

BL Lac 天体 OT 081 における電波領域での短期強度変動

石田貴史 藤澤健太 輪島清昭 新沼浩太郎 (山口大学)

1. 概要・目的

AGN の電波強度は 1960 年代から長期的モニター観測が行なわれており、時間変動することが知られている。電波強度変動は特にフレア（強度上昇）について研究されており、典型的に 1 年の時間スケールでフラックス密度が増減することや周波数によるフレアピーク時期の遅延などが知られている。このフレアとジェット塊の出現には関係があるとされ、フレアと同期したジェット塊出現が観測されている[1]。しかし、このようなフレアと比較して相対的に変動振幅が小さく、かつ変動時間スケールの短いフレア（小フレア）が存在する。小フレアとこれまでのフレアとの関係や、その起源などを詳しく研究した例はほぼない。そこで、我々は小フレアの検出および、その起源解明を目的に観測を行なった。

2. 観測天体 OT 081

OT 081 は赤方偏移 $z=0.320$ の BL Lac 天体である。ジェットの放出角が 0.68° と小さく[2]、X 線・可視光・ミリ波[3]やセンチ波の電波領域[4]の非常に広い周波数帯で変動する。図 1 の UMRAO の 3 周波数のライトカーブで示されるように電波領域ではフラックス密度が常に変動している天体である[5]。VLBI 観測では放射の大部分がコアに占められ、コアに対して北東方向にジェットが見られる。

3. 観測・結果

我々は山口 32 m 電波望遠鏡を用いて 8GHz 帯で 2010 年 2 月 2 日から 6 月 30 日まで 5 ヶ月間ほぼ毎日、OT 081 の観測を行って活動銀河核の小フレアを調べた。観測の結果、図 3 のように 4 月 23 日ごろに小さなフレア（小フレア）を検出した。この小フレアの時間スケールは図 2 のように構造関数から 23 日から 30 日である。一方、4 月 1 日、4 月 21 日、5 月 19 日に行われた 8 周波同時 VLBI 観測の VLBA アーカイブデータを解析した。全エポック・周波数でコアからの放射が卓越しており、有意なジェット成分は検出出来なかった。図 3 のように 5.0・8.4・15GHz のコアの強度変動は単一鏡のライトカーブと同期しているが、2.3・22・43GHz は同期していない。また、磁場と粒子のエネルギー等分配を仮定することにより周波数スペクトルからドップラー係数を算出すると、どのエポックも $\delta_{eq} = 30 \sim 45$ となった。

電波に比べて γ 線・X 線・可視光の放射領域は小さく、変動のタイムスケールが短いため小フレアとの関係が予想されたが、図 4 のように電波と γ 線との相関は見られなかった。また、X 線・可視光は山口の観測時期のデータがほとんどないため相関は分からなかった。一方で、電波 230 GHz と γ 線・X 線・可視光に相関が見られた。

4. まとめ

我々は山口 32 m 電波望遠鏡を用いた 8.4 GHz 帯の連続モニターで小フレアを検出した。観測期間で構造関数を求めると小フレアの時間スケールは 23~30 日であった。

周波数ごとのフラックス変化を見てみると、5.0 GHz・8.4 GHz・15 GHz は単一鏡の小フレアに同期して強度上昇しているが、2.3 GHz・22 GHz・43 GHz は同期していない。このことから、小フレアが特定の周波数(5.0

GHz・8.4 GHz・15 GHz)のみの現象である可能性がある。しかし、AGN では高周波側から遅れて低周波側のフレアが起こる現象も観測されているので、22 GHz・43 GHz が 90 日以前にフレアしている可能性もある。

一方、X線フレアと 230 GHz、 γ 線フレアと可視光・230 GHz は相関が見られる。ただし、山口の観測時期のデータがほとんどないため、小フレアと γ 線・X線・可視光の関係は何も言えなかった。

5. 今後の展望

- 22 GHz・43 GHz が 90 日以前にフレアしている可能性もあるので、同期間の VLBA アーカイブデータの解析をする。
- 小フレアと γ 線・X線・可視光の多波長での関係を調べるため、2012 年 1 月から山口電波望遠鏡と広島かなた光学望遠鏡で毎日同時観測をする。

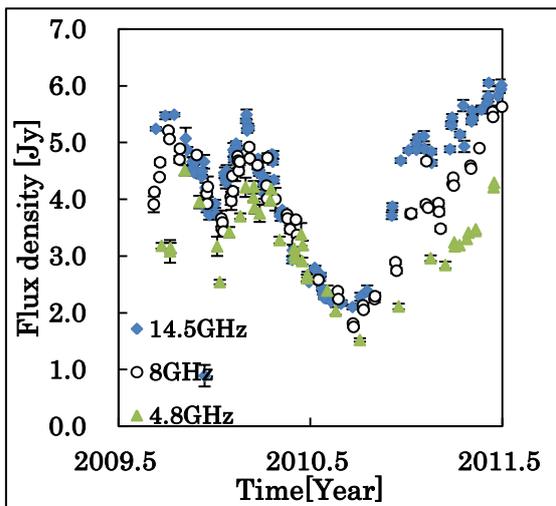


図1： UMRAO による OT 081 のライトカーブ。横軸は時間、縦軸はフラックス密度[Jy]である。(UMRAO database[6])

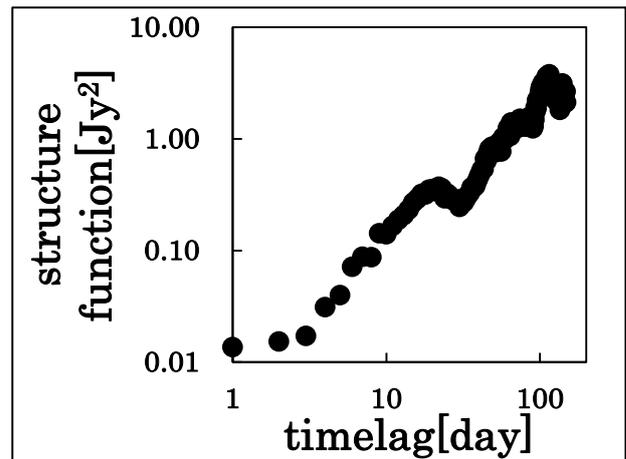


図2： OT 081 の構造関数

縦軸が構造関数で、横軸が time lag であり、縦軸、横軸共に対数プロットしている。横軸が 23 日のところで極大、30 日のところで極小の値をとっている。

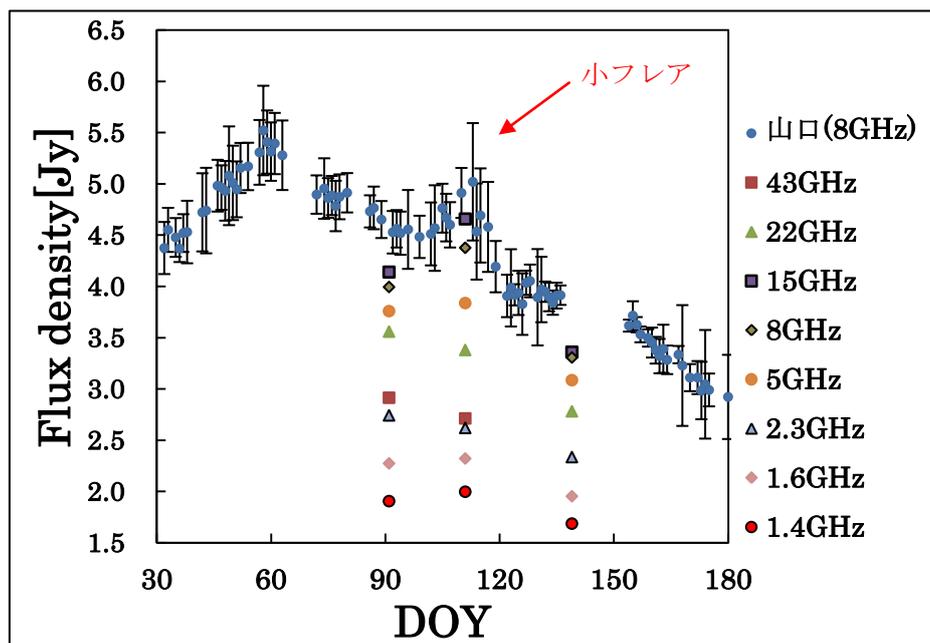


図3： 2010 年の OT 081 のライトカーブ。横軸は 2010 年の通算日、縦軸はフラックス密度である。

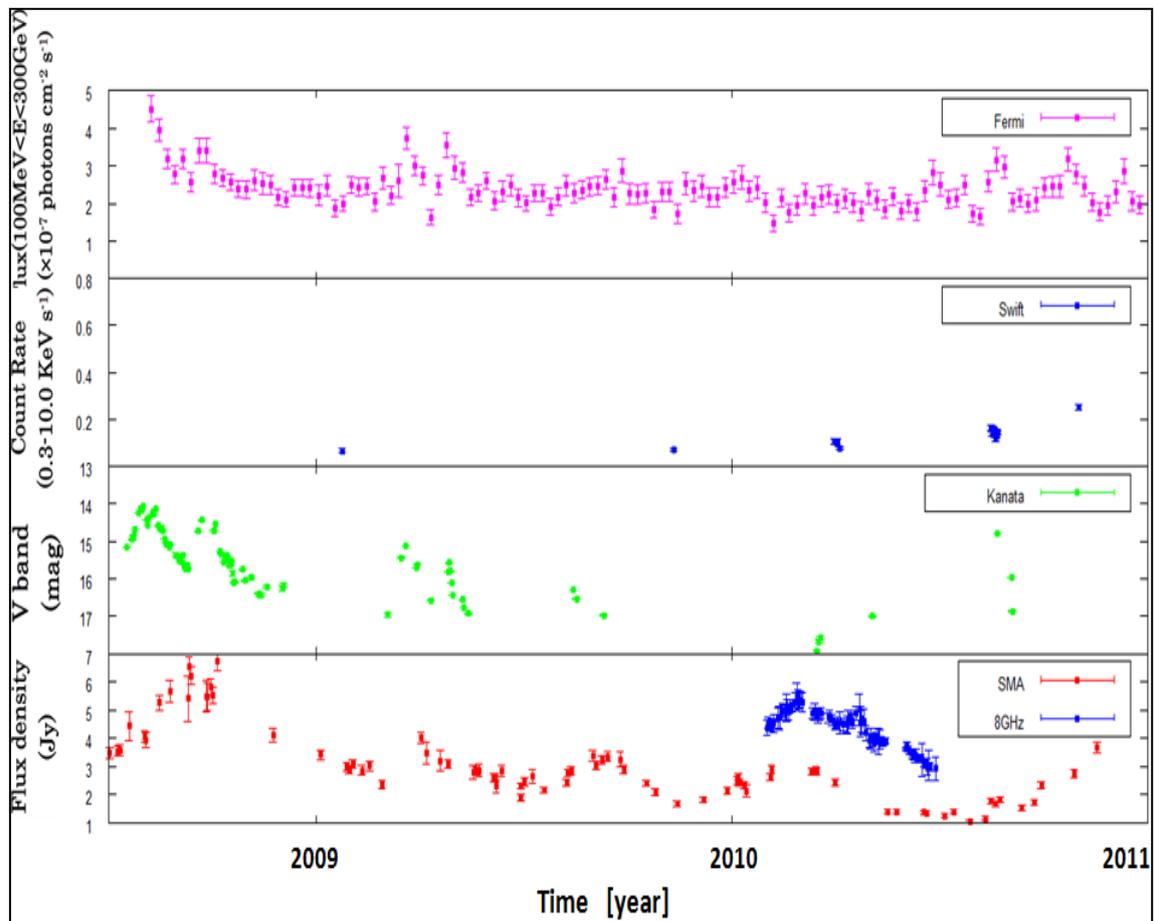


図4： 各波長域での OT081 の強度変動

横軸が時間（年）で、縦軸は上から γ 線[7]、X 線[8]、可視光、電波(230 GHz)[6]である。
X 線フレアと 230 GHz、 γ 線フレアと可視光・230 GHz は相関が見られる。

参考文献

- [1] Nagai,H, et al. 2010,PASJ,62,L11
- [2] Iguchi,S, et al. 2000,PASJ,52,1037
- [3] Reuter,H. -P., et al. 1997,A&AS,122,271
- [4] Terasranta,H., et al. 1998, A&AS,132,305
- [5] UMRAO Database
- [6] SMA Calibrator List
- [7] Fermi Science Support Center Homepage
- [8] *Swift*-XRT Monitoring of *Fermi*-LAT Sources of Interest