

W13a 連星中性子星合体の衝撃波加熱による自由中性子放出と初期の電磁波放射

石井彩子 (東京大学), 茂山俊和 (東京大学), 田中雅臣 (東北大学)

2017年8月17日, 初めて連星中性子星合体からの重力波が検出され, 同時に電磁波放射も観測された. このイベントではガンマ線から電波に渡る広い波長域の電磁波が観測されたが, 合体から数時間後の初期の放射を観測することはできなかった. また, 合体から約1日後の放射は後期よりも青い成分を示し, その起源は完全には解明されていない. このように初期の放射は観測的にも理論的にも明らかにされていないが, 重力波源天体の物理を解き明かす上で重要である. 初期の電磁波放射のモデルとして, 中性子星最外層において自由中性子が存在し, それらの β 崩壊によって加熱された領域からの放射を考えるというシナリオが提唱されている (B. D. Metzger et al. 2015). 中性子星合体時に形成される衝撃波の加熱によって高温になった領域では, 原子核はばらばらになり自由中性子が生成される. その後の断熱冷却が速い最先端部では核融合反応が進まず, 自由中性子が放出されるのである. このシナリオはSPHシミュレーションの計算結果をもとに提唱されたが, 十分な数の粒子が用いられていないことから計算の信頼性に問題があり, 他の計算手法による検証が必要である (Just et al. 2015).

本研究では, 初期の電磁波放射を予測することを目的とし, mesh法を用いた数値シミュレーションにより中性子星最外層から自由中性子が放出される可能性を示す. 相対論的ラグランジュ流体計算コードを用いて中性子星合体におけるshock breakoutを計算するとともに, 陽電子捕獲, 電子捕獲, および元素合成反応を計算し, 最終的に放出される自由中性子の量を見積もった. 計算の結果, 衝撃波通過後の流体場が高温すぎず, 陽電子捕獲反応のタイムスケールが長くなるときにもっとも多く自由中性子が放出されることがわかった. この自由中性子放出が起こるパラメータ範囲を示すとともに, その後自由中性子がどのように放射に結びつくかについても議論する.