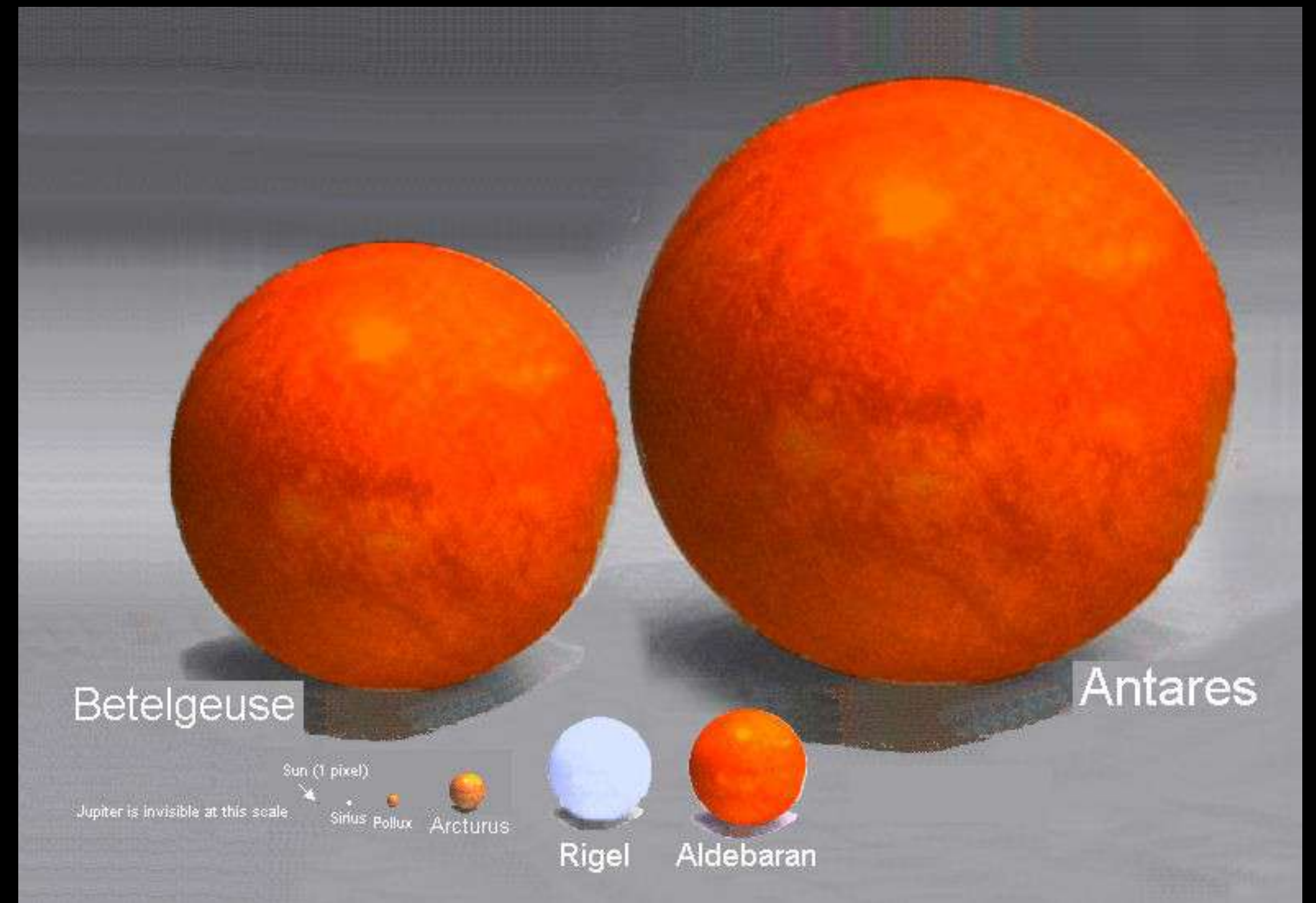


輝く星の一生をみてみよう

明治大学 物理学科 佐藤寿紀

宇宙にはいろんな大きさ・色の星が存在



物理学科での私の仕事「物理学を使って、こういう星が何で、どんな一生を遂げるか解明したい」

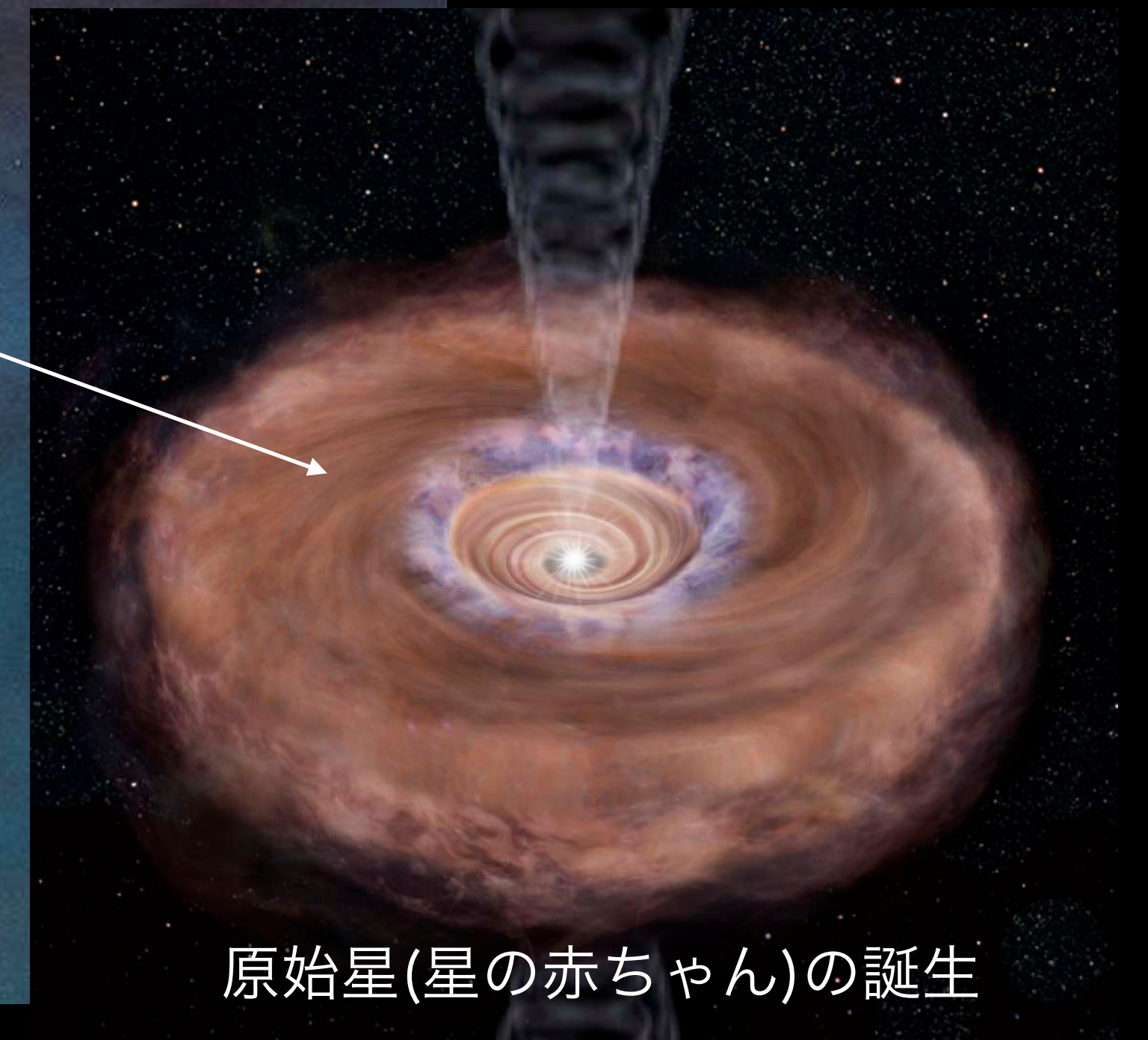
星も、生まれて死にます

濃い冷たいガス

音が伝わる時間 $t_{\text{sound}} = \frac{R}{c_s} \simeq (5 \times 10^5 \text{ yr}) \left(\frac{R}{0.1 \text{ pc}} \right) \left(\frac{c_s}{0.2 \text{ km s}^{-1}} \right)^{-1}$

落下する時間 $t_{\text{ff}} = \frac{1}{\sqrt{G\rho}} \simeq (2 \text{ Myr}) \left(\frac{n}{10^3 \text{ cm}^{-3}} \right)^{-1/2}$

落下する時間 < 音が伝わる時間 → 星が作れる



原始星(星の赤ちゃん)の誕生

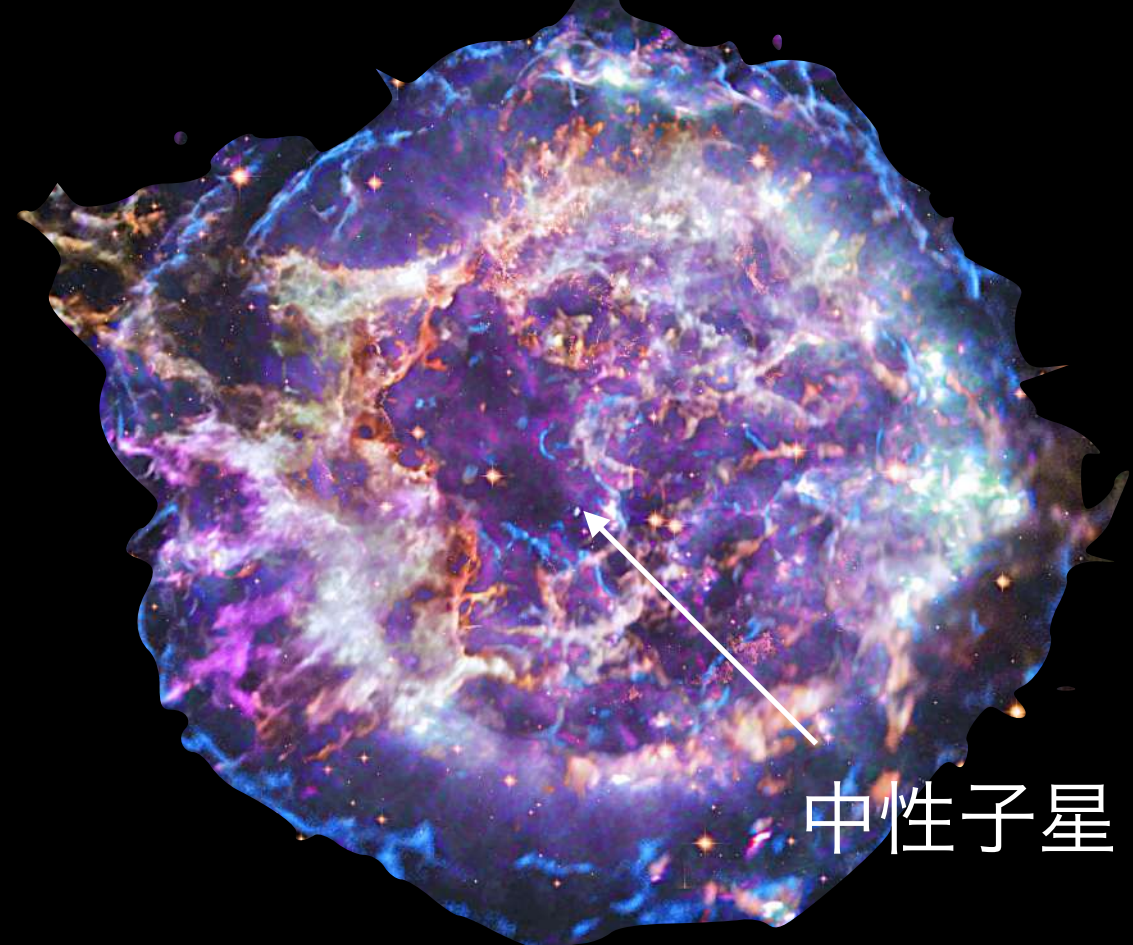
星も、生まれて死にます

軽い星の死: 惑星状星雲

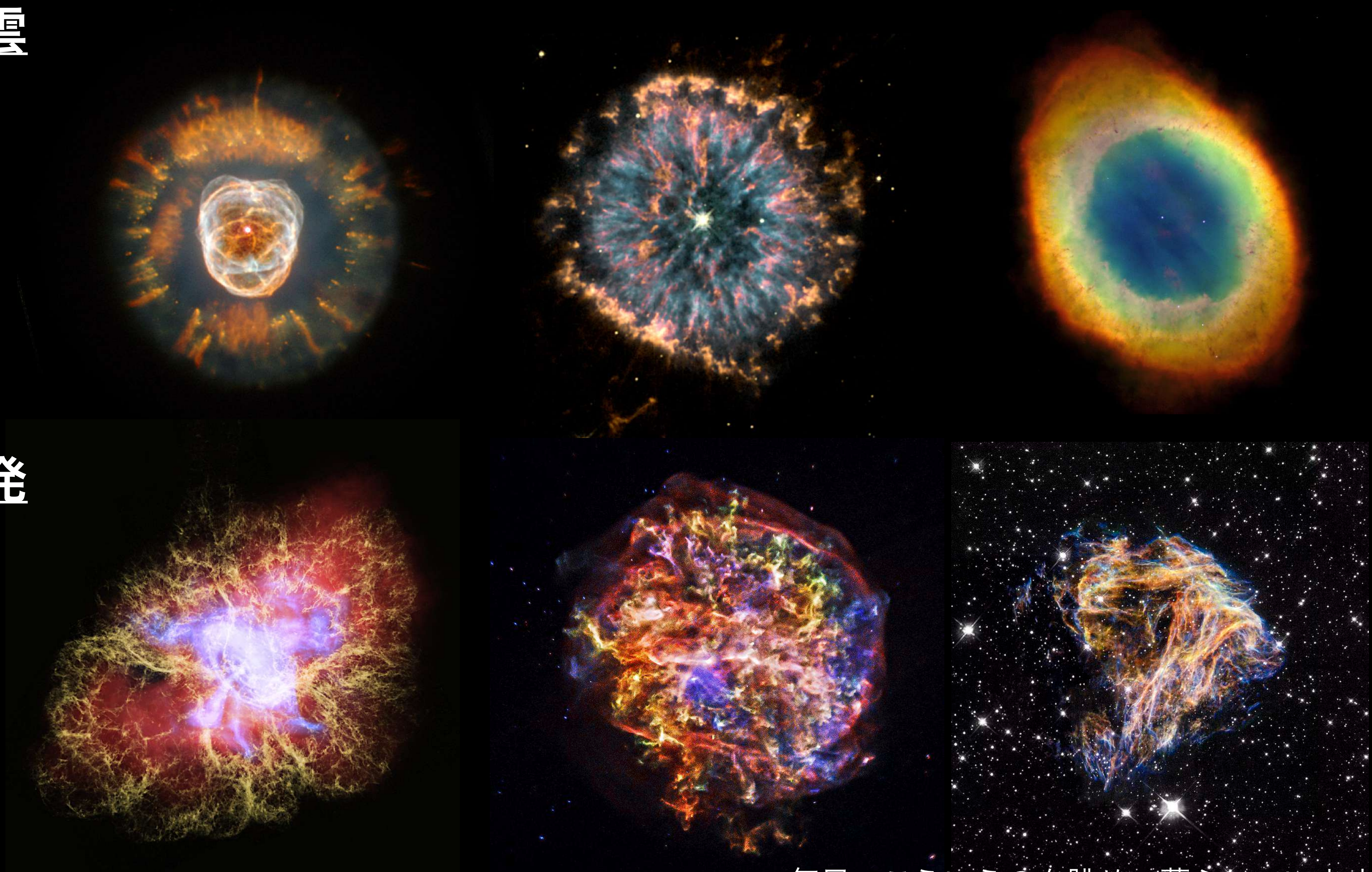


白色矮星

重い星の死: 超新星爆発



中性子星



毎日、こういうのを眺めて暮らしています

もし、ベテルギウスが死んで爆発すると？



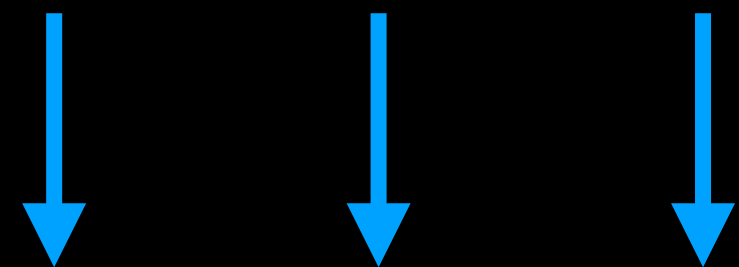
歴史的な大イベント！
数ヶ月は昼間でも明るく見える



星がどうやって成長して、どうやって爆発するか？ → むちゃくちゃ難しい物理の問題

星はどうやって輝いているの？

重力



圧力

星の内部では常に重力と圧力が釣り合ってる

Q. 重力エネルギーを解放？ → No!!

重力エネルギー

$$t_{\text{KM}} = \frac{U_G}{L} = \frac{GM^2}{RL} \quad \text{Kelvin-Helmholtz timescale}$$

(重力エネルギーの解放だけで決まる寿命)

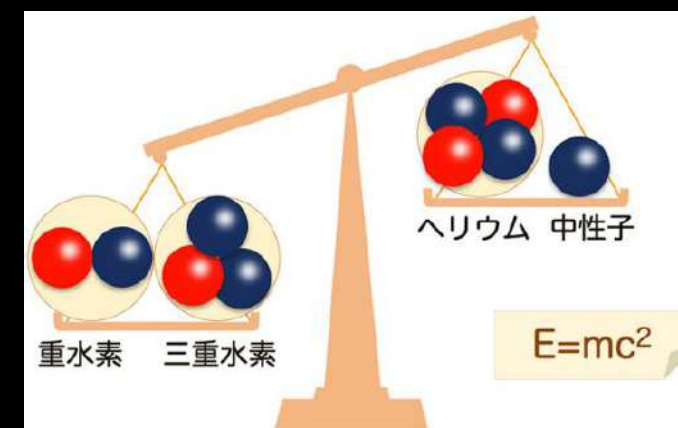
輝度

太陽の場合

$$\frac{U}{L_{\odot}} \approx \frac{2.3 \times 10^{41} \text{ J}}{4 \times 10^{26} \text{ W}} \approx 1 \text{ 千 } 8 \text{ 百万年}$$

(太陽年齢 46億歳)

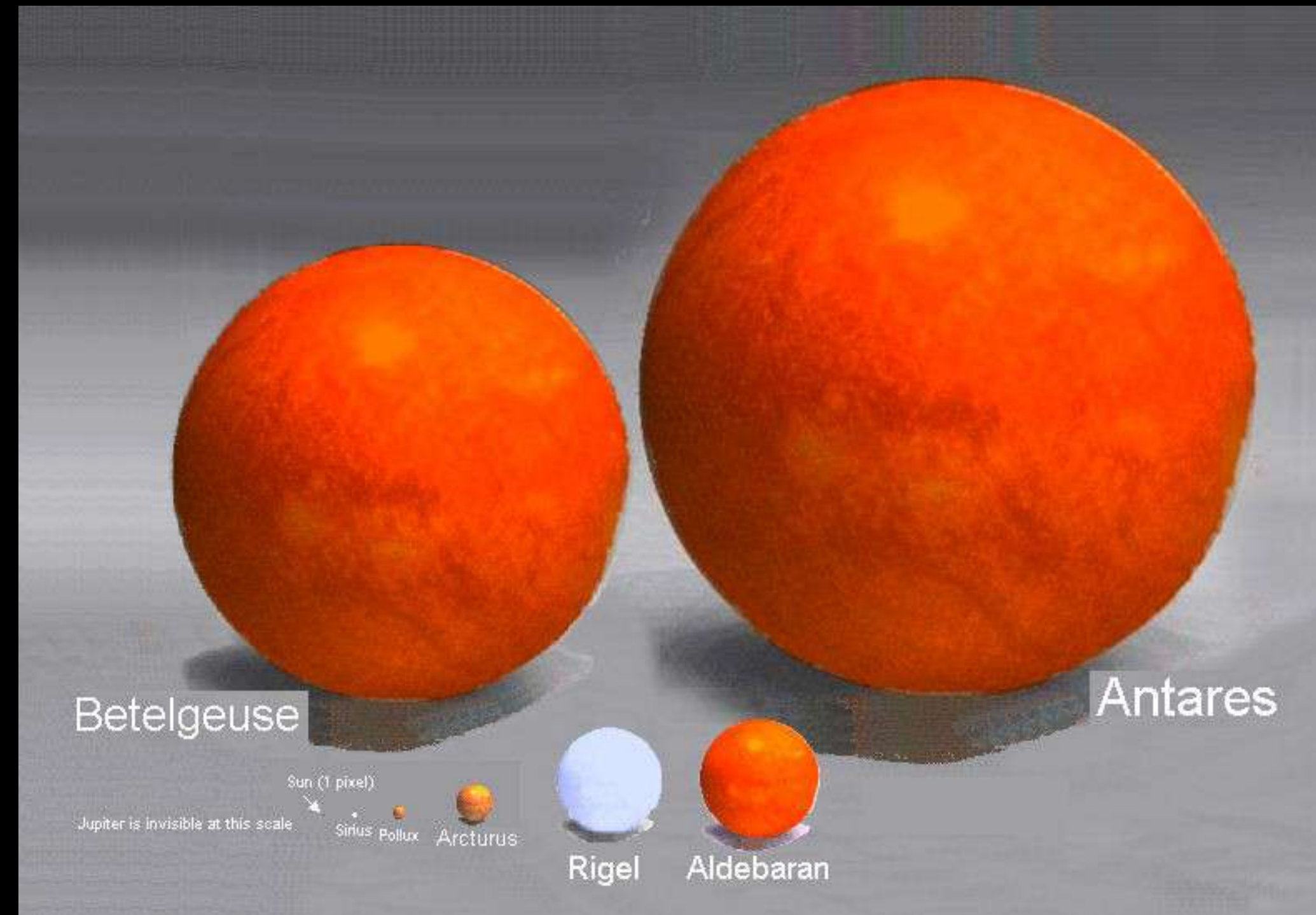
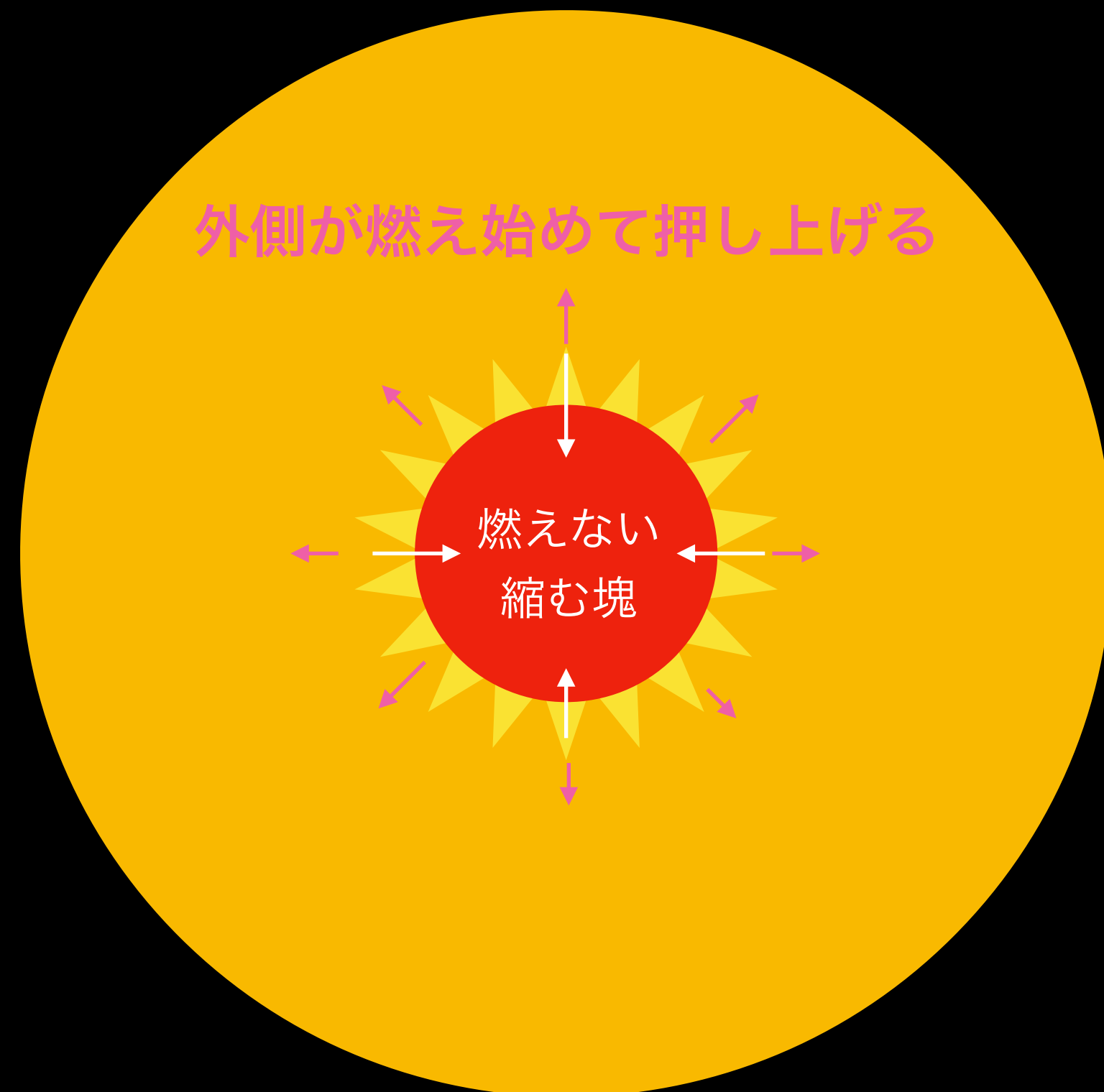
A. 核融合がエネルギー源



水素など軽い元素を重い元素に変換することで、膨大なエネルギーを得ている
(1967年ノーベル物理学賞)

燃料を使い果たした星は...

燃料が無い中心は縮んで、外側は膨らんで大きな赤い星になる



ベテルギウスのような“巨星”と呼ばれる星は、死に際の星

太陽もいずれ膨らんで死にます

地球は50億年後に太陽に飲み込まれる!?

— 某ネット記事 —

宇宙にあるすべてのものには寿命がある。生き物はもちろん、さまざまな星も、そして巨大な太陽すら、未来永劫(えいごう)、輝き続けることはない。

では、太陽にはあとどれくらいの寿命があるのか。太陽のようにみずから光を出して輝いている恒星は、その明るさと色から寿命を推測できる。このルールにもとづいて判断すると、太陽の寿命はおおよそ100億年。太陽は約46億年前に誕生していることから、あと50億年以上は輝き続けることになる。太陽の光や熱が失われると、地球上のありとあらゆる生命体は凍え死んでしまう。ただし、太陽が寿命を迎える前に、地球は太陽に飲み込まれ、終焉（しゅうえん）を迎えることが予想されているのだ。

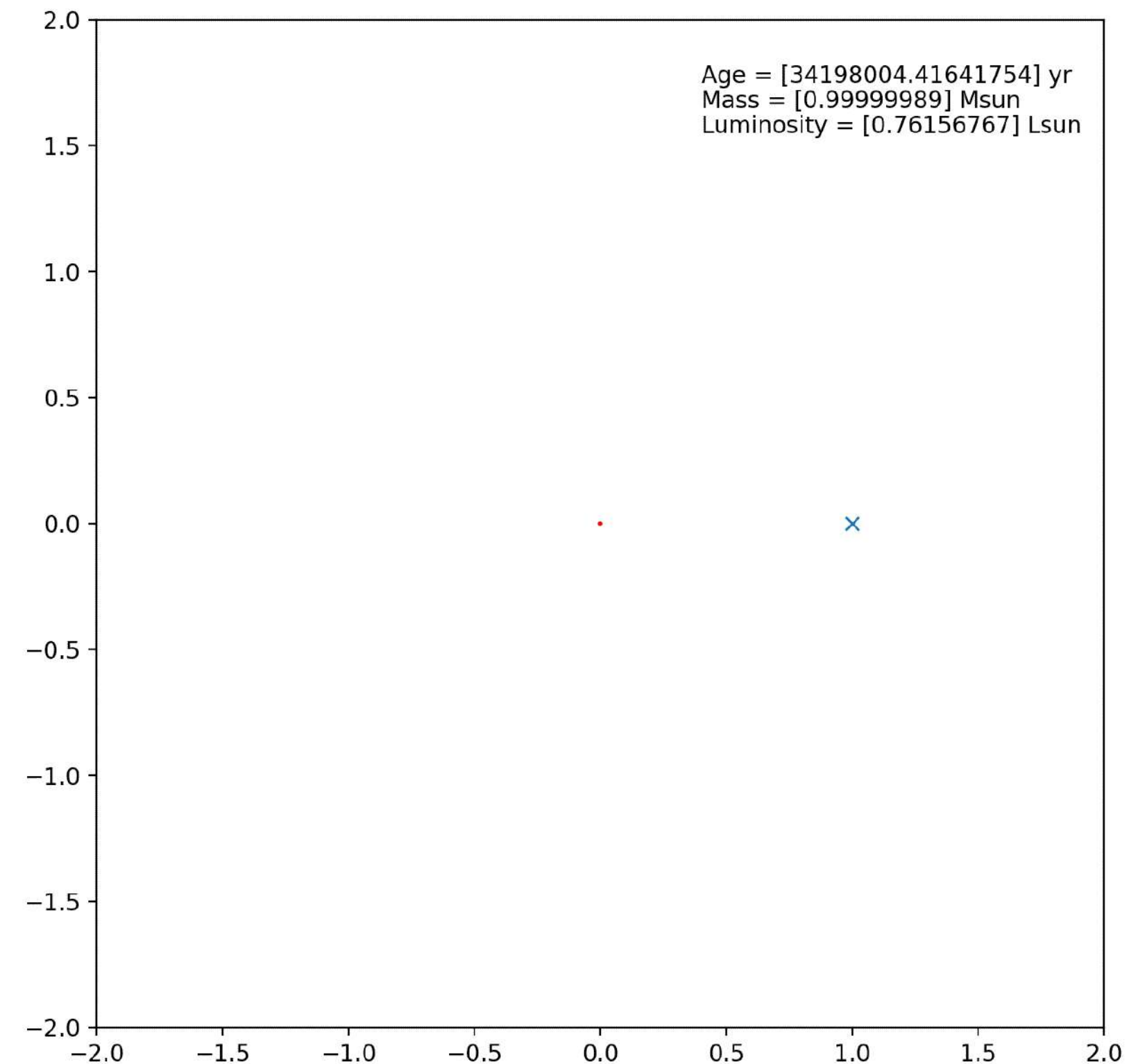
知るとは、その先には、

結論: 全然飲み込まれなさそう

- そもそも、地球の距離まで膨らまなそう
- 太陽風で軽くなっていくので、地球の軌道も大きくなる

でも、むちゃくちゃ近くて大きくなるから、地球は人類が住める環境では無くなる。また、最終的には太陽は白色矮星になってしまう。

確かめるため、理論計算してみると...

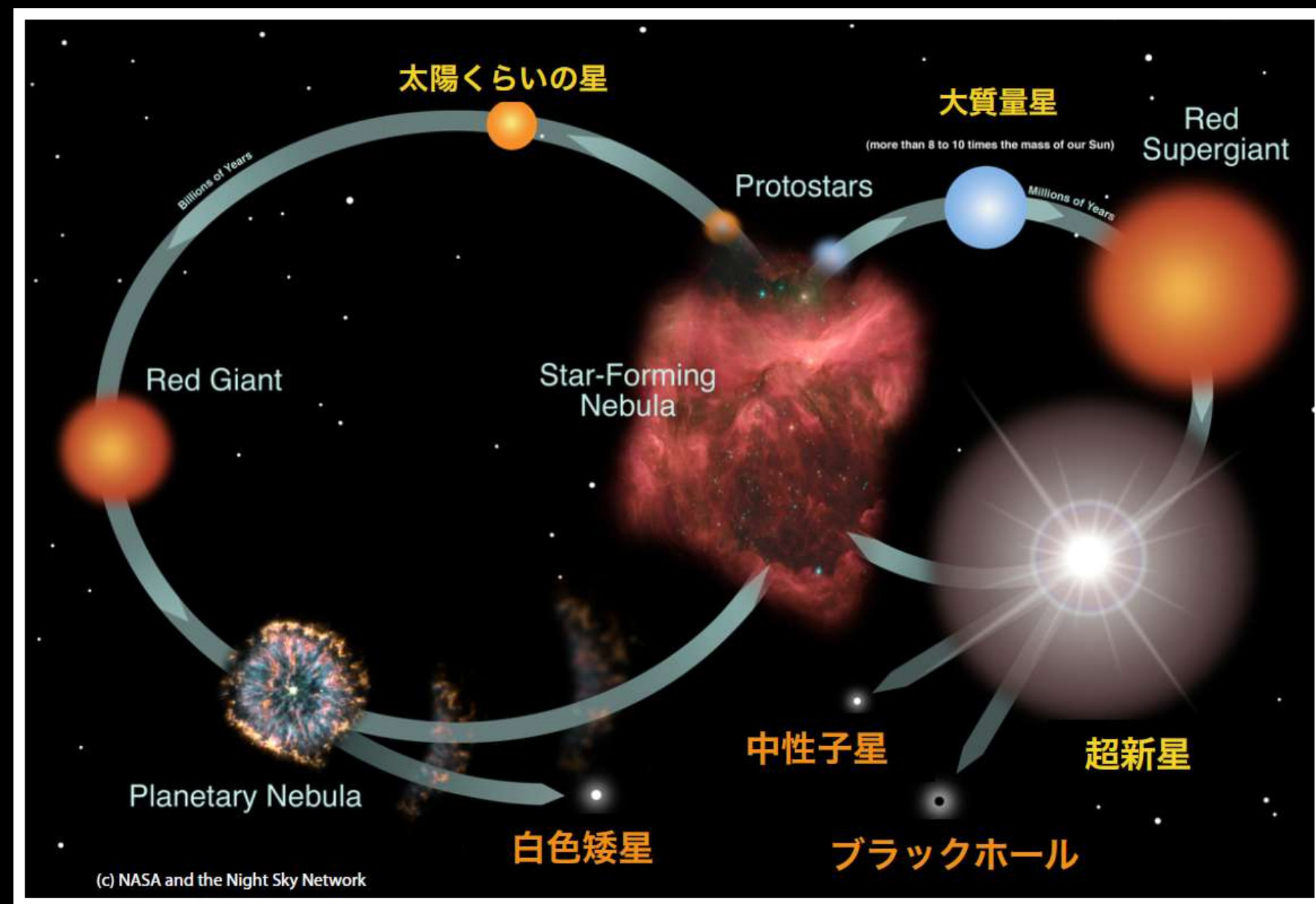


英語がちょっと読めて、少し勉強すると、皆さんも下で計算できます

<http://user.astro.wisc.edu/~townsend/static.php?ref=mesa-web-submit>

実は、我々も星屑！？

星の輪廻転生で豊かになった宇宙

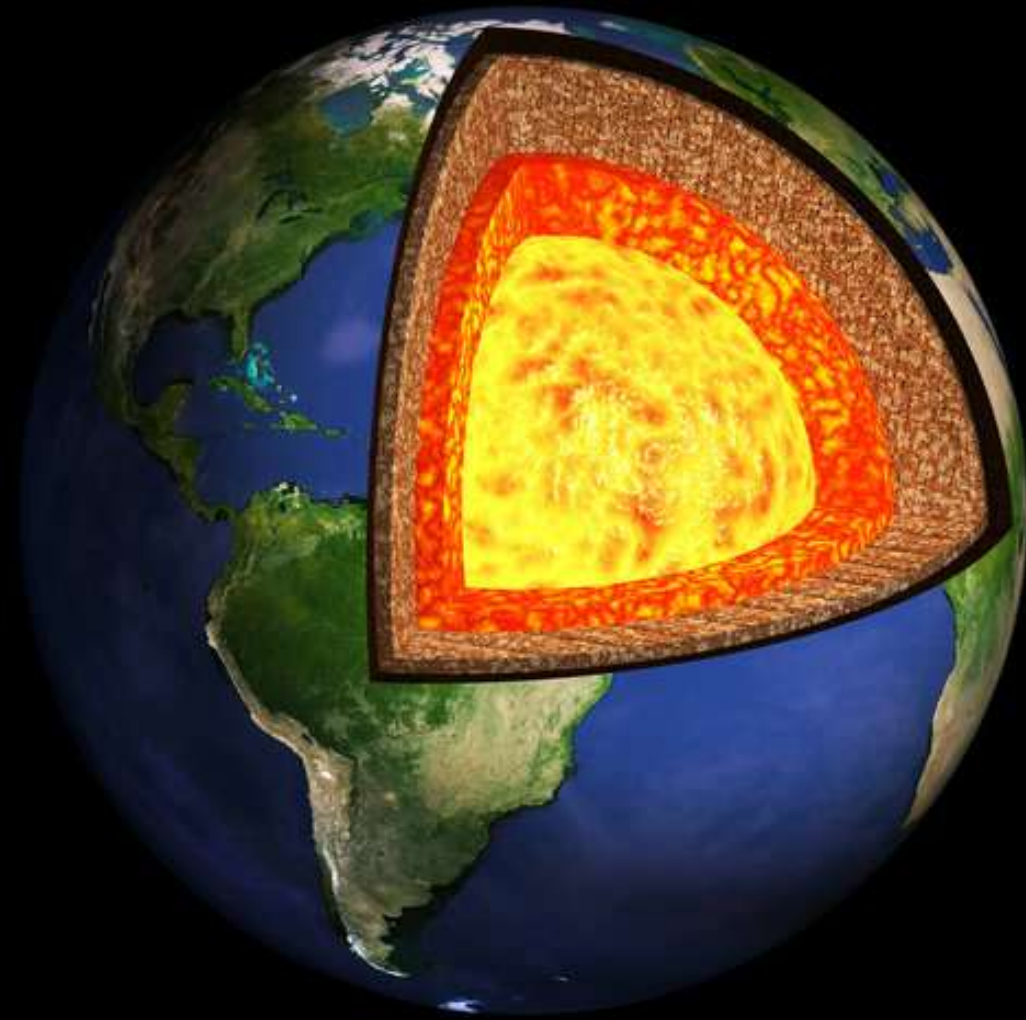


1 H																	2 He				
3 Li	4 Be															5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg															13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr				
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe				
55 Cs	56 Ba	ランタノイド	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn				
87 Fr	88 Ra	アクチノイド	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og				
ランタノイド			57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu				
アクチノイド			89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr				

宇宙の事を知ることは、なぜ今ここに我々がいるかという問いに繋がってきます

明治大学物理学科では地球から宇宙まで研究

地球内部物理研究室



地球・惑星大気物理研究室



宇宙物理実験研究室



大学生活は他にも楽しいことが多いかもしれませんが、研究も面白いよ！