

Section 7.

超新星爆発と中性子星

7.1 超新星爆発

7.2 中性子星

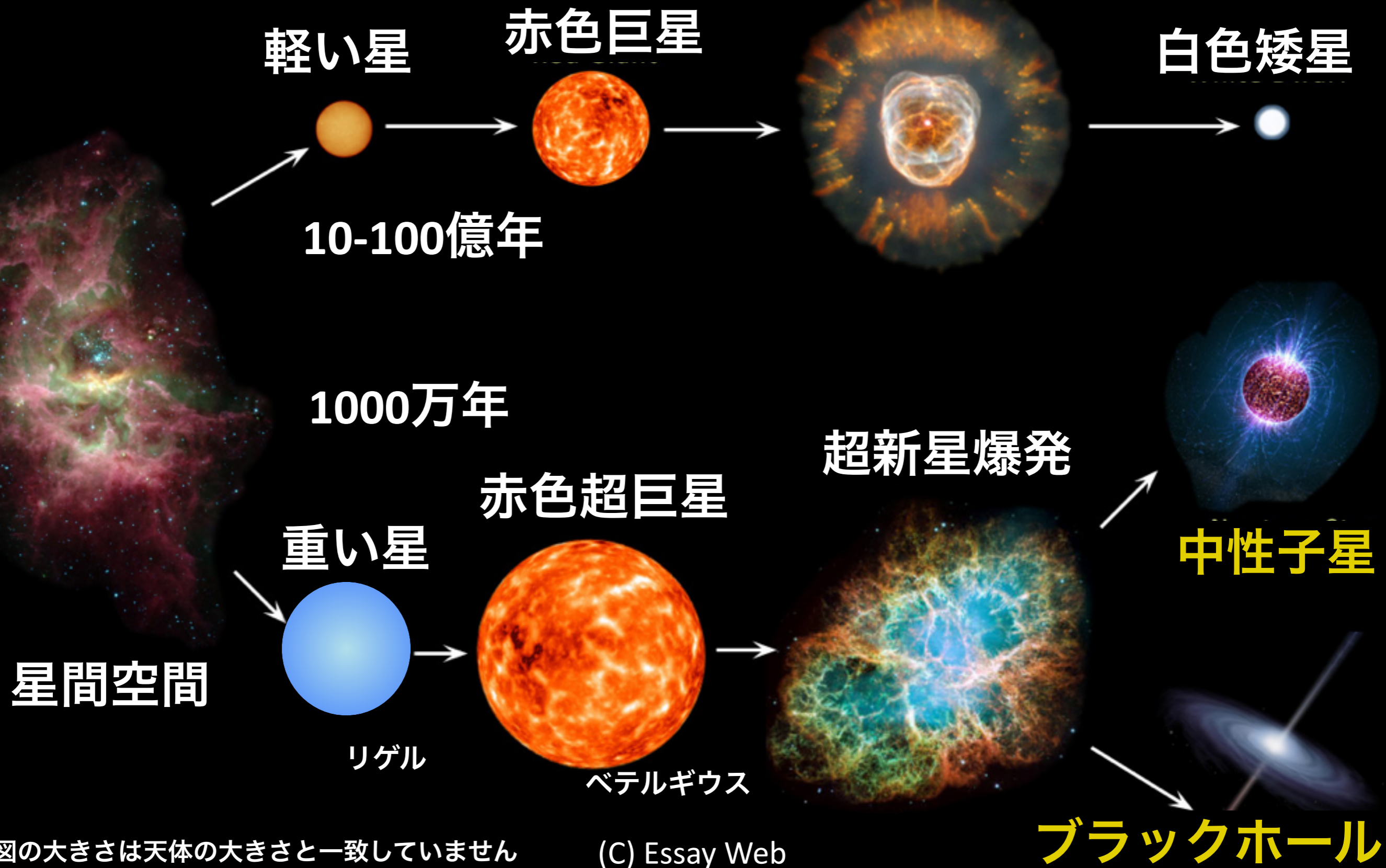
Section 7.

超新星爆発と中性子星

7.1 超新星爆発

7.2 中性子星

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

星の中のエネルギーつり合い

1粒子に関して：

熱エネルギー ~ 重力エネルギー

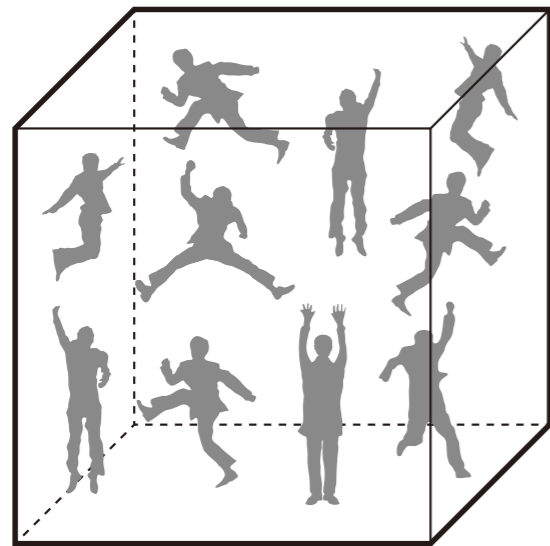
$$kT \sim GMm_p/R$$

=> 同じ中心温度であれば、RはMに比例

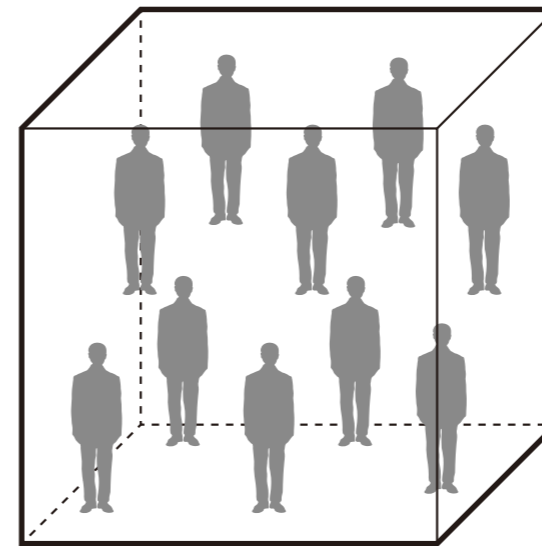
- 重い星ほど大きく、密度 (M/R^3)が低い
- 軽い星ほど小さく、密度 (M/R^3)が高い

理想気体の 圧力

普通の気体の圧力

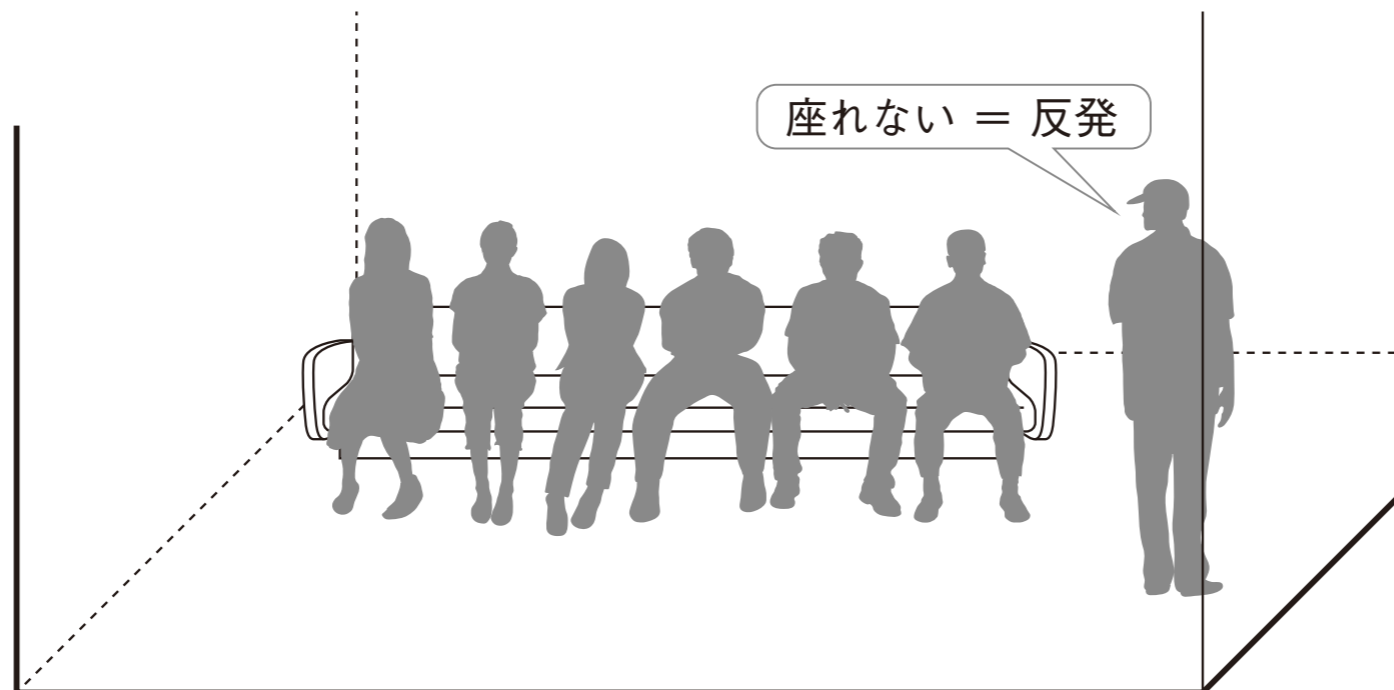


温度を下げる



圧力が下がる

縮退圧



温度がゼロでも圧力が生まれる

縮退圧

詰め込みすぎると
圧力が発生

量子力学
統計力学

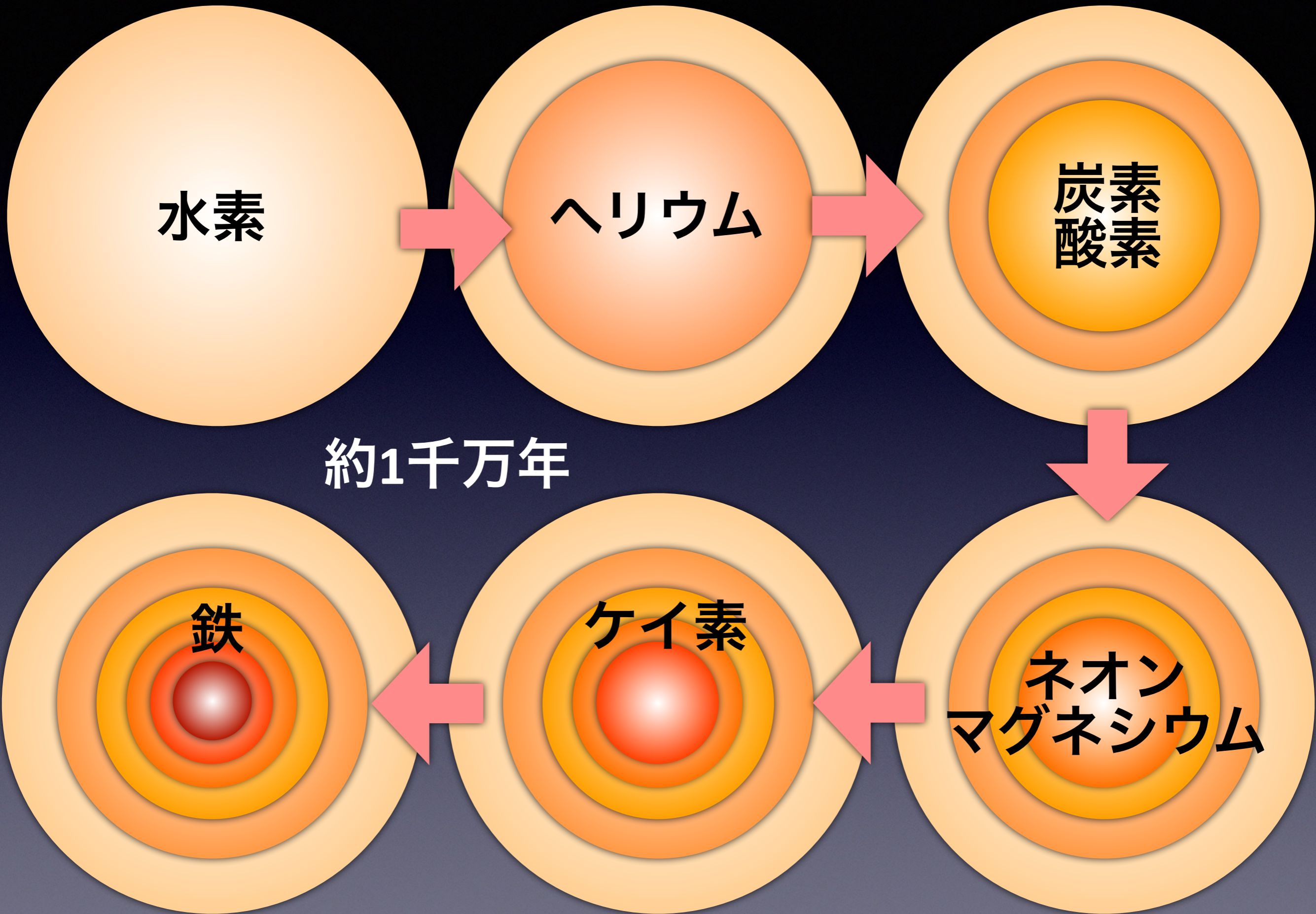
白色矮星：軽い星の最期 (縮退圧で支えられた星)



超新星爆発：重い星の最期



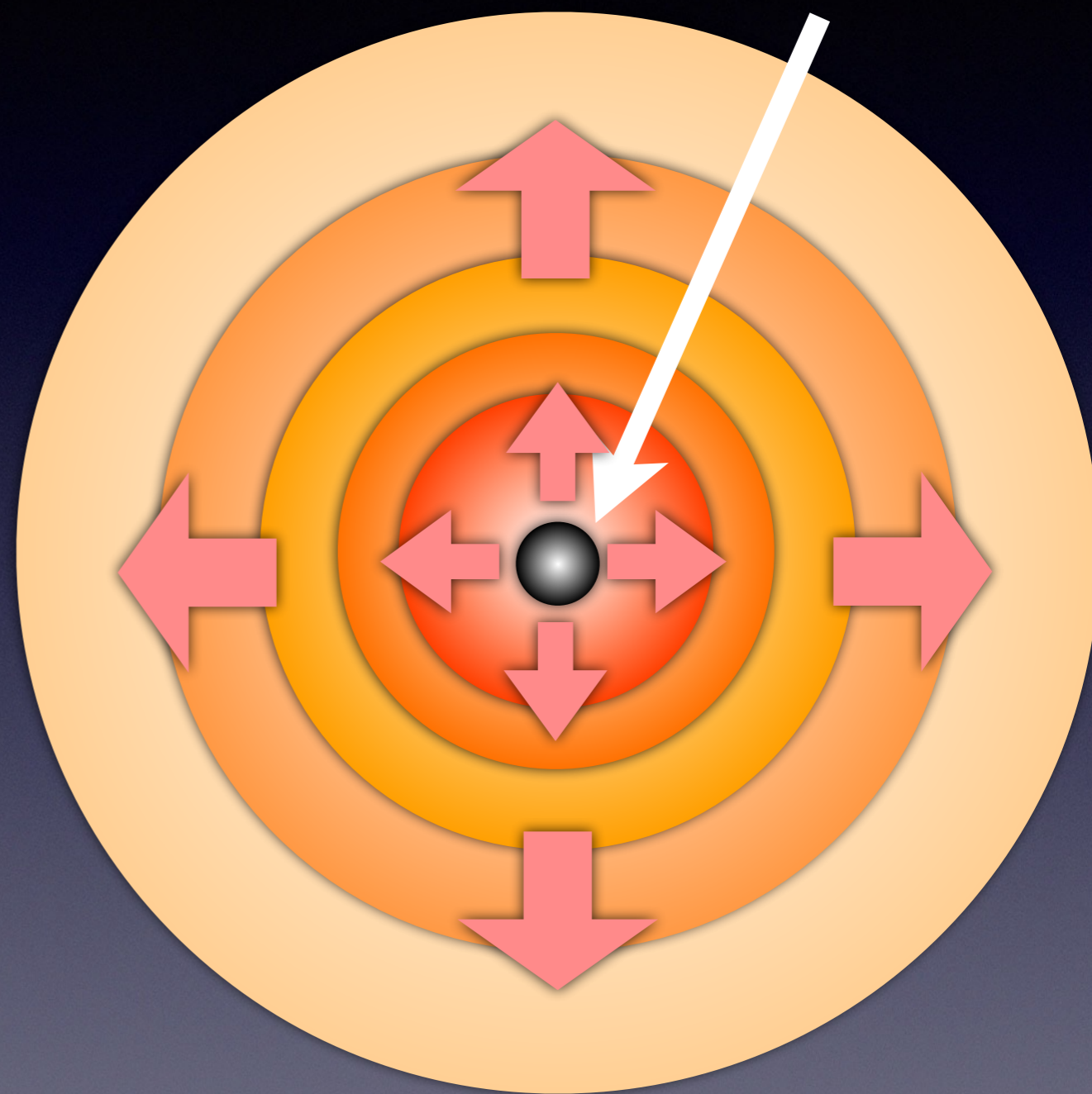
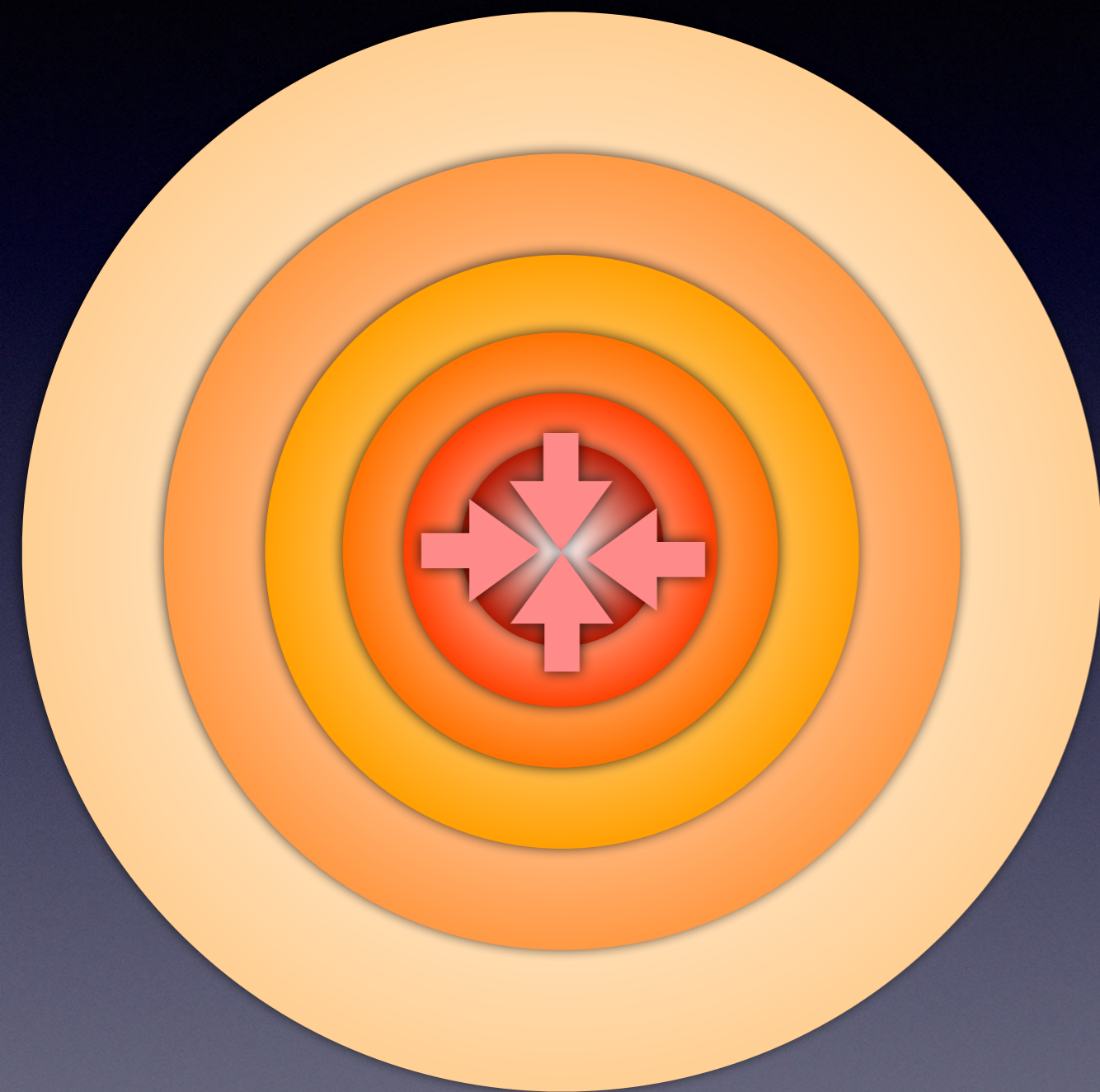
NASA/HST



図の大きさは天体の大きさと一致していません

星の「崩壊」
(< 1 秒)

中性子星



超新星爆発！

超新星爆発

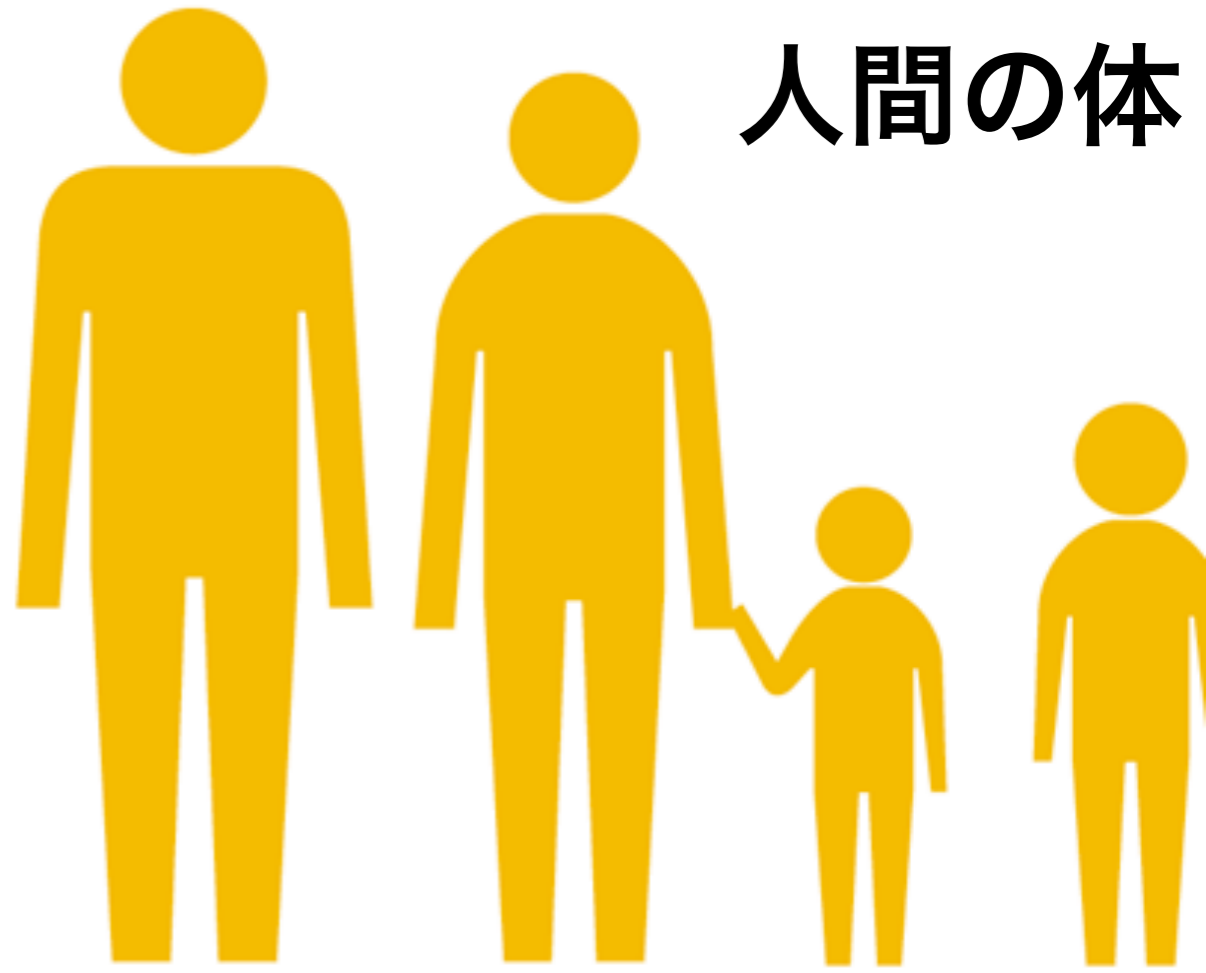
酸素・窒素

(C) NASA/HST

炭素

ケイ素

人間の体





星は爆発しているらしい
==> 星の中では何が起きているの？

超新星SN 1987A

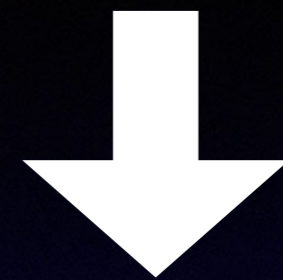
最近100年で最も近い超新星

(銀河系のとなり、大マゼラン雲、50 kpc)

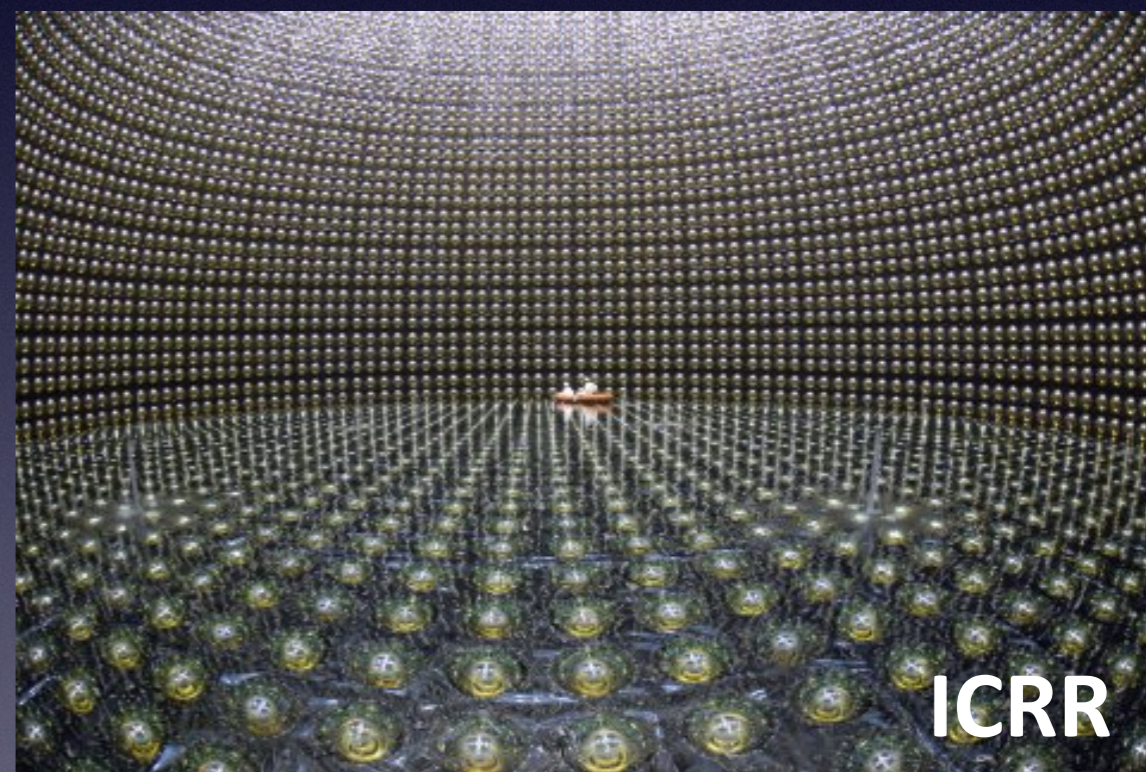
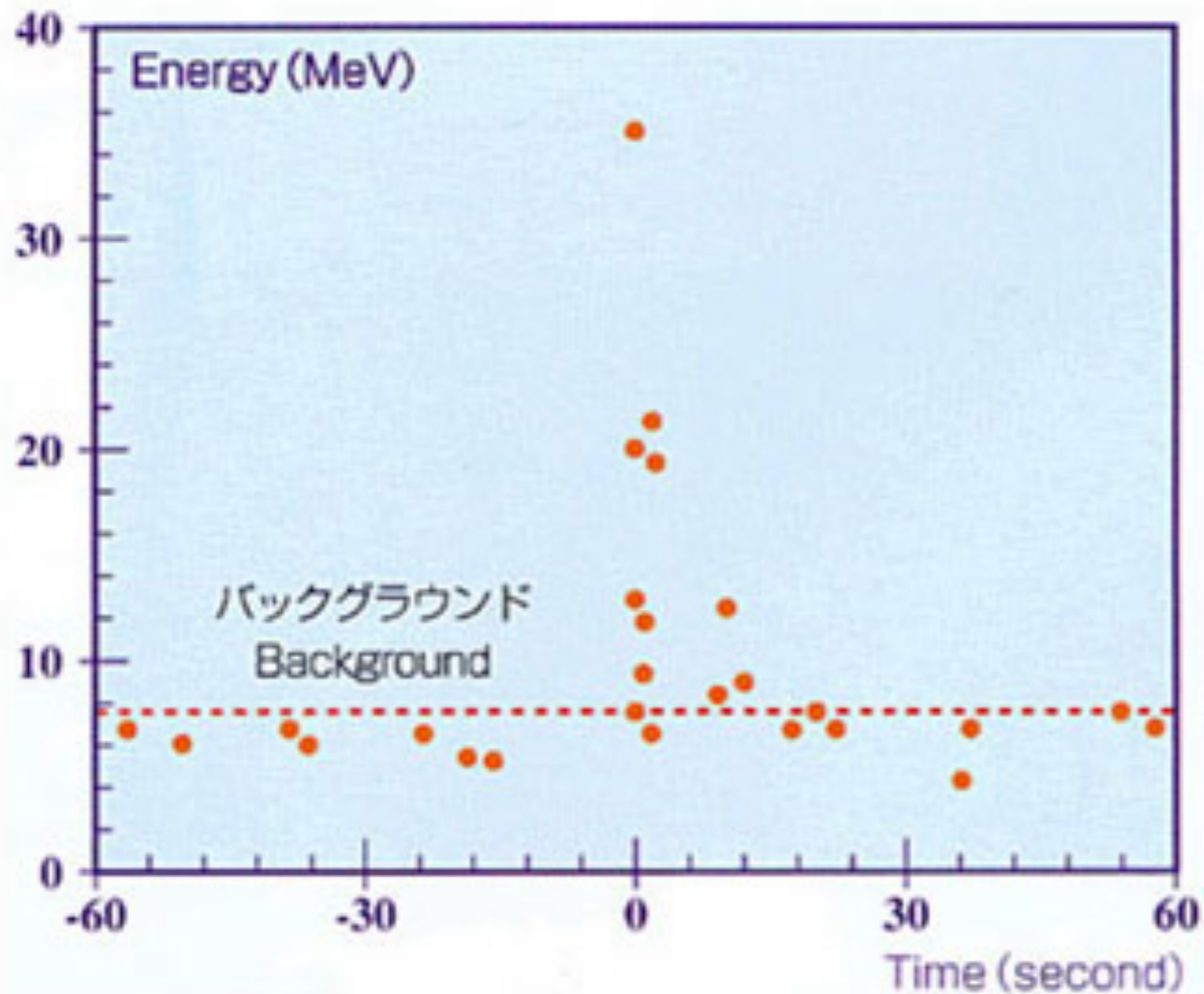


SN 1987Aから ニュートリノを検出

カミオカンデ

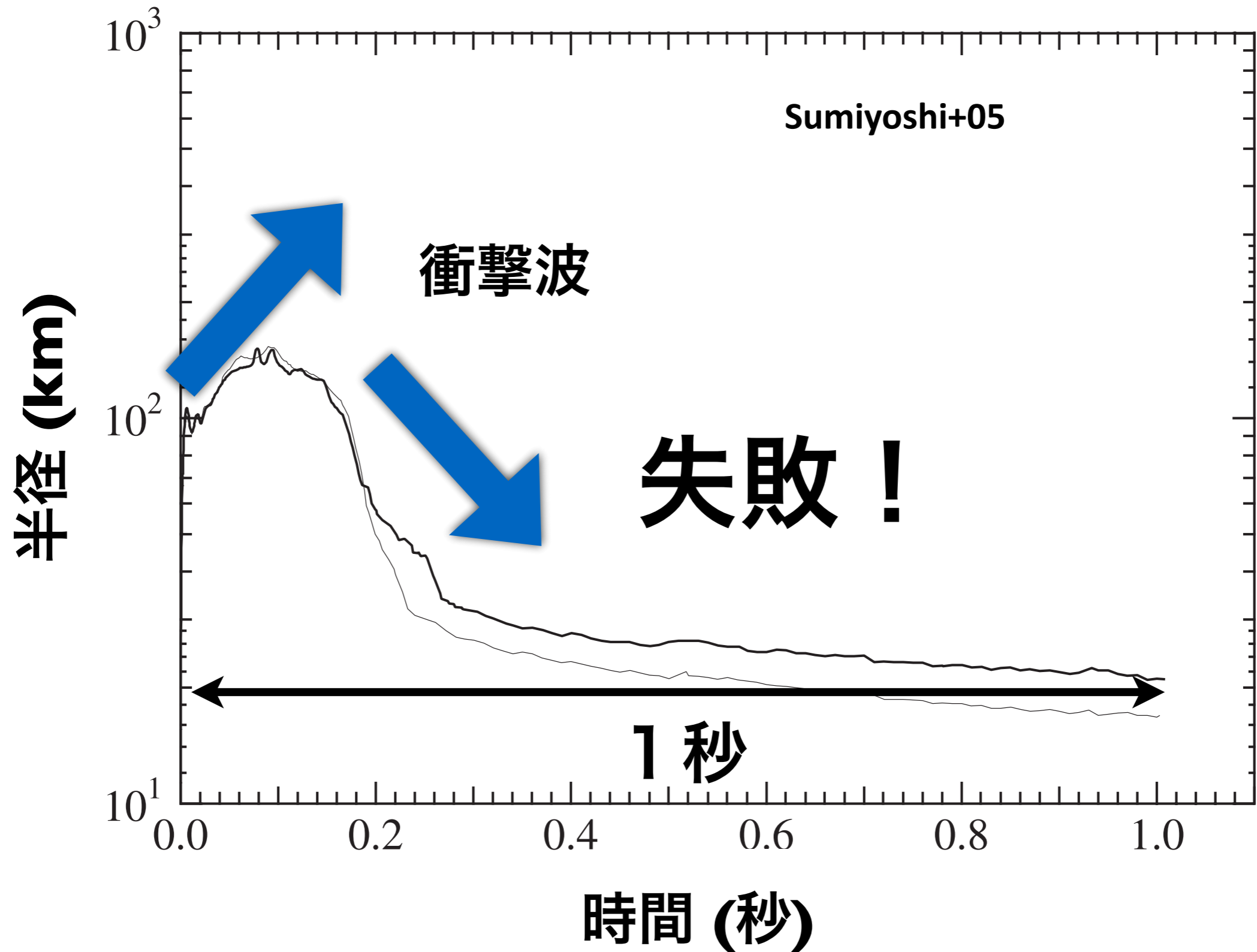


スーパーカミオカンデ



超新星爆発で大量のニュートリノ($\sim 10^{53}$ erg)が
放出されていることが証明された

コンピュータシミュレーションの結果 (1次元球対称を仮定)



アメリカのグループの結果

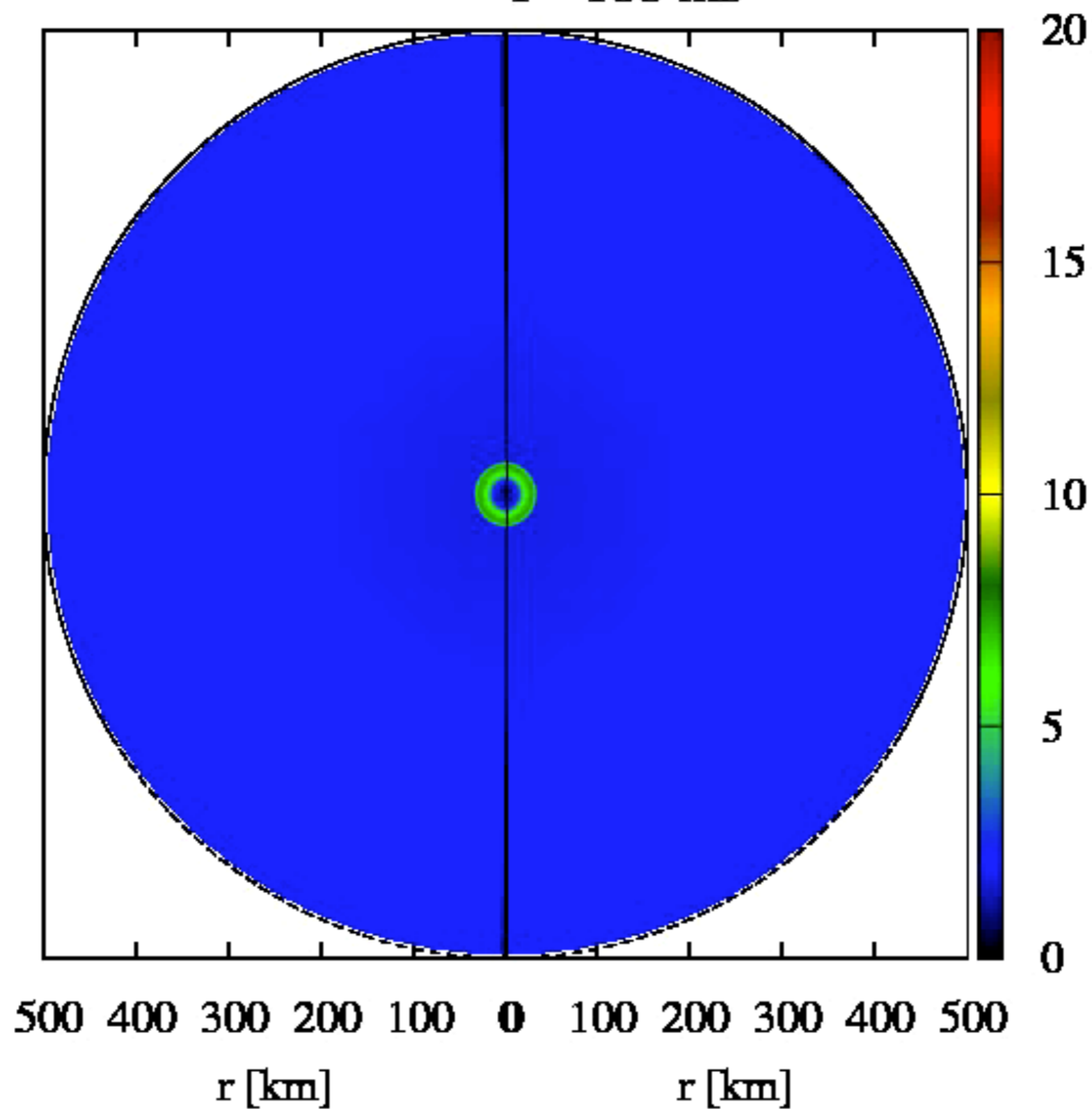
A. Burrows

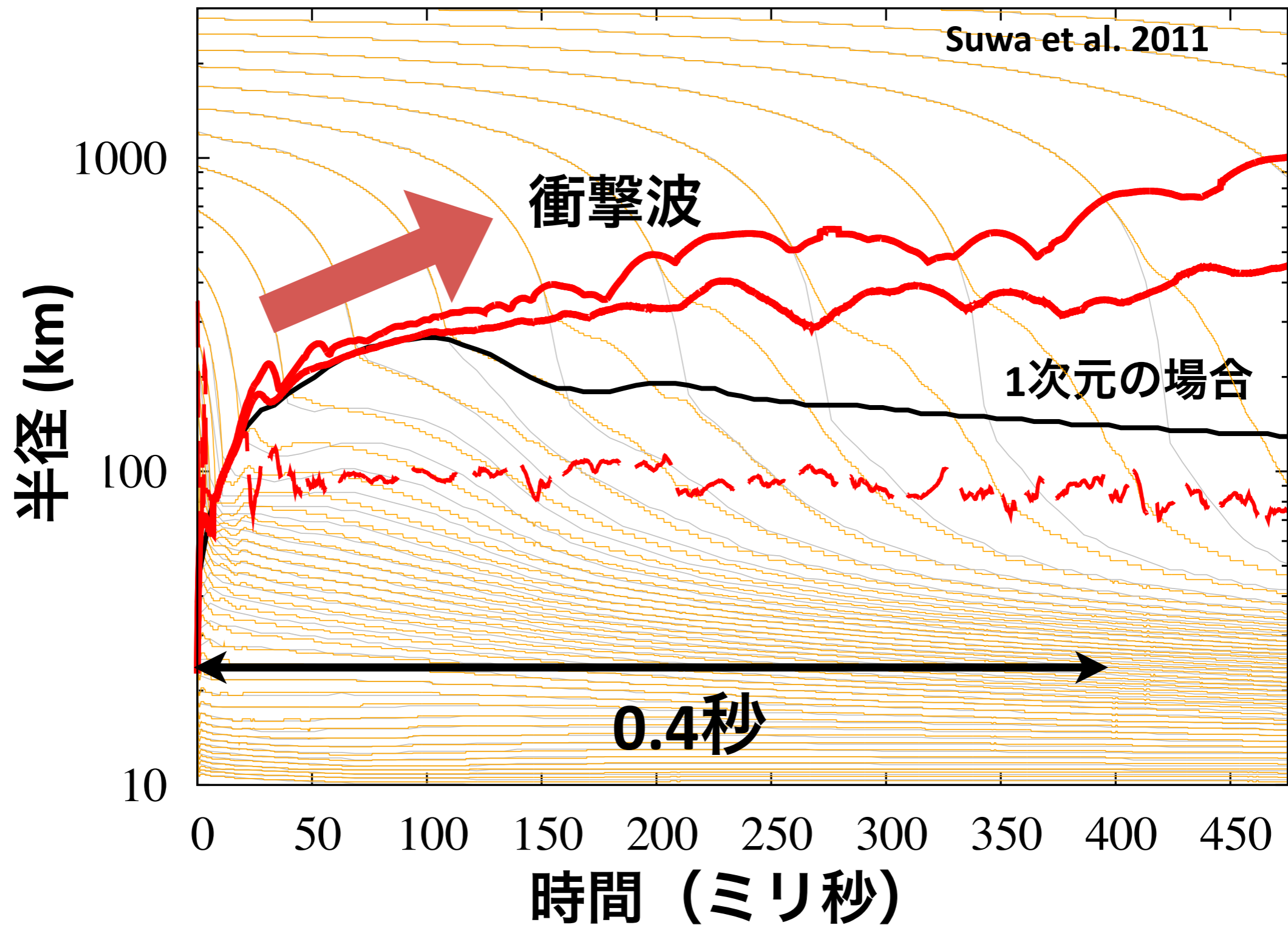
S20.0 ENTROPY
LEA VELOCITY
Time = -168.0 ms
Radius = 500.00 km

日本のグループの結果

Suwa et al. 2011

$T = 188 \text{ ms}$





まだ $E \sim 10^{50}$ erg (1桁足りない)

現代宇宙物理学の最大の謎の1つ

まとめ：超新星爆発

- 重い星は一生の最後に爆発する
- 重力エネルギーがエネルギー源
=> ニュートリノが受け渡して爆発
- 超新星爆発によって重元素が放出される
=> 身の回りの元素の起源！
- 実は詳細なメカニズムはまだ分かっていない

Section 7.

超新星爆発と中性子星

7.1 超新星爆発

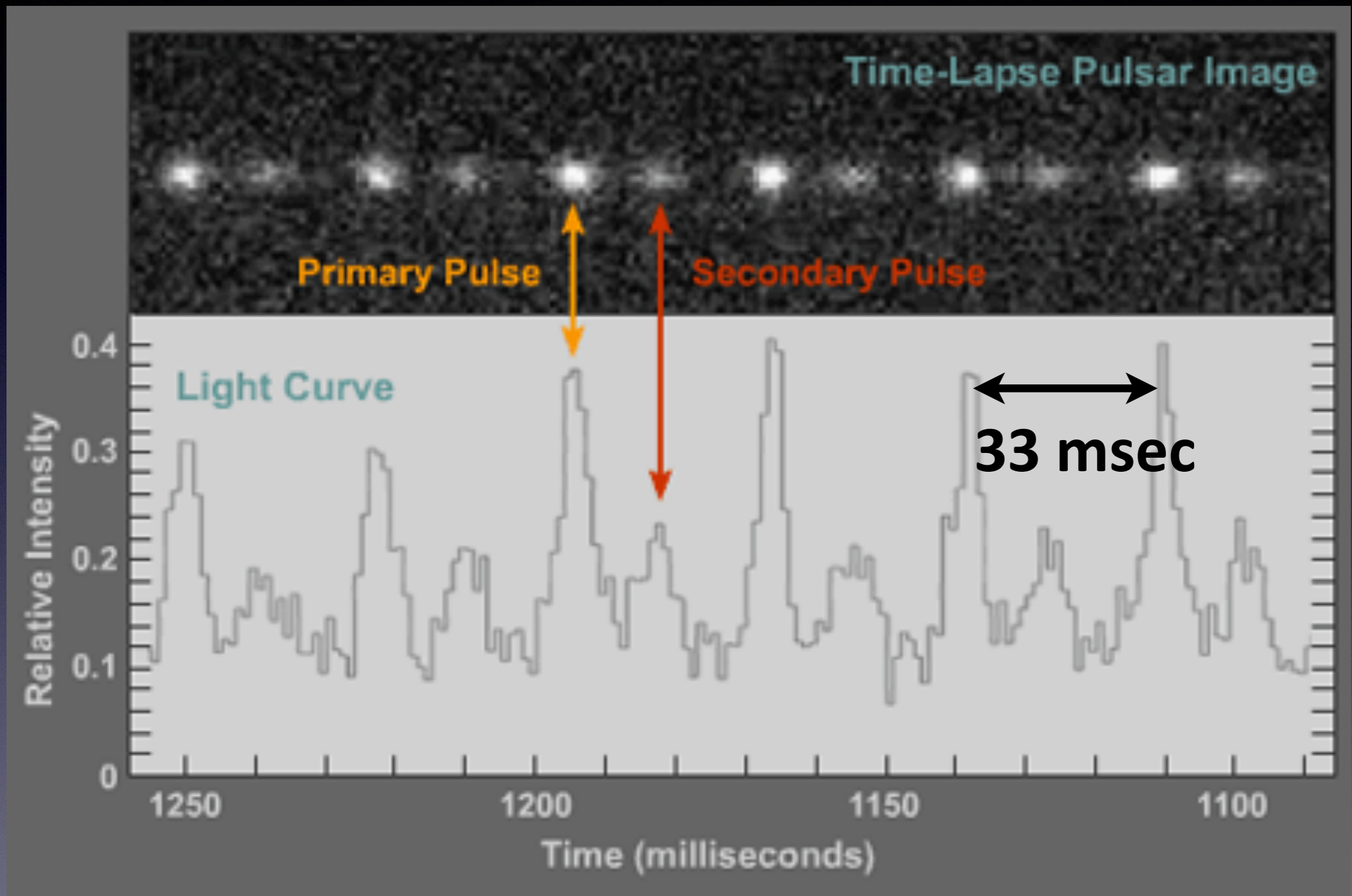
7.2 中性子星

超新星爆発：重い星の最期



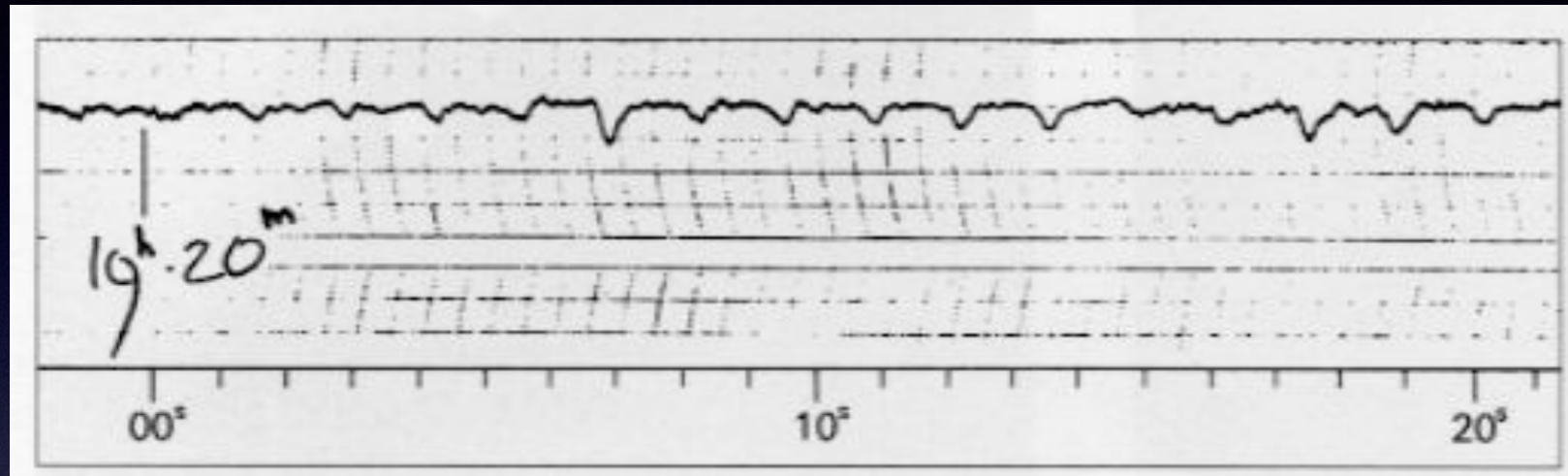
NASA/HST

「かにパルサー」 周期33ミリ秒



1967年の発見

宇宙から周期的にやってくる電波



“LGM-1”

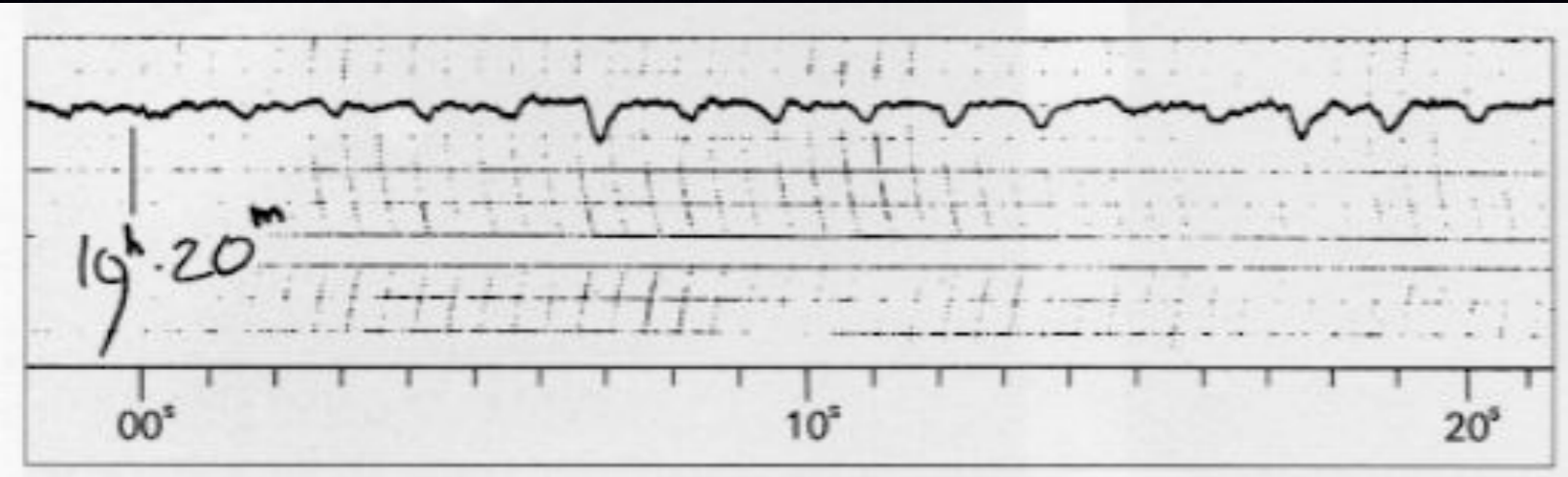
周期1.337秒

Little Green Man

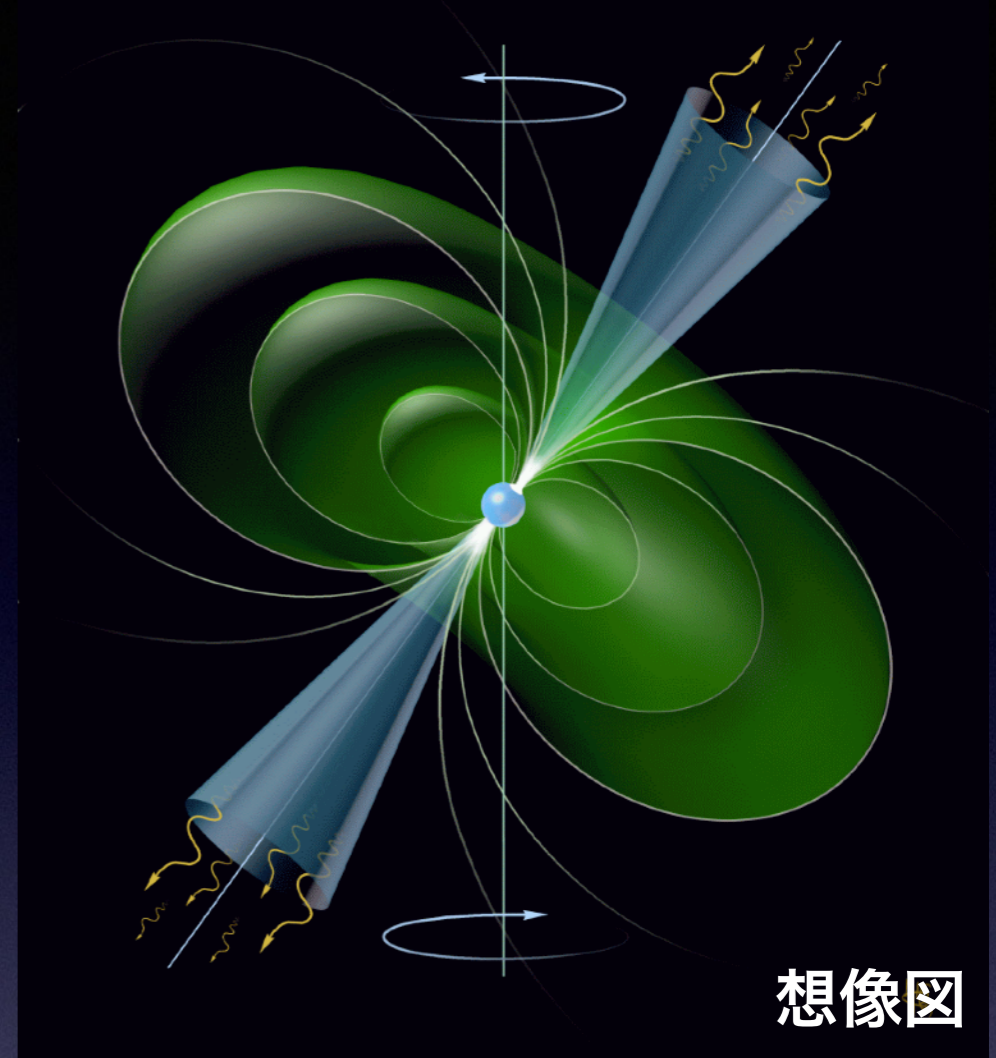


想像図

“Little Green Man”の正体



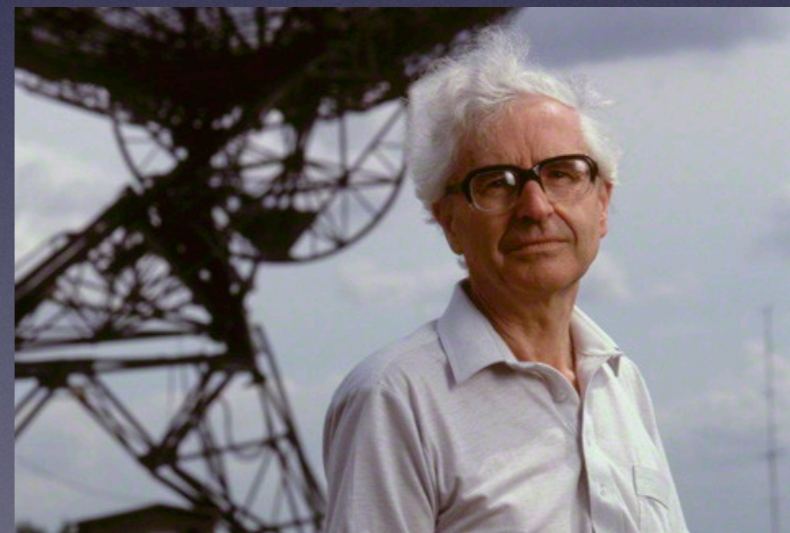
回転する中性子星！



想像図



Jocelyn Bell Burnell



Antony Hewish

1974年ノーベル賞



中性子星ってどんな星？

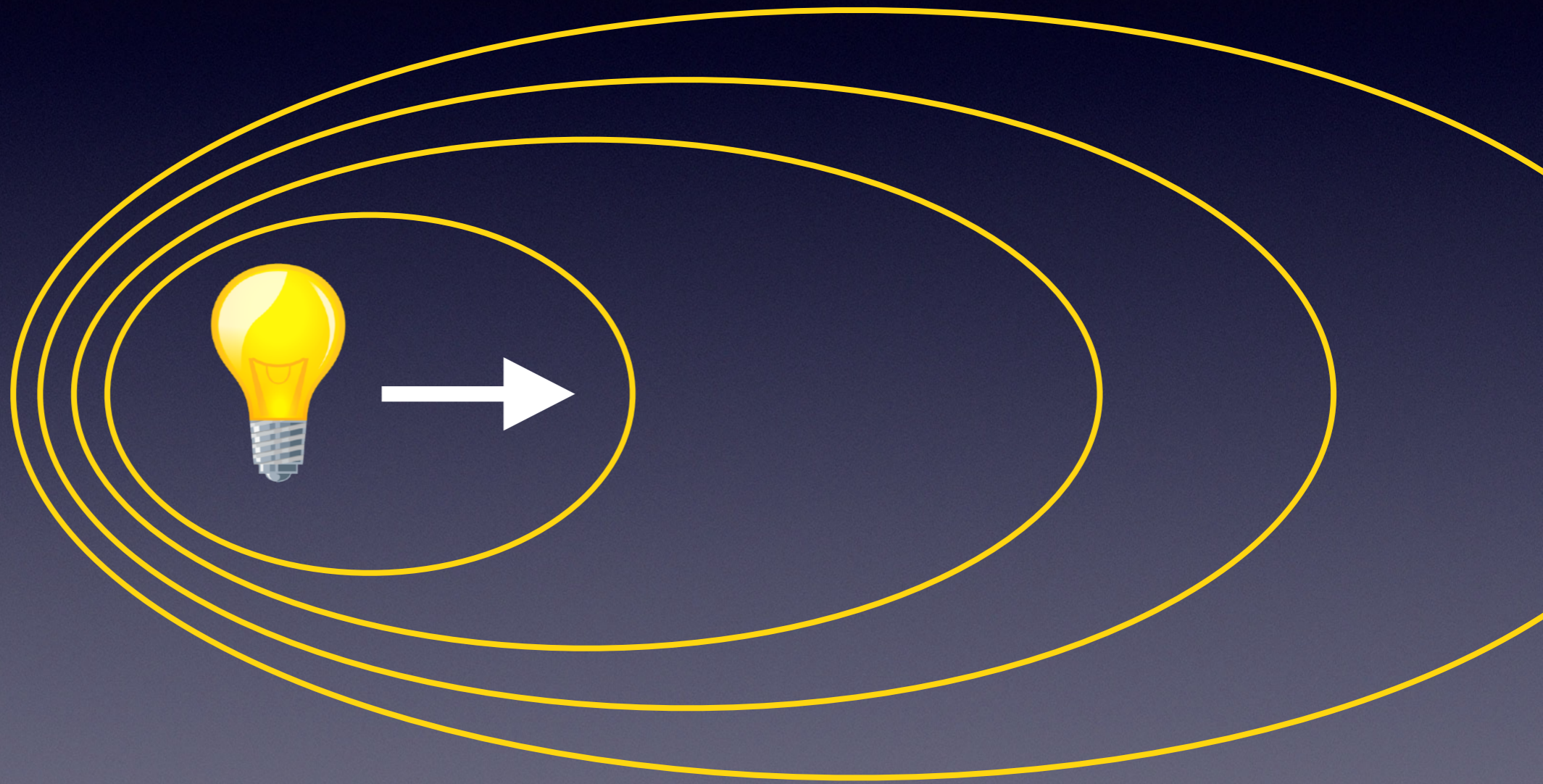
「相対論的ビーミング」

静止



「相対論的ビーミング」

光の速度に近いスピードで運動している場合



まとめ：中性子星

- 超新星爆発の後に残される極限天体
「巨大な原子核」 => 原子核物理学の実験場
- 高速回転する「パルサー」として観測される
- 回転してもちぎれない => 高密度天体
- 角運動量保存 => 小さく潰れると速く回る