

はじめに

可視光の観測からはじまった天文学は、その後、電波、赤外線、X線、ガンマ線というあらゆる光の波長へと観測の目を広げてきた。これらに加え、近年、ニュートリノ、重力波といった光以外の情報も用いた「マルチメッセンジャー天文学」が開花しようとしている。

2017年8月17日に、ついに連星中性子星合体からの重力波GW170817が検出された。米国のAdvanced LIGOの2台の重力波検出器に加え、欧州のVirgoも2017年8月から観測に加わった矢先の重力波検出であった。3台の検出器による同時観測のもと、重力波の到来方向がおおよそ30平方度の領域にまで絞られた。そして、付随する電磁波対応天体を捉えるべく、世界の数多くの望遠鏡によって、ガンマ線から電波にわたる多波長の追観測が行われた。

連星合体の約2秒後、極めて弱いショートガンマ線バーストが検出された。その後、うみへび座の方向約40 Mpcの距離にある銀河NGC4993に可視光・赤外線対応天体が見つかること、そのフォローアップ観測によって、X線および電波域における増光現象も観測され、ほぼ全波長域においてGW170817の電磁波対応天体が同定された。その結果、重力波の観測から得られる情報とあわせ、合体に伴う質量放出、金やウランなどの重元素の起源、ガンマ線バーストの生成機構などに対して、多くの示唆が与えられることとなった。

このように、GW170817は、中性子星合体からの初めての重力波イベントであるとともに、史上初めての重力波を含むマルチメッセンジャーイベントでもある。そして、重力波と多波長の電磁波観測を組み合わせることで、そうではなければ得られない様々な情報が得られたのである。

そこで、本小特集では、GW170817における重力波および電磁波観測から得られた知見について、以下の5つの解説記事を掲載することにした。マルチメッセンジャー観測の豊かな可能性を本小特集によって少しでも伝えることができれば幸いである。

(1) 初観測された連星中性子星合体からの重力波

あまり表に出てくることの少ないデータ解析の手続きの裏側(LIGOリビングストーン検出器にはグリッチ雑音が混入していた)や位置決定までの過程、今後の観測に向けての展開など、LIGOプロジェクトで検出器開発の現場に携わる著者ならではの内容が興味深い。

(2) 連星中性子星の合体と数値相対論による解釈

GW170817の重力波・電磁波(特に可視光・赤外線)観測の結果が、数値的にアインシュタイン方程式を解く「数値相対論」の結果に基づいて、ものの見事に説明されている。シミュレーション結果と観測を照合することで、ここまでわかるのか、と思わずうなる内容である。

(3) 可視光・赤外線対応天体と重元素合成

「超新星爆発か連星中性子星合体か?」という重元素の起源に関する長年の論争が、重力波の情報に加え、可視光・赤外線対応天体の観測もあわせることで重大な転回点を迎えているという。果たして金やウランなどの重元素の起源は連星中性子星合体で決着するのであろうか。今後の展開が注目されるところである。

(4) 重力波と同時観測されたガンマ線バーストの正体は?

連星中性子星合体に付随してガンマ線バーストが観測されたことで、その駆動メカニズムが解明されたと早合点してはいけなく、むしろ論争が巻き起こっているという。残光の観測による、論争解決の道への言及を含め、マルチメッセンジャー観測の醍醐味が伝わってくる。最後の著者自身の体験談も楽しい。

(5) 電波-X線対応天体の観測結果とその解釈

論争が巻き起こったガンマ線バーストの駆動メカニズムに対して、電波-X線残光の100日後までの観測データから、少なくとも従来の「単純な」ガンマ線バーストモデルでは説明できない、とする解答が与えられている。今後の電波観測でその起源が解明されるのか、興味深いところである。

(2018年6月13日原稿受付, 文責: 会誌編集委員会)