



Be型X線連星パルサー MAXI J0655-013 の発見

2025年2月12日
MAXI チーム
(TM, MN, MS)

- 2022年6月18日。X線天文学が始まってから、ちょうど60年目の記念すべき日^[1]に、MAXIは34個目のX線新星を発見しました(図1)。
- 場所はいっかくじゅう座の冬の天の川の中で、X線強度は 61 mCrab^[2]でした。
- 太陽からは30度と近い位置にあり、Swift/XRT と NICER は太陽角制限のため観測できませんでした。そこでNuSTAR衛星に依頼し、6月22日に観測されました。
- NuSTARは 1129 秒のパルスを発見しました(図2)。MAXIでは、この周期とMAXIのスキャン間隔(5577秒)がうなりを起こし、1日周期の「にせの変動」が見られました。
- NuSTARの決めた位置にはV520 Mon(いっかくじゅう座の520番変光星)という12等星のBe星がありました。Be星とはB型で水素輝線を持つ珍しい星です。
- MAXI J0655-013 はBe型星とX線パルサーの連星系であることがわかりました。
- この星までの距離は、GAIA EDR3カタログによると12000光年です。
- MAXI, NuSTAR, Fermi/GBMの観測をまとめた論文が、米国アストロフィジカル誌に出版されました^[3]



図1. 発見後1週間たち明るくなったMAXI J0655-013。2022年6月25日。

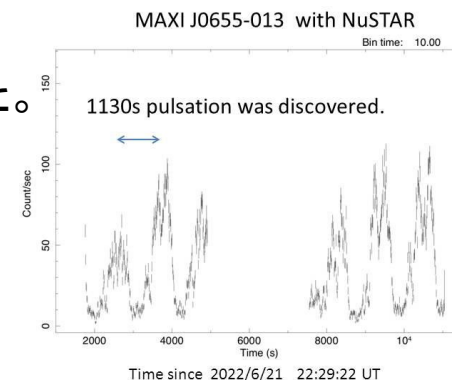


図2. NuSTARが1129秒のパルスを発見。

[1] Giacconi et al. Physical Review Letters, 9, 439 (1962) 1962年6月18日、アメリカの観測ロケットで初のX線源「さそり座X-1」を偶然発見しました。その功績で2002年ノーベル物理学賞を受賞しました。

[2] mCrab(ミリクラブ)は標準光源(かに星雲)に対する明るさの相対値。61mCrabはかに星雲の明るさの61/1000。

[3] Pike et al. Astrophysical Journal, 954, 48 (2023) Pike氏はMAXI-NuSTAR連携観測のNu-STAR測の担当者。

遅い自転、超強磁場のX線連星パルサー



- 1.5か月後には、MAXIの検出限界以下まで弱くなりました。
- 54日後の8月15日、NuSTARはもう一度観測を行い、強度は1回目の1/140まで弱くなっていましたが、無事にX線パルスを検出することができました。この時に観測されたパルス周期は1085秒で、54日間で4%も速くなっていました。
- これは、Be星から円軌道を描きながら落ちていったガスが最後にパルサーの磁力線を押して、パルサー本体の回転を加速させたためと考えられています。
- X線の明るさはガスの降り積もる量で決まるので、明るくなれば、パルサーの回転はどんどん速くなります。
- Fermi/GBM装置は、MAXI J0655の明るさとパルス周期を連続的にモニタしていました。明るさとパルス周期の速くなる割合をプロットしたのが図3で、両者には正の相関があることがわかります。
- このデータを理論式でフィットすれば、パルサーの表面磁場が推定できます。表面磁場は 10^{14} G以上と推定されました。
- パルサーの質量や半径は未知なのですが、パルサーの質量を0.7太陽質量という考えられうる最低値を仮定しても磁場は 10^{14} Gが必要となりました(図3赤線)。
- 通常のX線連星パルサーの磁場は 10^{12} G程度なので、これは100倍も強い超強磁場になります。
- MAXI J0655-013は、遅い自転の超強磁場のX線連星パルサーだったのです。

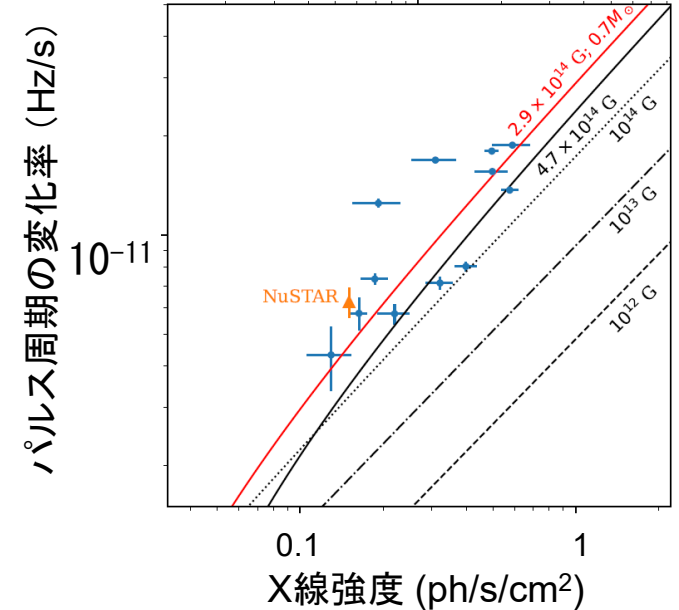


図3. Fermi/GBM(青点)とNuSTAR(橙点)で測定されたX線強度とパルス周期の変化率の関係。両者には正の相関があり、パルサーの表面磁場は 10^{14} G以上と計算される。パルサーの質量を0.7太陽質量という考えられる下限値を仮定しても磁場は 10^{14} Gという超強磁場が必要となる(赤線)。