



科学の眼

まなこ

発行: 姫路科学館 (〒671-2222 姫路市青山 1470-15 電話: 079-267-3001)
<https://www.city.himeji.lg.jp/atom/>

天文シリーズ

恒星が迎える華々しい最期

超新星

Supernova

姫路科学館 学芸・普及担当 猪口睦子

■『天に客星あり』

普段見上げる夜空には毎日同じように星が並びます。ところが、それまで星が見えなかったところに突然“新しい星”が現れ、数日から数ヶ月、場合によっては1年以上にわたって明るさを変えながら輝くことがあります。古くから出現の記録が残されており²、1930年代になると特に明るい“新星”は「超新星」と分類されるようになりました³。しかし、実際に新しい星が生まれているわけではありません。星が生涯を終えて大爆発を起こしたのが「超新星」で、爆発そのものを「超新星爆発」といいます。肉眼でも見えるほど明るいものは滅多にありませんが、現代では大望遠鏡や天文愛好家による観測で毎日のようにあちこちの銀河で超新星が見つかっています⁴。



写真: 2023年5月20日、渦巻銀河 M101 に出現した超新星(星の子館(姫路市)撮影)

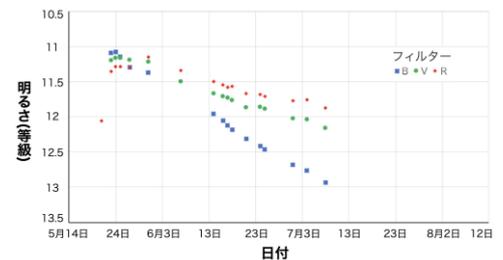


図 1: 上の超新星の光度変化の様子(なよろ市立天文台提供のものから一部改変)

■超新星には種類がある

超新星が見つかったら、その性質を詳細に調べるための追観測が行われます。波長ごとの明るさを観測する「分光観測」によって、超新星のスペクトルにいくつかバリエーションがあることがわかりました。研究が進み、超新星爆発のメカニズムには大きく2パターンあることが明らかになっています。

¹ 中国や日本の古い記録で見られる表現で、“新星”や彗星など、夜空に突然現れる天体の総称。

² 例えば、1054年の“客星”は藤原定家の「明月記」に記されており、現在かに星雲(M1)として知られる天体です。

³ “超”がつかない「新星」は白色矮星(裏面参照)の表面で起こる核爆発を指します。超新星とは別物です。

⁴ ひとつの銀河では50年に1個程度超新星が出現するとされますが、天の川銀河内では1604年を最後に記録がありません。地球から観測しづらい場所で出現したものを見逃した可能性は大いにあります。

パターン1. 重力崩壊型超新星 - 重い星の最期

星(恒星)がどのような生涯をたどるか(恒星の進化⁵)は、生まれ持った質量でおおよそ決まります。太陽質量の8ないし10倍を超える大質量星は、進化の果てに自身の重みを支えきれなくなって中心核が急激に潰れ(重力崩壊)、その反動で星の外層全体が吹き飛ぶ大爆発を起こします。それが「重力崩壊型超新星」です。ピークの明るさやスペクトル型は多様で天体ごとの個性が強く、恒星進化の奥深さを感じます。吹き飛んだ星の外層は星雲(超新星残骸)となり、残った中心核は中性子星もしくはブラックホールとなります。

パターン2. ^{いちえー}Ia型超新星 - 条件が揃うと現れる “宇宙の灯台”

一方の中・小質量星では爆発は起こりません。進化の最終盤になると星の外層がおだやかに剥がれていき(惑星状星雲⁶)、中心核が白色矮星^{わいせい}として残ります。単独で存在する白色矮星がなんのきっかけもなく爆発することはありませんが、ある条件が整うと超新星爆発を起こします。それはすぐ近くにもうひとつ星がありお互いの周りを回っている「近接連星」となっている場合で、特有のスペクトル型から「Ia型超新星」と呼ばれています。

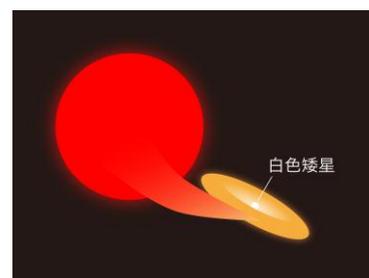


図2: 近接連星のイメージ

連星をなす相手の星から白色矮星の周りにガスが降り積もっていくと、やがて白色矮星が安定でいられる限界質量(太陽質量の約1.4倍)を超え、白色矮星全体が大爆発を起こします⁷。Ia型超新星はピークの明るさやその後の推移が天体によらずほぼ一定という特徴があるため、真の明るさを精度良く推定することが可能です。同じ明るさの天体なら遠くにあるほど暗く見えることを利用すると、Ia型超新星の見かけの明るさと真の明るさを比べることで超新星が含まれる銀河までの距離を推測できます⁸。超新星は銀河1つ分に匹敵するほど明るいいため、かなり遠い宇宙でも見つかる“宇宙の灯台”です。宇宙膨張が加速しているという、宇宙観を揺るがす大発見の証拠となったのもIa型超新星の観測でした(2011年ノーベル物理学賞、科学の眼 No. 459もご参照ください)。

■超新星と私たち

ビッグバンにより宇宙が誕生した当初、宇宙には水素とヘリウムなどの軽元素がほとんどでした。初期宇宙で誕生した星が超新星爆発を起こしたことで、宇宙空間を漂うガスに星内部で作られた多種多様な元素が混ざり、その中から次世代の恒星が生まれました。こうした営みが繰り返されていた末に私たちが存在している今の宇宙の姿があります。地球やその上に暮らす生命たちを構成するのは、元をたどれば星の中で作られ、超新星爆発によって撒き散らされた物質なのです。

⁵ 星の内部構造は自身の重力(潰れる力)と内部の圧力(支える力)とのつり合いで決まります。星の内部は高温高压となっており、水素を元に重い元素が作られる核融合反応によって生じたエネルギーを放出して明るく輝いています。核融合反応の結果、星内部の化学組成、ひいては星の内部構造が徐々に変化していく様子を、天文学では「恒星の進化」と表現します。

⁶ 小さな望遠鏡では惑星のような姿に見えたため付けられた名前で、惑星とは関係ありません。

⁷ 他に、白色矮星同士の連星が衝突・合体して起こるとい説もあります。

⁸ Ia型超新星のように真の明るさを精度よく推定でき、距離測定の指標となる天体を「標準光源」と呼びます。標準光源を使う方法のほか、天体までの距離測定の歴史や手法については投影中の全天映画「宙に架ける」でご紹介しています(2023年度末まで投影予定)。