

W52a キロノバのスペクトルにおけるトリウムの特徴: 最も重い元素の同定可能性

土本菜々恵、田中雅臣 (東北大学)、和南城伸也 (マックス・プランク研究所)、加藤太治 (核融合科学研究所)

宇宙における重元素の起源、特に速い中性子捕獲元素合成 (r プロセス) を必要とする元素の起源は未だ解明されていない。2017年には連星中性子星合体からの重力波 (GW170817) 検出とそれに付随した電磁波放射 (キロノバ) の観測により、中性子星合体で r プロセスが起こっていることが確認された。これまでに、可視光・赤外線のスเปクトルにおける吸収特徴からストロンチウム (原子番号 38)、ランタン (原子番号 57)、セリウム (原子番号 58) の同定が、また輝線特徴からテルル (原子番号 52) の同定が報告されている。

非常に中性子過剰な放出物質では、 r プロセスにより金やプラチナ (原子番号 78, 79)、アクチノイドなどの元素が豊富に合成されると期待されている。しかし、これらの元素が合成された証拠を観測的に得る方法は確立していない。ストロンチウム、ランタン、セリウムは全て周期表の左側に属して比較的単純な原子構造を持っており、これらの元素がスペクトルに吸収特徴を作ることは原子の性質で説明できる。そこで我々はこれらの元素と同様の原子構造を持つと期待されるラジウム、アクチニウム、トリウム (原子番号 88-90) に着目し、それぞれの元素がキロノバのスペクトルに吸収特徴を作るかどうかを調べた。分光実験のデータベースに基づいて束縛遷移データを構築し、これを用いてキロノバの輻射輸送シミュレーションを行った。その結果、中性子星合体の放出物質において唯一トリウムが強い吸収を示す束縛遷移を持ち、それらが赤外線領域で吸収特徴を作ることが明らかになった。講演ではトリウムの吸収特徴を検出するための条件や観測可能性についても議論する。