

星図星表めぐり (23)

X 線源及びガンマ線源のカタログ

松 岡 勝*

X線源は発見されてまだ日が浅いため、しばしば新しいX線源がふえたり、地上から観測されている星に比べて格段に位置の精度が悪いことで、決定的なX線源のカタログは作りにくい。それでもX線源の整理はこれまでのいろいろなグループでなされてきた。X線天文衛星ウフルが1971~1972年に活躍してX線天文学が飛躍的に進歩したのに伴ってX線源の数も3桁になった。ここではウフル前とウフル後に分けて話をすすめる。

ウフル前

太陽以外のX線源が発見されたのは1962年である。それ以来1970年までは主としてロケット、気球によってX線が観測された。当時のX線源の位置の精度は1°が良い方で普通数度ぐらいの誤差があった。従ってX線天文学のためにX線源の位置の精度を1'角以下にして光や電波で観測された天体と同定することが強く望まれた。1966年には全天で最も強いX線源である、さそり座X線源(SCO X-1)がモジュレーションコリメーターで1分角の精度で求められた。この結果光でみえる天体と同定され位置決定の精度においても光や電波の天文学と仲間入りすることが出来た。

さて、ウフル以前はX線源をより多くより正確に見つけようとしたグループがそれぞれの観測結果を論文の形に発表している程度であった。それらは多くても20個程度のX線源であった。X線天文学をやっている者にとって10~20個のうち1個1個のX線源が大体記憶に残りあえてカタログとして整理する必要は感じなかった。所がいくつかのグループが同じX線源でも違う精度で測定したり、X線新星として一時的に出現した星が登場したりしていささか混乱をきざしてきた。こうしてウ

フル前1年、時を同じくしてウフル以前にみつかったX線源の整理がなされた。

- (1) Oda, M. and Matsuoka, M.; Cosmic X-rays, Progress in Elementary Particle and Cosmic Ray Physics, **10** (1970), 305. [57]
- (2) Dolan, J.F.; A. Catalogue of Discrete Celestial X-Ray Sources, Astron. J. **75** (1970), 223. [59]
- (3) Kellogg, E.; A Catalog of Soft X-ray Sources, American Science and Engineering ASE-2536, 1970. [29]

Catalogue of		X-ray sources		L.S. 1		References		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
X-ray sources	Right ascension (1950.0)	Declination (1950.0)	β^1	β^2	Flux (1.5-6 keV) counts cm ⁻² sec ⁻¹	Observed date	References	
Cap XR-1	0°15'±8"	66°±2'	170	±4	0.4	4/25/65 R	FRIEDMAN <i>et al.</i> [1967]	
GX 145-60	2°0'±30"	-6°±3.5'	145	-60	2	12/16/67 R	BARNDEN and BRADY [1969]	
Tau X-1	5°31'±31.5"	21°59'±10"	184.3	-6.2	4	P(2)	BEVIER <i>et al.</i> [1963]; ODA <i>et al.</i> [1967]	
{(Orion nebula)		21°58'55"	184.3	-6.2	-	-	-	
*Orion	5°30"	-6°	250	-33	0.2	10/29/68 R	HARRIS <i>et al.</i> [1969]; LAWSON <i>et al.</i> [1968]	
Vel XR-2	8°0'±20"	-49°±8'	263	-10	1	E(10)	GAFFER <i>et al.</i> [1970]	
Vel XR-1	8°52'±10"	-44°±2.5'	266	-6.5	0.4	5/17/67 R	GURNEY <i>et al.</i> [1967]	
Vel XR-1	8°57'±30"	-44°15'±1'	263.3	±2.0	0.3	3/2/68 R	GURNEY <i>et al.</i> [1968]	
*Leo XR-1	9°55'±30"	8.6°±2'	226.5	+41	0.3	4/25/65 R	FRIEDMAN <i>et al.</i> [1967]	
Con XR-3	11°23'±30"	-59°±1.87'	320	+2	0.6	5/17/67 R	GURNEY <i>et al.</i> [1967]	
*3C273	12°26.5"	2°19.5'	289	-164.5	0.03	5/17/67 R	FRIEDMAN and AVIANY [1967]; BRADY <i>et al.</i> [1967]	
Vir XR-1	12°28'±3"	12°40'±50"	264	+75	0.2	P(0.8)	FRIEDMAN <i>et al.</i> [1967]; BRADY <i>et al.</i> [1967]	
(M87 or VirA)	12°28'±10"	12°40'	264	+75	-	-	-	
*Coma cluster	13°07'±8"	29°5'±2'	10	+87	-	-	-	
Con X-2	13°54'±8"	-64°±2'	310	-3	30	E(3.5 × 10 ⁴)	DEWET <i>et al.</i> [1966]; FRIEDMAN and AVIANY [1965]; SEWARD and TINK [1967]	
Con X-2	13°54'±1.5"	-62°0'±40"	305.3	+0.2	**4.5 × 10 ⁻⁶ cm ⁻² sec ⁻¹ keV ⁻¹ (at 25 keV)	12/6/65 D	HARRIS <i>et al.</i> [1967]	
{(M33 Cls)		-63°8'	306	-1	**1.4 × 10 ⁻⁶ cm ⁻² sec ⁻¹ keV ⁻¹ (at 25 keV) P(2.2)	10/15/67 R	LEWIS <i>et al.</i> [1968]	
Con X-1	14°28'±30"	-63°±3'	314.5	-2.5	0.25	$m_{\nu} \approx 13.7$	3/GARS <i>et al.</i> [1966]	
GX 133-55	14°56'±30"	-32°15'±2'	331.5	-23	60	E(8 × 10 ⁷)	FRIEDMAN <i>et al.</i> [1967]	
{Lup XR-1	15°30'±8"	-52°±3'	322.7	+5.5	0.3	-	GURNEY <i>et al.</i> [1967]; FRIEDMAN <i>et al.</i> [1967]	
Lup XR-1	14°53'±10"	-52°±2.5'	322	-1	1.4	P(2.5)	5/17/67 R	GURNEY <i>et al.</i> [1967]; LAWSON <i>et al.</i> [1968]
*Nor XR-2	15°38'±10"	-57°±2'	324.6	-2.3	0.6	E(1.3 × 10 ⁶)	4/25/65 R	FRIEDMAN <i>et al.</i> [1967]; LAWSON <i>et al.</i> [1968]
*Nor XR-1	16°24'±8"	-51°±2'	311	-1	1.2	-	4/25/65 R	FRIEDMAN <i>et al.</i> [1967]
Scor X-1	16°47'±4"	-15°30'54"±30"	359.1	+23.8	30	E(5 × 10 ⁶)	6/18/62 R	GIACCONI <i>et al.</i> [1962]; GURNEY <i>et al.</i> [1966]
(Sco X-1)	16°47'±3"	-15°31'13"	359.1	+23.8	$m_{\nu} \approx 12.6$	6/2/66 R	SANJAGE <i>et al.</i> [1966]	
Sco XR-2	16°25'±30"	-40°±2'	341.5	+6.3	1.2	4/25/65 R	FRIEDMAN <i>et al.</i> [1967]	
GX-12.9	16°35'±30"	-34	347.1 ± 0.3	-10	0.5	10/11/66 R	GURNEY <i>et al.</i> [1967]	
{L1	16°42'±30"	-31.9 ± 1.2'	349	+8.8	0.5	9/30/65 R	FRIEDMAN <i>et al.</i> [1966]	
L5	16°51'±30"	-26.8 ± 2'	344.2	+1.7	0.15	10/1/66 R	FRIEDMAN <i>et al.</i> [1967]	
L2	16°54'±30"	-47°±2'	338.8	-2.6	0.9	9/30/65 R	FRIEDMAN <i>et al.</i> [1966]	
L1	16°40'±30"	-45.9 ± 2.2'	340.5	-0.8	0.3	9/30/65 R	FRIEDMAN <i>et al.</i> [1966]	
M2	16°40'±30"	-47.0 ± 2'	338.9	-1.6	**0.05 (30-40 keV)	10/15/67 R	GURNEY <i>et al.</i> [1967]	
{L6	16°58'±30"	-45.8 ± 2.2'	341.1	-2.5	**0.02 (30-40 keV)	10/15/67 R	LEWIS <i>et al.</i> [1968]	
L7	17°01'±30"	-30.5 ± 2.2'	338.6	+0.6	0.6	10/1/66 R	FRIEDMAN <i>et al.</i> [1967]	
Anta XR-1	17°50'±8"	-45.9 ± 3.3'	312	-3.5	2	4/25/65 R	FRIEDMAN <i>et al.</i> [1967]	
{Soo XR-1	17°50'±10"	-26.4 ± 0.8'	339	+2.3	2.0	6/16/64 R	FRIEDMAN <i>et al.</i> [1967]	
L6	17°50'±8"	-37.7 ± 2.2'	348.8	0.0	2	10/1/66 R	FRIEDMAN <i>et al.</i> [1967]	
GX-10.7	17°40'±30"	-37.5'	359.9 ± 0.1	0.5	1.4	10/1/66 R	GURNEY <i>et al.</i> [1967]	
*Orion XR-2	17°44'±10"	-23.8 ± 4'	2	+9	0.7	4/25/65 R	FRIEDMAN <i>et al.</i> [1967]	

Reference p. 378

Reference p. 378

図1 (1)のカタログ抜萃

- (4) Seward, F.; An Illustrated Catalog of Cosmic X-ray Sources, LRL Report UDID-15 622, 1970. [42]

上記4つがウフル前に整理されたX線源のカタログである。[]内はここで整理されたX線源の数であるが精度の悪いものは同じX線源でも区別して整理している場合もあって正確なX線源の数ではない。

さて当時のX線源の呼び方について述べておこう。X線源の発見では初期の頃リードしたNRL(米海軍研究所)のグループは発見したX線源の星座名をつけX線の強度の順にXR-1, XR-2, ……と番号づけた。その後XRのうちRをはぶいてX-1, X-2, ……と書くのが大

* 東大宇宙研 M. Matsuoka: Catalogues of X- and γ -ray Sources

勢となった。また MIT (マサチューセッツ工科大学) のグループは発見した X 線源の銀経、銀緯を用い GX ^{III} と名づけた。ロッキードのグループは主に銀河中心近くの X 線源の探索を 1964~1965 年に行ったが、これは単に番号づけがなされているだけである。気球により新しい硬 X 線源をみつけた MIT グループは M1, M2, …… と名づけている。このように X 線源の名称に関しては各グループが勝手につけている傾向があった。違う名前でも同じ X 線源である可能性が強くその後に出たウフルの X 線源カタログで整理されたと

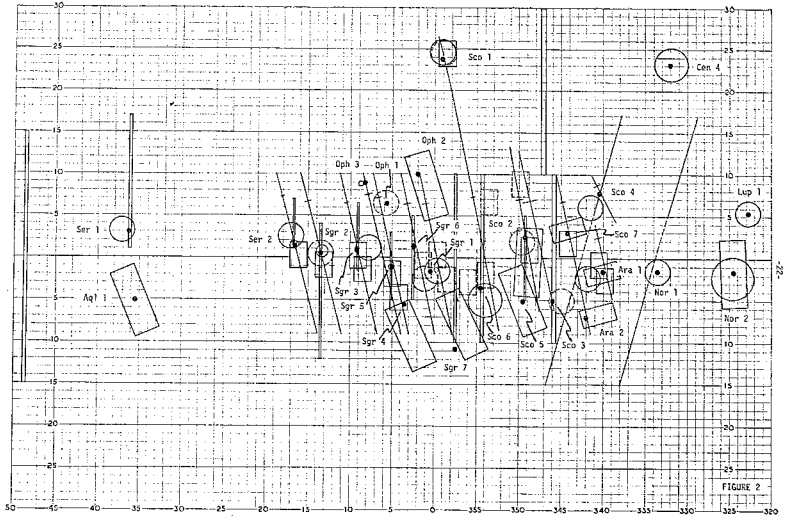


図 2 (4) のカタログ抜萃

える。(4)はこの混乱をそのまま図に表わしたもので各々のグループがきめた天球上の位置を書き込んだ図である。いずれの表にも混乱している X 線源の位置の整理に努力がはらわれている。X 線源の位置は赤経、赤緯と銀経、銀緯により誤差をつけて表わされている。X 線の強度は 2~6 keV 程度のエネルギー範囲のものが示してある。

ウフル以前の X 線源カタログの中の精度の悪い X 線源はあまり価値はないが、X 線強度の変化しやすいものや X 線新星のように短寿命のものは歴史的に意味あるものとして残るであろう。特にそれぞれの X 線源につけられた参考文献は各 X 線源を歴史的により詳しく追う者にとって参考になるであろう。また星座名に X-1, X-2, …… とつけたいくつかの X 線源は現在もなお残っている。

ウフル後

1970 年 12 月に飛んだ X 線天文衛星ウフルは観測装置としてはそれまでロケットでよく用いられた X 線検出器に視野が 0.5°×5° と 5°×5° の板状コリメータをつけて全天走査を行った。そして最も強い X 線源 SCO X-1 の約 1/10000 より強い X 線源 161 個を整理した。エネルギー範囲は 2~6 keV でそれよりエネルギーの低い X 線しか出さない X 線源はウフルカタログには載っていない。典型的な例として白鳥座の網状星雲(シグナスループ)は 1 keV 以下の軟 X 線源としては最も強い X 線源であるにもかかわらずウフルカタログに入っていない。

さてウフルがデータを取り始めて次々に新しい X 線源がみつかり二重星の性質を示すもの、パルセーションをするものなど毎回の Ap. J. 誌上を沸かした。X 線源の整理はプリリミナリーのものも含めて 4 回なされた。最初の 2 つは 1 ASE カタログの 16 個の X 線源

と 2 ASE カタログの 116 個の X 線源を非公式の刷物として整理された。これを受けて約 70 日間のデータをもとに 125 個の X 線源を 2 U カタログとして Ap. J. に発表した。2 U カタログ

Giacconi, R., Murray, S., Gursky, H. Kellogg, E., Schreier, E. and Tanabaum, H; The Uhuru Catalog of X-ray Sources, Ap. J. 178 (1972), 281.

名称は 2 U につづいて分までの赤経と度数までの赤緯を書いたものである。即ち 2 U αδ が X 線の名称となっている。これに使われたデータは全天の約 2/3 を走査したものである。X 線の強度はフォトンカウントで測られ、これがバックグラウンドより統計的に有意に出たものを X 線源として定義した。位置の精度にも統計が入り 0.5' 角精度のスターセンサを参考にして信頼度 90% 以上の領域をきめている。統計差のため強い X 線源程精度がよく 0.04° 程度から 1.5° 程度の誤差を含むものがある。X 線源の位置決定にかかわる統計のため弱い X 線源

SOURCE NAME	COORDINATES (1950)	CLASSIFICATION	ENERGY RANGE (keV)	FLUX (photons/cm ² /s)	SOURCE NAME	COORDINATES (1950)	CLASSIFICATION	ENERGY RANGE (keV)	FLUX (photons/cm ² /s)	REFERENCES	
										GENERAL	DETAIL
3U0001-01	0 0 42 -01 20	1	2-6	1.2E-10	3U0001-01	0 0 42 -01 20	1	2-6	1.2E-10	Giacconi et al. 1972	3U0001-01
3U0012-05	0 12 30 -05 12	2	2-6	1.5E-10	3U0012-05	0 12 30 -05 12	2	2-6	1.5E-10	Giacconi et al. 1972	3U0012-05
3U0221-03	0 21 48 -03 17	3	2-6	2.0E-10	3U0221-03	0 21 48 -03 17	3	2-6	2.0E-10	Giacconi et al. 1972	3U0221-03
3U0311-03	0 31 11 -03 11	4	2-6	2.5E-10	3U0311-03	0 31 11 -03 11	4	2-6	2.5E-10	Giacconi et al. 1972	3U0311-03
3U0416-08	0 41 16 -08 16	5	2-6	3.0E-10	3U0416-08	0 41 16 -08 16	5	2-6	3.0E-10	Giacconi et al. 1972	3U0416-08
3U0521-28	0 51 21 -28 28	6	2-6	3.5E-10	3U0521-28	0 51 21 -28 28	6	2-6	3.5E-10	Giacconi et al. 1972	3U0521-28
3U0551-18	0 51 51 -18 18	7	2-6	4.0E-10	3U0551-18	0 51 51 -18 18	7	2-6	4.0E-10	Giacconi et al. 1972	3U0551-18

図 3 3 U カタログ抜萃

では実際にX線源でないものをきめつける危険を含んでいる。2 Uカタログを改定した 3 U カタログでは2 UカタログのX線源のうち1個だけ統計的に再検討の結果間違いであったことをみつけている。

3 Uカタログ

Giracconi, R., Murray, S., Gursky, H., Kellogg, E., Schreier, E., Maitilsky, T., Koch, D. and Tanabaum, H.; The Third Uhuru Catalog of X-ray Sources, Ap. J. Supplement Series No. 237, 27 (1974), 37.

3 Uカタログは2 Uカタログを改定してほぼ全天を走査した結果のX線天文衛星ウフルのカタログの最終版である。X線源は161個になっている。変動するX線源は別としてSCO X-1より1/2000のものはほぼ全部拾っていると云える。これより弱いX線源も整理されているが多少の拾いもれがあるものと考えられる。

X線天文衛星ウフル以後に次々にX線天文学を主とした衛星が飛ばされた。それらには次のものがある。現在は既に活動を停止しているOSO VII衛星があり、ウフルカタログにないX線源を14個見つければMXの後に赤経赤緯をつけている(IAUO 2765)。現在も尚活躍しているOAO IV (Copernicus)衛星は各X線源を詳細に観測することが主目的のためこれまで新しいX線の発見は少ないが、X線源の位置の精度の向上や物理的性質の追加などを含めたカタログが作られることであろう。この他活躍がこれから本格的に始りつつある衛星としてアメリカとオランダの共同実験からなるANS衛星、イギリスのX線天文衛星Ariel 5 (別名UK 5)、ウフルは小型天文衛星(SAS)第1号であったがこの第3号の衛星SAS-3は軟X線検出器をもち、ウフルと違った新しいタイプのX線源をみつかるであろう。こうして2~3年後にウフル以外の各衛星のX線源のカタログが作られることであろう。

X線源の表として理科年表にあらわれ出したのは昭和48年度からである。昭和48,49年度は主として2 Uカタログからとったものであるが、昭和50年度版は3 Uカタログに改められX線源の数も20個から30個になった。

ガンマ線源のカタログ

宇宙ガンマ線源の観測の歴史はX線天文学より古い。X線とは違って宇宙には期待以上に強いガンマ線源がないことがわかり観測技術のむづかしさと、弱い強度のためガンマ線天文学は険しい道を進んでいる。銀河面又は銀河中心方向から100 MeV以上のガンマ線が来ていることは確かになったが、方向の精度と統計的誤差のため各々のガンマ線源を出す天体として整理するにはまだ時間がかかるようである。かに星雲やVela Xがガンマ線源であることは確かであるがその他の何個かのガンマ線源はまだ精度が悪くはっきりした方向をきめられない。このためガンマ線源はカタログとして整理するまでには

なっていないのが現状である。小型天文衛星第2号(SAS-2)はガンマ線の観測に主力が置かれた衛星であり、その結果によるとガンマ線源はX線源に比べて大変少いようである。

ガンマ線バースト

ガンマ線源に関して最近発見されたガンマ線バーストは無視出来ない存在となっている。そもそもガンマ線バーストはヴェラという放射線検索衛星のガンマ線検出器によって発見されたものである。過去のガンマ線のデータをたどってみると時々短時間に異常に強いガンマ線が増加することに気づき同じ軌道にあり位置の違う他のヴェラ衛星も同じような現象を捉えていることから宇宙のどこからともなくやってくるガンマ線であることがわかった。その後他の衛星も過去のデータを調べなおすことによりこの種のガンマ線バーストを捉えていることが見い出され年間数個のガンマ線バーストがあることがわかった。ガンマ線バーストの表はロスアラモスのグループとNASAのグループがまとめている。1975年6月のコスパのシンポジウムでロスアラモスのグループが最近のガンマ線バーストの総まとめをしている。ここには1967年から1974年の初めにかけていろいろな人工衛星で捉えられた42個のガンマ線バーストの秒までの絶対時刻と数度の誤差をもった方向を整理している。

- 1) Strong, I.B., Klebesadel, R.W. and Olson, R.A.; A Preliminary Catalog of Transient Cosmic Gamma Ray Sources Observed by the Vela Satellites, Ap. J. Letter 188 (1974), L1.
- 2) Desai, U.D., Klebesadel, R.W. and Strong, I.B.; Energy Spectrum of Cosmic γ -Ray Burst, Ap., J. Letters, 185 (1973), L1.
- 3) Klebesadel, R.W. and Strong, I.B.; Observations of Cosmic Gamma Ray Bursts, COSPAR Symposium, June, 1975.

ガンマ線バーストは今の所何時起ったということははっきりしているが何処で起ったかははっきりしていない。従って従来の星のカタログとは違って位置の代りに起った時刻に重点がおかれている。しかしこれでは実体がつかめないため所謂星のカタログの仲間入りをするには出来ないのかも知れない。将来ガンマ線バーストのカタログが出来ることを期待したい。

最後にX線源、ガンマ線源の星図は星の星図でみられるような詳しいものはない。全天の天球座標にX線源、ガンマ線源をプロットしてそれらがどんな分布をしているかを示している程度でこれまで述べた星表に出ている。更にX線、ガンマ線に関して重要な観測結果として追加しておきたいことはこのいずれも局所的線源以外に空の広い領域からやってくる成分があることである。所謂Diffuse X, γ 線成分と呼ばれるものでその起源はまだはっきりしない。