

W57a Kilonova 光度曲線への不安定核の核異性体の影響

藤本 信一郎 (熊本高専), 橋本 正章 (九州大学)

高密度連星合体に伴う Kilonova の (合体後数時間から数日における) 主要な熱源は 2nd peak 核へと崩壊する (安定核近傍の) 不安定核である (Metzger 等 2010). これらの核のいくつかには, β 崩壊半減期が大きく異なる核異性体 (isomer) が存在する. 例えば ^{125}Sn の基底状態, isomer の半減期はそれぞれ 9.6 日, 9.5 分である. 基底状態と isomer 間の励起エネルギーは 0.028MeV であるから, 数億 K 以上の状態では, 基底状態の ^{125}Sn は isomer に励起して, 半減期 9.5 分で ^{125}Sb に β 崩壊する. 従って isomer を考慮すると数億 K 以上の状態での半減期が実質的に数桁短くなり, 崩壊熱進化および Kilonova の光度曲線が変化することが予想される.

本研究では, 2nd peak 近傍核の isomer の Kilonova 光度曲線への影響を調査した. 基底状態とは半減期が大きく異なり, かつ励起エネルギーが 2MeV 以下である 9 核種 ($^{121,125,123,127}\text{Sn}$, $^{128,129}\text{Sb}$, $^{129,131}\text{Te}$, ^{134}I) の isomer を考慮し, 崩壊熱の時間発展を見積った. ただし上記 9 核種が常に isomer に励起されていると仮定した. 膨張速度 v_{ex} , 初期状態 (90 億度) の電子比 Y_e および放出質量 M_{ex} をパラメータとした等速密度進化モデル (Rosswog 等 2017) を用いて, 高密度連星合体放出ガスの物理量の時間発展を見積もった. M_{ex} は $0.03M_{\odot}$ に固定し, $v_{\text{ex}}/c = 0.05, 0.1, 0.2$ (c は光速) の 3 通り, $Y_e = 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3$ の 5 通りに対して, isomer を考慮・未考慮の 2 つの場合に組成・崩壊熱進化を計算し, 以下のことを示した; (1) GW180718 で観測された Kilonova の Blue 成分に対応する $Y_e = 0.2 - 0.3$ の場合, isomer を考慮した上記 9 核種の組成が大きく, 合体から数時間から数日あたりの崩壊熱が減少する (特に $Y_e = 0.25$ の場合, 1 桁程度減少). (2) 主に $^{125,127}\text{Sn}$ の isomer の崩壊熱進化への影響が大きい. (3) (本研究では未考慮の) 基底状態・isomer 間の遷移を考慮しても結果は定性的には変わらないと予想される.