

## 1. 序論 (続き)

### 1-3 惑星大気概観

#### 組成と厚さ

木星型惑星：元素組成 ~ 太陽大気．H は  $H_2$  分子として存在．極めて厚い．

地球型惑星：元素組成  $\neq$  太陽大気．重元素に富む．

金星・火星： $CO_2$  が主成分．金星は厚く，火星は薄い．

地球： $N_2$ ， $O_2$  が主成分．地表に大量の液体の  $H_2O$  ．

#### 温度

平衡温度  $T_{eq}$  惑星の吸収した太陽放射に等価な黒体温度

$$4\pi R^2 \sigma T_{eq}^4 = \pi R^2 (1 - A) F \quad (1.1)$$

有効温度  $T_{eff}$  惑星の総熱放射に等価な黒体温度

$$4\pi R^2 \sigma T_{eff}^4 = [\text{惑星の総熱放射}] \quad (1.2)$$

金星： $T_s \gg T_{eq}, T_{eff}$   $CO_2$  の強い温室効果．

木星： $T_{eff} > T_{eq}$  内部にも熱源．

地球： $T_s > T_{eq}, T_{eff}$   $H_2O$ ， $CO_2$  の温室効果．

#### 問題

問題 1-1 太陽の半径と表面温度，太陽-地球間の距離から，地球軌道において太陽に正対する単位面積が単位時間あたりに受け取るエネルギー量を求めよ．

問題 1-2 地球の平均的な比熱はおよそ  $10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$  である．もしも太陽から受け取った熱を地球が全て吸収した場合，45 億年間で地球の平均温度は何度上昇するか求めよ．

## 2. 構成物質と物理状態

### 2-1 流体圏の構成物質

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	$2.79 \times 10^{10}$
He	$2.72 \times 10^9$
C	$1.01 \times 10^7$
N	$3.13 \times 10^6$
O	$2.38 \times 10^7$
Ne	$3.44 \times 10^6$
Mg	$1.076 \times 10^6$
Si	$\equiv 1 \times 10^6$
S	$5.15 \times 10^5$
Ar	$1.01 \times 10^5$
Fe	$9.00 \times 10^5$

木星型惑星 宇宙元素存在度に近い

地球型惑星 軽い元素に欠乏 . 表層の大気圏 (水圏) は主として C , N , O の化合物・分子からなる .

### 2-2 状態

地球の全体構造 中心部に重元素が沈んでいる .

(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

大気圏 上空へゆくにつれて

分子 原子 イオン + 電子

へと変化