

Section 5.

恒星の光度と寿命

5.1 光の拡散

5.2 恒星の光度と質量の関係

「宇宙の爆発現象」

- 恒星の性質と進化の概要を理解する
- 星の爆発で何が起きているのかを理解する
 - 爆発のメカニズム
 - 電磁波放射のメカニズム
- 宇宙の元素の起源を理解する
- 「時間軸天文学」や「マルチメッセンジャー天文学」の最新的话题に触れる

講義資料と日程

<https://www.astr.tohoku.ac.jp/~masaomi.tanaka/chiba2021>

内容

- 全体の概論
- 恒星の性質
- 恒星の進化
- 超新星爆発
- 爆発現象からの電磁波放射
- 元素の起源
- 時間領域天文学、マルチメッセンジャー天文学

* 半分板書、半分スライド

成績

- 出席、質問
- レポート課題

様々な疑問を物理を使って理解しよう

- なぜ星は「進化」するのか？
- なぜ質量で運命が変わるのか？
- なぜ星は爆発するのか？
- 超新星の膨大なエネルギーはどこからきたのか？
- 超新星はなぜ非常に明るくなるのか？
- なぜ中性子星合体は輝くのか？
- ...

熱力学

統計力学

力学

電磁気学

宇宙物理学
天体物理学

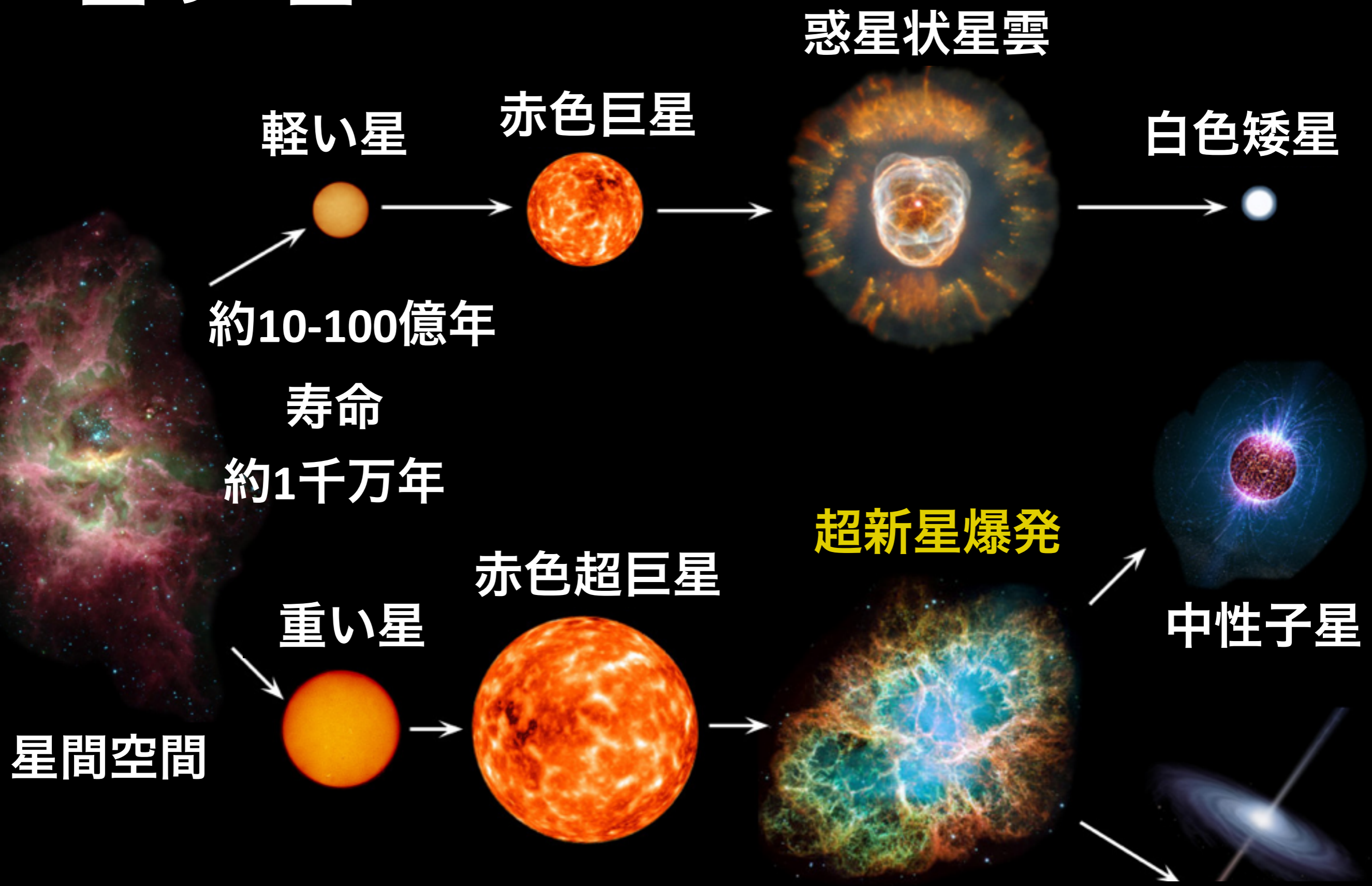
流体力学

原子核物理学

量子力学

相対論

星の一生

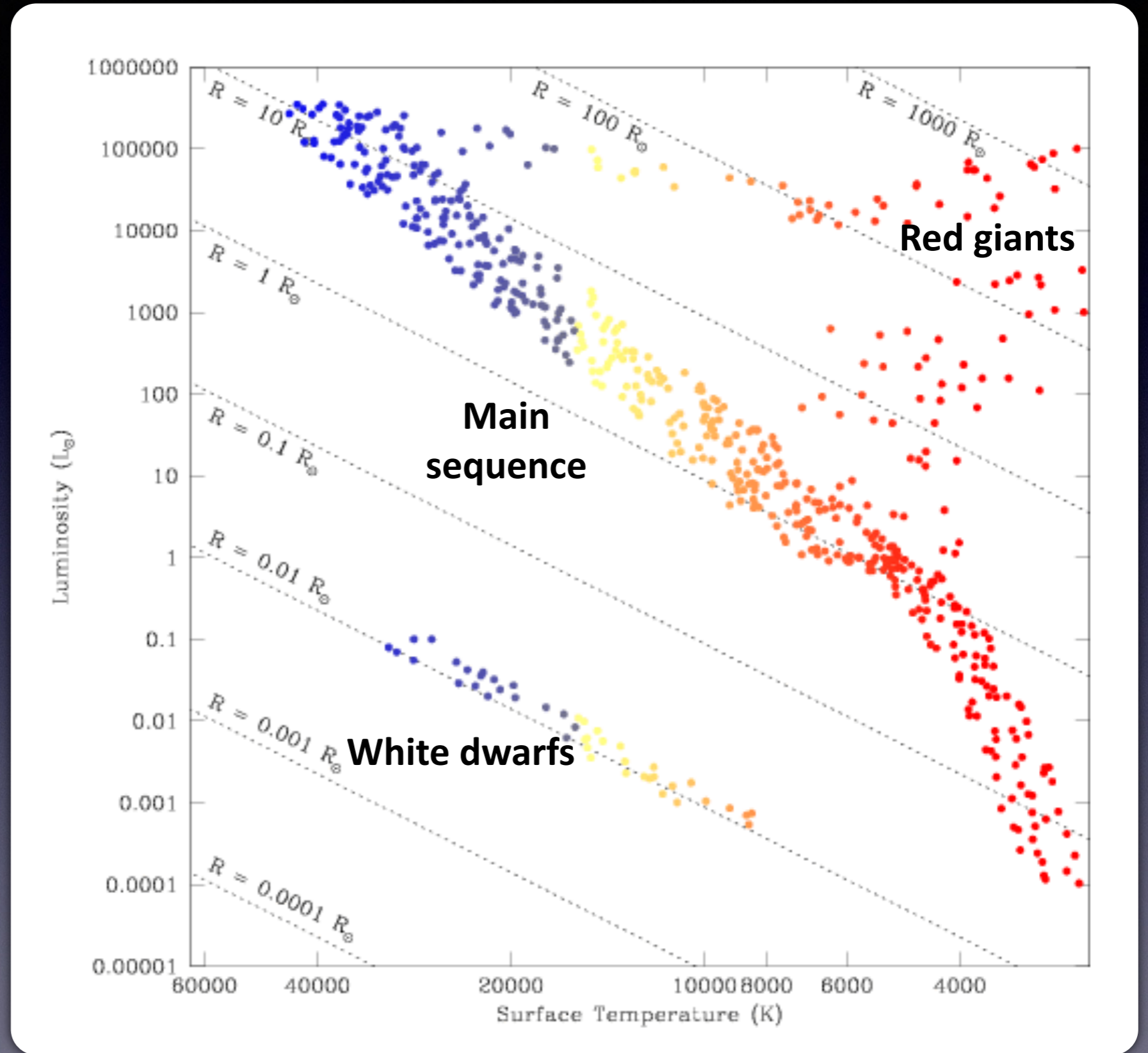


図の大きさは天体の大きさと一致していません

(C: Essay Web)

Hertzsprung-Russel 図 (HR図)

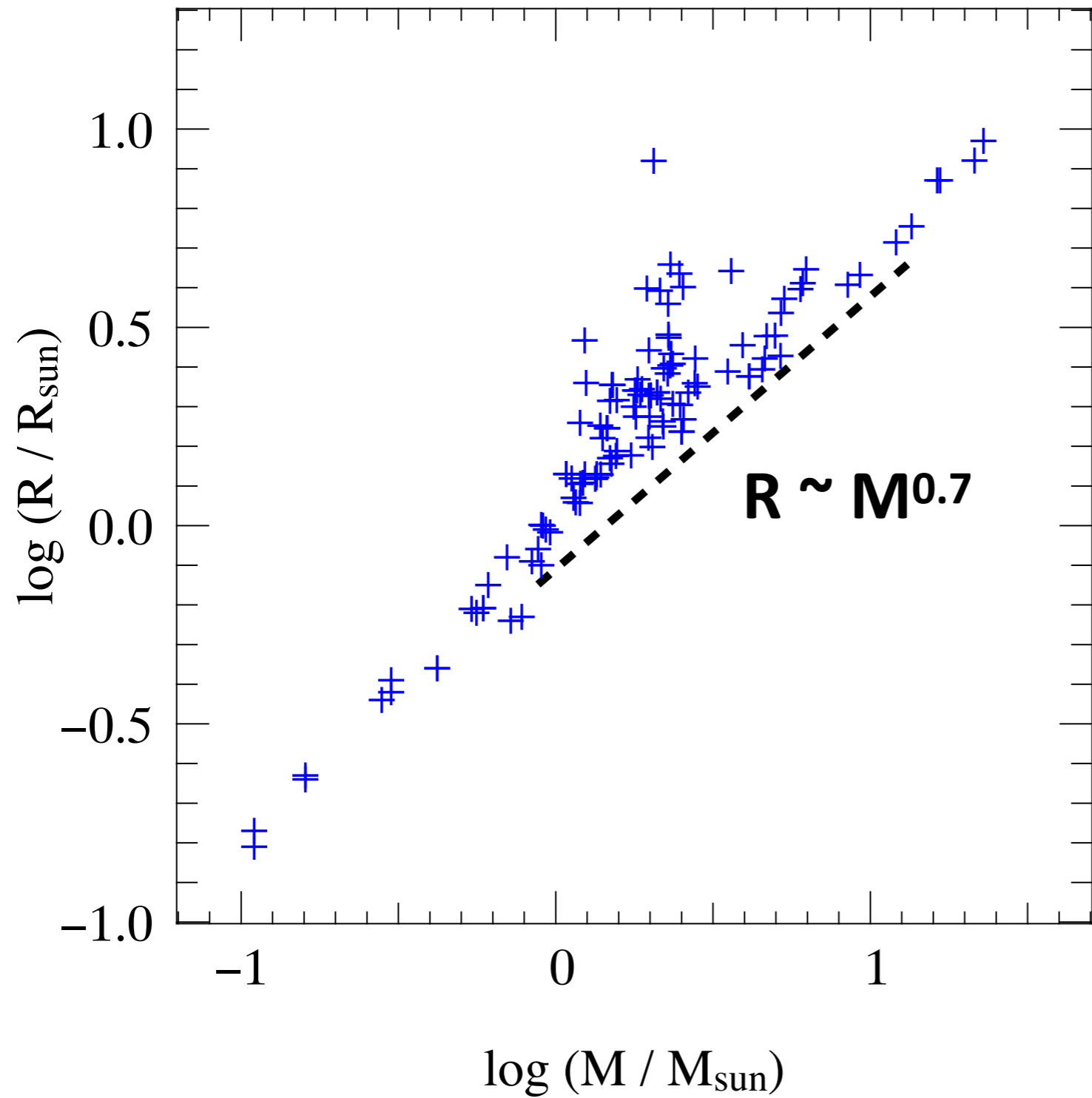
光度



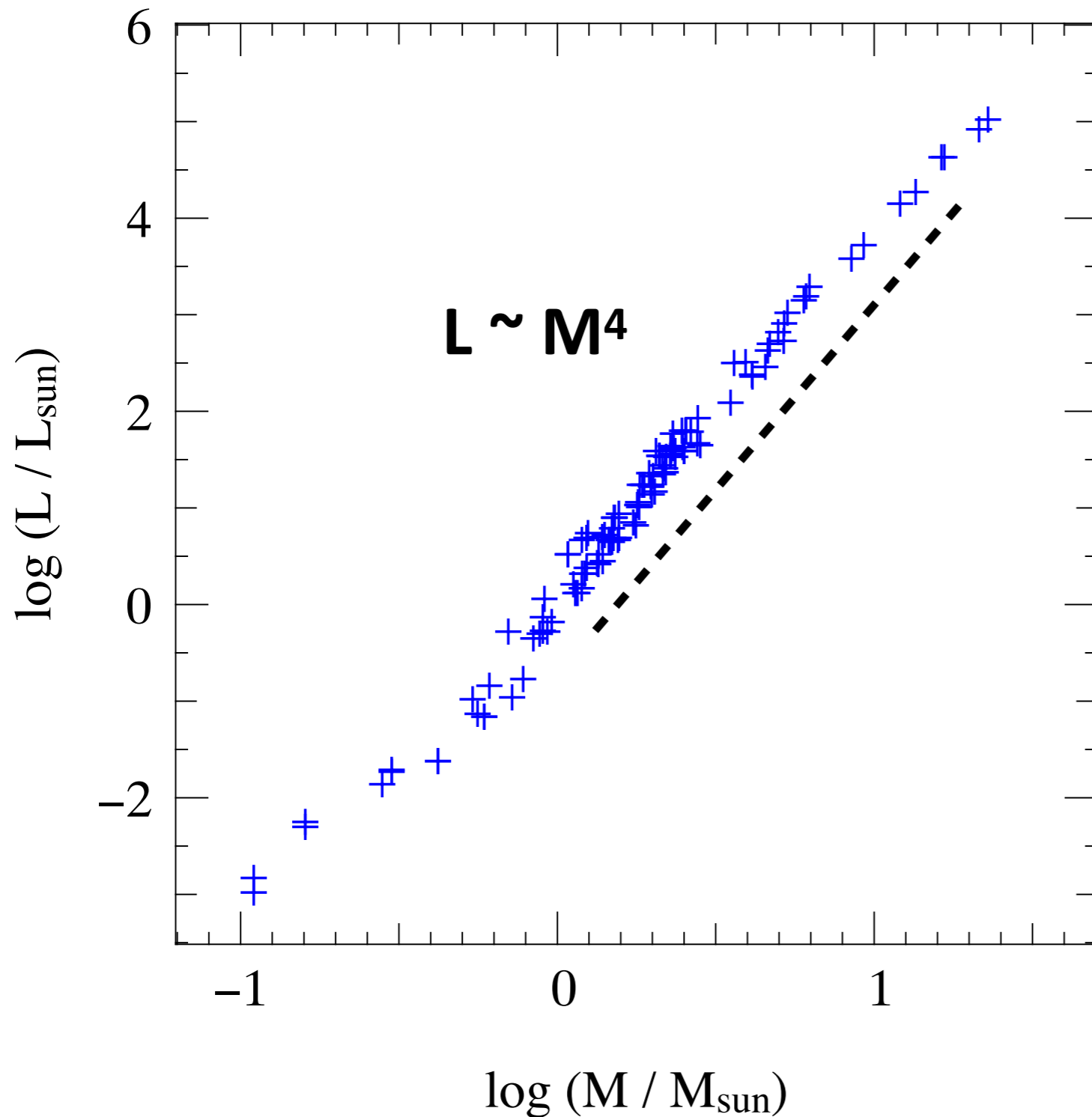
温度 (K)



質量と半径の関係



質量と光度の関係



(例) $M = 10 M_{\text{sun}}$

$\Rightarrow L \sim 10^4 L_{\text{sun}}$

\Rightarrow 寿命

$\sim 10^{10}$ yr (100億年)/ 10^3

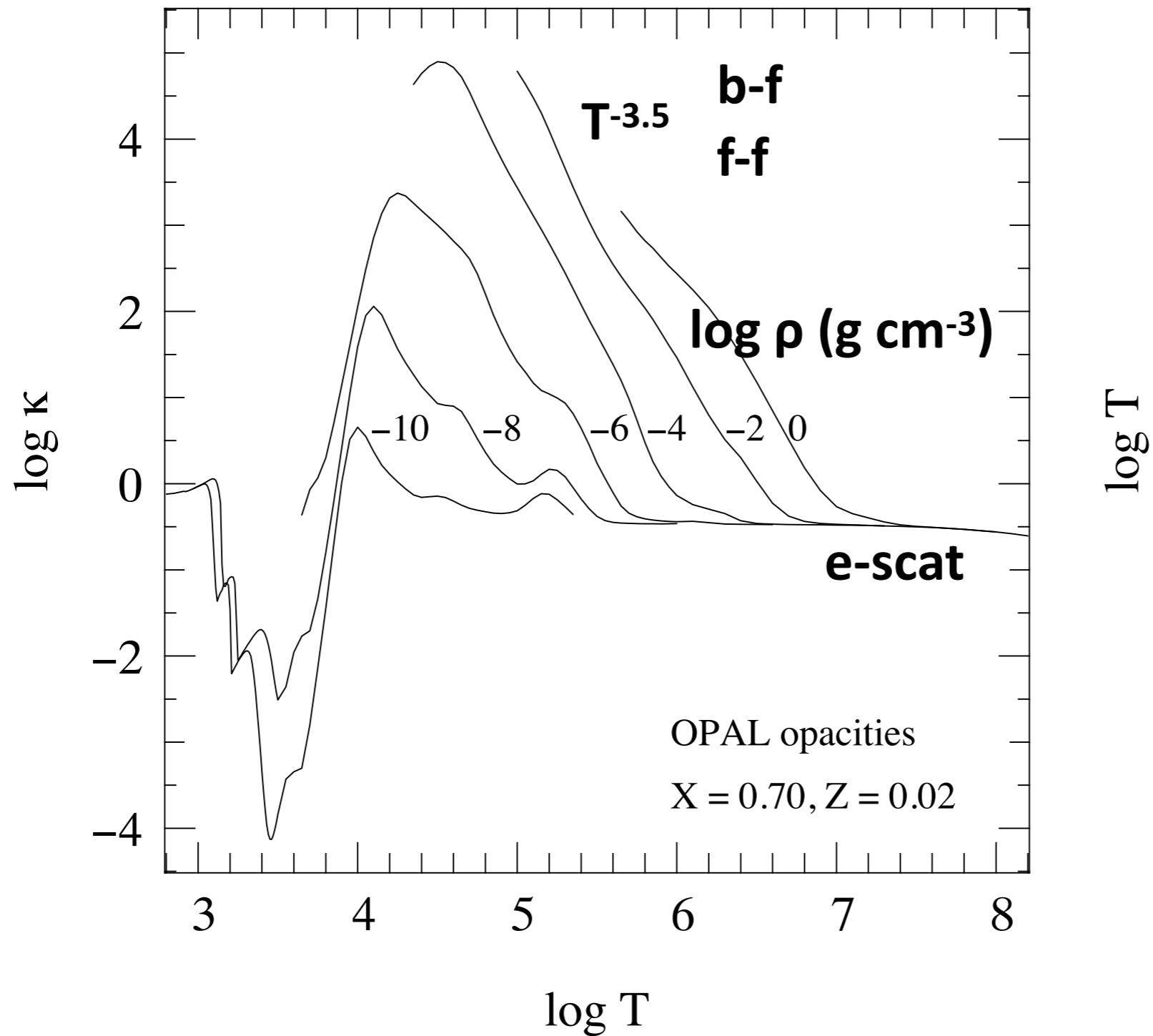
$\sim 10^7$ yr (1000万年)

重い星の方が
寿命が短い



なぜ星は重いと急激に明るいのか？

星の中の不透明度 (opacity)



さまざまな銀河

渦巻銀河

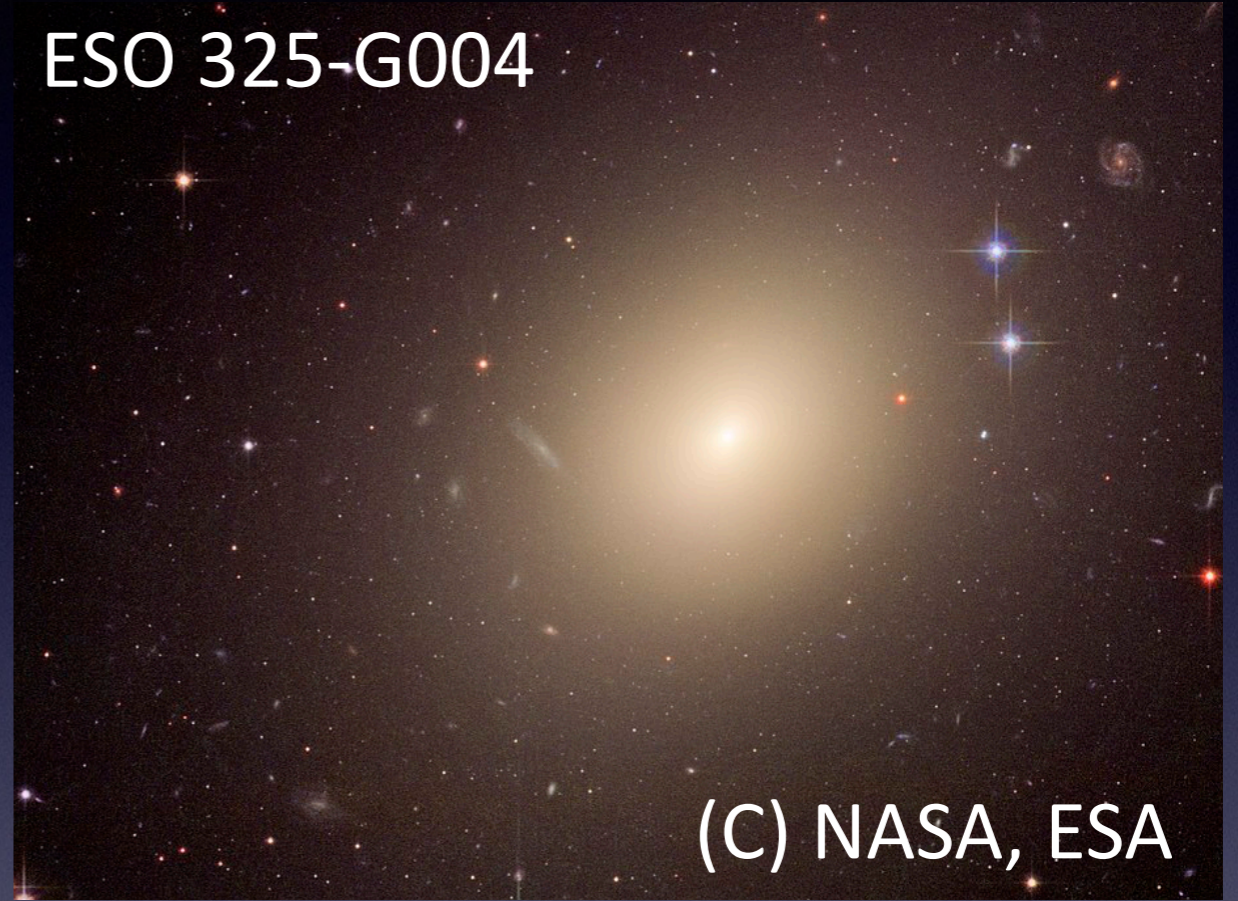
M101



- 星を作っている
- 若い星が多い
 - = 重い星が多い
- 青く見える

楕円銀河

ESO 325-G004



(C) NASA, ESA

- 星を作っていない
- 古い星が多い
 - = 軽い星が多い
- 赤く見える

まとめ: 恒星の光度と寿命

- 光の拡散
 - 拡散時間 $t_{\text{esc}} \sim (R/c) \tau$ ($\leq \tau = \kappa \rho R$)
- 恒星の「不透明度」
 - 自由電子による散乱
 - 束縛-自由吸収、自由-自由吸収
 - $L \sim E/t_{\text{esc}} \Rightarrow L \sim M^{3-5}$
- 恒星の性質
 - 重い星ほど寿命が短い ($t \sim M^{-3}$)