

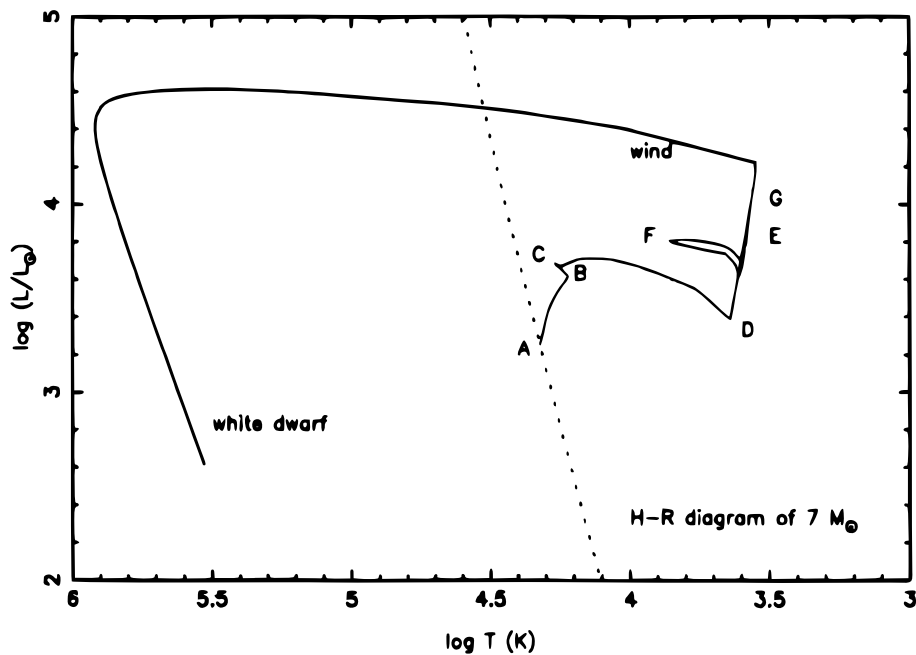
## 宇宙科学 I (蜂巢) 2009 年夏学期

注意 筆記用具以外の持ち込みは不可。試験時間は 90 分。解答用紙 (表裏) は 1 枚。

問題 1. 次の語句についてその内容を 2 行程度で説明せよ。

- (1) 色指数と温度 (配点 5)
- (2) 核融合反応の安定性 (配点 5)
- (3) 超新星の意義 (配点 5)
- (4) 大気の窓 (配点 5)
- (5) 月の起源 (配点 5)

問題 2.  $7M_{\odot}$  の恒星の進化 (星の一生) に関する次の図を見て、星の進化の様子を簡潔に説明せよ。図中の、A, B, ..., G などの位置に対応する星の内部の様子 (星を輪切りにした説明図) も同時に示せ。  
(配点 25)



問題 3. 次のドレイクの式は、われわれの銀河系 (天の川銀河) に存在する宇宙文明の数を予測する式である。  
この式に関して、次の問に答えよ。

$$N = R_* \cdot f_p \cdot n_e \cdot f_l \cdot f_i \cdot f_c \cdot L \quad (1)$$

- (1) ドレイクの式の右辺の意味を簡潔に述べ、 $N$  の合理的な値を推測せよ。ヒント:  $*$  は星 (star)、 $p$  は惑星 (planet)、 $e$  は環境 (environment)、 $l$  は生命 (life)、 $i$  は知性 (intelligence)、 $c$  は文明 (culture) を表す。最後の  $L$  はヒントなし。(配点 14)
- (2) 最後の項  $L$  の値をいろいろ変えた場合の、地球外文明との交信の可能性を根拠を示して述べよ。(配点 11)

問題 4. ブラックホールへ、人間がまっさかさまに落ちて行く場合を想定して、次の間に答えよ。

- (1) 人間を質量  $m$  の二つの重りが、長さ  $l$  の伸びない紐で結ばれているモデルであらわした場合に、二つの重りについての運動方程式を導出せよ。ただし、重力定数を  $G$ 、ブラックホールの質量を  $M$ 、ブラックホールから頭までの距離を  $r$  とせよ。(配点 5)
- (2) 上記の二つの方程式から、紐にかかる張力を表す式を求めよ。ただし、 $l \ll r$  の条件を使って、その式を簡単にせよ。(配点 5)
- (3) 人間の体重を  $60 \text{ kg}$  ( $m = 30 \text{ kg}$ )、身長を  $1.7 \text{ m}$ 、ブラックホールの質量を  $1M_{\odot} = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$ 、重力定数を  $6.7 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$  として、人間の体がバラバラになる距離を  $\text{km}$  単位で、1 桁の精度で求めよ。ただし、人間の体は、1 トンの力がかかった場合に、ちぎれるとして良い。なお、地球表面での重力加速度は、 $9.8 \text{ m s}^{-2}$  とする。(配点 10)
- (4) この限界の距離は、 $1M_{\odot}$  の質量のブラックホールの半径と比較して、大きいか、小さいか、答えよ。また、系外銀河の中心核にあると考えられるブラックホールの質量が太陽の 1 億倍として、人間は生きたままブラックホールの中に入って行けるか、理由を述べて、答えよ。なお、ブラックホールの半径は質量に比例する。(配点 5)

授業の評価 時間があれば、何回くらい「宇宙科学 I」の授業に出たかを記し、「宇宙科学 I」の授業の改善点、要望、あるいは感想でも結構ですので、記入して下さい。なお、この部分は配点には関係ありません。