

OISTER・すざくによるブラック・ウィドウパルサー 2FGL J2339.6–0532の多波長観測

谷津陽一
(東京工業大学)

片岡 淳、高橋洋介
(早稲田大学)

橘 優太郎、河合誠之
(東京工業大学)

柴田晋平 PIKE, P.
(山形大学) (Brown University)

吉井健敏、有元 誠、斎藤嘉彦
(東京工業大学)

中森健之
(山形大学)

関口和寛
(国立天文台)

他OISTER チーム

30ミリ秒よりも速い周期で回転するミリ秒パルサーは、いちど回転運動エネルギーを失って“死んだ”状態から、連星からの質量降着により角運動量を得て、徐々に加速されていったと信じられている。実際、多くのミリ秒パルサーは連星系の中で発見されるが、一部のミリ秒パルサーは単独で存在している。ブラック・ウィドウパルサーはこの進化の中間に位置する天体だと考えられており、角運動量を得て復活したパルサーが、逆に伴星を蒸発させている状態にある。若い電波パルサーからミリ秒パルサーへの進化の過程は数億～数十億年に及ぶと考えられており、ブラック・ウィドウパルサーが未だ数例しか知られていないということは、降着駆動から回転駆動への切り替わりがきわめて短い期間に行われていることを示唆する。本研究では、Fermiガンマ線天文台が未知のガンマ線放射源として発見した2FGL J2339.6–0532がパルサー進化のどの段階にあるのか、そしてパルサー周辺での粒子加速などの物理現象を明らかにする目的で、可視・X線による多波長観測を行った。

可視光の観測は光・赤外線天文学大学間連携の15の施設を使用して、赤外 (J_s) からBバンドまでの広帯域を連続して観測した。キャンペーン観測としては2011年9月27~30を観測ウィンドウと設定して観測を行った。図1(左)は可視光観測で得られた各色ごとの光度変化を軌道周期と考えられている4.63時間周期で畳み込んだものである。また右パネルは軌道位相ごとのSEDを示したものである。伴星の片面のみパルサー風で加熱されていると考えられ、軌道位相に応じて表面温度が3200 Kから8000 Kまで変化していると考えられる。我々は、単純なジオメトリを仮定して観測された多波長光度曲線を再現することで、連星系の軌道パラメータ、特に軌道傾斜角を $52^\circ < i < 59^\circ$ と制限した。

一方、X線ではX線天文衛星すざくを用いて96 ksの観測を実施した。X線のスペクトルは $T_{BB} = 0.15 \pm 0.06$ keVの黒体輻射と光子指数 $\Gamma = 1.14 \pm 0.13$ のフラットな冪関数で良く説明できる。エネルギーバンド毎の時間変動を調べた結果(図2)、1.0 keV以下の軟X線成分はほとんど変動が見られないこと、放射源の半径が0.28 kmしかないことから、この放射が中性子星の表面に起因すると解釈できる。一方、硬X線成分は可視光と同位相の光度変動を見せており、放射源は伴星の極近傍に形成されたパルサー風の衝撃波面から放射されていると考えられる。しかしながら、その光度曲

線は可視光とは異なり、伴星が外合の位置に近い領域で光度が一様になる。我々はこれが、衝撃波通過後のパルサー風のLorentz Boostに起因すると仮定して、パルサー風の磁化率を $\sigma < 0.1$ と制限した。伴星の軌道はパルサーから 10^{11} cmであり、パルサーからおおよそ3光秒の位置で既に粒子優勢の状態になっていることを明らかにした。

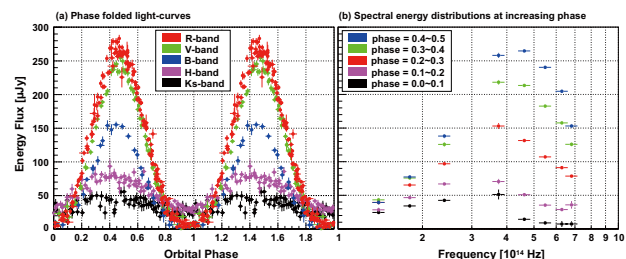


図1. (左) OISTERで観測した2FGL J2339.6–0532の光度曲線。(右) 軌道位相毎のSED。

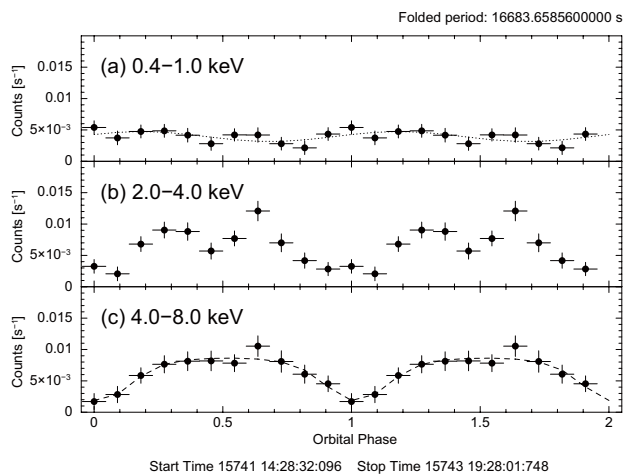


図2. すざくの観測した2FGL J2339.6–0532の光度曲線。

参考文献

[1] Yatsu, Y., Kataoka, J., Takahashi, Y., et al.: 2015, *ApJ*, **802**, 84.