自然の階層構造と進化

1. 自然の階層性ー構造系列と相互作用ー
   宇宙の広大さと豊かさとその原因

2. 宇宙の進化
   ビッグバン宇宙＝火の玉宇宙
   膨張宇宙
   天体(星)の宇宙
3. 元素はいつどこでどのようにつくられたの？
   ビデオ「元素誕生の謎にせまる」鑑賞
4. 宇宙誕生のシナリオ？ー量子宇宙ー

1. 私たちの宇宙の広大さと豊かさ

- **地球**：半径は６４００キロメートル
  光は1秒間に地球を７回り半進む
- **太陽と惑星**：地球から太陽まで光でも約8分かかる！
  太陽は現在約５０億才で、今後約５０億年は
  燃え続ける！

- **銀河**：数千億ー1兆個の太陽（＝恒星）を含む
- **私たちの宇宙**：数千億ー1兆個の銀河を含む

- 私たちの宇宙は光が通過するのに約１４０億年が必要なくらい広大である！
- 各階層ごとに独自の構造がある

2. 膨張している現代の宇宙と超高温・超高圧の初期の宇宙

1920年代：フリードマンによる一般相対論の解

「宇宙(空間) の膨張の可能性」

1920年代：ハッブルの法則

お互いに遠ざかる種々の方向の銀河の後退速度が相互の距離に比例する！

→ 銀河がはりついている空間自体の等方的な膨張

1940年代：G.ガモフのアイデア

「初期宇宙は超高温・超高圧 (＝火の玉宇宙)」

「すべての元素は初期宇宙で一挙に生成された」

←ガモフはフリードマンの学生であった

1945年の最初の原爆実験への立会い「巨大な火の玉」を目撃

1960年代：ペジャース、ウイルソン

宇宙背景放射 (3度K) の観測

=原初大爆発(big-bang)の余熱、残光

3．元素（原子の芯である原子核）はいつどこでつくられたのか？

1)すべての物質（物体）は原子からできている。

原子は原子核と電子から構成されている。

2)いろいろな物質の合成は構成される原子の組み合わせの変更にすぎず、素材としての原子はほとんどの場合、不変であること。

３）原子の芯（原子核）が重さの大部分を占めること、原子の性質は電子の個数で決まり、電子の個数は原子核を構成する陽子の個数で決まること。

４）原子核の変化があるのは、自然界では放射性崩壊の場合だけであり、特殊な実験装置（または核爆発）でなければ、原子核の変換や合成はできないこと。

それでは、地球の素材や私たちの体や生物の材料である炭素やいつも呼吸している酸素原子の芯はいつ、どこで、どのようにつくられたのだろうか。

答え

（１）水素、ヘリウムなど軽い元素は私たちの(約140億年前の)宇宙の始まりから約3分間に合成された。

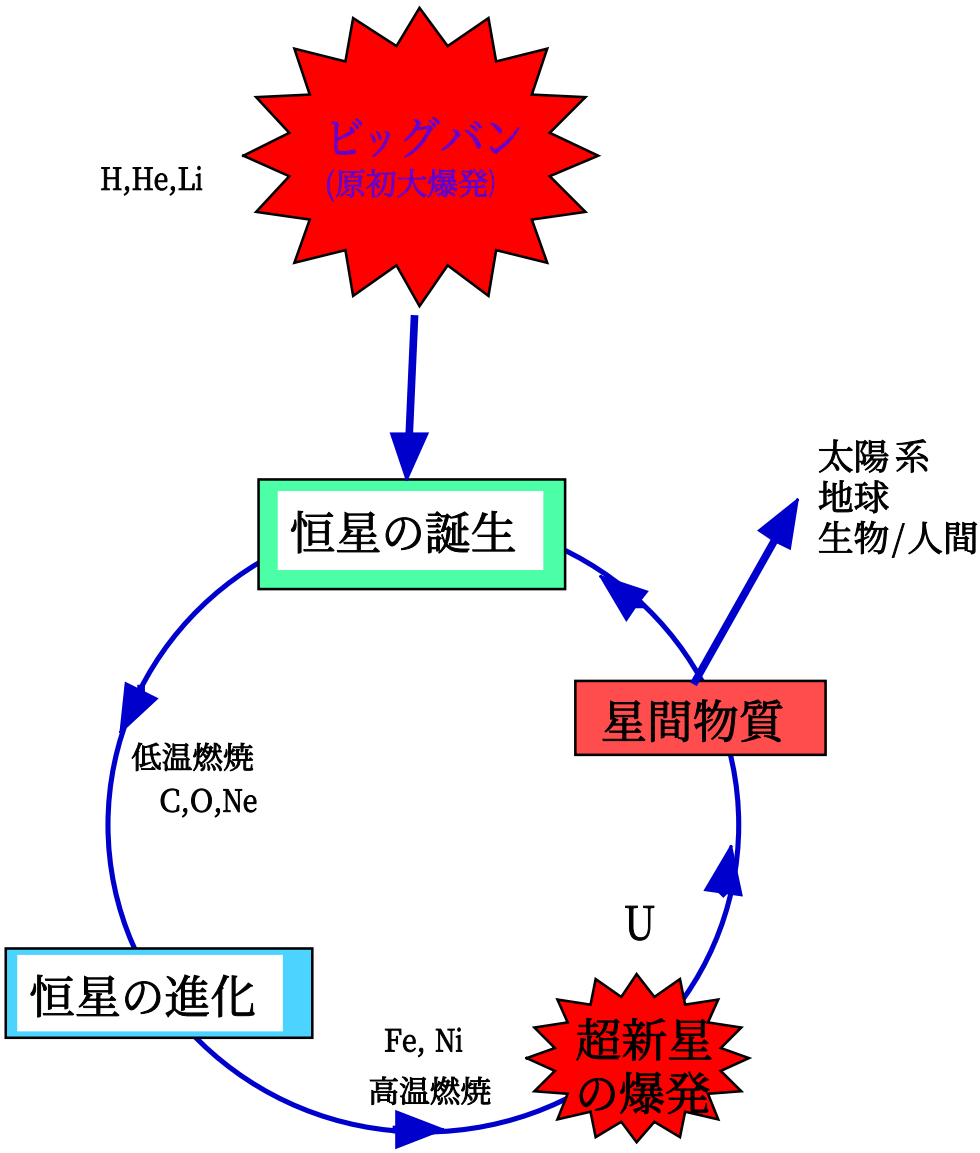
（２）炭素、酸素などから鉄までの原子核は星(恒星)の内部でゆっくり合成される。

（３）鉄より重い、金、銀、鉛、ウランなどは星の最後の段階である超新星の爆発直前に合成されて、爆発とともに宇宙空間に飛び散り、それらが集まって太陽系の惑星になった

（４）地球では生命が誕生して40億年間、生物の盛衰があり、進化がゆっくり進行している。

宇宙と星と私たち

宇宙における元素合成と私たち



参考文献

- 池内　了「宇宙進化の構図」（大月書店）
- ビデオテープ「元素の起源を探る」（理研編）
- 佐藤文隆、松田卓也「相対論的宇宙論」（講談社ブルーバックス）
- 佐藤文隆「量子宇宙をのぞく－時間と空間のはじまり－」（講談社ブルーバックス）