

W63a ガンマ線バーストの可視・電波偏光同時観測から測る真の全エネルギー

當真賢二 (東北大), 浦田裕次 (NCU), S. Covino (INAF), K. Wiersema (Warwick 大), K. Huang (CYCU), 霜田治朗 (名古屋大), 桑田明日香 (東北大), 長尾颯太 (東北大), 浅田圭一 (ASIAA), 永井洋 (NAOJ), 高橋智子 (NAOJ), C.-E. Chung (NCU), 山岡和貴 (名古屋大), 田代信 (JAXA), 他 5 名

ガンマ線バースト (GRB) はガンマ線の空で最も明るい天体であり、初代星の探査、重力波放射源の同定、相対論的ジェットや衝撃波の研究などに関わって活発に研究されている。GRB の残光は星間媒質を伝播する相対論的衝撃波からのシンクロトロン放射であり、電波から高エネルギーガンマ線にわたる広い波長帯で観測される。これまで残光の偏光は主に可視光で測られており、電波の偏光が近年我々のグループなどが ALMA を使って初検出に成功している (Urata, Toma et al. 2019, ApJL)。観測と放射モデルの比較から衝撃波の全エネルギーを推定することは、GRB を起こす天体の質量や爆発機構を探る上で本質的に重要である。

今回、我々は VLT と ALMA を用いて、Long GRB 191221B の可視と電波の偏光の同時観測に成功した (Urata, Toma et al. 2022, Nature Astronomy)。観測したのはバーストから 2.5 日後で、偏光度が可視で $1.3\% \pm 0.2\%$ 、電波で上限値 0.6% (3σ) であった。そして偏光角が $16.6 \pm 9.6^\circ$ 異なっていた。電波・可視の偏光角の相違と可視偏光の時間発展から、シンクロトロン放射を作る磁場がプラズマ運動論スケールで乱れた磁場ではなく、流体スケールで乱れた磁場であることがわかった。さらに、低い電波偏光度は、陽子温度程度にまで加熱されていない電子によるファラデー消偏波効果で説明できる。加熱されていない電子の存在により、陽子の数も多いことになり、それを考慮しない従来の評価法に比べ、衝撃波の全エネルギーは ~ 3.5 倍以上大きくなることがわかった。