

# 宇宙地球科学 A レポート課題 2 (5月7日出題)

工学部 5 類 \*

1. What is the "hydrogen burning"? Why is "hydrogen burning" fundamentally unlike the burning of a log in a fireplace?

hydrogen burning とは水素原子が核融合反応をしてヘリウム原子になり、その際にエネルギーを出すことである。

木などを燃やすのは原子が組み変わり別の分子になる「化学反応」であるが、hydrogen burning は核子（陽子・中性子）が組み変わり別の原子になる「核融合反応」である。

2. Why do thermonuclear reactions occur in the center of Sun?

太陽で核融合反応が起こるためには量子力学をもとにした「トンネル効果」というものが起こらなくてはならない。（トンネル効果なしに核融合反応が起こるとすれば、陽子が光速の 4 % もの速度で運動していなければならず、これは考えにくい。）トンネル効果はある温度において一定の確率で起こるが、それ以下の温度になると確率が大幅に減る。太陽は中心に行くほど温度が高くなり、中心温度がその「ある温度」であるため、熱核反応は主に中心付近で起こることになる。

3. Give some everyday examples of three ways of energy transfer: conduction, convection, and radiation.

conduction（伝導） 鍋の底を熱したとき側面や取っ手も熱くなる 熱湯が室温まで下がる

convection（対流） 海洋での暖流や寒流 室内でクーラーから出る冷氣

radiation（放射） 太陽光 ストーブ

4. Why does the mass of a star play such an important role in determining the star's evolution?

恒星は、重力と内部の圧力が釣りあい、平衡状態になることでその形をとどめている。（この状態を主系列星という。）この主系列星の段階ではその温度も一定に保たれる。たとえば、少し温度が下がるとエネルギーが外へ放射されたわけなので内部の圧力は減る。すると内部の圧力より重力が勝るので星は収縮し、温度が上がって元に戻ろうとする。逆もまた同じである。

ここで、より大きな質量をもつ恒星を考える。重力が増すので平衡状態がより「内部の圧力は大きくなり、温度も高くなる」という状態にずれる。つまり、質量が大きいほど温度が高くなる。また、問 2 で述べたように温度が上がると核融合反応が起こりやすくなり、燃料である水素原子が減っていくスピードが早まる。これらのことから、質量によって [水素原子の量/水素原子の減っていく速度]=[寿命] が定まることがわかる。

5. What are differences between "nuclear fusion" and "nuclear fission"? Why can both reactions release energy?

nuclear fusion（核融合）は、ある原子からより質量数の大きな原子に変化することで、nuclear fission（核分裂）は、ある原子からより質量数の小さな原子に変化することである。

核子 1 個当りの質量は以下のグラフのようになる。相対性理論において、 $E=mc^2$  と表せるように、質量が大きいほど持っているエネルギーは大きくなる。縦軸を原子が持っているエネルギーに読み替えると、A から A' に核融合するときと B から B' に核分裂するときのどちらも、持っているエネルギーの差それぞれ  $\Delta E_A$ 、 $\Delta E_B$  が放出されることになる。