

宇宙論

<なぞ>

- ・宇宙の膨張 (途中から加速膨張)
- ・宇宙の果て (宇宙の大きさ)
- ・宇宙の始まりと終わり

●宇宙の速度と大きさ

<宇宙の速度>

光速： 約 30 万 km/秒 時速 約 10 億 8,000 万 km
 音速： 約 340m/秒 時速 1,224km (1 マッハと呼ぶ)
 (自動車：100km/h(高速道路) 新幹線：350km/h(最高) 旅客機：約 1,000km/h 前後で巡航)

地球の自転(回転) 速度：約 460m/秒 時速：1,666km (※音速より早い)
 月の公転速度 速度：約 1,010m/秒 時速：約 3,600km
 地球の公転速度 速度：約 29,400m/秒 時速：約 106,000km

《惑星の公転速度》		
水星：	47.9km/s	80 日
金星：	35.0km/s	9 か月
地球：	29.4km/s	1 年
火星：	24.1km/s	2 年
木星：	13.1km/s	12 年
土星：	9.7km/s	30 年
天王星：	6.8km/s	84 年
海王星：	5.5km/s	165 年

太陽系の恒星間移動速度 速度：約 23,250m/秒 時速：約 83,700km (2012 年 5 月/最新)

太陽系の銀河系内での回転速度 速度：約 220km/秒 時速：約 792,000km (上記の約 10 倍)

◎太陽系は約 220km/s の速度で銀河系内を周回しており、約 2 億 2600 万年で銀河系内を 1 公転する。

銀河系の移動速度 秒速：約 600km 時速：約 216 万 km (隣の銀河との相対値)

銀河の後退速度は、銀河からの光の波長がどの程度引き伸ばされているかを測定して知ることができる。銀河の距離と後退速度から求められた、「ハッブル定数」として知られる宇宙の膨張率を表す値は、銀河の観測から **73.2 km/s/Mpc**(初期宇宙の観測から 67.6 km/s/Mpc)となった。これは、1Mpc (メガパーセク：約 326 万光年) 離れるごとに膨張速度が秒速約 73km 大きくなるということを表している。

●宇宙の膨張速度：地球から約 500 万光年はなれるごとに、約 100km/秒ずつ速度が増える。
 光速を超えるのは、500 万光 × (300,000 km/秒 / 100 km/秒) = 1,500,000 万光年先 = 150 億光年先

高速(C)とは？

$C = L/S = 1.616199 \times 10^{-35} \text{m} / 5.39106 \times 10^{-44} \text{秒} = 299,792.458 \text{km/秒}$
 L: 超ひもの長さであるプランク距離
 S: 超ひもの振動が超ひもの端から端まで伝わるのに要する時間

この宇宙の 年齢: **137.87 ± 0.20 億年** (現時点での観測データから計算した結果)
 大きさ: 観測に矛盾しない範囲で **最小 9400 億光年 ~ ∞**

<宇宙背景輻射>

- ・COBE(1989 年打上・NASA)
 - ・WMAP(2001 年打上・NASA)
 - ・Plank(2009 年打上・ESA が運用)
- ※ESA: 欧州宇宙機関

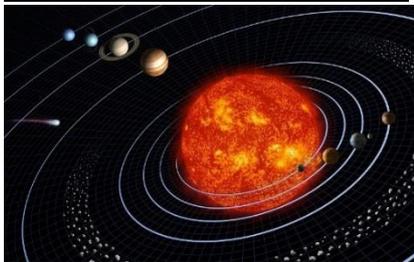
(総括) 地球は、音速より少し早い速度で回転(自転)しながら、太陽の周りを約およそ 30km/s の高速で公転している。また、太陽系は、24km/s の速度で恒星間を移動しつつ、その一方で銀河系内をその約 10 倍の速度(220km/s)で周回(銀河系が回転)し、約 2 億 2600 万年かけて 1 周している。
 また、我々の銀河系を含むおとめ座銀河団は、更にその 2.5 倍の速度(600km/s)で、グレートアトラクターと呼ばれる重力源に向かって宇宙空間を大移動している。これは、毎年地球から冥王星までの距離のおよそ 4.5 倍を移動している計算になる。

※局部銀河群	<	おとめ座銀河団	<	ラニアケア超銀河団	<	全宇宙
約 50 個の銀河 (アンドロメダが最大)		約 1300~2000 個の銀河 (直径:約 2 億光年)		約 10 万個の銀河 (2014 年提唱) (直径:約 5 億 2000 万光年)		約 2 兆個の銀河? (2016 年提唱) 大きさ:不明

<宇宙の大きさ>

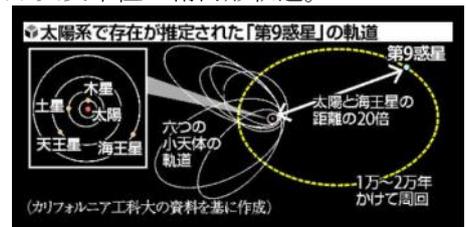
地球 直径： 約 12,756 km 1周 40,000 km (赤道)
 月 直径： 約 3,474 km 1周 10,900 km (赤道)
 太陽 直径： 約 140 万 km 1周 440 万 km
 地球～太陽間 距離： 149,576,960km (1天文単位：1AU)
 太陽系 大きさ： 水星：(第1番惑星)：

《惑星の大きさ:直径》	
水星：	4,879km
金星：	12,104km
地球：	12,756km
火星：	6,780km
木星：	139,822km
土星：	116,464km
天王星：	50,724km
海王星：	49,244km



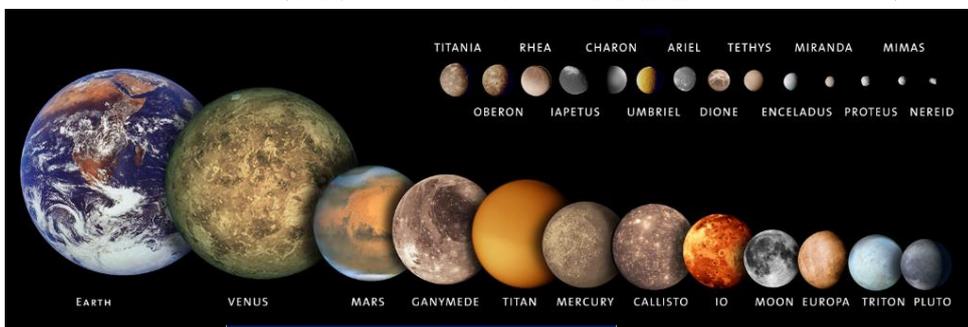
金星：(第2番惑星)：
 地球：(第3番惑星)：1AU (月[直径:3840km]までの距離:38万km)
 火星：(第4番惑星)：1.5AU 海王星軌道の内側にある唯一の準惑星
 小惑星帯：ケレス(別名：セレス) (直径約 950 km)：平均 2.765AU
 木星：(第5番惑星：最大惑星)：5.2AU
 土星：(第6番惑星)：9.6AU
 天王星：(第7番惑星)：19.2AU
 海王星(第8番惑星：最遠惑星)：約 30AU トリトン(2707km) トロヤ群

- 第9惑星(2016/01/20) 米カリフォルニア工科大の研究チーム発表(計算推定)
 - ・地球の重さの10倍。半径は3倍程度。
 - ・太陽からの距離：200～1200天文単位の楕円軌道。
 - ・公転周期：1～2万年。
 - ・ボーリングの大きさ位のブラックホール (2020年1月号のNewton)



《太陽系外縁天体(TNO)》

- 古典的カイパーベルト天体(EKBO): 30 - 48 AU ※狭義には、これだけをカイパーベルトと呼ぶ
 海王星の起動長半径(30AU)より長く、公転周期が海王星(約165年)の2倍
 例) 冥王星、ハウメア、マケマケ 3:2、2:1など
- 共鳴カイパーベルト天体 ※海王星の公転周期と整数比で共鳴(古典的カイパーベルトと散乱カイパーベルトの両方にまたがる)
 冥王星族(3:2比) 例) 冥王星(直径2304km)、エリス: 2003UB313 [136199] (直径2304km) ・イクシオン・オルクスなど
- 非共鳴カイパーベルト天体 ※海王星の重力的影響を受けていない、また海王星の軌道と交叉しない軌道を持つ
 キュビワノ族 例) マケマケ・ハウメア・クワオア・1992QB1・カオス・ヴァルナ・デウカリオン・ロゴス・ボラシシなど
- 散乱カイパーベルト天体(散乱円盤天体 SDO): 48 - 400 AU ※古典的カイパーベルトの外側に位置する
 例) エリス(冥王星属)、セドナ[90377]、テュフォン、ケトほか
 2003 VB12 (セドナ) 近日点距離 76au、遠日点距離 900au 直径 995km 赤：恒星
 2012 VP113 (?) 近日点距離 80au 直径、遠日点距離 ? au 直径 ? km 黒：惑星
 V774104(現在最遠天体)2015年11月発見 直径 500～1000km 155億キロのところにいる 青：衛星
緑：準惑星



- 《太陽系の大きさの順番》
- 1位：太陽
 - 2位：木星
 - 3位：土星
 - 4位：天王星(1781年)
 - 5位：海王星(1846年)
 - 6位：地球
 - 7位：金星
 - 8位：火星
 - 9位：ガニメデ(木)
 - 10位：タイタン(土)
 - 11位：水星
 - 12位：カリスト(木)
 - 13位：イオ(木)
 - 14位：月(地)
 - 15位：エウロパ(木)
 - 16位：トリトン(海)
 - 17位：エリス(2003UB313)
 - 18位：冥王星(1930年)
 - 19位：チタニア(天)
- これ以降は未確定

2006/8/24
 国際天文学連合の会議
 (ブラハ)で準惑星に降格

(距離)

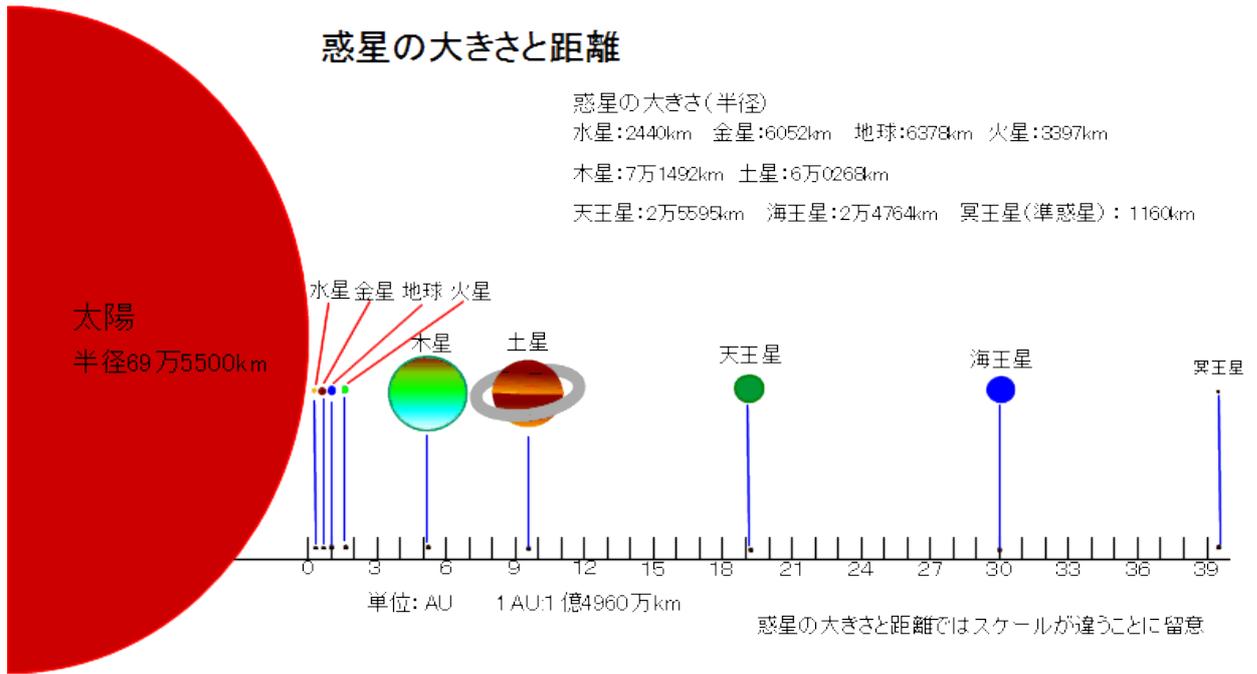
惑星の大きさと距離

惑星の大きさ(半径)

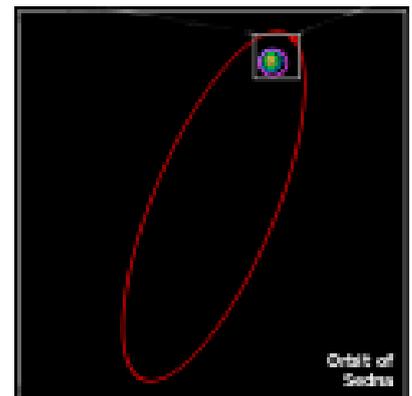
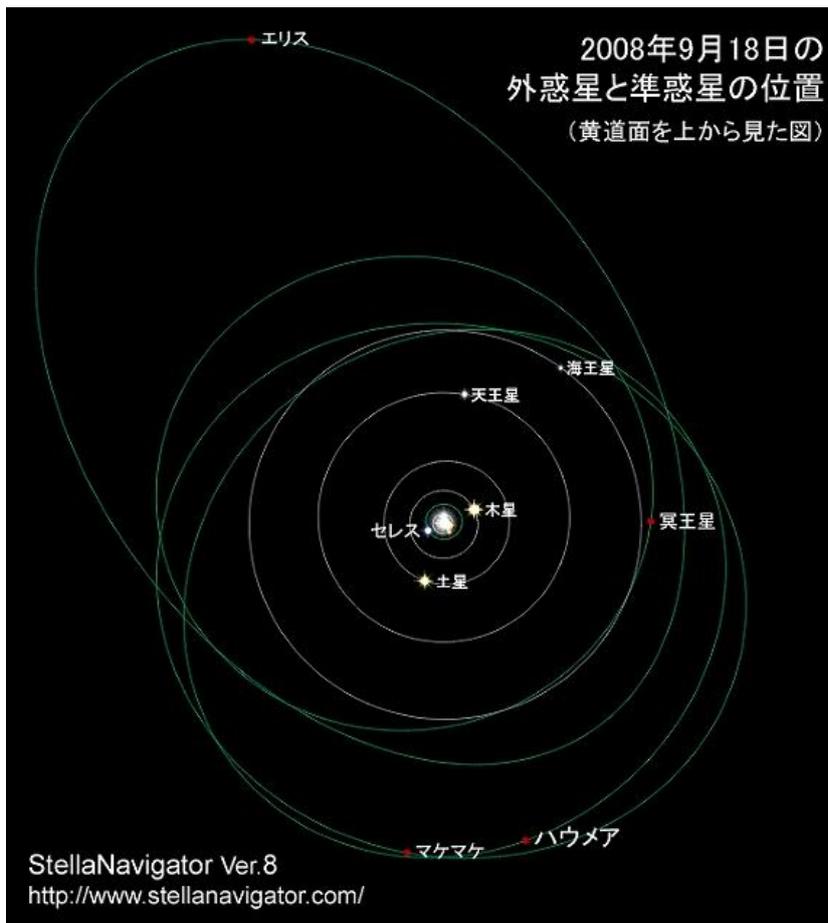
水星:2440km 金星:6052km 地球:6378km 火星:3397km

木星:7万1492km 土星:6万0268km

天王星:2万5595km 海王星:2万4764km 冥王星(準惑星):1160km

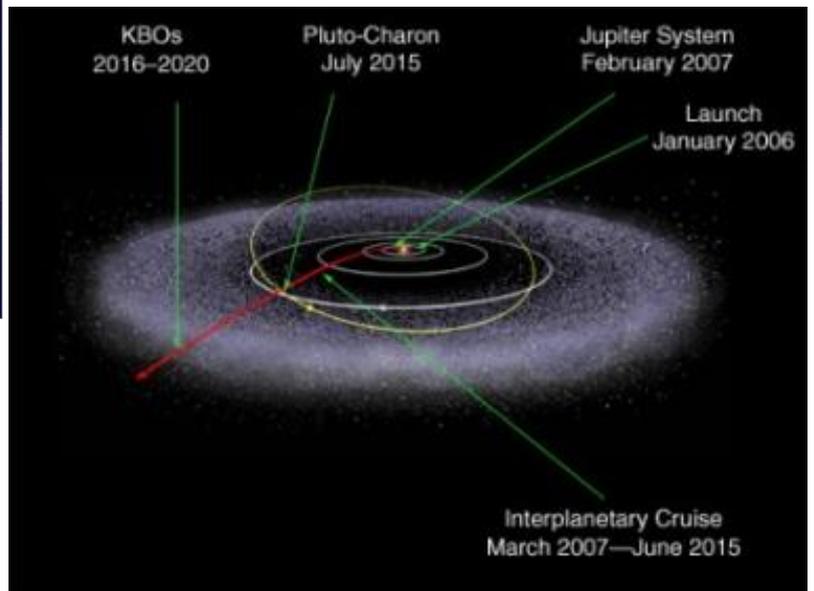
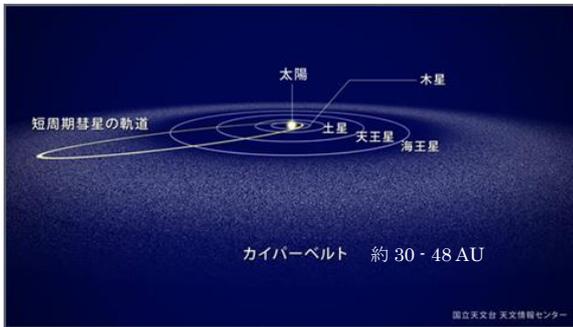


(軌道)



・この他の太陽系外縁天体に**セドナ**:
76~900AU 直径 995km (2003年発見)
この他に

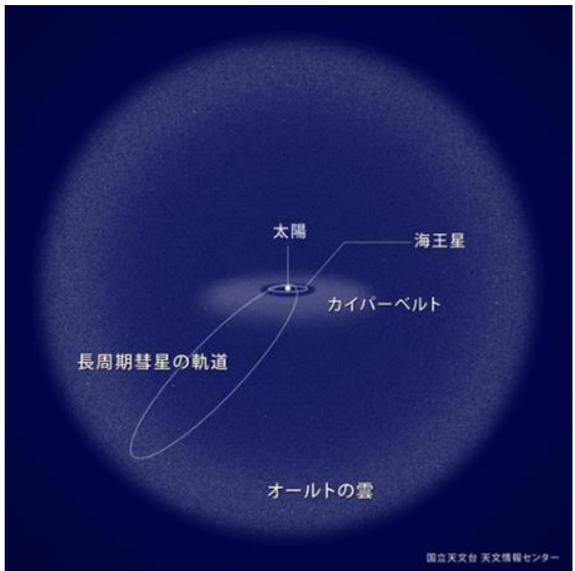
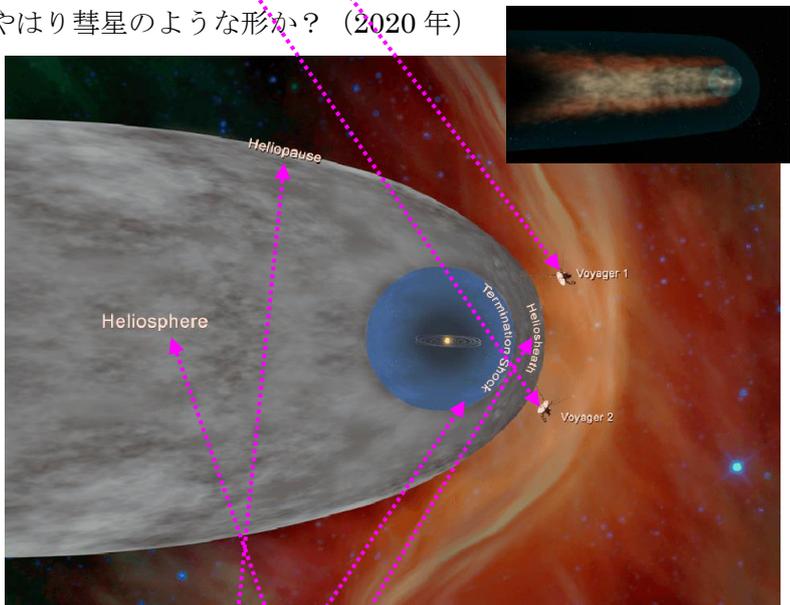
2012 VP113 (2012年発見)
V774104 (2015年発見) 最遠?
などがある



【ボイジャー1号】1977年9月5日打上
木星(1979年3月)、土星(1980年11月)
ヘリオポーズ(2012年8月)、太陽圏脱出(2013年)
2016年現在・200億キロと推測

【ボイジャー2号】1977年8月20日打上
木星(1979年7月)、土星(1981年8月)、
天王星(1986年1月)、海王星(1989年8月)
ヘリオポーズ(2018年)、太陽圏脱出(2018年)

ボイジャーが離脱した太陽圏は球形ではなく、やはり彗星のような形か？ (2020年)



オールトの雲: 1万 AU ~ 10万 AU (1.58 光年)

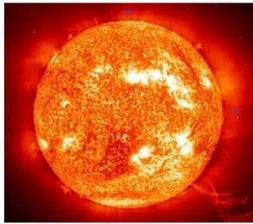
- ヘリオスフェア: 太陽風の届く範囲 (太陽圏) : およそ 100AU(天文単位)
- ヘリオポーズ: ヘリオスフェアの外側で宇宙空間との間の空間 (境界面) : 約 130AU~160AU
- 終端衝撃波面: 太陽風が星間物質と衝突し、急速に減速される場所(円形の終端面)
- ヘリオシース: ヘリオポーズと終端衝撃波面に挟まれた部分
- オールトの雲: 1万 AU ~ 10万 AU (1.58 光年) : 未確認

(総括)

- ・一番近い恒星まで: 4.37 光年 (ケンタウルス座 α 星: 3 重連星の中心なのでその中のプロキシマはもう少し太陽系に近づく時もある)
- ・全天で地球から一番明るく見える恒星: シリウス(おおおいぬ座): 8.6 光年 (-2 等星) 1 等星以上 21 個
- ・1 等星以上で 1 番遠い恒星: デネブ(はくちょう座): 1424 光年 (1 等星の半数は 100 光年以内に存在)
- ・ブラックホール(シグナス X1): 約 6000 光年 (最初に発見されたブラックホール・地球から 3 番目に遠い)
- ・銀河系の直径: 約 10 万光年
- ・アンドロメダ星雲まで: 約 230 万光年 (比較的大きく、一番近い大銀河)
- ・おとめ座超銀河団: 銀河系、アンドロメダ銀河、大マゼラン雲などからなる局部銀河群を含む超銀河団
- ・宇宙の大規模構造 (グレートアトラクター): 数億光年
- ・見える限界 (宇宙の地平線) 宇宙の年齢: 138 億年。見える限界: 470 億光年(宇宙が膨張しているため、138 億年前に出た光の場所は、その後、現在までの間に 470 億光年先までに膨張していると考えられるため)。
- ・宇宙の果てまでの大きさ: 現在不明 (観測に矛盾しない範囲で 最小 9400 億光年 ~ ∞)

●宇宙トリビア

■宇宙で一番大きな星



現在までに確認できている星の中で、最大のものは「おおひぬ座VY星」

はくちょう座のV1489星(赤色超巨星)の方が最新情報ではおおひぬ座VY星よりも大きいとなっています。

出典 blogs.yahoo.co.jp

“この星は「赤色超巨星(せきしよくちょうきよせい)」と呼ばれる種類の1つで、その大きさは、直径が25億~30億km(太陽の1,800倍~2,100倍程度)、体積が太陽の60億~90倍という想像を絶するもの

“ちなみに、このおおひぬ座VY星の寿命は残り少なく、まもなく最期が近づいていると推定されています。

“仮に太陽の位置に同じサイズの星があったとすると、土星の軌道まで達するほどの大きさ

■地球が生まれる確立



地球が生まれる確率は 小学校などにある25メートルプールに バラバラにした時計の部品を投げ込み 水流だけで組立つ確率と同じ

出典 ja.wikipedia.org

“無数の星が存在する広い宇宙でも、地球のような豊富な水やきれいな空気を持った星が誕生する確立は限りなくゼロに近いというほど、“地球は奇跡の星”である

- ・最も遠い銀河・・・MACS1149-JD1(132億8000万光年)
- ・最も古い天体・・・てんびん座の恒星 HD 140283 (145億年±8億年) ?
- ・最も大きな星・・・たて座UY星 (太陽の1708倍/直径24億km/太陽の34万倍の明るさ)
※時代により、新たな星が発見されると変わります。

赤：恒星
黒：惑星
青：衛星
緑：準惑星

●一番大きい衛星(太陽系)

木星の衛星：ガニメデ (平均直径5264km：太陽系全体で9番目)

※地球の衛星である月：(平均直径3474km：太陽系全体で14番目)

●一番大きい小惑星(太陽系)

ケレス (平均直径 約950km)

●主な太陽系外縁天体

- ・1992 QB1
- ・2003 UB313 (Eris 136199)
- ・2006年8月 冥王星 134340 は準惑星に分類となる
- ・2003 EL61 (Haumea 136108)
- ・2005 FY9 (Makemake 136472)
- ・2003 VB12 (Sedna 90377) この他に87269, 82158 などがある
- ・2012 VP113 (2012/11/5) 80.5~266AU 直径300~1000km 公転4175年
- ・V774104(現在最遠天体)2015年11月発見 直径500~1000km 15億キロのところにいる(すばる望遠鏡で発見)

内オールトの雲天体

■銀河系で知的生命体がいる可能性のある星の数



その数は14個

出典 www.47news.jp

“先日、NHK高校講座「地学」を見ていたら非常に興味深いことを言っていました。

“それは、銀河系に地球と同じくらいの高度な文明を持つ知的生命体が存在する星(惑星)がどの位あるのか? というもの。

“人類と同等、またはそれ以上の文明を持つ知的生命体が存在する確率というか個数は銀河系約2000億~4000億個の恒星(=持っている惑星という意味)の内、僅か14個という実に寂しい結果でした。

■宇宙にある星の数は?



そもそも、この宇宙にはいったいどれほどの数の星があるのでしょうか。

出典 hstem.blog115.fc2.com

“恒星だけに限ってみても、太陽系を含む銀河系の中には2,000億個もあると推定されています。

“そして、宇宙にはそのような銀河が1,000億個以上あるとも言われています。

“銀河の明るさなどを詳しく観測することで、この宇宙にはなんと7×10の22乗個(7の後に0が22個)もの星があると考えられています。

《太陽系の大きさの順番》

- 1位：太陽
 - 2位：木星
 - 3位：土星
 - 4位：天王星(1781年)
 - 5位：海王星(1846年)
 - 6位：地球
 - 7位：金星
 - 8位：火星
 - 9位：ガニメデ(木)
 - 10位：タイタン(土)
 - 11位：水星
 - 12位：カリスト(木)
 - 13位：イオ(木)
 - 14位：月(地)
 - 15位：エウロパ(木)
 - 16位：トリトン(海)
 - 17位：エリス(2003UB313)
 - 18位：冥王星(1930年)
 - 19位：チタニア(天)
- これ以降は未確定

背景放射が示す「悪魔の軸」??

最初に見つかった最もしっかりした証拠は、宇宙マイクロ波背景放射(CMB)の観測データから得られたものだ。背景放射はいわゆる“ビッグバンの残照”で、完全には均一でなく、他よりも高温のスポットや低温のスポットが天空上に点在している。しかし最近、これらのスポットが当初考えられていたほどランダムに分散しているのではないことがわかった。あるパターンに沿って並んでおり、宇宙のある特別な方向を指し示しているのだ。宇宙論研究者はこれを、やや大げさに「悪魔の軸」と名づけた。

宇宙に特定の向きがあることを示すさらなる兆候は、超新星の研究から得られた。超新星は星が一生を終える最期の姿で、短時間ながら銀河全体を上回る明るさで輝く。宇宙の膨張速度を詳しく調べるのに使われてきた（宇宙の加速膨張の発見は2011年のノーベル物理学賞の授賞テーマとなった）。

詳しい統計的研究によって、どの超新星も「悪魔の軸」が示すのとほぼ同じ方向に向かって、より速く動いていることがわかった。同様に、銀河団が南天のある領域に向かって時速160万km?で宇宙空間を動いているという観測報告も出た。

●最新宇宙論

宇宙は 138 億年前のビッグバンから始まった。最初の 1 秒に満たないわずかな間、宇宙は最も基本的な粒子であるクォークとレプトンが混ざり合った無定形の熱いスープだった。その宇宙が拡大して冷えるにつれ、階層的構造が 1 つずつ発達した。まず中性子と陽子ができ、次に原子核ができ、原子ができ、星ができ、銀河ができ、銀河団ができ、そしてついには超銀河団ができた。宇宙のうち私たちから観測可能な部分には、現在 1000 億の銀河があり、それぞれが 1000 億個の星と、おそらく同程度の数の惑星を含んでいる。

銀河がそれ自体でまとまっていられるのは、謎の暗黒物質が発揮する重力による。宇宙は膨張を続けており、むしろ膨張のスピードは加速している。この加速膨張を引き起こしているのが暗黒エネルギーだ。暗黒物質よりもさらに謎めいたエネルギーであり、引力ではなく斥力としての重力を発揮する。

単純なクォークスープから、現在の私たちが目にしている銀河や星、惑星、生命といった複雑なものへの進化——それが宇宙物語の主題だ。これらは物理学の基本法則に導かれながら、何億年もかけて 1 つずつ出現した。

また、現在もっとホットな話題は「ブレーンワールド」だ。超ひも理論では、私たちの住んでいる世界は本来 10 次元もしくは 11 次元だ。最新の M 理論などでは、現在の宇宙はこの多次元世界に浮かぶ膜のようなもの、「ブレーンワールド」だと示唆されている。2 枚の膜宇宙が無限の過去から無限の未来まで永遠に振動し続け、衝突を繰り返す「エピキロティック宇宙モデル」も提唱されている。衝突の度に宇宙はビッグバンとして再生し膨張するが、やがて収縮に向かいビッグクランチを迎える。だが、それはまた次の世代の宇宙としてよみがえるビッグバンでもある。未来永劫、宇宙はただビッグバンとビッグクランチを繰り返している(サイクリック宇宙論)というのだ。

ドゥバリ (Georgi Dvali) らは、上述の膜宇宙論から現在のダークエネルギーの説明を試みている。超ひも理論に基づいた宇宙論は多様な展開を見せているが、それ自体が未完の超ひも理論から想像をたくましくして構築されているもので、これもまだ“おはなし”の域を出ていないとも言える。

【最先端の宇宙の謎】

- 宇宙はいつどのように誕生したのか(ビッグバン以前の宇宙？ 無からとは？)
- 宇宙の果ては？(無限？ 有限だけど果てがない？ ブレーンワールド？)
- 宇宙の未来(最後)は？(加速度膨張[第 2 のインフレーション] ビッグクランチ？ 引き裂かれる宇宙？ サイクリック宇宙？) 真空崩壊
- 宇宙は1つか？(パラレルワールド？ ブレーンワールド？ エピキロティック宇宙モデル？ サイクリック宇宙論？)
- 暗黒物質・暗黒エネルギーの正体は？(合わせて宇宙の約 96%)
- 余剰次元はあるのか？(5 次元以上 超ひも理論では 10 次元 M 理論では 11 次元 時間も 2 次元あるのでは？)
- 宇宙定数の正体は？

