

■随想

# 恒星・超新星の話

藤井紫麻見 (高35回)

## 恒星の爆発で生まれる超新星

私の専門分野は天体物理学です。天体の中でも特に恒星、その中でも恒星の爆発である超新星について、放射機構のシミュレーションなどを行っています。昨年のノーベル物理学賞は超新星の研究によるものでしたから、「超新星」という言葉を聞いたことがある方も多いのではないかと思います。

私が大学を卒業する直前の1987年2月にとっても明るい超新星が観測され、その縁で大学院では超新星の研究を始めました。肉眼で見えるほど明るい超新星は1606年以来約400年ぶりで、多くの望遠鏡がこの超新星に向けられ、たくさんの方の観測データが出て、その後数年間は超新星研究がさかんに行われました。

1606年当時はまだ天体望遠鏡もなく(ガリレオの



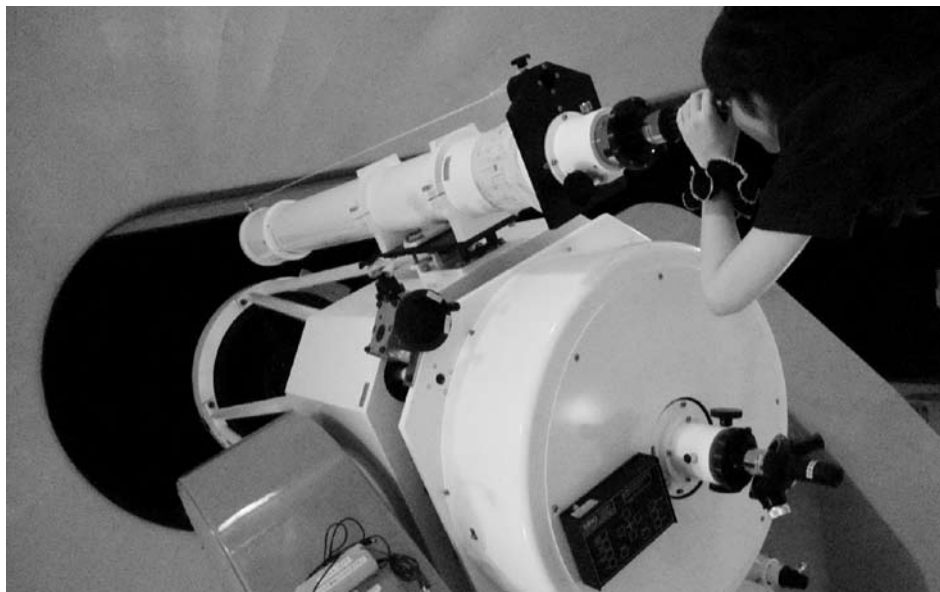
●ふじい・しおみ

日本大学教授。東京大学大学院理学系研究科天文学専攻博士課程修了、理学博士。日本学術振興会、理化学研究所を経て日本大学理工学部専任講師、2007年より現職。日本天文学会、国際天文学連合所属。

望遠鏡は1609年)、肉眼による可視光線のみで観測だったのに対し、現代は可視光線以外に電波、赤外線、紫外線、X線、ガンマ線、ニュートリノと、いろいろな種類の放射(つまり光)が観測でき、さらに写真撮影、スペクトル分析など、400年前とは比べ物にならないほどたくさんの方の観測データが出てきました。その一つが岐阜県神岡のニュートリノ観測施設によるもので、その業績で小柴昌俊先生が2002年のノーベル物理学賞を受賞されました。

天体は、月や一部の惑星を除いて、実際にその場へ行って調査することはできません。天体から来る放射を観測して、その結果から天体の性質を推測するのが私たちの研究です。

「天体の構造がこうなっていれば、Aの観測にもBの観測にもよく合う」という仮説を作るわけですが、それ



日本大学八海山セミナーハウス天文台（60cm 反射望遠鏡）

が本当に正しいかどうかはたぶん100年わからないだろうというケースが多くて、好き勝手なことが言える半面、ちょっとつまらないと思ってしまうこともあります。ですが、観測結果がたくさん出てくると興奮状態になってしまいますし、一方で観測するための装置作りにも大変な努力をしているわけです。

超新星に話を戻します。超新星は恒星の爆発で生まれますが、すべての恒星が爆発するわけではなく、主に質量の大きな恒星が超新星になります。ここで恒星の一生を簡単に説明します。

### 「赤色巨星」と「白色矮星」

恒星は星雲の中のガスが重力で引き合って密度が高くなることで生まれます。この時に集まるガスの量は様々ですが、太陽質量の約10分の1以上だと、中心で原子核反応が起こってエネルギーが発生し、自分で光を出す恒星になります。ほとんどの恒星は質量が太陽の質量以下ですが、中には太陽の100倍ほど大きい恒星も知られています。また集まったガスの質量が太陽の10分の1より小さいと水素の核反応が起こらず、自分で光を出さない惑星のような天体になります。

恒星はその寿命の間、ほぼ同じ明るさで輝き続けま

す。内部では水素原子核が4つ融合してヘリウム原子核になる原子核反応がさかんに起こっており、これが恒星の明るい光のエネルギー源となっています。恒星の明るさや寿命は質量によって大きく違い、太陽程度の質量だと寿命が約100億年なのに対し、太陽の20倍程度の質量の恒星では明るさが太陽の1万倍と明るいのですが、寿命は約1000万年と短く、太陽の半分程度の質量の恒星では明るさが太陽の40分の1くらいですが寿命は約1700億年と、質量が大きいほど明るく短命、質量が小さいほど暗く長命です。

その寿命がつかえる頃になると、恒星は膨張して数百倍の大きさになり、同時に赤くなるため、「赤色巨星」と呼ばれます。太陽の場合はおそらく金星の軌道あたりまでの大きさになると言われています。中心付近では、ヘリウム原子核が3つ融合して炭素原子核になり、さらにその炭素原子核の一部がまたヘリウム原子核と融合して酸素原子核になる反応が起こって、中心に炭素と酸素が溜っていきます。

この後の恒星の運命は、質量が太陽の概ね8倍以上か、それ以下かで大きく違ってきます。質量の小さい恒星では、やがてガスが星から出て行ってしまい、中心核（炭素・酸素のかたまり）が残ります。これは地球程度の大き

きさで、高温で白く光るので「白色矮星」と呼ばれます。出て行ったガスは広がって、白色矮星の光を受けて丸い星雲として輝きます。これは発見当初、丸くて惑星のように見えたので「惑星状星雲」と呼ばれましたが、惑星と直接の関係はありません。このガスは数千年経つとさらに広がって薄くなり、見えなくなります。また白色矮星も数10億年後か数100億年後には温度が下がって光を出さなくなり、見えなくなると言われています。

一方で質量が大きい星は、数は非常に少ないのですが、劇的な進化をします。赤色巨星になってから、中心で激しい原子核反応が起こり、いろいろな元素が作られます。次第に重い原子核が作られるようになり、中心には鉄が溜まります。この鉄の中心核は地球程度の大きさですが、ある時突然、重力崩壊という現象を起こし、あつという間に半径10km程度にまで縮んでしまいます。この時に大きなエネルギーが発生し、周囲のガスが爆発を起こして明るく輝くのが超新星です。中心核はパルサーや、さらに縮んでブラックホールになると考えられています。

また「白色矮星」もすぐ近くに別の恒星があつて、そのガスを吸い込んで超新星になる場合があります。この場合は星全体が爆発して中心核が残ることはありません。爆発のしくみは複雑なので、ここでは省略します。

## 超新星の研究の重要性

超新星の爆発するガスの中では、さらに原子核反応が起こつて様々な元素を作ります。こうして作られた元素は爆発とともに宇宙空間にばらまかれます。宇宙の誕生時に、元素は水素とヘリウムしかありませんでしたが、超新星で次々に元素が作られ、その新しい元素を含むガスから太陽系が生まれ、そのおかげで地球にはいろいろな元素が存在しており、複雑な構造を持つ生物も誕生したわけです。超新星となる恒星は質量が大きいので、新しく作られる元素も大量であること、また質量の大きい恒星は寿命が非常に短いことも、宇宙に新しい元素が増えることに有利に働きました。現在は通常の銀河で100年に1個程度の超新星が見られるとされていますが、もつとたくさん見られる銀河もあり、過去にはもつと多かったかもしれないかもしれません。超新星の出現数と原子核反応の研究により、宇宙の化学組成の進化が解明されつつあります。

また超新星の爆風や光のエネルギーは大変大きく、またブラックホールを残すなど、銀河の進化にも影響を与えると考えられています。銀河が誕生してから現在の状態になるまで、また今後どう進化していくかを知る上で、

超新星の研究は大変重要になっています。

超新星について最近よく話題になるのは、昨年のノーベル物理学賞の受賞理由にもなった、「遠方超新星を用いた宇宙加速膨張の発見」です。前で説明を省略した、星全体が爆発して何も残らないタイプの超新星は特に明るく、遠方のものでも観測できます。これを多数観測し、遠方の超新星（つまり過去の超新星）が私たちからどんな速さで遠ざかっているかを調べ、宇宙膨張は加速しているという結論が出たそうです。超新星が宇宙に影響を及ぼしているという研究ではありませんが、こんなところでも役に立つというのは、うれしいことです。

肉眼で観測していた時代には、超新星は2、300年に1度の現象でしたが、1987年までには望遠鏡で年20個も見つかるようになりました。それが最近では年に300個以上も観測されています。観測技術の進歩、そして多くの人が関心を持って観測したことの成果といえます。といっても宇宙はまだまだ広く、高性能の望遠鏡で観測できたのはそのほんの一部です。まだわかっていない部分の詳しい観測、さらに新しい望遠鏡作りと面白そうなことはたくさんあります。これからまたいろいろなことがわかってくるでしょうし、とても楽しみです。