

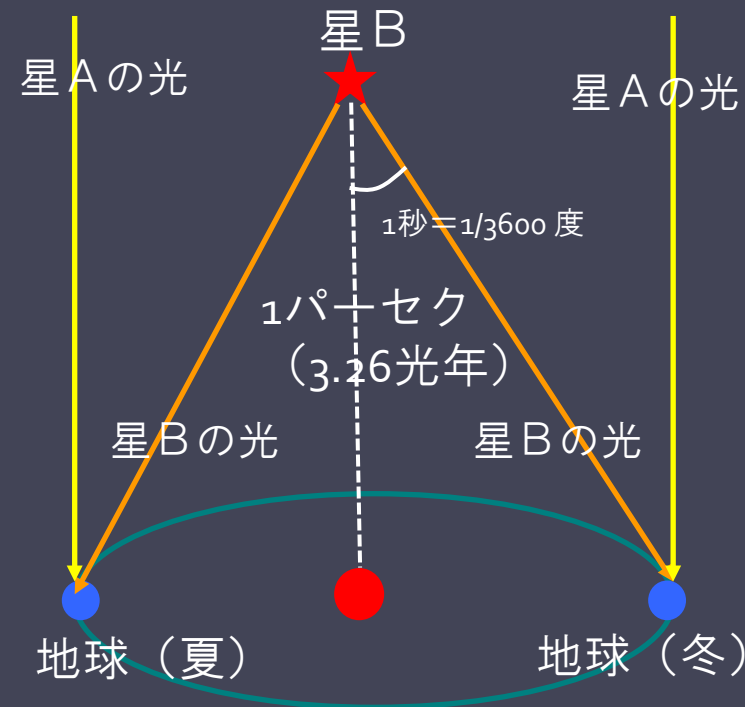
恒星1

恒星の距離、大きさ、光の性質

星までの距離

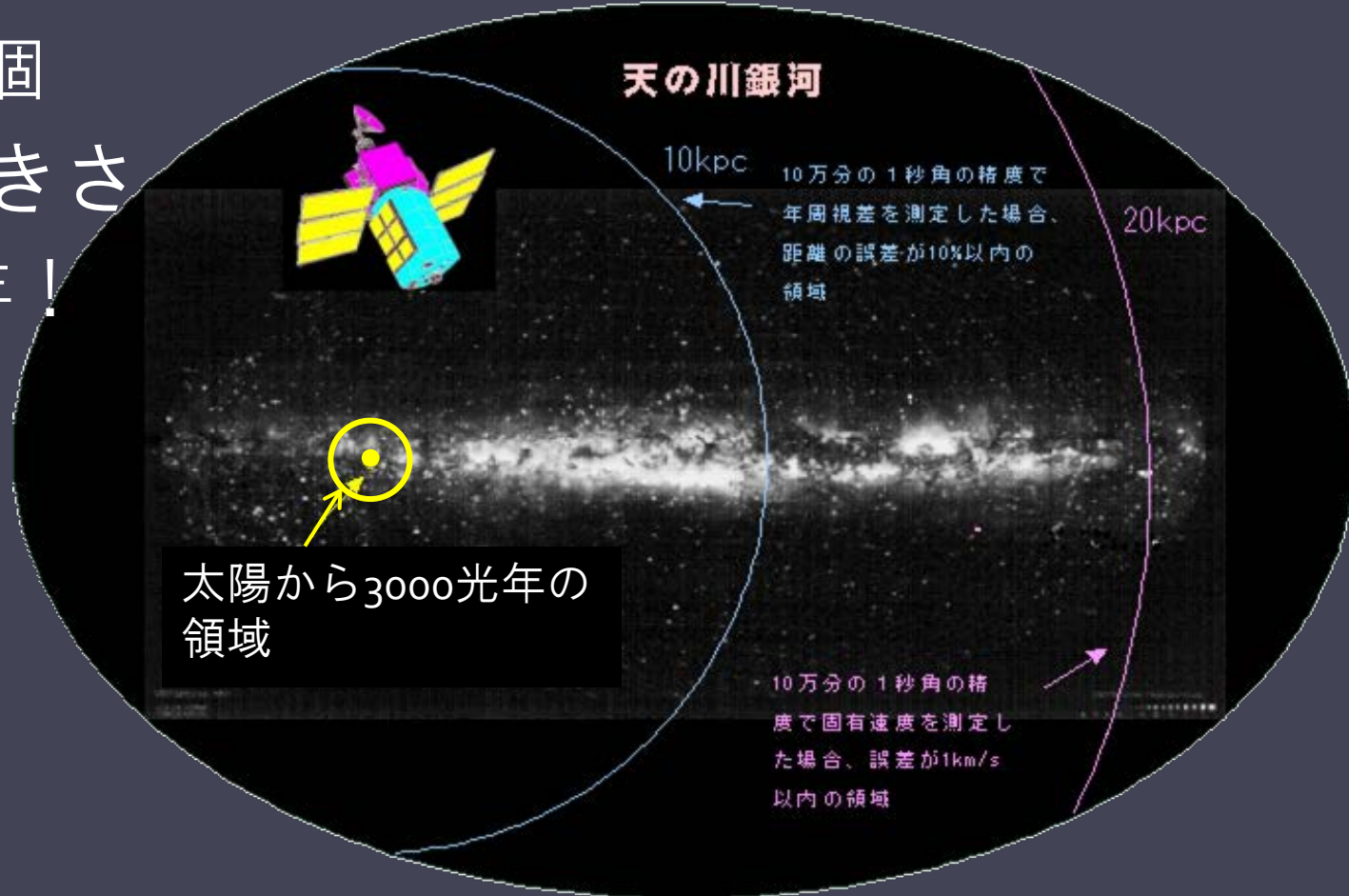
- 星までの距離を正確に測る方法はひとつしかない
- 三角測量
 - 3.26光年の星で2秒の角度
→ 1パーセク (pc)
 - 1秒は1度の3600分の1

★ 星A



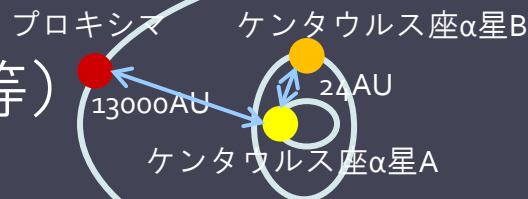
距離を測る衛星

- ヒッパルコス衛星(1989-1993)
 - 3000光年までの星の距離を測った
 - 11万8千個
- 銀河の大きさ
 - 10万光年！



最も近い星

- ケンタウルス座プロキシマ (11等)
 - 4.22光年
- ケンタウルス座 α 星 (-0.3等)
 - 4.37光年
- 3重連星系



ケンタウルス座 α 星系



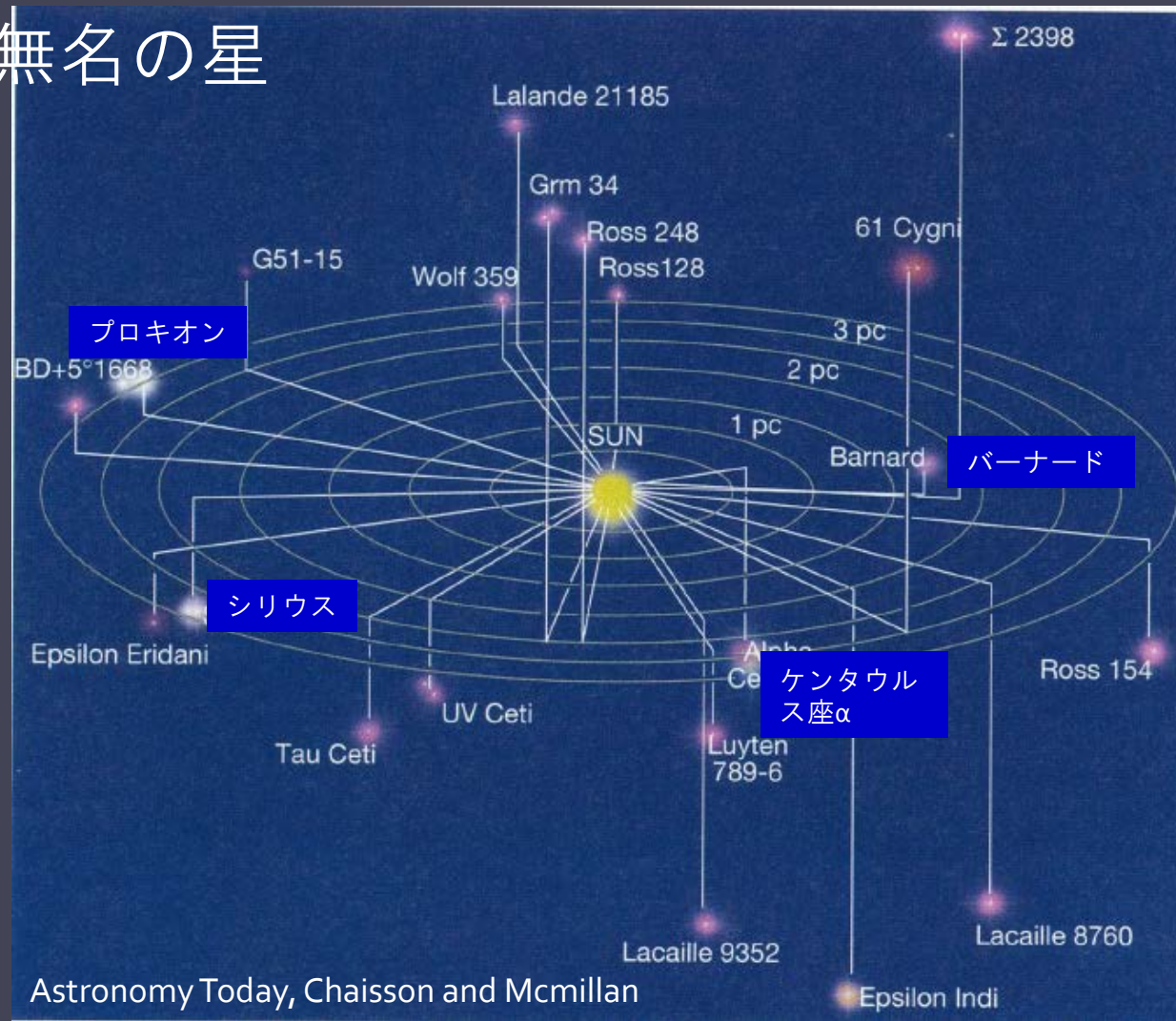
恒星までの距離

- 太陽を東京において（太陽の直径を1cmとする）
 - 地球：1m
 - 海王星：30m
 - プロキシマ：270km



太陽近傍の星

- 13光年の中に約30個
– ほとんどが無名の星



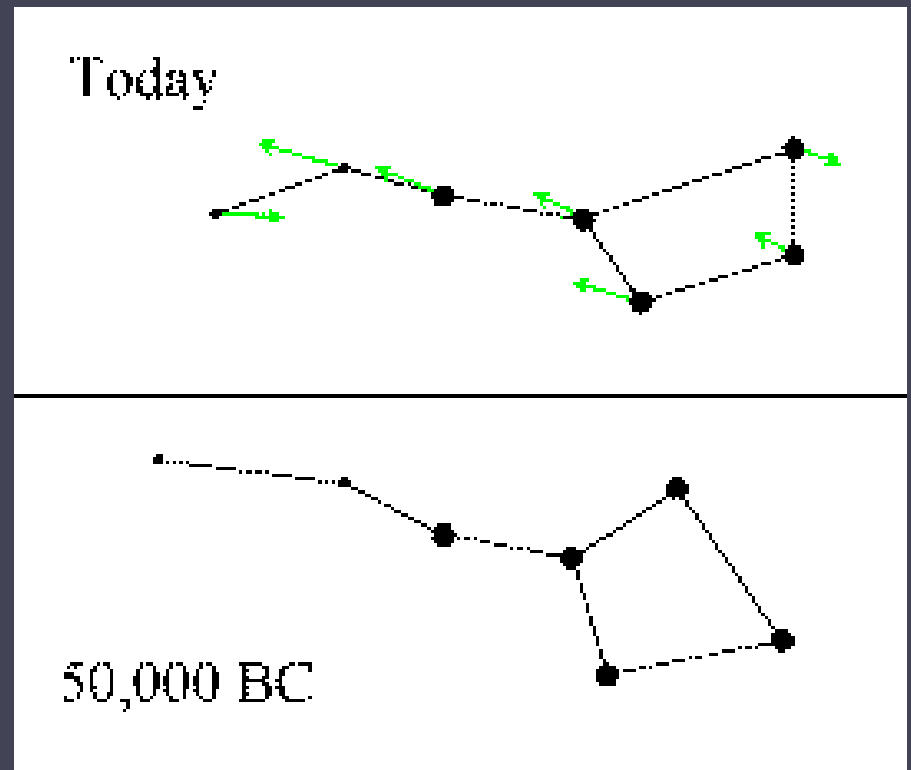
固有運動

- 恒星は10-100km/sで動く
- バーナード星：1年で10.4秒位置が変わる



バーナード星

<http://cseligman.com/text/stars/propermotion.htm>

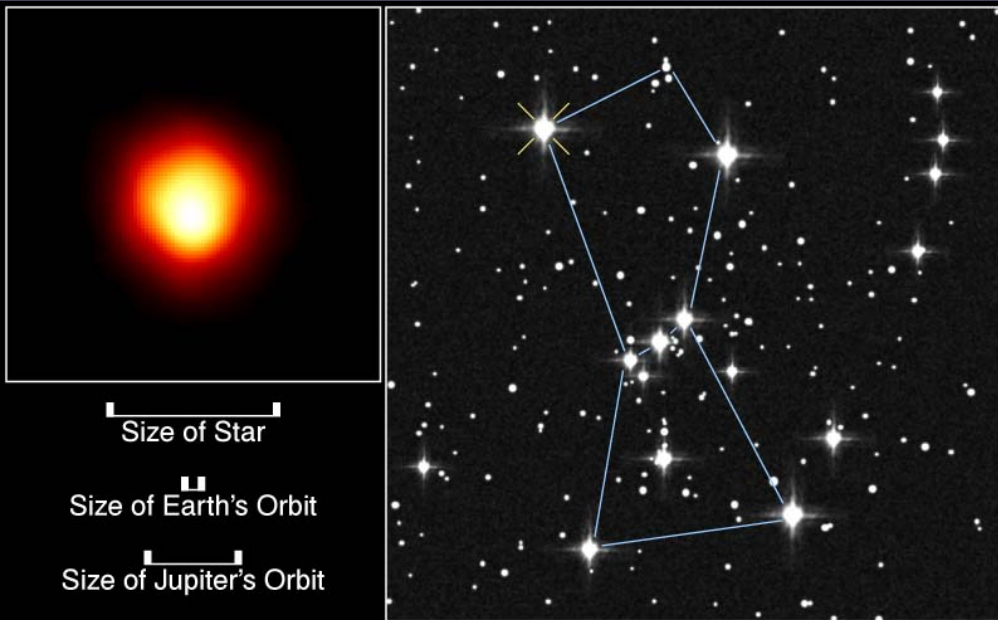
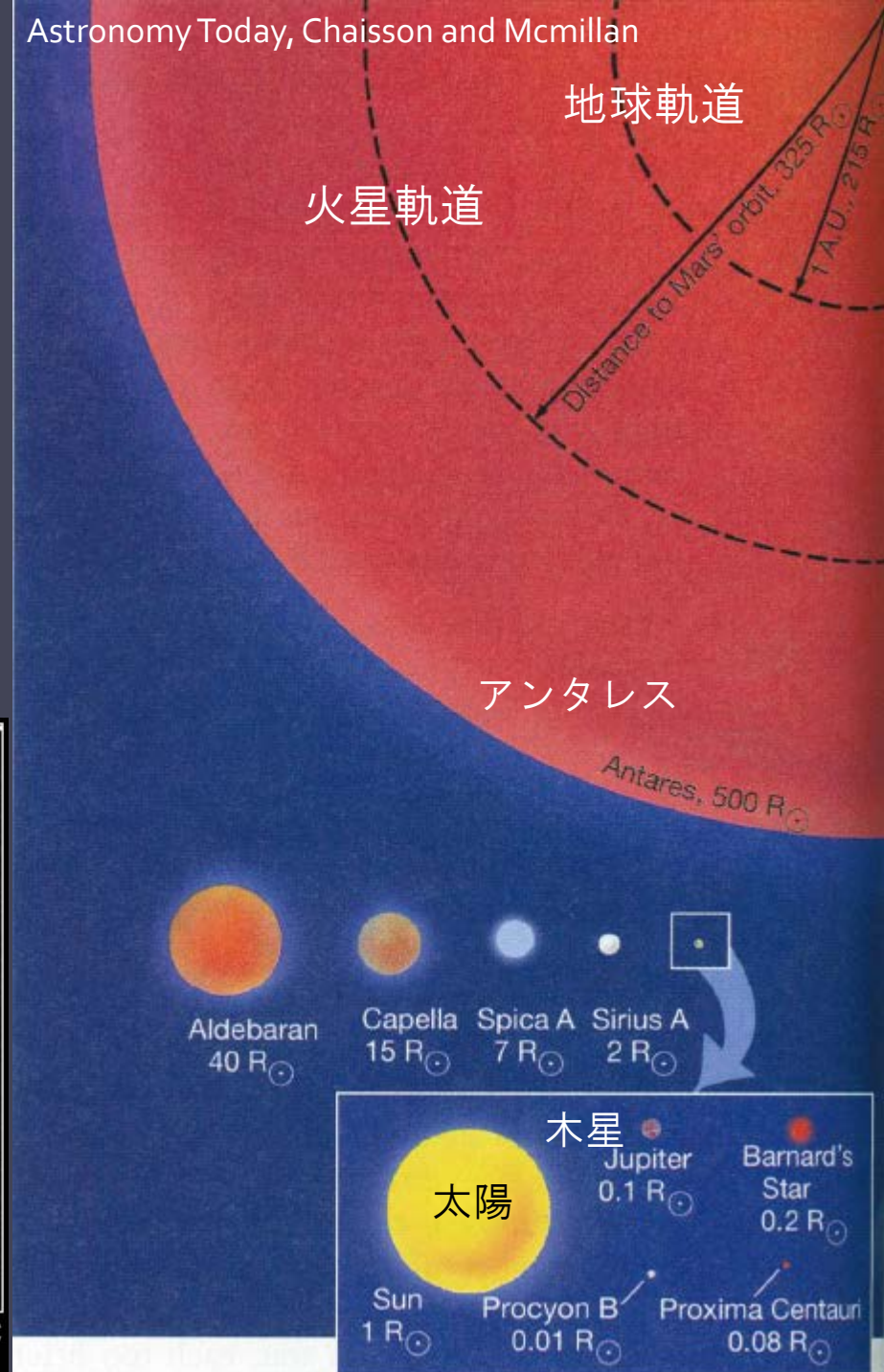


北斗七星の過去

<http://www.astronomy.ohio-state.edu/~pogge/Ast162/Unit1/motions.html>

恒星の大きさ

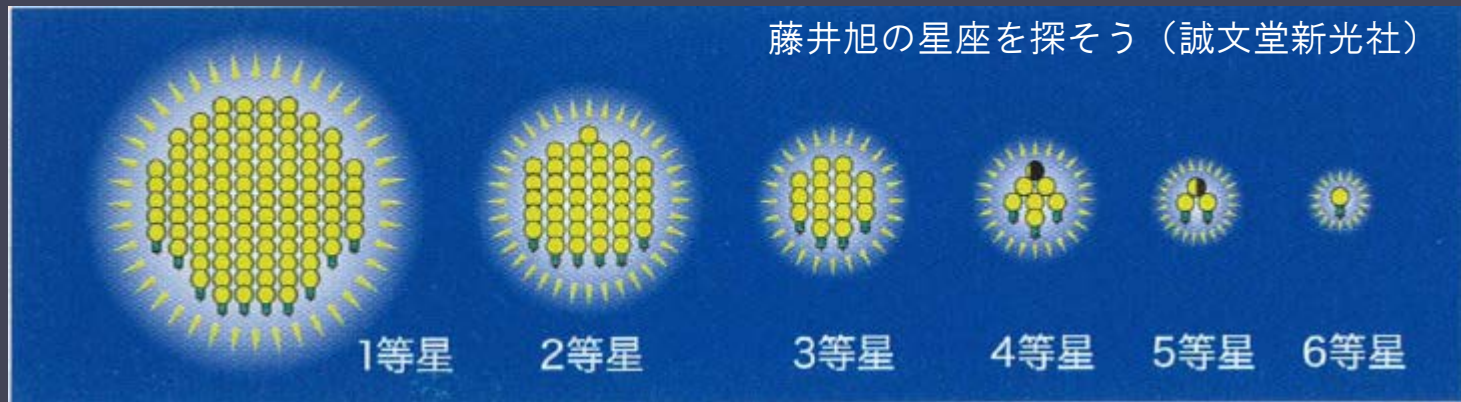
- とてつもなく大きな星
 - 巨星
 - アンタレス、ベテルギウス等
- 小さな星



Atmosphere of Betelgeuse
 PRC96-04 · ST ScI OPO · January 15, 1995 · A. Dupree (CfA), NASA

星の明るさ

- 1等星は6等星の100倍明るい
 - 1等級違うと、約2.5倍明るさが違う。
 - $2.5 \times 2.5 \times 2.5 \times 2.5 \times 2.5 = 2.5^5 = 100$ (だいたい)

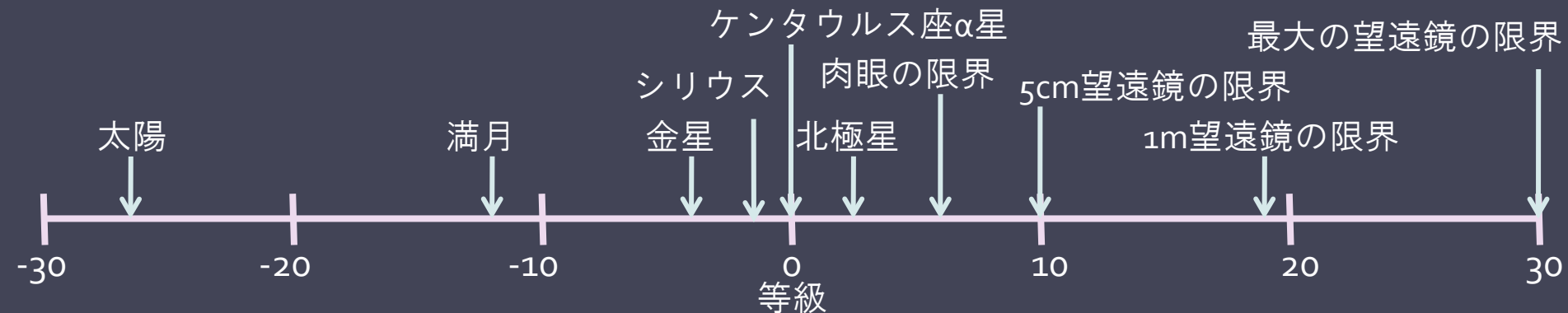


こうじゃないことに注意



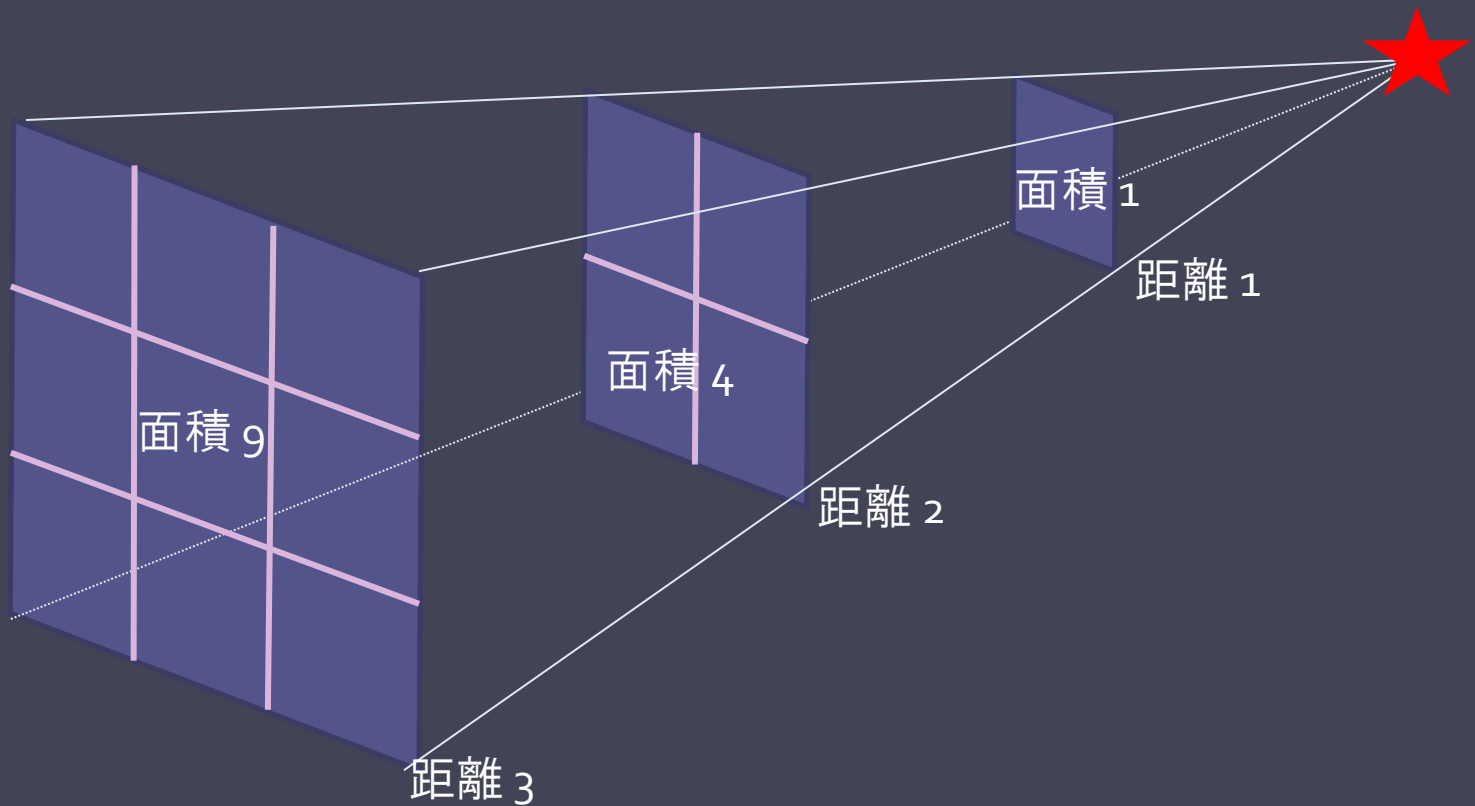
さまざまな星の明るさ

- 太陽：-26.7
 - 満月：-12.5
 - 金星：-4.4
 - シリウス：-1.5
 - ケンタウルス座 α 星：0
 - 北極星：2.5
 - 肉眼の限界：6
 - 5cm望遠鏡の限界：10
 - 最大の望遠鏡の限界：30
- 48万倍
1700倍
14倍
4倍
10倍
25倍
40倍
1億倍



星の距離と明るさ

- 明るさは、距離の 2 乗に反比例
– 距離 2 倍 → 明るさ $1/4$ 倍



絶対等級

- 10パーセク（32.6光年）のところに置いたときの明るさ

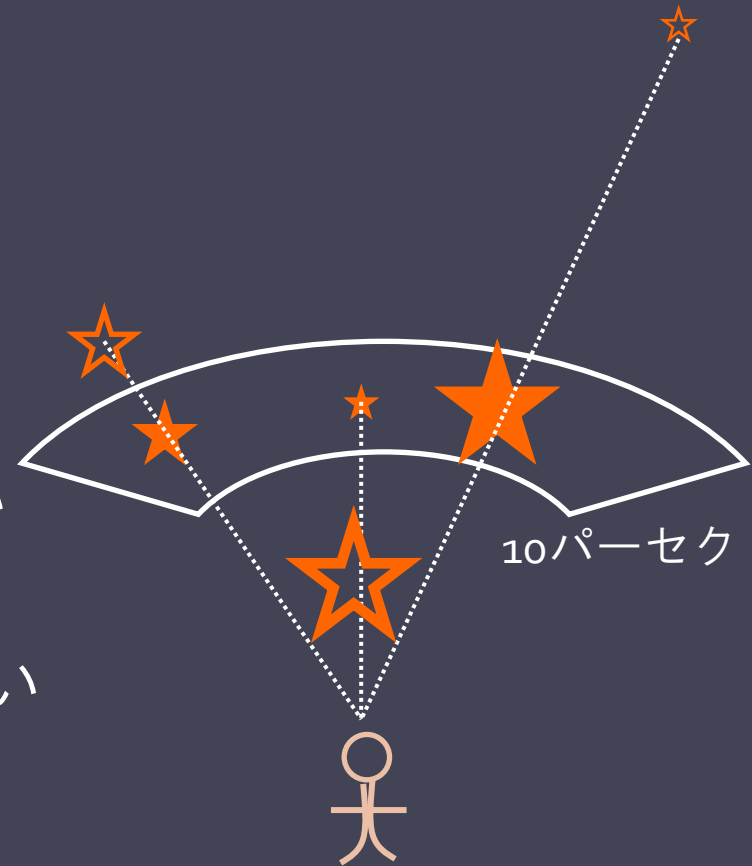
– 太陽： -26.7 → 4.8

– シリウス： -1.5 → 1.4

– リゲル： 0.1 → -7

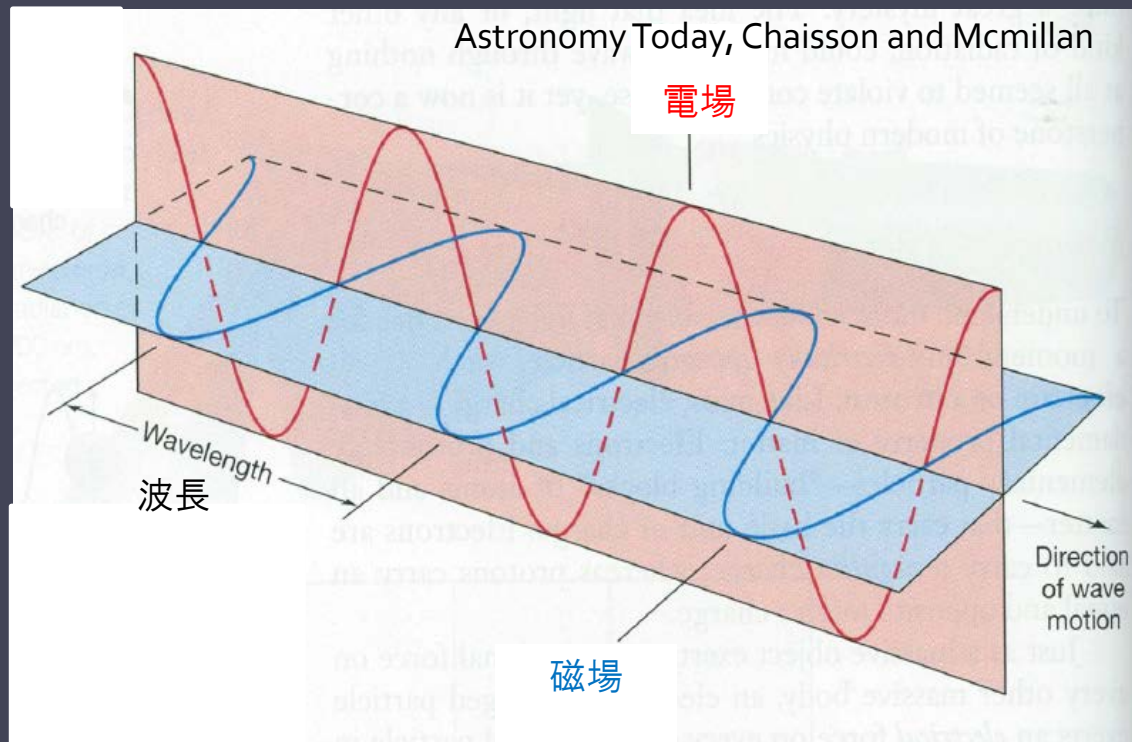
– リゲルは太陽の5万倍も明るい

– 太陽は決して暗いほうではない



光：電磁波

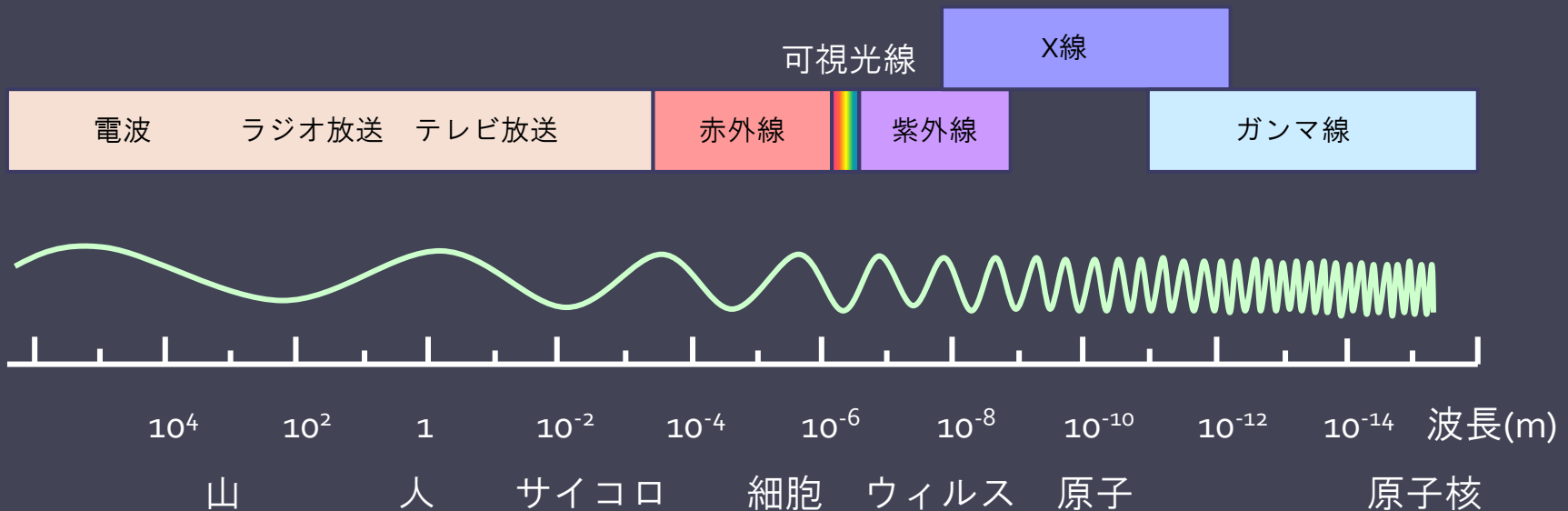
- 光とは、電場と磁場の波
 - 真空中を伝わる
 - 光速で伝わる 30万km/s
 - さまざまな波長（振動数）のものがある



さまざまな電磁波

- 波長によって異なる性質
 - ラジオ波とガンマ線では15桁くらい違う
- 波長短い → エネルギー大きい
 - 光子のエネルギー

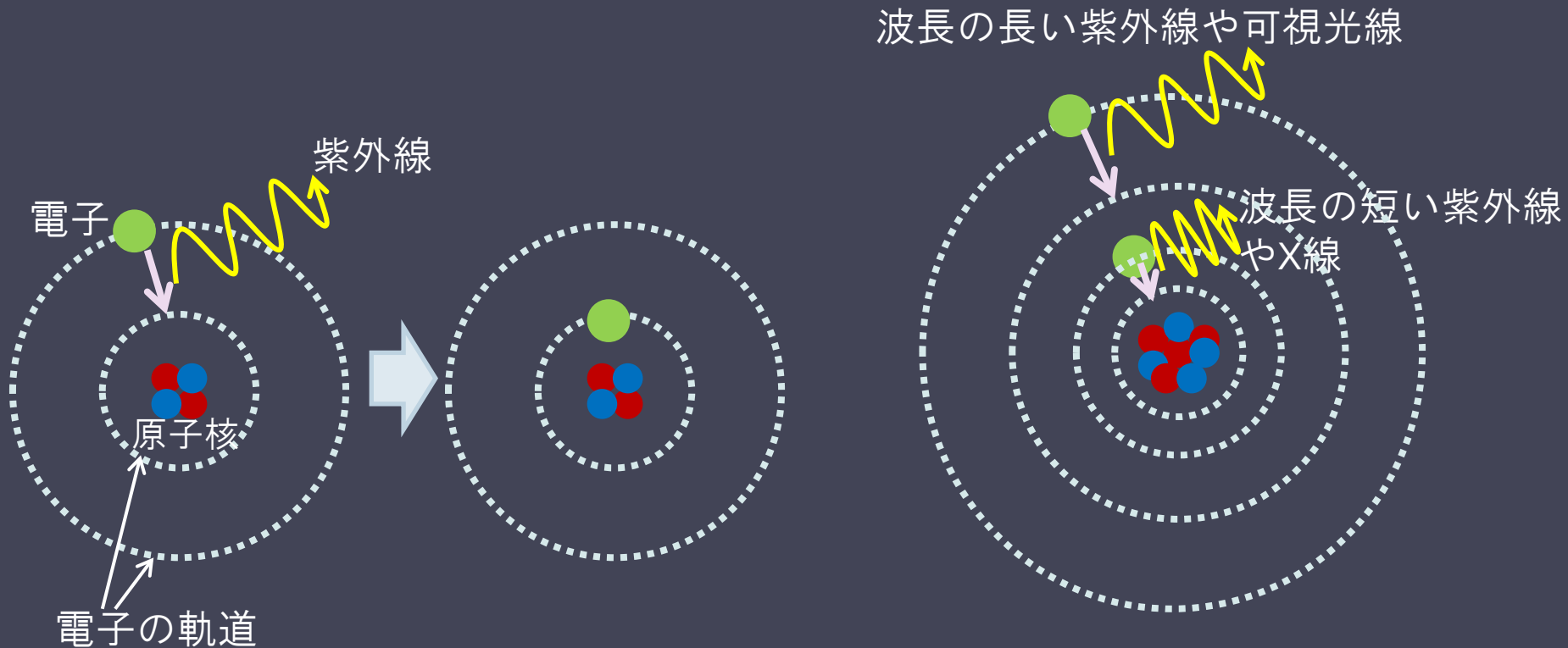
$$E = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$$



紫外線とX線

- 原子の中の電子の移動

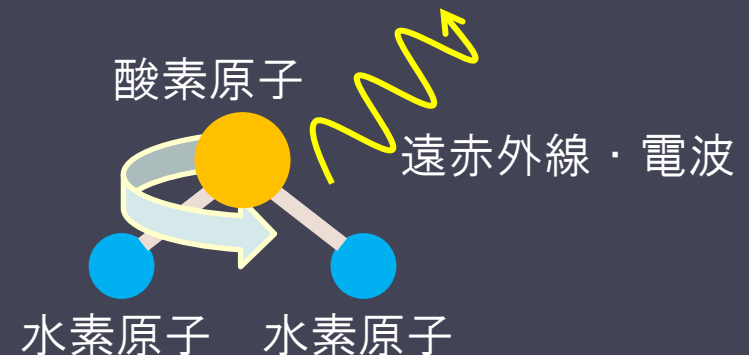
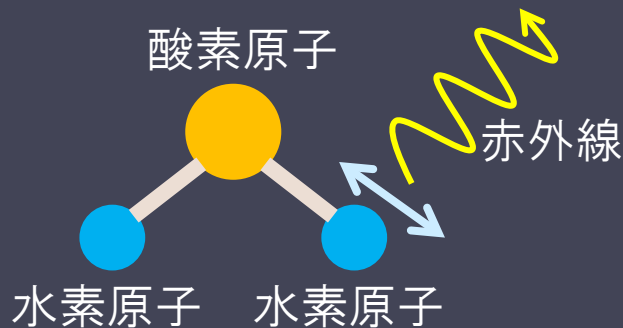
- より内側の電子が動くと、波長が短くなり、X線が出る
- 電子が動いた結果、分子が壊れることがある → 危険



より内側の電子が動くと、波長が短くなる

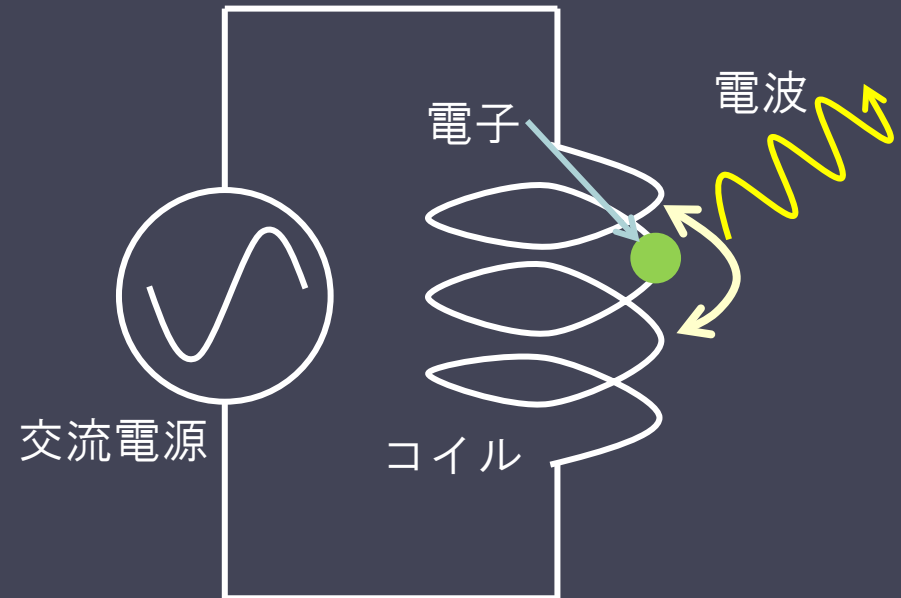
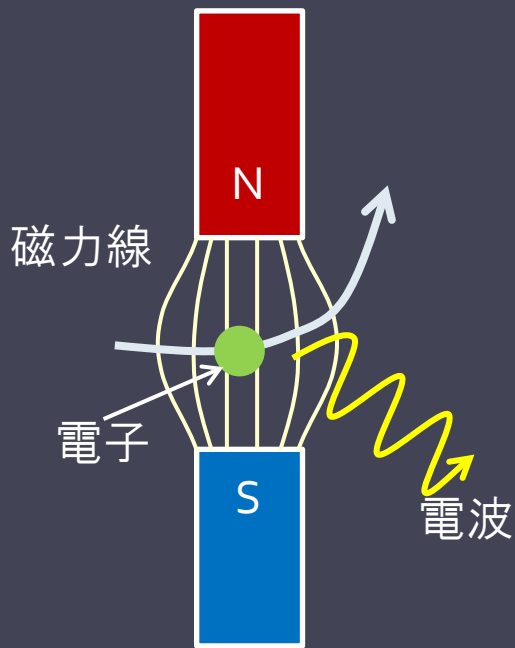
赤外線と波長の短い電波

- 分子の中の原子の振動 → 赤外線
- 分子の回転 → 波長の短い電波
- 分子・原子を運動させる → 熱を伝える



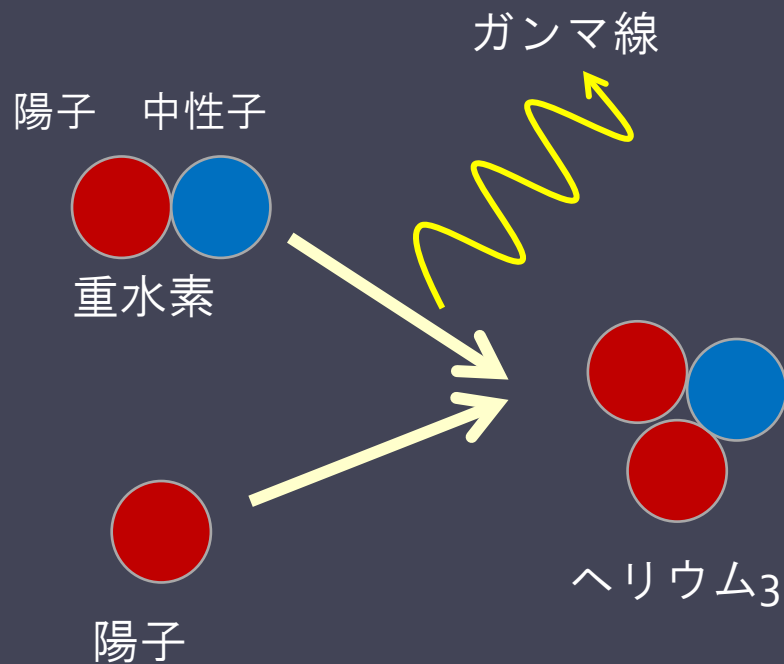
電波

- 原子に束縛されていない電子の振動
 - 磁力線で軌道が曲げられる電子
 - アンテナの中の電子



ガンマ線

- 原子核反応で放射される

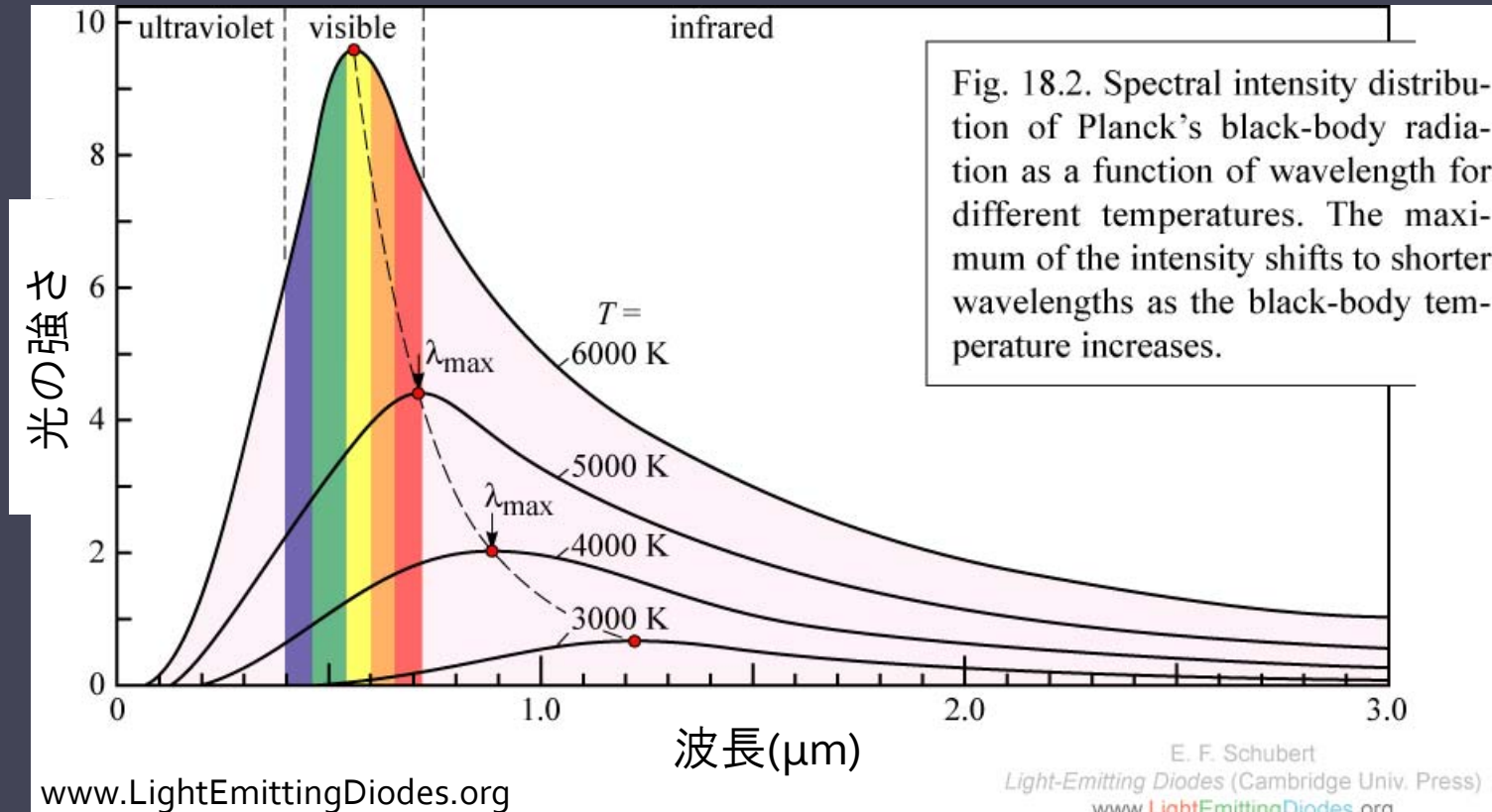


ヘリウム₃の生成反応

温度と光の関係

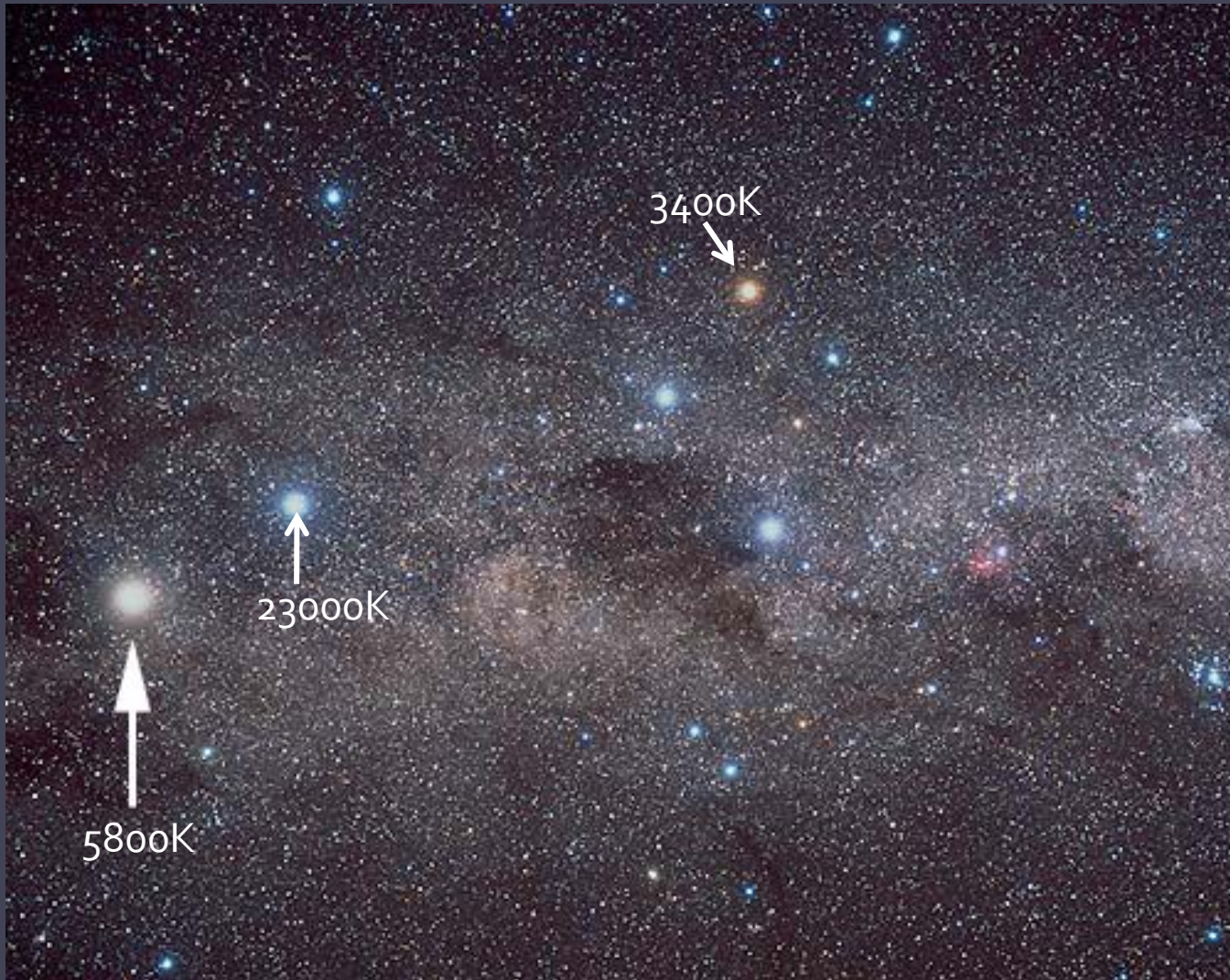
- 不透明な物体(黒体という)の放射は、温度で決まる
 - 色が青い→高温 赤い→低温
- ウィーンの変位則

$$\lambda_{\max} = \frac{2.9 \text{ mm}}{T}$$



星の色と温度

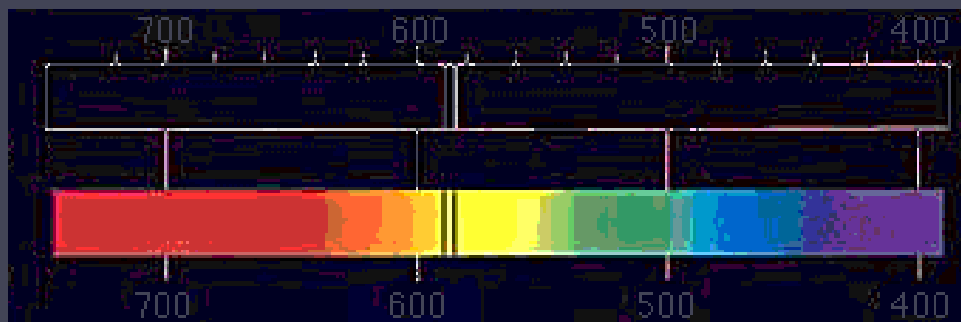
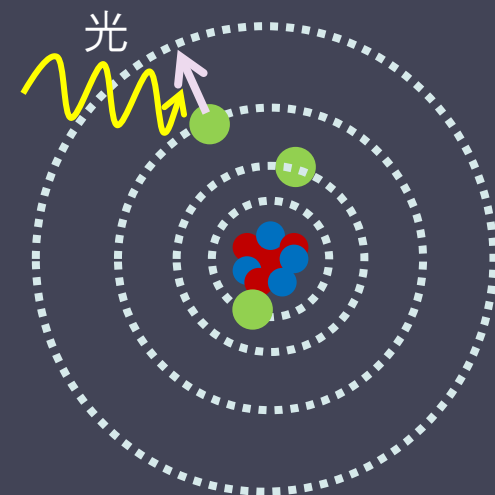
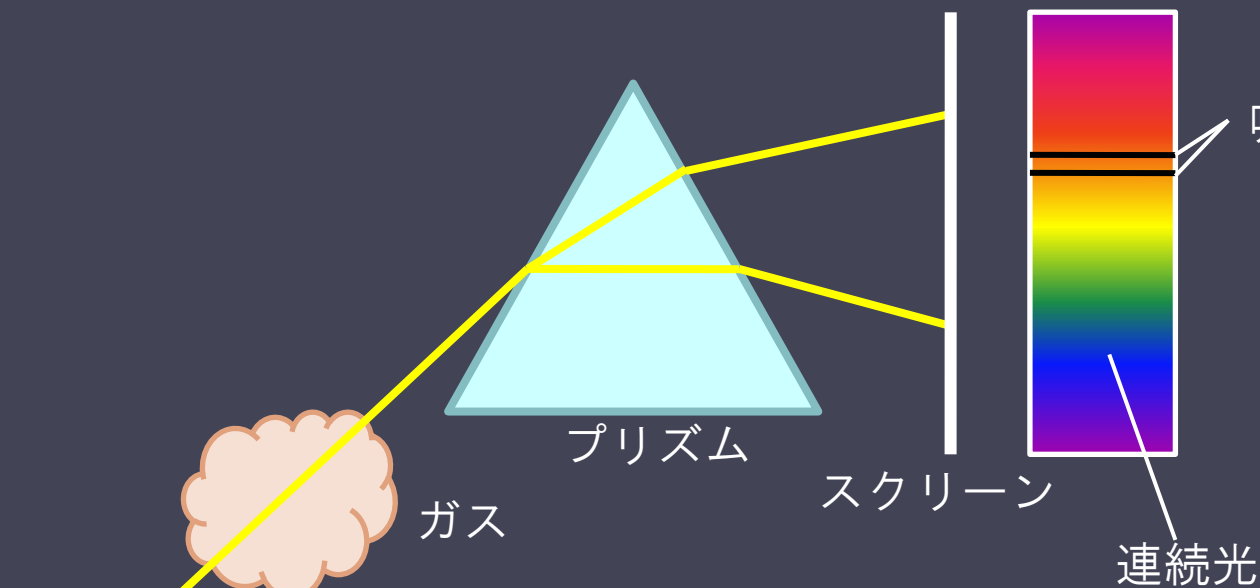
- 星の色を見れば、星の温度がわかる



分光すると、ガスの種類がわかる

- 吸収線の位置

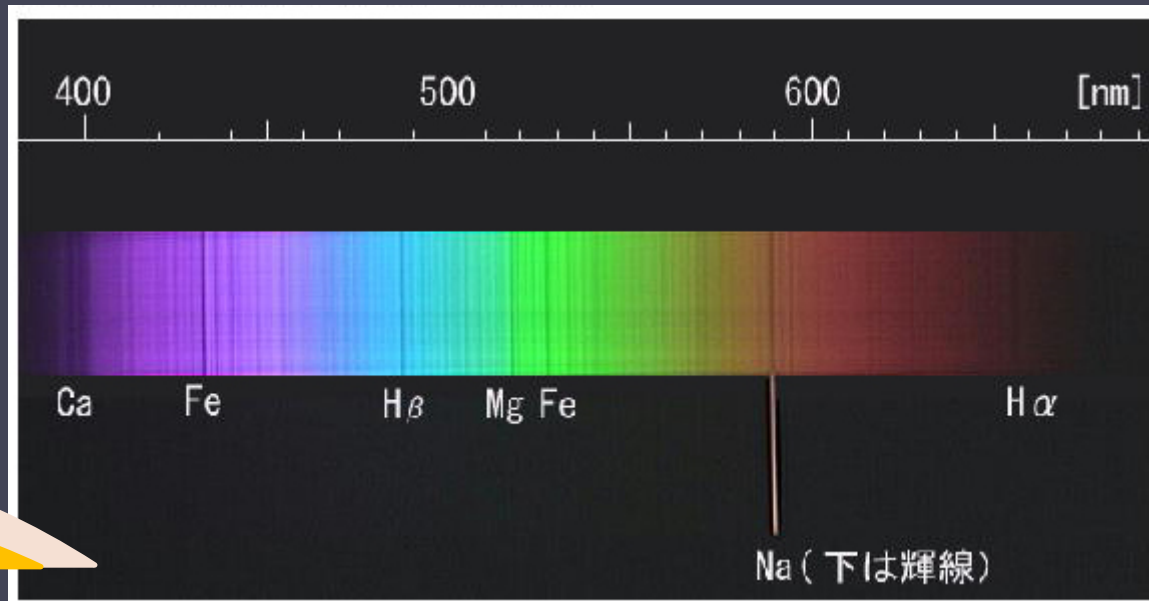
→ ガスの種類、状態(イオン化度, 電子の励起状態)



原子による光の吸収

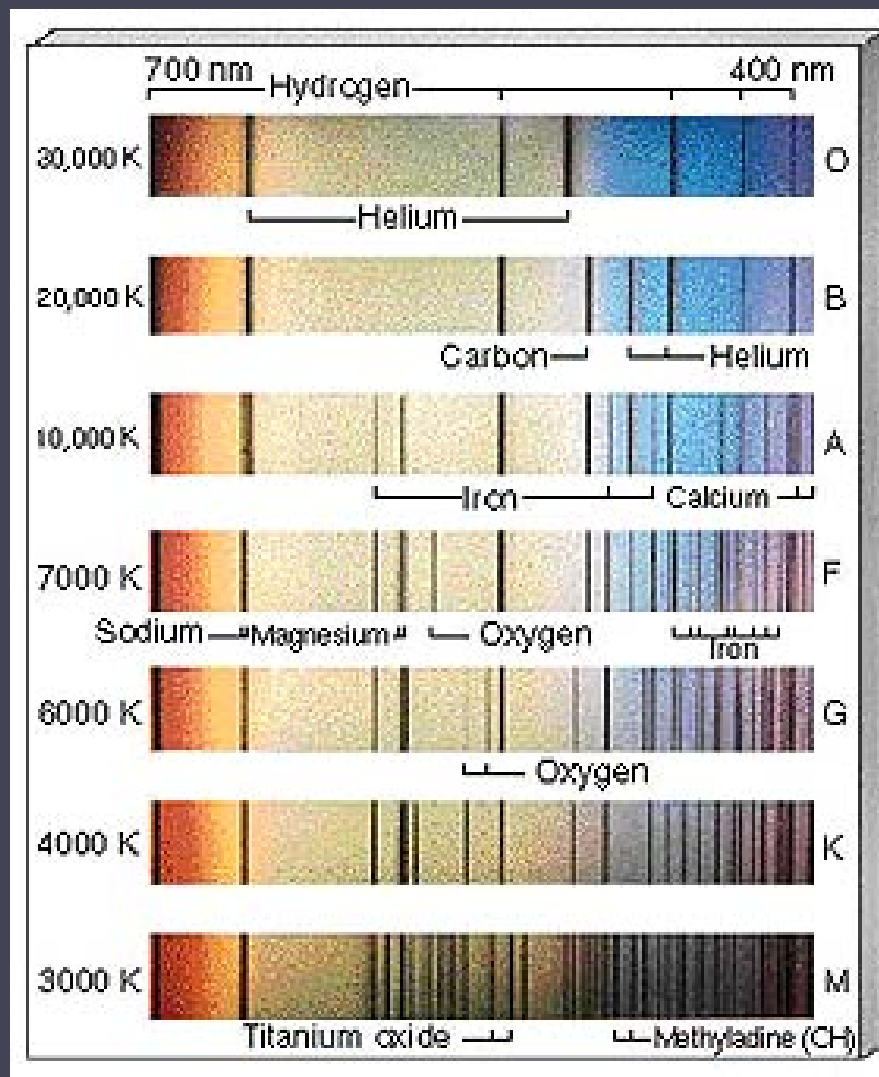
太陽のスペクトル

- 太陽の大気がわかる
 - どのような原子があるか
 - 原子の状態：イオン化度、電子の励起状態
 - イオン化度が大きい → 温度が高い
- スペクトルを詳細に調べると、大気や、光球の温度がわかる



さまざまな星のスペクトル

- 吸収線の分布の違い
 - 星の温度の違い
- スペクトル型
 - O型星 30,000度
 - B型星 20,000度
 - G型星 6,000度 (太陽)
 - 覚え方
 - Oh, Be A Fine Girl(Guy), Kiss Me



参考文献

- Astronomy Today, Chaisson and Mcmillan 著, Pearson
- 「現代の天文学7 恒星」、野本憲一ほか編、日本評論社
- 「現代天文学講座6 恒星の世界」小平桂一編、恒星社