」である。このときに、月の影の中に入ると、地上からは太陽が月の影に隠れて見えなくなる。

日食が起こる原理は上のとおりだが、月の影の地表への写り方は、時によっては変わる。理由は2つある。1つは、太陽の周りを回る地球の軌道が完全な円ではなく、地球～太陽間の距離が少しずつ変化するためである。もう1つは、地球の周りを回る月の軌道も完全な円ではなく、地球～月間の距離も変化するためである。この2つの変化が組み合わさって、月が作る円錐形の影の先端が地表に届く場合と、届かない場合ができる。

影の円錐が地表に届く場合は、その本影の中に入ると太陽が月に完全に隠される。この場合を、「皆既日食」という。また、影の円錐が地表に届かない場合、上空で一

点に集束した影は再び広がり、擬本影を作る。この擬本影の中に入ると、月が地表から遠いために小さく見え、太陽を隠し切れない。つまり、黒くシルエットになった月の周りに、明るい太陽がリング状にはみ出して見えることになる。この場合を、「金環日食」という。皆既日食も金環日食も、本影や擬本影の周りには、「半影」ができる。この半影の中に入ると、太陽の一部が月に隠されて見える。これを、「部分日食」という。部分日食は、皆既や金環が見られる地域の周囲の、かなり広い地域で見られる。

太陽の前を月が横切ると、太陽が月によって隠されます。これが日食です。日食には大きく3つの種類があります。見かけ上、太陽が月より大きい時には完全に隠れず太陽の周辺部が月の周りからはみだしてリング状に見えます。これを金環日食と言います。逆に、月の方が太陽より大きく見えるときには、太陽は完全に月の蔭に隠されてしまいます。これが皆既日食です。皆既日食の時には、普段見ることのできない、プロミネンスやコロナ、ダイヤモンドリングを見ることができます。

皆既日食や金環日食は、そう広い範囲で見えるものではありません。地球上に投影された月の影の中心付近でのみ見ることができます。皆既日食ツアーや金環日食ツアーなどで海外へ観測に行くのはこのためです。月の影の中心は時間とともに地球上を移動して行きますから、結果として細長い帯状の地点から見ることができます。これを皆既（金環）日食帯と言います。さて、この帯の外側の地域では皆既日食も金環日食も見ることができません。しかし、何も起こらないわけではなく、太陽の一部が月によって隠される様子を見ることができます。これを部分日食と言います。部分日食の欠け具合（食分といいます）は、皆既（金環）日食帯に近ければ近いほど大きく、離れるにしたがって小さくなります。

## 第2章 星座

### 1. 星座の誕生

現在使われている星座が、初めて誕生したのは、今から5000年以上も昔の、メソポタミア地方での事である。ここにはシュメール人と呼ばれる人が、住んでいた。彼らは、星の動きから、時間や季節を知る術を知っていた。そのうちに彼らは、星をつないで身近な動物や、彼らの神様の姿、伝説の英雄の姿を当てはめていった。これが今、私達が使っている星座の始まりである。

一方、その頃ギリシアでは神話が作られ、語り継がれていた。彼らは自然の物の中に神を見て、無数もの神を生み出してた。メソポタミアやエジプトでは、神には威厳があり、常に人間よりも高い位置から人間を見下ろしていると、考えられていたが、ギリシアの神は、とても人間的な神様であった。

このギリシア神話が、メソポタミアから入ってきた星座と結び付けられた。このことが、星座をこれだけ広い世界に広げ、また、後世まで伝わった理由の一つだといわれている。

西暦120年頃までには、現在使われている星座のうち、48個迄が完成されていた。15～16世紀になると、ヨーロッパでは大航海時代を迎えた。南半球までも航海できるようになった人たちは、シュメール人たちが知らなかった星たちを初めて目にした。そしてそこにはこれまでの星座にはない星たちが、たくさん輝いていた。これを見た天文学者たちは、競って星座を作り始めた。

1930年に、世界中の天文学者が集まり、星座の整備が行なわれた。その結果、星座は現在の88星座となり、その境界線も明確に決められた。このようにして現在私達が使っている星座が完成したのである。

## 2. 四季の星座

昔の人達は、夜空の星をつないで、星座をつくった。星に名前をつけたり、位置を覚えたりするのに便利なものである。

### 1) 春の星座

春の空をあおぐと、真上から東の空にかけて、3つの明るい星が、大きな三角形をえがいている。これは、しし座のレグルス星と、牛飼座のアルクトゥス星、おとめ座のスピカ星の3つである。しし座は、南の空を見ると、すぐに目につく春の星座である。東から上るときは、ししが、前足を上げて、空を駆け上がるように見える。

北の空の高いところには、おおぐま座の北斗七星が輝いている。7つの星がひしゃくのような形に並んでいる。

### 2) 夏の星座

夏の夜空で一番美しいのは天の川である。頭の上を南から北へ、まるで光の帯のように、ゆうゆうと流れている。この天の川をはさんで、ケンギウ(わし座のアルタイル星)とシヨクジョ(こと座のベガ星)が向き合っている。この2つは、昔から、1年に1度、七夕の日に出会うという、言い伝えのある星である。天の川の中ほどには、白鳥座のデネブ星が、白い光を放っている。これら3つの星は、ひときわ明るく、すぐ目につくので、夏の三角形と呼ばれる。

南の空には、さそり座の星が見える。一番明るいのはアンタレス星で、とても赤い星である。

### 3) 秋の星座

すみわたった秋の夜空をかざるのは、まず、ペガスス座である。頭の上に4つの星が大きな四角形を作っている。その東北から、明るい星が、ほぼ一列に並んでいる。これが、アンドロメダ座でペガススの四角形とつながっている。

アンドロメダ座より北の天の川の中には、5つの星がWの字を描いて光っている。これは、

カシオペア座の星である。

東南の空には、ほとんど1つだけ白い星が明るく輝いている。南のうお座のフォーマルハウト星である。まわりの星は、暗くてがらんとしているので、日本では南の1つ星と呼んできた。

#### 4) 冬の星座

寒い冬の空の星は、鋭く輝いていて、なかなか見ごたえのあるものである。まず東の空から、オリオンの3つ星が上がってくる。2等星が3つ、仲良く並んでいるため、すぐに目につく。オリオン座には、この3つの星をはさんで、左と右にもっと明るい星が輝いている。左にあるのは、ベテルギウス星といい、赤い星である。右は、リゲル星といい、青白い光を放っている。赤い星は温度が低く、青白い星は、温度が高い。そして、オリオン座の下からは、おおいぬ座のシリウス星がゆっくりと上がってくる。きらめくように輝く星である。1等星より10倍も明るく青白い星である。

### 3. 月ごとの星座

1月・・・冷たい北風の吹きつけるこの季節は1年のうちでも一番美しい星空が広がる季節である。頭上高くを見上げると、青白い小さな星が7個位、密集して輝いているのを見つけることができる。これが、有名なおうし座のブレアデス星軍である。日本古来の呼び方では、昴星軍という。

2月・・・1年の中で、最も寒い時期である。この時期星空では、冬の華やかな星座たちが美しく輝いている。まず、南の空高くを見上げると、誰の目にも止まるのが、斜め一列に並んだ三星と、それを取り囲む4つの星で描きだされている、狩人オリオン座の雄姿である。また真南の中天に、どの星よりもひとときわ明るく、青白い光を放って、おおいぬ座のシリウスが輝いている。このベテルギウスとシリウスに、冬の淡い光の天の川の東岸で輝くこいぬ座の一等星プロキオンを結ぶと、大きな逆三角形である“冬の大三角形”が描き出される。この冬の大三角形を見つけ出せばこれを手がかりに、他の星座を見つけ出すことができる。

3月・・・3月になると南の空では、地上の風景のように、春の星たちが輝き始める。また、春分を過ぎると日没が、1日毎に約1分づつ遅くなり始め、夏至の頃まで夜の時間が短くなっていく。春一番を告げる星座として、まず、目をとめたいのは日暮れの頃に、北東の空高くに輝く北斗七星である。あのひしゃくのような形は、季節に関わらずほぼ一年中北の空のどこかに見ることが出来るが、春先の宵にひしゃく一杯に貯えた春の香りを地上に降り注ぐような

形でのぼるこの頃が、一番似つかわしい。北斗七星は春の星座のイメージばかりでなく、北極星を見つけ出すための、実用的な役割としても使われる。ひしゃくの先端の星と星を結んだ線を約5倍に延長すると北極星にとどくという事も、覚えておくと便利である。

4月・・・雪景色の中で夜空をにぎわした冬の星空たちも、雪解けに流されるように西の地平線へと消えていく。春の星空は、天の川から離れているために、星の数は少なくなってしまふ。そして春霞に星空がかすんでしまふので、どことなく寂しい感じがする。

5月・・・おおぐま座・かに座・しし座・うみへび座といった獣たちが南中に、のんびりと昼寝をしているかのように輝く。また、北斗七星の柄の曲線に沿って南に線を延ばすと、黄色に輝く明るい星にたどりつく。この星は牛飼座の星アルクトゥルスである。そしてさらに線を延ばすと、今度は純白の明るい星にたどりつく。この星は、おとめ座のスピカである。こうして、北斗七星からスピカまで伸びる大きなカーブを春の大曲線と呼び、春の星座を探すときの目印につかっている。

6月・・・6月は梅雨のシーズンです。日本列島にまとわりつく梅雨前線の影響で、7月の中旬頃まで、うっとうしい天気が続く。しかも22日頃が夏至となり、一年中で最も夜の時間が短いこともあって、星空を見上げるチャンスが、少なくなりがちである。もしも梅雨の晴れ間に星空が広がったら、頭上のあたりを注目して見てみよう。いつの間にもやらの夏の星座へと衣替えした星空の中に、ギリシャ神話の英雄「ヘルクレス座」が横たわるように輝いているはずである。ヘルクレス座は、3等星よりも暗い星で描き出されているので、明るい都会の夜空では、見にくくなりますが、真ん中の少し折れ曲がった[H]の形の星の並びを目印にすると、わかりやすいかも知れない。

7月・・・7月はもう夏だとおもうかもしれないが、夏の夜空が広がるのは、夏休みが始まる下旬頃になる。7月は星祭りとして七夕が広く知られている。七夕の頃は、東京の晴天率は20%位であるから、織り姫星ベガと牽牛星アルタイルの輝きを見られるチャンスは、極少ないのかもしれない。そもそも七夕祭りは、陰暦の7月7日に行なわれていた。現在の暦で言うと8月に当たる。実際8月になれば、主役の二星も天高く上り、見やすくなる。七夕はどちらかというとも8月の話題にしたほうがよいのかもしれない。太平洋高気圧が梅雨前線を押し上げて、梅雨が明けると夜空は一気に夏の装いになる。まず、梅雨払い役に昇るのが、2人の巨人ヘルクレスと蛇使いである。2人は押し

出されるように、春の星座は西空に消えていく。

8月・・・夕立の雲が切れると、夏の星座が夜空一杯に広がる。北から南に流れる天の川は、その雄大な流れを南の地平線に連ねる。やや盛りを過ぎてさそり座は西に傾き出したさそり座も、アンタレスをキラキラと輝く。

9月・・・夏の夜空を彩ってきた、さそり座のアンタレスが南西の地平線に、沈もうとしている。夏の星空と秋の星空が、ちょうど子午線で区切られている。南北方向に寝転がって星空を眺めると、夏と秋の星座の性格の違いに気がつく。輝き方、星の数、天の川の濃さ、どれを取ってみても、夏の星座のほうが派手で楽しげである。

10月・・・秋の始まりの空、日が落ちたらまず、真南の空を見上げてみる。白く明るい星が一つ、さびしげに輝いている。この星は、秋の星空では、唯一の一等星である、南のうお座のフォーマルハウトである。秋の星空は一年のうちで、一番寂しい星空の部分に当たるので、星空が妙にがらんとした印象を受けるだろう。ところが秋の星空は、星座神話の登場人物ばかりで締められるので、絵巻物語りを眺めているように、楽しむこともでき、神話の視点からは、豪華絢爛な星空だと言える。

11月・・・ペガサス座が天頂に南中する。さらに、アンドロメダ座の靴紐あたりに微かな光を放っている、アンドロメダ星雲を、双眼鏡で探検するのもいい。銀河系の遥か彼方、230万年かかってやっと届いた光を目にすることができる。

12月・・・このころに吹き付ける季節風のおかげで、大気中の塵が飛ばされて、太平洋側の空は澄み渡る。夕焼けに空が染まり闇に紛れはじめる頃、西の空には夏の夜空に羽ばたいていたはくちょう座がくちばしを下にしてまるで十字架のように見える。その反対側の東の空からは、冬の星座たちが次々と昇ってくる。冬の星座は、明るい星が多いのが特徴である。澄んだ空気も手伝って、都会の空にも、たくさんの星が輝くだろう。

#### クリスマスの星

クリスマスツリーの飾り付けには、一番上に大きな星を飾り付けることだろう。これにはちゃんとした訳がある。ツリーの一番上で輝いている星の名は「ベツレヘムの星」という。かつてイエス・キリストが生まれたときに、空に輝いて、東方の博士達をキリストの誕生地であるユダヤの小さ

な村ベツレヘムへと導いたとされる星である。この星は、実在していたのかは分からないが、昔から天文学者たちの研究テーマとなり、金星説・新星説・彗星説・惑星会合説など、いくつかの説が発表されている。

< 参考資料 >

<http://www.ksky.ne.jp/~tatsuo/siki>

#### 4 . 天の川

七夕の夕べに聞こえる子供たちの楽しげな歌声である。大人たちの脳裏を、懐かしい思い出がよぎる。

七夕の主演は、なんと云っても「織り姫」と「彦星」。その間を隔てながら流れているのが「天の川」。「織り姫」と「彦星」にとっては、なんとも意地悪な悪役なのかもしれない。しかし、この天の川によって隔てられていることによって、一年に一度の合う瀬が待ち遠しく切ない思いがつのるのではないだろうか。有名な「七夕」の物語である。

さて夏、月のない暗い夜、空を見上げるとなんだかボーッと淡く光る帯のようなものが空を南北に横切って見えることがある。この淡い光の帯が「天の川」と呼ばれているものです。実際は暗い星たちの集団なのだが、その実体は 長いあいだ理解されなかった。そして、その当時の呼び名「天の川」や「ミルキーウェイ」が、現在も名残を留めているのである。天の川の実体が星の集団だと判ったのは、ガリレオ・ガリレイが望遠鏡を天の川に向けた 1610 年ころであった。また、イギリスの天文学者・ウィリアム・ハーシェルが 1785 年ころの研究を基に大きさを推定し、無限の大きさでないことを示した。そして、私たちはこの「天の川銀河」は直径 10 万光年、中心部の厚み 1.5 万光年の中心部が膨らんだ凸レンズ状をしていることを知っている。

ところで、地球上の動植物などの生物は「誕生と死」を繰り返しながら進化している。じつは、星たちもこの生物たちと同じように「誕生と死」を繰り返して進化しているのである。天の川をよく見ると、明るい場所や暗い場所が入り乱れていることに気付くだろう。昔は、この暗い場所には星がないのだと思われていたが、研究が進んでくると星が無いのではなく、星の光を遮るような物質があって、星の光が私たちの目に届かないのだと云うことが判ってきた。また、星の集団「星団」や、輝いているガスの集まり「星雲」、さらに光っていないガスの集まり「暗黒星雲」などの特異な天体があることも判った。そして、これらの特異な天体が星の誕生に深く関わっているのであった。このような、特異な天体が最も多く見られるのが「夏の天の川」なのである。

そうです、夏の天の川は、星の誕生と死が数多く繰り返されている現場なのであり。

七夕の物語に浸り、星の誕生と死に思いを馳せながら、夏の夕べの一時を過ごすのは如何なるものであろう。

## 第3章 流星群

### 1. 流星群とは？

流星群の正体は、”ほうき星”の愛称で知られる尾を引く天体”彗星”によって宇宙空間にまき散らされた塵（ちり）である。僅か数ミリほどのその塵は、彗星が通過した軌道上に無数に残され帯状に漂っている。その塵の帯に地球が近づくと地球の引力に引き寄せられた塵が大気との摩擦で激しく熱と光を放ち流星となって見えるわけである。

昔は、流星のことを抜け星とか落ちる星などと呼んで、空にある星が本当になくなると思われていた。しかし現在では、太陽系の中を運動している小さな天体が地球と衝突し、大気の中に突入して高温になって大気を光らせながら消滅する現象だと言うことが判っている。そして、単独で運動しているものは散在流星になり、群がって運動しているものは群流星として観測される。従って、流星は光ってから初めて知ることができるので、光る前には全く判らない。

しし座流星群は、テンペル・タットル彗星と関係が深いとされるが、なぜ関係があるのだろうか。彗星の尾は、よく知られているようにガスを主成分にしたものと、固体の微粒子を主成分にしたものがある。これら2種類の尾は、同時に観測されることがあり、ガスの尾は太陽の反対方向に直線的に延び、微粒子の尾は曲線状に延びるのが一般的である。やがて、ガスの尾は太陽系空間に拡散し、微粒子の尾は彗星の軌道に沿って帯状に拡散しながら運動を続ける。

しし座の流星群は、テンペル・タットル彗星の尾を形作っていた固体が、彗星の軌道に沿って帯状に分布していて、その近くに地球が到着する11月中旬に大流星雨の現象となって見られる。このテンペル・タットル彗星が太陽の回りを公転する周期は33.2年。そして、流星の出現数もこの彗星の回帰に合わせたように多くなる。

地上からこの様子を眺めると、夜空のある1点からいくつもの流星が放射状に流れるように見える。流星群は、この夜空の1点”放射点（ほうしゃてん）”の存在する星座の名前をとって”○○座流星群”と呼ばれている（希に特殊な名称のものもある）。しし座流星群の放射点は、ちょうど獅子の頭部付近になる。

また流星群では、その元となる塵をまき散らした彗星のことを”母彗星（ぼすいせい）”と呼ぶ。しし座流星群の場合は、33年ごとに地球に接近する「テンペルタットル彗星」が母彗星に当たる。昨年3月、テンペルタットル彗星は33年ぶりに太陽に最も接近したことが確認された。

昔は、流星のことを抜け星とか落ちる星などと呼んで、空にある星が本当になくなると思われていた。しかし現在では、太陽系の中を運動している小さな天体が地球と衝突し、大気の中に突入して高温になって大気を光らせながら消滅する現象だと言うことが判って

いる。そして、単独で運動しているものは散在流星になり、群がって運動しているものは群流星として観測される。従って、流星は光ってから初めて知ることができるので、光る前には全く判らない。

## 1) しし座流星群

流星には、季節や時刻に無関係に出現する流星と、ある季節にある星座から決まって沢山出現する流星の2種類があることが知られている。季節や時刻に無関係に出現する流星のことを散在流星、ある季節に決まって出現する流星を群流星と呼ばれている。そして、群流星は出現する星座の名前をかぶせて、○○座の流星群と呼ばれている。

従って、今回話題になっている「しし座流星群」は、しし座から四方八方に飛び出すように出現することから付けられた名前である。もうすでに、多くの報道や出版物によって知られているように、日本時刻の1999年11月18日の早朝、この「しし座流星群」の流星が多数見られるだろうと云われている。では、この流星群とはいったいどのような歴史と成り立ちを持っているのだろうか。

1799年11月11日、南アメリカのベネゼーラにいた探検家のフンボルトが1時間当たり70万個から100万個にも達するような大流星雨に出合ったことが記録に残っている。また、1833年11月12日には突然大流星雨がアメリカなどで見られた記録が残されていて、この現象は7時間以上も続き1時間当たりの出現数は1万個より多かったと推定されている。そして、この年から33年を経過した1866年にも大流星雨が観測され、この3回の大流星雨はいずれもしし座のほとんど同じ場所から出現していることが判った。

一方、1865年12月19日にフランスのテンペルが1個の彗星を発見した。引き続いて、アメリカのタットルが1866年1月5日に独立に同じ彗星を発見した。テンペル・タットル彗星の誕生である。この彗星の観測が続けられ、軌道が求められると、1799年、1833年、1866年に出現した大流星雨の軌道とよく似ていることが判った。そして、その周期はいずれも33年だったのである。こうして、しし座の流星群とテンペル・タットル彗星との軌道の関連性が知られることになった。そして、19世紀から20世紀にかけて活躍した、フランスの文豪ロマン・ロランは同名の小説を書いている。

### しし座流星群の楽しみ方!!!

流星は、明け方に多く見られることが知られている。これは、地球の公転運動の進行方向と明け方の方向が一致するため、進行方向から大気中に突入してくるものの方が多いためである。例えてみると、自動車のフロントガラスの方がリアウインドウより雨が強く当たり、しかも雨の量も多いのに似ている。従って、今回のしし座の流星群も同様に明け方に見るのがベストである。流星群は、天の一点から四方八方に出現するので、その星座が地平線の上に上っていないと見られない。11月中旬に、しし座が上って来るのは真夜中の12時頃である。このような条件なので、当然ながら夜中過ぎから明け方までが観測の

チャンスとなる。ところで、どの方角を見ればよいのだろうか？という疑問にであう。流星群はある一点から四方八方に出現するので、どの方角がベストであるとは言い切れないが、出現する星座がある方向つまり、しし座流星群の場合には東の空を向いて観測するのがベターだろう。流星は瞬間の現象である。それこそアッと云う間の出来事なので、見落とさないように頑張る他ないだろう。目を逸らしたその瞬間にも流れたかも知れない。天体観測というと、先ず望遠鏡！と多くの人が考えるだろう。流星に限って言えば、望遠鏡は全く不要である。何しろ、何時どこに現れるか全く判らない物を見ようとするのだからできるだけ広い星空が見えること、そしてその夜空が暗いことが最低の条件である。もちろん、月明かりがあると暗い星は月明かりにかき消され、暗い流星は見えなくなる。幸い、今年ちょうど新月なので月明かりにさまたげられることはない。

このような条件を満たす場所として、例えば広い河原の河川敷、田んぼや畑の中、都会ではビルの屋上や視界の広い公園、そして人家の無いような郊外の山の見晴らしの良い頂上などが考えられるだろう。しかし、なんと云っても重要なことは、人工の灯火が直接見えないことである。明るい屋内から急に暗い屋外に出ると真っ暗で何も見えない状態になるが、しばらくすると暗闇に目が慣れてきて周囲が見えるようになってくる。夜の闇に目を十分馴染ませて暗い流星まで楽しみたいものである。

目で見て観察するとき、数を数えるだけでも十分楽しむことができる。時間を区切って、その時間内に見えた流星の数を数える。こうすると、時間変化がわかる貴重な資料になる。また、写真撮影も楽しみたいものである。暗い流星では無理だろうが、高感度のフィルム（できればISO800以上のもの）と、明るい広角のレンズが手元があれば、明るい流星であれば十分写る。カラー写真であれば、流星の色の变化も写るだろう。しし座のある東の方向にカメラ向け、三脚で固定します。露出の目盛りをB（バルブ）に合わせ、レリーズを使ってシャッターを開き、流星がカメラの写野の中を流れるのを待ち受ける。流星が流れた後に、痕と呼ばれる淡い雲状のものが見られることがある。この痕が写るとしめたものである。流星と共に、あなたのアルバムの1ページを飾ることになるでだろう。11月中旬の夜半から明け方と云うと、気温も随分低くなる。防寒服や手袋、さらには使い捨てカイロなども必要かもしれない。広い夜空を見るには、寝転がって見るのが最良の方法である。寝転がるには、グランドマットなどがあると、地面からの冷え込みを防げるだろう。

## 2) ふたご座流星群

12月、今年1年を締めくくる流星群、それがふたご座流星群である。冬の星空は、透明度がいいため、とても綺麗に見える。学校や会社からの帰り道、ふと立ち止まって、夜空を見上げてみてはどうだろうか？明るく輝く7個の1等星たちとにぎやかに騒ぐ冬の星座たちが待ってるだろう。またもしかするとこのふたご座流星群とも出会えるかもしれない。またふたご座は、明るい2つの星（ポルクスとカストル）が仲良く並んで輝いている。

神話では、仲の良い兄弟でだが、この2つの星のように、恋人と2人で仲良くふたご座流星群を見るのもいいかもしれない。ふたご座流星群は、8月のペルセウス座流星群、1月のしぶんぎ座流星群(りゅう座流星群)とともに多くの流れ星を見せてくれる流星群の1つである。この3つの流星群は3大流星群と呼ばれることもある。ふたご座流星群は、輻射点があるふたご座が日の入りとともに東の地平線上に現われて一晩中見えているため、ふたご座流星群も一晩中見ることができる。ふたご座流星群は、12月初めから初期活動が観測され始め、12日ころから活動が盛んになる。太陽黄経262度(14日ごろ)で極大になり、極大後はつるべ落としのように急激に出現数が減少する。極大日には、だいたい1時間に30~50個の流れ星を見ることができるだろう。また、1996年のように、ときとして1時間に100個を超える大出現も見せてくれる(1996年は、西日本の複数の観測者によってHR100以上の観測が報告されている)。ふたご座流星群の特徴として、速度は中速で、経路も比較的短いので、しし座流星群やペルセウス座流星群と比べると少し地味かもしれない。できれば、空の暗い場所に行って、多くの流れ星を堪能したいものだが、マイナス等級の明るい流れ星もそこそこ出現するそうなので、街中でも、ふたご座流星群は楽しめるかもしれない。ふたご座流星群の正式な出現記録は1862年からで、しし座流星群やペルセウス座流星群に比べると歴史はそんなに古くない。1983年発見された小惑星ファエトンとふたご座流星群の流れ星の軌道が良く似ていることより、現在のところふたご座流星群の母彗星は小惑星ファエトンではないかとされている。この小惑星ファエトンが発見される前から、軌道の研究から惑星摂動の影響で21世紀になると母天体の軌道が地球軌道から離れていくために見られなくなるという研究があった。しかし、実際の流星観測結果からは、このふたご座流星群の活動が弱まっているという観測結果はなく、また、母彗星ファエトンの軌道が2223年に地球にもっとも近づくといい研究もあり、21世紀には見えなくなるという説は否定されつつある。

### 3) ペルセウス流星群

毎年8月の中旬(ちょうどお盆のころ)になると、「ペルセウス座流星群」の流星がたくさん見られる。この流星群は、1月の「りゅう座流星群」、12月の「ふたご座流星群」とあわせて『3大流星群』と呼ばれるだけあり、空が暗くたくさんの星が見える所なら、多いときには1時間で40~60個以上の流星を見ることができるだろう。今年は夜空に大きな月があって邪魔をするが、それでも、たくさんの流星を見ることができるだろう。

流星は一般に夕方よりも明け方のほうがたくさん見える。これは、明け方のほうが、地球大気突っ込んでくるチリを捕えやすいからである。ペルセウス座流星群の場合もそうですから、夜中まではゆっくり寝て、真夜中過ぎから楽しむのがコツである。

## 2. 彗星とは?

夜空に何の前触れもなく出現する「ほうき星」が彗星である。その正体は、氷で出来た

天体で、普段は太陽から離れた場所に存在するが、時折、太陽系の内惑星系まで接近してくる。そのとき大きな尾が発生して「ほうき星」となる。この天体の起源は太陽系誕生のときにまでさかのぼる。これらの起源の有力な説は次のようなものである。

今から46億年前、星間ガスが凝縮しその星間雲の中で、無数の星系が生まれた。その中の一つに原始太陽系があり、中心に赤く光る原始太陽を中心としてガス円盤が降着していた。これを「原始太陽系星雲」という。円盤状になるのは遠心力があるからである。この中心の天体だけが熱核融合を起こして太陽（恒星）となった。初期の段階では磁場の影響で双極分子流（ジェット）が発生し、円盤物質の約10分の1は宇宙空間に飛び去ってしまう。その周りには、黒い有機物を含んだガスとチリでできた円盤が取り巻いている。後方には、同じ原始惑星系円盤が複数存在し、また生まれたばかりの恒星がいくつか見える。

やがて、ガス円盤の中では、チリが集まって微惑星が形成された。それがお互いに衝突、破壊、合体を繰り返した。太陽に近いところでは揮発性の高い物質は太陽光線により昇華するため、不揮発性の物質が多く、水素やヘリウム、水などが比較的少ない岩石質の質量の小さい地球型惑星が形成された。一方、ある程度遠い場所では、太陽光線が弱いいため揮発性の物質も存在し、水素やヘリウム、水（氷）などが多く、質量の大きい木製型惑星（主成分：水素・ヘリウム）が形成された。

微惑星の一種である彗星は主成分が氷という特性があり、主に温度の低い太陽系の外縁部で形成され、その無数に存在する彗星群の一部は、何らかの重力の影響で太陽系の中心付近を通過する軌道を周りだし、惑星に接近、衝突した。こうして内惑星系にも水や複雑な有機分子（生命の材料）などが供給された。

しかしほとんどの彗星は現在も太陽系の果てに取り残されたままである。その彗星の巣を「オールトの雲」と呼んでいる。太陽系の果てを回っていた彗星群は、公転速度が遅いために、衝突する確率が少なく惑星にもなれず、現在もそのままの状態になっている。つまり、太陽形成時の材料が余ってしまったものが現在の彗星なのである。

それらは、時折、何らかの天体力学的な作用により、太陽の重力に捕まり、太陽系の内部を通る軌道へと変更される。内惑星へ接近すると、彗星表面の揮発性の高い物質は太陽光線により温められ急激に気化する。その結果、特有のガスとチリでできた長い尾ができる。この尾は太陽に接近しているときだけ発生して、太陽系の外側に戻ったときにはそのような尾は形成されない。

このような天体であるため、太陽系誕生の際の情報がそのまま閉じ込められている天体と考えられている。

<参考資料>

[http://users.eolas-net.ne.jp/napic/stella/comet\\_top.htm](http://users.eolas-net.ne.jp/napic/stella/comet_top.htm)

## 1) ハレー彗星

ハレー彗星について分かっていることは、1705年エドモンド・ハレーが、その頃ニュートンによって公式化された運動の法則を使って、1531年、1607年、1682年に現われた彗星が1758年に戻ってくるだろうと予言した。彗星は、実際に予言したとおりに戻ってきて、ハレーを表彰して彼の名前が付けられた。

ハレー彗星の軌道の平均的な周期は76年だが、現われた日がいつなのかは、単純に1986年から76年の倍数を引き算して求めることは出来ない。大きな惑星の重力に引っ張る力が、彗星が公転するたびに軌道周期を少しずつ変えていくからである。重力以外の影響（例えば、彗星が太陽のそばを通る間に沸騰して出てきたガスの反動）もわずかではあるけれども、軌道の変化に重要な役割をする。紀元前239年から1986年までの間に、軌道周期は76年から79.3年までの間を変動した。

ハレー彗星の軌道は逆行していて、黄道に対しては18度傾いている。またその形は、細長い偏心軌道である。

ハレー彗星の核の大きさは、およそ $16 \times 8 \times 8$  kmある。事前の予想とは反対に、ハレーの核はとても暗いものであった。核のアルベド値は石炭より0.03暗いだけのものではなく、太陽系で一番くらい天体である。また、核の密度はすごく小さく、 $0.1 \text{ g/m}^3$ という数値は、核には孔がたくさん空いていて、それは、氷が昇華したあとにチリが残ったものかもしれない。

次は、2061年に戻ってくるだろう。

## 2) リニア彗星

リニア彗星は、この夏、肉眼で見える明るい彗星になるかもしれないと話題を呼んでいる彗星である。1999年9月27日にリンカーン研究所チームが捉えた小惑星状天体が彗星であることが判明し、認識符号C/1999 S4、通称「リニア彗星」発見された。1999年下旬には太陽から約4天文単位の位置にあり、地球から15等級の明るさで観測された。

リニア彗星はたくさんある。リニア彗星を発見したLINEARプロジェクトでは、地球へ接近してくる可能性のある小惑星などの小天体をリストアップすることを目的としている。掃天観測を自動加地、効率的にたくさん的小天体を新発見している。リニアによって発見された彗星は、2000年5月現在48個にのぼる。これからもリニア彗星は増えつづけるだろう。

彗星には、ある周期で太陽に近づいてくるものもあるが、そうでもないものもある。周期的に戻ってくる彗星の軌道は楕円軌道をしているが、リニア彗星の軌道は放物線に近く、太陽に接近した後は、ずっと遠いところまで行ってしまふ。

リニア彗星は8月上旬まで明るく見られる。7月中旬からは夕方日の入後、北西の空に見えている。また、7月中旬までは明け方の北東の空にも見えている。7月23日に地球に最も接近し、26日には、太陽に最も接近する。この前後は、彗星が最も明るくなるために、7月下旬が最も見やすい時期であるといえる。

リニア彗星が一番明るくなるのは7月下旬になる。彗星は太陽に近づくほど明るくなる。また、地球との距離が小さいほど明るく見える。7月23日に地球に最接近し、7月26日には太陽に最も近づく。この頃が最も明るくなるはずだが、彗星の核に変化が起こり、突然明るくなったりすることもある。

リニア彗星が7月頃しか見れないのは、リニア彗星の軌道は、太陽を焦点とする放物線に近い形をしているためである。彗星は太陽に近づくにつれ加速し、太陽に最も近づいたところで最も早く運動し、遠ざかるにつれ減速する。彗星の核が活発に蒸発し、明るく見えるのは太陽に近づいた前後なので、条件がよいのは太陽に近づいたごく限られた期間ということになる。地球との位置関係も考えると、観察しやすいのは5月～8月上旬で、特に見やすい期間は、最も明るくなる7月下旬ということになる。

### 3) ハール・ボップ彗星

ハール・ボップ彗星は、超巨大彗星といわれ、発見されたのは1995年7月である。その軌道が判明すると、驚くべき事に発見されたときの太陽からの距離は7天文単位(1天文単位は地球と太陽の距離：1億5千万km)であることがわかった。これは、木星よりも遠い場所である。しかも、発見されたときの明るさは11等とこの距離にしては信じられないくらいの明るさであった。周期彗星の中でも大型のハレー彗星でさえ、同じ距離では15等から16等の明るさだったことを考えると、ハール・ボップ彗星のほうが約100倍も明るい。つまり、それだけ巨大な彗星だと考えられている。

1000年に一度の大彗星といわれ、実際の核の大きさは20kmから40kmほどといわれている。が、核そのものは周りに厚く覆ったチリやガスによって隠されているためまだよくわからない。巨大さは、彗星の場合、絶対等級とよばれる値で表すことが多い。これは、彗星を地球から1天文単位、太陽から1天文単位においたときの見かけの明るさである。

過去に観測された2000個余りの彗星の記録を調べても、ハール・ボップ彗星は2番目に大きい。つまり、ハール・ボップ彗星は1000年に一度の大彗星ということに

なる。最も、1番目の1729年の彗星は余り太陽には近づかなかったため、実質的にはヘール・ボップ彗星は太陽に近づいて明るくなる彗星の中では人類が目撃する最も巨大な彗星、ということがいえる。

今後の動きとしては、11月になると夕方の南西の空の低空になる。まだ肉眼等級になったばかりで、ベテランの人でないと探し出すのは難しいかもしれない。

その後、次第に太陽に近づいていき、年末から1月にかけての間は太陽のそばでほとんど見ることは出来ない。2月になると明け方の空に上ってきて、東の地平線を南から北へ滑るように動いていく。北へ向かうにつれ、明け方の北東の空だけではなく、次第に夕方の北西の空でも見るできるようになり、彗星が近日点通過を迎える4月には、特に北の地方では夕方の北西の空、および明け方の北東の空の両方で観測可能なる。

このとき、地平線と成す尾の角度が明け方と夕方ではかなり違ってくる。尾は、夕方の方が地平線に対して立っているが、明け方では水平になってしまう。5月のゴールデンウィークにはいると、夕方の西の空の低空だけで見えるが、次第に南の空へ下がってしまうため、日本からは見えにくくなっていく。

#### 4) 百武彗星

百武彗星の発見は鹿児島県のアマチュア天文家・百武さんが、1月31日の早朝5時頃に、てんびん座とうみへび座の境界付近で発見した明るさ11等ほどの新しい彗星である。この彗星は、1996年になってから発見された新彗星としては2つ目、日本人の発見した彗星としては67番目となる。

この彗星は3月25日16時30分(日本時)頃に、地球に非常に接近する。接近距離は0.102天文単位(1天文単位は地球と太陽の平均距離、1億千万km)で、実際の距離にすると約1530万km、月までの距離の40倍ほどになる。宇宙のスケールからいえば、これはまさしくニアミスといえるもので、過去の記録に残されている彗星の中では歴代19番目の記録となる。また、最接近時の見かけの動きは、1時間に約21分角(月の直径が約30分角)程に達する。

さらに、百武彗星はこの種の長い周期を持つ彗星の中では、平均よりも明るいことが特徴である。彗星を地球から1天文単位、太陽から1天文単位においたときの見かけの明るさを絶対等級という値と定義して、この値で彗星の明るさを比較する。百武彗星の絶対等級は、当初の予測である5.5等(国際天文学連合)よりも1等以上明るいことが最近の観測から分かりつつあり、ハレー彗星を凌ぐ大物であることが判明した。

さらに、最接近時前後の百武彗星の位置は、日本を含めた地球の北半球から非常に見やすい位置にくる。とくに、25日から30日までの間は、北極星に近づくために、日本

から見ると日周運動によっても地平線下に没しない、いわゆる「周極星」となり、一晩中見ることが出来る。

上の3つの条件から、この彗星は、近年になく珍しい彗星だということが分かる。肉眼で明るさが1等に達する彗星としては、1976年3月に出現したウエスト彗星以来、20年ぶりである。また、地球に近づいたために肉眼で見えた彗星としては、1983年5月に出現したアイラス・荒貴・オルコック彗星以来、13年ぶりである。さらに、このような明るい彗星が地球に接近する例としては、1759年第3彗星(1760年の大彗星)以来、236年ぶりあるいは、1556年の大彗星以来、440年ぶりと考えられる。

## 第4章 星雲・星団

### 1. 星雲

一般に、**星雲**とは星間ガスの塊(恒星と恒星の間に存在する希薄なガス)のことをいう。

宇宙には水素を始めとしたいくつかの元素からなるガスのかたまりがあり、近傍の恒星に照らされたり、自身で光を放ったりしながら観測される。このような天体を星雲と呼び、照らされるタイプの星雲を反射星雲、自身で光るタイプの星雲を散光星雲と呼ぶ。

#### 1) 散光星雲

不規則な形に広がったガス体からなり、近くの恒星の光を反射したり、その恒星に熱せられて光っている星雲。主に銀河面(天の川)の近くに集中して見られる。大きなものでは数十光年と、他のガス星雲に比べて大きく広がりをもった星雲である。

例) 干潟星雲(M8 射手座、夏)

#### 2) 暗黒星雲

チリやガスを含む星間雲が銀河や散光星雲の手前にあるときその形がシルエットとなって見えるもの。恒星誕生の舞台とされている。

例) 馬頭星雲(IC434の前面 オリオン座、冬)

#### 3) 惑星状星雲

恒星進化の末期に現れ、赤色巨星の終期、中心のヘリウム核の燃焼によって外層のガスが大量の恒星風(星の引力を振り切って、表面から外部空間に向かって、流出していく星の成分のこと)として周囲に放出される。このガスが中心星の赤外線によって球殻状に放射をし、各ガスが成分特有の新しい発光が見られるもの。

例) あれい状星雲(M27 こぎつね座、夏)

#### 4) 超新星残骸

超新星爆発で吹き飛んだガスがつくる残骸。球殻状に広がりながら周囲の星間ガスと衝突し、その衝撃波でガスが加熱されてX線や電波を発している。

例) かに星雲 (M1 牡牛座、冬)

#### 5) マゼラン星雲

日本などの北半球の主な国々からは決して見られず、南半球の空にだけ見られる星雲がある。その代表的なものに大マゼラン星雲と小マゼラン星雲がある。これらは、南半球だけで見られる地球で一番近い銀河である。この2つの星雲の名は、史上初めて世界1周の航海をなしとげたポルトガルの探検家・マゼランが見つけたことからこの名がつけられた。ところで、この2つの星雲は、どちらも私たちの銀河系と同じ立派な銀河である。しかも、宇宙にたくさんある銀河のなかで、銀河系に最も近い銀河である。地球から大マゼラン星雲の距離は約16万光年、小マゼラン星雲までは約20万光年とされている。

大マゼラン星雲と小マゼラン星雲、さらに銀河系は連星のように重力で結びついているといわれている。この2つの銀河は、銀河系に対して「お伴」のように存在している「伴銀河」である。大マゼラン星雲の星は若くて明るい星が多く、小マゼランは老人の星が多いといわれる。1987年2月には、大マゼラン星雲の中に突然爆発が起こって、明るい星が出現した。これは超新星と呼ばれるもので、巨大な星が、短い間にもものすごい星のエネルギーを放出して死んでいく現象である。現在この星は「超新星1987A」とよばれている。1604年以降にあらわれた超新星の中では地球に一番近く、南半球の空にはっきりと見ることができた。

## 2. 星団

### 1) 散開星団

銀河面(天の川)に沿って多く見られる星団。年齢は若く、数千万から数億年のものが多い。生まれたての百万年以下のものもある。

例) プレアデス星団 (M45 牡牛座、冬: 別名すばる)

### 2) 球状星団

数万から数十万個の恒星が数百万光年の領域に集まった星団。年齢が100億歳を越える年老いた星の集まり。

例) M13 (ヘルクレス座、夏)

球状星団は、銀河系の化石といわれる。それはどうしてか。

150億年前宇宙ではビッグバンと言われる全ての始まりの時、大爆発により水素、ヘリウム、リチウム等軽い元素が造られ、時の流れの中で(何億年と気の遠くなる時間)、星

間ガスが収縮し星が誕生する。そして炭素、酸素、鉄等重い元素は、星の中で合成されてできるといわれている。この星が最期を迎え、超新星爆発して宇宙空間に重元素を撒き散らす。100億年もの長い間、何世代か星の輪廻転生が繰り返され、星間ガスは、だんだん重元素を多く含んだ汚れたガス雲になった。

こんな星間ガス雲の中で、46億年前、多くの重元素を含んだ何世代目かの星、太陽が誕生した。球状星団が100億年以上も前の年老いた星といわれるのは、重元素が極めて少なく、宇宙誕生初期の、綺麗な星間ガス雲で出来た星の集団であることがわかる。そして銀河系の輪廻転生を100億年以上もただみつめてきた正証人が球状星団である。

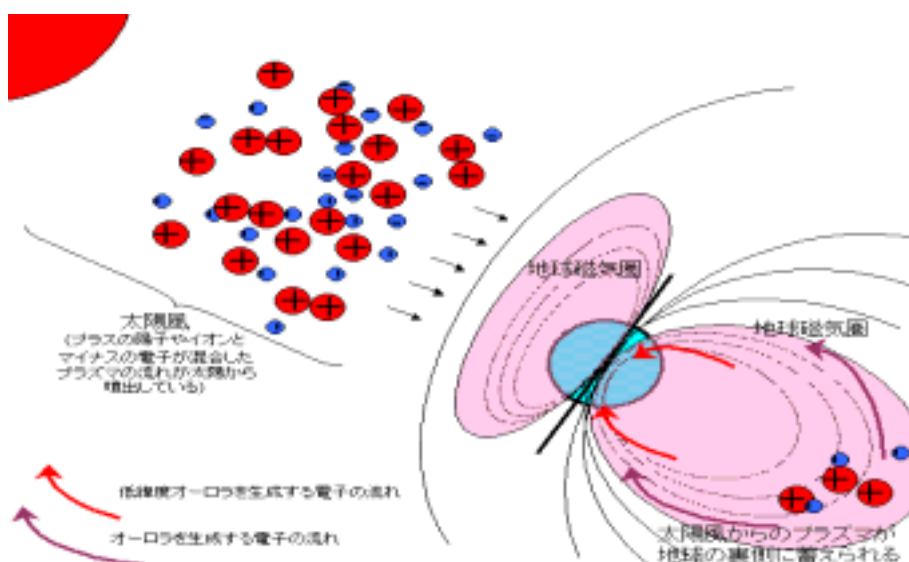
## 第5章 オーロラ

### 1. オーロラについて！！

オーロラとは「地球上で体験できる宇宙現象」である。

太陽は熱と光に加え電気を帯びた粒子を放出しており、これを太陽風と言いますが、太陽風に運ばれてくる太陽磁場と地球磁場がぶつかることで、大気中の窒素や酸素の粒子と衝突し、青、緑、赤、紫などネオンのような光を発します。渦巻く光はカーテン状、バンド状など形も様々である。

地球以外の惑星では木星、土星、海王星でオーロラが観測されている。国際地球観測年に始まった人口衛星による宇宙探索によって、オーロラは100万メガワットの大電力真空放電による発光現象であることが分かった。



### 2. オーロラはなぜできるのか？

まずは簡単に説明しよう。

オーロラは太陽風といわれる太陽から吹きつける電気を帯びた粒が地球の磁気圏につかま

ってエネルギーを蓄積し、そこから電子地球の北極や南極の極地へ向かって突入し、空気にぶつかって発光するときに見太陽はほとんどが水素(H)やヘリウム(He)などのガスからでき、その周りには皆既日食のときに良く見える100万度の高温に達するコロナがある。このコロナの中は高温であるために水素の原子が、電子(-)と陽子(+)に分裂して存在している。このように、プラスのイオン(陽子)とマイナスの電子が混合している状態をプラズマと言う。このコロナは高圧なので原子や陽子が高速で噴出してきている。これを太陽風という。この太陽風は一方、地球は大きな磁石(じしゃく)となっている。地磁気(ちじき)の北極は地球の南極から約1600kmはなれたところ、地磁気の北極は南極から約2600kmはなれた地中深くにある。この磁力(じりょく)が働いている部分を磁気圏(じきけん)とよび、地上から120km以上の高いところにある。太陽風の中の電子や陽子は、この磁気圏の中に蓄(たくわえ)えられ、特に太陽と反対側にたくさん集まり尾(お)がのびたように分布(ぶんぷ)する。そして何かの原因で爆発(ばくはつ)的に飛び出て磁力線に沿って、とんでいく。磁力線が集まっている北極と、南極にたくさん飛んでいくことになる。これらが地球の上空の空気の原子とぶつかったときに空気中のガスの原子がエネルギーをもらい、そのエネルギーが光となって出てくる。これがオーロラである。

このように、太陽から直接(ちょくせつ)飛んで来る電子や陽子があるままオーロラを発生するのではなく、磁気圏に蓄えられたものが関係しているということは、南極での観察によってわかった。

オーロラは地上から80~120kmの高さで(中にはもっと高い位置で)、緑や赤色、黄色といろいろな色を見せてくれる。この色はぶつかる空気中のガスの種類(しゅるい)によります。空気中には酸素(さんそ)や窒素(ちっそ)の他に、水素やナトリウムなどの原子がわずかに含まれている。例えば、酸素とぶつかると緑色や深い赤色、窒素では青やむらさき色、水素では青やオレンジ色、ナトリウムでは黄色の光が出る。

この太陽風は先に述べたように電気を帯びていますので、磁力線の回りをくるくる回る性質があります。地球は方位磁針がいつも南北を示すように、北極がS極、南極がN極の磁石になっている。この地球という磁石はN極からS極に向かって図に示すように磁力線が出ていますので、この磁力線のまわりを太陽風に乗ってやってきたプラズマがクルクル回りながら電気エネルギーをためていく。この電気エネルギーをためている場所は、主に南極や北極などの上空の磁気圏といわれるところで、大体、緯度70度付近、高さは60~1000km程度の上空になる。特に太陽と反対側の地球の陰に隠れたところに彗星の尾のように多く蓄えられる。この電気エネルギーが十分にたまり、それ以上ためることができなくなると、突然この電気エネルギーが高速な電子線となり、地球の地磁気に沿ってくるくる回りながら、地球の大気に衝突します。磁力線が多く集まっている北極や南極に多く突入する。

このように、太陽から直接飛んで来る電子や陽子があるままオーロラを発生するのではなく、磁気圏に蓄えられたものがオーロラを発生している。このとき、空気の中の色々な

原子（酸素原子O：630nm 赤 558nm 緑、窒素分子イオンN<sup>2+</sup>：391nm 等）にエネルギーを与えて、その原子が発光するのがオーロラとして見えるのである。その発光する原子の種類や、吹き付ける荷電粒子のエネルギーの大きさによって、色々な光り方をする。カーテン状になるのが有名ですが、放射状に光ったり、コロナ状に光ったりしますし、色も赤・緑・黄・青・ピンクなどの美しい彩りを放つ。オーロラが発生するのは前に述べたように上空の非常に高いところ（60～1000 km）で起こっている。ちなみに、雲や普通のジェット機の飛ぶ高さは10 kmくらい、スペースシャトルは250 kmくらい上空を飛んでいる。また、天気予報で使用される気象観測衛星「ひまわり」はもっと高い36000 kmところを飛んでいます。また、太陽風は太陽の活動状況によって強くなったり弱くなったりしている。スペースシャトルの観測によればオーロラは太陽と反対方向に膨らんだ形をしていることが判っている。また、南極と北極では同時に同じ形をしたオーロラが観測されると言われている。

### 3 . 日本でもオーロラは見る事ができる！！??

低緯度オーロラという、通常のオーロラとはちょっと異なった赤い色のオーロラが見られることがある。

この低緯度オーロラについて説明しますと・

日本でも昔から「赤気」と呼ばれています。これは通常極の方で見られるオーロラと違って赤い色で光り、緯度の低いところで見られるために低緯度オーロラと呼ばれている。最も古い記録は日本書紀に620年12月30日に観測された記録が残っている。また、最近では、1989年10月19日に発生した太陽面爆発(フレア)が引き金となった磁気嵐による低緯度オーロラが磁気嵐の二日後の21日に北海道と東北で観測されたものがある。

#### 低緯度オーロラが出る仕組みはどうなっているのでしょうか？

低緯度オーロラは通常のオーロラよりも低い緯度の50～60度の付近に降り注ぐ電子線によって引き起こされることが判っている。この電子は通常のオーロラを引き起こす電子よりも地球に近い内側でそのエネルギーを蓄えられるために、緯度の低いところに落ちてくると考えられている。また、この低緯度オーロラは緯度42度程度の北海道から見た場合、オーロラ下部の緑色は地平線に隠れて見えず、上のほうの赤い色だけが見えると考えられている。

### 4 . オーロラの最も見える場所はどこ??

地球上でオーロラが最もよく見える場所は、北極を中心にした地磁気緯度65～70度のドーナツ状の地域である。北極圏近くに広がるこのドーナツ状エリアは「オーロラオーバル」と呼ばれている。北半球ではシベリア、スカンジナビ



ア半島の北、カナダ北部、アラスカなどがその輪に属している。オーロラ帯は南半球にもある。ではなぜ、オーロラは北極や南極などの極地でしか見ることができないのであろうか。これは太陽から飛んできた電子や陽子が地球の地磁気によって、北極（S極）と南極（N極）に引き寄せられるからである。

#### - 星空に関する用語の説明 -

##### ●天の川（あまのがわ）

暗い夜空に見える淡い光の帯です。銀河系の遙か彼方に存在している何十億個の星からなっている。銀河系全体を指す愛称でもある。

##### ●隕石（いんせき）

惑星またはその衛星の表面に落ちた、小惑星などの破片のことである。

##### ●宇宙（うちゅう）

存在するすべてのものを指す。物質・空間・時間もすべてが含まれる。

##### ●外合（がいごう）

内惑星である水星または金星が、地球から見て、太陽の向こう側に位置する現象を言う。

##### ●軌道（きどう）

天体が自分よりも質量の大きな天体の引力を受けて、宇宙空間を運行する経路の事をいう。

##### ●逆行（ぎゃっこう）

(1)惑星などの天体が天球上を東から西へ移動することを言う。

(2)公転運動の方向が、地球の公転運動の方向と同じでない運動のことを言う。

##### ●球状星団（きゅうじょうせいだん）

ボール上の星の集まりのことを言います。直径がおよそ100光年で、数万から数十万の恒星が集まっている。球状星団は、私たちの知っている範囲でもっとも古い、星の集団である。

##### ●局部銀河群（きょくぶぎんがぐん）

銀河系を含む約30個の、銀河の集まりである。

##### ●巨星（きょせい）

星の進化の終わりの段階で、大きさと光を増した恒星である。通常太陽の直径の数十倍から数百倍の大きさになる。

##### ●銀河（ぎんが）

銀河系と同じ様な、星の大集団で、すべて引力によって、結びついている、数百万から数十億といった数の星や、星雲、星団の集合体である。一般に銀河の直径は、10

0 0 光年から数十万年光年までである。

- 屈折望遠鏡（くっせつぼうえんきょう）

レンズで光を集める構造の、望遠鏡である。

- 夏至・冬至（げし・とうじ）

夏至は太陽が、天の赤道からもっとも北へ位置する現象である。冬至は逆にもっとも南に位置する現象である。北半球では、6月21日頃に一年中でもっとも昼間が長くなり（夏至）、12月22日頃に昼が一番短くなる（冬至）  
南半球ではその逆である。

- ケフェイド型変光星（～かたへんこうせい）

変光星の一つのタイプで、数日もしくは数週間を周期に、規則的に脈動する。変光周期と絶対等級には、一定の関係がある。

- 合（ごう）

太陽系のふたつの天体（普通は太陽と惑星）の赤緯が等しくなり、地球から見て一列に並ぶ現象のことを言う。

- 口径（こうけい）

天体望遠鏡の対物レンズ、または主鏡の直径のことを言う。

## 恒星（こうせい）

中心部で起こる核融合反応が作り出した、熱と光を放出する、ボール状の天体のことを言う。

- 光度（こうど）

光を発する天体の本来の明るさ。

- 黄道（こうどう）

地球の公転軌道面と天球との交線。太陽が黄道に沿って移動するように見えるのは、地球の公転運動によるもので、黄道は天球を一周している。

- 黄道帯（こうどうたい）

太陽と惑星が運行する、天の黄道に沿った帯。古代から黄道帯には、12の星座があったが、近代になって星座の境界に変更が加えられて、太陽と惑星は13番目のへびつかい座も通過する。

## 光年（こうねん）

光が真空中を一年掛かって伝わる距離の単位です。1光年は9兆4607億kmに相当する。

## 散開星団（さんかいせいだん）

比較的若い恒星が数十個から数百個集まった星の群で、決まった形はない。銀河の渦巻腕の中によく見られる。

#### 散光星雲（さんこうせいうん）

明るいガスの雲で、中にある恒星の光を受けて輝いている。

#### 視差（しさ）

ふたつの異なる天から見たときの、天体の位置のずれのことである。ずれの度合いは、その天体までの距離と、ふたつの観測地点の距離によって変わる。比較的地球から近い星は、地球が太陽の周りを公転すると、わずかな視差を示す。これを利用してその天体までの距離を計算する事が出来る。

#### CCD（Charge-Coupled-Device）

天体などの画像を記録するために、フィルムのかわりに用いられる。光に敏感なシリコンチップである。

#### 自転軸（じてんじく）

天体が自転するとき、中心となる直線軸のことです。地球の場合には北極と南極を、貫いている。

#### 周極星（しゅうきょくせい）

地球の一定の位置から見たときに、一晩中地平線上にある星のことである。地平線から、昇ったり沈んだりせずに、天の極のどちらかの周りをまわっているように見える。

#### 彗星（すいせい）

長い楕円や、放射軌道を描いて太陽の周りを巡る天体である。太陽に接近すると尾を引く。頭部には凍ったガスと塵の核を持っている。