

V 惑星科学

以下の3問(V-1, V-2, V-3)のうち, 2問を選択し解答せよ. 解答にあたっては結果だけでなく, 導出過程も記せ.

V-1 (選択)

これまでに太陽以外の恒星の周りに150を超える惑星(系外惑星)の存在が確認されている. 惑星の像を直接観測することは難しいため, 大部分の系外惑星は, 恒星が惑星の重力の働きによりわずかに運動する様子を恒星大気の放つスペクトル線のドップラーシフトの周期変化として観測することにより発見されている. これをドップラー法とよぶ.

問題1 ドップラー法では恒星の質量が既知ならドップラーシフトの変化の周期 T から惑星の軌道長半径が推定できる. その原理を説明し, 恒星の質量が太陽のそれに等しいとして, 周期 T を用いて惑星の軌道長半径 R を天文単位 (AU) で表す式を導け.

問題2 観測された恒星のスペクトル線の波長のシフト $\Delta\lambda$ が時間 t と共に $\Delta\lambda = A \sin(2\pi t/T)$ のように変化している場合に, 恒星の視線速度の最大値 v_{max} を A , 光速 c , スペクトル線の中心波長 λ_0 を用いて表せ.

問題3 問題2の状況で v_{max} と T からその恒星の周りに存在すると考えられる惑星の下限質量 m_{min} を恒星質量 M_* を単位として求める式を導け. ここでも恒星の質量は太陽質量に等しいものとする. 必要な定数は適宜導入して構わない.

問題4 これと同時に恒星に周期的な一時減光が観測された場合には, 下限質量は惑星のほぼ正確な質量とみなすことができる. その理由と, このような観測がされた場合に, 惑星の性質についてさらにどのようなことが分かるか説明せよ.

V-2 (選択)

惑星科学に関する次の用語について、3つ選び、各々150字程度で説明せよ。

- (1) 星間塵 (2) コンドライト (3) バン・アレン帯
(4) 脱出速度 (5) レーリー散乱 (6) 微惑星

V-3 (選択)

タイタンの大気の主成分は N_2 であり、微量の CH_4 を含んでいる。地表での大気圧は地球の1.5倍、重力加速度は $1.35m/s^2$ 、大気温度は90Kである。このタイタンの大気について以下の問題に答えよ。ただし、タイタンの平均半径を2570km、ボルツマン定数を $1.38 \times 10^{-23} J/K$ 、陽子の質量を $1.67 \times 10^{-27} kg$ とする。

問題1 地表での大気の数密度を求めよ。

問題2 静水圧方程式を導出せよ。ただし、理想気体の状態方程式を用い、必要であれば模式図を用いてよい。

問題3 地表での大気のスケールハイトを求めよ。

問題4 高度40kmから大気温度は上昇し、高度100kmで約170Kになる。その理由を200字程度で考察せよ。