

W43a 超新星フォールバック降着流による原始中性子星磁場の埋没のための必要条件

井上壮大（東京大学），高棹真介（武蔵野美術大学），樫山和己（東北大学），Zhong Yici（カリフォルニア工科大学），高橋博之（駒澤大学）

系内で観測される孤立中性子星は、そのエネルギー源により大まかに回転駆動型パルサー、マグネター、Central Compact Object (CCO) に分類されるが、その多様性の起源は未解明である。中でも CCO の双極子磁場強度 ($\sim 10^{10-11}$ G) は他の 2 種族に比べて弱く、形成機構はまだよくわかっていない。CCO 形成機構として、超新星フォールバック降着流が原始中性子星磁場を星内部に埋め込むというシナリオが有力視されている (e.g., Shigeyama & Kashiyama 2018)。しかし、そのために必要なフォールバック質量 M_{fb} やフォールバック時間 t_{fb} は依然不明である。そこで我々は、ニュートリノ冷却を考慮しつつ、磁化した原始中性子星への超新星フォールバック降着流の高解像度な 1 次元一般相対論的磁気流体力学シミュレーションを実施した。2024 年秋季年会では、ニュートリノ冷却が磁気圏半径付近で効果的に働くことで、磁気圏上空に発生する降着衝撃波が停滞し、やがて後退する様子を報告した。また、衝撃波が停滞するタイムスケールがニュートリノ冷却が効果的に働くタイムスケールと合致することも示した。本発表では、CCO が形成されるための必要条件を導出した結果について報告する。CCO が形成されるためにはニュートリノ冷却がフォールバック時間内に効果的に働く必要がある。これは、衝撃波が停滞するタイムスケールがフォールバック時間よりも短くなる必要があることを意味する。この条件から、原始中性子星磁場強度が 10^{13} G の時、CCO が形成されるためには少なくとも $M_{fb} > 10^{-6} M_{\odot}$ および $t_{fb} < 10^3$ s を満たす必要があることを見出した。講演では、必要条件の中性子星半径依存性や、衝撃波が停滞する時点での磁気圏半径および衝撃波半径と無矛盾な解析解についても説明する。