

重力波に伴って観測された ガンマ線バーストの謎

京都大学 基礎物理学研究所 教授

井岡 邦仁

(お問い合わせ先) E-MAIL : kunihito.ioka@yukawa.kyoto-u.ac.jp



研究の背景

宇宙には無数の謎がありますが、2015～2017年に重力波の研究は大きく進展しました。重力波は時空の波です。アインシュタインが一般相対性理論を提唱して100年目の2015年9月14日、ついに重力波が発見されました。これは連星ブラックホールの合体の発見でもありました。2017年までに約6例が報告され、2017年にはノーベル物理学賞が授与されました。

2017年8月17日の重力波イベントはさらに興味深いものでした。連星中性子星の合体であることが分かり、ショートガンマ線バースト (short Gamma-Ray Burst; sGRB) も観測されたのです。sGRBは1日に数回起こっている宇宙で最も明るい爆発現象です。その正体は約40年も謎だったのですが、ついにそれが明らかになったかもしれないのです。sGRB以外にも紫外・可視・赤外放射や、X線・電波残光も発見され、3,000人以上の天文学者を巻き込む歴史的イベントになりました。

研究の成果

しかし、発見されたsGRBは普通のsGRBより100倍以上も暗いものでした。私たちは、普通のsGRBのジェットを考え、それを横から見たときにどう見えるかをジェットの太さも考慮して計算しました (図1)。その結果、ジェットのローレンツ因子 (特殊相対性理論に現れる因子) が約100の時、約20度の太さの普通のジェットを約30度の角度から見ると、今回の暗さになること

が分かりました。

ジェットは、星周物質と衝撃波を起こし残光も引き起こします (図2)。私たちは、普通のジェットでも観測結果を説明できることを示しました。また、連星中性子星が合体すると一部の物質が飛び散ります。飛散物質中をジェットが通過するとき生じる高温物質からの放射を計算すると、紫外・可視の観測結果を説明できることが分かりました。

今後の展望

重力波の研究は発見から発展の時代に入りました。年間100イベント以上の観測ができる時代がきます。どうすればsGRBの起源を明らかにできるのか、理論的に調べる必要があります。

sGRB以外にも面白い謎があります。ブラックホールの起源は宇宙最初の星か？連星中性子星合体の飛散物質は金やプラチナなどのr過程元素の起源か？中性子星のような超高密度での状態方程式は？高エネルギーガンマ線・ニュートリノ・宇宙線も放射されるか？など興味は尽きません。

関連する科研費

2009-2012年度 若手研究 (A) 「宇宙の加速器ガンマ線バーストと全粒子天文学」

2014-2017年度 基盤研究 (B) 「PeV 天体から探る高エネルギー宇宙の理論的研究」

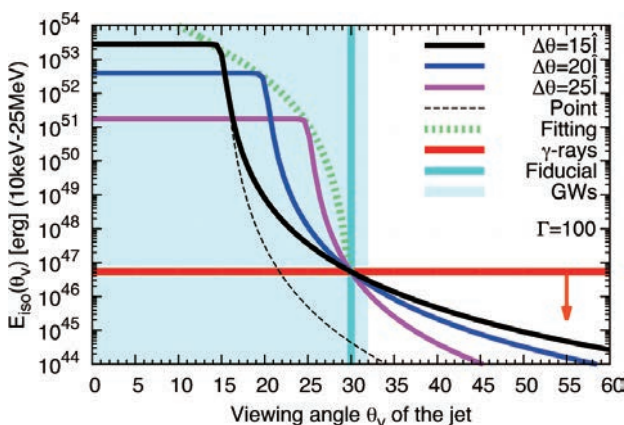


図1 ショートガンマ線バーストのジェットを横から見たときの明るさ

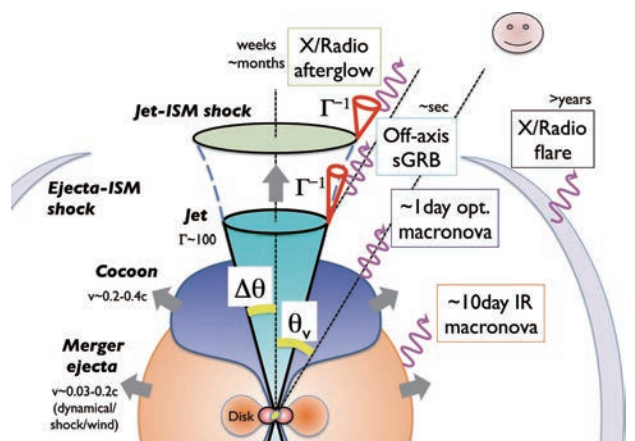


図2 連星中性子星合体からのショートガンマ線バーストのジェットが引き起こす様々な電磁放射