

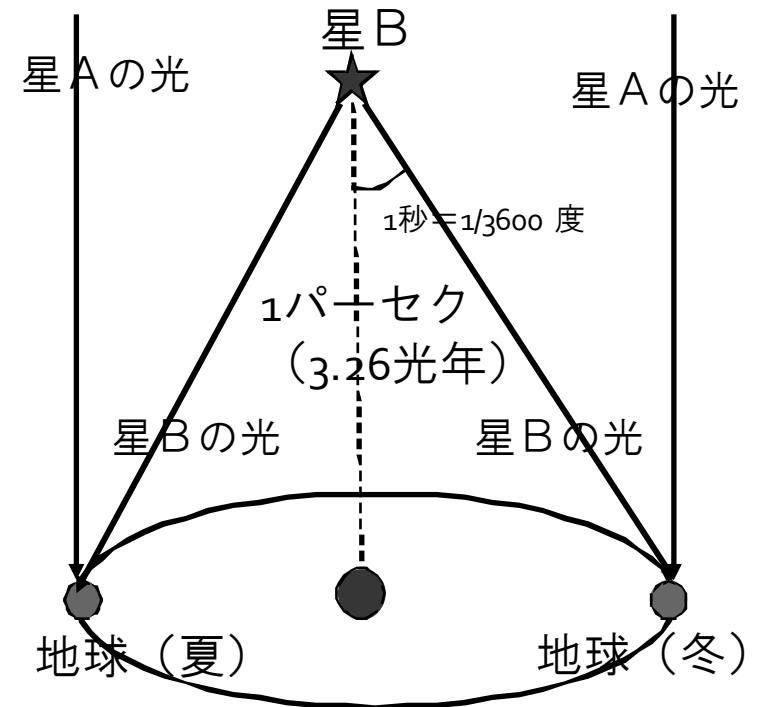
# 恒星1

恒星の距離、大きさ、光の性質

# 星までの距離

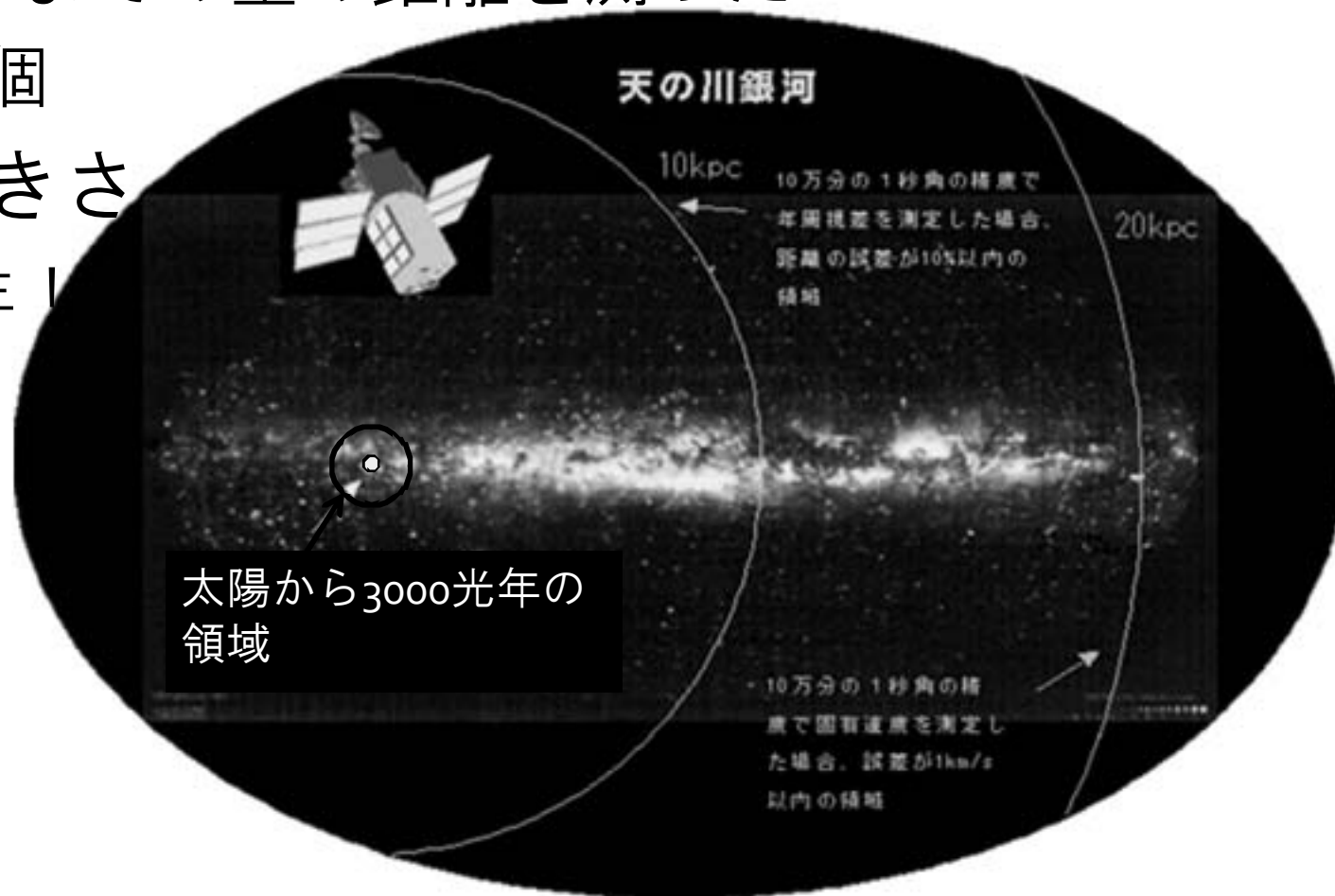
- 星までの距離を正確に測る方法はひとつしかない
- 三角測量
  - 3.26光年の星で2秒の角度
    - 1パーセク(pc)
  - 1秒は1度の3600分の1

☆ 星A



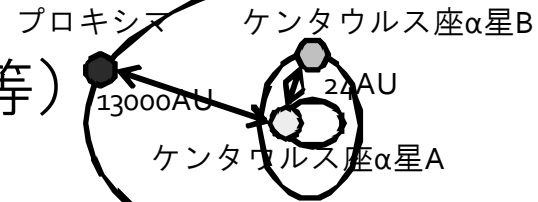
# 距離を測る衛星

- 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！

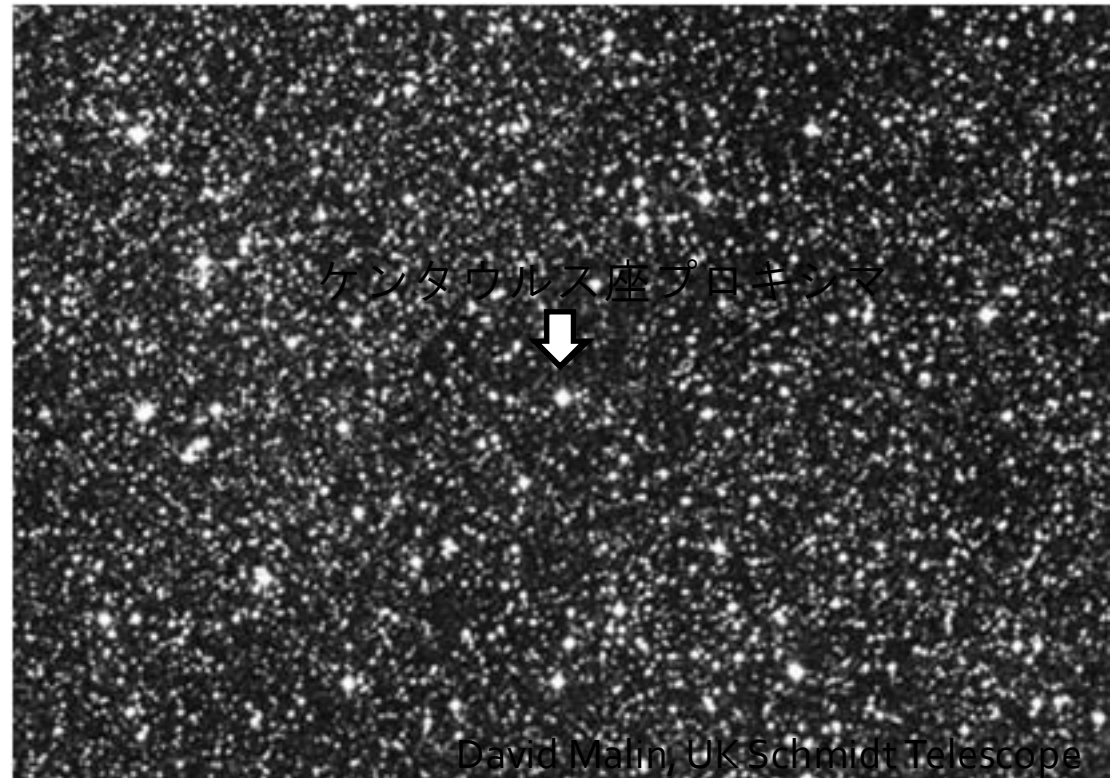


# 最も近い星

- 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 $\alpha$ 星 (-0.3等)
  - 4.37光年
- 3重連星系

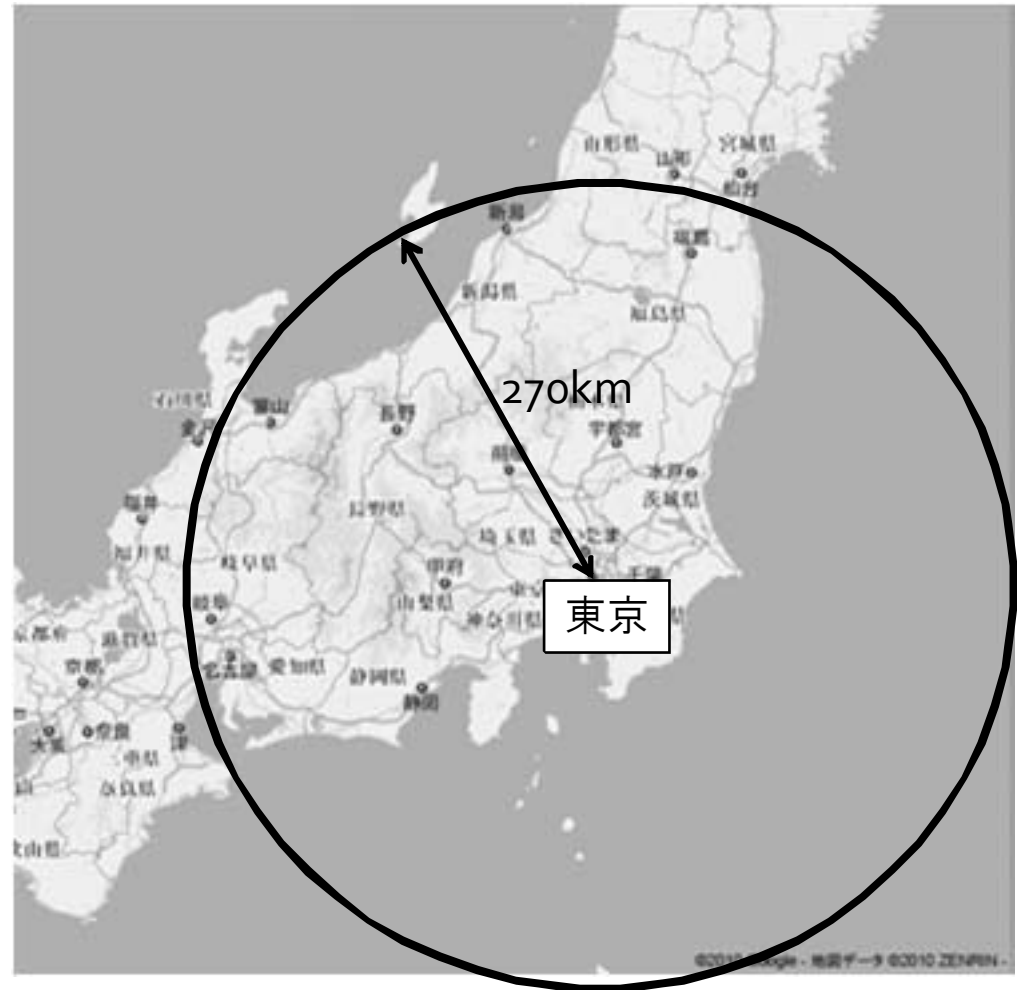


ケンタウルス座 $\alpha$ 星系



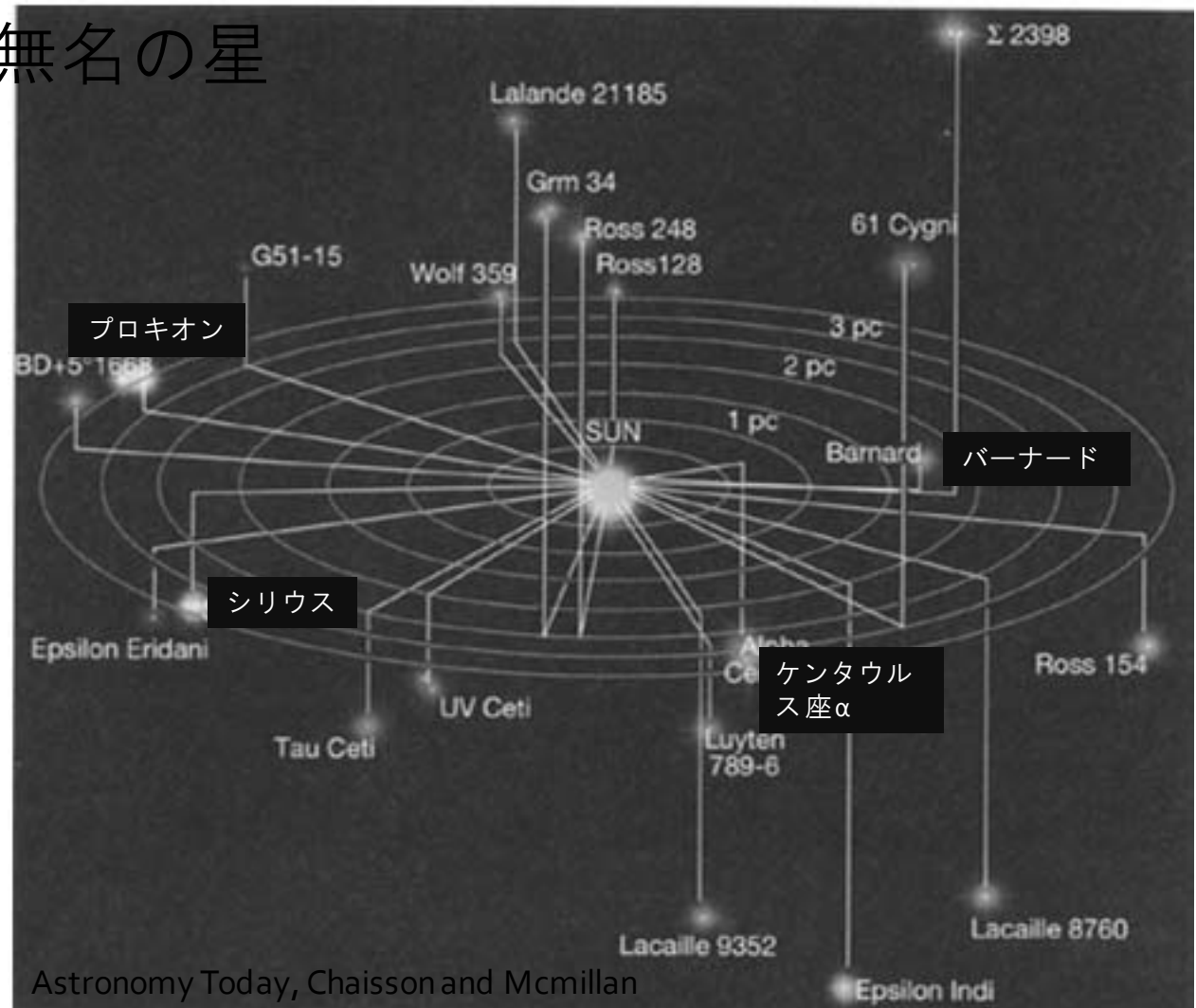
# 恒星までの距離

- 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



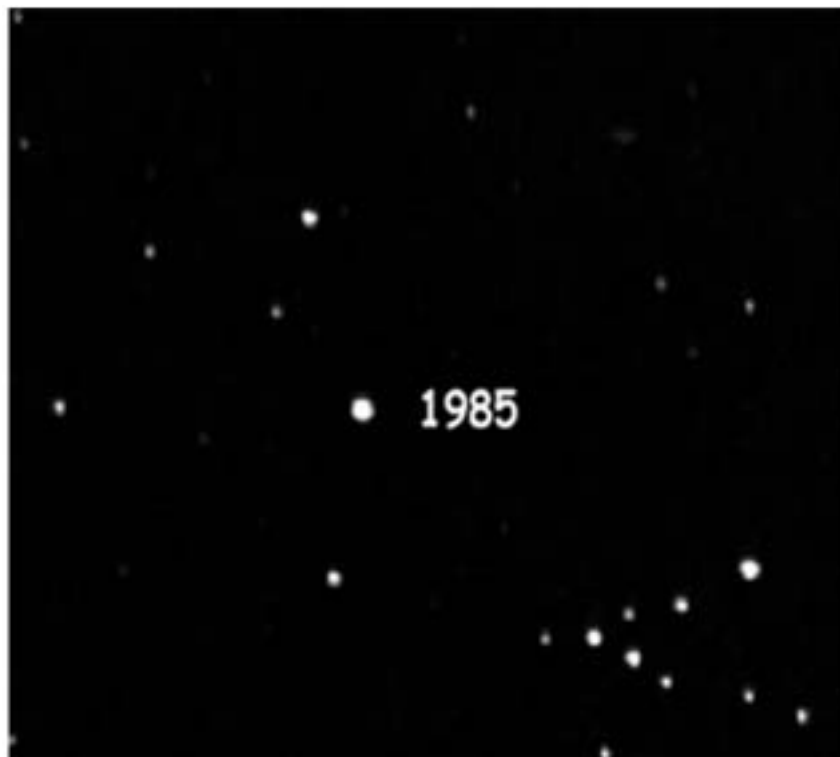
# 太陽近傍の星

- 13光年の中に約30個  
– ほとんどが無名の星



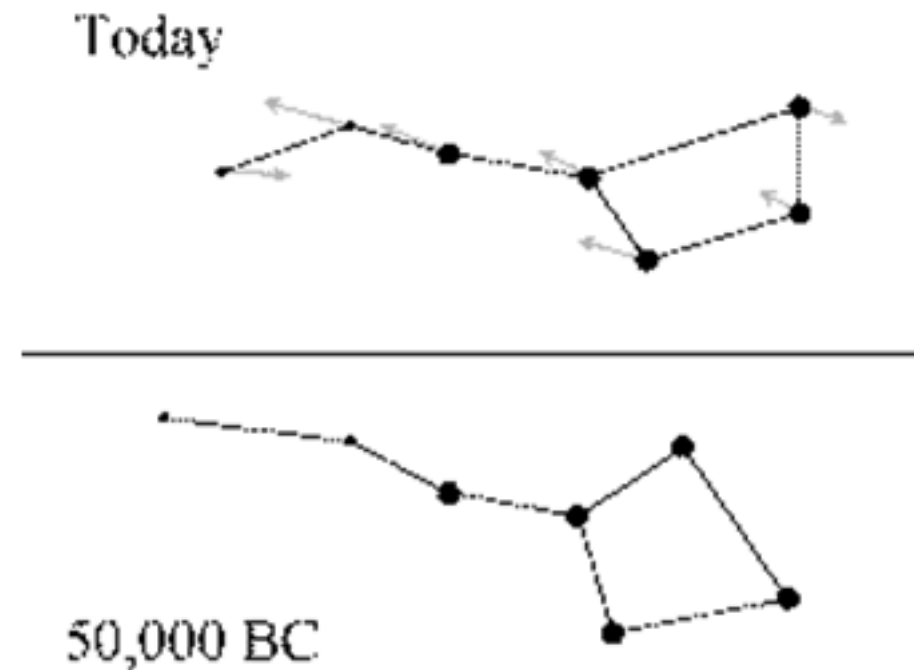
# 固有運動

- 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>

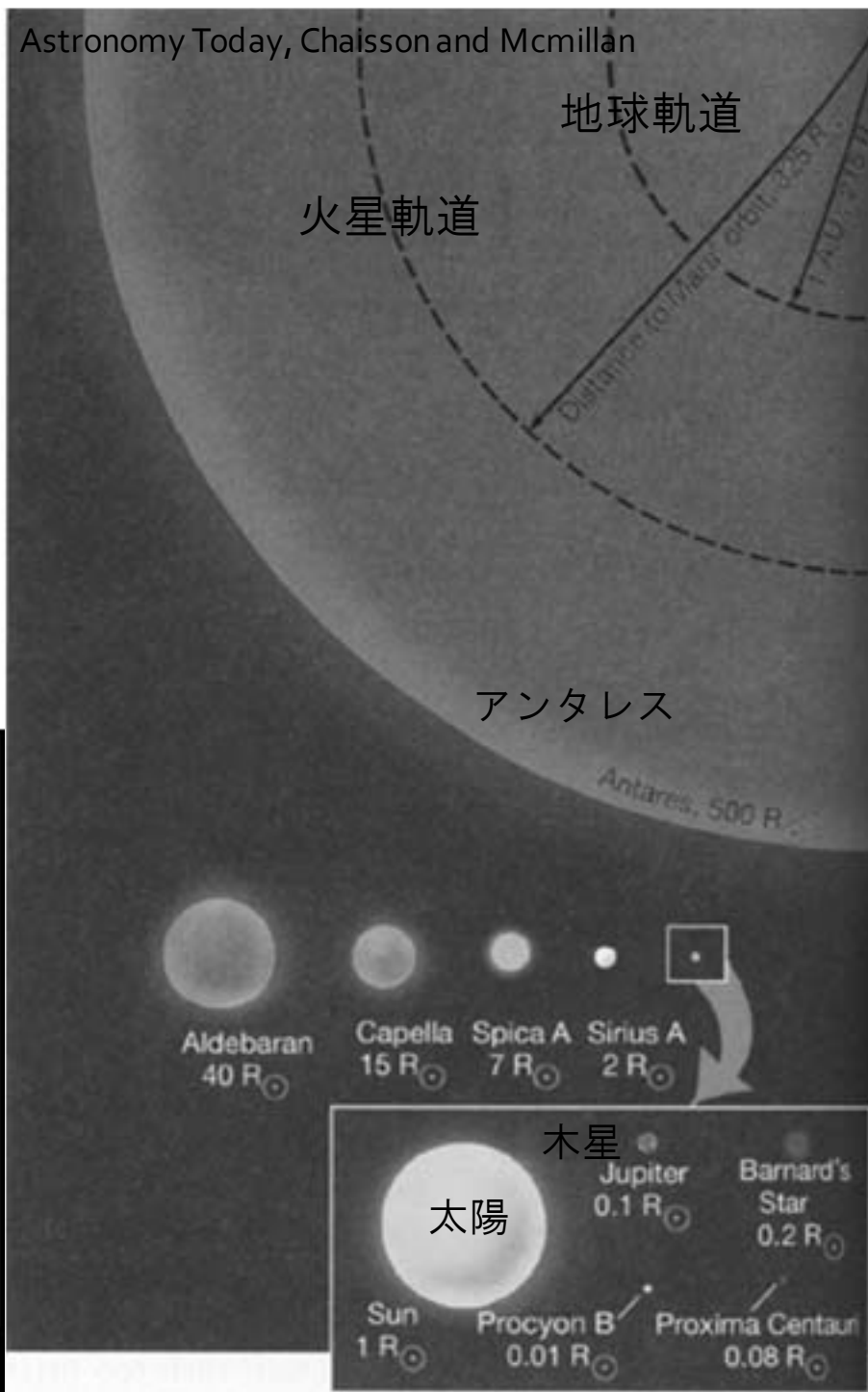
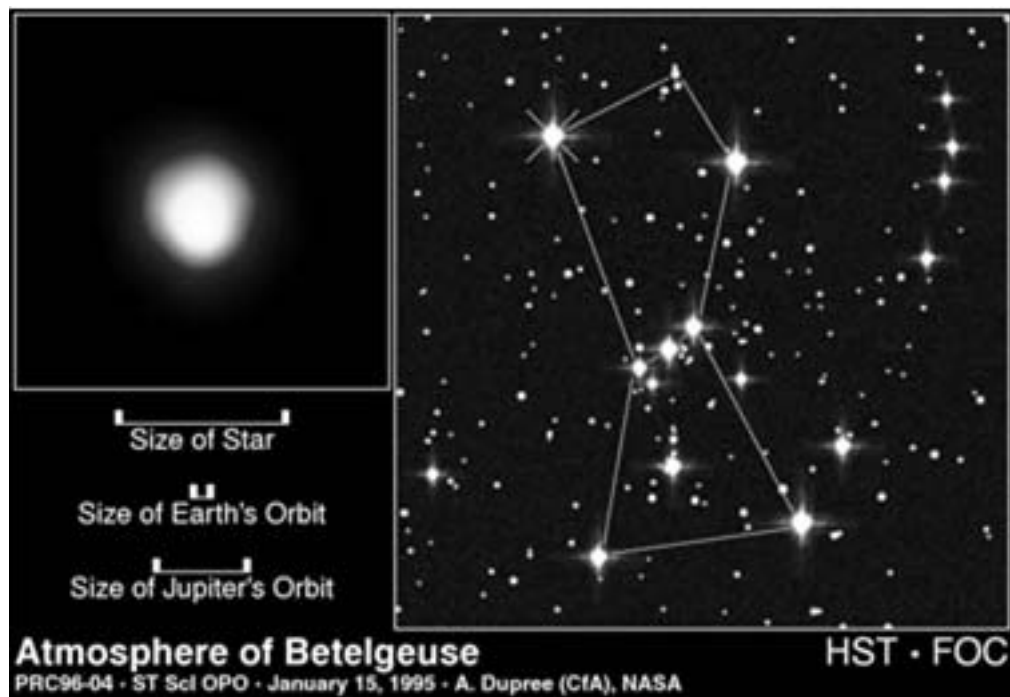


北斗七星の過去

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

# 恒星の大きさ

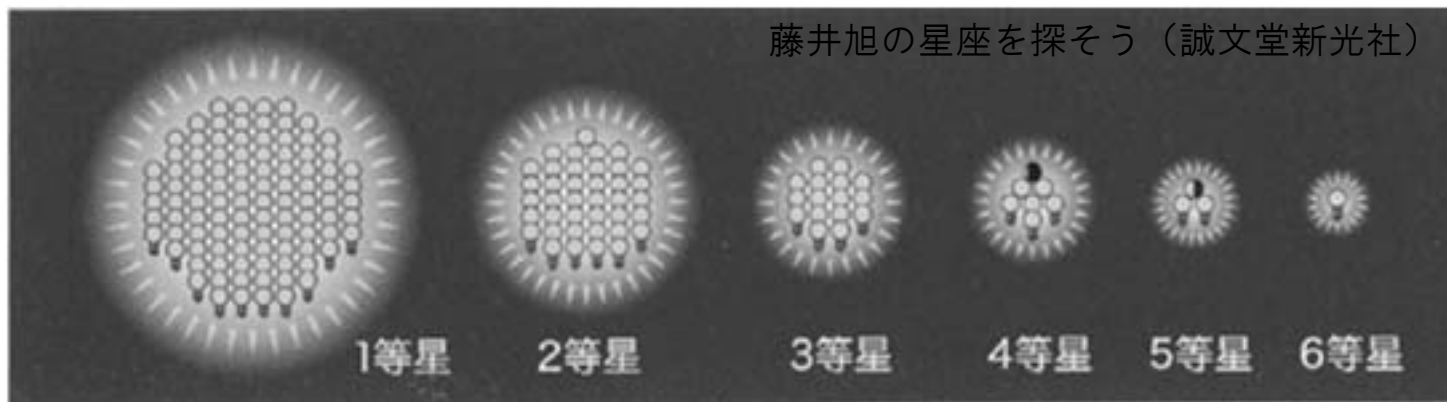
- とてつもなく大きな星
  - 巨星
  - アンタレス、ベテルギウス等
- 小さな星





# 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)

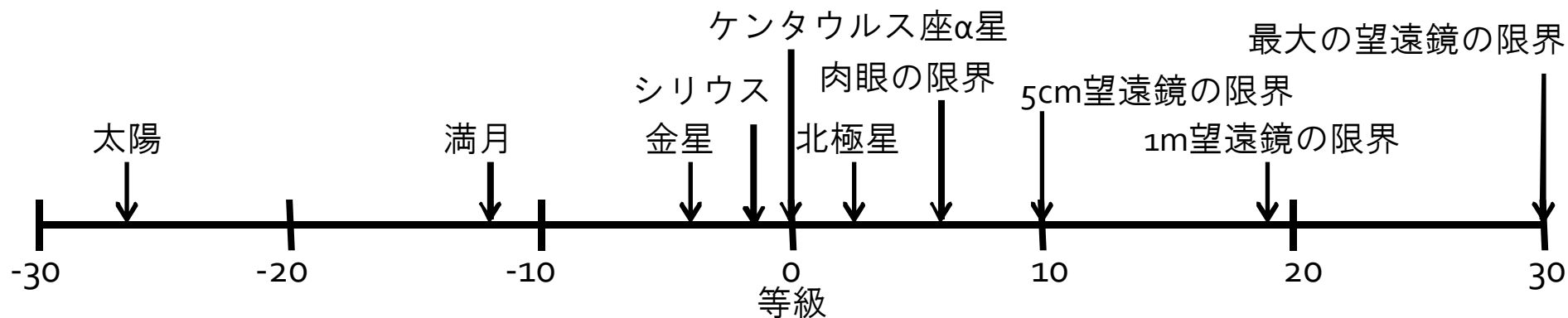


こうじゃないことに注意



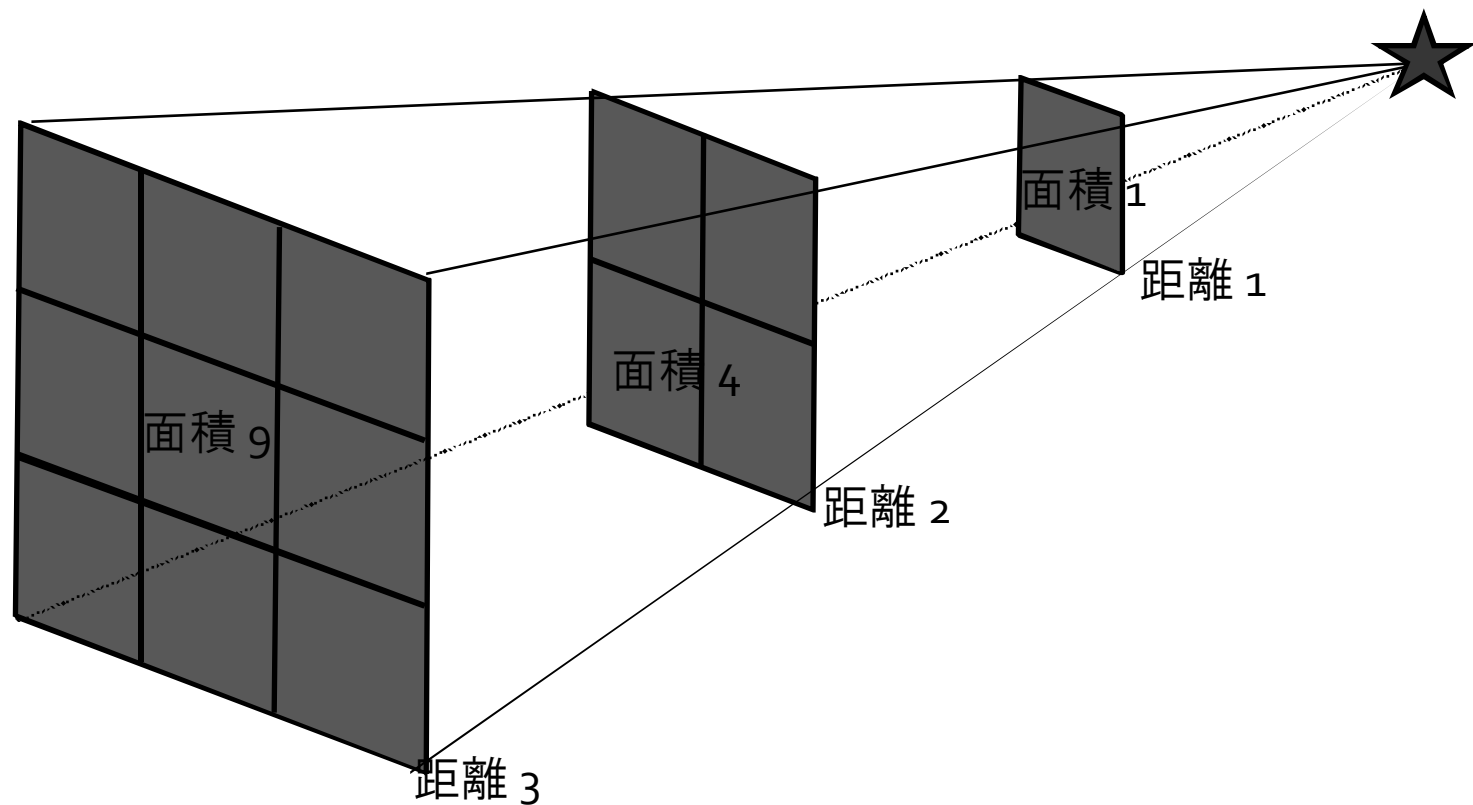
# さまざまな星の明るさ

- 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 $\alpha$ 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

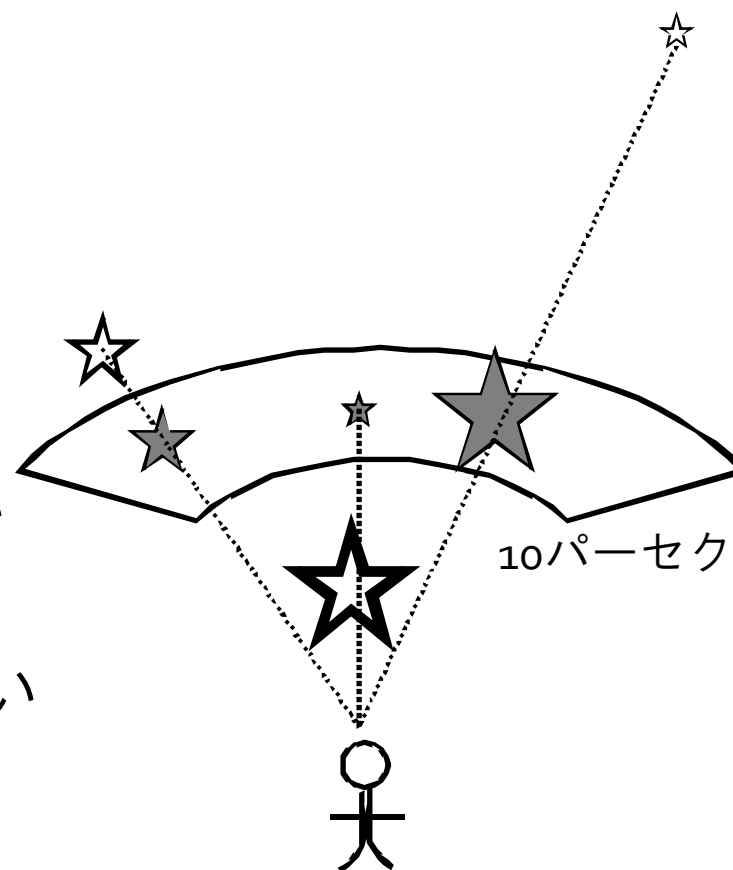
– 太陽：  $-26.7 \rightarrow 4.8$

– シリウス：  $-1.5 \rightarrow 1.4$

– リゲル：  $0.1 \rightarrow -7$

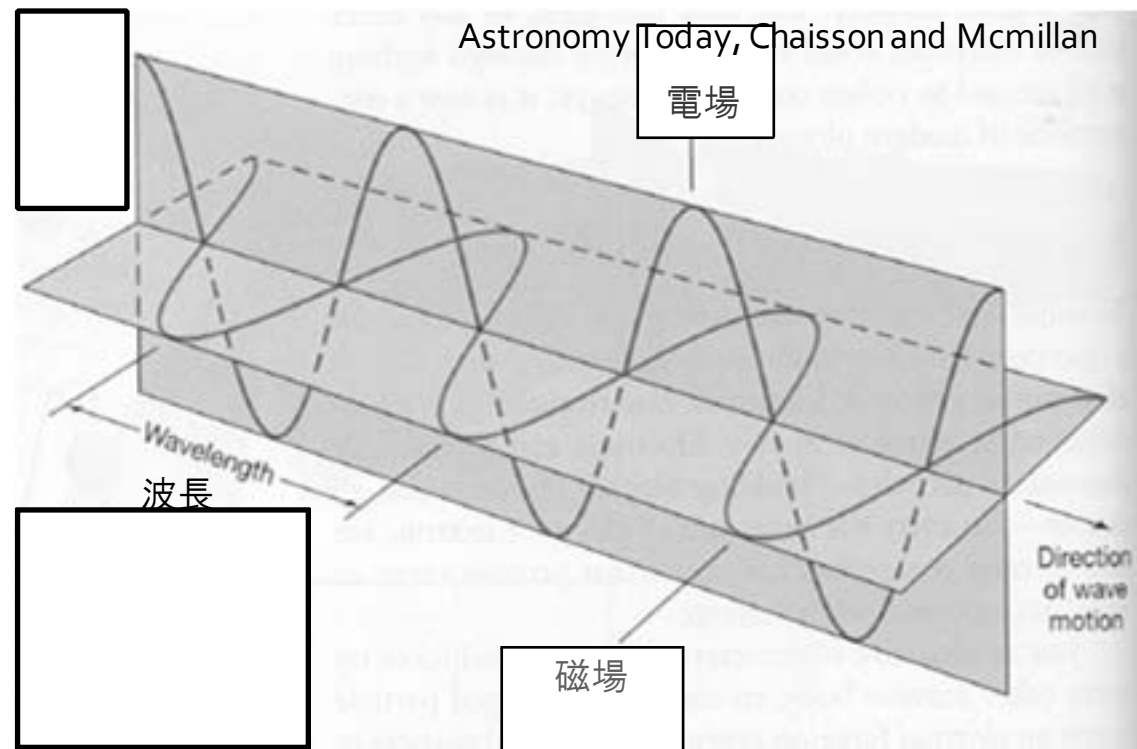
– リゲルは太陽の5万倍も明るい

– 太陽は決して暗いほうではない



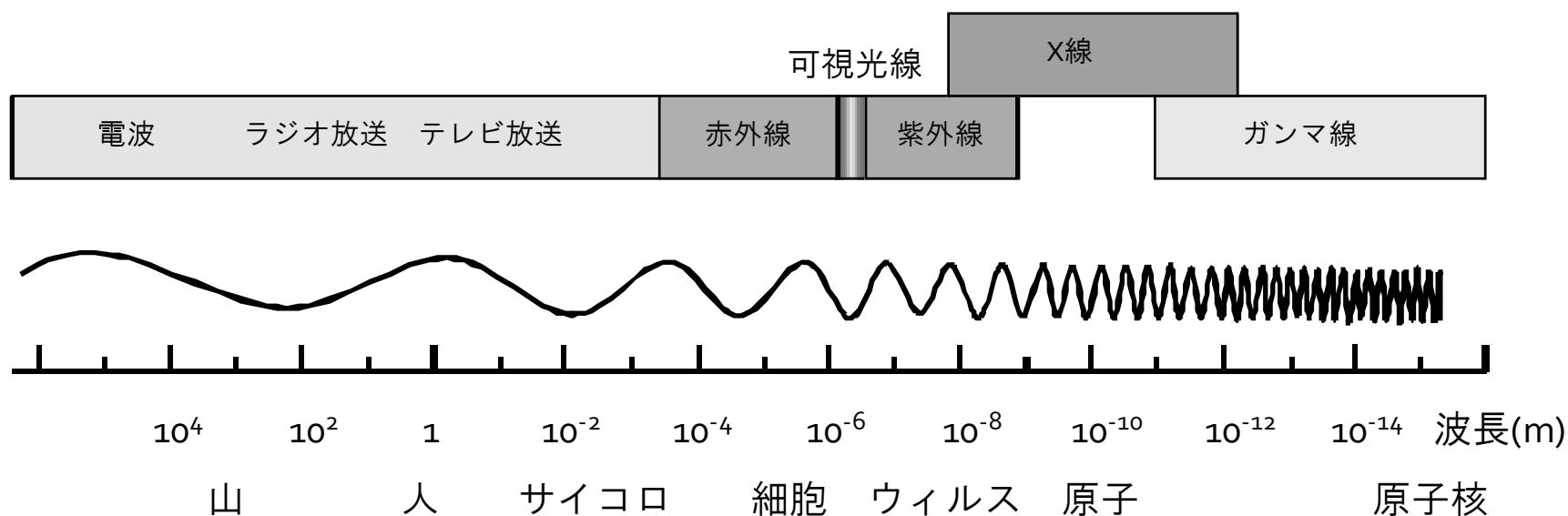
# 光：電磁波

- 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



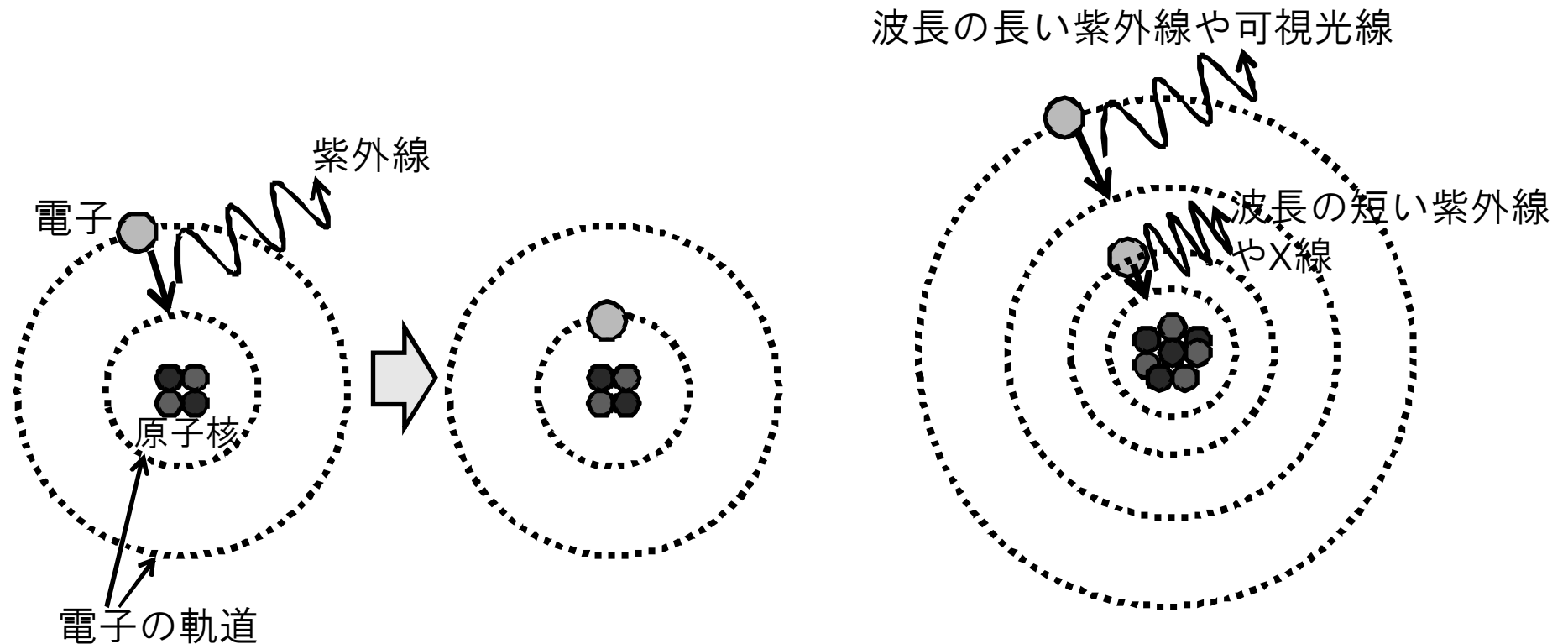
# さまざまな電磁波

- 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



# 紫外線とX線

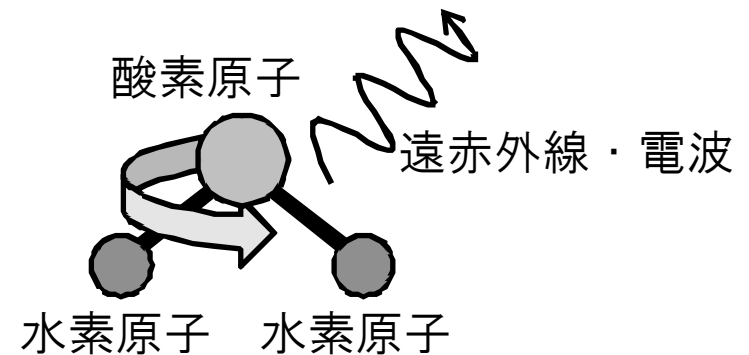
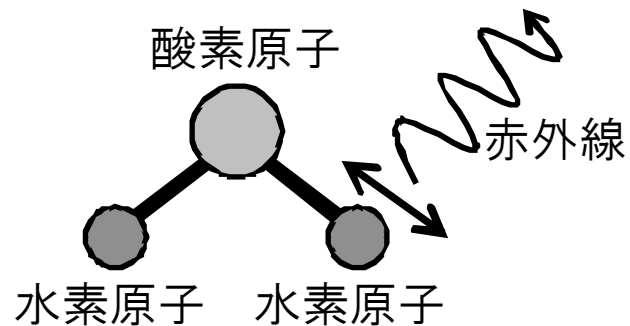
- 原子の中の電子の移動
  - より内側の電子が動くと、波長が短くなり、X線が出る
  - 電子が動いた結果、分子が壊れることがある → 危険



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

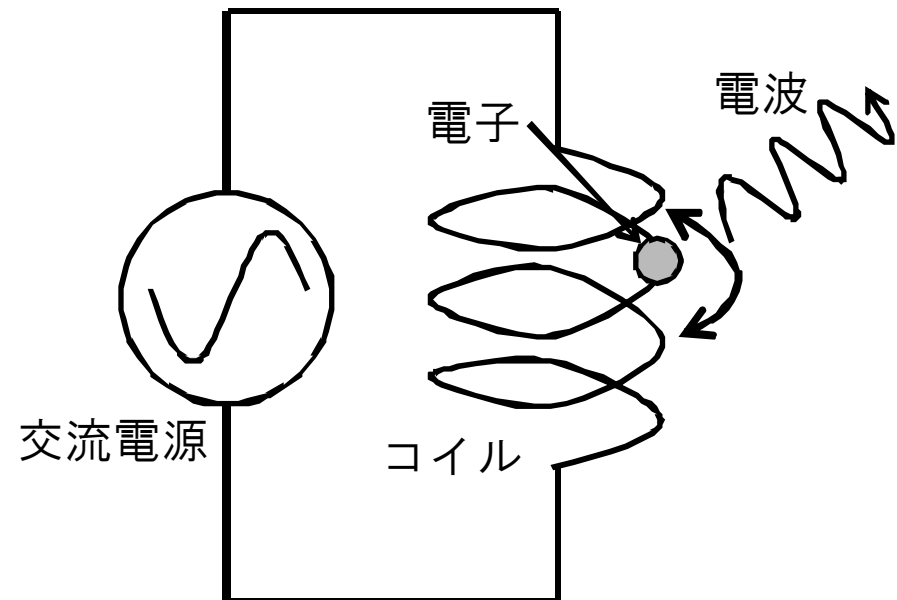
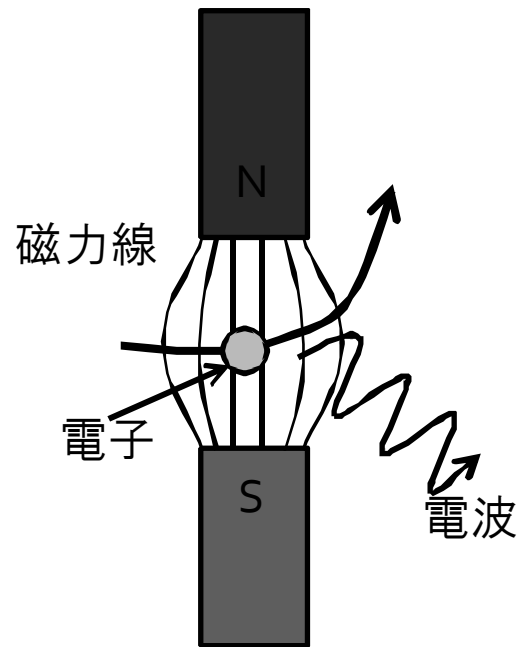
- 分子の中の原子の振動 → 赤外線
- 分子の回転 → 波長の短い電波
- 分子・原子を運動させる → 熱を伝える





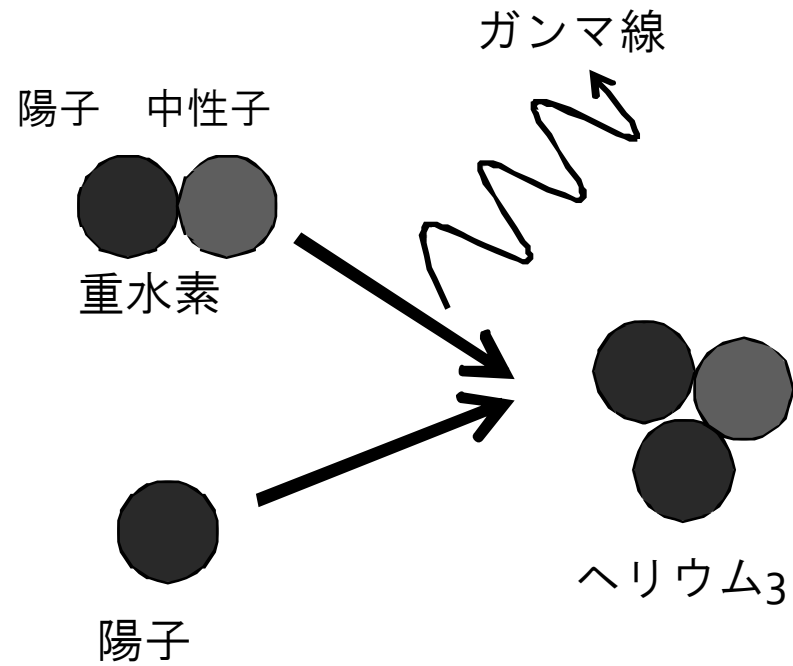
# 電波

- 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<sub>3</sub>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

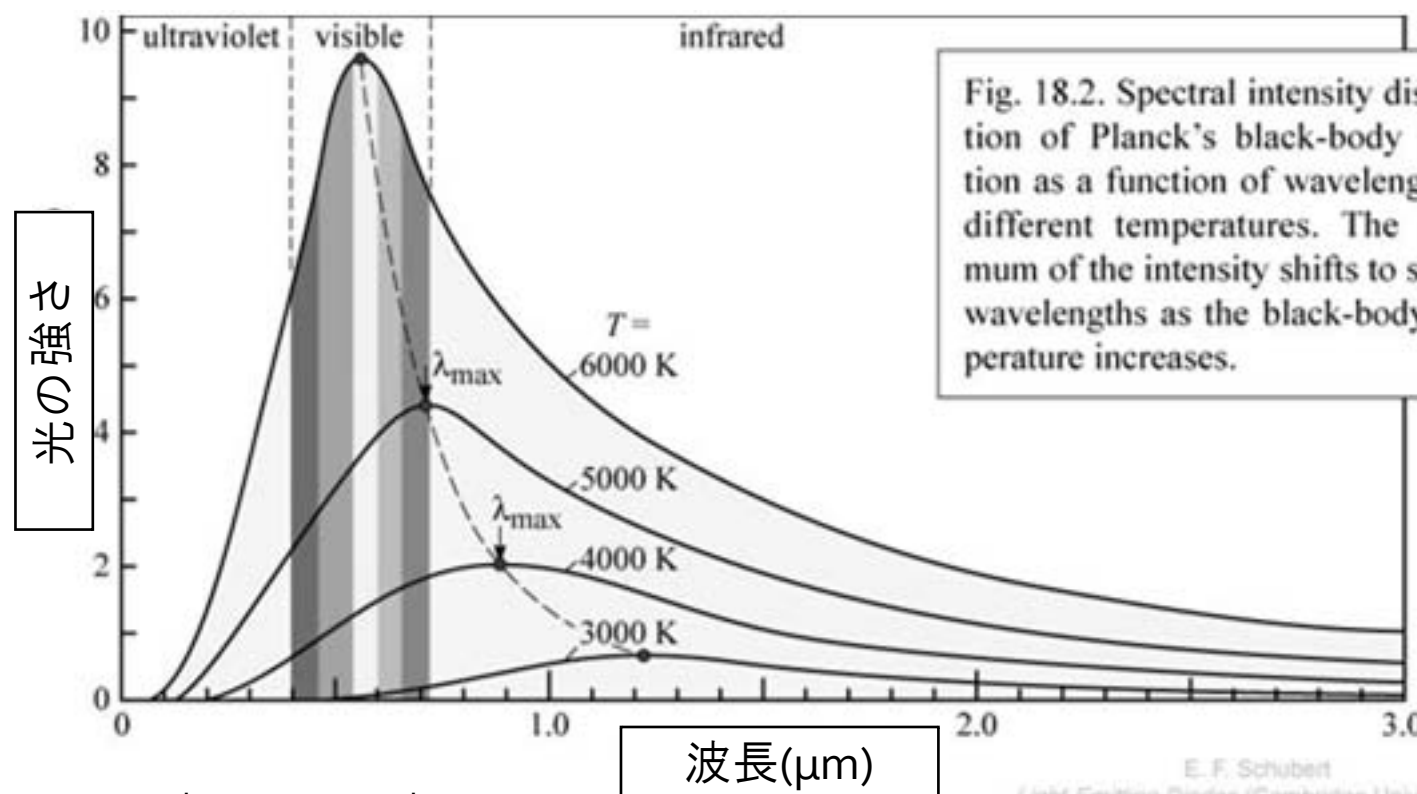
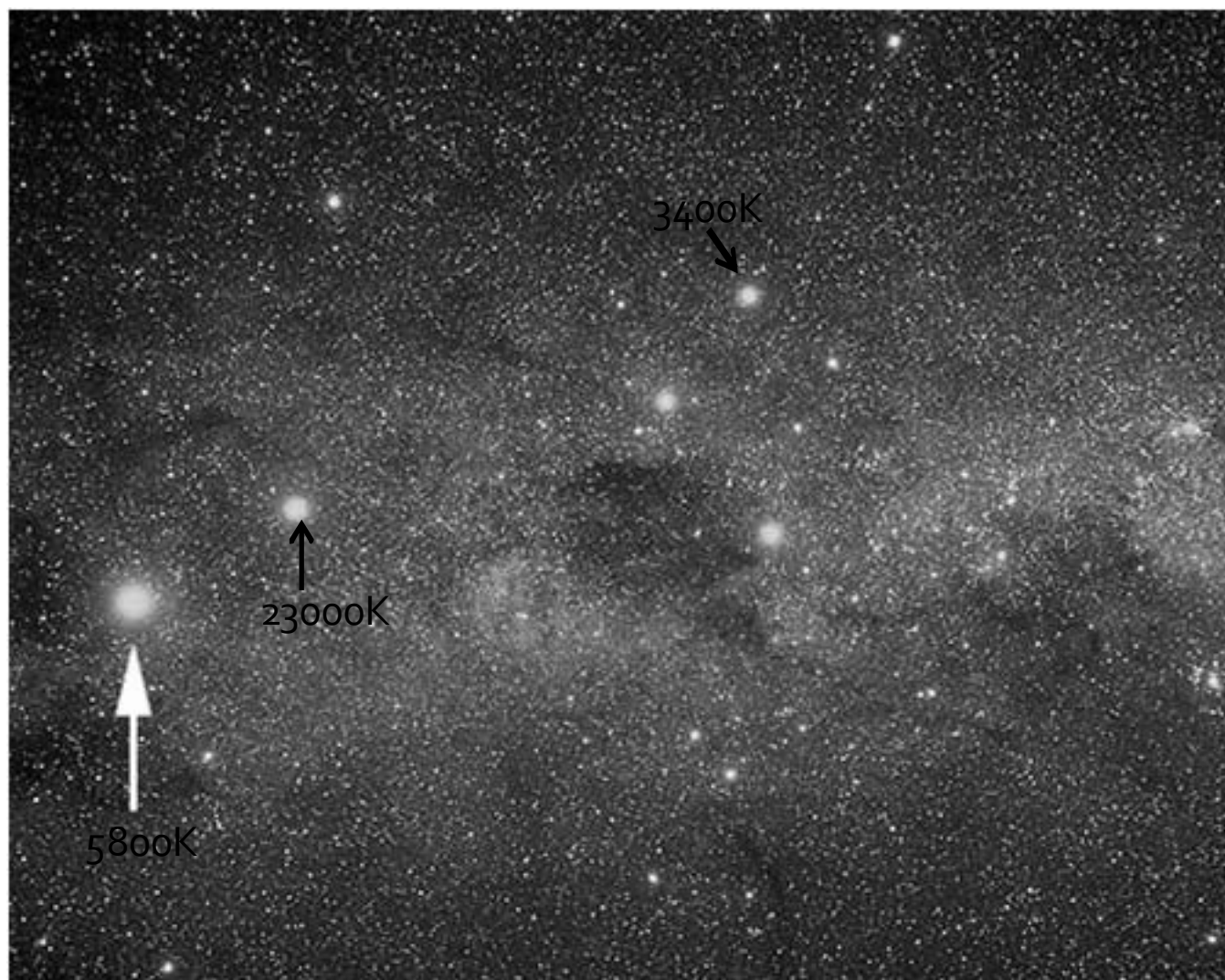


Fig. 18.2. Spectral intensity distribution of Planck's black-body radiation as a function of wavelength for different temperatures. The maximum of the intensity shifts to shorter wavelengths as the black-body temperature increases.

# 星の色と温度

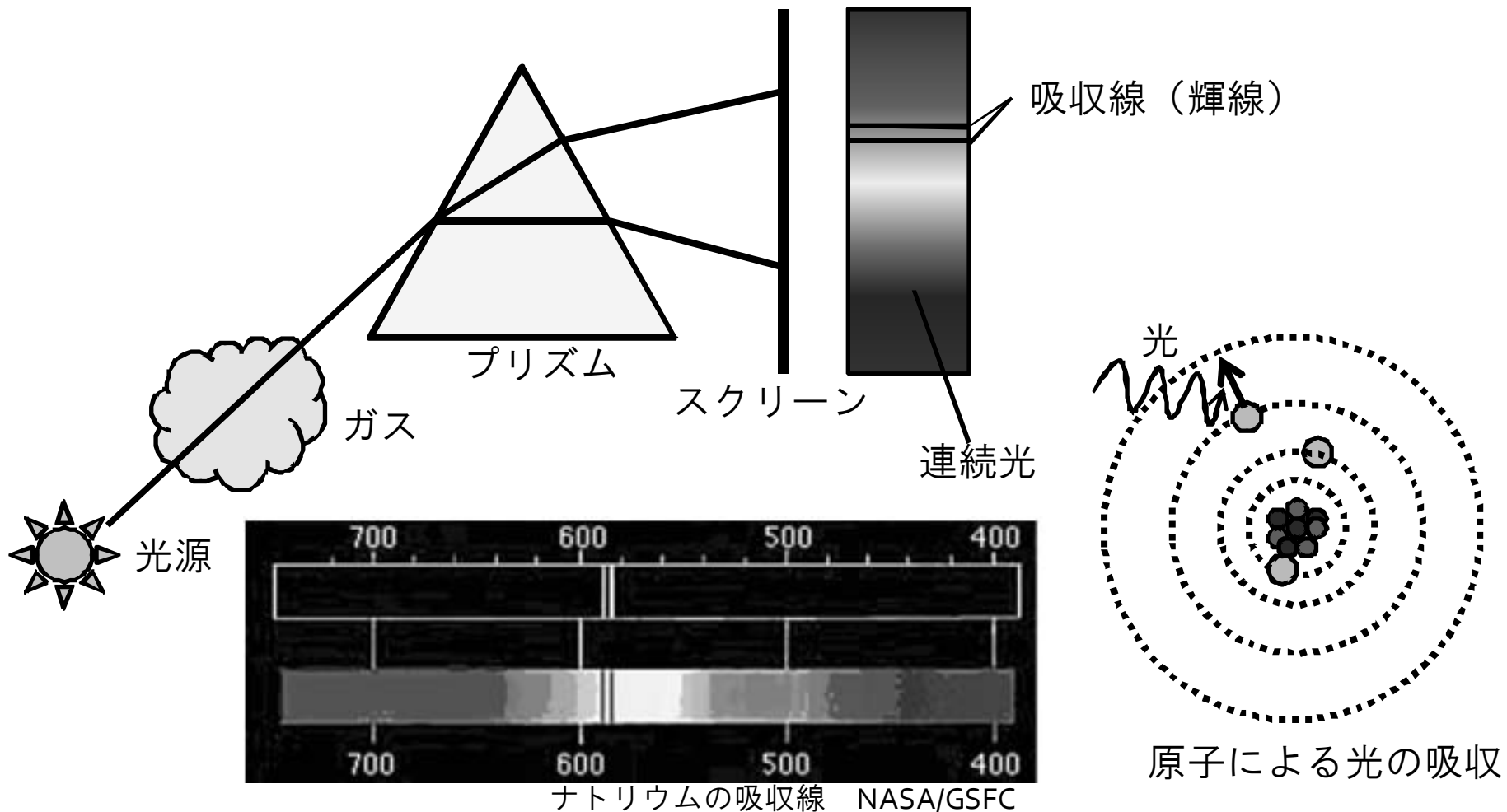
- 星の色を見れば、星の温度がわかる



# 分光すると、ガスの種類がわかる

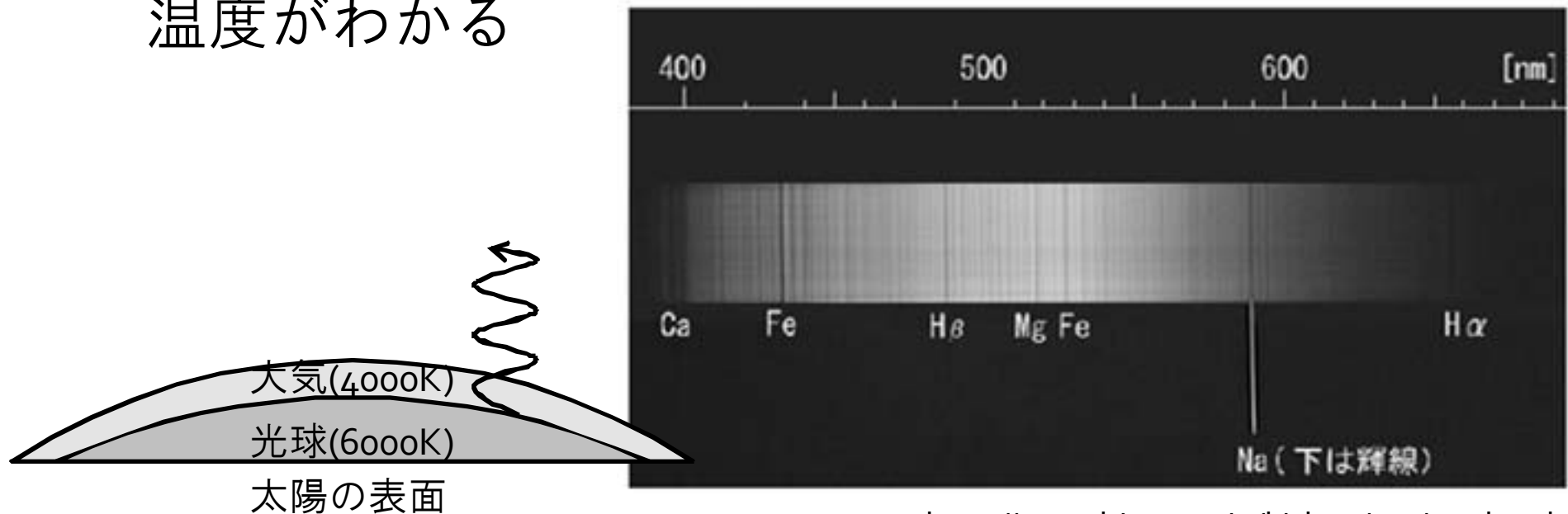
- 吸収線の位置

→ ガスの種類、状態(イオン化度, 電子の励起状態)



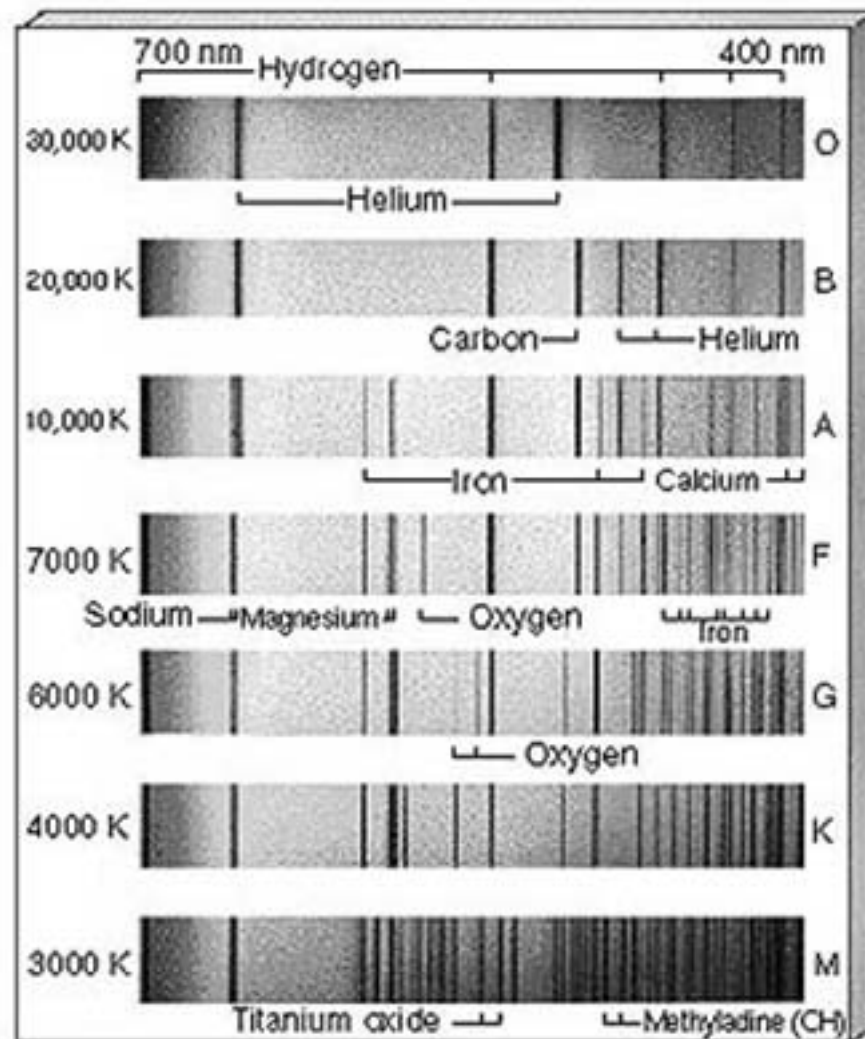
# 太陽のスペクトル

- 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