

が Rasio たちにより提唱されている<sup>7)</sup>。一般に複数の惑星があるときには、お互いの重力のために惑星の公転軌道は変動を受ける。今の PSR 1257+12 の場合のように、お互いの公転周期が比で約 3:2 と、接近した値を持っている時、その変動の周期は短くなり、約 5.5 年になる (図 2)。そこで、PSR 1257+12 をあと数年観測してみても、Rasio たちの予想通りの変化が観測されれば、その時こそ、本当に惑星発見と断言できるかもしれない。

いずれにせよ、パルサーと惑星との関係は、対象を PSR 1829-10 から PSR 1257+12 へと移して、もうしばらく我々に話題を提供してくれそうである。

#### 参 考 文 献

- 1) Bailes et al. (1991) *Nature* **352**, 311
- 2) 油井正生 天文月報 85 巻 1 月号 p 26 (1992)
- 3) 中村卓史 科学 2 月号 p 67 (1992)
- 4) Lyne and Bailes (1992) *Nature* **355**, 213
- 5) Manchester and Taylor 1977 *Pulsars* p101 (Freeman, Sanfrancisco)
- 6) Wolszczan and Frail (1992) *Nature* **355**, 145
- 7) Rasio et al. (1992) *Nature* **355**, 325

工藤哲洋 (東北大理)

## 超新星から超新星残骸へ： 5 歳になった超新星 1987 A

1989 年 12 月に欧州南半球天文台で撮られた画像は超新星 1987 A の周りに超新星を包み込むような「砂時計」形の構造があることを明らかにした。このような構造はどのようにしてできたのだろうか？ またこのような星周物質との相互作用が始まった現在、超新星 1987 A は誕生しつつある超新星残骸としての様相を見せ始めている。

### 1. 超新星のまわりの「砂時計」

超新星のまわりのガスは、超新星爆発時の紫外線によって励起され、その後再結合などの過程によって輝線を放射する。5 年前に大マゼラン雲に出現した超新星 1987 A の場合も、爆発直後からそのまわりのガスから放射される輝線の詳しい観測がなされたが、その紫外線の光度曲線の形は超新星からおおよそ  $5 \times 10^{17}$  cm のところに密度の高いガスの塊があることを示唆していた。

このガス雲の形状は当初球殻とされていたが、1990 年 8 月にハッブル宇宙望遠鏡はこの形状



図 1 ハッブル宇宙望遠鏡が捉えた超新星 1987 A とそれを取り巻くリング。リングは超新星からおおよそ 0.2 pc の位置にあり、43 度傾いている。

が「リング」であることを明らかにした(図1)り、さらに1989年12月に欧州南半球天文台で撮られた画像に超新星1987Aの周りに超新星を包み込むような「8の字」形の構造が現れた(図2)<sup>2)</sup>。「リング」はこの「8の字」の真ん中のあたりにあたる。いろいろな解析の結果、この構造はほとんど軸対称になっており、超新星を取り囲む星周物質は「砂時計」のような構造をしているらしいと考えられている。このような構造はどのようにしてできたのであろうか?

超新星1987Aが爆発する前の星(Sk-69 202)は、主系列星から赤色超巨星になった後、青色超巨星に収縮してから爆発している。赤色超巨星と青色超巨星の2つの段階で、星は星風の形で周囲にガスを放出した。赤色超巨星の星風は低速( $\sim 10 \text{ km s}^{-1}$ )であったため、その後放出された高速( $\sim 500 \text{ km s}^{-1}$ )の青色超巨星の星風は、赤色超巨星の星風に追突し、密度の高い部分を作り出す。ここで赤色超巨星の星風が極方向よりも赤道方向に密度の高いような分布をするように吹いたとすれば、青色超巨星の星風によってこの分布はさらに強調されることになると考えられる。つまり、赤道方向には密度が非常に高いドーナツのような

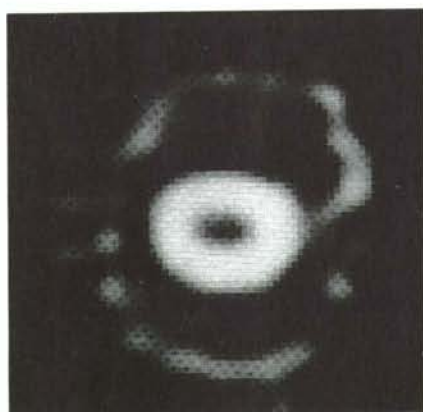


図2 欧州南半球天文台の地上観測による超新星1987Aのまわりの「8の字」構造。外側のループは超新星からおよそ0.8pcの位置にあり、内側のループは図1のリングに一致している。(L. Wang氏(ESO)提供)

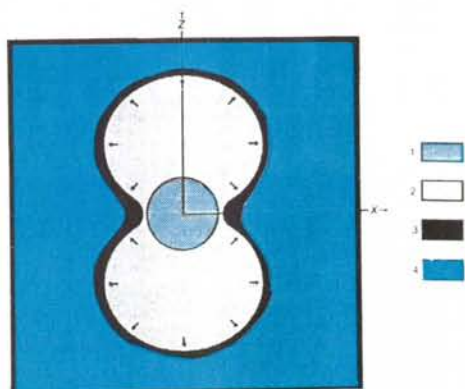


図3 「砂時計」構造の概略図。領域1, 2, 3, 4はそれぞれ、超新星、青色超巨星の星風、密度が高いガス塊、赤色超巨星の星風を示している。

ガスの分布が生じ、極方向にはその接触面がロープのように伸びるであろう。その形状は「砂時計」になる(図3)<sup>3,4)</sup>。しかし、赤色超巨星のこのような非球対称な星風がなぜ起こるのか、どれくらいの非球対称性が観測される「砂時計」を作り出すのかといった問題を調べるためには、精密なシミュレーションなどが必要であろう。

## 2. 超新星物質と星周物質の衝突

超新星爆発以来、超新星物質は膨張し広がり続けているわけだが、やがて星周物質に衝突することになる。超新星1987Aの場合、まず青色超巨星から放出されたガスに衝突する。そのとき発生した衝撃波はガスを温めながら、外側に向かって伝播して行き、やがて「リング」を含む、密度の高いガスの塊に衝突する。そのときにはガスは、衝撃波によって激しく加熱され、強いX線を出す予想されている。流体計算からこの衝突は西暦2000年以降と予想されているが、もっと希薄な部分の衝突ならそれ以前にも起こる可能性は十分に考えられる。

爆発後数週間だけ観測された後見えなくなっていた電波が、1990年7月から再び観測され始めた<sup>5)</sup>。電波の強度は843 MHzと8.6 GHzの間のすべての波長で増大してきており、またそのスペ



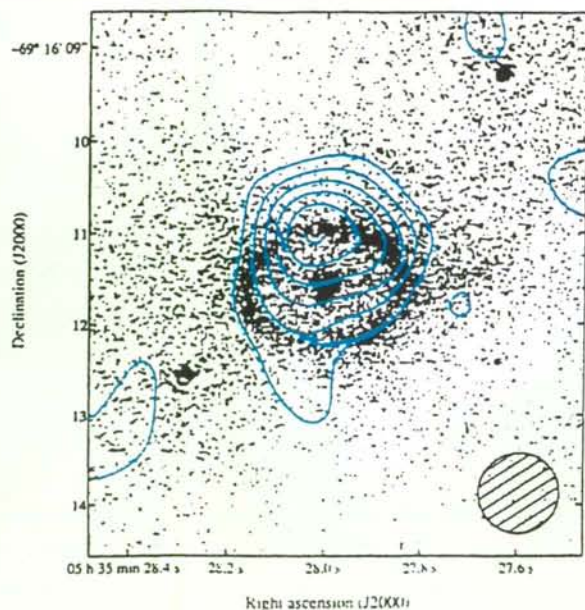


図4 8.6GHzの強度分布. ハッブル宇宙望遠鏡の写真と比較している. 2つの観測のフレームが異なっている可能性もあるが, おそらく中心がずれている.

クトル指数は時間変化をしている. 解析の結果, この電波源はHSTによって観測されているリングの内部にあると思われる(図4), 前述の超新星物質と星周物質, 特にこの場合は青色超巨星の星風によって放出された物質との衝突が原因ではないかと考えられる. このスペクトルは光学的に薄いシンクロトロン輻射であることも示唆している.

### 3. 超新星残骸 1987 A の誕生

超新星 1987 A の周囲の物質と衝撃波の衝突は, まさに今始まったところであると言えるであろう. 現在観測されているのは電波だけであるが, 今後天文衛星 ROSAT で X 線が観測される可能性もある. また予測される本格的な X 線の観測は 21 世紀になってしまうが, これは天文衛星 DUET のターゲットとなるであろう. さらに時がたてば, 超新星自身も光学的に薄くなり, 中が見えてくる. そうなると立派な超新星残骸であるが, 今はちょうどその誕生時に当たるわけである.

前述したように超新星 1987 A は膨張を続け, 星周物質と衝突し, 電波, X 線を放射する. この放射は十分に観測可能であると予想されており, 観測から星周物質の性質が明らかにされるであろう.

う. また, 星周物質はもともと爆発前の星が放出したものであるから, この性質が明らかになることで爆発前の星の進化の様子などについても興味深い情報が得られると期待される. 超新星 1987 A はこれからも我々に新たなそして挑戦しがいのある問題を与えてくれるであろう.

鈴木 知治 (東大理)

- 1) Jakobsen, P., et al., 1991, ApJ 369, L63
- 2) Wampler, E. J., et al., 1990, ApJ 362, L13
- 3) Luo, D., McCray, R., 1991, ApJ 379, 659
- 4) Wang, L., Mazzali, P. A., 1992, Nature 355, 58
- 5) Staveley-Smith, L., et al., 1992, Nature 355, 147

☆ ☆

☆ ☆ ☆