

地球現象論: 基本的な数字 — 天文学編

地球流体電脳倶楽部

1996年8月2日

目次

1	天文学に関する基本的な数字	2
1.1	惑星本体	2
1.2	軌道要素・自転軸	3
1.3	時間	3
1.4	平均太陽定数, アルベド	3
2	大気(および海洋)科学に関する数字	4
2.1	地表平均気圧	4
2.2	大気の総量, 大気中の水蒸気の総量	4
2.3	海洋の総量	4
2.4	地球大気の化学組成	5
3	参考文献	6

Abstract

地球の天文学に関する基本的な数字を挙げる

1 天文学に関する基本的な数字

1.1 惑星本体

物理量	数値
質量 M (10^{24} kg)	5.973
半径 R (km)	6378(赤道),6357(極)
平均密度 (g/cm^3)	5.52
重力加速度 (表面)(m/s^2)	9.78
扁平率	0.0034
慣性能率 ($/MR^2$)	0.3308

(理科年表 (1990) より)

1.2 軌道要素・自転軸

1

物理量	数値
昇交点黄経 $\Omega(^{\circ})$	354.865
軌道傾斜角 $i(^{\circ})$	0.001
軌道長半径 $a (10^{11} \text{ m})$	1.496
離心率 e	0.0167
近日点黄経 $\varpi(^{\circ})$	102.904
元期平均近点離角 $M_o(^{\circ})$	176.273
自転軸の方向の黄経 $(^{\circ})$	90
自転軸の方向の黄緯 $(^{\circ})$	23.44

(理科年表 (1990))

1.3 時間

物理量	地球
公転周期 (d)	365.256
自転周期 (d)	0.9973
一太陽日 (d)	1

(理科年表 (1990))

ただし, 上の表で 1 太陽日を 1d とした.

1.4 平均太陽定数, アルベド

物理量	数値
平均太陽定数 (W/m^2)	1367 ± 7
惑星 Albedo (Bond)	約 0.305 ± 0.01
有効放射平衡温度 (K)	255

(会田 (1982), Hartmann et al.(1986)²)

¹各物理量については, '金星現象論~金星に関する基本的な数字' 参照のこと.

²アルベドのみ. なお, Hartmann, et al. によれば, Jacobowitz, H., Tighe, R. J., and The NIMBUS 7 ERB Experiment Team, 1984, *J. Geophys. Res.*, **89**, 4997-5010. からとった, とあるが, 実際にはそれにはなく, 出典不明である.

2 大気 (および海洋) 科学に関する数字

2.1 地表平均気圧

物理量	数値
地表平均気圧 P (Pa)	1.01325×10^5

(理科年表 (1990))

2.2 大気の総量, 大気中の水蒸気の総量

大気の総量 M_{atm} は, 地表平均気圧 $P = 1.01325 \times 10^5 \text{Pa}$ と, 地球平均半径 $R = 6.37 \times 10^6 \text{m}$, および地上平均重力加速度 $g = 9.78 \text{m/s}^2$ を用いて,

$$M_{\text{atm}} = P \times 4\pi R^2 / g = 5.28 \times 10^{18} \text{kg}$$

と見積ることができる.

水蒸気の総量は, 可降水量 2.3cm という知識¹を用いて計算できる. H_2O の密度を $1 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ とすると, 地球大気中の水蒸気の総量は

$$(2.3 \times 10^{-2}) \times (4\pi R^2) \times (1 \times 10^3 \text{kg/m}^3) = 1.2 \times 10^{16} \text{kg}$$

となる.

2.3 海洋の総量

物理量	数値
体積 (m^3)	1.370×10^{18}
面積 (m^2)	3.611×10^{14}
平均深度 (m)	3.795×10^3
総質量 (kg)	1.4×10^{21}

(理科年表 (1990) より)

ただし, 海洋の総質量については, 海水の密度として $1 \text{g/cm}^3 = 10^3 \text{kg/m}^3$ を用いて計算して求めた.

¹出典不明.

2.4 地球大気の化学組成

ここでは地球大気の代表的な組成として、地表付近(約 30km 以下)における組成を挙げておく¹.

地球の場合、高さ約 80km までは組成はほぼ一様であることが知られている。また、それ以上の高度にある大気の総量は少ない²。したがって、地表付近における組成を地球大気全体の組成として考えることができよう。なお、上で求めた大気の総量を用いて、総質量も表に加えておいた。

成分	分子式	分子量	存在比率 (%)		総質量 ($\times 10^{16}$ kg)
			容積比	重量比	
窒素分子	N ₂	28.12	78.088	75.527	3.99×10^2
酸素分子	O ₂	32.00	20.949	23.143	1.22×10^2
アルゴン	Ar	39.94	0.93	1.282	6.77
炭酸ガス	CO ₂	44.01	0.03	0.0456	2.41×10^{-1}
一酸化炭素	CO	28.01	1×10^{-5}	1×10^{-5}	5×10^{-5}
ネオン	Ne	20.18	1.8×10^{-3}	1.25×10^{-3}	6.60×10^{-3}
ヘリウム	He	4.00	5.24×10^{-4}	7.24×10^{-5}	3.82×10^{-4}
メタン	CH ₄	16.05	1.4×10^{-4}	7.25×10^{-5}	3.83×10^{-4}
クリプトン	Kr	83.7	1.14×10^{-4}	3.30×10^{-4}	1.74×10^{-3}
一酸化二窒素	N ₂ O	44.02	5×10^{-5}	7.6×10^{-5}	4.0×10^{-4}
水素分子	H ₂	2.02	5×10^{-5}	3.48×10^{-6}	1.84×10^{-5}
オゾン	O ₃	48.0	2×10^{-6}	3×10^{-6}	2×10^{-5}
水蒸気	H ₂ O	18.02	不定	不定	1.2

(松野・島崎(1981)より)

¹この表の数字は古いデータである。最新のデータによると、CO₂ や CH₄ の値はより大きい。

²‘地球大気の鉛直構造’の項参照。

3 参考文献

Hartmann,D.L., Ramanathan,V., Berroir,A., Hunt,G.E., 1986 : Earth Radiation Budget Data and Climate Reseach. *Rev.Geophys.*, **24**, 439-468.

会田 勝, 1982 : 気象学のプロムナード 8 大気と放射過程. 東京堂出版, 280pp.

国立天文台編, 1990 : 理科年表, 丸善, 1032pp.

松野太郎, 島崎達生, 1981 : 大気科学講座 3 成層圏と中間圏の大気. 東京大学出版会, 279pp.

謝辞

本稿は 1989 年から 1993 年に東京大学地球惑星物理学科で行なわれていた, 流体理論セミナーでのセミナーノートがもとになっている. 原作版は保坂征宏による「地球現象論」(90/9/4) であり, 林祥介によって地球流体電脳倶楽部版「地球現象論」として書き直された. 構成とデバッグに協力してくれたセミナー参加者のすべてにも感謝しなければならない.