

超新星1987A

超新星1987A

今からちょうど30年前の1987年2月24日未明、南米チリ、ラスカンパナス天文台で観測を行っていたイアン・シェルトンは、大マゼラン雲を撮影した写真の中に見慣れない明るい天体が写っているのを発見しました。これこそ、およそ400年ぶりに肉眼で見えた超新星でした。

超新星とは星が最後を迎えた時に、大爆発を起こす現象です。肉眼で見えるほどの超新星はめったにないことで、1604年にケプラーが発見して以来のことでした。この星は、超新星1987Aと名付けられました。

大マゼラン雲は、地球からおよそ16万光年の場所に位置する銀河で、私たちのいる天の川銀河の外にある銀河としては地球から最も近い所に位置しています。南半球を旅行すると、空に何か雲のようなものが2つ浮いているのが見えるのですが、これが大・小マゼラン雲です。

こんな近い場所で超新星爆発が起こるのは、非常にまれなことです。超新星発見のニュースはただちに世界中の天文学者に知らされ、一斉に観測機器が向けられました。超新星1987Aは、現代の天文学者が超新星を間近で観測する、千載一遇の機会となりました。



ハubble宇宙望遠鏡が撮影した超新星1987A(爆発後20年後の姿)

Credit: NASA, ESA, P. Challis and R. Kirshner (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics)

ニュートリノ

さて、この超新星の爆発の際には、ニュートリノが検出されることが予想されていました。星はその最後を迎えた時に、中心核が崩壊し原子核がばらばらに分解するとともに、陽子が電子を捕獲し、大量のニュートリノを放出します。ニュートリノは他の物質とほとんど反応しないため、星の内部から直接宇宙に出てきます。超新星爆発のエネルギーの99%をニュートリノが持っていきますが、たった10秒ぐらいの間に 10^{58} 個ものニュートリノが宇宙に放出されます。

このニュートリノを観測することができる装置が、日本の岐阜県 神岡鉱山地下1000mに存在したカミオカンデでした。カミオカンデは3000トンの水

をためた巨大なタンクで、ニュートリノがごくまれに水の中の電子と反応したとき光を出すことを利用して、ニュートリノを検出するものです。

果たして、南米チリで超新星の観測が行われた数時間前、日本時間で1987年2月23日16時35分のデータには、11個のニュートリノが検出されていました。10⁵⁸個のうちのわずか11個ですが、これが新しい天文学の幕開けとなったのです。

光では星の表面しか見ることができません。しかしニュートリノは星の中心部で生じて、他の物質とほとんど反応しないまま、外に出てきます。そのためニュートリノは、星の内部の様子を直接知ることができる、大変重要な手段なのです。

重力波

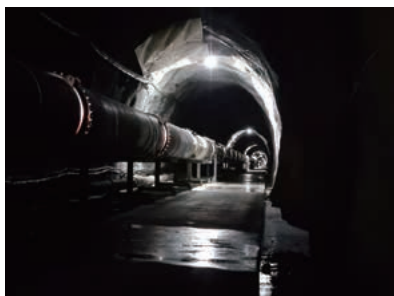
ところで超新星の理論では、どうして星が爆発するのか、実はいまだにはっきりわかっていないのです。星の進化の理論を元にシミュレーションを行い計算してみると、どうしても爆発が再現できず、1980年代からの天文学の大問題となっています。

星の内部の構造の理論は、非常に詳細に分かっています。超新星爆発の計算は大変複雑なため、スーパーコンピュータを使って行います。この計算の際には爆発が球対称に起こると仮定していました。つまり1次元として計算していたこととなります。というのも3次元で計算するのは、膨大な計算量が必要となるからです。しかし計算上は、爆発が途中で止まってしまうという結果になるのです。現在では球対称の1次元の計算ではうまくいかないことが明らかになっています。

さて、超新星爆発の際には、重力波も発生すると予想されています。重力波とは、アインシュタインの一般相対性理論から予想される波で、重たい物体が運動する際、時空にゆがみが生じるというものです。

理論的には、球対称の運動からは重力波は出ないことが分かっています。そのため、超新星爆発の際に重力波が検出されれば、爆発が3次元的にどのように起こるか、知る手がかりになるのです。

折しも昨年2月、アメリカの重力波望遠鏡LIGOが、2つのブラックホールの合体によって生じた重力波を検出したと発表しました。そして日本は、「かぐら」と呼ばれる重力波望遠鏡を建設中で、まもなく本格的な観測が始まろうとしています。



建設中の重力波望遠鏡「かぐら」

超新星1987Aの発見から30年、現在の天文学は、光での観測に加えて、ニュートリノ、重力波の観測を合わせることで、超新星の複雑な謎を解こうとしているのです。

江越 航(科学館学芸員)