

宇宙視を楽しむ(その2)
宇宙はロマンとミステリーの泉
[E] 優しい宇宙論

皆の広場 素人の宇宙考⑧

[3]宇宙の一生

Riv1 2024年8月22日
原作 2018年8月22日

シ18 永野 徹

[3] 宇宙の一生

- * (1)星の一生
- * (2)銀河の一生
- * (3)宇宙の一生
- * (4)ブラックホールの一生
- * (5)宇宙の一生まとめ

(1)星の一生

1) 星の誕生

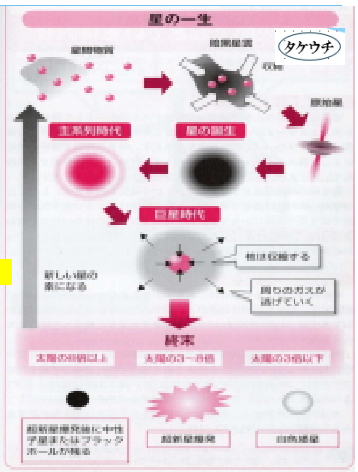
①主系列星の誕生
宇宙誕生後星間物質が集合し
星間雲を形成して重力収縮で
原始星が誕生し核融合開始。
主系列時代を終えると崩壊へ。

②星の世代交代
宇宙誕生後2億年後1世星誕生
1世星が崩壊後に2世星が誕生。

2) 星の崩壊 (ケース)

星の一生は質量で決まる太陽
の質量をM、星の質量をSとす
ると以下の4ケースに。

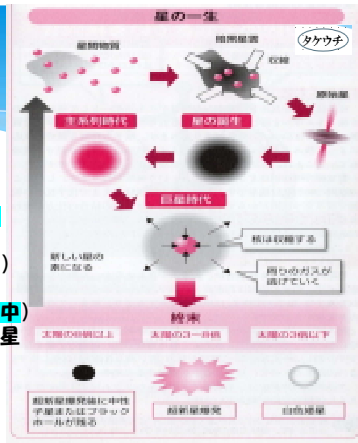
- ① $S \leq 4M$ ($H \rightarrow He \rightarrow C, O$)
・赤色巨星爆発→白色矮星
- ② $4M \leq S \leq 8M$ ($H \rightarrow \dots \rightarrow C$)
・I型超新星爆発(C)
- ③ $S \geq 8M$ ($H \rightarrow \dots \rightarrow C \rightarrow Fe \rightarrow 中$)
・II型超新星爆発→中性子星
- ④ $S \geq 30M$
・ブラックホール形成



3) 星の最後

星の一生は質量で決まる
太陽の質量をM、星の質量
をSとすると以下の4ケー
スに分かれる。

- 1. $S \leq 4M$ ($H \rightarrow He \rightarrow C, O$)
・赤色巨星爆発→白色矮星
- 2. $4M \leq S \leq 8M$ ($H \rightarrow \dots \rightarrow C$)
・I型超新星爆発(C)
- 3. $S \geq 8M$ ($H \rightarrow \dots \rightarrow C \rightarrow Fe \rightarrow 中$)
・II型超新星爆発→中性子星
- 4. $S \geq 30M$
・ブラックホール形成



①星は鉄まで崩壊（核融合は鉄元素が限界）

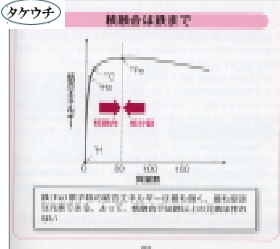
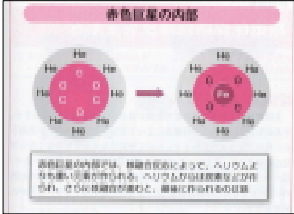
$S \leq 4M$ (H $\rightarrow$ He) $\Rightarrow$ 赤色巨星 $\Rightarrow$ (He $\rightarrow$ C, O) $\Rightarrow$ リンゴ星雲 $\Rightarrow$ 白色矮星
 $4M \leq S \leq 8M$ (He $\rightarrow$ C) $\Rightarrow$ I 型超新星爆発 $\Rightarrow$ 中性子星
 $S \geq 8M$ (C $\rightarrow$ Fe) $\Rightarrow$ II 型超新星爆発 $\Rightarrow$ 中性子星
 $S \geq 30M$ 巨大な中心部重力：スーパーハイパーノバ $\Rightarrow$ ブラックホール誕生

$S \geq 8M$ ：II 型超新星爆発

鉄より重い元素はできない

H, He, C, O 誕生後に Fe $\rightarrow$ 中性子星に変化
更に崩れてきた外層が中心核で吹き飛ぶ

タケウチ



② II 型超新星爆発(例)：明月記(1054)

世界で8件記録有り、その内3件は明月記。

明月記(1192~1233)：藤原定家の日記出所は安倍隆陽師より

明月記(藤原定家の日記)
3件：テイカズラで有名

カニ星雲1054残骸M1
II 型超新星爆発

- * 藤原定家(1162~1242)
- * 晩年、陰陽氏安倍恭俊から聞いた情報を3件記載。(世界で全8件)
- * ①1006年5月1日：半月明るく輝く
- * ②1054年：世界で初超新星記録
カニ星雲超新星爆発
23日間、星間も見えた
地球から6400億光年
- * ③1181年8月7日：カシオペア座



③太陽の一生 (S=M) (画像は太陽に似たM27)

＜円輝部：惑星状星雲、中心部：白色矮星＞

- ・太陽の最後は地球の公転軌道程度まで膨張して惑星状星雲となり中心部白色矮星
- ・放出されたガスは低温低密度で見えないが大量の紫外線により蛍光発色。



(2) 銀河の一生

1) 銀河の合併吸収：(例)アンドロメダ銀河と天の川銀河

- ・アンドロメダと天の川銀河は重力で互いに近づいている
- ・「天の川銀河」は巨大な「アンドロメダ大星雲」に吸収される



2) 銀河の一生 (膨張型宇宙)

① 曲率正 (閉じた宇宙: 収縮)
② 曲率0 (平坦な宇宙: 膨張)
③ 曲率負 (開いた宇宙: 膨張)

加速膨張する宇宙の死

- 1. 1000億年後
私達の近くの銀河を残して遠くの銀河は観測不可視な領域に消え去る。
- 2. 100兆年後
残された銀河は衝突・合体して超銀河を形成し、星形成に必要なバリオンは不足して新星は誕生しなくなる。
- 3. 10³⁰年後
超銀河中心部にあるブラックホールは超銀河を呑み込んで成長するがホーキング放射で最終的には蒸発。
- 4. 10¹⁰⁰年後
限りなく絶対零度に向けて膨張続けて死んだ宇宙となると言われている

加速膨張する宇宙の死 (タケウチ)

1000億年後
100兆年後
10³⁰年後
10¹⁰⁰年後

超銀河中心部にあるブラックホールは超銀河を呑み込んで成長するがホーキング放射で最終的には蒸発。

(3) 宇宙の一生 (アインシュタイン宇宙方程式の解)

1) 宇宙崩壊パターン (開、閉、平に依存)

① 閉じた宇宙、② 平坦な宇宙 (現在の宇宙)、③ 開いた宇宙

法則	宇宙崩壊パターン	補足説明
相対性理論	① 閉じた宇宙 (有限宇宙) (有限宇宙論)	熱力学第2法則 (エントロピー) 熱は高い所から低い方へ流れる 宇宙全体が冷熱平衡状態となる
	② 平坦な宇宙 (無限宇宙) (ビッグバン膨張宇宙論)	膨張からある時点で収縮に反転し 宇宙誕生時へ逆戻り (再びビッグバン)
	③ 開いた宇宙 (無限宇宙) (ビッグバン膨張宇宙論)	ダークエネルギー密度の真実増加 により宇宙全体が加速膨張する パラバクとなり宇宙が崩壊状態となる
量子論	④ 真空崩壊 (真空崩壊論) (量子力学論)	「真の真空」に近い「偽の真空」 が崩壊し、真の真空の真空 状態を生じて宇宙崩壊となる

【東大・国立天文台】宇宙は少なくとも今後1400億年間存在する

① 閉じた宇宙
② 平坦な宇宙
③ 開いた宇宙

① 宇宙方程式 (アインシュタイン)

アインシュタイン方程式 (タケウチ)

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}Rg_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4}T_{\mu\nu}$$

時空の曲率 = 物質のエネルギー密度

宇宙の膨張

宇宙の収縮

宇宙の平坦化

開いた宇宙

閉じた宇宙

平坦な宇宙

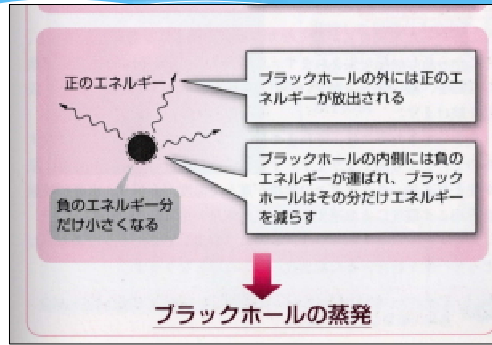
開いた宇宙

② 宇宙方程式の解 (開・柄・閉)

(三角形の内角の和で示すと)

- ① 宇宙が閉の場合 ≥ 180 度
- ② 宇宙が平坦の場合 $= 180$ 度
- ③ 宇宙が開の場合 ≤ 180 度

① 閉じた宇宙
② 平坦な宇宙
③ 開いた宇宙



◆宇宙の寿命 天の宇宙(仮称)は数種類の小宇宙で構成される?。(「私達の住む宇宙」も小宇宙の一つ) 最終の宇宙 永野

分類	時間・寿命			備考
	細胞 分裂 周期	1世代年	小宇宙の寿命 細胞大	
① 小宇宙				無窮大の小宇宙がある・無窮大の広い空間
② 大宇宙(銀河)				4次元(X・Y・Z軸+時間)以上(5~11)次元 銀河は5次元(銀河系)、6次元(宇宙規模)……
③ 小宇宙				
④ 銀河の仕組み(小宇宙)				≥1400億年(最大銀河は「9」・「n」後137億年経過)
⑤ 天の川銀河				$10^{10} \sim 10^{12}$ 年(宇宙平均寿命) 40億年をアンドロメダ銀河に吸収される?
⑥ 太陽系				10^{10} 年(銀河系衝突で消滅)40億年をアンドロメダ銀河に吸収される (50億年経過済み)
⑦ 地球				≈100億年(残り≤50億年) MAX100億年? (太陽系寿命に依存)通星衝突
⑧ 生命体				(参考) 10^{20} 年 ≈1億年 DNA:「n」97・3300・97 地球環境生存期限
⑨ 人間寿命				(参考) 10^{18} 年 ≈1万年
⑩ 人間寿命				(参考) 10^{12} 年 ≈1億年 生存の条件(衝突頻度・温度・水・空気等)
⑪ 人間寿命				人生100年時代?

宇宙視を楽しむ(その2)

宇宙はロマンとミステリーの泉

【E】優しい宇宙論

- 皆の広場 素人の宇宙考⑨
- ※
- ※
- ※ **[4]宇宙論誕生直後の詳細**
- ※ **[5]宇宙崩壊シナリオ**
- ※
- ※ Riv1 2024年8月22日
- ※ 原作 2018年8月22日
- ※
- ※ シ18 永野 徹