

星の一生

1 はじめに

「星は生きている」と耳にしたことはありませんか。宇宙には無数の星が存在しており、大きさや場所によって、その生涯はさまざま。星はどのように生まれ、終わりを迎えるのでしょうか。

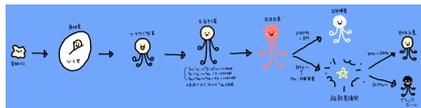


図 1: 星の一生

2 誕生

2.1 分子雲

宇宙には主に水素やヘリウムからなる星間ガスというガス物質が広がり、密度が高い領域と低い領域に分かれています。銀河系全体の平均的な密度は約 10^{-25}g/cm^3 (1cm^3 に水素原子 1 つ) 程度ですが、星間ガスの低温領域の密度はその数百～数百万倍。この領域はエネルギーが低いため、単独の原子でいるよりも安定な分子状態の元素が多く、分子雲と呼ばれます。星形成の舞台、星のおふとんです。

2.2 原始星

分子雲内部には分子雲コアという高密度のガス塊が多数存在しています。これらのコアは自身の重力により中心へ自由落下していますが、約 10 万年で収縮が落ち着き中心部の大きさが安定します。星の赤ちゃん、原始星の誕生です。

3 進化

3.1 T タウリ型星

原始星誕生後、星周ガスが原始星へと落下を続け、周辺では極方向へ質量

を放出する双極分子ジェットが起こります。これらの活動が弱まるとゆっくり収縮する T タウリ型星が残ります。

3.2 主系列星

周辺的气体がより希薄になり、T タウリ型星が収縮に伴って高温高密度状態になると、水素からヘリウムを合成する核融合反応が始まります。このように核反応で輝く星を主系列星と言い、太陽程度の質量の星であれば約 100 億年をこの状態で過ごします。人間でいう成人のようなものですね。

3.3 赤色巨星

主系列星の中心部に核融合反応の燃料である水素がなくなると、ヘリウムが核となり重力収縮します。水素燃焼殻の位置はほぼ一定に保たれているため、殻付近の内側の密度や圧力は急激に減少します。このとき燃焼殻の内側と外側でつり合いを保つために殻外の圧力や密度が減少し、外層が膨張します。主系列星の光度は質量に依存するため、巨星化しても光度はほぼ一定に保たれます。表面積が大きくなることで星の外層温度が低下し、星の表面が赤くなります。これが赤色巨星です。

4 終末

4.1 白色矮星

太陽質量の 0.08～8 倍の主系列星は核融合反応が終わると、白色矮星と呼ばれる高密度の中心核のみの天体に変化します。核融合反応が終わるタイミングは星の質量に依存し、太陽の 0.46 倍よりも小さければ水素がヘリウムになった時点、大きければヘリウム燃焼

によって炭素や酸素ができた時点で、次の反応に必要な温度に達しなくなり白色矮星となります。

4.2 超新星爆発

質量が太陽の 8 倍以上の星は、中心温度が 8×10^8 度に達し、炭素や酸素の核反応による元素合成が起こります。最も安定な原子核をもつ鉄が合成されると、周りからエネルギーを吸収した原子核が中性子とヘリウムに分解します(鉄の光分解)。これは周囲から熱を奪う吸熱反応であるため、熱によって支えられていた中心核の圧力が一気に下がることで重力圧潰し、中心核全体が中性子の塊になります。このとき生じるエネルギーの 99 %が外層部へ解放され、星全体の爆発、重力崩壊型超新星が起こります。太陽質量の 8～30 倍の星は超新星爆発後、中心部に太陽程度の質量の中性子星が残ります。

4.3 ブラックホール

星の質量が太陽の 30 倍以上になると、超新星爆発後の中心核はブラックホールになると考えられています。ブラックホールとは、質量が大きく半径が小さいため、光が脱出できないほど時空の曲がり大きい天体です。

5 おわりに

このように、遠くで輝いているだけに見える星たちも、実は個性豊かなのです。晴れた夜は空を見上げて、星の一生に思いを馳せてみませんか。

参考文献

- [1] 福江純, 『完全独習現代の宇宙物理学』, 講談社 (2015).