

天体観測学レポート(2017年度:宮田分)

以下の問い(1)(2)(3)に答えよ

(1) 地上望遠鏡で天体を見る場合に、空間解像度を定める主たる要素は望遠鏡主鏡の回折と大気のシーイングである。今、地上望遠鏡で地球から1.5AUの距離にあるときの、小惑星Vesta(直径500km)の空間分解を試みたい。以下の問いに答えよ。

a. この時のVestaの視直径を秒角の単位で求めよ。

b. 口径6.5mの望遠鏡を用い波長 λ の電磁波を観測することを考える。大気乱流がコロモルフ乱流で記述できる、すなわちフリード長 $r_0(\lambda)$ が $\lambda^{1.2}$ に比例する場合を想定し、観測時のシーイングサイズが $\lambda=0.55\mu\text{m}$ で0.7arcsecであったとする。 $\lambda=2, 10, 20\mu\text{m}$ での空間解像度を予想し、Vestaが空間分離できるかを推定せよ。なお視直径よりも空間解像度が小さいとき、空間分離できたこととする。

c. b.の条件で口径が30mの望遠鏡を用いるとどうなるか? b.と比較して論ぜよ。

d. この天体を可視光で空間分解するには、どのような望遠鏡・装置を用いればよいか。論ぜよ。

(2) 右のような真空容器に入った装置を作りたい。外部の温度は300K、内部のステージの温度は4Kとし、それをとり囲むように77Kシールドが設置されている。各部の表面積はすべて $S[\text{m}^2]$ 、放射率は ϵ である。また、各部の間隔は十分に小さいとし、放射量の計算には平行平板近似が使えるとする。



77Kシールド
内側面積 $\sim S[\text{m}^2]$
放射率 ϵ

300K容器
内側面積 $\sim S[\text{m}^2]$
放射率 ϵ

今、 $S=2[\text{m}^2]$ 、 $\epsilon=0.2$ として、以下の問いに答えよ。

a. 放射による熱交換を考える。300Kと77Kの間の熱交換量を $Q_a[\text{W}]$ 、77Kと4Kの間の熱交換量を $Q_b[\text{W}]$ とする。 Q_a, Q_b を求めよ。

b. 77Kシールドは液体窒素、4Kステージは液体ヘリウムで冷却するとする。入熱はa.で求めた放射によるものが支配的で他の入熱が無視できると仮定し、1時間当たりの液体窒素・液体ヘリウムの蒸発量を求めよ。

c. 実際に装置を製作したところ、シールドが77Kまで冷え切らず、そのために液体ヘリウムの蒸発量がbの予想の1.3倍になってしまった。このときのシールドの温度を推定せよ。

(3) 次にあげる項目の中から1つを選び、その原理や実現のキーとなる技術、他と比べた場合の有効性をA4 1ページ程度でまとめよ。なお、宮田担当分の講義の出席回数が4回に満たないものは2つ以上を選べ。

- a. GM冷凍機
- b. Extrinsic赤外線検出器
- c. 多天体補償光学システム
- d. 口径30mクラスの超大型赤外線望遠鏡

提出は以下のどちらかの方法で行うこと

① 紙の場合

天文学教室事務室に提出

② メールの場合

tmiyata@ioa.s.u-tokyo.ac.jpに添付ファイルを送信

- subjectは「天体観測学レポート」とすること

- 受取った時点で返信を返す。数日たっても返信がない場合は再送すること

×切は両方とも8/9(水) 正午とする。