

W105a GW170817: 光赤外線対応天体と r プロセス元素合成

田中 雅臣 (国立天文台), 内海 洋輔 (Stanford 大学), 富永 望 (甲南大学), 吉田 道利 (国立天文台), 関口 雄一郎 (東邦大学), 諸隈 智貴, 本原 顕太郎 (東京大学), 太田 耕司 (京都大学), 川端 弘治 (広島大学), ほか J-GEM collaboration

2017年8月17日に中性子星合体からの重力波 GW170817 が観測され、電磁波による追観測の結果、電磁波対応天体の詳細な観測データが得られた。対応天体 J-GEM17btc (SSS17a/DLT17ck) の明るさは絶対等級-15等から-16等 (総放射光度 $10^{41} - 10^{42} \text{ erg s}^{-1}$) に達し、可視光で急激な減光を示した一方で、近赤外線では2週間程度光り続けた。このような性質は、以前から予想されていた r プロセス元素合成に伴う電磁波放射 (キロノバ/マクロノバ) の性質に一致しており、重力波観測と電磁波観測から宇宙の重元素合成を研究する道がひらけたと言える。

我々は、中性子星合体 GW170817 における元素放出量と元素組成を詳細に調べるため、中性子星合体から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。シミュレーションの結果、合体から5日以降の近赤外線が卓越する放射を説明するには、ランタノイド元素を含む0.03太陽質量程度の放出物質が必要であることが明らかになった。また、初期のより青い放射を説明するには、比較的電子割合の高い成分 ($Y_e > 0.25$) も必要であることも明らかとなった。これは、中性子星合体が幅広い r プロセス元素を合成していることを示唆している。重力波観測から推定された中性子星合体の頻度 ($1540^{+3200}_{-1220} \text{ Gpc}^{-3} \text{ yr}^{-1}$) と GW170817 で放出された物質の量 (約0.03太陽質量) は、銀河系内の r プロセス元素量を説明でき、中性子星合体が宇宙の r プロセス元素の起源である説を支持している。