

2022 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	仏坂健太
研究機関名	東京大学
所属部署名	理学研究科附属ビッグバン宇宙国際研究センター
役職名	准教授
研究課題名	重力波宇宙物理学のための理論開発
研究実施期間	2022 年 4 月 1 日～2023 年 3 月 31 日

研究成果の概要

中性子星合体に伴って中性子過剰な物質が太陽質量の数パーセント程度放出されることが近年の重力波および電磁波による観測から示唆されている。この中性子過剰物質は主に放射性元素で構成され、放射性崩壊を熱源として中性子星合体ののちに主に可視光から赤外線で輝く現象をキロノバと呼ぶ。今年度は、キロノバの観測によって得られる測光・分光データから中性子星合体によって生成された元素を特定し、元素の起源や連星合体の性質について迫るというテーマを主に推進してきた。特に、放出物質が膨張し密度が薄くなった比較的後期（合体後 1 週間程度からそれ以降）では、光が原子によって吸収を受ける確率が 1 を下回るため、放射性崩壊によって温められた熱的電子がイオンを励起し、励起されたイオンの脱励起過程により放射される光が直接観測できる。したがって、この時期のキロノバのスペクトルはイオンによる輝線によって主に構成される。今年度は、キロノバ輝線スペクトルを計算するために必要になる原子データ、特に観測データの解釈に直接結びつく遷移エネルギーと遷移確率の計算を行なった。観測データの解釈には、輝線の正確な波長が必要になるため、重元素のうち実験的にエネルギー準位が求められているイオンについて、LS 結合に基づいた選択即を用いることで、原子番号 99 番(アインシュタインウム)までの元素について輝線リストを構築した。具体的には、NISR データベースに公開されている原子準位から磁気双極子遷移を特定し、実験から求まっているエネルギー準位を使うことで高い波長精度で輝線リストの構築に成功した。この輝線リストに基づいて 2017 年に重力波によって発見された中性子星合体に伴ったキロノバの赤外線領域のスペクトルを解釈したところ、セレン(原子番号 34 番)もしくはタングステン(原子番号 74)の輝線が 4.5 ミクロンの放射に寄与している可能性があることがわかった。