

0. はじめに

0-1 本講義の対象

地球および惑星の流体圏 大気・海・核

関連する物質圏・天体 固体圏，太陽，衛星，惑星間空間，原始太陽系星雲...

0-2 “状態”の意味

前提条件 巨視的な系...非常に多数の原子分子の平均的な量

狭義の状態 温度，圧力，密度，組成，電磁場 (熱物理学的な定義)

広義の状態 + 物質分布・運動・エネルギー収支等

0-3 講義内容

4/7 序論

4/14 地球惑星の大気，表面温度，有効温度，温室効果

4/21 構成物質の物理状態

4/28 静水圧平衡，スケールハイト，大気-惑星間空間境界，大気の熱的安定性

5/12 鉛直温度構造，断熱変化，放射平衡

5/19 放射対流平衡

5/26 中間試験

6/2 水惑星の存在条件

1 序論

1-1 惑星とは

- 1) 恒星の周りを公転
- 2) 自ら輝いていない
- 3) 中心星より平均組成が重元素に富む
- 4) そこそこ大きい

宇宙元素存在度 太陽大気の組成．近似的に宇宙の現在組成を表す．

宇宙元素存在度 (抜粋)	
元素	存在度 (個数比)
H	2.79×10^{10}
He	2.72×10^9
C	1.01×10^7
N	3.13×10^6
O	2.38×10^7
Ne	3.44×10^6
Mg	1.076×10^6
Si	$\approx 1 \times 10^6$
S	5.15×10^5
Ar	1.01×10^5
Fe	9.00×10^5

1-2 太陽系内の惑星

地球型 岩石と金属が主成分...水星・金星・地球・火星

太陽系の内側に位置．質量小．衛星を持たない or 持っても小数．

木星型 ガスが主成分...木星・土星

外側に位置．質量大．H, He に富む外層．多数の衛星．

木星・土星：内部まで H, He に富む．

天王星・海王星：内部は H_2O , CH_4 , NH_3 に富む (天王星・海王星型)

冥王星 軌道いびつ．質量小．惑星と小惑星の中間的存在．

大気・衛星を持つ．

地球の全体構造 中心部に重元素が沈んでいる．

地球の構造

(半径 km)	主要成分	状態	化学結合の主形態
内核 (1221.5)	Fe	固体	金属結合
外核 (3480.0)	Fe	液体	金属結合
マントル (6350)	Mg,Si,O	固体	イオン結合
地殻 (6371)	Si,Al,Ca,O	固体	イオン結合
海洋 (6371)	H,O	液体	水素結合
大気 (>6371)	N,O	気体	共有結合

太陽系の惑星

天体名	軌道長半径 (a)	公転周期	自転周期	赤道傾斜角
水星	0.3871 AU	88.0 day	58.65 day	<28°
金星	0.7233	224.7	243.01	177°.3
地球	1.0000	365.26 day	23 ^h 56 ^m 4 ^s	23°.44
火星	1.5237	687	24 ^h 37 ^m 23 ^s	25°.19
木星	5.2026	11.862 yr	9 ^h 50 ^m 30 ^s	3°.1
土星	9.5549	29.458	10 ^h 14 ^m	26°.7
天王星	19.2184	84.022	17 ^h 17 ^m	97°.9
海王星	30.1104	164.774	18 ^h 20 ^m	29°.6
冥王星	39.5399	248.534	6 ^h 9 ^m	118°

太陽，惑星，月の性質

天体名	質量 (M)	赤道半径 (R)	平均密度 (ρ)	表面重力 (g)	脱出速度 (v_e)
太陽	332946	696000 km	1.41 g/cm ³	28.01	617.5 km/s
水星	0.055	2439	5.43	0.38	4.25
金星	0.815	6052	5.24	0.91	10.36
地球	≡1	6378	5.52	≡1	11.18
火星	0.107	3397	3.93	0.38	5.02
木星	317.832	71398	1.33	2.37	59.57
土星	95.16	60000	0.70	0.95	35.36
天王星	14.50	25400	1.30	0.89	21.33
海王星	17.22	24300	1.76	1.19	23.77
冥王星	0.0021	1137	2.1	0.067	0.58
月	0.0123	1738	3.34	0.17	2.38