

W21a 強い磁場をもつ中性子星におけるクラストの力学平衡にある磁場強度の上限

小嶋 康史 (広島大), 吉田 至順 (東北大)

マグネターは表面の双極子磁場は $B \sim 10^{14}\text{G}$ 程度であるが、その内部には $B \sim 10^{16}\text{G}$ 程度の、より強いトロイダル磁場が存在することが観測的に示唆されている。このような強度の磁場を如何に保つことができるが、重要な問題である。中性子星のクラストの外部（星表面）と内部（コア部分）でどの程度の磁場の変化が可能であるかに着目した。外部は真空の双極子磁場で、トロイダル成分が無いとする。磁束の保存から磁場の動径方向は連続的なので、薄いクラスト部分間での変化量は少ない。一方、接線方向はそこに流れる電流により、より大きな変化が許される。

しかし、弾性力を含めた MHD 力学平衡を考慮すると、磁場強度が強くなるとローレンツ力も増し、力学平衡が破れる。力学的平衡状態にある磁場の空間的变化分（つまり電流）の大きさに制限がつく。ローレンツ力の非回転的成分は重力や圧力により抑えられるが、回転的成分は弾性力と釣り合う必要があり、これにより制限された磁場の大きさを求めた。

その結果、全体の磁場強度を決める（規格量としての）表面の双極子磁場が増加すると、クラストとコアの境界付近ではトロイダル成分はポロイダル成分より小さくなる必要がある。 $(B_d > 2 \times 10^{14}\text{G})$ 。(Kojima, Yoshida; arXiv:2310.11660, MNRAS, 527(2024)2297) マグネターの強いトロイダル成分 ($B_t \sim 10^{16}\text{G}$) はより内部に存在し、クラストとコアの境界付近ではその強度はクラストの厚みにもよるが、 $B_t \sim 10^{15}\text{G}$ 程度しか許されないことがわかった。講演では、その他の関連研究の結果も踏まえ、結果とその意義も報告する。