

W141a r-process 元素の不透明度と連星中性子星合体からの可視光・赤外線放射

田中 雅臣 (国立天文台), 加藤 太治 (核融合科学研究所), Gediminas Gaigalas (Vilnius University), 和南城 伸也 (上智大学), 関口 雄一郎 (東邦大学), 中村 信行 (電気通信大学), 田沼 肇 (首都大学東京), 坂上 裕之, 村上 泉 (核融合科学研究所)

中性子星が合体を起こすと強い重力波放射が起きるとともに、 $10^{-3} - 10^{-2}$ 太陽質量程度の物質が宇宙空間に放出される。この放出物質中では r-process 元素合成が起きるため、連星中性子星合体は宇宙における r-process 元素の起源としても期待されている。さらに、r-process 元素が放射性崩壊を起こすことで電磁波が放射されると予想されている。この電磁波放射は kilonova もしくは macronova と呼ばれており、重力波の電磁波対応天体として可視光・赤外線観測のターゲットとなっている。

連星中性子星合体からの可視光・赤外線放射の性質を正確に予言するためには、光をせき止める r-process 元素の束縛遷移の不透明度の理解が必要不可欠である。しかし、これまでは不透明度を計算するために必要な原子束縛遷移のデータが不十分であったため、連星中性子星合体からの電磁波放射の性質には大きな不定性があった。

我々は、r-process 元素である Se ($Z = 34$)、Ru ($Z = 44$)、Te ($Z = 52$)、Nd ($Z = 60$)、Er ($Z = 68$) の原子構造計算を新たに行い、これらの元素の不透明度を計算した。その結果を用いて連星中性子星合体の放出物質における輻射輸送シミュレーションを行った結果、(1) 放出物質にランタノイド元素が含まれる場合の不透明度はこれまで知られていた通り $10 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ 程度であるのに対し、(2) 放出物質にランタノイド元素が含まれない場合は不透明度が $0.5 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ 程度となることが明らかになった。これらの結果をもとに kilonova/macronova の観測的な性質を示し、電磁波追観測の戦略を議論する。