

3.宇宙空間

3-1 : 星間空間と星雲

・ [] : 恒星間の宇宙空間、恒星のない空間に分布する希薄物質の総称

→ [] : 水素やヘリウムが主体の希薄なガス。

→ [] : 直径 $0.1 \sim 1 \mu\text{m}$ 程度の固体微粒子。

★ 星間物質中には、多数の分子が見つかっており、中には生命の起源に関係あるとされている複雑な有機化合物も存在するという。

・ [] : 星間物質が濃いエリア。周囲よりも密度の高い部分。

・ [] : 空間的に広がっているように見える天体。

→ [] : 近くの星に照らされて輝く星間雲。恒星誕生の場である。

→ [] : 背後の恒星の光を遮断し、シルエットが浮かび上がった星間雲。
恒星誕生の場である。

→ [] : 恒星進化の終末にある天体の周囲の星雲。太陽程度の質量をもつ

赤色巨星が、外層大気を引力でひきつけておくことができなくなったためにゆっくり放出されたガスから成る。残った白色矮星が収縮しながら光を出し、放出したガスを照らす。

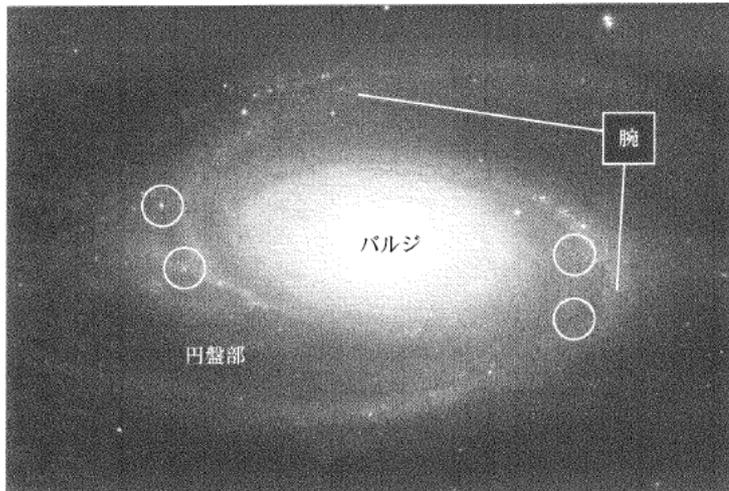
→ [] : 恒星進化の終末にある天体。超新星爆発が起こしたことで、外層部が吹き飛ばされたもの。

・ [] : 固有のスペクトル線を放射する分子が多く存在する星間雲。星間雲の密度が濃くなり、水素分子や一酸化炭素等の分子が作られる場所である。

・ [] : 星間雲や分子雲自身が重力収縮することで断熱的に収縮され、それによって発生する熱を逃がさなくなり、内部温度が高まり赤外線を出す。

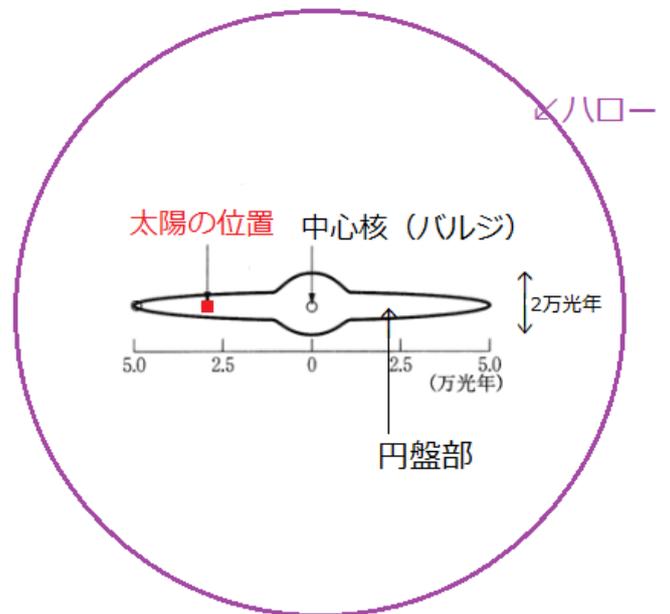
3-2：銀河系

多くの恒星や星間物質等から成り、宇宙を構成している単位を銀河と言い、太陽系が所属している銀河を銀河系という。



渦巻銀河 M 81 の写真 (NASA ハッブル宇宙望遠鏡撮影)

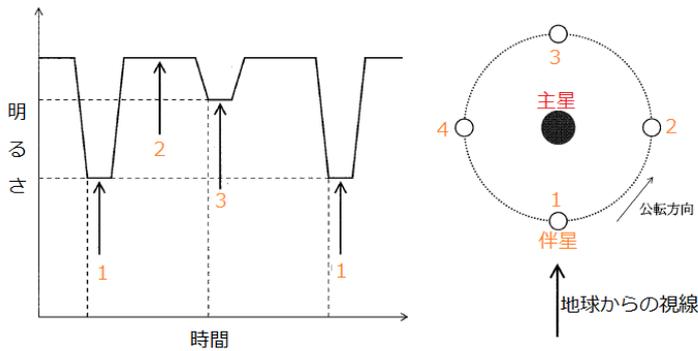
散光星雲や暗黒星雲の例を○で囲んでいる。明るく光っているのが散光星雲、帯状に黒く見えるのが暗黒星雲である。



銀河円盤部 (ディスク) は渦巻き構造しており、銀河の横断面図は凸レンズ型をしている。銀河系は回転しており、太陽は銀河の中心を約 2.4 億年かけて一周する。

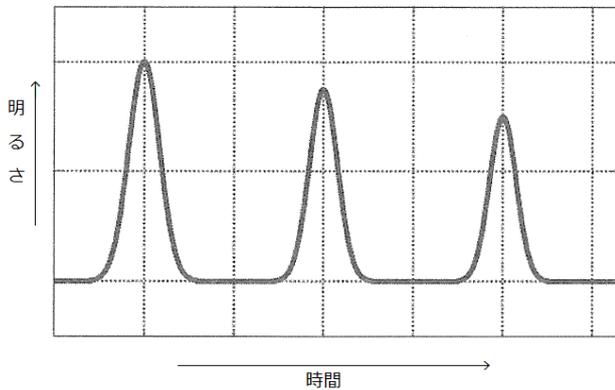
- ・ [] : 地球から円盤部を見ることで見える多数の恒星の重なり。帯状に見える。
- ・ [] : 3 個以上数十個以下の銀河を含んだ銀河の集団。
- ・ [] : 数百数千の銀河の集団。
- ・ [] : さらにたくさんの銀河が集まり、1 億光年の構造を持つ。
- ・ [] : 宇宙は、超銀河団が密集した膜のような領域と、銀河をほとんど含まない空洞の領域 (ボイド) からなる。その様子が巨大な泡の集合体のように見える。
- ・ [] : 理論上、宇宙の観測可能な領域の境界。約 137 億光年。
- ・ [] : 約 137 億年前に起きた、高温高密度の状態からの大爆発。
- ・ [] : 宇宙が誕生して以来、初めて光が直進できるようになった時期。

♪ : 変光星



・連星の中には、視線が公転軌道面と一致するものがあり、それによって主星と伴星が重なり合い、一方が他方を隠すときがある。その時に明るさが変わる。このような連星を [] という。

・変光星の中には、下図のように変光する星がある。このような変光星は、恒星自身が収縮膨張するからである。このような恒星を [] という。その中には、

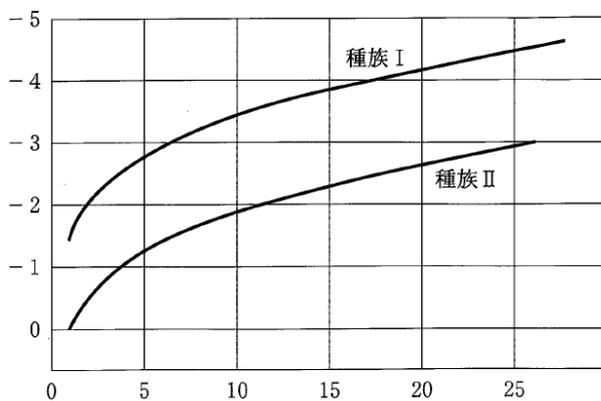


変光周期が 1~50 日の []

変光周期が 1 日以下の []

がある。収縮するときは、重力による断熱変化のため、内部温度が上昇し、恒星内での核融合反応も活発になる。すなわち、恒星が収縮した直後に最も明るくなるということだ。

・脈動変光星の変光周期（横軸）と絶対等級（縦軸）の関係は、観測の結果、左図のようになる。この関係を



[] という。

変光周期が測定されると絶対等級がわかる。つまり、地球から見られる最も明るい時と最も暗い時の平均値を相対等級とすると、それらの関係から、恒星までの距離が分かる。

ここでの「種族 I」は、超新星爆発を起こして空間に飛び散った星間物質から生まれた、比較的最近に誕生した若い天体の集団のことであり、「種族 II」は、銀河系ができた初期から存在している年老いた天体の集団のことである。

♪：星団

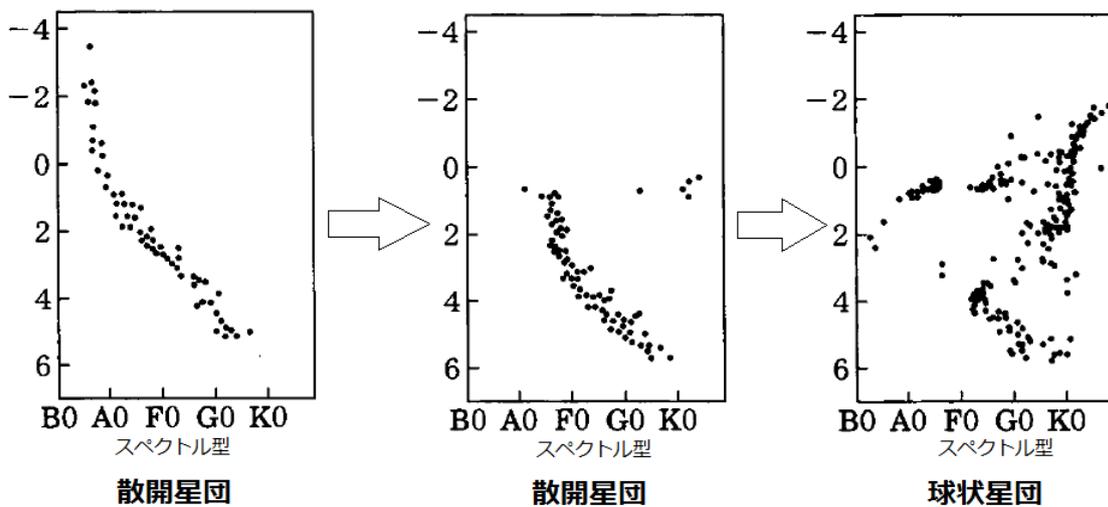
多数の星が同時期に生まれ、群をなして密集したものを星団という。

・ []：プレアデス（おうし座）、プレセペ（かに座）等…

→ 数十個～数百個の恒星が、10 光年前後の範囲に不規則に集まっている星団
銀河円盤（天の川）の付近に多く、星は主系列星で、種族 I の集団である。

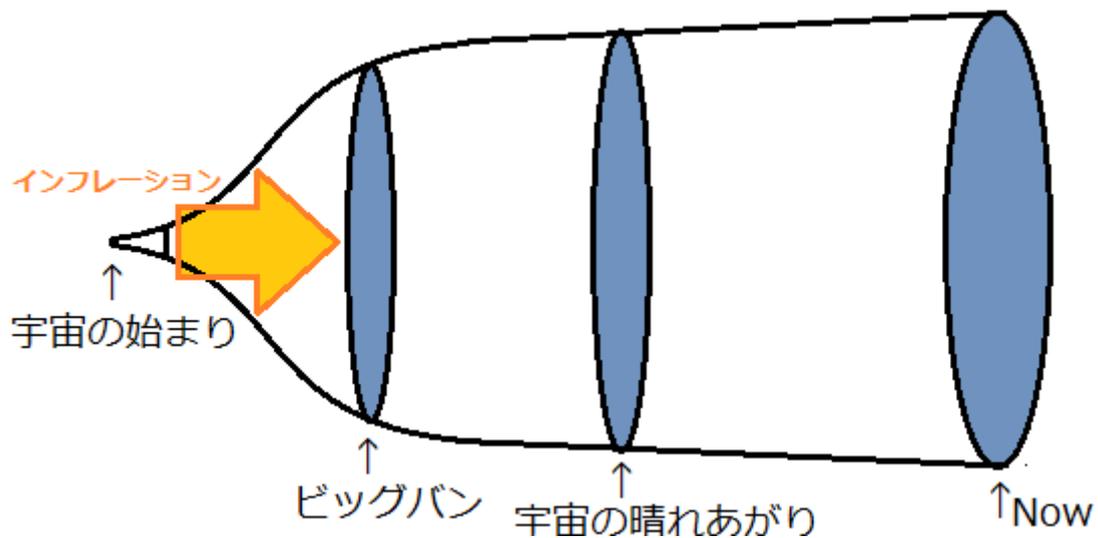
・ []：M13（ヘルクレス座）、M3（りょうけん座）等…

→ 数万個～百万個もの恒星が、直径 100 光年前後の範囲に球状に集まっている星団
いて座の付近に多く、星は巨星・超巨星で、種族 II の集団である。



散開星団と球状星団の HR 図は上の通りになる。星団で同時に多くの主系列星が誕生すると、上左側のように右下から左上にかけて主系列星だけが分布する HR 図になる。時間が経つにつれて HR 図の左上にあたる大きな質量をもつ恒星が巨星に進化することで、中央のような HR 図になる。さらに時間が経つと、主系列星の多くが巨星に進化していくため、上右側のような HR 図になっていく。恒星が進化することで HR 図も変化していく。

♪：宇宙の歴史



「宇宙が膨張している」という話を聞いたことがあるだろうか。それは1929年アメリカの天文学者ハッブルが、銀河のスペクトルを観測したことでわかったことなのである。

彼は銀河のスペクトル線のほぼすべてが、本来の波長から赤色のほうにずれている（波長がより長くなっている）ことを確認した（**赤方偏移**）。それは光のドップラー効果のせいであり、赤方偏移の大きさが大きいほど遠ざかる速度も速くなると考えた。さらに、私たちの銀河系から遠い銀河ほど、後退速度が速いということにも注目した。これは、宇宙全体が一様に膨張していることを示している。

このような関係を**ハッブルの法則**と言い、後退速度を V 、銀河の距離を r とすると、

$$V = Hr$$

という式で表される。

・ロシア生まれでアメリカの物理学者であるガモフは「宇宙火の玉のような超高温な状態で誕生し、それ以降ずっと膨張し続けてきたのなら、現在の宇宙の温度は5Kほどまで覚めてしまっているだろう」と予想した。それを実証したのは、アメリカの物理学者であったペンジアスとウィルソンであった。彼らが見つけた宇宙のあらゆる方向からの特定の周波数の電磁波は、まさに宇宙誕生時の大爆発の名残であった。これを**宇宙背景放射**といい、その電波の強度分布（スペクトル）は、絶対温度が3Kの物質から放射される電波の強度分布に一致することから

【**黒体放射**】とも呼ばれる。なお、