

ットについては日本または英国が優先権を持っている。この他、日本の観測には SN 1987A や X 線新星の出現による緊急観測、活動銀河核の増光にともなう臨時観測などが含まれている。これまでに観測した天体の種類を表 1 に示す。また各機関ごとの採択ターゲット数を表 2 に示す。1990 年 1 月までに観測した天体の数は約 350 である。

「ぎんが」は期待通りの性能を発揮し、すべての観測で新しい事実が見つかると言ってよい。以下に述べられるものは主に日本の観測から得られた成果で、これ以外に多くの結果が発表されている。これまでに出版された論文数は表 3 の通りであるが、投稿中、準備中のものが

多数あることは言うまでもない。これらの成果を基にして、天体物理学の新しい展開を期待すると共に、X 線天文台を維持してゆくことの重要性を理解していただければ幸いである。

最後に、衛星の設計から運用、観測にいたるすべての作業が大学院学生を含む東大、名大、阪大、大阪市大、京産大、理研と宇宙研の研究者によって行われていることを述べておこう。諸外国とは比較にならない貧弱な体制で成功を納めることができたのはこれらの人々の献身的な協力の結果である。また、観測テーマの採択にあたっては会員の諸兄に査読をお願いした。本誌の紙面を借りて、深く感謝の意を表する。

SN 1987A からの X 線

井 上 一*・田 中 靖 郎*・ほか「ぎんが」チーム

「ぎんが」が打ち上げられてまもなくの 1987 年 2 月 23 日、大マゼラン雲に超新星 SN 1987A が出現した。こんなまぢかに超新星が現れたのは実に 400 年ぶりだといふので、その知らせはまたたく間に世界中を駆けめぐり、「ぎんが」も 2 月 25 日には大マゼラン雲の方向にその観測装置を向けることとなった。それ以来、「ぎんが」による SN 1987A の観測は 2~3 週間に一回のわりで行われ、現在も続けられている。SN 1987A からの X 線は遅くとも 1987 年 7 月から受かりははじめ (5~6 月は「ぎんが」の太陽との位置関係の制限のため十分な観測を行うことができず、立ち上がりの正確な時期を言うことはむずかしい)、その後の X 線強度は 6-16 keV と 16-28 keV の 2 つのエネルギーバンドで図 1 のように変化している。

図 1 からわかるように、エネルギーの低い 6-16 keV のバンドでは、10 日から 1 ヶ月程度のタイムスケールでかなりの強度変動が見られ、特に爆発後 330 日頃 (1988 年 1 月) には大きなフレアが見られた。一方、エネルギーの高い 16-28 keV のバンドでは、1 月のフレア時を除いて、10 日から 1 ヶ月程度のタイムスケールでの有意な変動は見られず、変動の大きいエネルギーの低い成分 (soft 成分) に対し、変動の少ないエネルギーの高い成分 (hard 成分) の存在が示唆される。

この 2 成分のうち、変動の少ない hard 成分は、放射性同位元素 ^{56}Co の出す約 0.8 MeV と 1.2 MeV の核ガンマ線がまわりの冷たい物質中を通り抜けるうちにコンプトン散乱でエネルギーを失って X 線として観測にかか

ったものと考えられている。超新星になる直前の星では、一番外側の水素を主成分とする層から内側に向かって次々と核融合の進んだ重い元素の層がたまねぎ状にあり、一番内側に鉄のコアができている。超新星爆発のはじめの段階で、中心の鉄のコアはつぶれて中性子星になるがその外側の物質は逆に吹き飛ばされる。その際、鉄のコアのすぐ外側にいたシリコンの層は、非常に高温・高密度になって核融合をおこし ^{56}Ni が生成される。この ^{56}Ni はおよそ 5.6 日の半減期で ^{56}Co になり、 ^{56}Co は半減期 78 日で安定な ^{56}Fe になる。SN 1987A から受かる可視・赤外あたりの波長での単位時間当りの全放射エネルギーは、1987 年 7 月以降しばらくの間ほぼ 78 日の半減期の指数関数的な減衰を示し、 ^{56}Co が実際に大量に生成され、その核ガンマ線がまわりの物質をあたためる主なエネルギー源になっていたことを示している。この ^{56}Co からの核ガンマ線は、直接観測もされていて、爆発物質は吹き飛びながらかきまぜられ、 ^{56}Co をとりまく物質には柱密度のかなり薄い部分もあるらしい。従って、 ^{56}Co からの核ガンマ線がコンプトン散乱を経るうちにエネルギーを失って X 線となり、それが吸収されずに観測にかかることも十分考えられるわけで、事実、「ぎんが」、及び、「ぎんが」よりエネルギーの高い 20~300 keV の X 線を観測しているソ連の宇宙ステーション「ミール」の観測した X 線スペクトルは、そのような過程で期待されるスペクトルによくあっている。

それでは、変動の大きい soft 成分、特に 1 月のフレアはどういう機構でつくられたものなのだろう。1 月のフレアのピーク付近のスペクトルには完全電離に近い鉄の $K\alpha$ 線と考えられる輝線が見られ、この成分が熱的な

* 宇宙研 Hajime Inoue, Yasuo Tanaka, *Ginga* team:
X-ray of SN 1987A

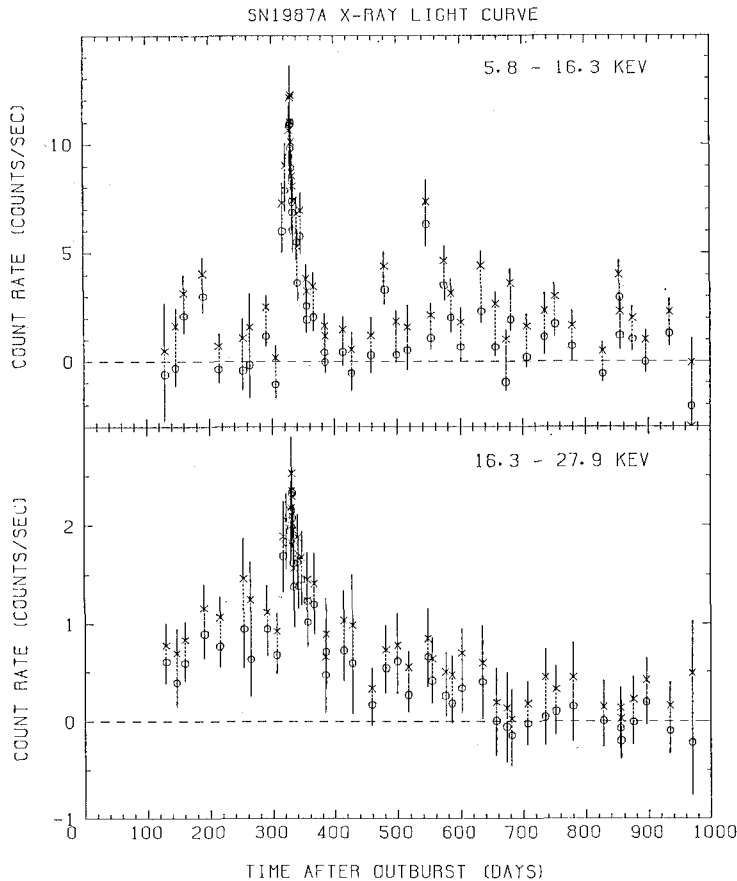


図 1 SN 1987A からの 2 つのエネルギー領域の X 線強度の変化. 「ぎんが」の大面積比例計数管 (LAC: 有効面積 4000 cm²) に入射してきた X 線のカウント数を爆発 (1987 年 2 月 23 日) 後の日数の関数として示してある. 図中の × 印と ○ 印は, それぞれ, LAC 視野中に同時にはいる近傍の X 線源を弱目に見積った場合の結果と, 強目に見積った場合の結果とを示してある. それぞれの点についた棒は, バックグラウンド差引・視野補正等から生ずる統計誤差の 1 シグマレベルを示す.

輻射であることを強く示唆している. 事実, その全体のスペクトルは一億度をも越える高温のプラズマからの熱制動輻射と考えると矛盾しない. そうだとすると, 1 月フレアは, 爆発前からまわりにあった何か密度の濃い雲状の部分光速の十分の一に近い速さでまわりに広がっていつている爆発の衝撃波に衝突して高温になり X 線で光ったと考えるのが自然である. この描像は観測事実のかなりの部分をよく説明するが, 超新星を起こした星のすぐそば 1000 天文単位くらいの距離にその十分の一くらいの薄さのシート状の雲が偶然存在していたと考えねばならず, その点の説明がむずかしい.

さて, 最近の SN 1987A からのエネルギー輻射率は, ほぼカニ星雲の中心にあるパルサーのエネルギー輻射率と同じ程度のところでその指数関数的な減衰を止め一定

になりつつある. 中心にパルサーが誕生して中性子星の回転のエネルギーが徐々に失われてまわりの物質をあたためているらしい. 今のところ, そのパルサーからの輻射はまわりを覆っている物質にさえぎられてわれわれには直接見えないようだが, そのうち見えて来るはずである. 1989 年 2 月の国際天文連合サーキュラーは, SN 1987A からの可視光成分の中に約 0.5 ミリ秒の周期的な成分が見つけたことを報じた. ついに, 中心のパルサーが見えはじめたのかと世界中の研究者を興奮させた, 残念なことにその後その結果は間違いであることがわかった. 「ぎんが」も, SN 1987A から周期的な成分を含む X 線がやってこないか監視を続けているが, 今のところ有意なパルサー成分は受かっていない.