

ある。また3日間の間でも放射強度の変化が見られた。

以上、近赤外の  $H\alpha$  のオーロラはこれまでの紫外線や  $7.8\mu\text{m}$  で観測されてきたオーロラとは異なったメカニズムによって制御されたものであると考えられる。また木星の  $H\alpha$  オーロラは発見されたばかりであり、その構造やメカニズムはよくわかっていない。今後の観測とモデルに期待したい。

長谷川 均 (アステック)

### 参 考 文 献

- Broadfoot, A. L. et al. (1979) Science 204, 979  
 Caldwell, J., Tokunaga, A. T. & Gillet, F. C. (1980) Icarus 41,667.  
 Clarke, J. T. et al. (1980) Astrophys. J. 241, L179  
 Kim, S. J. et al. (1991) Nature 353, 536.  
 Baron, R. et al. (1991) Nature 353, 539.

☆

☆

☆

☆

## $\gamma$ 線バーストはどこから！ Origin of Gamma-Ray Bursts

英文雑誌 Nature の 1 月 9 日号で発表された GRO 衛星の結果を知っていますか？ 読んだ人はずいぶんと驚いたにちがいない。そして  $\gamma$  線バーストの起源に深い疑問を持ったのではないだろうか？  $\gamma$  線バーストは本当にどこからやってくるの？ この疑問に「ぎんが」衛星と GRO 衛星の結果を交えて、判っている範囲でせまってみよう。

### 1. 「ぎんが」衛星の成果と中性子星

$\gamma$  線バーストの特徴は高いエネルギーの光子と強いフラックスである。数 100 MeV ( $10^8$ 電子ボルト) の  $\gamma$  線光子も確認されるし、 $10^{-4}\text{ergcm}^{-2}\text{sec}^{-1}$  のフラックスもしばしばである<sup>1)</sup>。また極端に速い変動も特徴で、GRO ではついに 0.1 ミリ秒の変動も確認され、これだけでも発生領域の大きさは 30 km 以下に制限される。他方「ぎんが」衛星で受けた  $\gamma$  線バーストの中に 3 件のサイクロトロン共鳴散乱現象が確認された<sup>2)</sup>。サイクロトロン共鳴とは強磁場中の電子の散乱現象で、基本波のエネルギーから約  $10^{12}$ ガウスの強い磁場の存在を示していた (サイクロトロン共鳴の詳細は天文月報 90 年 2 月号の記事を参照して下さい)。現在では「ぎんが」以外でもソ連の Venera 衛星、ソ仏共同の Phobos 衛星、HEAO 衛星の昔のデータにもサイクロトロン共鳴の存在は確認されている。約  $10^{12}$ ガウスもの強い磁場の存在と 30 km しか許さない大きさは中性子星説の強い基礎となっている。しかし  $\gamma$  線バースト源は、実際に中性子星とは光や電波では同定されておらず、その距離も分布も分かっていない。このような場合にせま

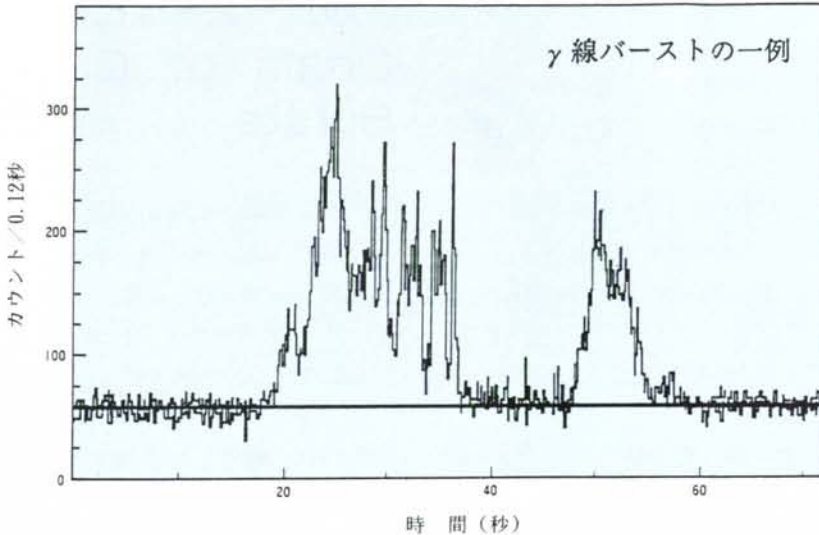


図1 「ぎんが」で観測されたγ線バーストの一例。振幅が大きく、速い変動が特徴である。

て分布だけでも推定する手段として LogN-LogS とか V/Vmax と呼ばれる統計的な手法がある。V/Vmax はある観測器で観測可能な最大の体積(距離)を定義し、実際に観測されたγ線バーストがそのどの体積に入ったのかの比を計算するもので、最も遠い端で発生すれば1.0である。体積内に一様に分布していれば多数のγ線バーストの平均では0.5になる。「ぎんが」の観測結果は  $0.35 \pm 0.035$  となり、一様分布との仮定を棄却した。0.5より小さいことは遠方のγ線バースト源の数が減っていること<sup>3)</sup>、つまり銀河円盤のような分布で説明できることを意味するのである。これら諸々の結果から素直に考えればγ線バースト源は中性子星で、感度が上がれば銀河面や銀河中心に集中して見えると予想された。

## 2. 「ぎんが」から GRO

しかし予想に反して GRO の観測結果は方向分布が等方的であることを証明した。GRO は153個のγ線バーストを受けたと発表し<sup>4)</sup>

- (a) γ線バースト源の方向分布は等方的である。
- (b) 弱いγ線バーストと強いγ線バーストの数の

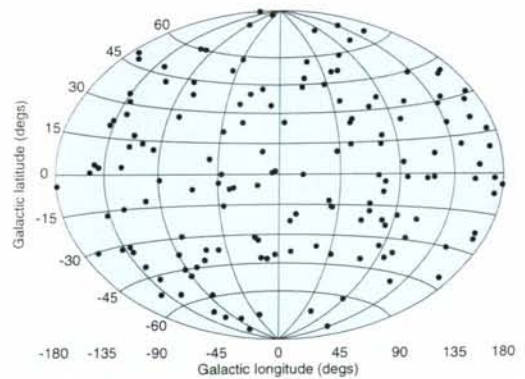


図2 GRO衛星により発表された銀河座標系に対するγ線バーストの天球分布。銀河面や銀河中心に偏って分布しない (Nature Jan. 9, 1992)。

関係(LogN-LogS)では、弱いγ線バーストは強いものから期待される数に比べて少なく、 $S^{-1}$ 乗則に近い分布を持つ。(c) V/Vmax の値は  $0.348 \pm 0.024$  となり、「ぎんが」と同様な小さな値となった。

## 3. γ線バーストは宇宙起源?

GRO は従来の衛星よりずっと弱いγ線バーストまで観測をした。しかしいまだ方向分布は等方

的で、空間密度は一様ではないと結論する。われわれ地球に対しては極めて等方的な分布をするが、遠い $\gamma$ 線バーストであればあるほどに数は減っていくらしい。高い等方性と聞けばすぐ3K放射が思い出されるし、キューサーが等方分布で、充分遠方では数が減ることも知られている。もしかしたら宇宙の初期の最も原初的な天体による現象ではないかと考え始めた人も出た。宇宙論派が息を吹き返したのである<sup>5)</sup>。

しかし現実にはいずれの立場に立とうとも、0.1ミリ秒の速い変動とサイクロトロン共鳴の事実を無視出来ないことから中性子星は避け難いとして(a)宇宙論的な距離としよう。中性子星と中性子星や中性子星とブラックホールの衝突が良い。(b)我が銀河系が中性子星で出来た大きなハローを持っているとすればよい。(c)我が銀河系内のローカルな中性子星のコロニーがあれば良い。とする3説が提案されつつある。各説の困難は(a)銀河系外としても100 Mpc程度では銀河集団のような大構造が残るので、等方とするにはGpc程度を考える必要がある。大きさを30 km以下とする制約のなかで、なんの痕跡も残すことなく $10^{49-53}$  ergのエネルギーをだすことになる。(b)ハローで等方分布とするには数10 kpc程度の大きさのハローを必要とする。誰がそんなに遠くに中性子星を供給したと言うのか。(c)中性子星が銀河の腕の中にコロニーを作っているとしてもなぜ太陽がその中心にいて、しかもコロニーが長期的になぜ安定なのかという問題に答はない。

#### 4. $\gamma$ 線バーストはどこからくるの?

それぞれのモデルにそれぞれの本質的な困難があり、その中性子星をどこに分布させ、何にエネルギーの起源を求めるかは立場で全く異ると言っても良い。上で指摘したそれぞれの困難のどれを致命的と考えるかの比重によって立場が異なっている。最近日本の研究者によって大変に魅力的なアイデアが出されているがここではその詳細には触れ

ない<sup>6)</sup>。ただ最近誤りと報告された中性子星のまわりの惑星の発見事件(ASTRO NEWS 92年1月号)<sup>7)</sup>、ROSAT衛星で電波や光では全く見えない超新星の残骸が発見されるなど<sup>8)</sup>、身近の中性子星の分布や、性質ですらまだ良く判っていないことが多いことを指摘しておく。もしかしたら $\gamma$ 線バースト現象は銀河の星の分布やその形成を理解する上での重要なファクターにのし上がりつつあるのかもしれないし、全く異質の可能性も頭に入れておく必要がある。今後のGROの観測、光、電波などの様々な分野の観測事実が答を決めるだろう。

村上敏夫(宇宙所)

#### 参考文献

- 1) J. C. Higdon Ann. Rev. Astron. Astrophys, 1990, 26
- 2) T. Murakami 1991 Adv. Space Res. 11-8, 119
- 3) Y. Ogasaka et al. 1991 Ap, J (letters) 12月20日号
- 4) C. A. Meegan 1992 Nature, 355, 143
- 5) B. Paczynski, 1991, Acta Astronomica 41, 157
- 6) 中村卓史, 戎崎俊一 基礎研究所シンポジウム 1991年12月
- 7) M. Balies et al. 1991, Nature 352, 311
- 8) ROSAT private communications

#### お詫びと訂正

1992年2月号ASTRO NEWS「 $z=2.2867$ の銀河IRAS F 10214+4724のCO輝線の観測」で以下の誤植がございました。お詫びして訂正いたします。

- ① 73 ページ左3行目(誤)  $1.8 \times 10^{18} \text{h}^{-2} \text{M}_{\odot}$   
(正)  $1.8 \times 10^{19} \text{h}^{-2} \text{M}_{\odot}$
- ② 73 ページ脚注3(誤) せいぜい数倍ある  
(正) せいぜい数倍である
- ③ 73 ページ右22行目(誤) 偏移の輝線  
(正) 遷移の輝線