

GRB 130427A：“近所”で爆発した宇宙のモンスター

MASELLI, Alessandro¹, MELANDRI, Andrea¹, NAVA, Lara^{1/2}, MUNDELL, Carole G.³, 河合誠之^{4/5}
CAMPANA, Sergio¹, COVINO, Stefano¹, CUMMINGS, Jay R.⁶, CUSUMANO, Giancarlo¹, EVANS, Philip A.⁷
GHIRLANDA, Giancarlo¹, GHISELLINI, Gabriele¹, GUIDORZI, Cristiano⁸, 小林史歩³, KUIN, Paul M.⁹
LA PAROLA, Valentina¹, MANGANO, Vanessa^{1/10}, OATES, Samantha R.⁹, 坂本貴紀¹¹, 芹野素子⁵
VIRGILI, Francisco³, ZHANG, Bin-Bin¹⁰, BARTHELMY, Scott D.¹², BEARDMORE, Andrew P.⁷
BERNARDINI, Maria G.¹, BERSIER, David³, BURROWS, David N.¹⁰, CALDERONE, Giorgio^{1/13}
CAPALBI, Milvia¹, CHIANG, James¹⁴, D'AVANZO, Paolo¹, D'ELIA, Valerio^{1/15}, DE PASQUALE, Massimiliano⁹
FUGAZZA, Dino¹, GEHRELS, Neil¹², GOMBOC, Andreja^{16/17}, HARRISON, Richard M.³, 花山秀和¹⁸
JAPELJ, Jure¹⁶, KENNEA, Jamie A.¹⁰, KOPAC, Drejc¹⁶, KOUVELIOTOU, Chryssa¹², 黒田大介¹⁸
LEVAN, Andrew J.¹⁹, MALESANI, Daniele²⁰, MARSHALL, Francis E.¹², NOUSEK, John A.¹⁰, O'BRIEN, Paul T.⁷
OSBORNE, Julian P.⁷, PAGANI, Claudio⁷, PAGE, Kim L.⁷, PAGE, Matthew⁹, PERRI, Matteo^{1/15}
PRITCHARD, Tyler A.¹⁰, ROMANO, Patrizia¹, 齊藤嘉彦⁴, SBARUFATTI, Boris^{1/10}, SALVATERRA, Ruben¹
STEELE, Iain³, TANVIR, Nial R.⁷, VIANELLO, Giacomo¹⁴, WIEGAND, Robert E.¹², WIERSEMA, Klaas⁷
谷津陽一⁴, 吉井健敏⁴, TAGLIAFERRI, Gianpiero¹

1: Istituto Nazionale di Astrofisica, 2: Astroparticle and Cosmology Laboratory, 3: Liverpool John Moores University, 4: 東京工業大学, 5: 理化学研究所, 6: University of Maryland/NASA, 7: University of Leicester, 8: University of Ferrara, 9: University College London, 10: Pennsylvania State University, 11: 青山学院大学, 12: NASA, 13: Università di Milano-Bicocca, 14: SLAC National Accelerator Laboratory/Stanford University, 15: Agenzia Spaziale Italiana, 16: University of Ljubljana, 17: Centre of Excellence Space-si, 18: 国立天文台, 19: University of Warwick, 20: University of Copenhagen

2013年4月27日に発生したGRB 130427Aは、その明るさ ($L \sim 3 \times 10^{53} \text{ erg s}^{-1}$) と距離的な近さ (赤方偏移 $z = 0.34$) から、 $z < 0.9$ で観測されたガンマ線バースト (GRB) としては観測史上最大のものであった。我々はGRB 130427Aの発生直後からSwift衛星および地上観測施設 (Liverpool望遠鏡、Faulkes北望遠鏡、MITSuME望遠鏡) によるX線・紫外線・可視光観測を行い、ガンマ線、電波を含む包括的なデータ解析を行った[1]。

GRB 130427AはFermi衛星のガンマ線バーストモニター (GBM) によって検出され、最大95 GeVにもおよぶガンマ線が20時間にわたって観測された[2]。Swift衛星のバーストアラート望遠鏡 (BAT) による15–150 keV帯の観測では、GRBとしては過去最高のフルエンス $4.985 \pm 0.002 \times 10^{-4} \text{ erg cm}^{-2}$ を記録した。X線の時間進化に関しては、 $424 \pm 8 \text{ s}$ 後に初期の急減光 ($\alpha_{0,x} = 3.32 \pm 0.17$) からより平らな減光 ($\alpha_{1,x} = 1.28 \pm 0.01$) へと変化するべき折れ曲がりが見出され、 $48 \pm 22 \text{ ks}$ においてさらに減光 ($\alpha_{2,x} = 1.35 \pm 0.02$) する折れ曲がりが見られた (図1参照)。可視・紫外域においては、 37^{+4}_{-7} ks 後に $\alpha_1 = 0.96 \pm 0.01$ から $\alpha_2 = 1.36^{+0.01}_{-0.02}$ へと変化するべき折れ曲がりが見られた。ジェットブレイクを仮定したモデル解析により、ジェットの開き角は $\theta_j \sim 3^\circ$ 、立体角を補正した放射エネルギーは $E_j = 10^{51} \text{ erg}$ と推定された。

スペクトルに見られるピークエネルギー $E_{\text{peak}} (= 1028 \pm 8 \text{ keV})$ と明るさの関係は $z \sim 1-2$ の遠方で発生する典型的なGRBにおいて成り立つ相関関係[3]に従っており、宇宙初期から現在に至るまで、爆発の規模を問わずGRBの駆動機構が共通であることが示唆された。また、Xuらの観測[4]

によってGRB 130427Aに付随するIc型の超新星SN 2013cqが検出されており、遠方で発生する最大規模のGRBにおいても超新星が付随する可能性を示唆する結果となった。

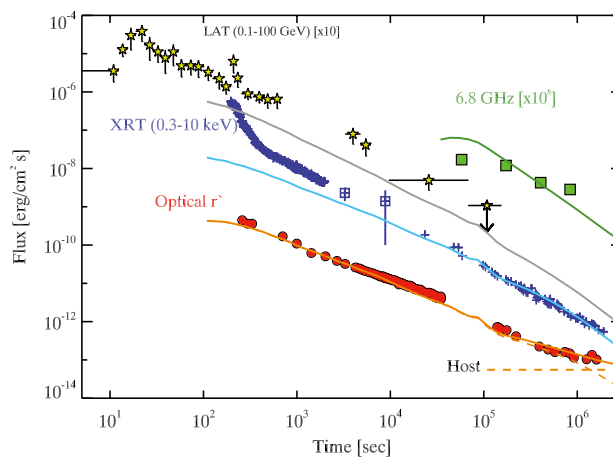


図1. 様々な観測バンドでのGRB 130427Aの光度曲線[1]。ガンマ線はFermi衛星、X線はSwift衛星とMAXI (全天X線監視装置)、可視光は地上観測施設 (東工大明野MITSuME望遠鏡、国立天文台岡山天体物理観測所、国立天文台水沢VLBI観測所石垣島天文台を含む)、電波はVLA [5]による観測。実線はVan Eertenらのシンクロトロン放射モデル[6]から得られた各観測バンドにおける光度曲線。

参考文献

- [1] Maselli, A., et al.: 2014, *Science*, **343**, 48.
- [2] Ackermann, M., et al.: 2014, *Science*, **343**, 42.
- [3] Nava, L., et al.: 2012, *MNRAS*, **421**, 1256.
- [4] Xu, D., et al.: 2013, *ApJ*, **776**, 98.
- [5] Laskar, T., et al.: 2013, *ApJ*, **776**, 119.
- [6] van Eerten, H., et al.: 2012, *ApJ*, **749**, 44.