



宇宙論・超新星

天文学概論 第13回

担当教員

高梨 直紘（東京大学 生産技術研究所）
naohiro.takanashi@emp.u-tokyo.ac.jp

専 門

- ・ 観測的宇宙論（宇宙膨張の測定）
- ・ 科学コミュニケーション

次回までの宿題

宇宙図を読んで、一番印象に残ったことを
小学生にもわかるように説明せよ(A4 1枚程度)。
イラストや表を使っても良い。

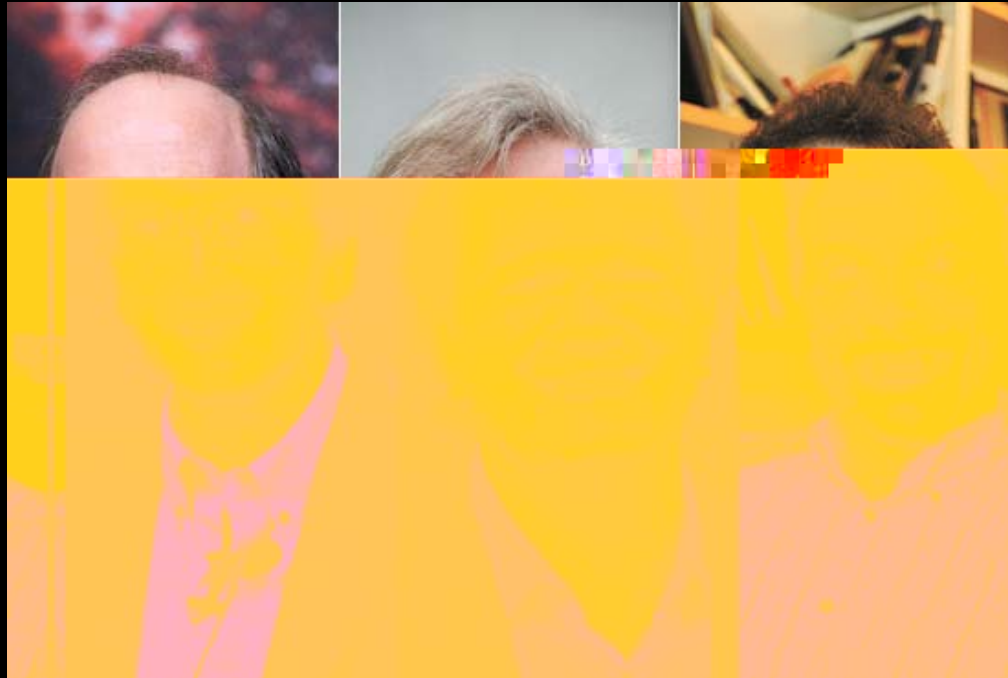
(「宇宙図」で検索をかけるとオンラインで読めます)

提出期限 1/11(次回講義時)

■ 2011

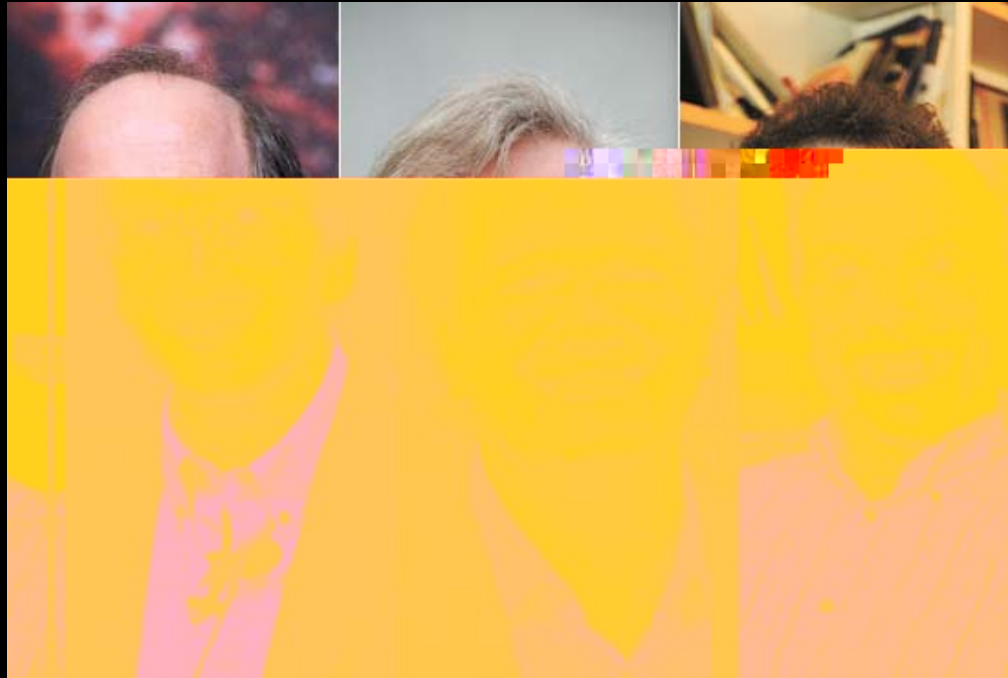


2011年度 ノーベル物理学賞



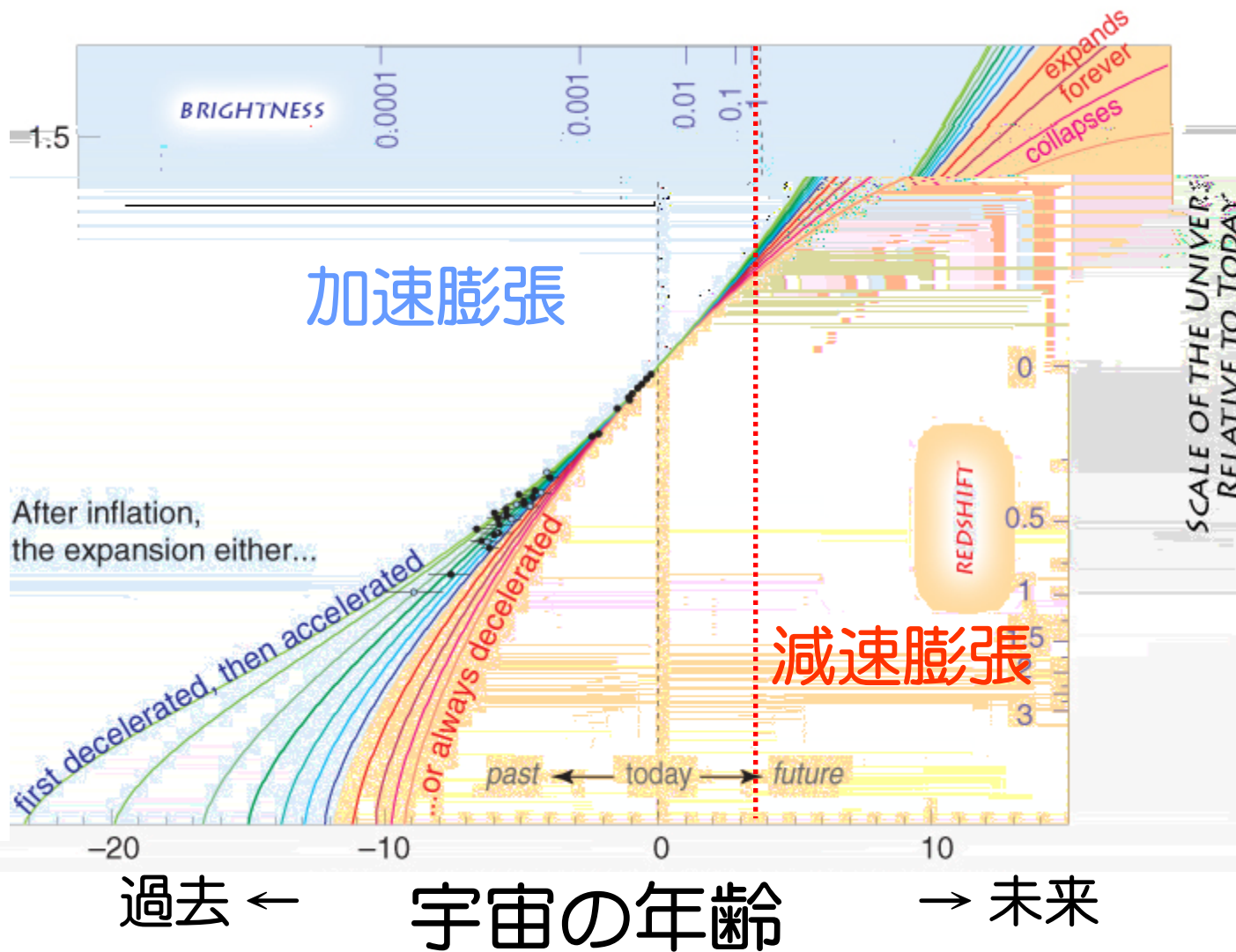
for the discovery of the accelerating expansion of the Universe through observations of distant supernovae

2011年度 ノーベル物理学賞



“遠方超新星を用いた加速膨張宇宙の発見”

宇宙のサイズ

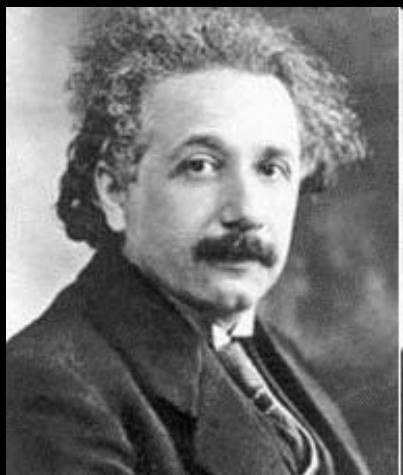


宇宙は膨らみつつある



137億年前に始まった宇宙
それからずっと膨らみ続けている

宇宙の運命を決める式



Albert Einstein
(1879-1955)

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}Rg_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = 8\pi G T_{\mu\nu}$$

時空の歪み 宇宙項 物質の分布

アインシュタイン方程式

3通りの運命

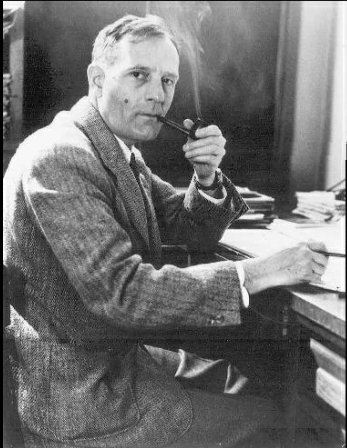


A. Friedmann
(1888-1925)

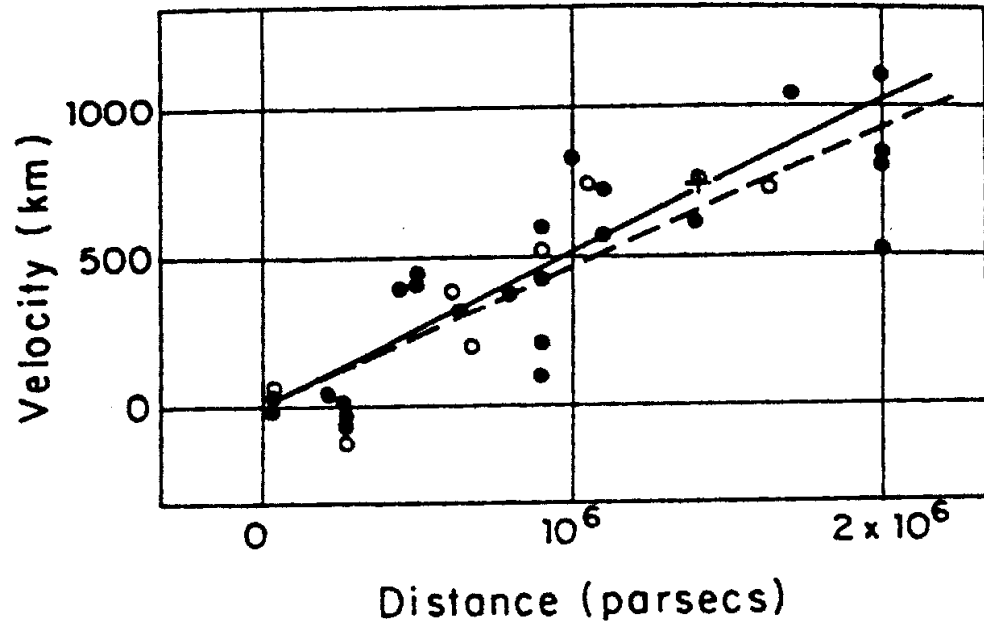
$$H^2(t) = \left(\frac{\dot{a}(t)}{a(t)} \right)^2 = \frac{8\pi G}{3} \rho(t) - \frac{K}{a^2(t)} + \frac{\Lambda}{3}$$

- ① 永遠に膨らみ続ける
- ② いつか止まって安定する
- ③ 縮んで閉じて終わる

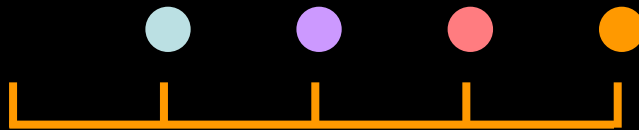
膨張宇宙の発見



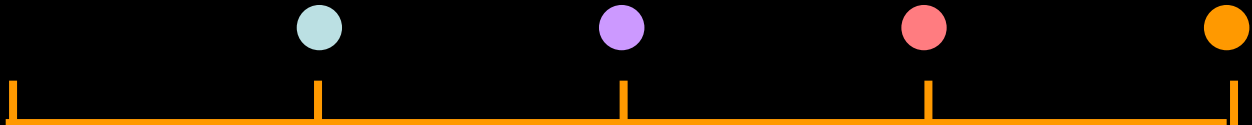
Edwin Hubble
(1889-1953)

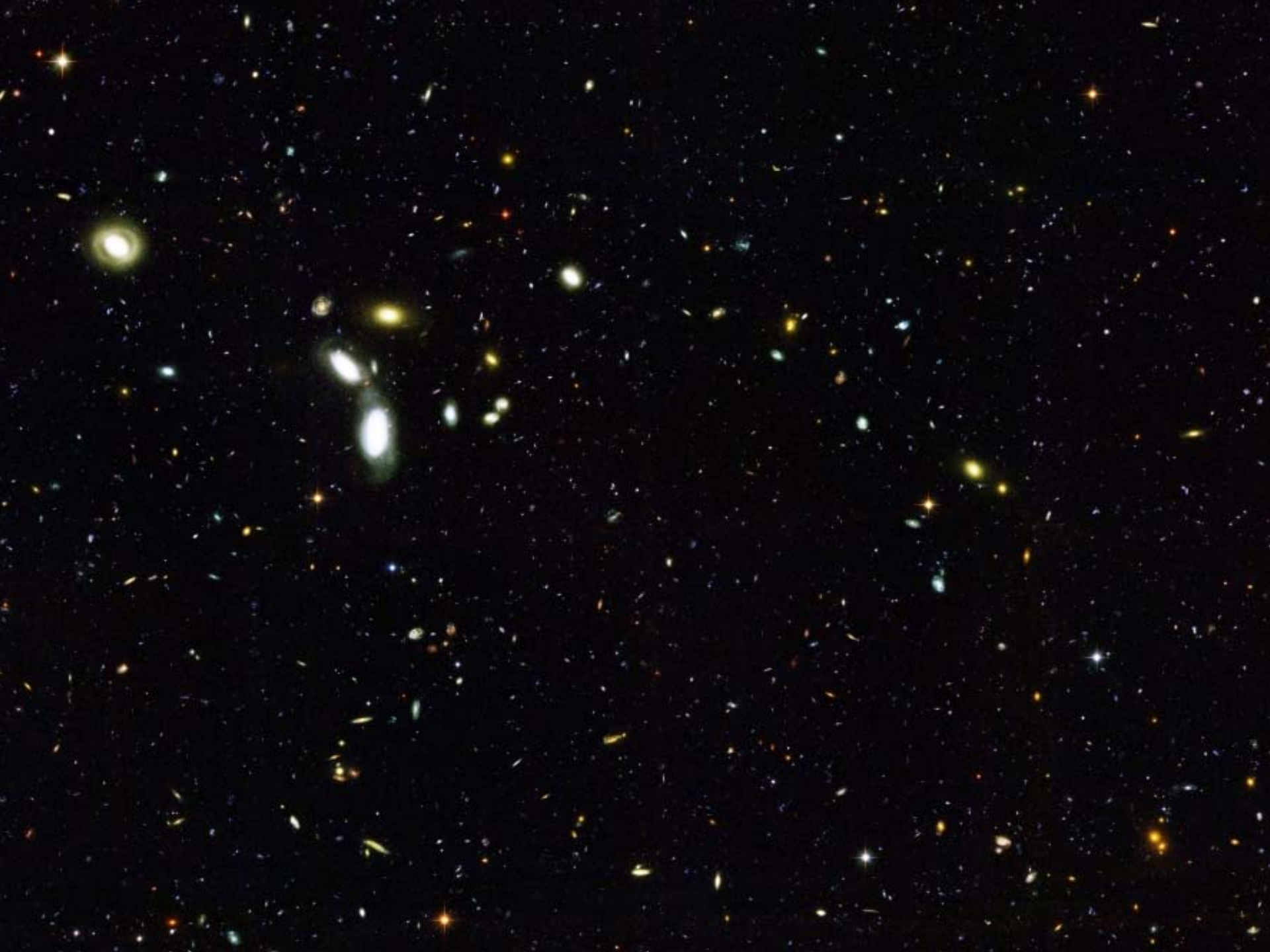


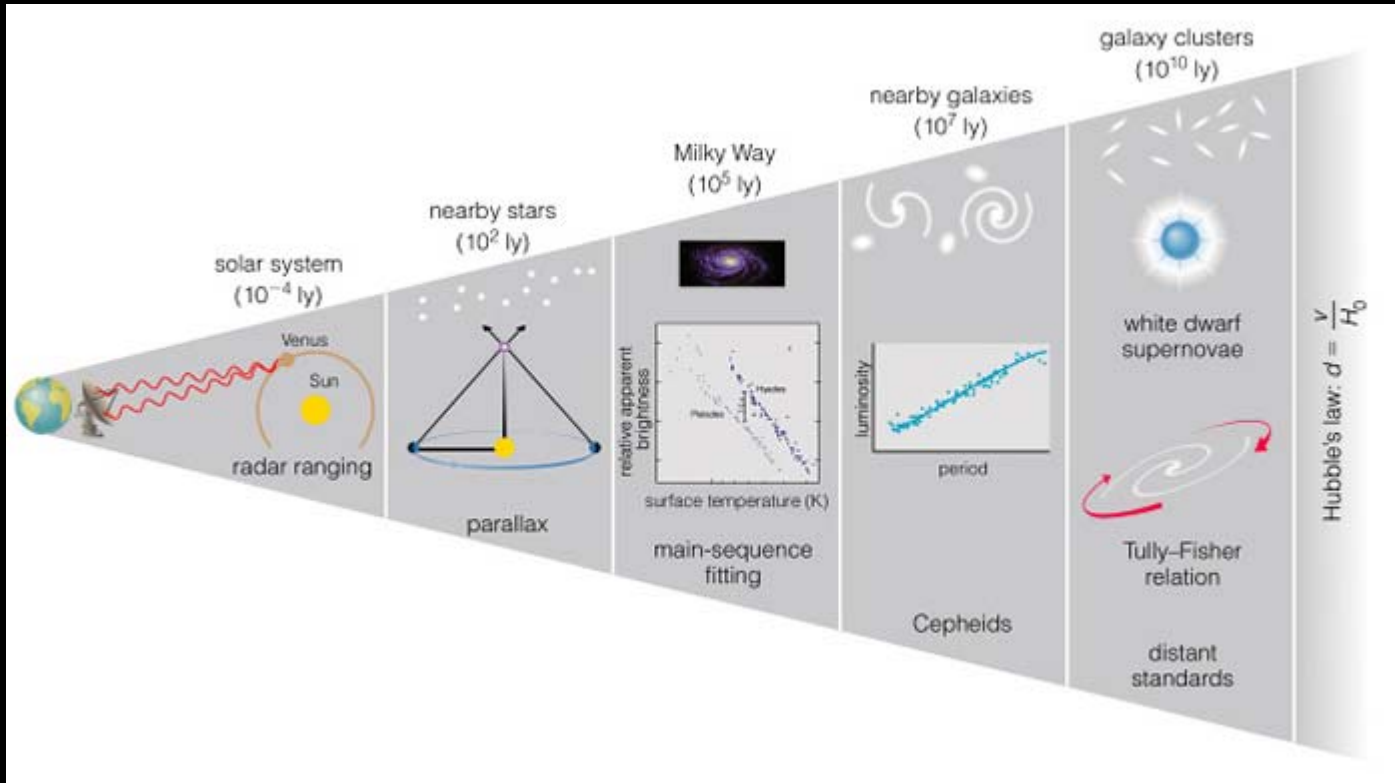
$t = 0$

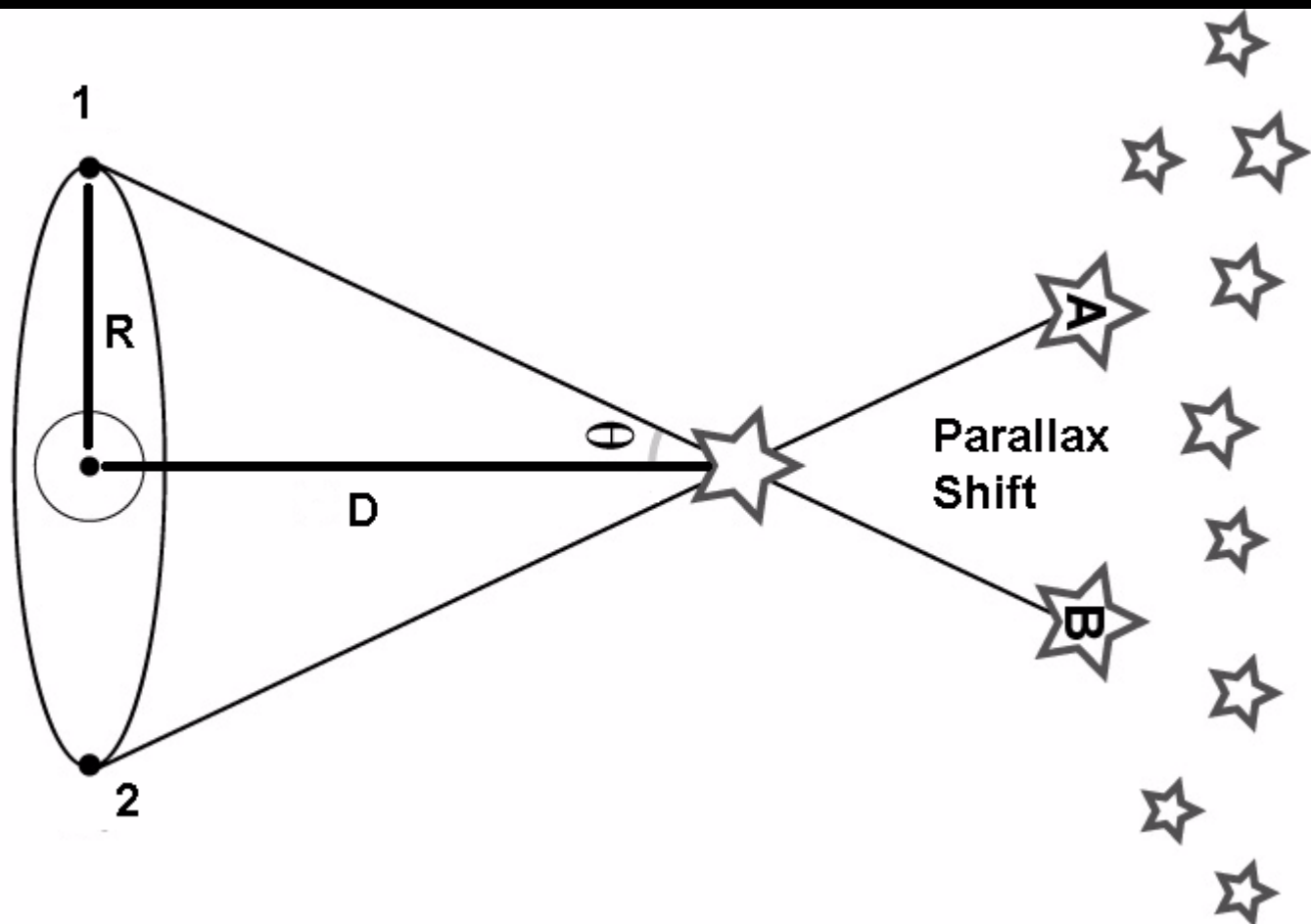


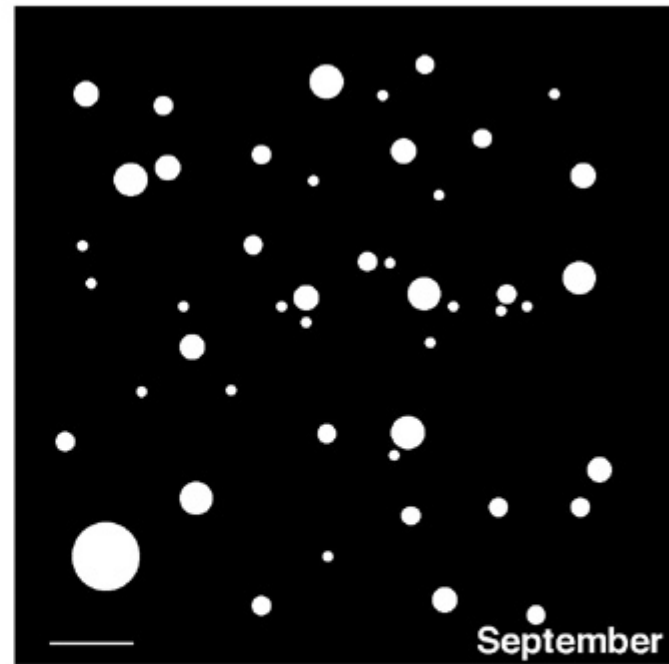
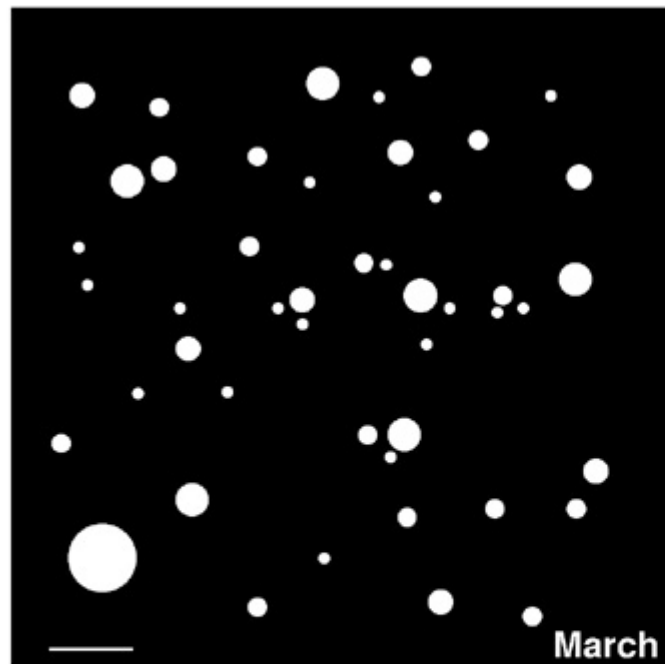
$t = t_1$











0.4



Hipparcos (ESA)

1

2mm

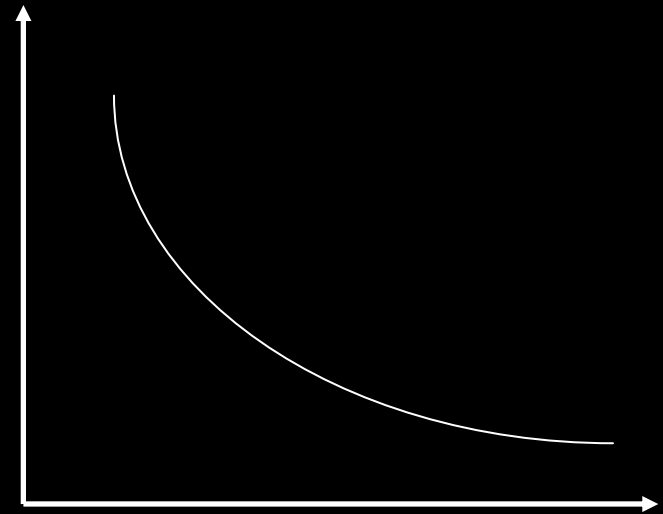
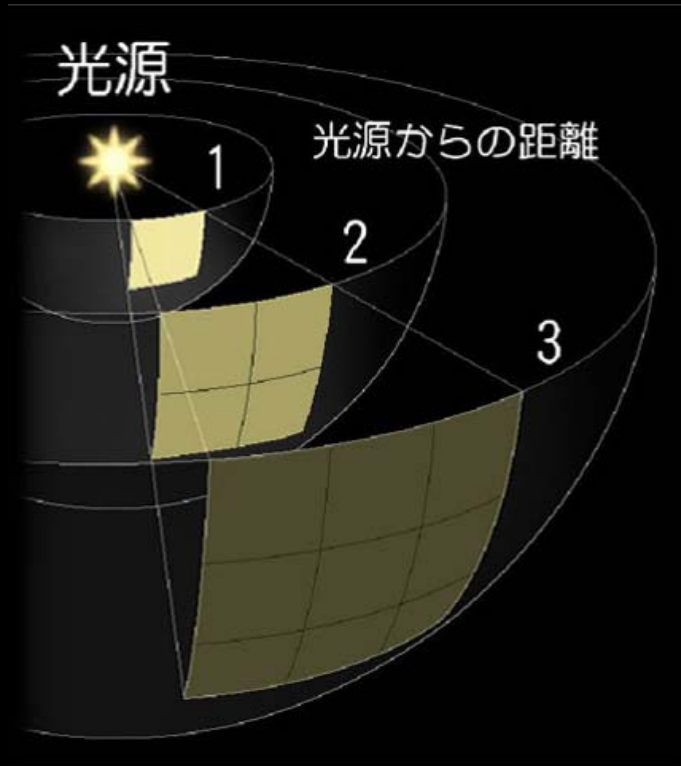
1

30

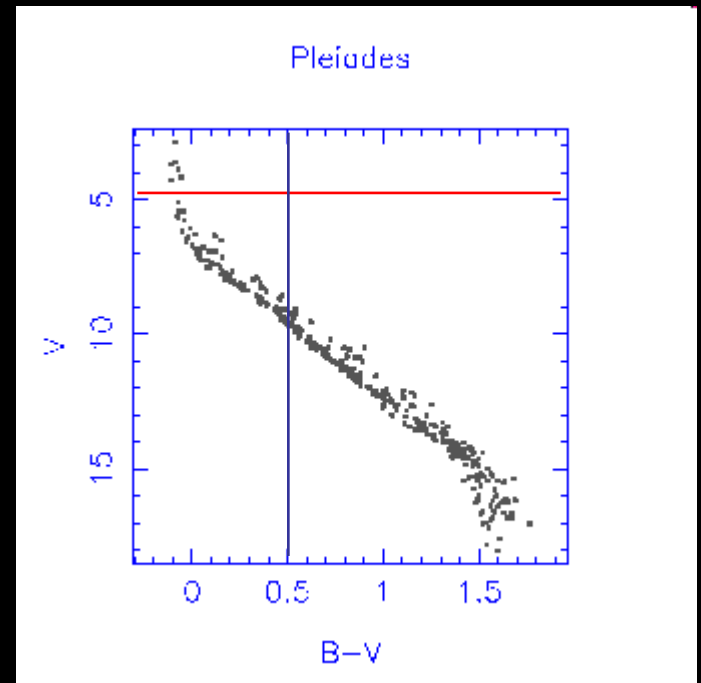
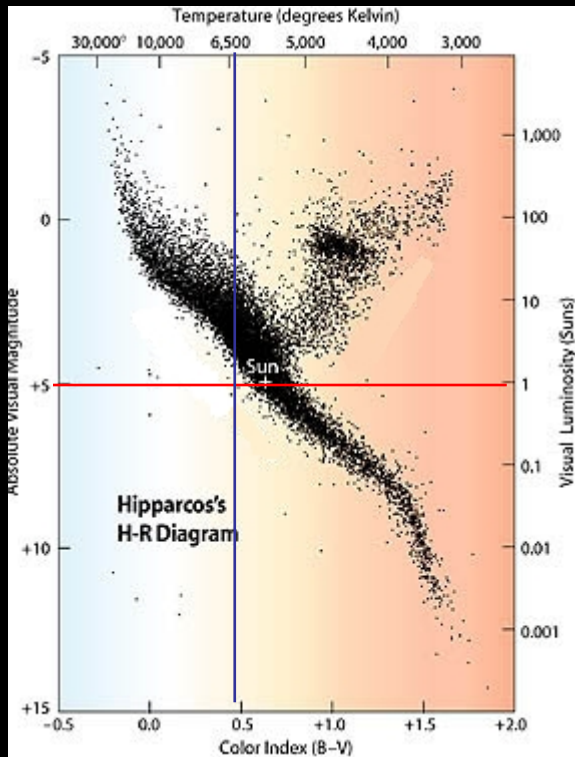
12

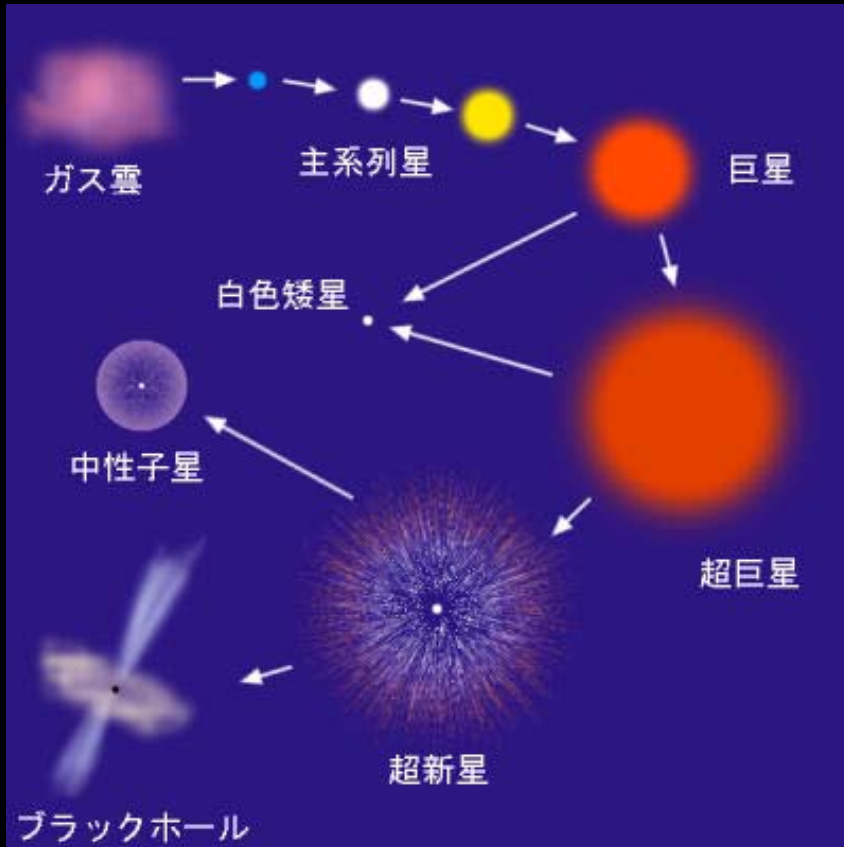
100

—



HR



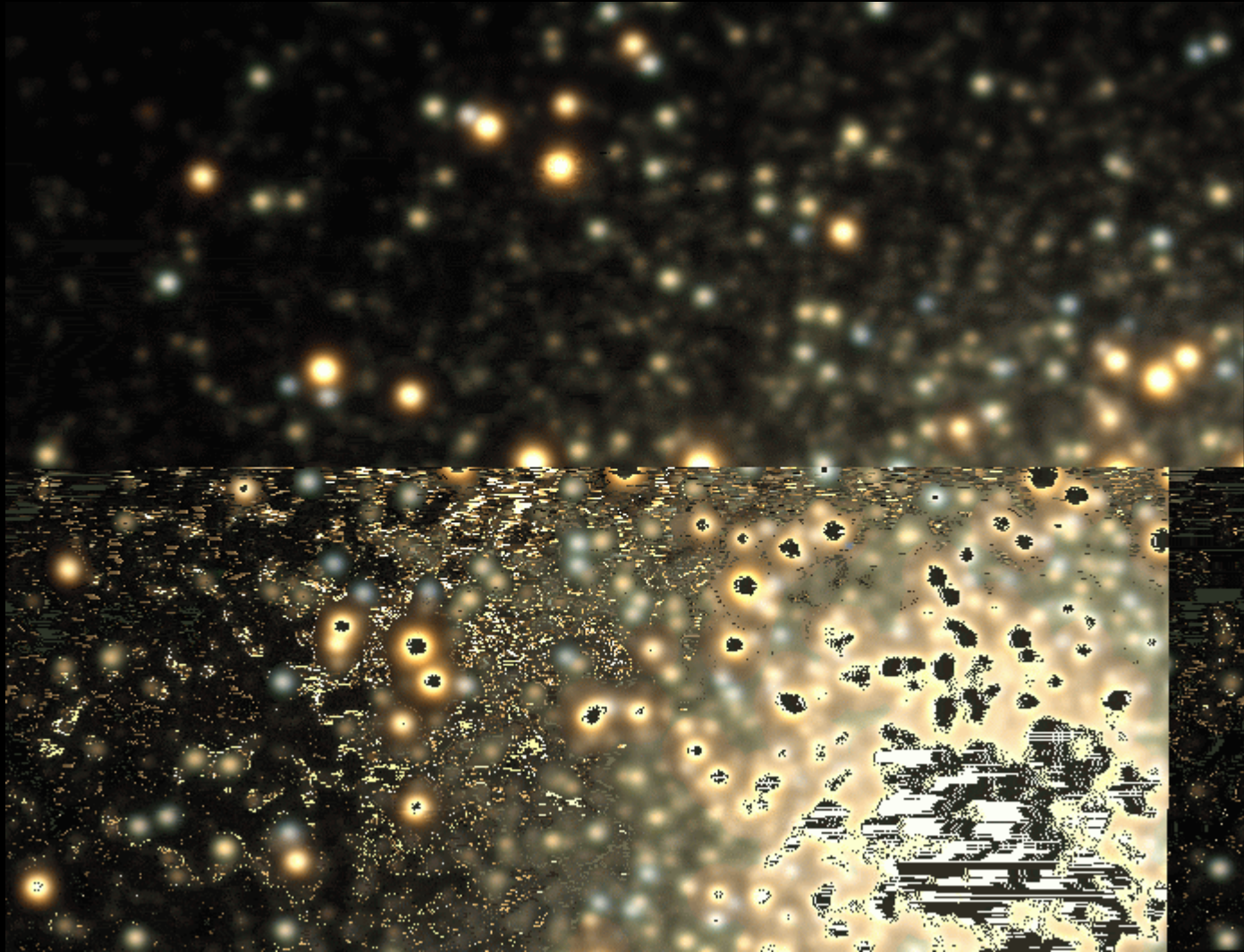


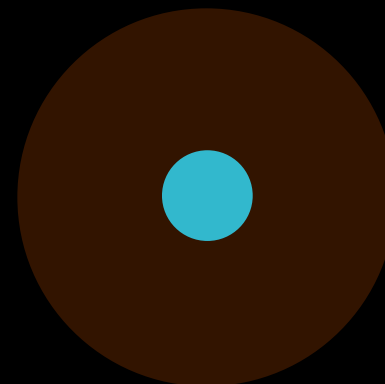
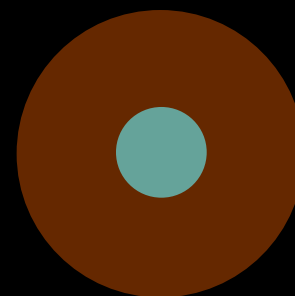
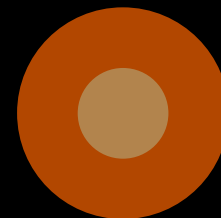
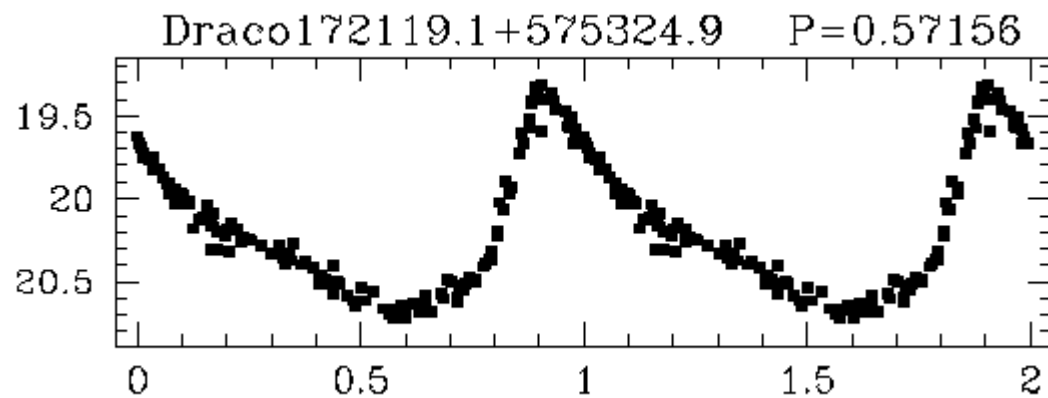
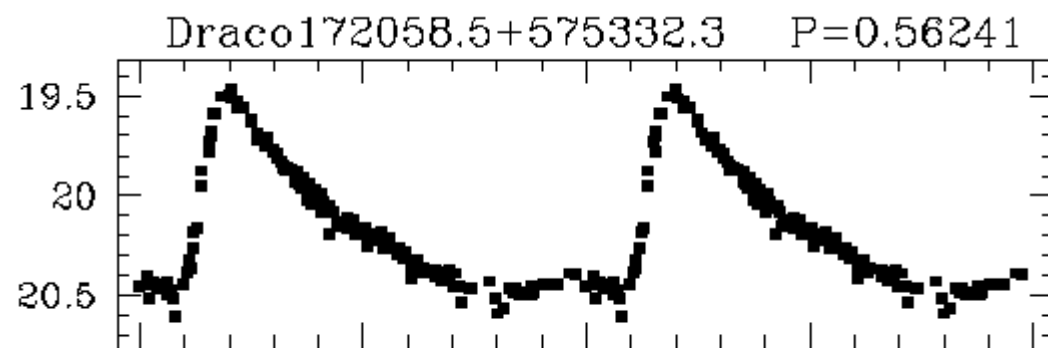
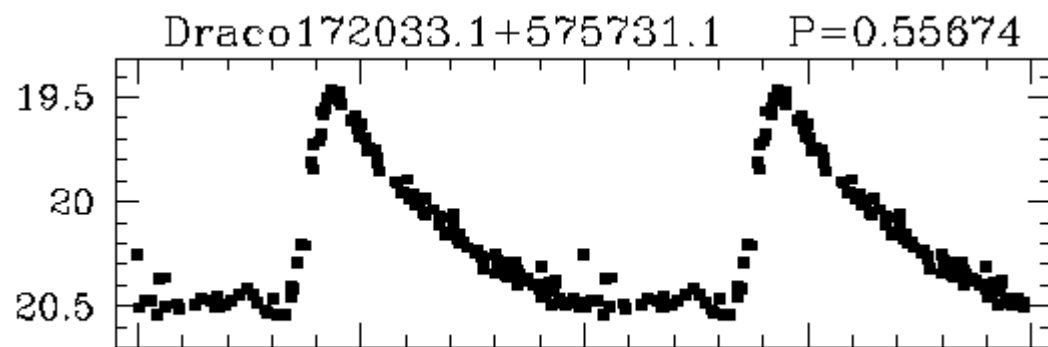
RR

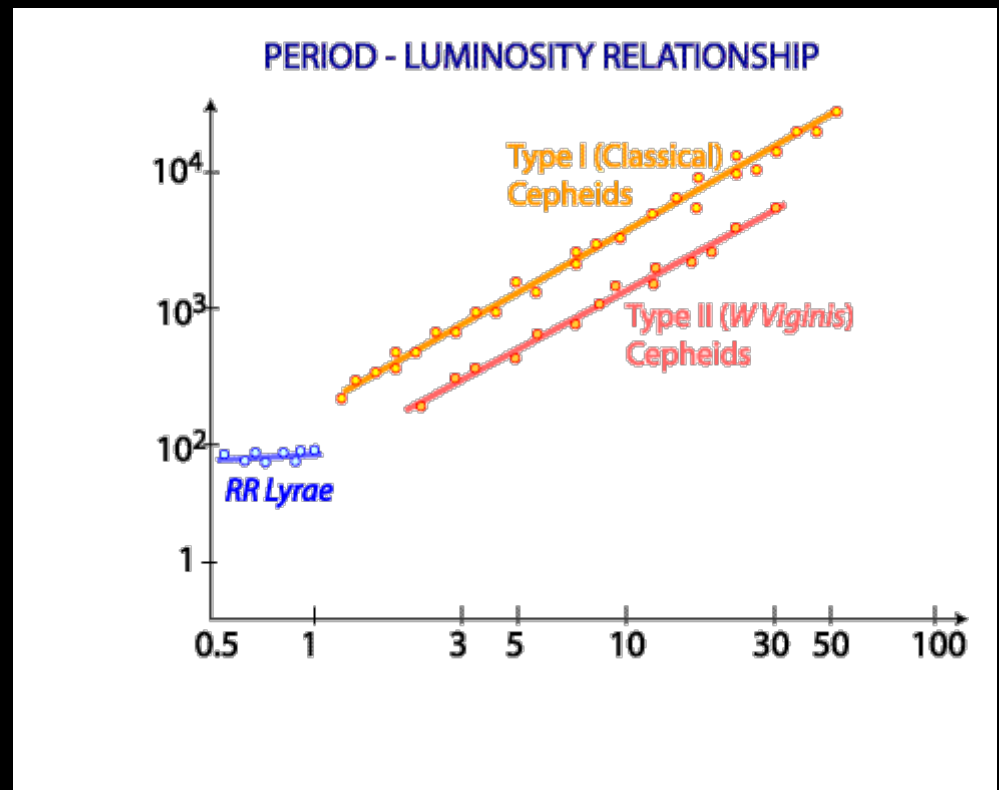
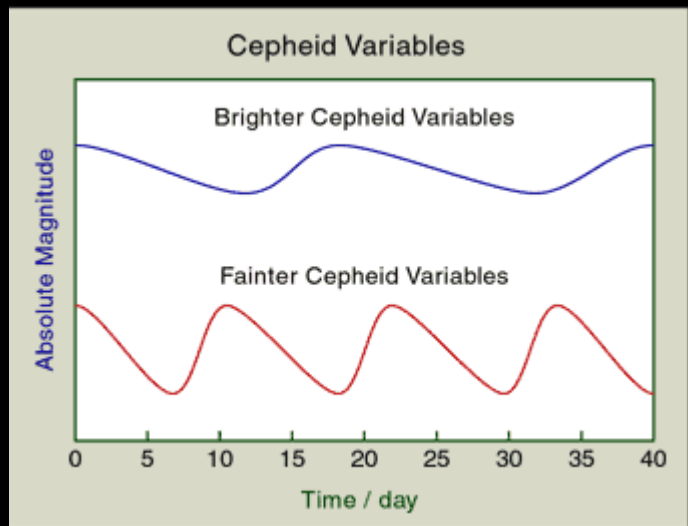
II

I

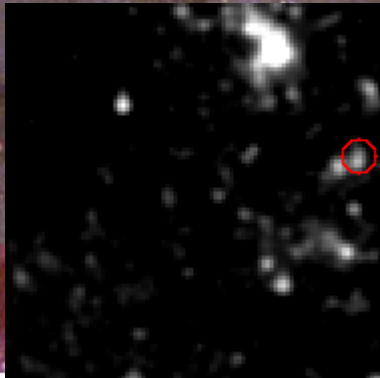
M3







M100

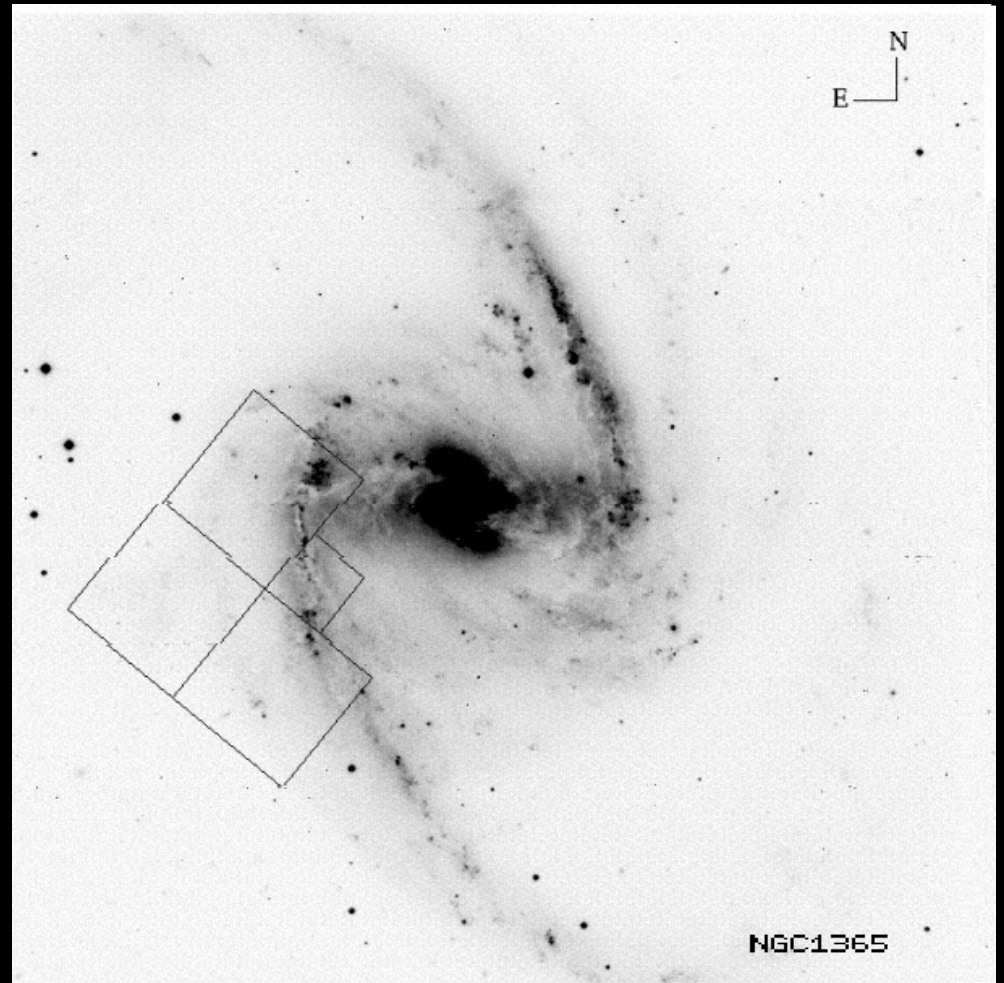


Hubble Key Project

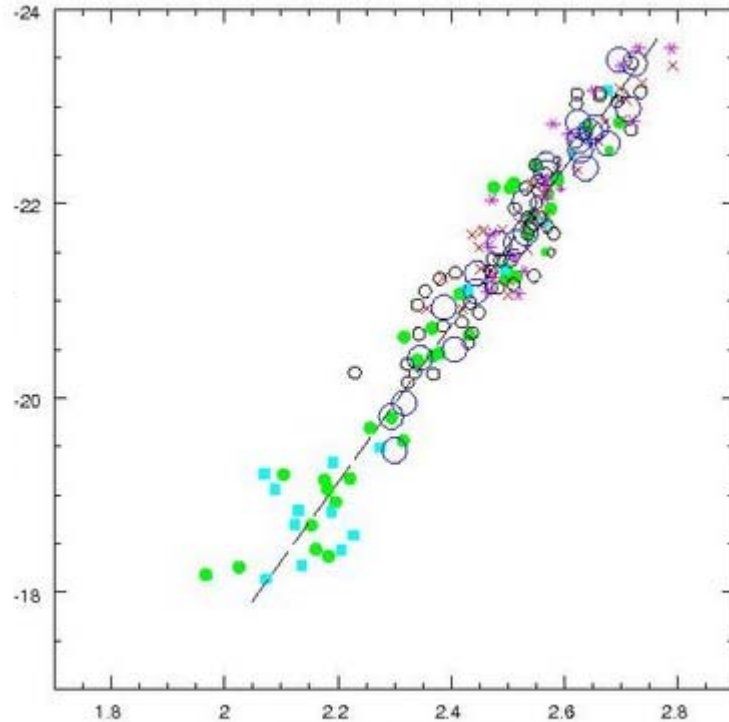
18



1

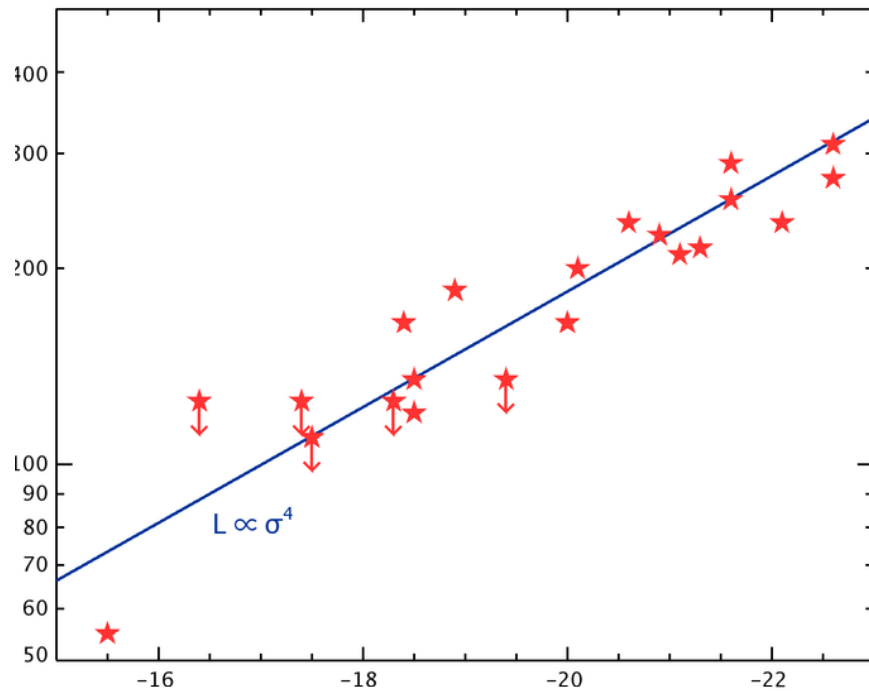


Tully-Fisher Relation



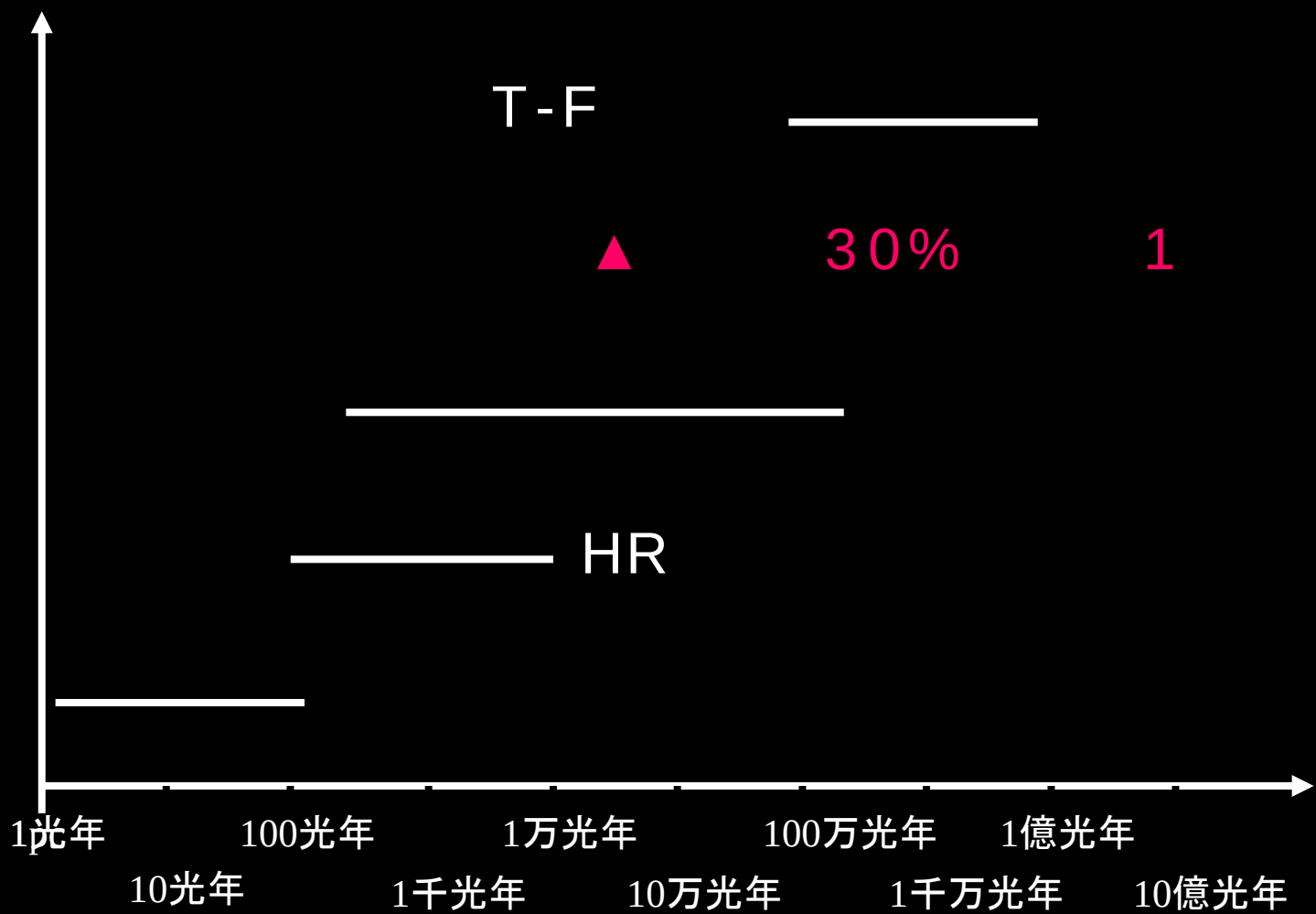
$$\left(\frac{V_{\text{rot}}}{V_{\text{ref}}} \right)^4 = \frac{M_B}{M_{B,\text{ref}}}$$

Faber-Jackson Relation



$$\left(\frac{L}{L_{\odot}} \right) = \left(\frac{\sigma}{\sigma_{\odot}} \right)^2$$

$$\left(\frac{L}{L_{\odot}} \right) = \left(\frac{\sigma}{\sigma_{\odot}} \right)^a$$



Ia型超新星による距離測定

Ia型超新星の特徴

超明るい！

ひとつの銀河と同じくらいの明るさで輝く

そっくり！

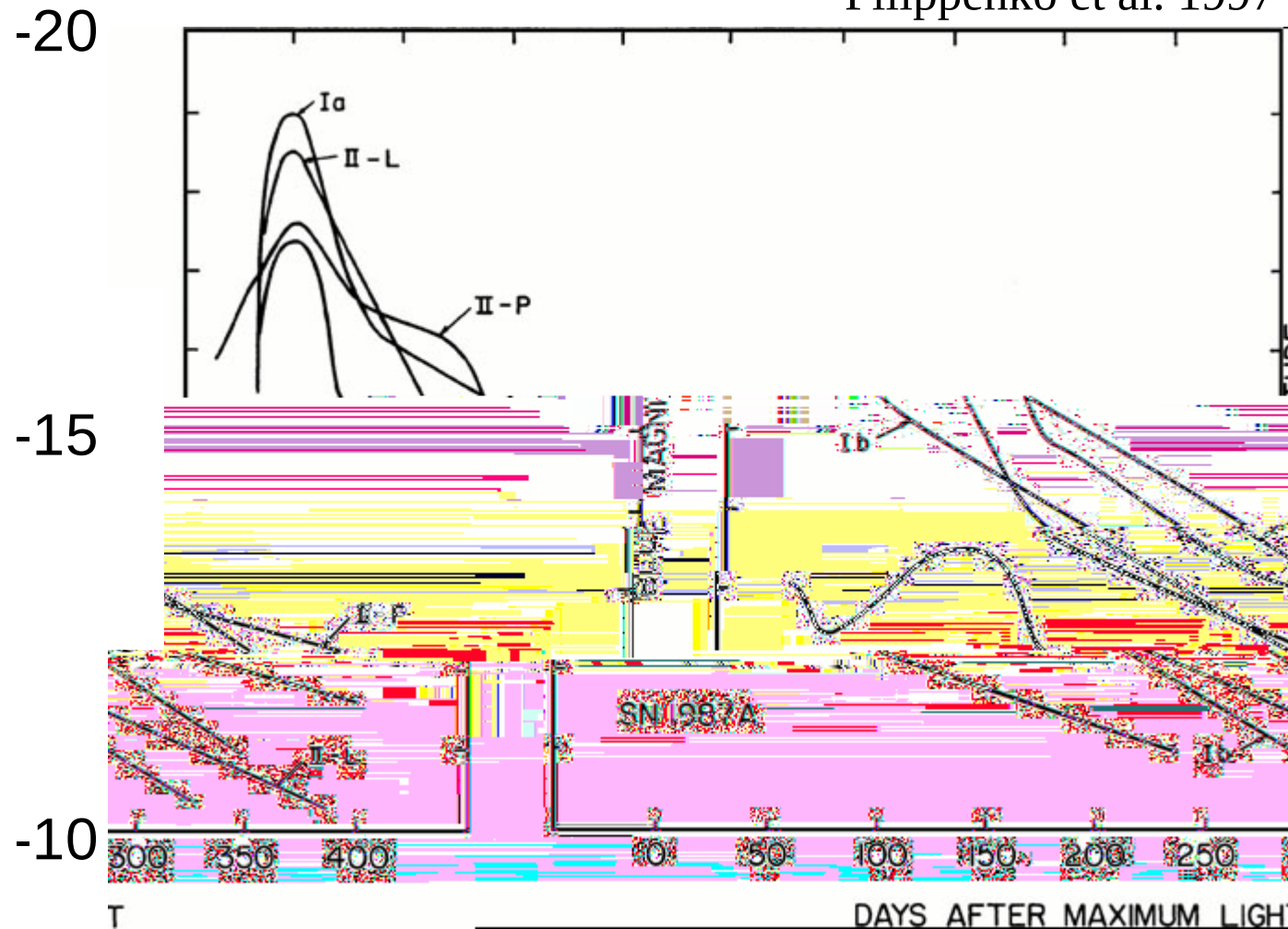
どの銀河に出現しても、性質が似ているように見える

今も昔も一緒！

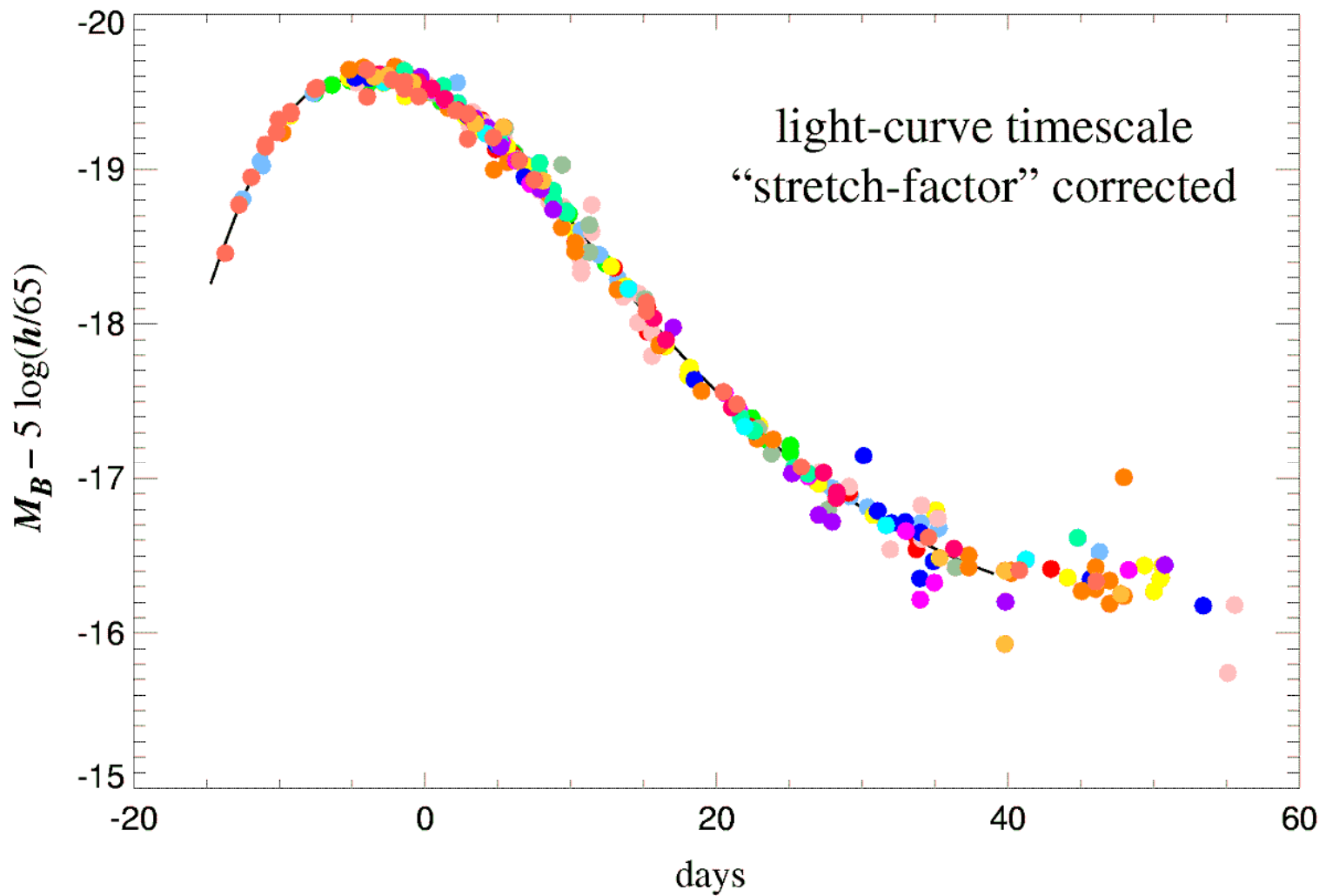
100億年前の超新星も最近の超新星も同じ性質だと思おう

超新星の明るさ

Filippenko et al. 1997



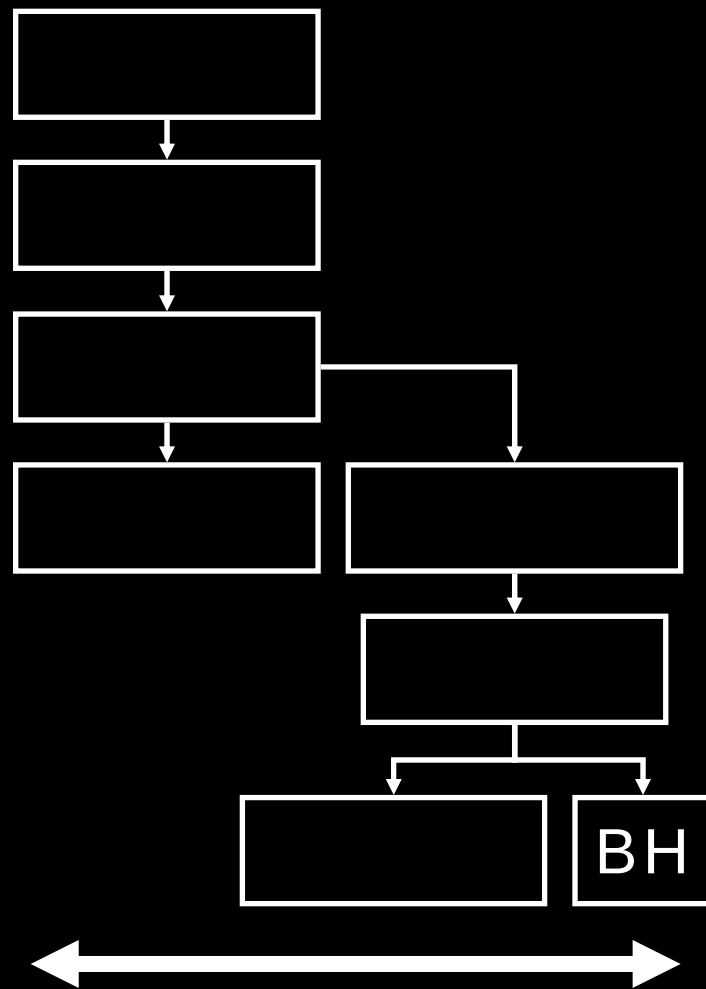
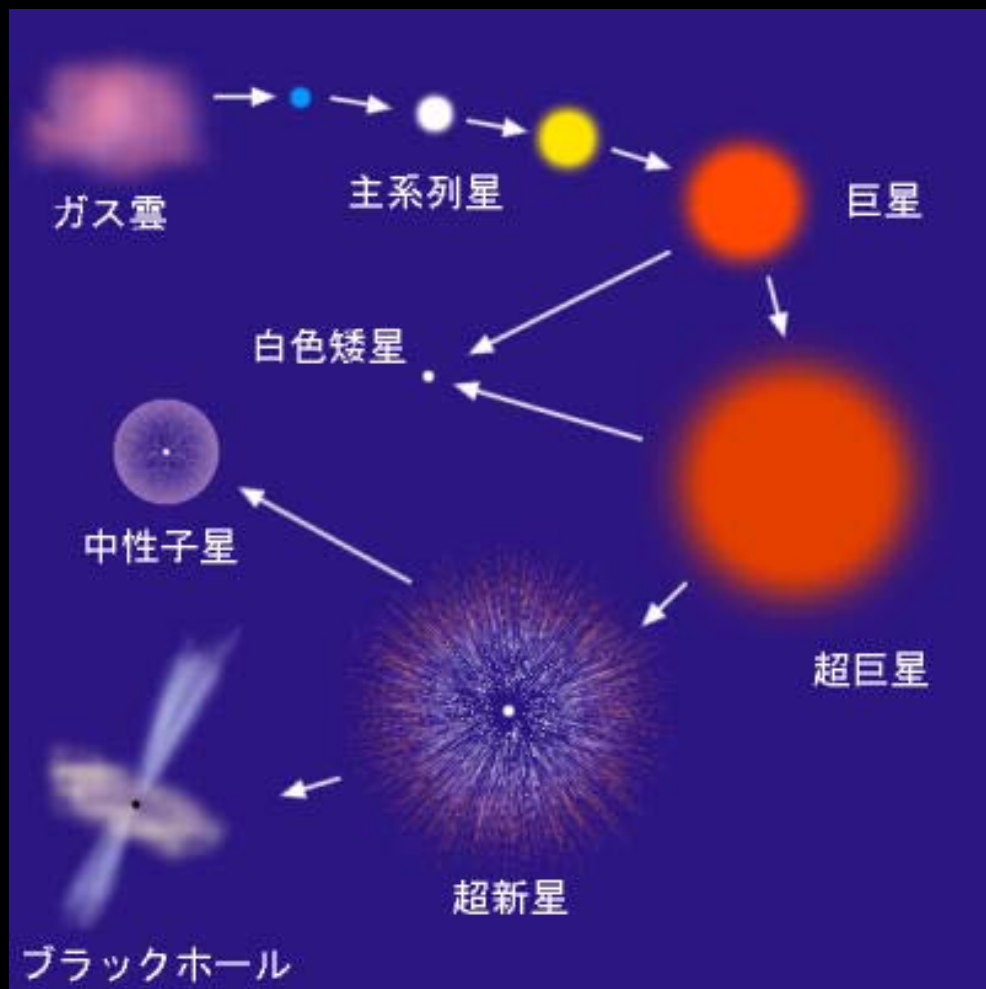
(補正済) 光度曲線



Kim, *et al.* (1997)

Ia型超新星の例

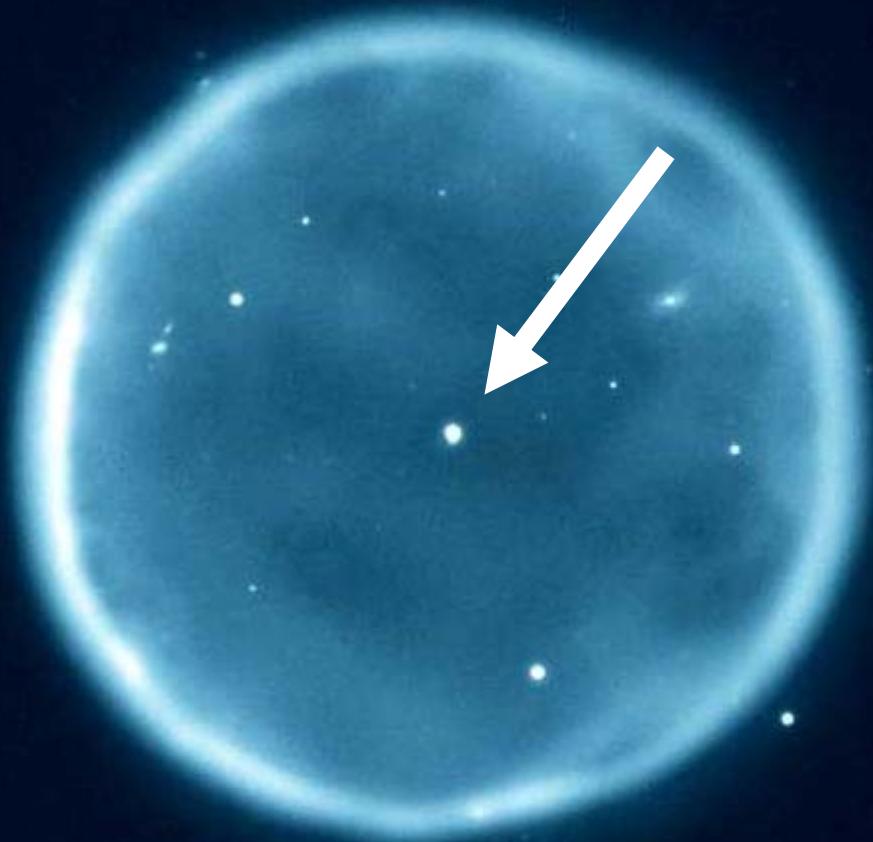




白色矮星：小さく重い、白い星

地球と同じサイズで太陽の重さ

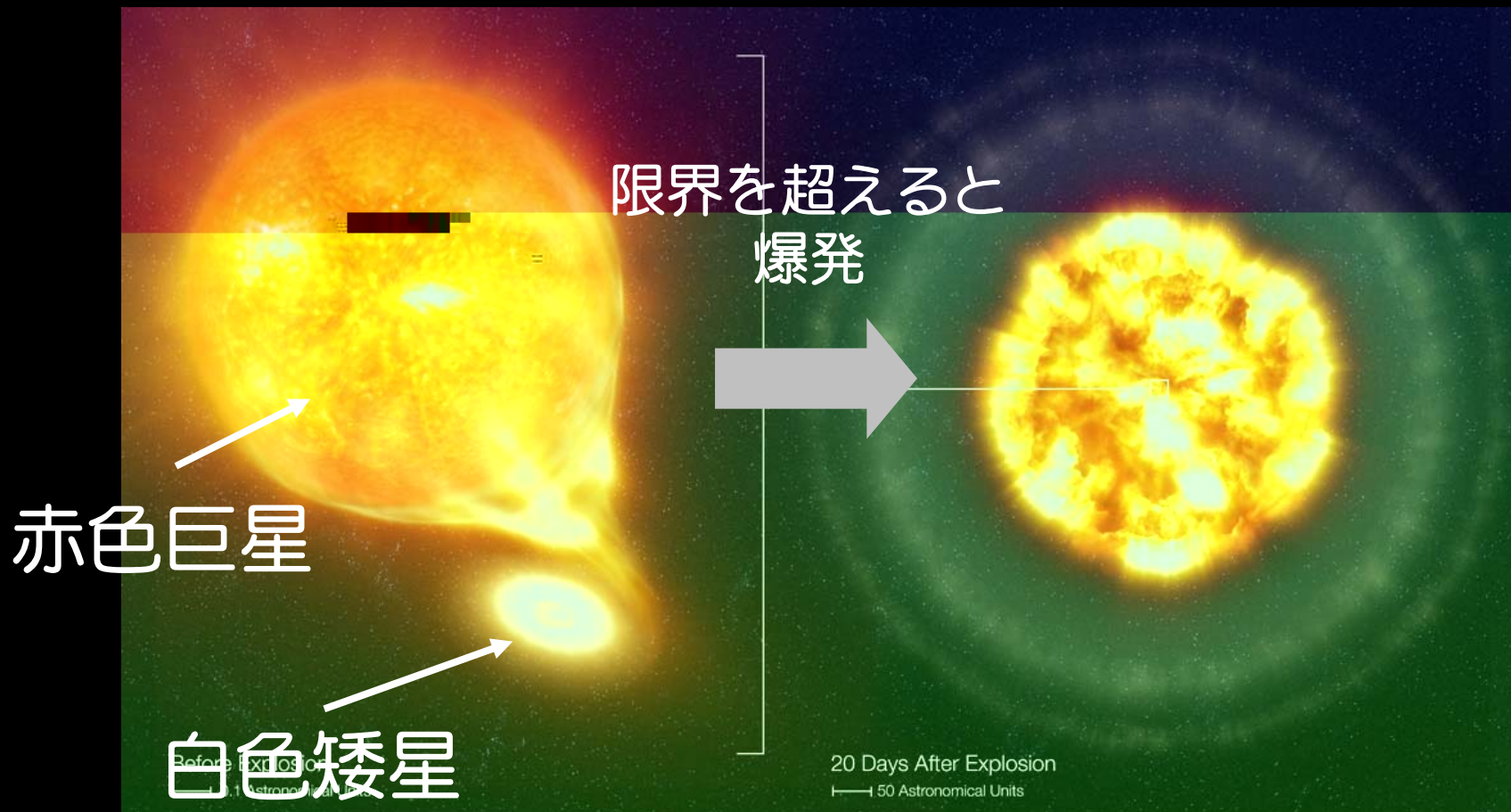
角砂糖1個分で数トン！！



Abell 39

特殊な条件下でのみ爆発

特殊な条件：近接連星系



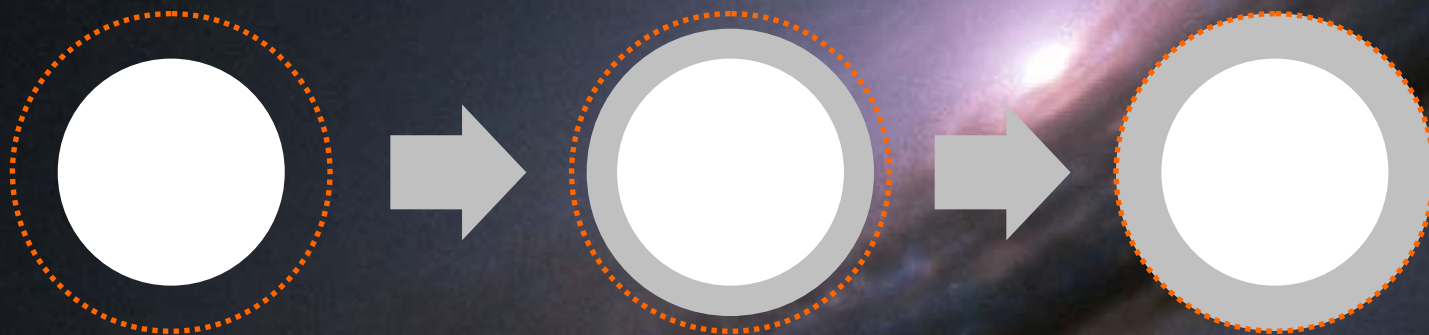
SN 2006X, before and after the Type Ia Supernova Explosion
(Artist Impression)

ESO Press Photo 31b/07 (12 July 2007)

This image is copyright © ESO. It is released in connection with an ESO press release and may be used by the press on the condition that the source is clearly indicated in the caption.



Ia型超新星の爆発モデル



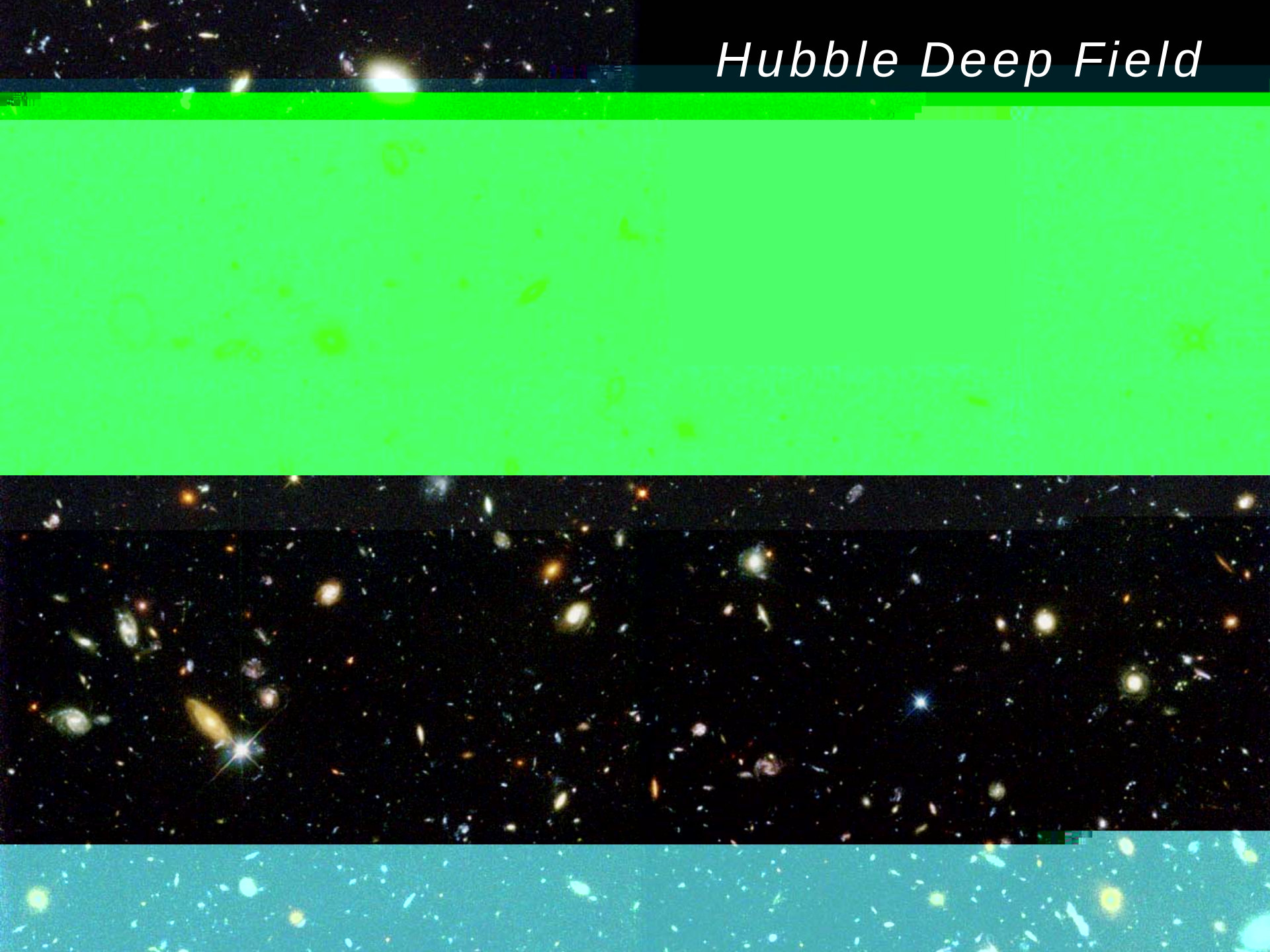
1.43

la

1 / /100

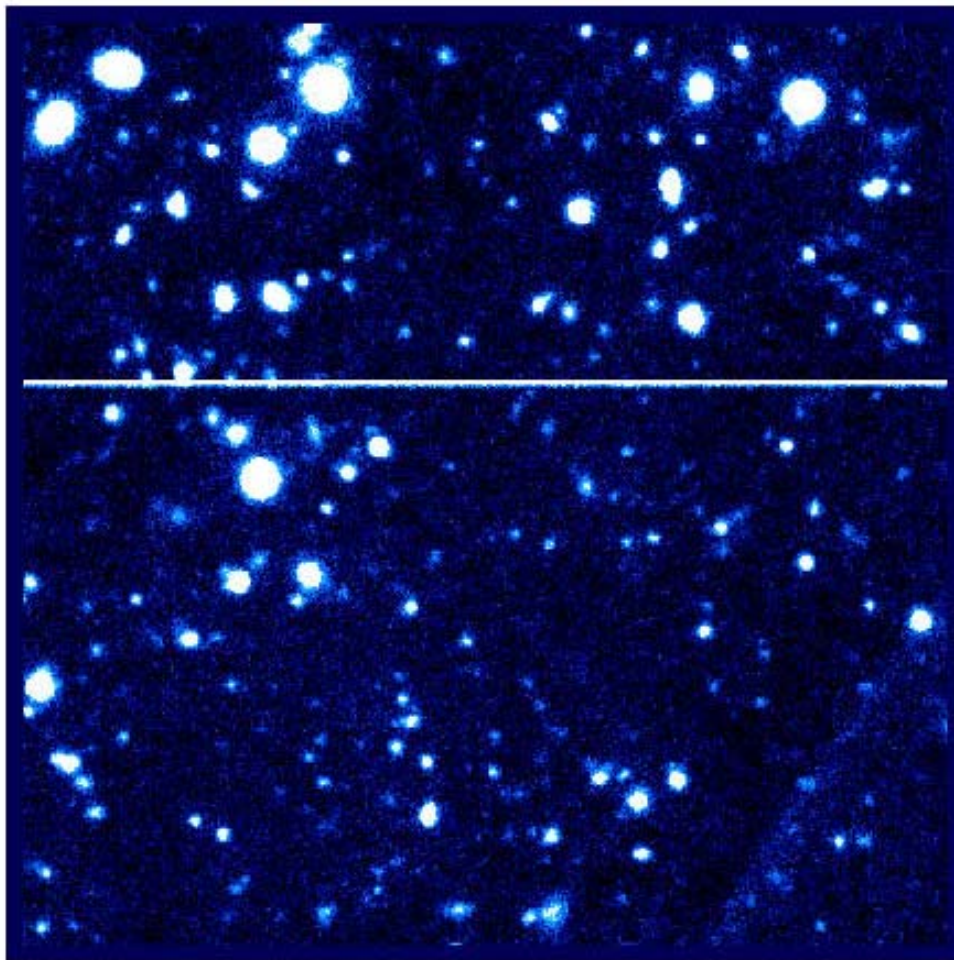


Hubble Deep Field

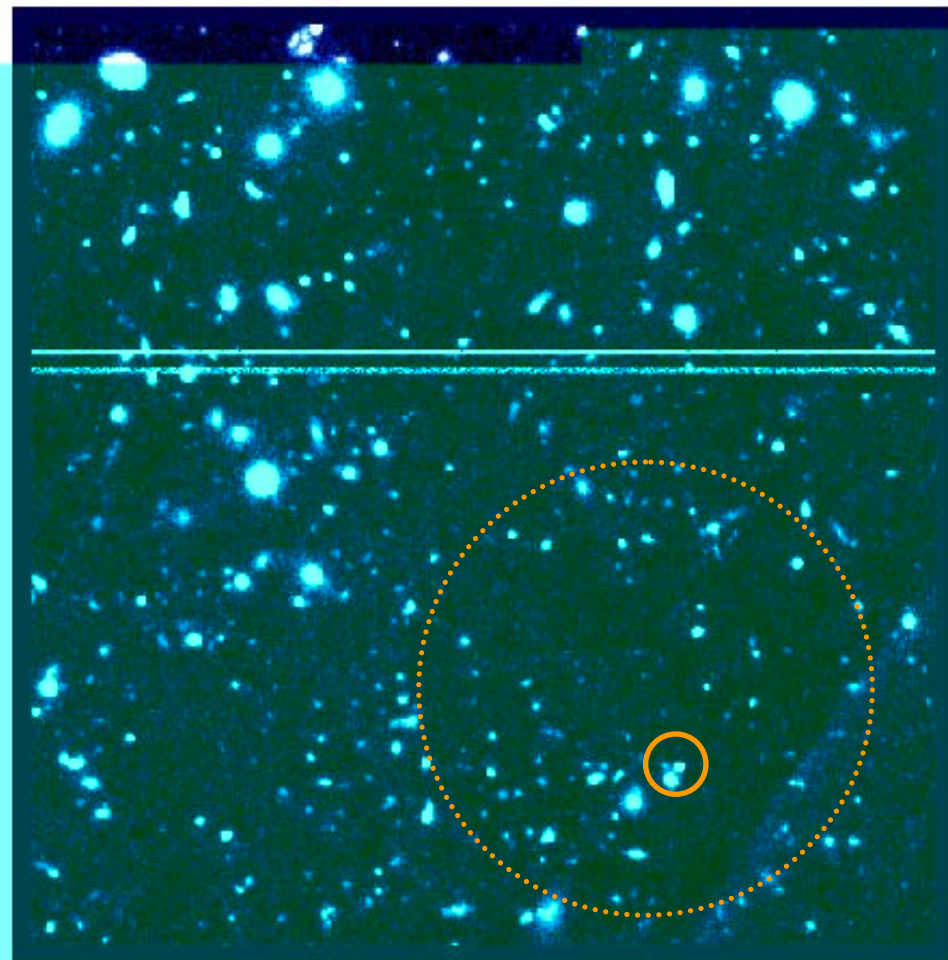


Ia型超新星の見つけ方

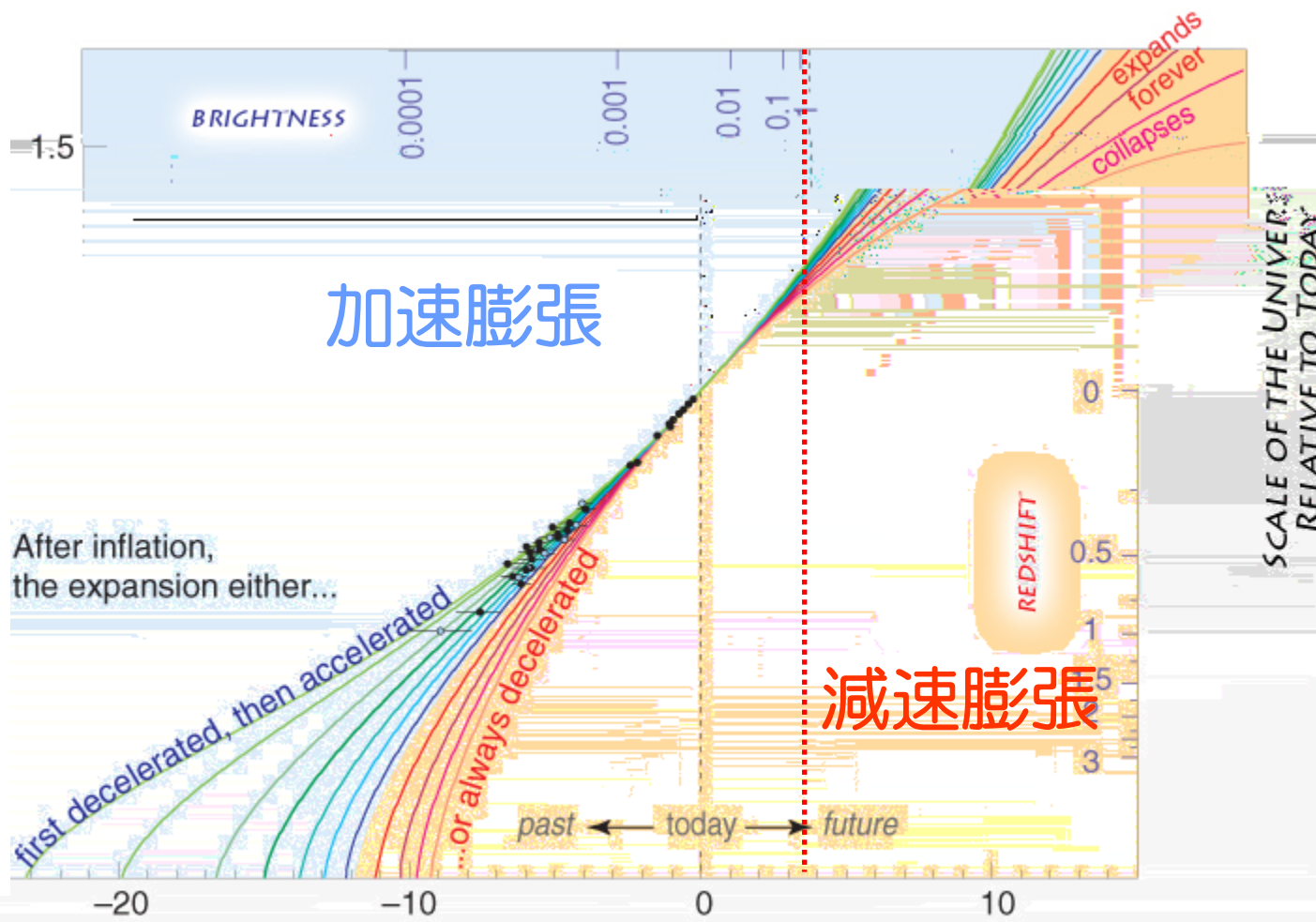
2003年5月に撮像



2003年6月に撮像



宇宙のサイズ



加速膨張

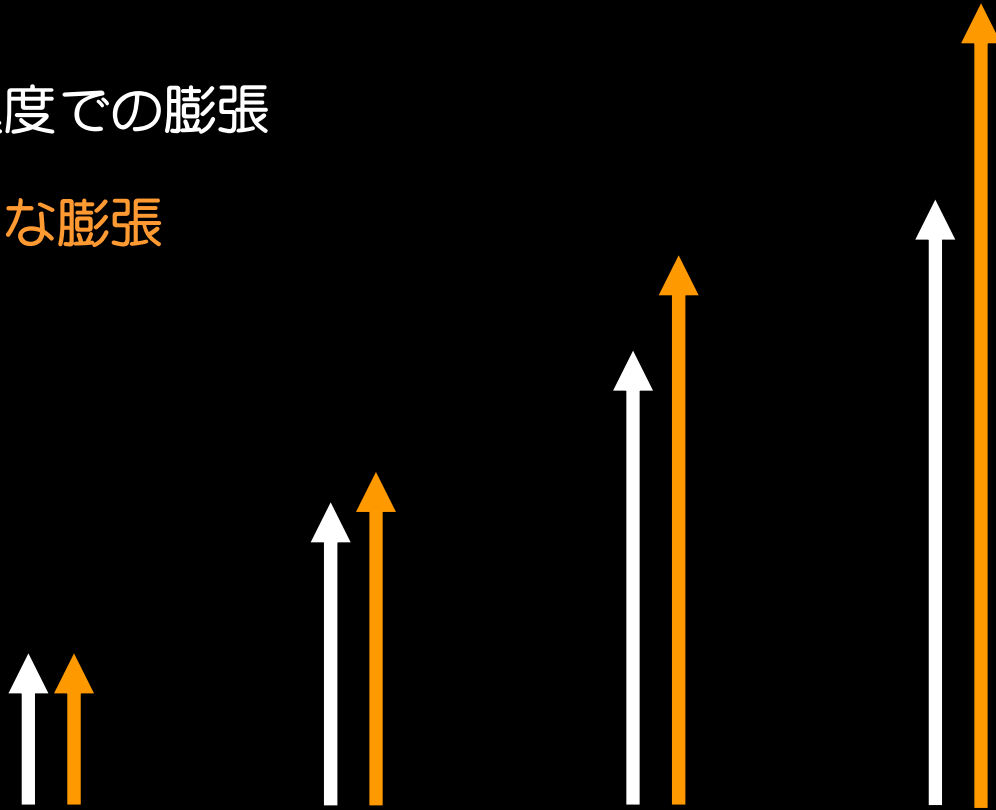
減速膨張

過去 ← 宇宙の年齢 → 未来

宇宙の加速膨張

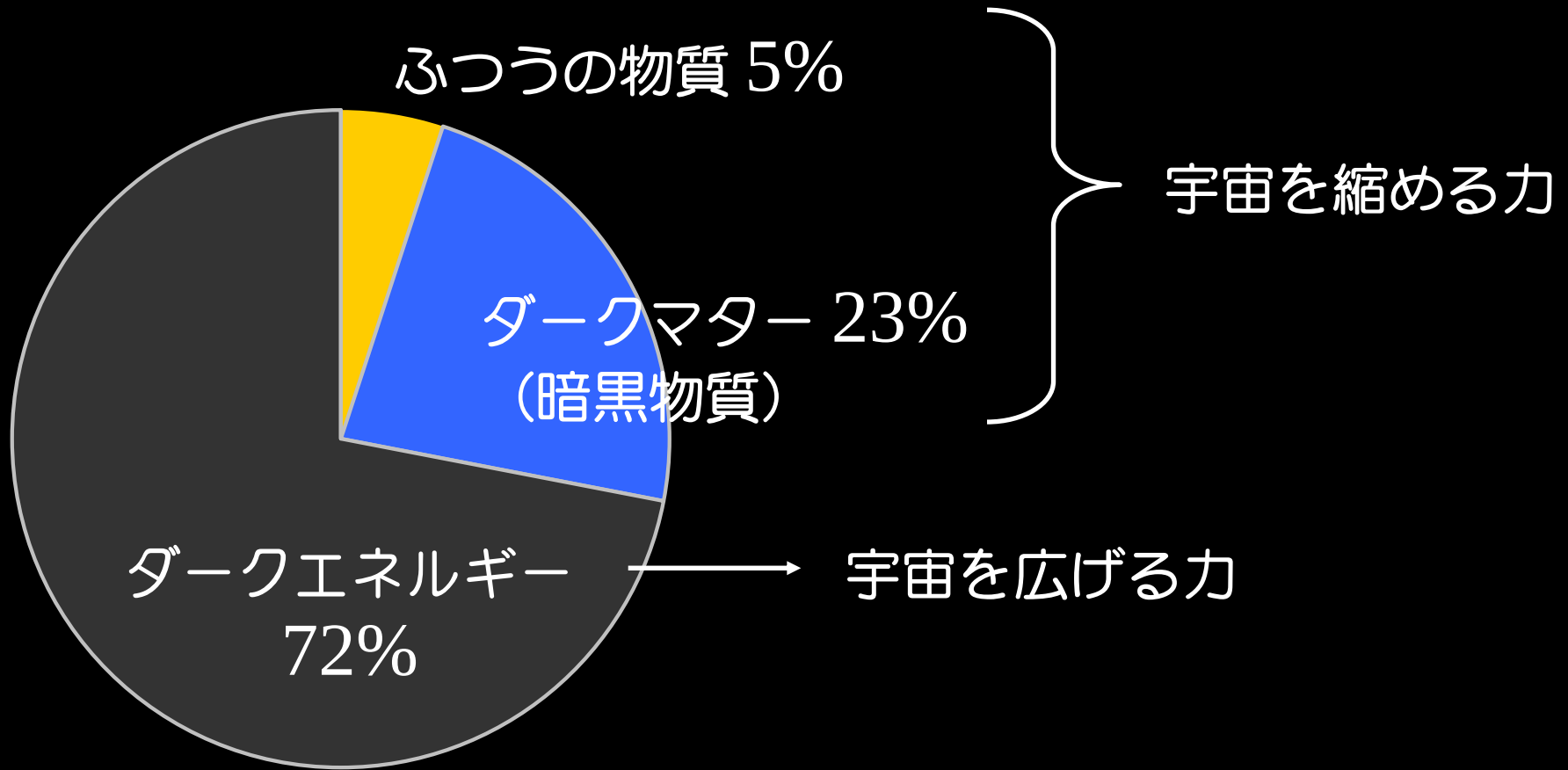
→ 一定速度での膨張

→ 加速的な膨張

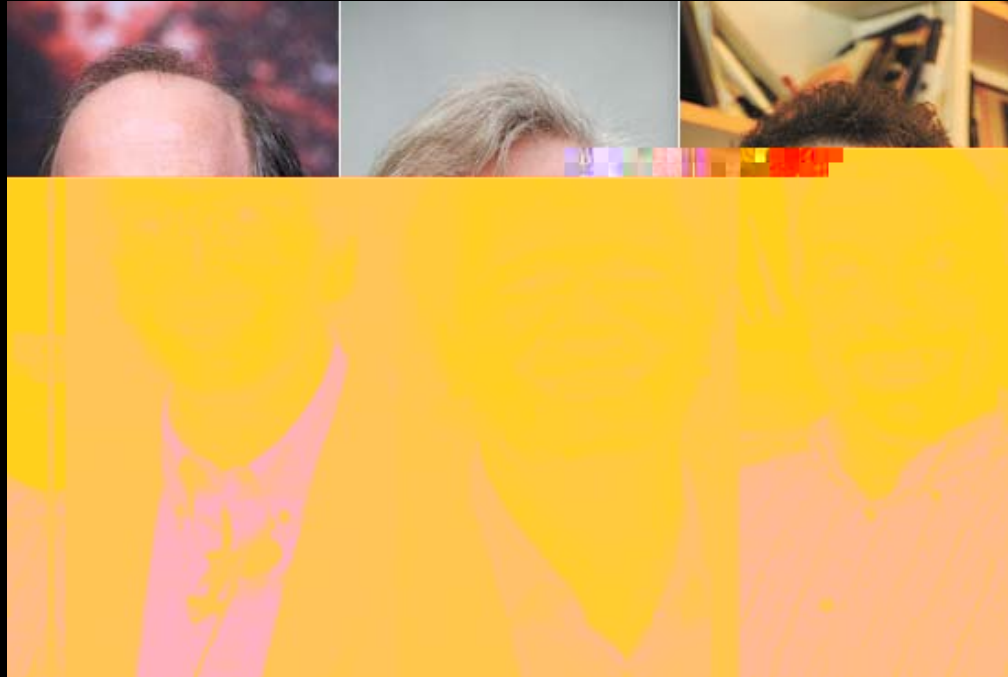


加速膨張するにはエネルギーが必要
ダークエネルギー

宇宙の成分表



私たちの宇宙の95%は、
未知の物質・エネルギーでできている！



“遠方超新星を用いた加速膨張宇宙の発見”