

地球惑星科学II

第12回

2023年01月12日

連絡：学期末試験について

- **今のところ対面形式での実施を考えています！**
 - 2月2日(木)10:30から実施
 - 場所：E301およびE302 (学生番号により振り分け)
 - 地球惑星科学入門・**地学図表**は持ってきてください
 - その他のノート、書籍類も持ち込み可、電卓も持ち込み可。
 - スマートフォン・携帯電話・電子辞書は使用禁止(電卓としての使用も禁止)、先輩・友人・家族の「持ち込み」も禁止
 - 出題形式
 - 記述問題、計算問題
 - その場での思考を問う問題も出題

今日のテーマ

- 恒星とはどのようなものか？
- 恒星の分類

- 参照：地球惑星科学
入門 31章



オリオン座

地学図表P.39

恒星の見かけの明るさ(実視等級)

明るさの差を面積で表す



1等

$$100 = 2.512^5$$



2等

$$2.512^4$$



3等

$$2.512^3$$



4等

$$2.512^2$$



5等

$$2.512$$



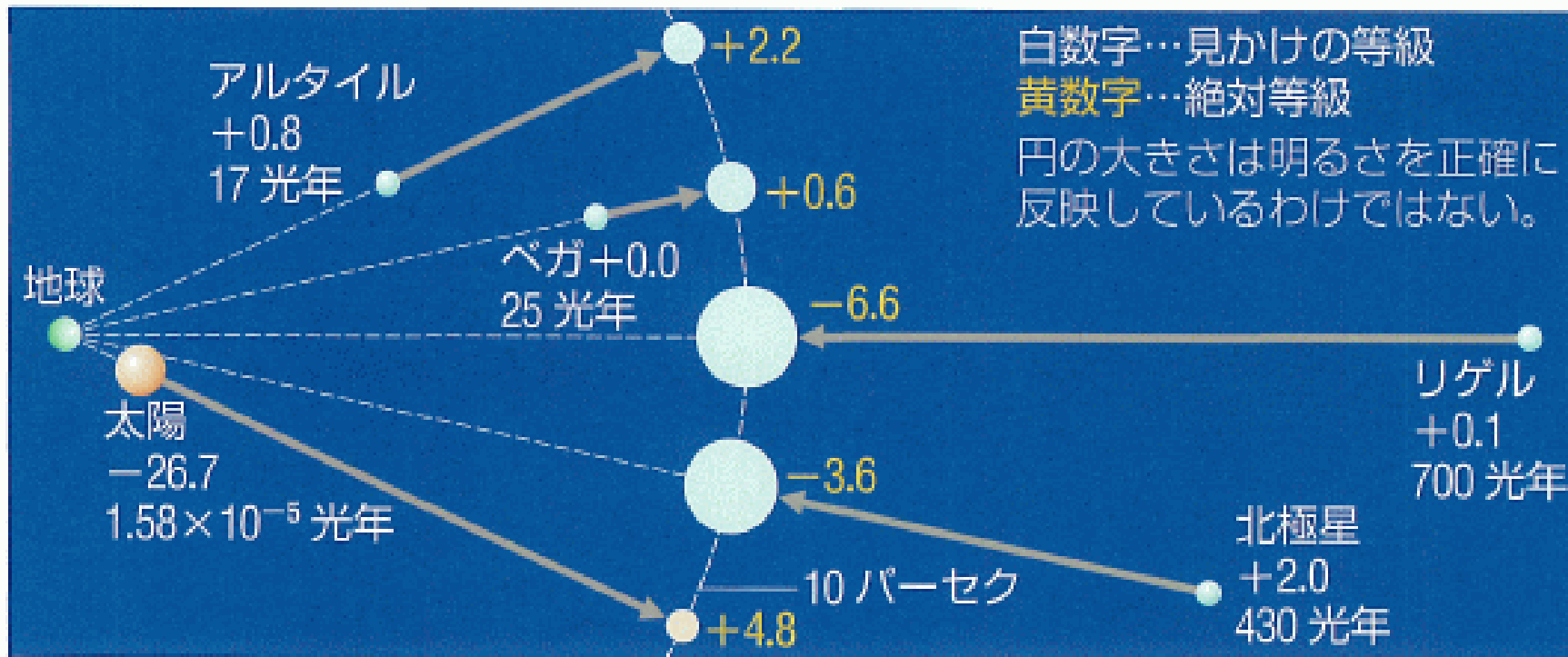
6等

$$1$$

地学図表P.38

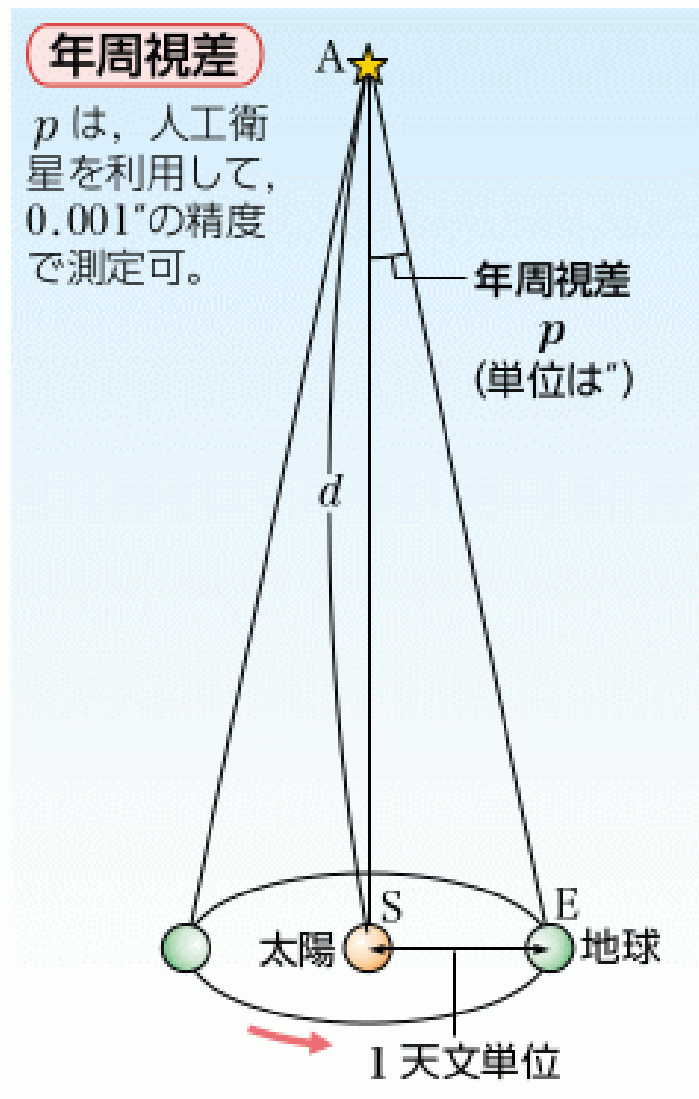
明るさ(等級)	星数	星数累計	明るさ(等級)	星数	星数累計
-0.5等以上	2	2	6.5~ 8.5	59000	68000
-0.5~0.5	7	9	8.5~10.5	470000	540000
0.5~1.5	12	21	10.5~12.5	3200000	3700000
1.5~2.5	67	88	12.5~14.5	19000000	23000000
2.5~4.5	900	990	14.5~16.5	100000000	120000000
4.5~6.5	7600	8600	16.5~18.5	420000000	540000000

絶対等級



地学図表P.38

近い恒星までの距離の測定方法



年周視差が1秒
となる距離を
1パーセク(parsec)
という

地学図表P.38

計算問題

- 太陽系の端では太陽は何等星か？
 - 太陽系の端で太陽を見つけることはできるか？
 - 太陽系の端で太陽は何番目に明るい星？
 - 太陽の実視等級は-26.75等
 - 明るさが100倍違うと等級で5異なる

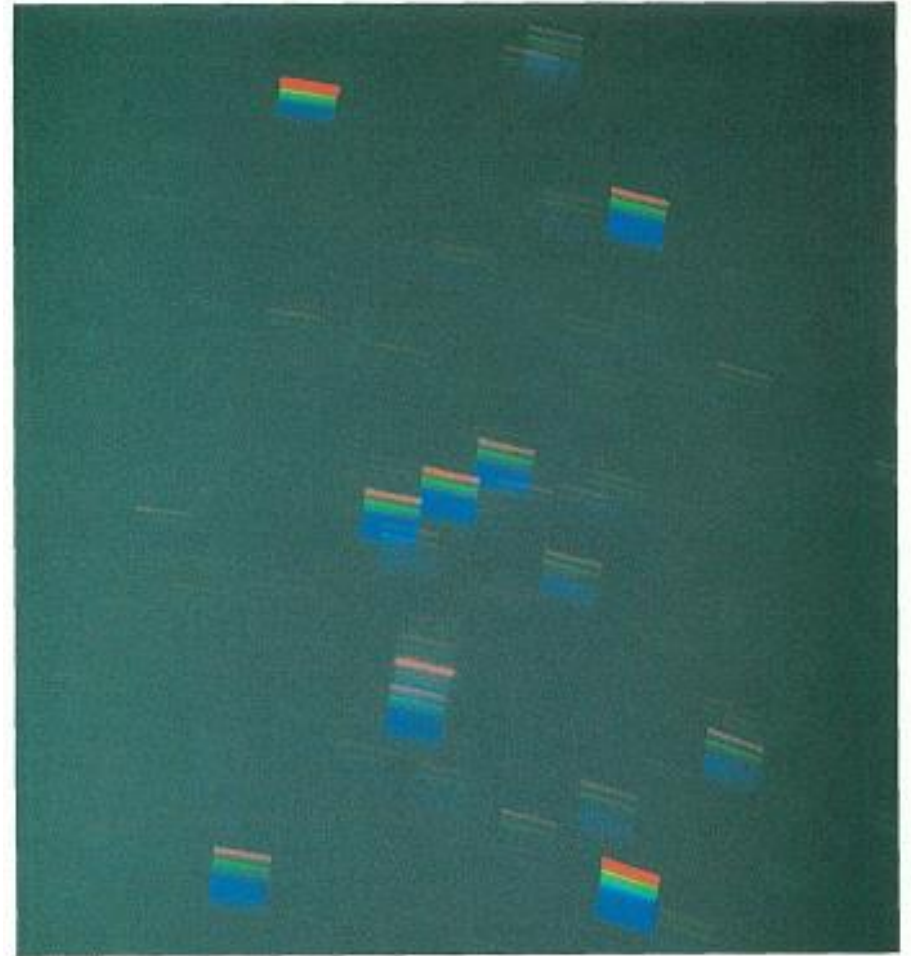
計算問題：解答例

- 太陽系の端では太陽は何等星か？

- 太陽－地球間： 1 au
- 太陽－太陽系の端： 10^5 au (太陽の重力圏)
- 太陽の実視等級は -26.75 等
- 明るさが100倍違うと等級で5異なる

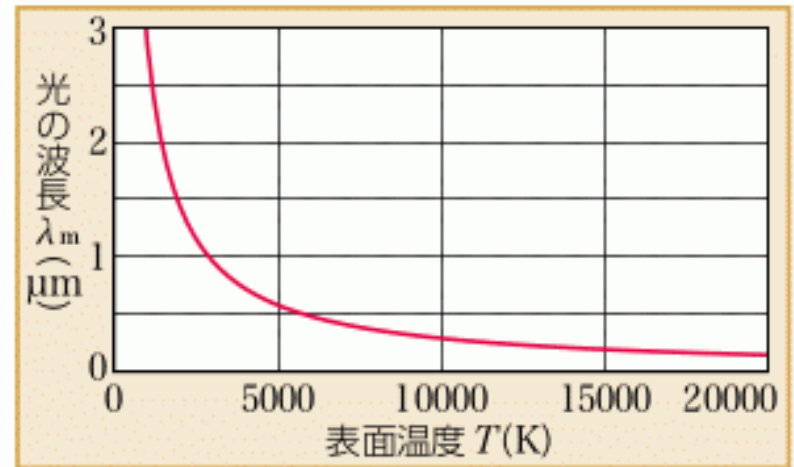
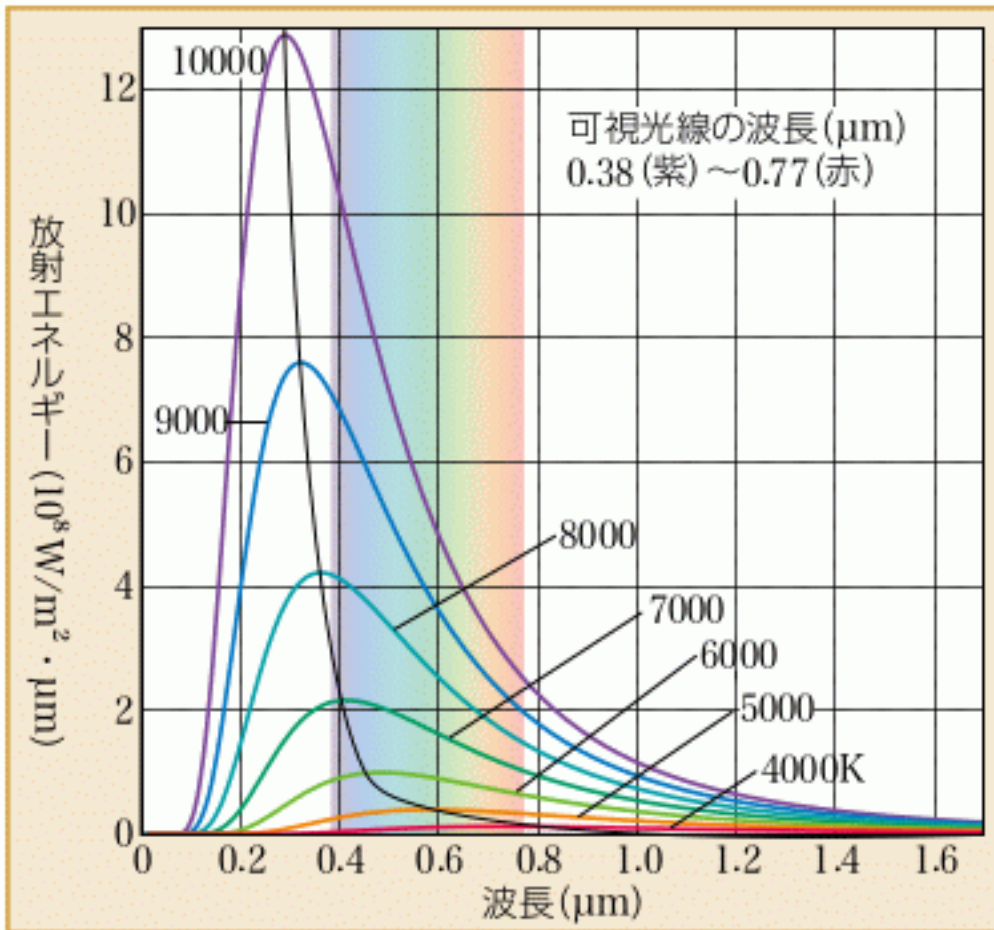
- 距離比： $\frac{10^5}{1} = 10^5$
- 明るさの比： $(10^5)^{-2} = \left(\frac{1}{100}\right)^5$
- 等級差： $5 \times 5 = 25$
- 太陽系端での太陽の等級： $-26.75 + 25 = -1.75$

恒星の色



地学図表P.39

恒星の温度

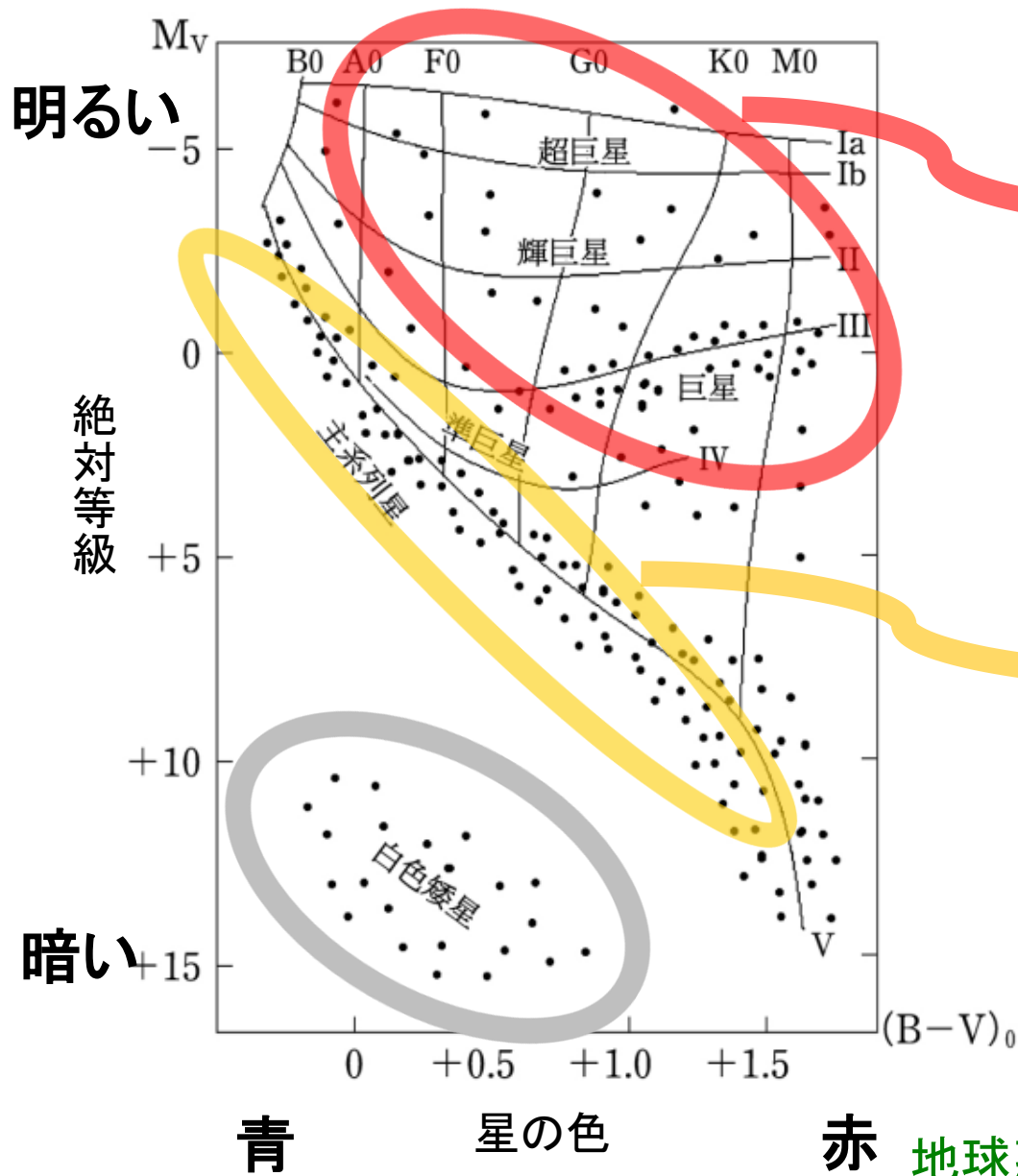


- 温度が高いほど
- ・光の波長が短い
 - ・エネルギー量多い:

$$\sim \sigma T^4$$

地学図表P.39

恒星の分類: HR図

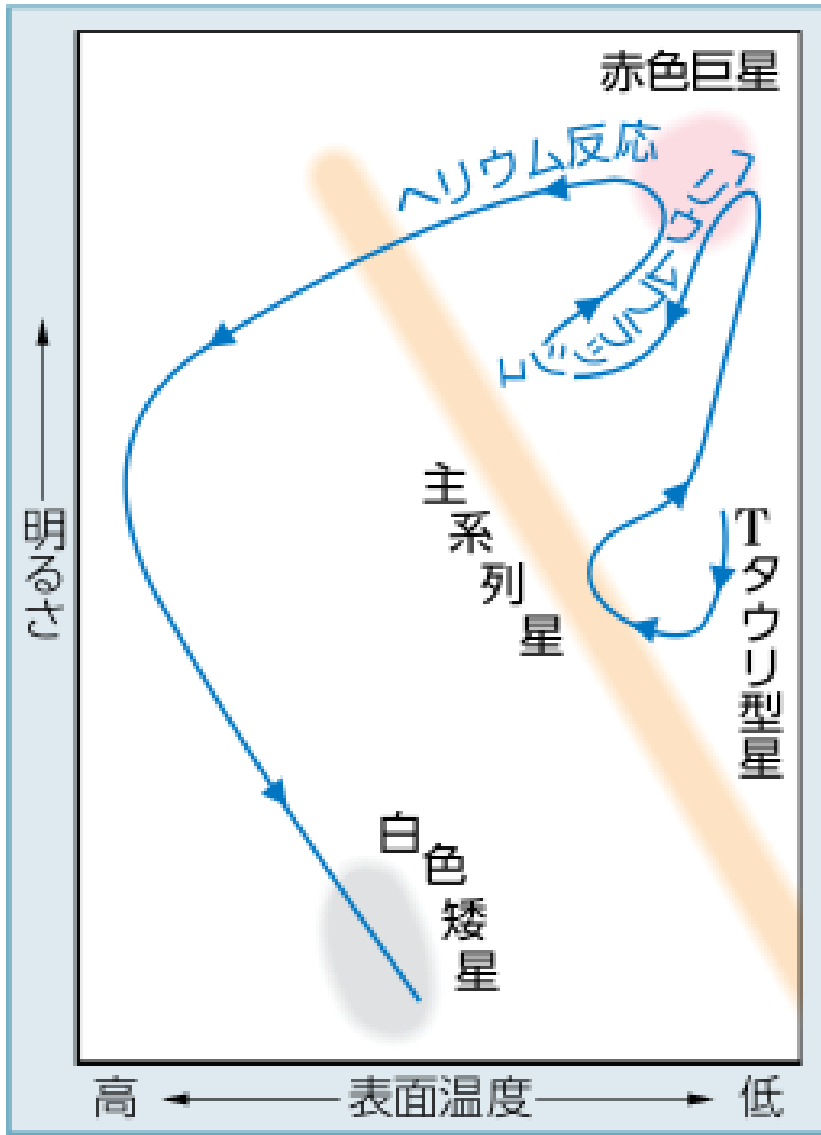


地学図表P.38

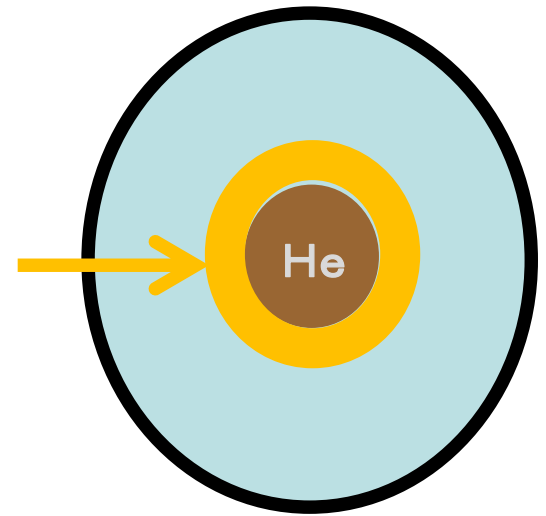


<http://depression-note.com/health/sunshine>

太陽の進化

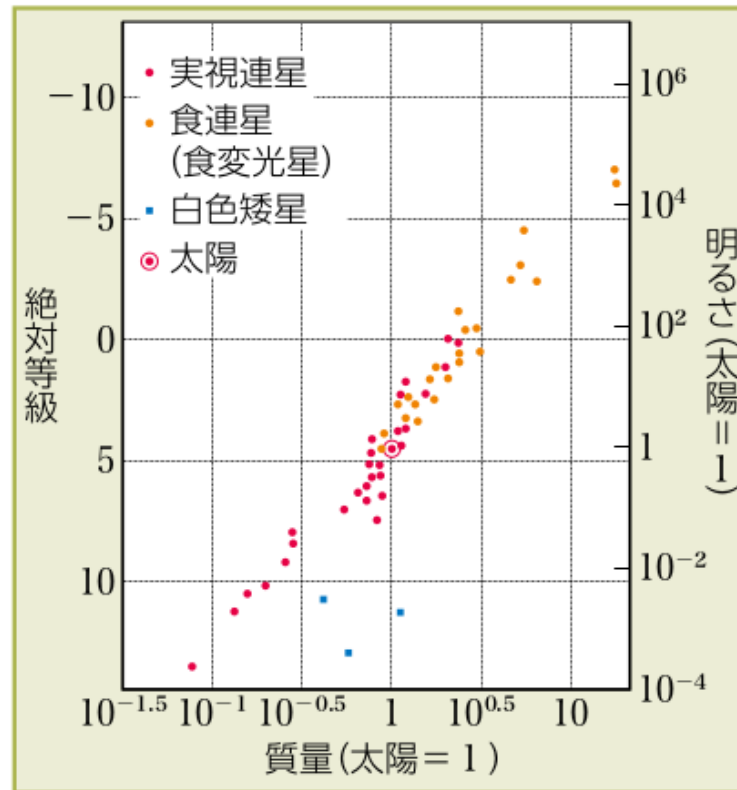


水素が核融合反応



恒星の性質は質量が決める

- 質量光度関係

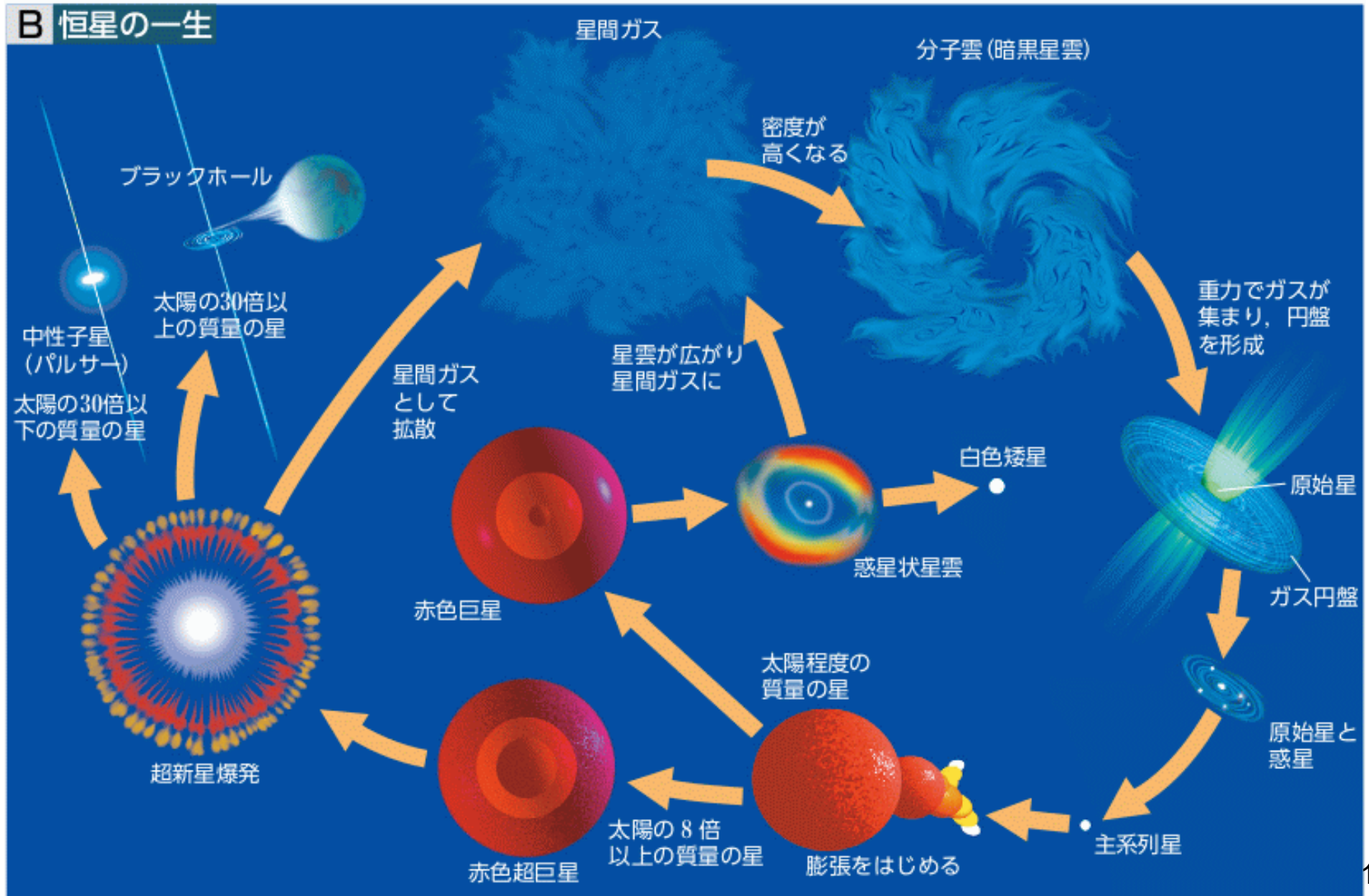


地学図表P.44

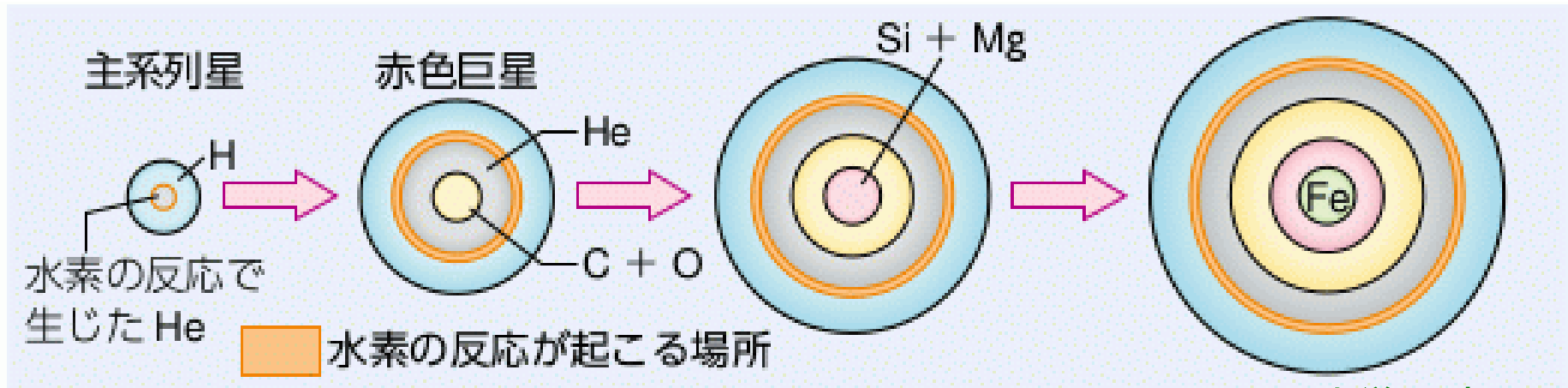
- 質量が大きい恒星ほど寿命が短い

恒星の一生

地学図表P.40



大質量星の進化 ($10M_{\text{sun}}$ 以上の場合)



地学図表P.40

ヘリウム燃焼
(トリプルアルファ反応)
 $4\text{He} + 4\text{He} + 4\text{He} \rightarrow {}^{12}\text{C} + \gamma$

炭素燃焼の例
 ${}^{12}\text{C} + {}^{12}\text{C} \rightarrow {}^{24}\text{Mg} + \gamma$
酸素燃焼の例
 ${}^{16}\text{O} + {}^{16}\text{O} \rightarrow {}^{28}\text{Si} + {}^4\text{He}$

- 主系列星から赤色巨星へ進化
- 恒星の内部で元素合成が起こる：
炭素、酸素、ケイ素、マグネシウム、鉄

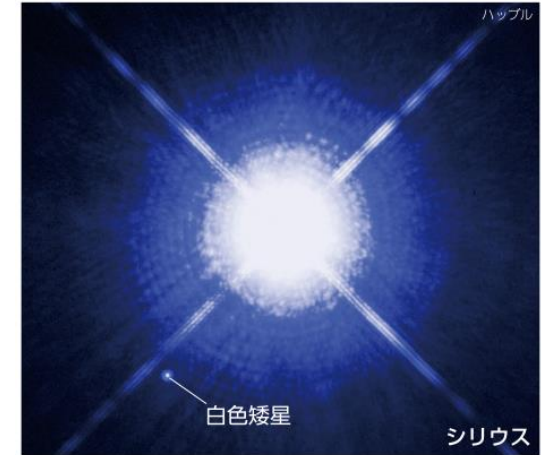
星の死

・ 小質量星の場合

惑星状星雲
の形成

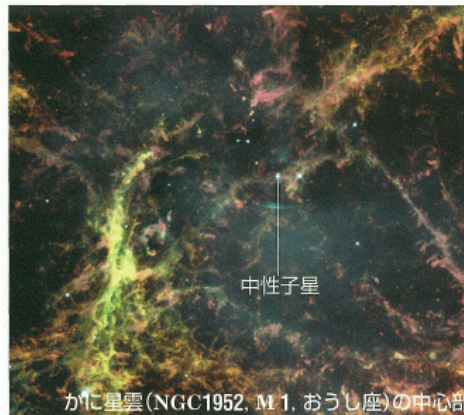


白色矮星
の形成



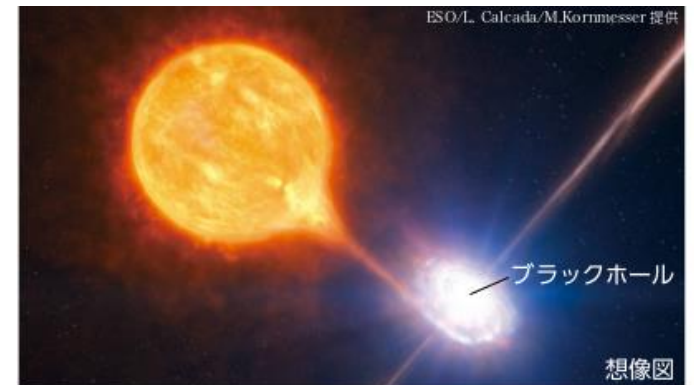
・ 大質量星の場合

超新星爆発



重たい元素
の合成

ブラック
ホール
の形成



元素の存在比

宇宙初期の
元素合成



恒星内部の
元素合成

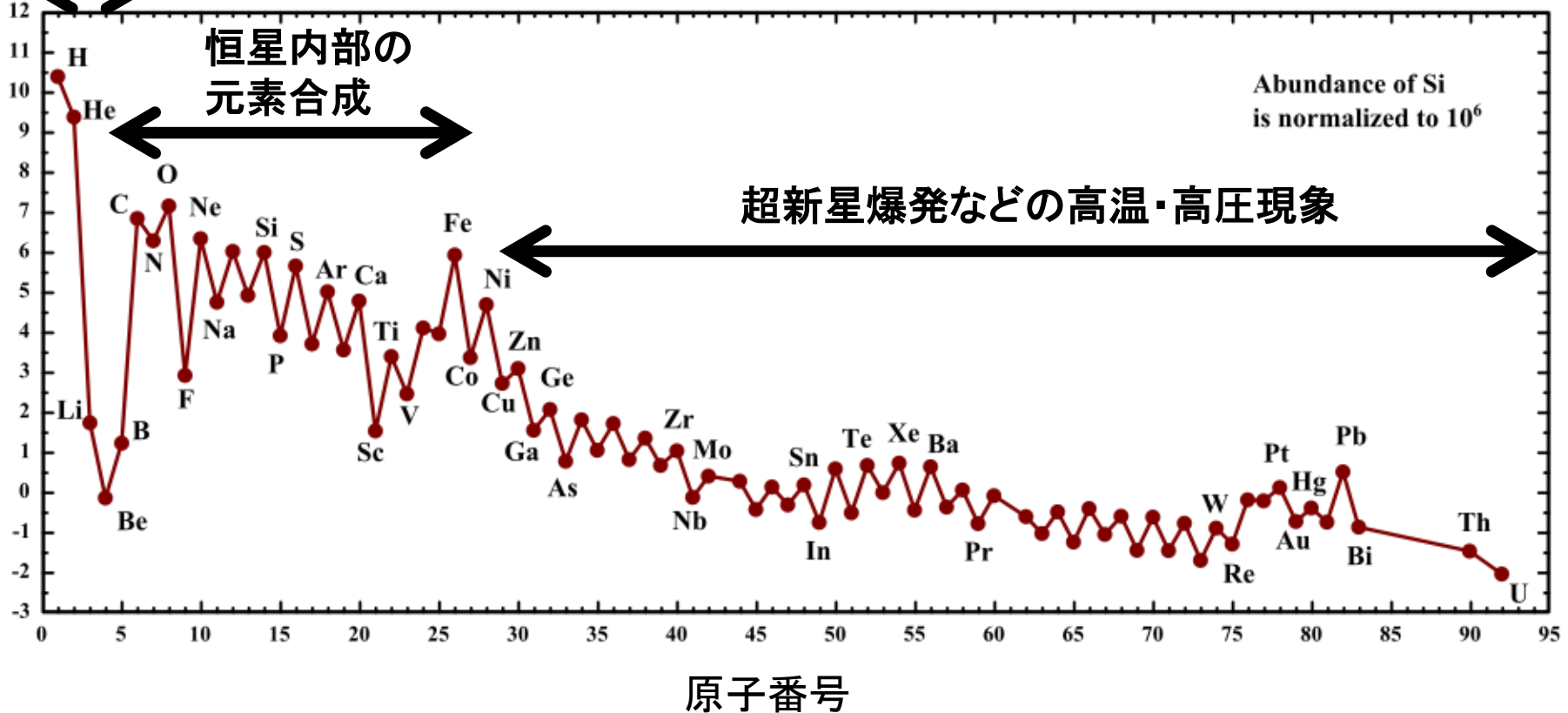


超新星爆発などの高温・高圧現象



Abundance of Si
is normalized to 10^6

存在比



https://online.science.psu.edu/astro140_fawd001/node/11779

今日のミニレポート

- 星間分子雲（暗黒星雲）の状態が変わると、形成される惑星系はどのように変化すると考えられるか？
様々な場合について考えてください。結果だけでなく理由も書いてください。
- 字数制限あり：500字程度