

# X線新星のエネルギースペクトル

北村 崇\*・松岡 勝・宮本 重徳・中川 道夫\*  
小田 稔・小川原嘉明・高岸 邦夫\*

## 1. 序 論

1969年7月6日から9日にかけてケンタウルス座とうみへび座の境に新しいX線星が発生した[1],[2]. それは2~3日でSCO X-1と同程度の強度に達した. その後約10日で最盛時の約1/2の強度に達したあとほぼ1か月間一定であったが9月の初め頃から次第に強度が減少し, 9月末には消えてしまった. 人工衛星で測定された6~12keVの強度と3~6keVの比(この比よりエネルギースペクトルが推定できる)は, 発生後数日間急激に減少したのち消え去るまでほぼ一定であった.

ここでは1969年8月7日にK-9M-27号機で, 同8月8日にS-210-2号機で測定されたGX 333+25のエネルギースペクトルの詳しい結果を報告する. ここで使われたX線カウンタは絶対強度を得るため検出効率などを精密に校正し, 飛しょう中もFe<sup>55</sup>の5.9keVのX線源によりカウンタの特性の変化がないことを確認した. またロケット飛しょう中のカウンタの方向の解析もできるだけ誤差を小さくするように努力が払われた. 得られたスペクトルは高温プラズマの熱ふく射の形によく合うが3keV以下での強い吸収は星のまわりが厚い雲でおおわれていることを示しているようである.

なお同じロケットで同じ装置によって得られたSCO X-1の観測結果についてはすでに報告した[3],[4].

## 2. 観 測 装 置

各ロケットには同一の特性を示すA,B二つの比例計数管を使用した. その窓面積はそれぞれ38cm<sup>2</sup>で300Torr Xe+10% CH<sub>4</sub>ガスが詰められた. 視野は方位角方向が7°(半値幅)で高度角方向が-13°から+55°を見るような板状コリメータを用いた. Aカウンタの視野の広い方向はロケット軸に平行に設定されたが, Bカウンタではこれを25°傾けた. 二つのカウンタは窓以外の部分をプラスチックシンチレータによって囲み荷電粒子によるバックグラウンドの成分を反同時回路により除去した. 検出器はロケットのスピンのよって天空を走査し, 得られたX線によるパルスはデジタルにアナログ成分に変換してテレメータで地上に送信した.

カウンタの窓は厚み108ミクロンのベリリウムを用いた. この厚みの精度は各カウンタを

---

\* 大阪市立大学理学部

同じ各部分で±4 ミクロン内におさまるようにマイラーフィルムで補正した。カウンタの検出効率は計算により算出し、その値が正しいことを Al, S, Cu, Ag の特性 X 線により実験的に確認した。カウンタのエネルギー分解能は Fe<sup>55</sup> の 5.9keV の X 線に対しては 22% であった。なお Fe<sup>55</sup> は飛しょう中にも 36 秒に 2 秒の割合でカウンタに照射し、検出系全体の変動がなかったことを確認した。

K-9M-27 号機ロケットは 1969 年 8 月 7 日 1215UT に KSC から発射された。スピンは約 2rps で最高高度は 330km に達した。データは約 500 秒間とることができた。S-210-2 号機ロケットは 1969 年 8 月 8 日 1200UT に KSC から発射され 2rps のスピンドで高度 101 km に達した。

### 3. データ解析

ロケットのスピン周期とプレセッション周期は地磁気姿勢計によって求められた。X 線のカウントはスピングごとに位相を合わせて集積された。Fig. 1 はロケットのスピンとプレセッションに対するカウントで K-9M-27 号機の B カウンタで得られた結果である。ヒストグラムの二つのピークは SCO X-1 からと X 線新星からの X 線に対応している。

地磁気姿勢計のデータから、磁力線方向とプレセッション角度が求められた。一方カウンタ A, B で得られたピークの位置を調べることにより、SCO X-1 の方向とプレセッション軸との角度、およびプレセッション軸は磁力線方向を中心とした天球上の円と SCO X-1 を中心とした円との二つの交叉点として求められる。この点のうちどちらをとるかはロケットの飛しょう径路を調べることによって決定することができる。こうしてロケットの姿勢は約 1° の精度で求めることができた。

Fig. 2 は K-9M-27 号機のカウンタによって走査した天球を示している。この図には SCO X-1 と X 線新星 (GX 333+25) も示してある。

おのおのの X 線源によるパルス波高の情報はバックグラウンドの成分を各パルス波高別に差し引くことによって得られた。最終的な X 線のエネルギースペクトルはこのパルス波高スペクトルよりカウンタの計数効率、エネルギー分解能、およびカウンタとコリメータによる有効面積を考慮して求めた。

### 4. 結果と議論

以上のデータ解析で得られた X 線新星の位置とエネルギースペクトルは次のようである。

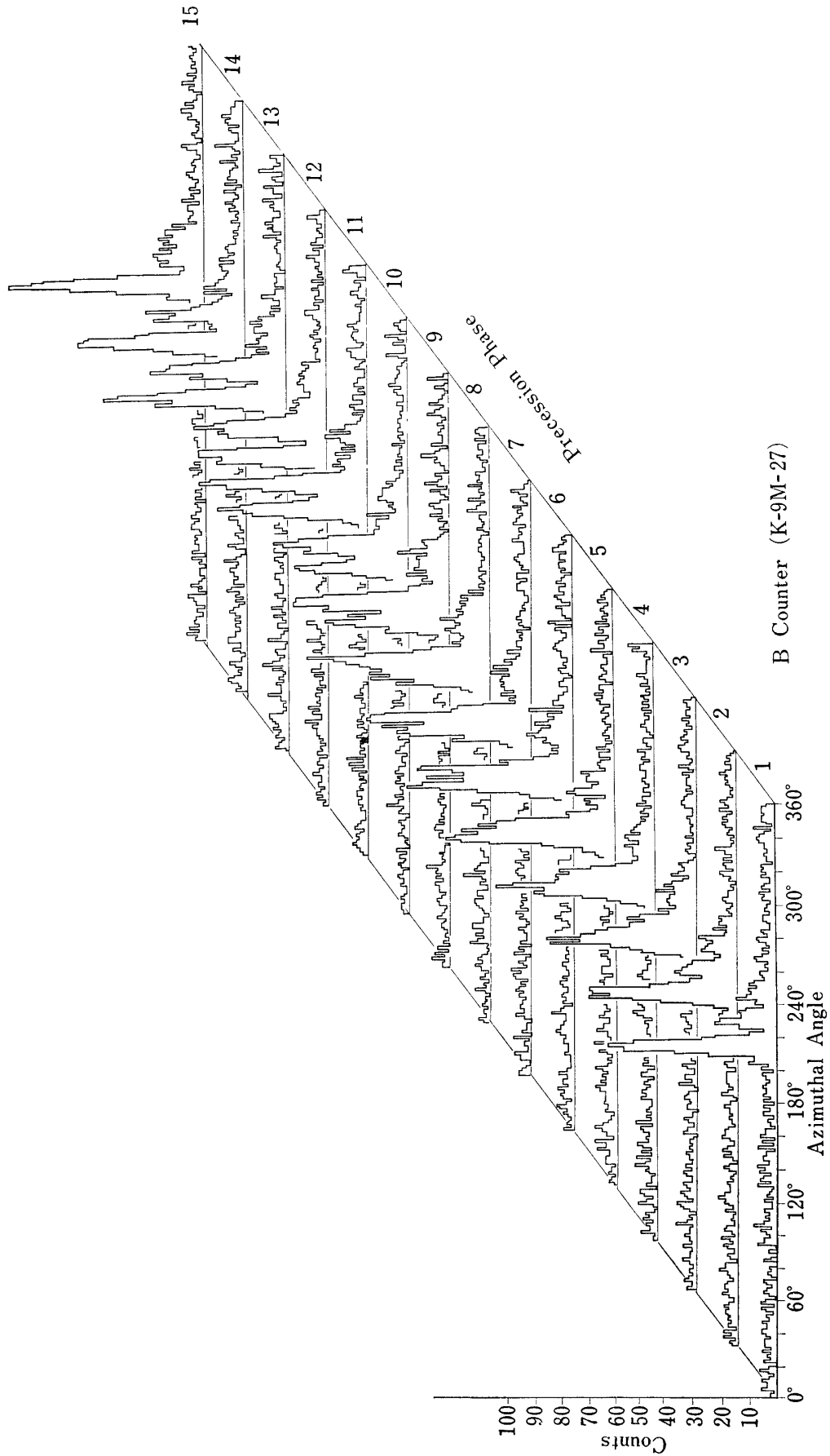
#### (1) X 線新星の位置

$$\alpha = 14^{\text{h}} 46^{\text{m}} \pm 8^{\text{m}} (1950)$$

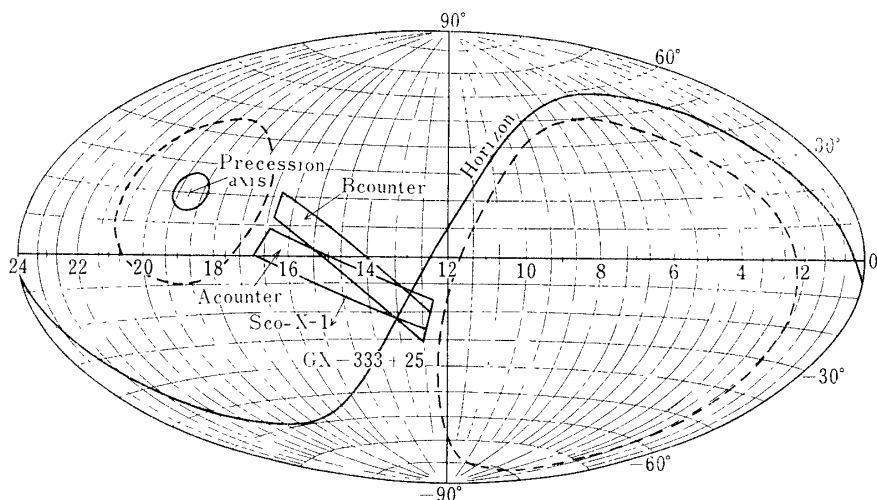
$$\delta = -30^{\circ} 20' \pm 1^{\circ} 30' (1950)$$

この位置の誤差内にはケンタウルス座とうみへび座が含まれている。したがって X 線源として銀河座標による呼称をとり、GX 333+25 と名付けた。

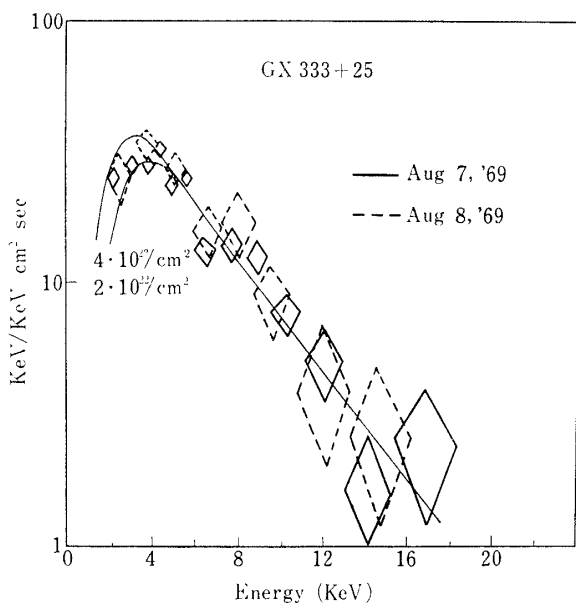
(2) 2 回のロケット観測による X 線新星のエネルギースペクトルの結果は Fig. 3 にまとめられている。この図の実線は高温プラズマの熱輻射としたモデルで合わせたスペクトルであり、4keV 以上の観測結果はこのモデルによく合うことがわかる。しかし 4keV 以下で



第1図 K-9M-27 のBカウンタで観測されたX線の方位角に対するカウンタ数をプレセッションの位相に対して示した。



第2図 F-9M-27 のカウンタが走査した天空を天球座標で示した。



第3図 二つのロケットで測定されたX線新星 (GX 333+25) のスペクトル. S-210-2 号機は高度が低かったため空気の吸収の補正を行なった。

は熱ふく射からはずれている. このずれは同時に観測された SCO X-1 ではみられなかったことから[3]このX線源特有のものと考えられる. したがって 4keV 以下の曲りを冷いガスによる吸収と考えて Bell and Kingston[5] による星間空間ガスの吸収の断面積を用いて計算した. この結果を Fig. 3 に示す. これより X線源から観測点までに水素原子の数にして約  $3 \times 10^{22} \text{H/cm}^2$  の星間ガスがあるとすると, この吸収を説明できることが結論される.

SCO X-1 の光の強さが 12~13 等星であることからこの程度の星がX線新星の方向に急にあらわれたかどうかをまだX線が輝いている間に調べた結果このような特異な星はみつからなかった (Hiltner からの私信).

ここで求めたスペクトルからこのX線源は高温プラズマからの熱ふく射でX線が出たあとそれをわれわれが観測するまでにかかなり強い吸収体を通ってくるものと考えられる. これまで銀河面にある2~3のX線源のスペクトルの低エネルギーの下りは星間空間によって吸収されるとみなしたが, GX 333+25 のように銀河面から離れたX線源で, その吸収体の線密度が  $3 \times 10^{22} \text{H/cm}^2$  というのは大きすぎる. なぜならばこの方向の 21cm 波の観測から得られた水素原子の線密度は,  $10^{21} \text{H/cm}^2$  であるからである[6]. このことはこのX線新星の方向に 21cm 波では見つからない水素分子が多量に存在することを示すのかまたは, X線星のまわりに多量のガスが存在するののか

どちらかと考えられる。今もし、X線星のまわりのガスによる吸収とすれば、このX線星は大変厚い冷いガスにとりかこまれていることになり、この種のX線星の構造を知るうえに貴重な手がかりといえよう。そしてもしこのガスに塵が含まれていると考えると Hiltner 達が光で見えなかった理由の一つになるかもしれない。GX 333+25 と同じような時間変動をしたX線新星として Cen X-2 があるがこれは異常な吸収はみられなかった[7]。

これまで二つのX線源が急に出現して2か月ほどで消えていった。このことより今後このようなX線新星があらわれることを期待することは妥当であろう。そしてそれらのX線新星の性質をよく調べることによりX線源の成因についてのなぞの解決が行なわれるかもしれない。X線による天空の走査をできるだけ多くの機会に行なうことはこの意味でも重要なことである。

## 5. 謝 辞

このロケット観測の実現に努力していただいた、玉木章夫、平尾邦雄両教授および東大宇宙研のロケット観測班の方々に深く感謝します。また観測装置の準備および製作に尽力くださった宇宙研の金子正之、三原建次郎、山本文夫諸氏、明星電気の瓜本信二、古賀茂昭両氏、三鷹光器の中村勝重氏らの方々に感謝の意を表します。

1971年2月25日新設部(科学)

## 参 考 文 献

- [1] J. P. Conner, W. D. Evans and R. D. Belian; *Astrophys. J.* **157** (1969), L 157.
- [2] W. D. Evans, R. D. Belian and J. P. Conner; *Astrophys. J.* **159** (1970), L 57.
- [3] 北村 崇, 松岡 勝, 宮本重徳, 中川道夫, 小田 稔, 小川原嘉明, 島 安治, 高岸邦夫: 宇宙研報告 第6巻, 第1号(B), (1970), 81.
- [4] T. Kitamura, M. Matsuoka, S. Miyamoto, M. Nakagawa, M. Oda, Y. Ogawara and K. Takagishi; *Nature* **224** (1969), 241.
- [5] K. L. Bell and A. E. Kingston; *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **136** (1967), 241.
- [6] E. Daltabult; pre-print.
- [7] G. Chodil, H. Mark, R. Rodrigues, F. Seward, C. D. Swift, W. A. Hiltner, G. Wellerstein and J. Mannery; *Phys. Rev. Letters* **19** (1967), 681.