

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

4/5 序論

4/12 地球惑星の大気, 表面温度, 有効温度, 温室効果

4/19 構成物質の物理状態

4/26 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

5/17 鉛直温度構造, 断熱変化, 放射平衡

5/24 放射対流平衡

5/31 中間試験

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. 近似的に現在の宇宙全体の組成を表す.

| 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 | $\equiv 1 \times 10^6$ |
| 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 |

