

J64a ガンマ線バースト・ジェットからの重力波

秋葉昭太、岩本弘一（日本大学）

ガンマ線バースト (GRB) は、宇宙論的な遠方の距離においても発生し、莫大なエネルギーを放出する現象である。相対論的なジェットが GRB の源になっており、狭い領域におけるエネルギーの開放が相対論的なジェット形成の原因と考えられている。このジェットはガンマ線放射の源であると同時に、強い重力波の源となることが先行研究で指摘されている。本研究では、collapsar モデルに基づき、ジェットから放射される重力波の波形を計算した。

継続時間の長い GRB のメカニズムとしては、collapser モデルが有力視されている。回転する大質量星が進化の最終段階で重力崩壊を起こすとき、中心にブラックホールを生成し、その周囲にトラス状の降着円盤が形成される。高温の降着円盤から放射されるニュートリノ・反ニュートリノ対の対消滅、あるいは、ブラックホールの回転エネルギーを引き抜く MHD 過程により回転軸付近に熱エネルギーが開放される。その結果発生した相対論的ジェットが星の外層を突き抜けることで GRB になるというモデルである。

ジェットは光速に近い速度 ($\Gamma \sim 100$) まで加速され、星の外層に達する。そこでジェットは急激な減速を受け、前進衝撃波と逆向衝撃波がつくられる。ジェットの加速と減速により、強い重力波が発生する。逆向衝撃波の位置は時間とともに外側へ移動し、加速時間が延び、減速される際の速度差も大きくなる。中心エンジンの継続時間の間に、逆向衝撃波がどこまで広がるかによって、放射される重力波の振幅とパルス幅が変わる。本研究では、13.8 太陽質量の C+O コアが重力崩壊してから 10 秒ほど経過した時点でジェットが発生し、その後も $10^{51} \text{ erg s}^{-1}$ 程度の割合で数秒程度、全体で 10^{52} erg 程のエネルギーが開放されたと仮定し、重力波の波形を求めた。また、この波形からスペクトルを計算し、LIGO や DECIGO などによる観測可能性を議論する。