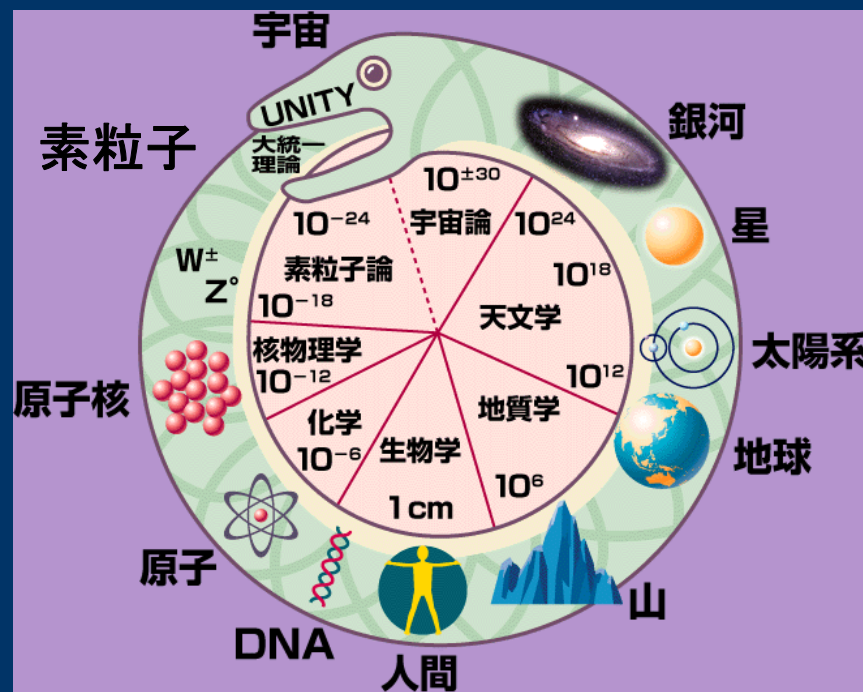
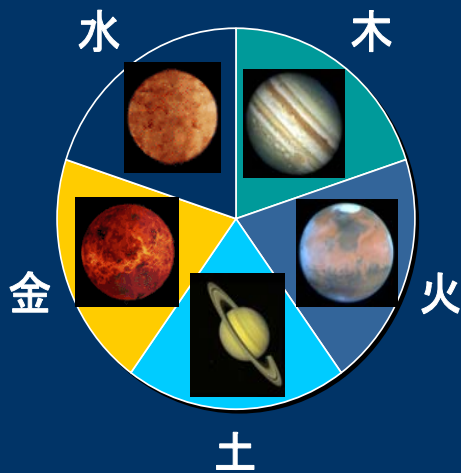
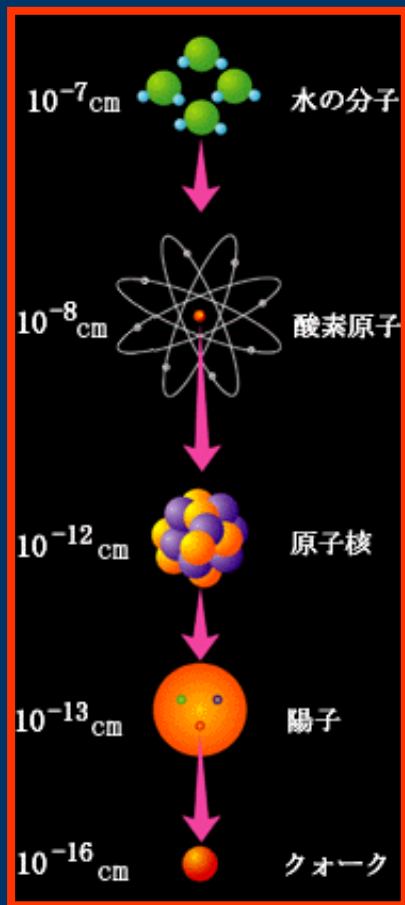
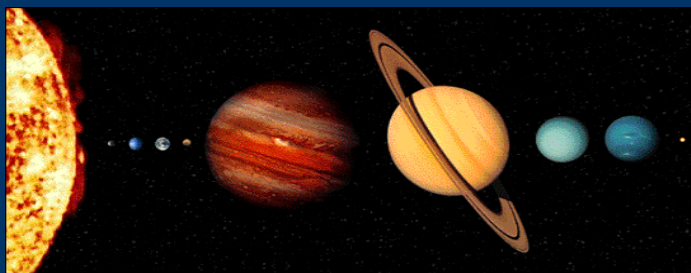


II 物質の階層と宇宙の階層 ～素粒子と宇宙の接点～



ものは何からできているのだろうか？



■ 古代ギリシャの4元説

- 空気、土、火、水

■ 中国の五行説

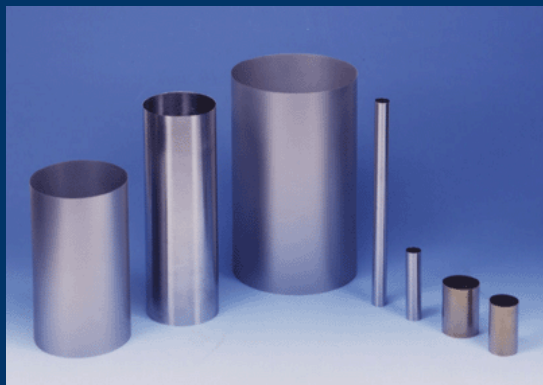
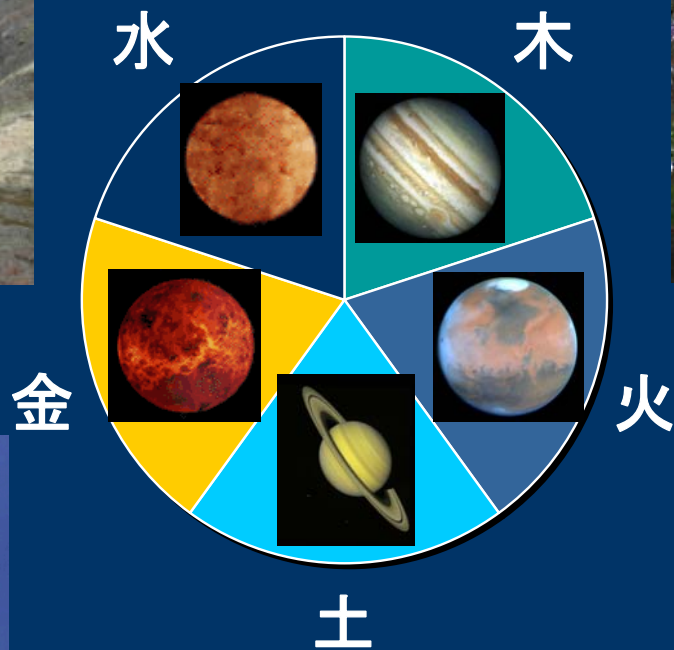
- (木、火、土、金、水) × (陽、陰)
- これが日本で用いられている惑星の名前、さらには曜日の名前の由来

日月火水木金土





■ 現代物理学










- 分子⇒原子⇒原子核(陽子・中性子; バリオン)
⇒素粒子(電子、ニュートリノ; クォーク・レプトン)

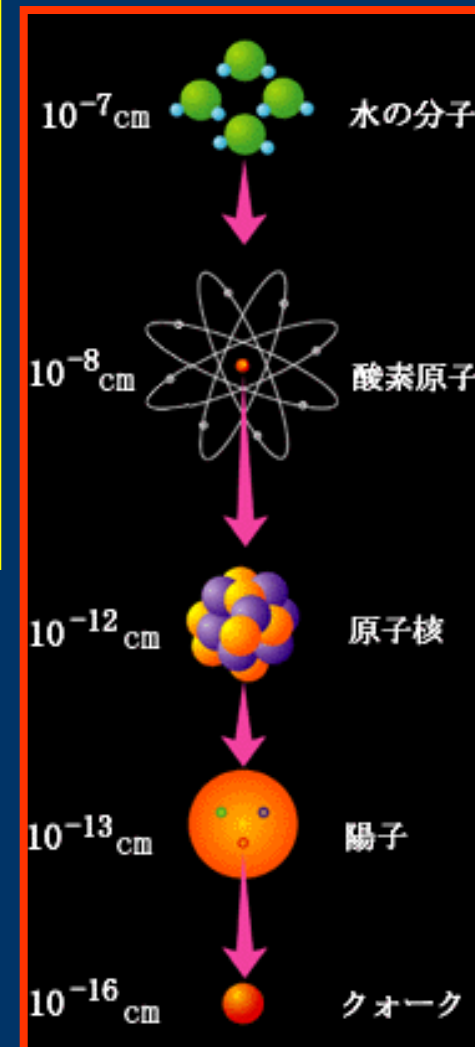
五行説: 古代中国の素粒子論



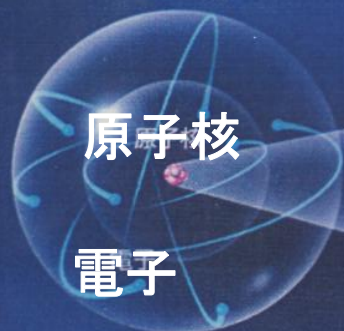
物質を素粒子に分ける

アップクォーク  (電荷 $+\frac{2}{3}$)	陽子 アップクォーク 2個 ダウンクォーク 1個 (電荷 $+\frac{2}{3} + \frac{2}{3} - \frac{1}{3} = +1$)	原子核	原子	分子
ダウンクォーク  (電荷 $-\frac{1}{3}$)				
電子  (電荷 -1)	中性子 アップクォーク 1個 ダウンクォーク 2個 (電荷 $+\frac{2}{3} - \frac{1}{3} - \frac{1}{3} = 0$)	陽子	原子核	原子
ニュートリノ  (電荷 0)		中性子	電子	原子

クォーク			
	アップクォーク	チャームクォーク	トップクォーク
レプトン			
	電子	ミューオン	タウオン
			
	電子ニュートリノ	ミューニュートリノ	タウニュートリノ



すべての物質は素粒子からできている



原子

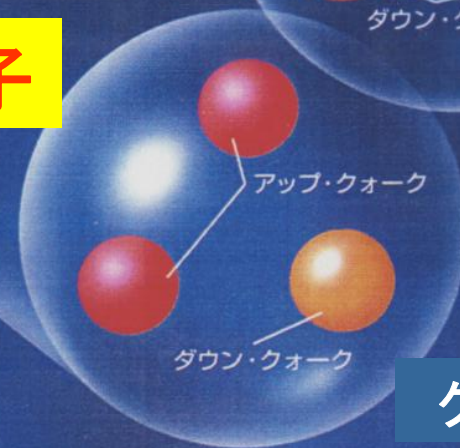
原子核

中性子

陽子

中性子

陽子

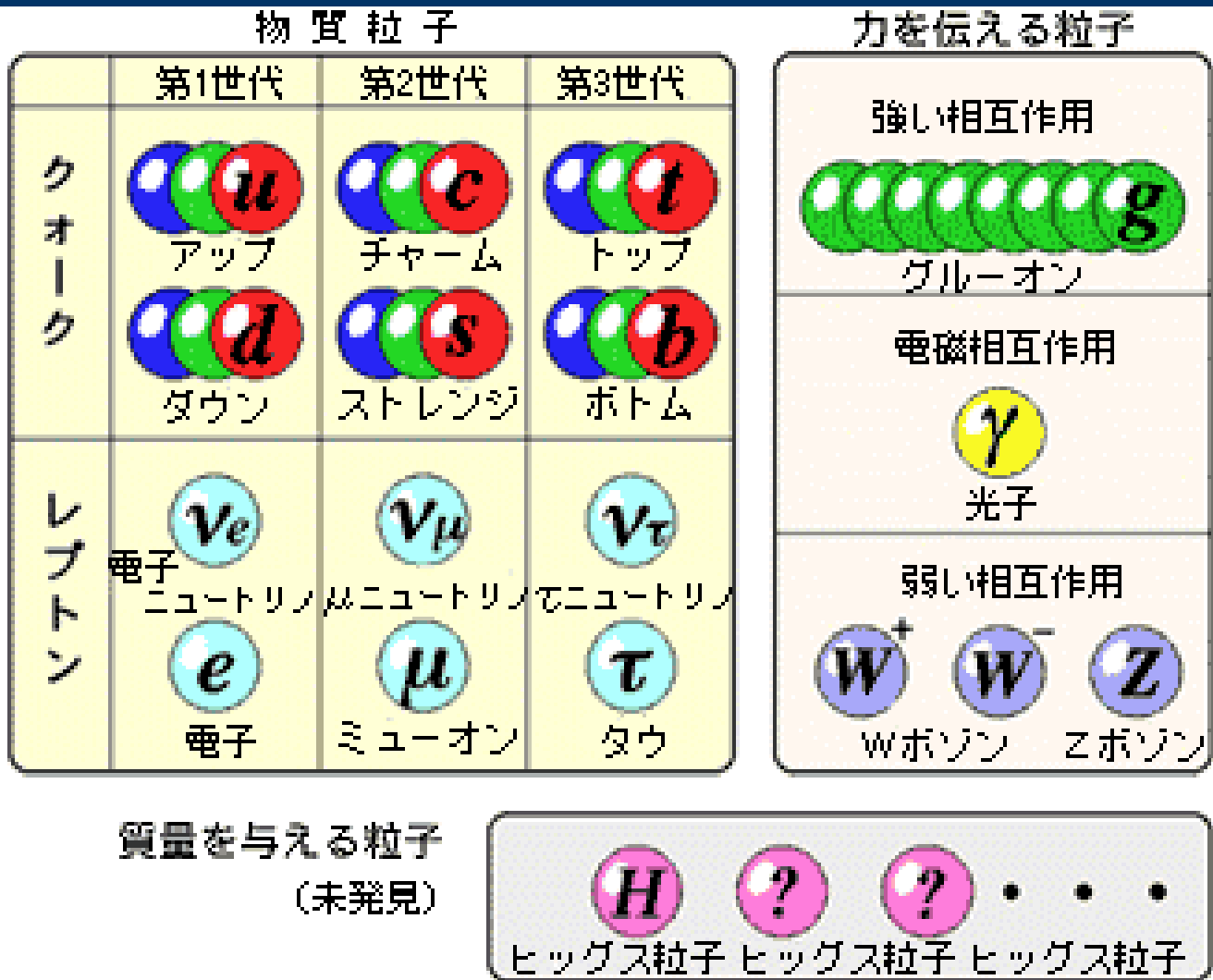


クォーク

	第1世代	第2世代	第3世代
レプトン	電子 ニュートリノ	ミュー・ ニュートリノ	タウ・ ニュートリノ
	電子	ミュー粒子	タウ粒子
クォーク	ダウン	ストレンジ	ボトム
	アップ	チャーム	トップ

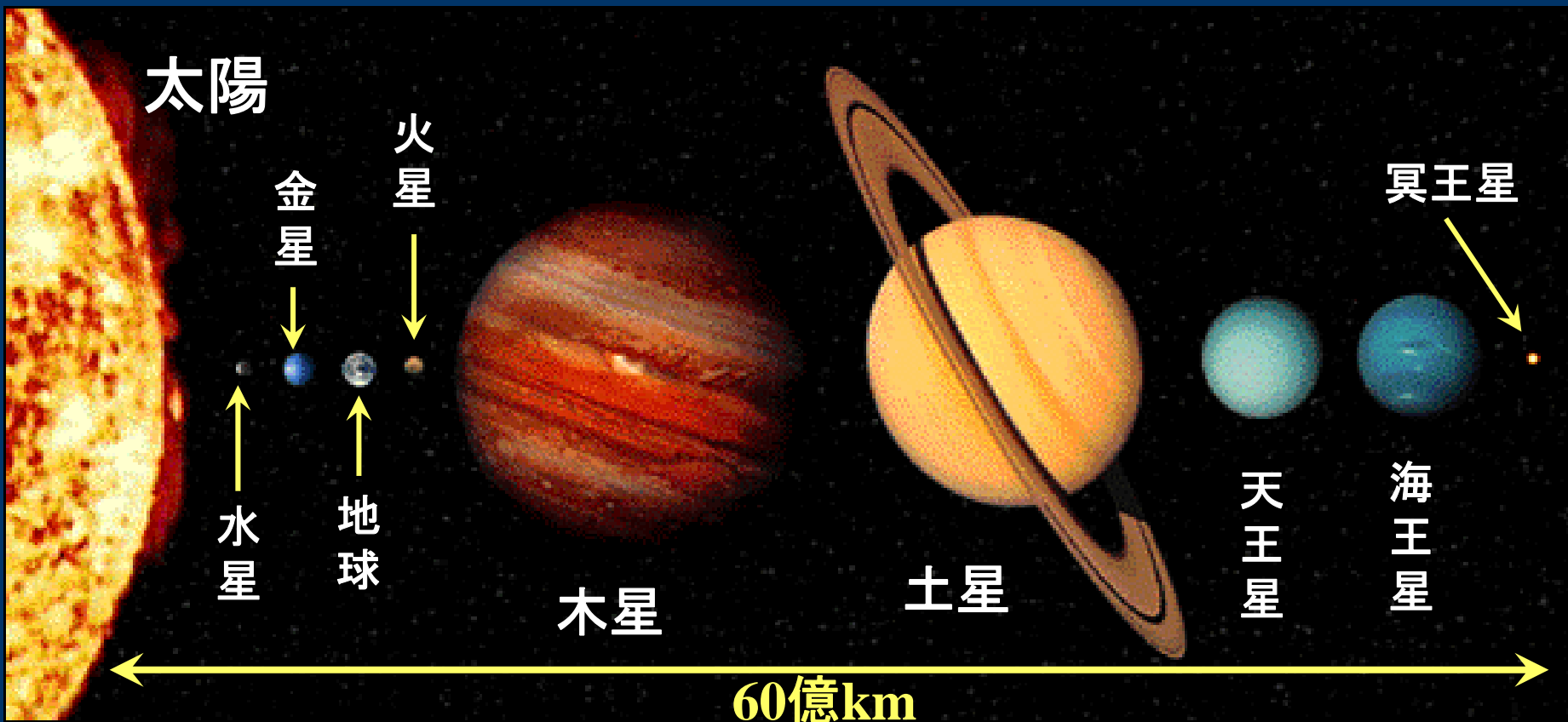
原子核の周囲を電子がまわって原子をつくる。原子核は陽子と中性子から、陽子と中性子はアップ・クォークとダウン・クォークから構成されている。第2世代と第3世代のクォークとレプトンは、粒子加速器を用いるなどして、高エネルギー状態にならないとあらわれない。われわれの世界の物質は第1世代のクォークとレプトンからできているといえる。

現在の標準素粒子モデルのすべて



実験的にはこれで説明できない事実は知られていない。しかし、理論的には不満足な点が多く、おそらくこの上により究極的な理論があるだろうと予想されている。

九つの惑星：我が太陽系

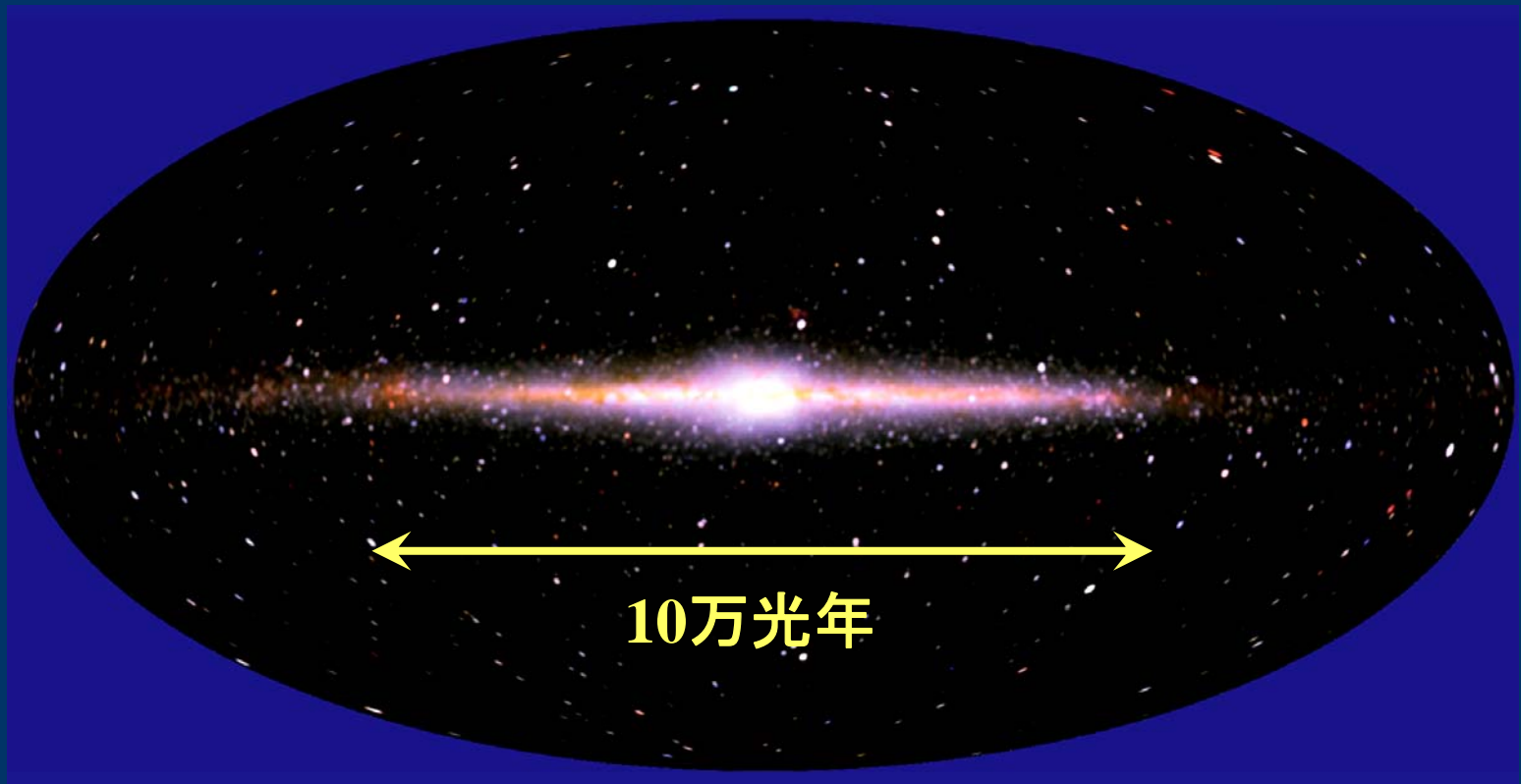


(太陽からの距離は別として、惑星の相対的な大きさはほぼ実際の比の通り)

<http://www.solarviews.com/eng/homepage.htm> © Calvin J. Hamilton

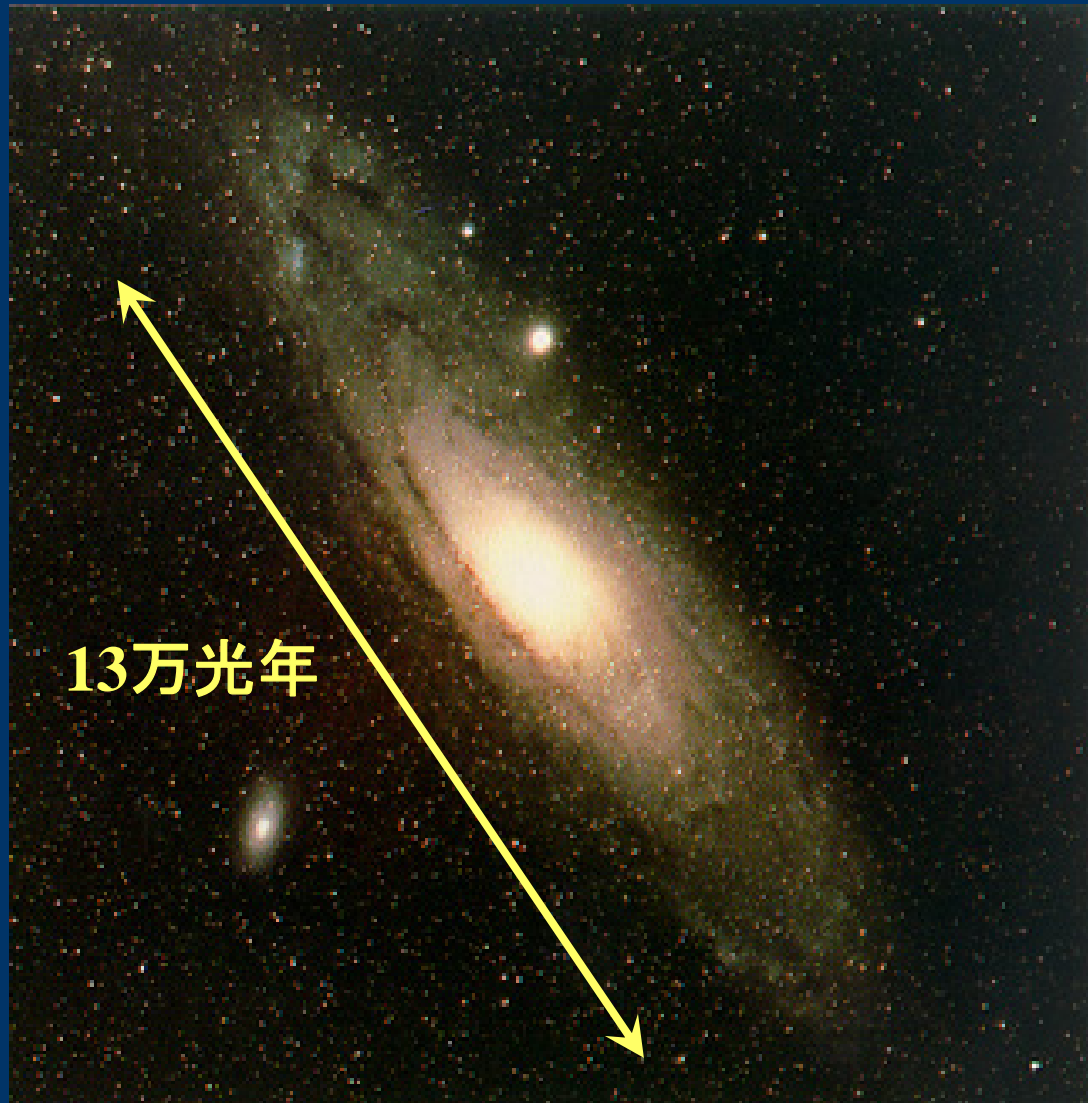
我々の銀河系：天の川

- 我々の銀河系(天の川)は、星とガスからなる渦巻き銀河。しかし実は、その質量の9割以上は光では観測できない(正体不明の)暗黒物質である



COBE衛星による近赤外線画像 <http://lambda.gsfc.nasa.gov/product/cobe/>

アンドロメダ銀河 (M31): 隣の銀河



局所銀河群： 我々のまわりの銀河集団



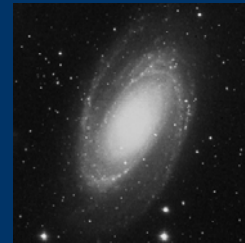
- 我々の銀河系はアンドロメダ銀河をはじめ30個程度のメンバー銀河とともに、直径600万光年程度の広がりをもつ局所銀河群を形成している

銀河の形: ハッブル分類

Sa



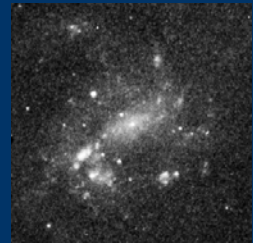
Sb



Sc



Sd



楕円銀河



E0



E6

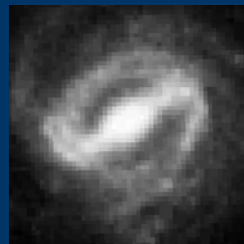


S0

レンズ状銀河

渦巻銀河

棒渦巻銀河



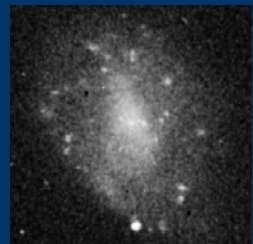
SBa



SBb



SBc



SBd

<http://skyserver.pha.jhu.edu/jp/>

銀河団： 宇宙で最大の自己重力系

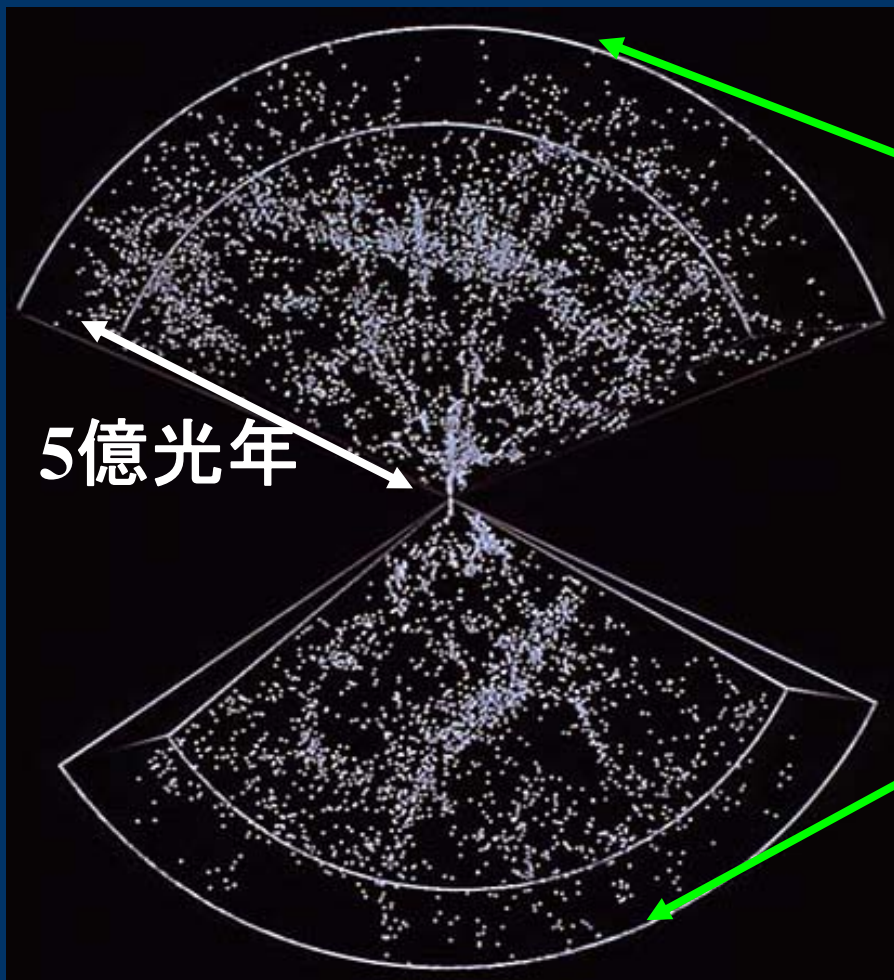


- およそ100～1000個の銀河が、直径1000万光年程度の領域に重力的に引き合い、集団化したもの

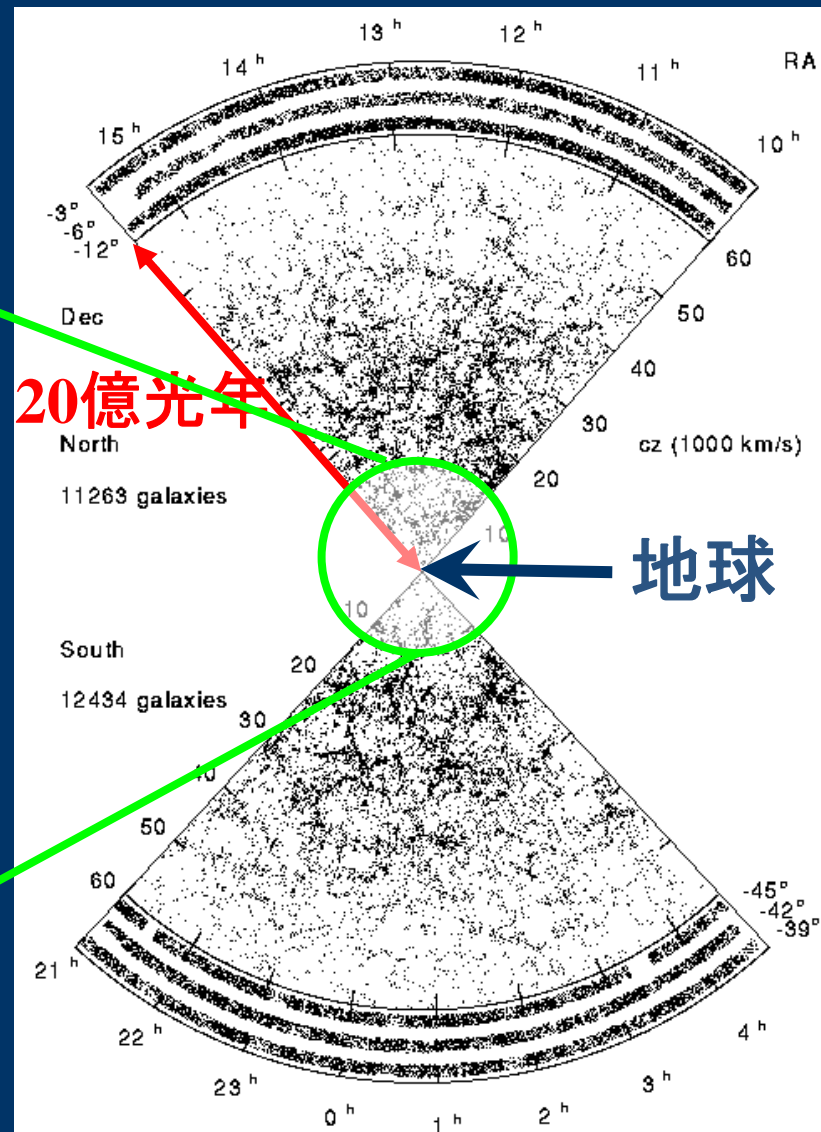
銀河団エイベル1689
(距離:22億光年)
ハッブル宇宙望遠鏡

<http://hubblesite.org/newscenter/archive/>

銀河の3次元分布地図



CfA galaxy redshift survey:
Geller, da Costa & Huchra (1992)



Las Campanas redshift survey:
Schectman et al. (1996)

宇宙の階層構造

宇宙の大構造

太陽系



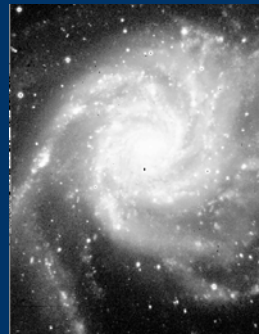
矮小銀河



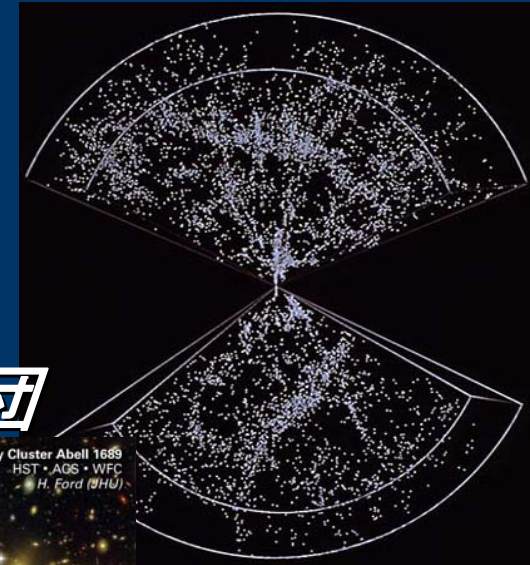
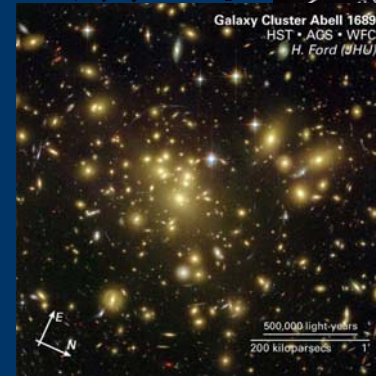
銀河群



銀河



銀河団



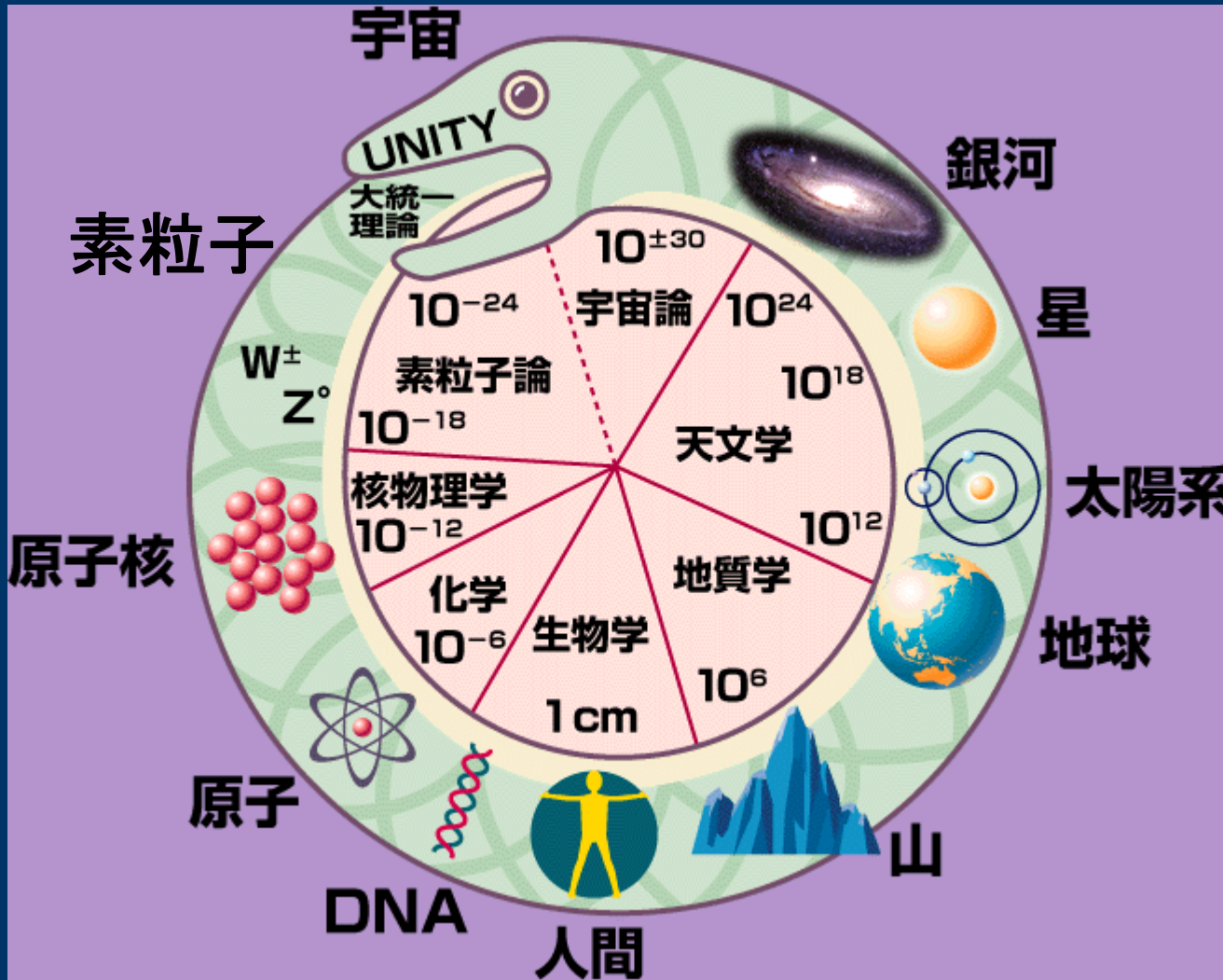
星団



10^0 10^1 10^2 10^3 10^4 10^5 10^6 10^7 10^8

典型的な大きさ [パーセク(〜3.1光年)]

自然界の成り立ち



- 宇宙の大きさは約 10^{27} cm, すべての物質を形づくる素粒子の大きさは約 10^{-24} cm
- この約50桁も離れた巨視的世界と微視的世界とは宇宙の進化を通じて結びついている

シェルドン グラシヨー 著 ‘Interaction’ のなかの図をもとに作成