

ガンマ線バースト・リピーターの同定

ガンマ(γ)線バースト源の一つである SGR 1806-20 の対応天体が発見されました。名前の SGR ; Soft Gamma-ray burst Repeater が示すように、 γ 線バーストを短時間で繰り返すこと、スペクトルが普通の γ 線バーストに比べて軟らかいことに特徴があります。この SGR は超新星残骸の中にあり、中性子星と考えられます。

「あすか」衛星による観測の経緯はネイチャー誌で既に詳細が報告されました。ここでは γ 線バースト・リピーターの同定結果からそのモデルを立てる時にどのようなことを考えねばならないかについて報告します。 γ 線リピーターと普通の γ

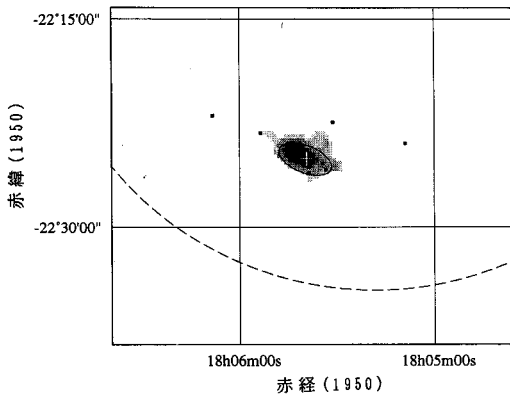


図1 SGR1806-20のX線での定常成分を陰影で、 γ 線バースト中に「あすか」の検出した10個の γ 線光子の位置の分布を点で示す。定常X線源の位置は電波源 G10.0-0.3の位置と約1分角の精度で一致し、また γ 線バーストとは2×4分角(図の楕円)の精度で一致します。これだけの精度があれば両者が同じ天体と考えて問題は無いでしょう。10個の光子が楕円以上に広がって見えるのはX線望遠鏡の解像度の悪さが原因です。

ガンマ線バースト・リピーターの性質	
スペクトル	温度にすると KT ~ 30 keV
継続時間	10-200 ミリ秒
繰返し	活動的な時では ~100 回/ week
分布	二つは銀河面 SNR G10.0-0.3 一つはLMC N49
ピーク強度	$10^{-4} \sim 10^{-7}$ erg /sec/cm ²
全エネルギー	$10^{39} \sim 10^{42}$ erg
その他	ミリ秒に達する変動、同じ型を繰り返す

線バースト源 (英語で classic) とを同じ起源を持つと考えるか、あるいは別物と考えるかで議論が分かれます。ここではこの両者の違いにはこれ以上踏み込まず、リピーターだけを扱います。

「あすか」の発見を要約すると、銀河面にいる SGR 1806-20 と呼ばれていた γ 線バースト源を G 10.0-0.3 と呼ぶ超新星残骸 (SNR) 中のX線源に同定したことです。図1に同定の結果を示します。「あすか」と同時にこの γ 線バーストを観測した GRO 衛星がピーク強度を求め、強い星間吸収を伴ったX線スペクトルと電波の拡がりから距離が12-17 kpc と決定されました。 γ 線バースト源が具体的な点源に同定されたのは初めてであり、また距離が決まって全エネルギーが決まるのも初めてです。大マゼラン星雲中のSNR (N 49) が γ 線バーストを起こしたと報告された例がありました。しかし点源の確認が無く偶然の一致と理解されていました。今回、同定された G 10.0-0.3 は年齢が約 10^4 年のSNR と考えられ、その中の点源は中性子星であると結論できます。N 49 の例も含めると、リピーターは中性子星を活動源としていると推定できます。性質を要約すると、■1回の活動に $10^{39} \sim 10^{42}$ erg のエネルギーが関与し、■活動の激しい時には一日で10回程度の γ 線バーストを繰り返す、■10年前に同じような活動を行い、形まで似た γ 線バーストを作るメカニズムが必要となります。

さて現在までに知られている中性子星を分類してみます。SNR 中の点源、単独あるいは連星の電波パルサー、X線連星などです。2例ではあり

ますがリピーターはSNR中の中性子星が起源となります。リピーターの中性子星は他と何か違うのでしょうか？ SNRは大きく二つに分類されますがG 10.0-0.3は複雑な構造を持っていて普通の残骸(shell型)ではありません。N 49の年齢も 5×10^3 年と若く、どちらも若いSNRで共通します。最大の特徴は中性子星の運動の速さです。中性子星の存在する位置がどちらもSNRの中心から少し偏っていて、これを年齢で割って運動速度を出して見ると500-1000 km/secに達していることがわかります。これは中性子星の運動速度としては異常です。因みに中性子星の平均速度は数100 km/sec程度と理解されています。この運動の速さがリピーター活動と関係しているのでしょうか？ 磁場の強さはパルサーが観測されていないので推定の域をでません。若いこと、G 10.0-0.3では強い電波が出ていることから強い磁場を持っていると考えるのが自然でしょう。N 49からは強い電波が出ていませんのでG 10.0-0.3とはこの点では相入れない結果となります。これらがこのリピーターについて分かっていることです。これらを基にエネルギーの源、 γ 線バーストを作るメカニズムを考えねばなりません。

今までに、検討されたモデルは■熱核反応、■小惑星のような物体を落とす、■中性子星の回転エネルギー、■磁場のエネルギー、そして■星の内部エネルギーです。内部エネルギーの代表が星での地震(星の収縮)です。しかし近くて、良く似たほ座パルサーがグリッチと呼ばれる現象と同期して γ 線バーストを作らないことから星震と考えるのは難しいだろうと思います。中性子星表面での熱核反応はX線バーストとして知られていますが、磁場とからめて γ 線バーストを説明しようと試みられました。しかし降着に伴う定常X線の強度に比べて時間平均した γ 線バーストが大きすぎるように思われます。中性子星の回転エネルギーを使うとしても、短時間しか続かない γ 線バースト中に角運動量を抜く必要があり、一気に

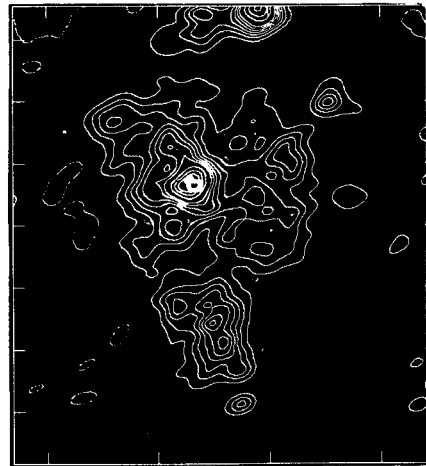


図2 X線源と電波源を重ね合わせたもの(ネイチャーより)

抜くのは難しいと指摘されています。もともと磁場は 10^{45} erg程度の総エネルギーを持っていると想像されますので磁場の再結合でも十分まかなえます。物体を中性子星に落下させれば重さに見合う重力エネルギーが発生しますので、エネルギーには事欠きません。落とす物体が超新星爆発の後にあるかが問題です。中性子星連星で惑星が発見されていますので、小惑星が存在すると考えても良いと基研の中村氏は指摘しています。いかにガンマ線バーストを作るかは、普通の(古典的な) γ 線バースト源の起源とともに天体物理における興味深いテーマです。今回のリピーターの観測はすばらしい前進ですが、観測的には古典的な γ 線バースト源をいかに同定するかが今後の大きな課題でしょう。私達は γ 線バーストに伴うX線の星間吸収による距離の決定が最も重要であると考えています。

宇宙科学研究所 村上敏夫, 青木貴史, 小賀坂康志
菌部 敬, 田中靖郎
理化学研究所 吉田篤正

参考文献

- Norris J.P. et al., 1991, AsJ 366, 240-252.
Murakami, T et. al., 1994 Nat 368, 6467.
村上敏夫, 1994, 日経サイエンス, 24(2), 31.