

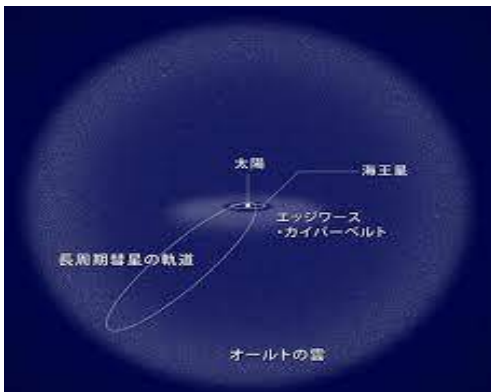
はじめに

8月17日台風一過の晴天の日、放友会のJAXA見学会が催された。小惑星探査機「はやぶさ2」関連の数多い展示物を観ながら、研究活動の説明を受けた。

宇宙天体物理学は、ハッブル宇宙望遠鏡など大口径精密光学望遠鏡と電波望遠鏡の進歩による観測により、宇宙の成り立ちや構造について分析され、新しい宇宙地図の研究が進んでいる。そこで、私たちの住む地球は宇宙のどこに位置するのか？最新天文学ではどこまで解明されているのか？興味が湧いたので、調べてみた。

太陽系の歴史と構造

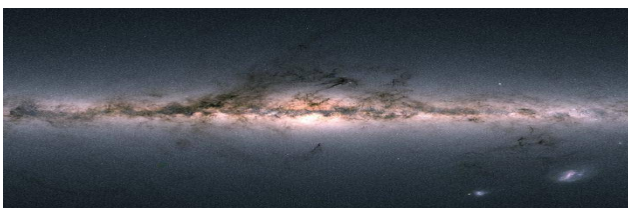
太陽系は約46億年前、星間分子雲によって形成された。現在までに解明されている太陽系は恒星・太陽と岩石、ガス、氷から成る8個の惑星（地球は第3惑星）、小惑星帯、カイパーベルト、オールトの雲などで構成されている。太陽は系の全質量の99.98%を占め、太陽の中心核にある水素が、全て核融合反応によってヘリウムになる約50億年後までは、現在とほとんど変わらない構造を維持するとされている。その後、膨張を始め、赤色巨星と変化し、白色矮星として残ると推測されている。



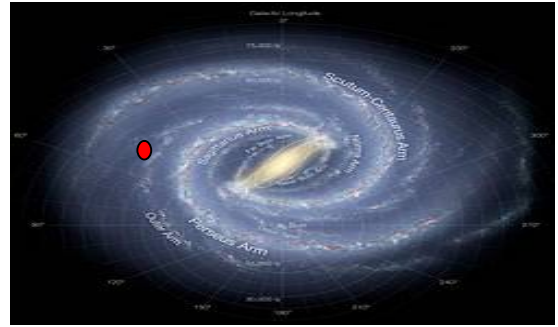
太陽系の構成

太陽系は天の川銀河に位置する

21世紀に入り、天の川銀河について新しい多くの発見があった。天の川銀河は130億年前に誕生し、直径は約10万光年、厚さは約1000光年、恒星数4000億個を含む棒渦巻型銀河と分類されている。100億年前にガイア・エンケラドス銀河と衝突して合体した。その中心には非常に大きな質量を持つ小さな天体（いて座A）が存在し、大質量ブラックホールと考えられ、観測と解析が行われている。その中心から物質密度の高い、活発な星が形成されている4本の渦状腕と二つの小さな腕や弧が存在し、太陽系は小さな腕のオリオン腕に位置する。



天の川銀河の全体像 (欧州宇宙機関)

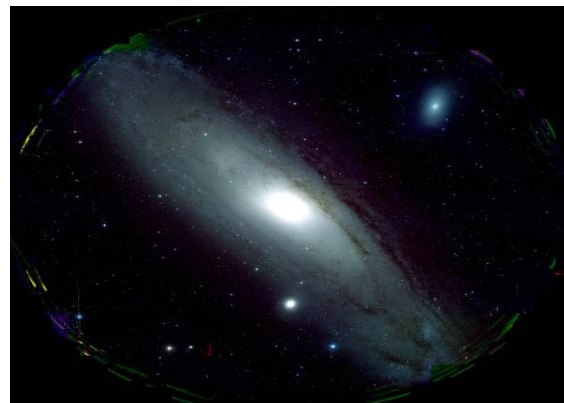


天の川銀河内の太陽系の位置 (赤色)

地球から見える天の川の広がりや傾きにより、太陽系は銀河面に近い位置にあり、銀河の中心までの距離は約28000光年と見積もられている。太陽系の軌道速度は217km/sと推測され、太陽系が天の川銀河を一周するには約2億8000万年で、太陽系が誕生してから現在までに約20周していると考えられている。天の川銀河自体も約600km/sの高速度で宇宙空間を移動して、大マゼラン星雲と20億年後に、隣に位置するアンドロメダ銀河と約40億年後には衝突することが示唆されている。



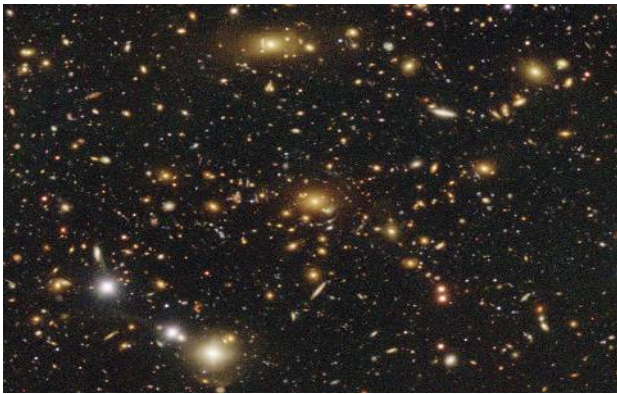
大マゼラン星雲 (シエル・オーストラル 1060 時間撮影)



アンドロメダ銀河 (すばる望遠鏡撮影)

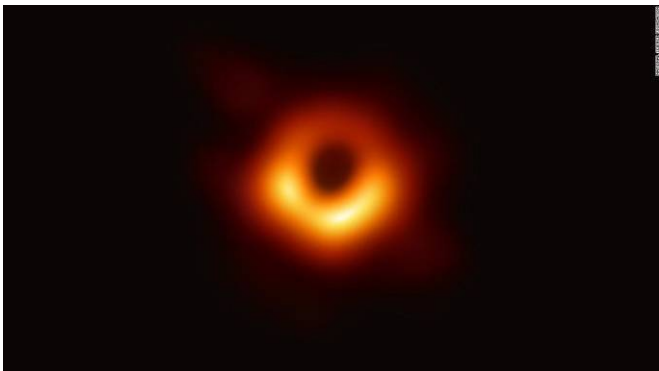
天の川銀河はおとめ座銀河団に位置する

おとめ座銀河団は1781年にシャルル・メシエによって発見された。2005年ハッブル宇宙望遠鏡による観測では、約1300~2000個の渦巻銀河と楕円銀河がかなり不均一に混ざった構成になっている。この銀河団の渦巻銀河は葉巻状に伸びた長球形に分布し、分布域の長さは幅よりも約4倍長いとされている。おとめ座銀河団はより大きなおとめ座超銀河団の一部分をなしている。その中心にはM87、M86、M49銀河があり、3つの別々の塊が一体に集まった構造になっている。



おとめ座超銀河団 (すばる望遠鏡 HSC 撮影)
円弧状に引き伸ばされた銀河は重力レンズ効果により
引き伸ばされたもの

2019年4月、日米欧の国際研究チームがハワイ、チリ、南極など6台の電波望遠鏡を地球規模に連携し、超高解像度によりM87銀河のブラックホール近傍のガスが発生する電波を精密に観測し、影絵のようにブラックホールを浮かび上がらせ、ブラックホールの映像化に初めて成功した。アインシュタインの一般相対性理論によりドイツの科学者カール・シュバルツシルトがブラックホールの存在を予測したが、アインシュタインはその観測は不可能と諦めていた。天の川銀河が属する局部銀河群はこの超銀河団の外れにあるメンバーである。ちなみにM87銀河はウルトラマンの故郷とされている。



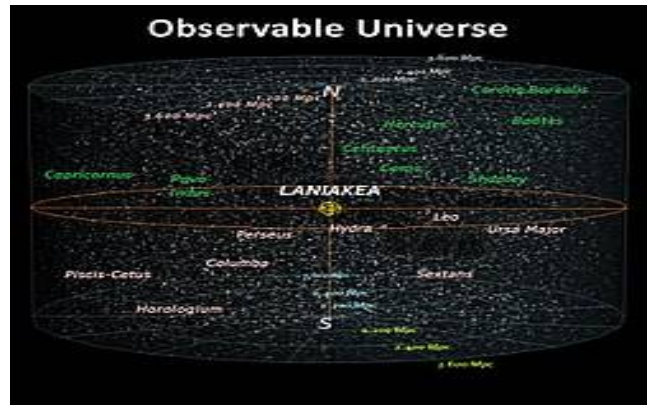
おとめ座超銀河団・M87銀河のブラックホール

おとめ座超銀河団はラニアケア超銀河団に位置する

ラニアケア超銀河団 (Laniakea Super cluster) は、2014年にR. ブレント・タリー (ハワイ州立大学) とエレヌ・クールトア (リヨン大学) により新しく提唱された超銀河団である。名称Laniakea は、ハワイ語で「天空 (heaven)」を意味する lani と、「計り知れない、広々とした」を意味する akea に由来する。

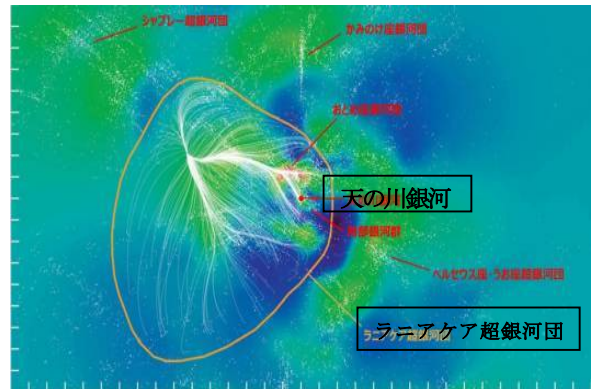
ラニアケア超銀河団の直径は約5億光年でおおよそ10万個の銀河団を含んでいる。天の川銀河が属するおとめ座銀河団を含むおとめ座超銀河団もその一部である。このチームは電波望遠鏡を用いて、超銀河団の多くの銀河が重心の方に向かっていていることを発見している。ラニアケアの場合、重力の重心 (グレートアトラクター) が局部銀河群の銀河の動きに対して影響を与えているだけでなく、超銀河団のあらゆる天体に対して影響を与えていることを明らかにした。しかしラニアケア超銀河団は重

力による拘束を受けていないため、やがてダークエネルギーによって、これらの構造を維持することはできず、いずれ分散されてしまうと予想されている？



観測可能な宇宙とグレートウォールの各名称の図
中央にラニアケア超銀河団

ラニアケア超銀河団は平面状の壁のような分布を示している。この巨大な壁を銀河フィラメントと呼ぶ。銀河フィラメントと他の銀河フィラメントの間には光を発生する天体がほとんど無い領域があることが明らかになった。これを超空洞 (ボイド) と呼び、その直径は1億光年を超える。宇宙の大規模構造は銀河フィラメントとボイドが複雑に入り組んだ構造となっているが、これは石鹸を泡立てたときにできる、幾重にも積み重なった泡のような構造である。つまり、泡の膜面の銀河フィラメントには銀河が存在し、泡の中の空洞には銀河がほとんど存在しない。引力と斥力により形成される泡状宇宙構造が宇宙の大規模構造と推測され、新しい宇宙地図の研究が進んでいる。



ラニアケア超銀河団と天の川銀河の位置
銀河フィラメント (白色) とボイド (青色)

おわりに

現在までに観測され、解明されている宇宙構造から私たちの故郷・地球のアドレス (宇宙での位置) は『ラニアケア超銀河団・おとめ座超銀河団・おとめ座銀河団・天の川銀河・オリオン腕・太陽系第3惑星』と書ける。

宇宙物理学者の故スティーヴン・ホーキング博士が「宇宙は物質・エネルギー・空間の三要素で形作られる」と述べている。泡宇宙はどのように存在し、重力を含め、宇宙の全体構造がどのようにになっているかは今後の宇宙観測・解析と未解明の「ダークマター、ダークエネルギー」や「量子のもつれ」の研究を待つことにしよう。