

W06a 中性子星合体におけるダスト形成と放射

土本菜々恵、仏坂健太 (東京大学)、Daniel Kasen (UC Berkeley)

中性子星合体は速い中性子捕獲元素合成 (r 過程) で合成される元素の起源の最も有力な候補である。中性子星合体が起こると、新たに合成された r 過程元素の放射性崩壊により、「キロノバ」と呼ばれる可視光・赤外線 of 電磁波放射が引き起こされる。重力波 (GW170817) に付随したキロノバ AT2017gfo、及びガンマ線バースト (GRB 230307A) に付随したキロノバ AT2023vfi の観測により、中性子星合体で r 過程元素が合成されていることが明らかになった。一方、合体後数十日後の観測では温度 1000 K 未満の顕著な赤外線放射が見られたが、これは通常キロノバの不透明度を支配する原子過程からは期待されず、その放射起源は明らかになっていない。

本研究では、この放射が Zr、W、Os などの難融性 r 過程元素からなるダスト粒子からの熱放射に起因する可能性があることを調べた。分子動力学計算により求められた W クラスターの反応速度係数を用いることで、中性子星合体の放出物質中の r 過程元素のクラスター形成を計算した。その結果、合体後数十日程度に光学的に厚くなるために必要な質量を超えるダストが形成されることが明らかになった。クラスターは分子形成による律速過程を乗り越えると指数関数的に成長し、膨張によりフリーズアウトする。形成される r 過程ダスト粒子の量は放出物質の膨張速度に非常に敏感であるため、r 過程ダストの形成が中性子星合体の放出物質の質量や元素組成の診断として役立つ可能性が示唆される。講演ではこのようなダストからの放射スペクトルについても議論する。