

『宇宙地球科学』
Exercise 略解

佐藤文衛・綱川秀夫 著

2018 年発行

第I部 天文・宇宙編

第1章

1.1

(1)

43 分角

(2)

3 分角

(3)

16 分角

1.2

約 7 万 km

第2章

2.1

省略

2.2

例えばイオの軌道長半径 (5.9 木星半径) と公転周期 (1.7691 日) から求めると 1.9×10^{27} kg (9.6×10^{-4} 太陽質量)。

第3章

3.1

$$B_{\nu}(T)d\nu = \frac{2h\nu^3}{c^2} \frac{1}{\exp(h\nu/kT) - 1} d\nu$$

3.2

吸収線の部分が輝線になって見える。

第4章

4.1

約 4 倍

4.2

図 4.5 から実視絶対等級の差を読み取り、見かけの等級が等しいとして距離の比に変換する。

第5章

5.1

1.9×10^{41} kg (太陽質量の約 10^{11} 倍)

5.2

省略

第6章

6.1

30

6.2

(1)

約 15 pc

(2)

約 130 km s^{-1}

第7章

7.1

(1)

$$R(t) = \left(\frac{3}{2}H_0\right)^{2/3} R_0 t^{2/3}$$
$$t_0 = \frac{2}{3H_0}$$

(2)

4×10^5 年

第8章

8.1

約 0.7 倍 (約 1.4 分の 1)

8.2

陽子数/中性子数 = 7

第9章

9.1

約 1 千万度

9.2

全原子核の数密度と電子の数密度を数えあげる。

第 10 章

10.1

約 10 分の 1

10.2

約 4 分の 1

第 11 章

11.1

3.8×10^{12} m (約 25 au)

11.2

省略

第 12 章

12.1

(1)

地球の公転角運動量 2.7×10^{40} kg m² s⁻¹

	自転角運動量	公転角運動量
太陽	41	—
水星	3.7×10^{-11}	0.034
金星	8.0×10^{-10}	0.69
地球	2.7×10^{-7}	1
火星	7.9×10^{-9}	0.13
木星	2.6×10^{-2}	725
土星	5.1×10^{-3}	294
天王星	8.6×10^{-5}	64
海王星	1.0×10^{-4}	94

(地球の公転角運動量を 1 とする)

(2)

0.9 日

(3)

このような状況下では、太陽表面で角運動量が失われる場合の約 100 倍の角運動量が太陽風によって失われる。すなわち、97% の角運動量を失う (自転周期 0.9 日 → 26 日) ためには、約 1% の質量を失えばよい。

12.2

約 240 万 km (月-地球間の 6 倍以上)

第 13 章

13.1

(1)

中心星光度を L 、中心星からの距離を a とすると、平衡温度 T は

$$T = 280 \left(\frac{L}{L_{\odot}} \right)^{1/4} \left(\frac{a}{1 \text{ au}} \right)^{-1/2} \text{ K}$$

(2)

$$a = 2.7 \left(\frac{L}{L_{\odot}} \right)^{1/2} \text{ au}$$

13.2

省略

第 14 章

14.1

4.6×10^9 年

14.2

省略

第 15 章

15.1

$$m \sin I = 0.44 M_{\text{Jup}}$$

15.2

質量 $0.69 M_{\text{Jup}}$

平均密度 3.1×10^2 kg m⁻³

第II部 地球・太陽系編

第1章

1.1

土星の質量が木星の質量の約 1/3 であること。

1.2

0.09°

1.3

0.013

第2章

2.1

水星： 1.4×10^{-5} 、金星： 3.8×10^{-4} 、地球： 6.5×10^{-4} 、火星： 1.1×10^{-4} 、木星：1.1、土星：0.59、天王星：0.18、海王星：0.33。木星との共通重心は太陽の外側にある。

2.2

0.72 倍

2.3

イオ：0.079 倍、エウロパ：0.013 倍、ガニメデ：0.020 倍、カリスト：0.035 倍

第3章

3.1

(1)

0.0288 kg/mol

(2)

7.36 km

(3)

0 km：1013 hPa、5 km：513 hPa、15 km：132 hPa、30 km：17.2 hPa、50 km：1.1 hPa

3.2

地球：8.1 km、金星：16 km、火星：9.3 km、木星：25 km、土星：62 km、天王星：27 km、海王星：21 km

第4章

4.1

(1)

$1/(5.4 \times 10^{18})$

(2)

2.7×10^{-9} Pa

4.2

(1)

30 μ T

(2)

60 μ T

(3)

$F(\lambda) = F_0 \sqrt{1 + 3 \sin^2 \lambda}$ (λ : 緯度、 $F_0 = 30 \mu$ T) のグラフになる。

第5章

5.1

約 12000 倍

5.2

(1)

約 8 倍

(2)

約 3 m

5.3

現在の北極星

第6章

6.1

(1)

直達波 $t = \frac{x}{V_1}$

反射波 $t = \frac{1}{V_1} \sqrt{x^2 + 4d^2}$

屈折波 $t = \frac{x}{V_2} + \frac{2d}{V_1} \sqrt{1 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2}$

(2)

直達波の走時曲線は傾き $1/V_1$ の直線 (原点を通る)、屈折波の走時曲線の傾き $1/V_2$ の

直線 (切片は $(2d/V_1)\sqrt{1-(V_1/V_2)^2}$) となり、反射波の走時曲線は直達波に漸近する双曲線となる。なお、屈折波は、反射波と交わる点より近距離では観測されない。

6.2

(1)

36.2°

(2)

図 6.5 の PKP などの地震波伝播を参照。

第 7 章

7.1

金属核と岩石層の質量比は約 0.76 となる。

7.2

(1)

$1.61 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$

(2)

約 85 km

(3)

約 0.11 m s^{-2}

(4)

約 14 MPa

(5)

エンケラドス内部が、液相の水が存在しうる温度圧力条件になっている可能性をもつ。

第 8 章

8.1

(1)

速さ：44.4 mm yr⁻¹、方向：ほぼ北西方向 (N44.6W)

(2)

平行移動型境界と推定される。ただし、発散型境界の部分もありうる。

8.2

図 8.1 を参照する。北大西洋中央海嶺において、北アメリカ大陸はユーラシア大陸から西向きに遠ざかり、プレート境界と垂直 (発

散型境界) あるいは平行 (平行移動型境界) となっている。日本海東縁では、北アメリカ大陸はユーラシア大陸に近づき、その速度方向はプレート境界に垂直に近い収束型境界となりうる。

第 9 章

9.1

図 9.3 右を参照する。発散型プレート境界の形成時に、プレートの境界が運動方向と斜交した場合、プレート運動方向と斜交する海嶺が形成されうる。新しく形成された海嶺地域に見られ、次第にプレート運動と直交するように形状を変えたと考えられている。

9.2

(1)

$3.37 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$

(2)

$d = 0.031L$

(3)

約 2000 m

第 10 章

10.1

(1)

8 m

(2)

約 1750 万年前

10.2

$$t = \frac{L}{V_S} - \frac{L}{V_P} = \frac{L}{8} \quad \therefore L = 8t$$

10.3

伊豆・小笠原海溝のスラブは大きな角度で沈み込み、日本海溝からは 30° 程度の緩やかな角度となっている。全体としては、アジア大陸側へ凸になった形状である。

第 11 章

11.1

(1)

約 $35 \text{ km}^3 \text{ yr}^{-1}$

(2)

コロンビア川洪水ゲンプ岩は約 $0.6 \text{ km}^3 \text{ yr}^{-1}$ なので、海嶺のマグマ活動はコロンビア川洪水ゲンプ岩を生み出したマントルプルームの約 60 個分に相当する。

11.2

(1)

ほぼ奥羽山脈の軸となる。

(2)

現在の火山フロントよりも東に数十 km 移動している。

(3)

もし、当時の火山活動が現在と同じメカニズムとすると、当時の太平洋プレートの沈み角度は現在よりも大きかったと考えられる。

11.3

ハワイ島で約 7.0 cm yr^{-1} 、タヒチ島で約 7.3 cm yr^{-1} 。

第 12 章

12.1

(1)

$2.65 \times 10^3 \text{ kg m}^{-1}$

(2)

$3.04 \times 10^3 \text{ kg m}^{-1}$

(3)

カコウ岩：5.2 km、ゲンプ岩：0.5 km

12.2

(1)

$3.37 \times 10^3 \text{ kg m}^{-1}$

(2)

平均密度からすると、ゲンプ岩に近いと推測される。

第 13 章

13.1

(1)

直径 $5 \mu\text{m}$ ： $1.78 \times 10^{-5} \text{ m s}^{-1}$ 、直径 $50 \mu\text{m}$ ： $1.78 \times 10^{-3} \text{ m s}^{-1}$

(2)

直径 $5 \mu\text{m}$ ：約 160 時間、直径 $50 \mu\text{m}$ ：約 1.6 時間

13.2

向斜構造になる。

第 14 章

14.1

第 14.2 節を参照。

14.2

第 14.3 節を参照。

第 15 章

15.1

人工衛星の地球周回周期が 1 日になる高度を求めればよく、約 36000 km である。

15.2

月表側においては地球との通信が容易であること、月表側の地形等の観測が裏側よりも進んでおり着陸地点選択に関する情報が多かったことなどが考えられる。また、地球から月へ向かう軌道は月から見て低緯度となる。

15.3

第 15.3.1 節を参照。