



磁場の弱い中性子星のプロペラ効果の発見

2013年8月30日

MAXI チーム(UAM)

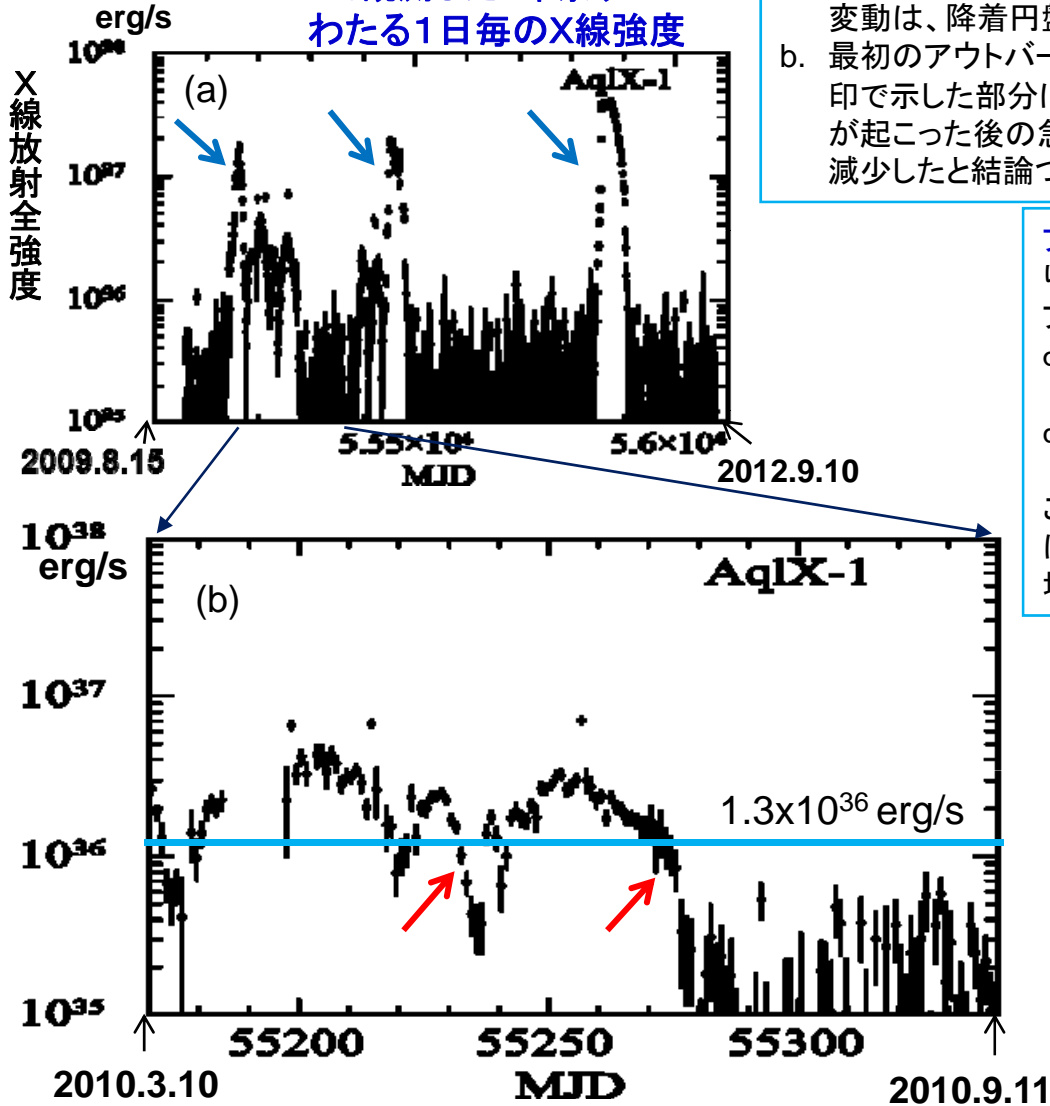
- X線で輝く中性子星には、規則正しく明るさが変化するX線パルサーと、パルスがみえない中性子星があります。パルスがみえない中性子星のX線放射のメカニズムはこれまでよくわかっていませんでした。ただし、前者は後者に比べ強い磁場があることはわかっています。
- 今回、パルスがみえない中性子星のX線放射の変動に、X線パルサーに比べ弱いながら磁場が大きな役割を果たすことをMAXIチームが初めて発見しました^{a)}。また長期間にわたりX線強度を調べた結果、パルスがみえない2つの低質量X線連星(※1)でX線強度の急減する箇所を見つけ、磁場のプロペラ効果(※2)として米国の宇宙物理学会誌に発表しました^{b)}。
 - ※1: X線で輝く中性子星の多くは他の星と対を成しており、X線連星系と呼ばれています。
 - ※2: 高速回転する中性子星には連星の相方の星から放出されたガスが落下します。その流量が少なくなり、磁力線で遠心力によってガスが跳ね飛ばされる現象をプロペラ効果といいます。詳細は次ページ。
- 今回の論文では、以下を発表しました。
 - X線の強度が急激に下がる現象には2種類あることを見つけました。中性子星の周りに形成された降着円盤が形を変えるときと、中性子星に落下するガス圧が中性子星の磁気圧に負けプロペラ効果が起こるときです。これら2種類を区別する方法を提案しました。
 - X線の強度からガス量を算出し、ガス圧と磁気圧のつり合いから磁場を求めた結果、パルスがみえない磁気の弱い中性子星の磁場は通常のX線パルサーの約1万分の1でした。

a) M.Matsuoka & K.Asai; [PASJ, 65\(2013\), 26](#) ; [MSN043](#); b) K.Asai, 等, [ApJ, 773\(2013年8月20日出版\)](#)

磁場の弱い中性子星のプロペラ効果



MAXIで観測した3年余りにわたる1日毎のX線強度



- a. 磁場が弱い中性子星をもつ低質量X線連星系 Aql X-1のMAXIIによる3年間のX線強度曲線。3回のアウトバーストが見える(青矢印)。アウトバーストが終る頃のX線強度の急激な変動は、降着円盤の形状が変化する状態遷移とプロペラ効果の現象が交じっている。
- b. 最初のアウトバーストが終わる直前から180日間のX線強度曲線を拡大したもの。赤い矢印で示した部分にX線強度が急に落ちる様子が見える。この部分は降着円盤の状態遷移が起こった後の急減である。詳しい解析により、ここでプロペラ効果が起こってX線が急に減少したと結論づけた。プロペラ効果の起こる光度(縦軸)は青い横軸で示したレベル。

プロペラ効果とは? : 高速に回転する中性子星でその重力と遠心力が釣り合う半径 R_c と、磁気圧と落下するガス圧が釣り合う半径 R_m の大小でプロペラ効果が起こるか、起こらないかが決まる。

- c. 連星の相手の星から降着するガス圧が強いときは、ガスが中性子星の表面まで達し、その表面でX線を出す。
- d. ガス圧が弱くなるとガスは磁気圧で止められ、しかも高速に回転する中性子星によって跳ね返され、X線放射は急に弱くなる。

これまで、磁場の弱い中性子星をもつ低質量X線連星系では磁場の効果は無視されることが多かったが、今回の論文では新しい見方で解析し、磁場の弱い中性子星で起こるプロペラ効果と、その磁場の強度を求めた。

