

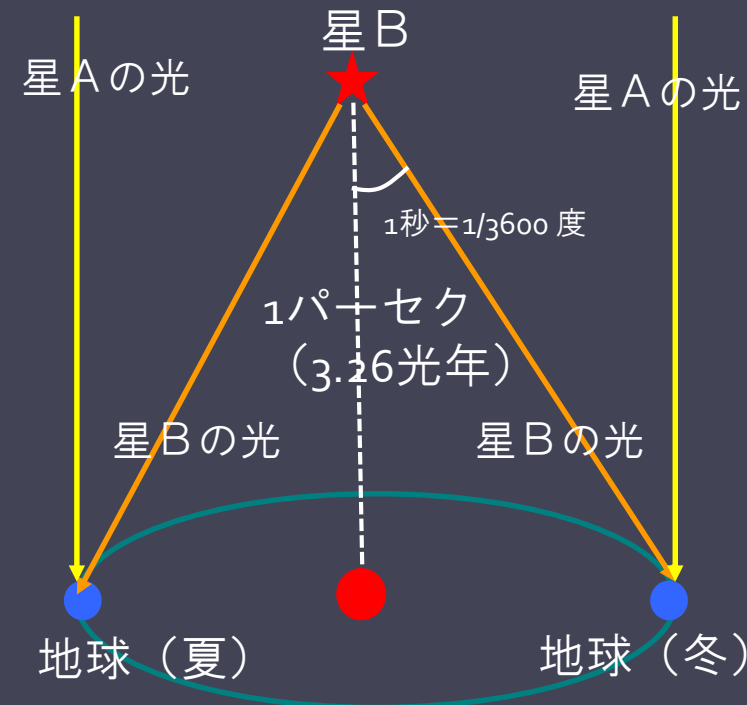
恒星1

距離、絶対等級、H R図

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



冬の写真

夏の写真



星A

冬の写真



角度 θ_2

夏の写真



角度 θ_1

角度 θ_2

角度 θ_1



星B

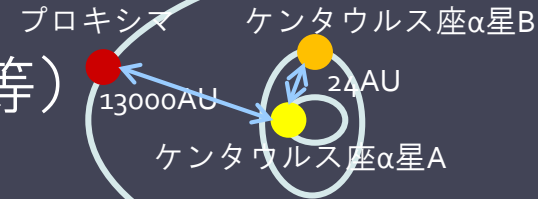
地球（夏）



地球（冬）

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



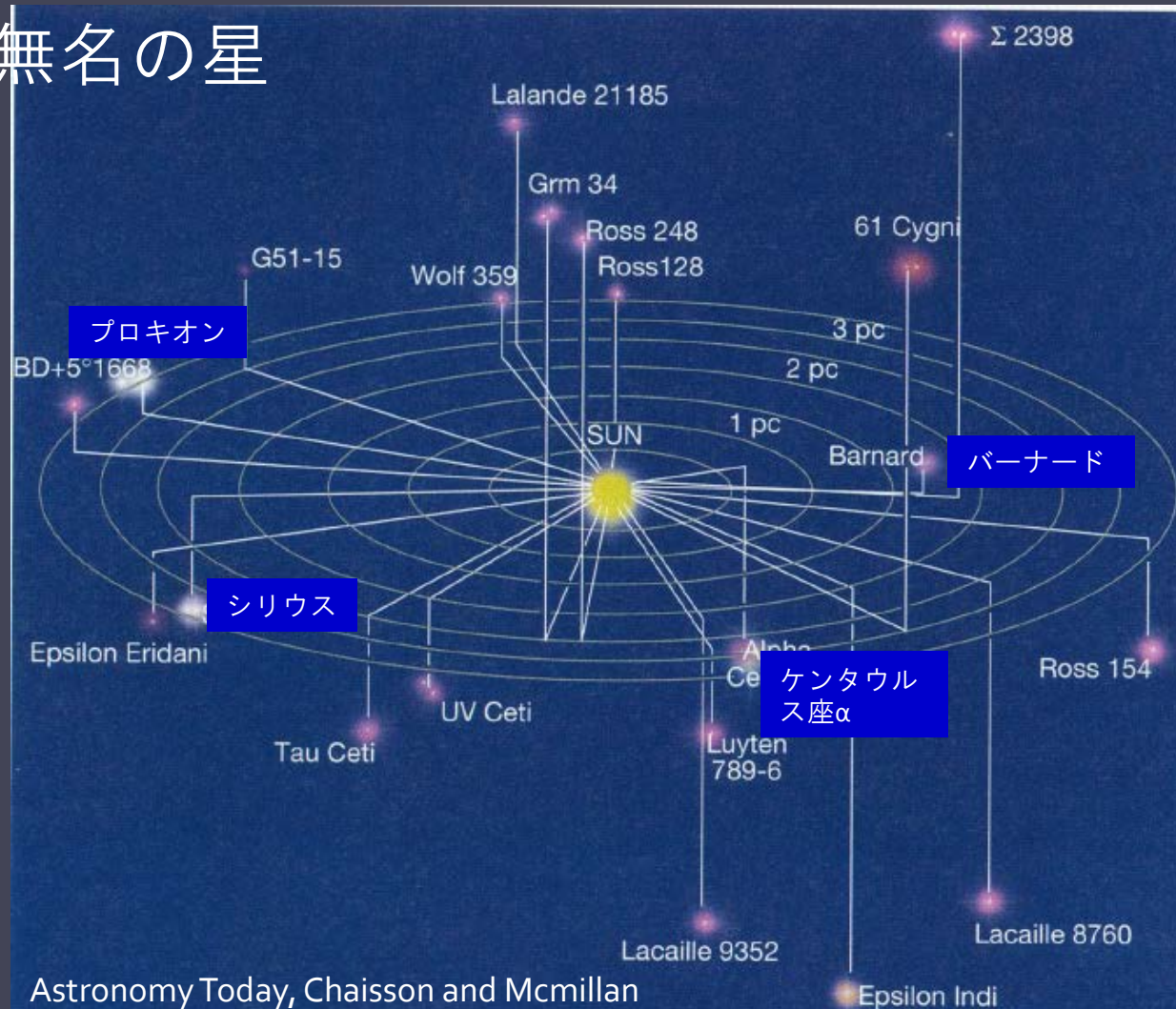
恒星までの距離

- 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
 - － α ケンタウリ：270km
(1.25 pc)



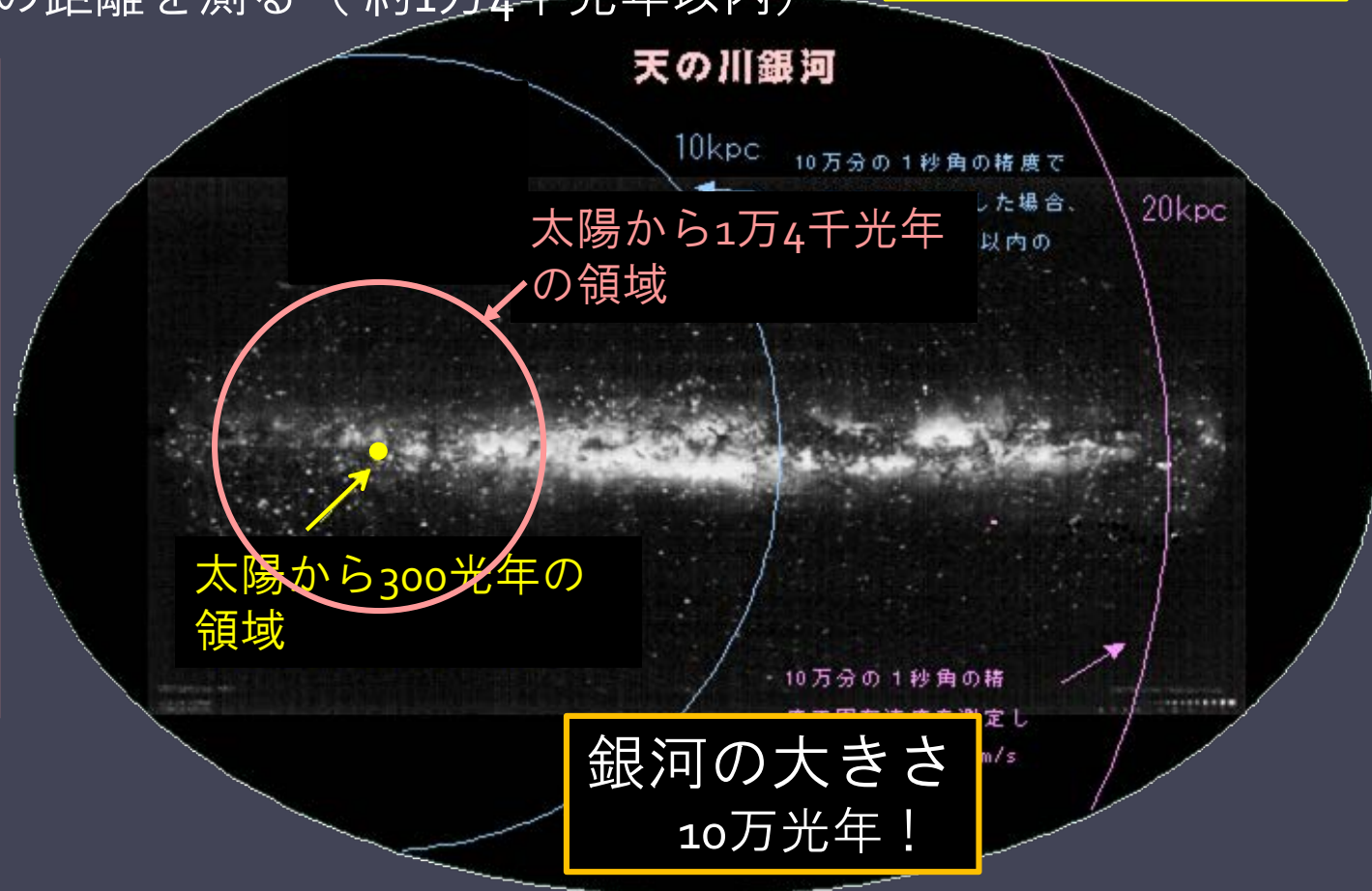
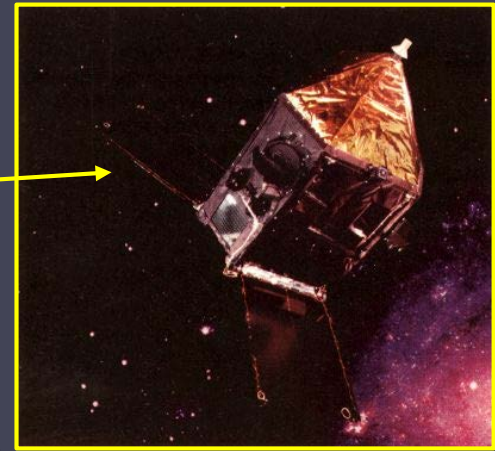
太陽近傍の星

- 13光年の中に約30個
– ほとんどが無名の星



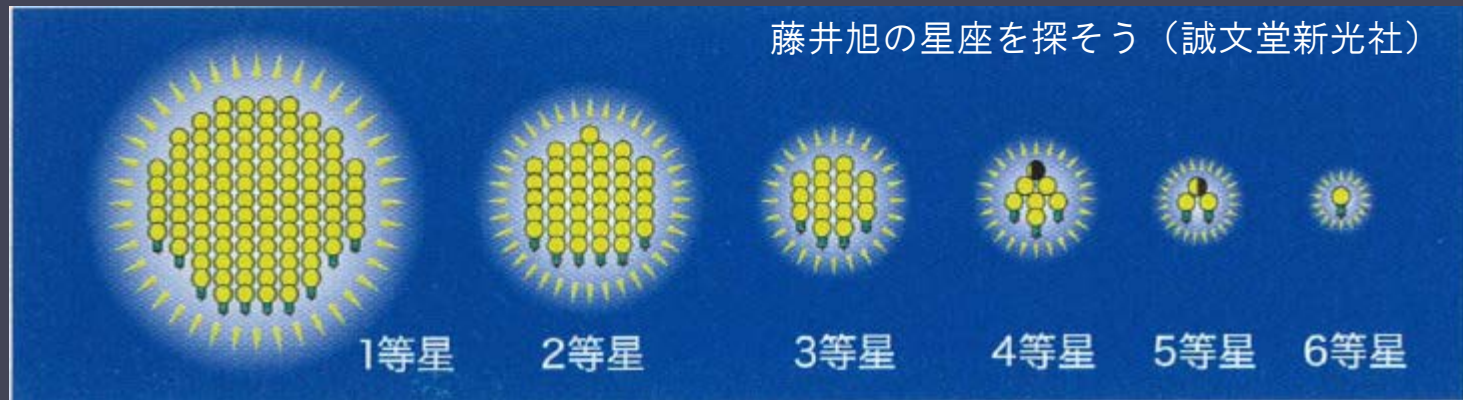
距離を測る衛星

- ヒッパルコス衛星(1989-1993)
 - 11万8千個の星の距離を測った（約300光年以内）
- GAIA衛星(2013-2018)
 - 10億個の星の距離を測る（約1万4千光年以内）



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)

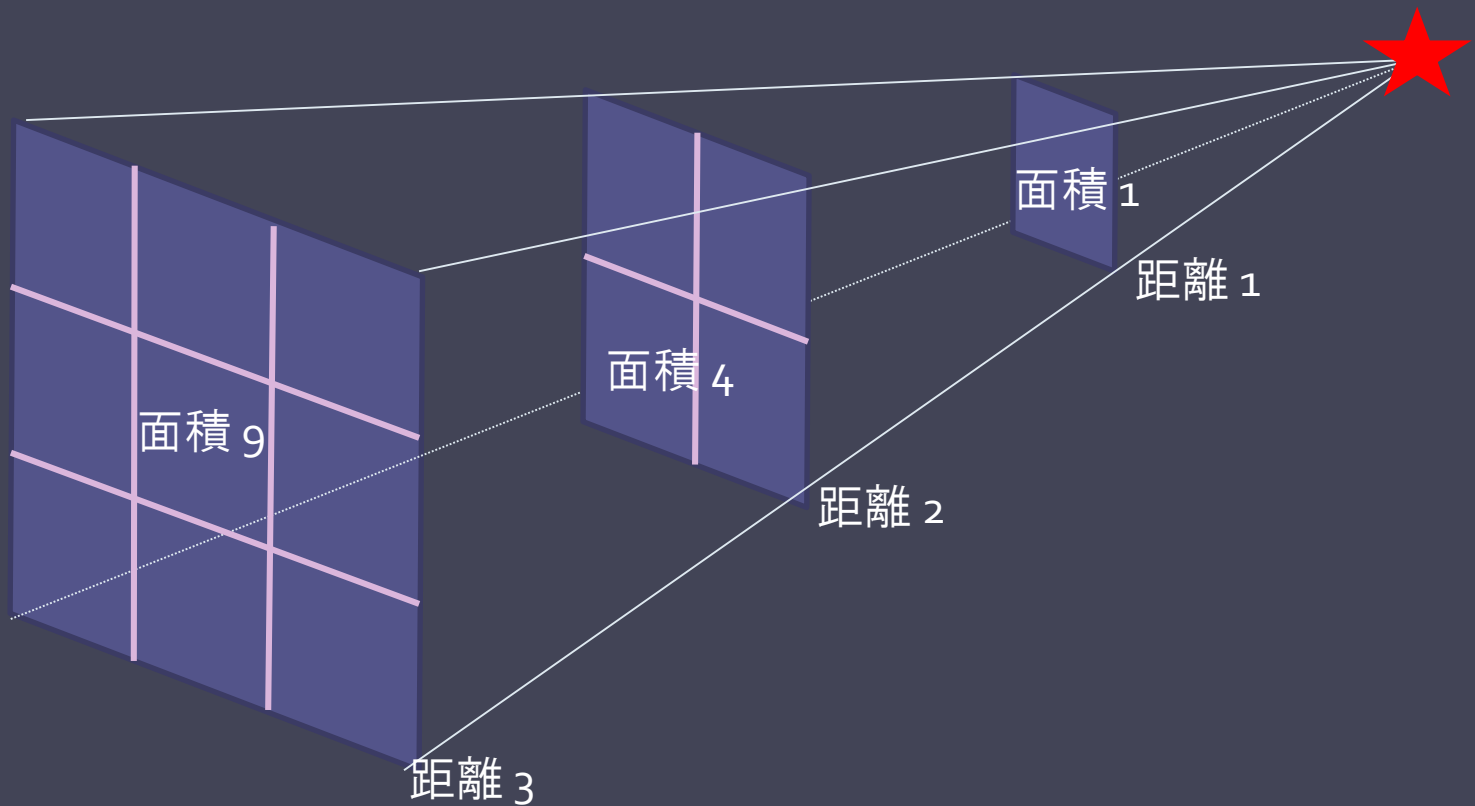


こうじゃないことに注意



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



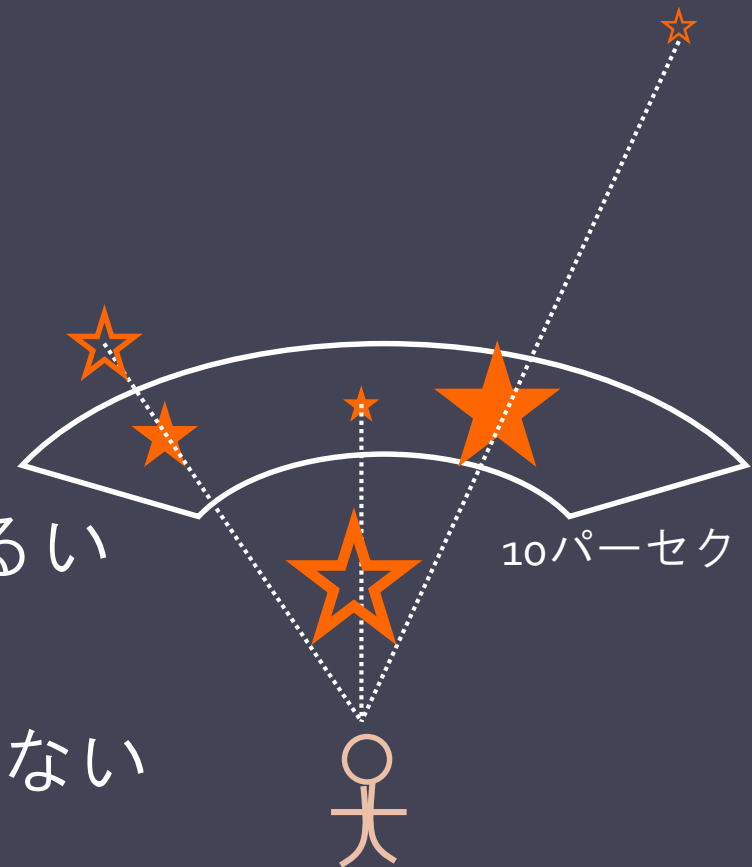
絶対等級

- 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
	実視等級		絶対等級

– 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

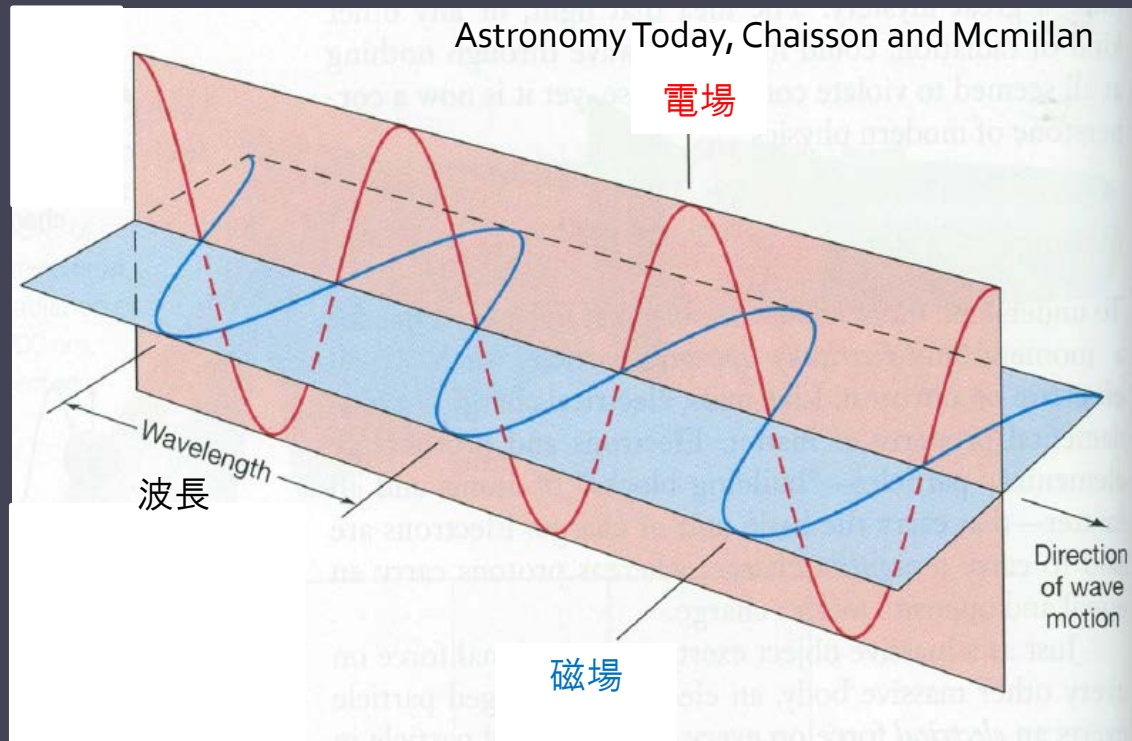


冬の星座



光：電磁波

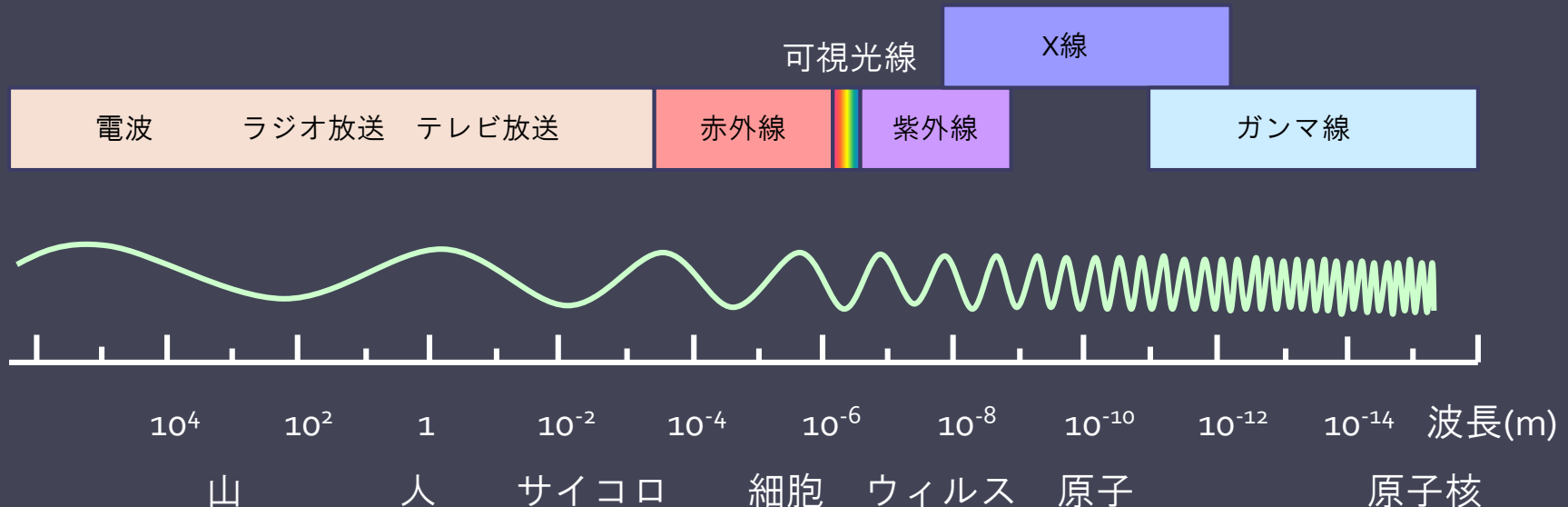
- 光とは、電場と磁場の波
 - 真空中を伝わる
 - 光速で伝わる 30万km/s
 - さまざまな波長（振動数）のものがある



さまざまな電磁波

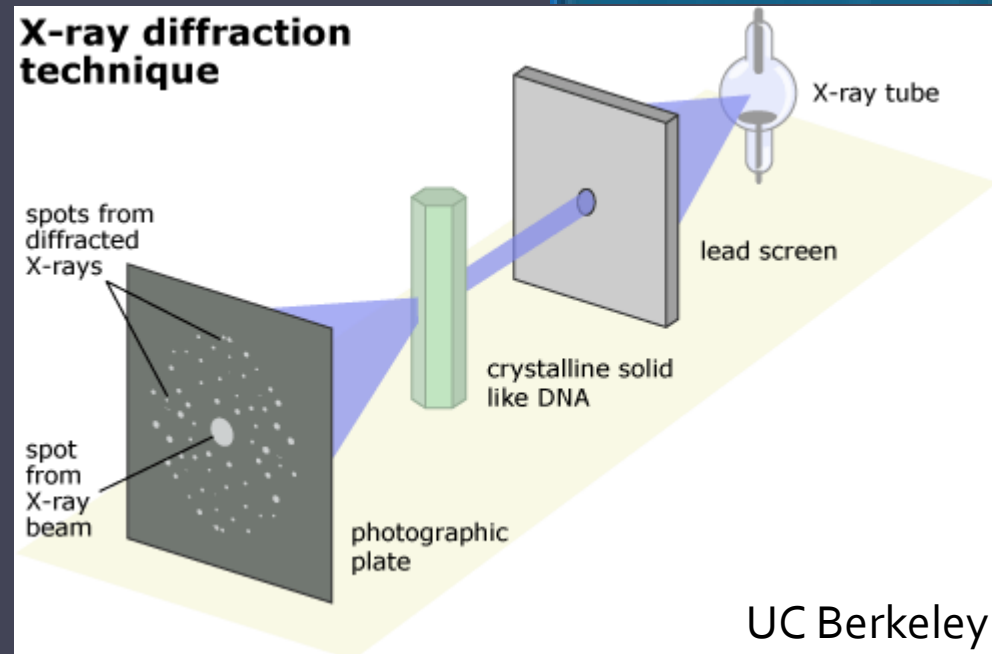
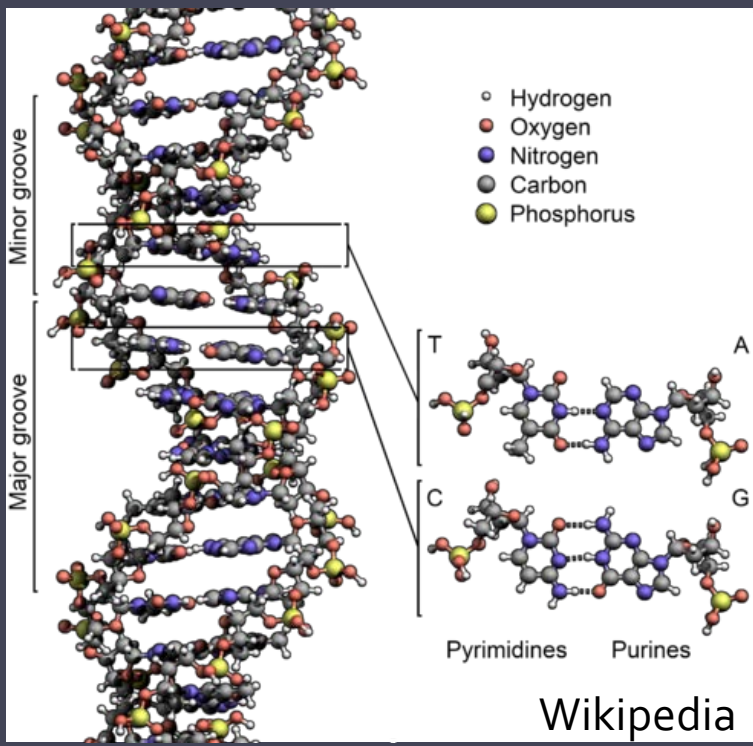
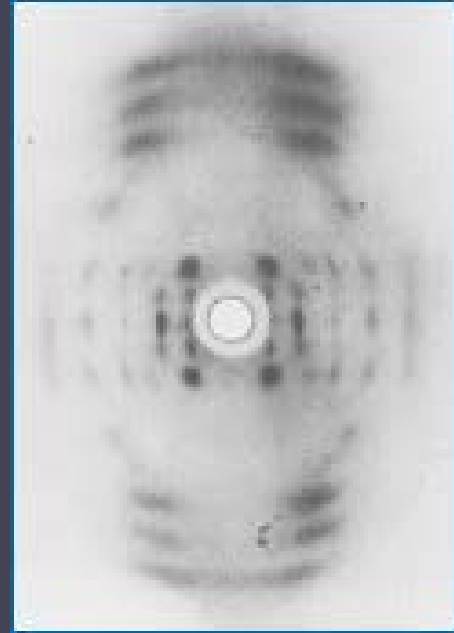
- 波長によって異なる性質
 - ラジオ波とガンマ線では 10^{15} 桁くらい違う
- 波長短い → エネルギー大きい
 - 光子のエネルギー

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



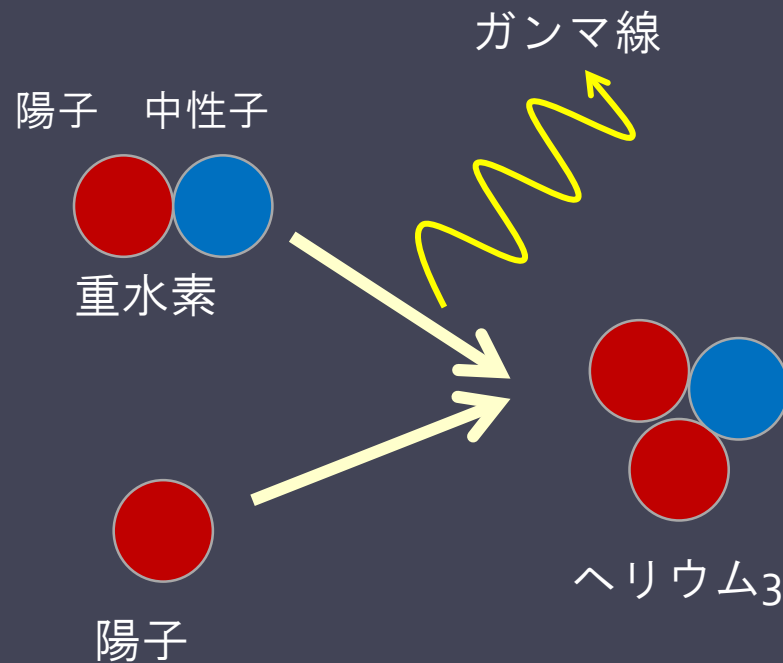
X線

- 波長 $10 \text{ \AA} \sim 10 \text{ nm}$
- 分子や結晶の構造を探るのにつかわれる
 - DNA



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

溶鉱炉の鉄の色

- 赤い（低温） $\longleftrightarrow$ 白い（高温）



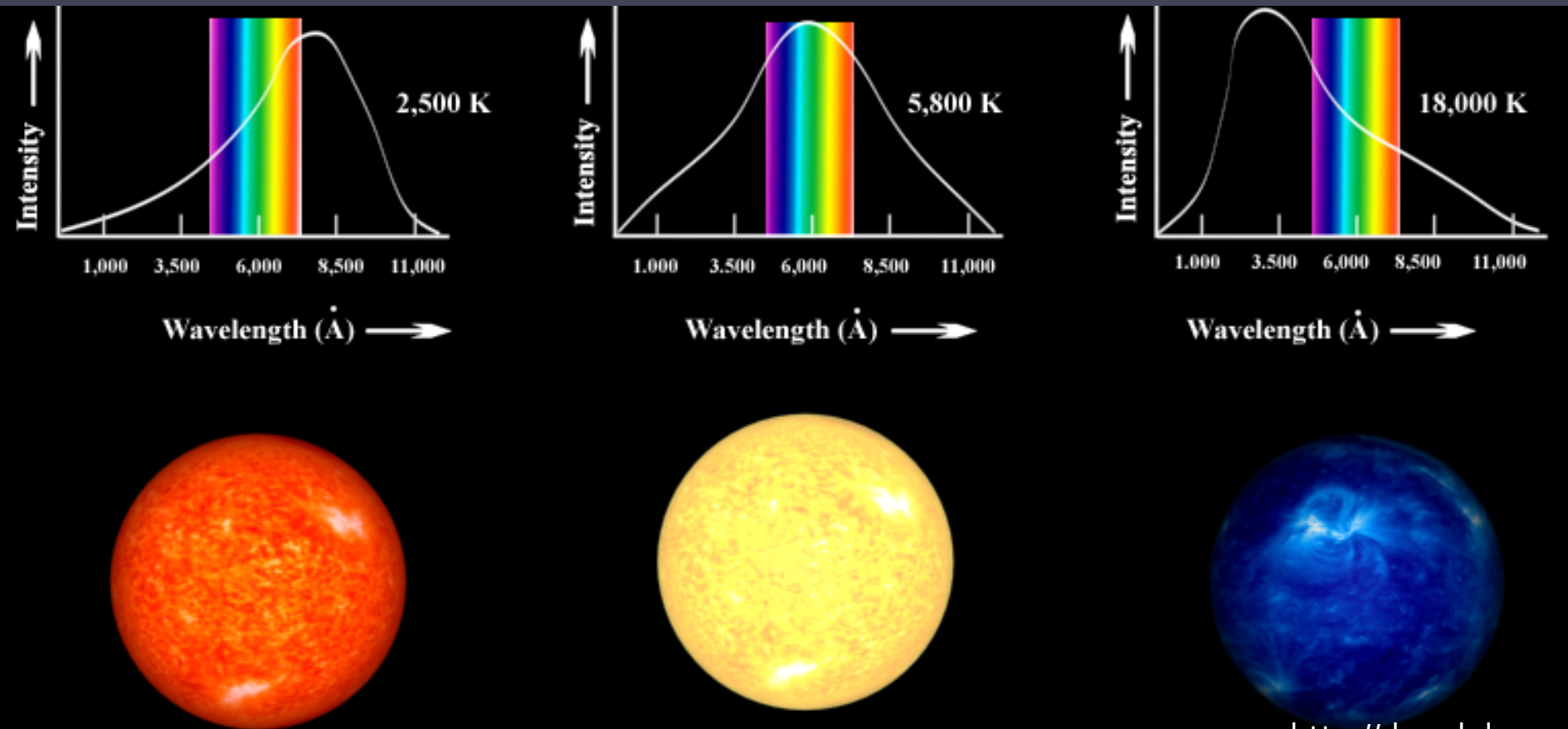
IPA「教育用画像素材集サイト」 <http://www2.edu.ipa.go.jp/gz/>

畫間直射光線を避けた場合の火色		
加熱色		摂氏(℃)
輝白色		1300
黄白色		1200
輝黄色		1100
黄色		1000
輝黄赤色		950
明輝赤色		900
輝赤色		850
輝櫻赤色		800
櫻赤色		750
暗櫻赤色		700
暗赤色		650
暗帶赤色		600

http://www.daiichis.com/heattreatment/heat_color.html

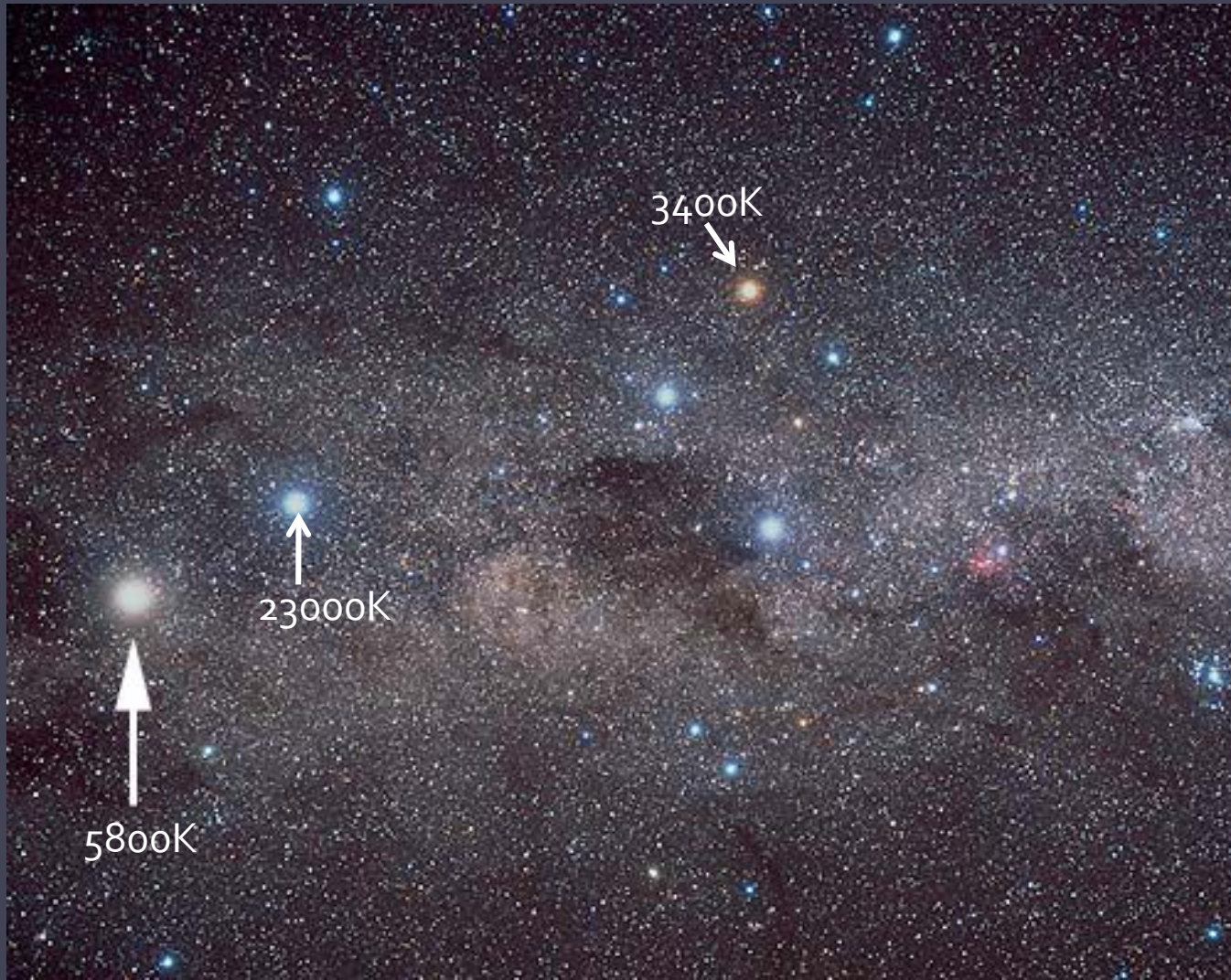
温度と色の関係

- 物体の放射は、温度で決まる
 - 温度が高い → 高いエネルギーの（波長が短い）光
 - 温度が低い → 低いエネルギーの（波長が長い）光



星の色と温度

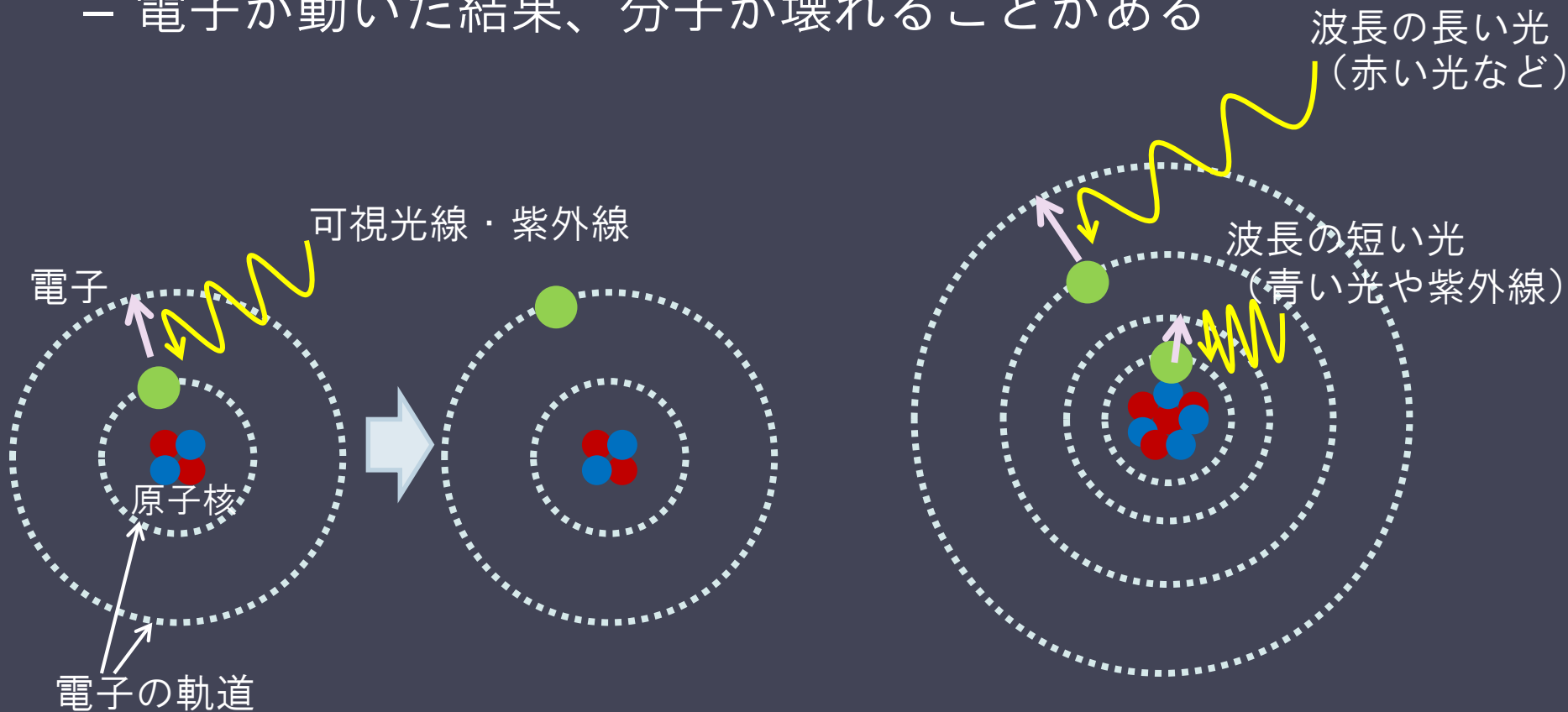
- 星の色を見れば、星の温度がわかる



原子による光の吸収

- 原子の中の電子の移動

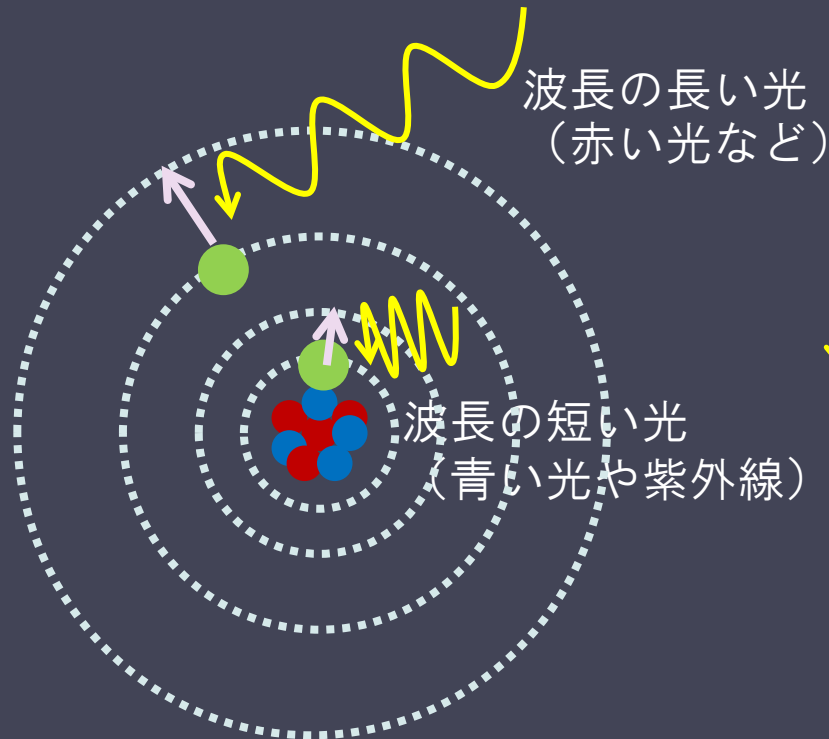
- 波長が短い光（エネルギーの高い光）は、より内側の電子が動かす
- 電子が動いた結果、分子が壊れることがある



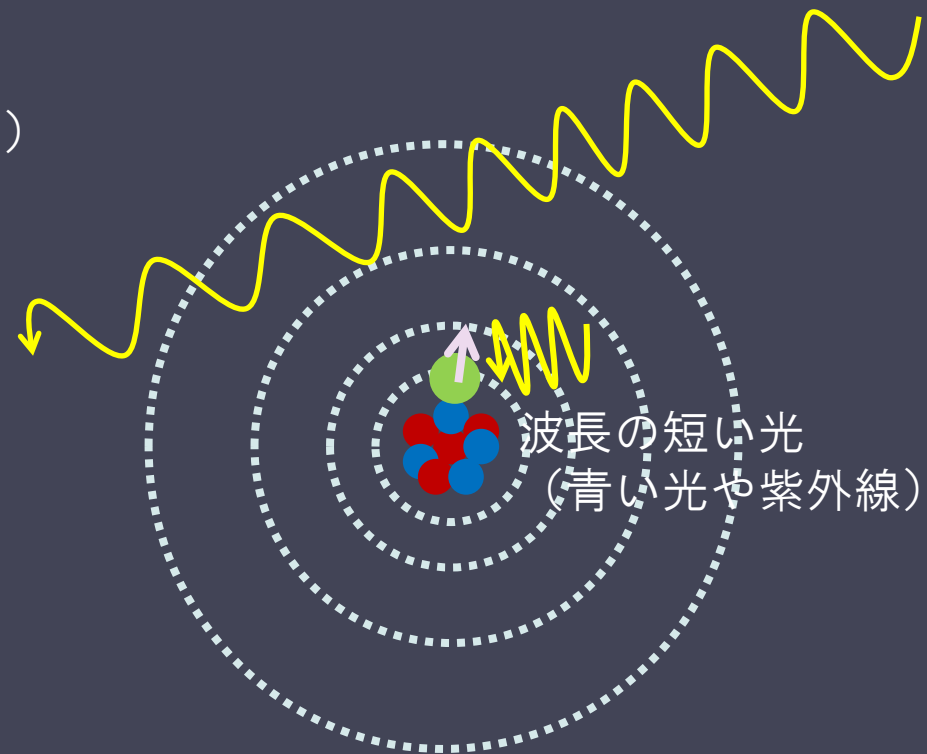
より内側の電子が動くと、波長が短くなる

温度によって違う波長の光を吸収

- 温度が高いと外側の電子が飛び出す → イオン化
- 波長の長い光（より赤い光）は吸収されない



温度が低いと、外側の電子がある

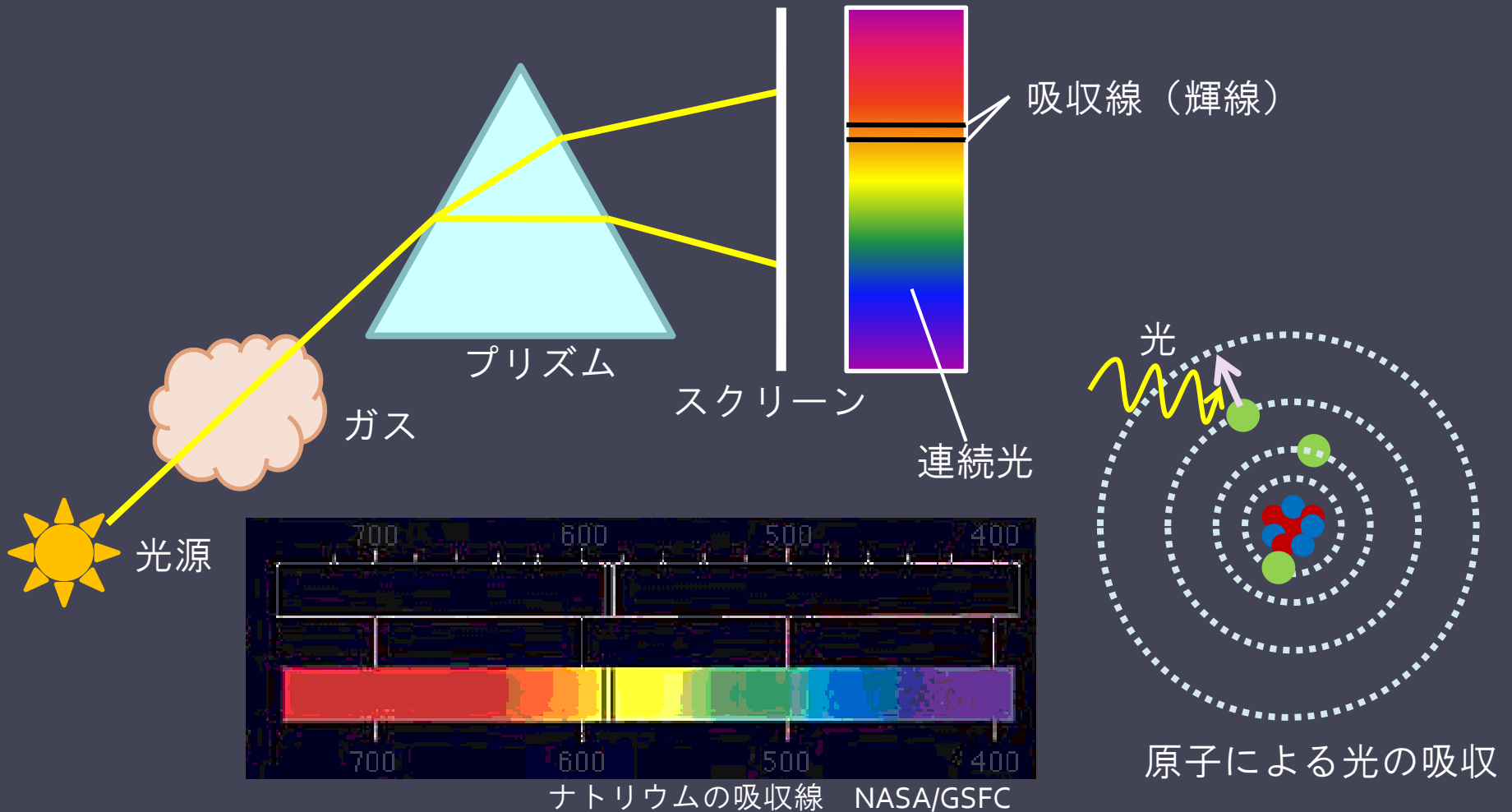


温度が高いと、外側の電子がない

分光すると、ガスの種類がわかる

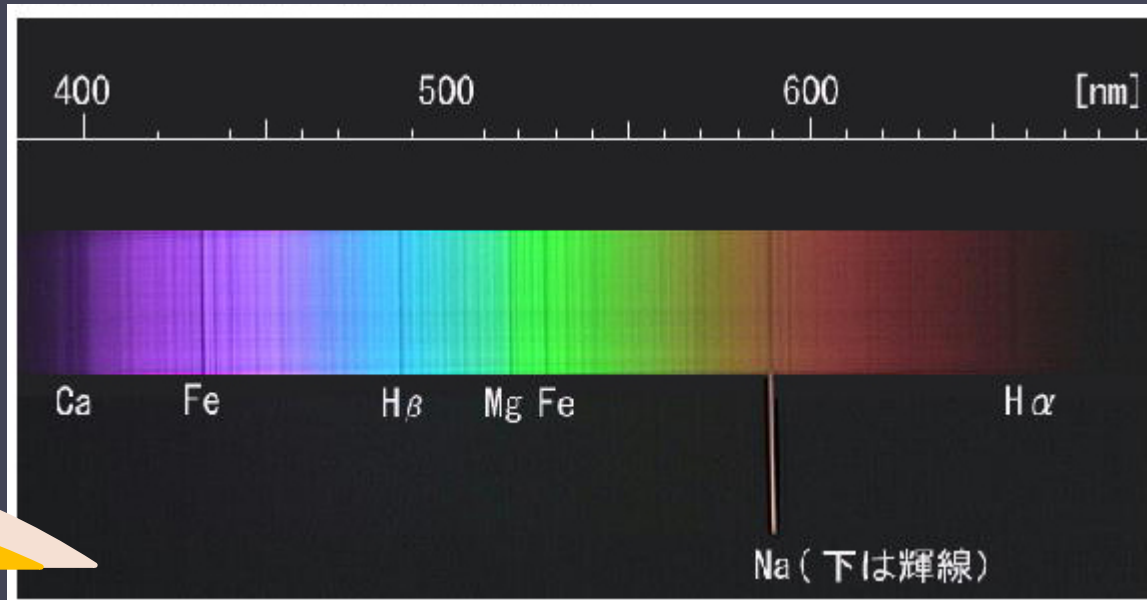
- 吸収線の位置

→ ガスの種類、状態(イオン化度, 電子の励起状態)



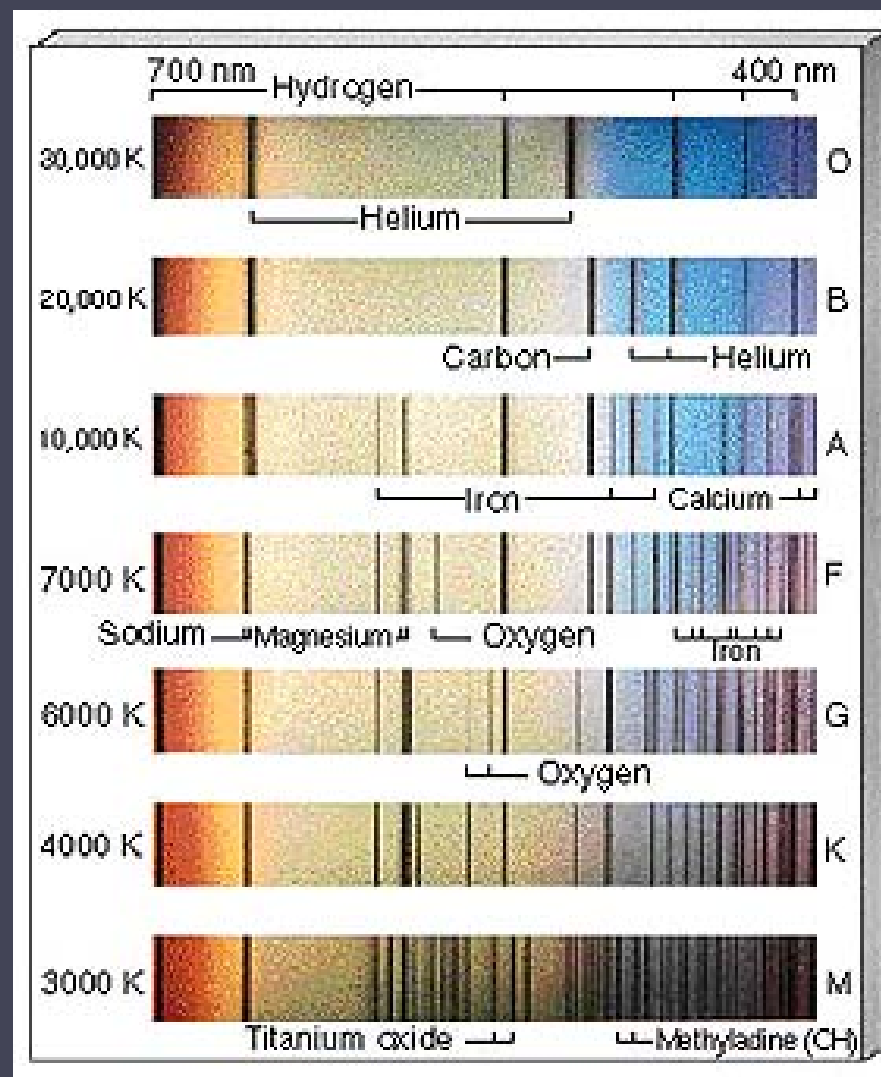
恒星のスペクトル

- 恒星の大気がわかる
 - 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

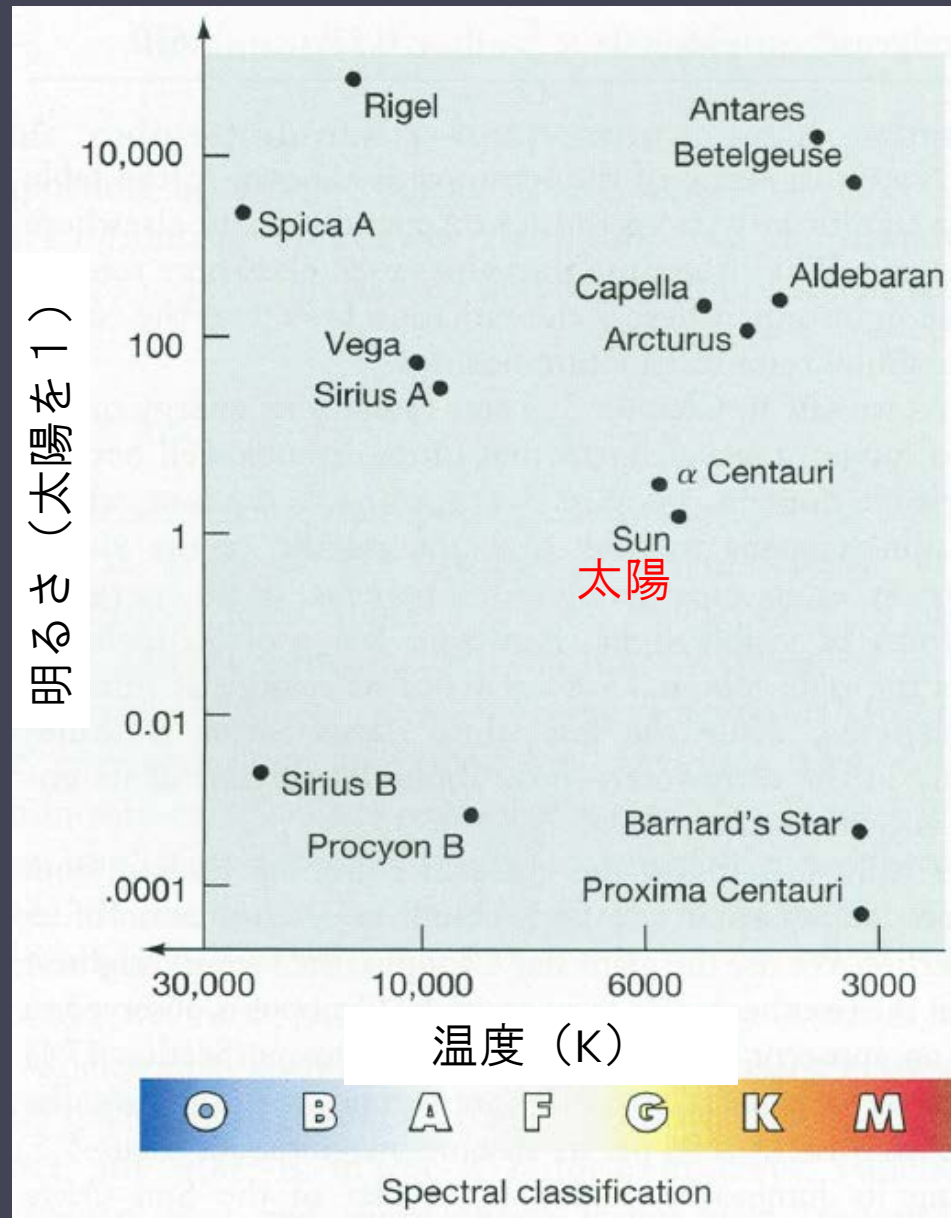


ヘルツシュプルング-ラッセル図 (HR図)

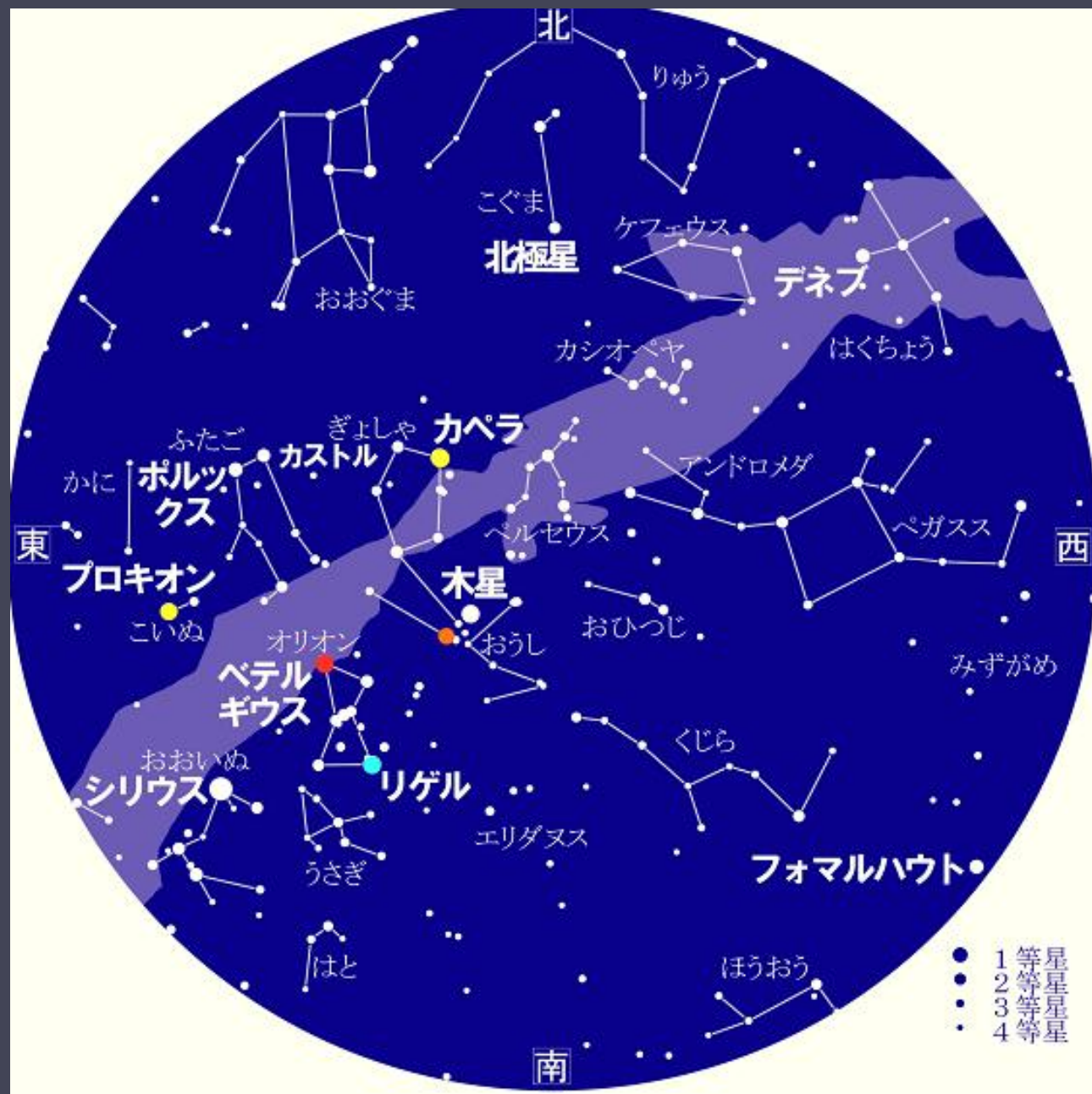
- 天文学において、とても重要な図
 - 星の温度（色）と明るさの関係を示す
 - 星の観測量は、温度と明るさ

有名な星のHR図

Astronomy Today, Chaisson and Mcmillan

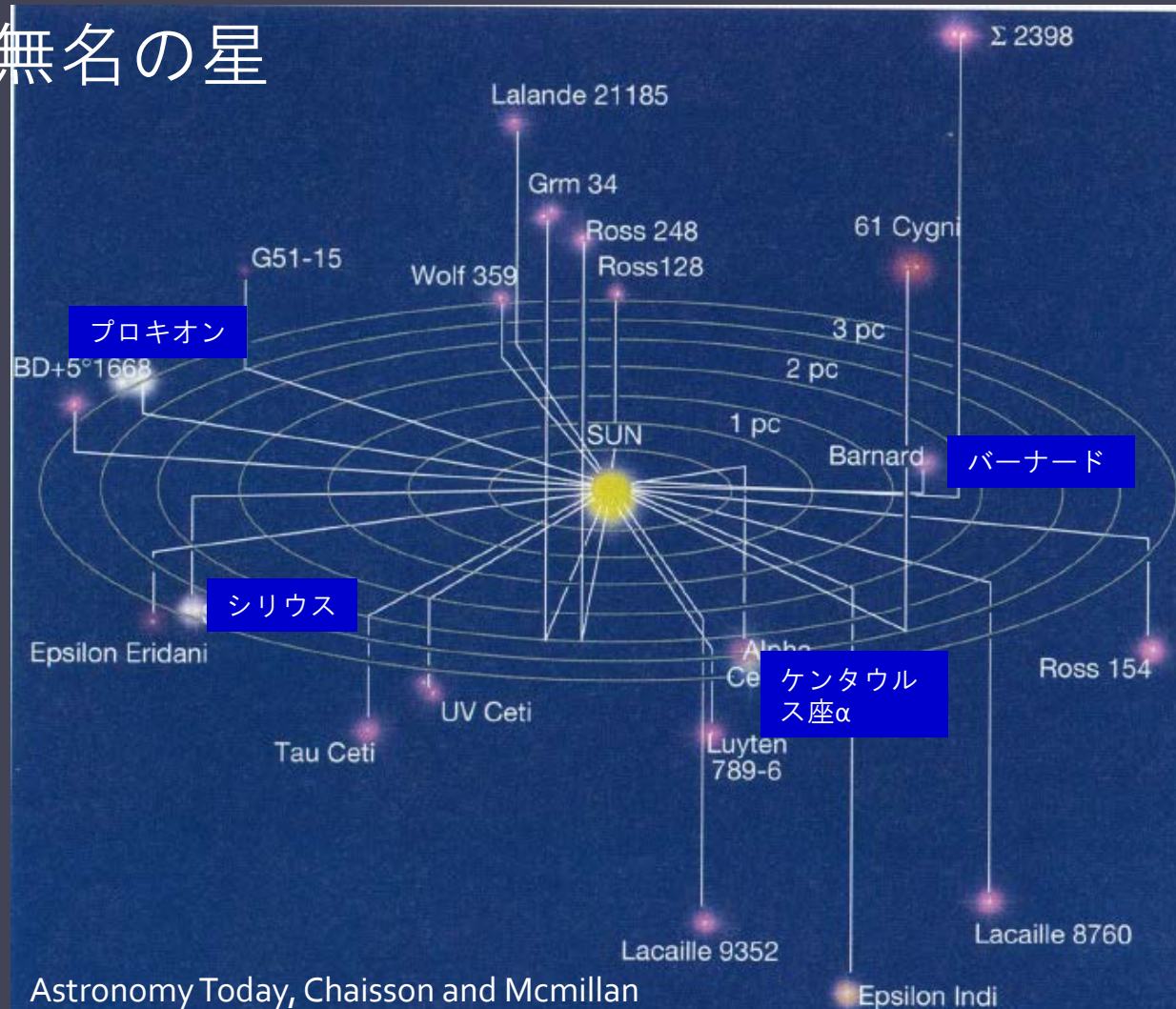


有名な星



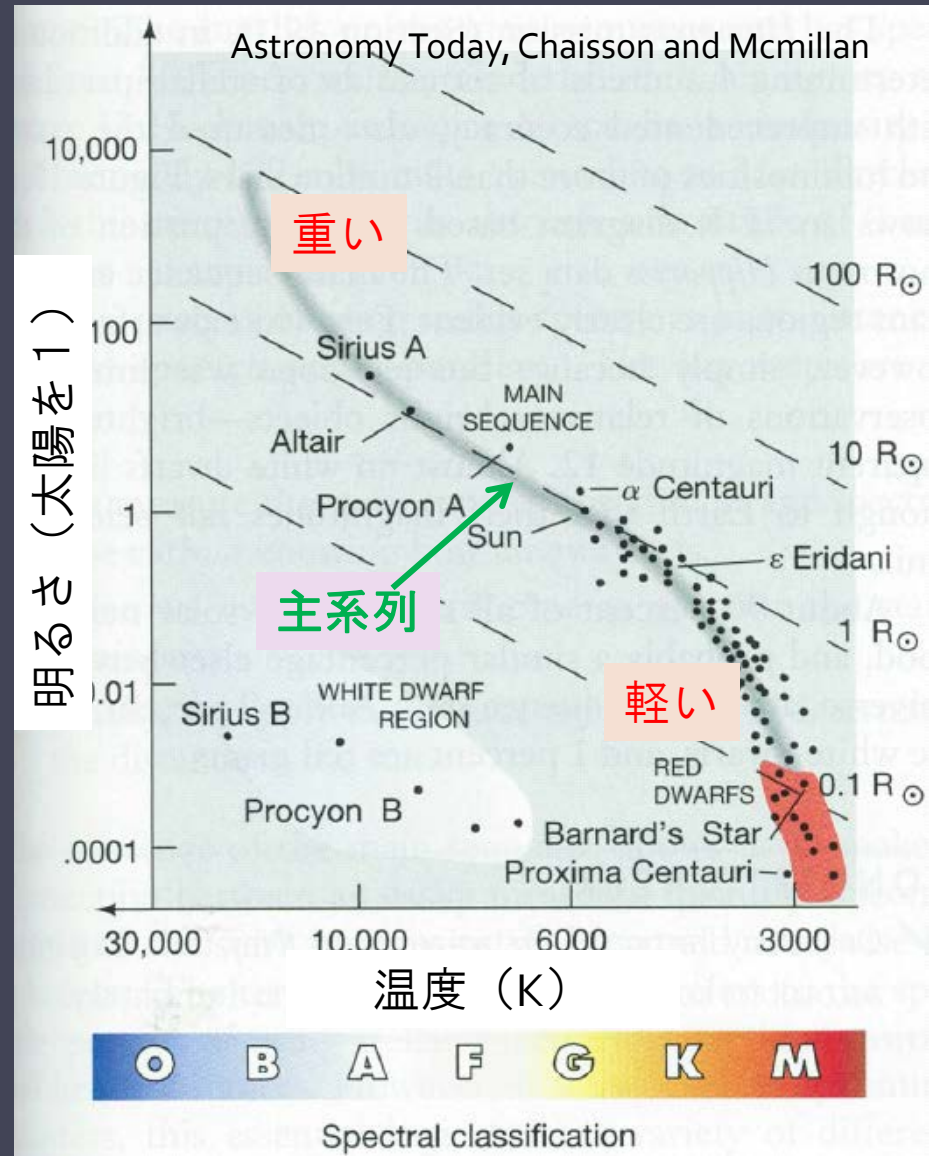
太陽近傍の星

- 13光年の中に約30個
– ほとんどが無名の星



太陽近傍5pcの星のHR図

- 無名な星のほうがたくさんある
 - 有名な星は、普通でない星が多い
- 一本の帯に並ぶ
 - 主系列星
- 星の温度と明るさには関係がある
 - 高温 $\longleftrightarrow$ 明るい $\longleftrightarrow$ 重い
 - 低温 $\longleftrightarrow$ 暗い $\longleftrightarrow$ 軽い



太陽近傍5pcの星のHR図

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