

宇宙における X 線レーザー・ガンマ線レーザーの可能性

高部英明

レーザーの発明で 1964 年、ノーベル物理学賞を授賞した米国のタウンズ教授は、受賞後はカリフォルニア大に移り電波天文学分野で活躍。69 年にはオリオン星雲で水(H₂O)メーザーを発見。「オリオンで雨が降っている」と驚きを表現した。宇宙空間に大スケールの反転分布が衝撃波などによる加熱により生じ、電波の増幅が起こり、その方向が偶然、地球を向いていたため超高輝度の輝線が観測されたのである。

宇宙メーザーの歴史は古く、65 年にまず水酸基(OH)分子の出す 18cm の電波の異常に鋭いピークとして発見された。その後、上記の水メーザーや一酸化珪素(SiO)などの分子メーザーも確認されている。SiO メーザーは 73 年に海部宣男天文台教授が発見したそうで、晩期型星に特有である。これに対し、H₂O メーザーは、オリオンのように星が生まれている領域で観測される特長がある。さらに、大スケールの銀河中心で H₂O メーザーが発見されている。この場合、メーザー光のドップラーシフトの観測が、銀河中心に太陽質量の 2 億倍のブラックホールが存在している発見につながった。国立天文台では「すばる」の次期計画として「VERA」による電波天文学を進め、宇宙のメーザー天体を徹底的に調べるそうである。

さて、渦中のタウンズ教授(84 才)が阪大で開催された AHPLA 会議(前月号参照)で招待講演を行った。レーザー・メーザーの歴史から始め、後半は宇宙メーザー・レーザーの話となった。その、年令を感じさせない好奇心と迫力に私は圧倒された。質問時間となり、「宇宙での X 線レーザーの可能性についてどう思うか」と質問した。実は、私たちは、レーザー天文学実験として、レーザーでブラックホールを模した X 線源(輻射温度 200eV 程度)を作り、これを 10eV 程度のプラズマに照射し、光電離プラズマの特性を調べると同時に、X 線レーザー天体の可能性を探る計画を進めているところであった。この質問に、彼は「得たり」とばかり「もちろん X 線レーザーも可能だ。それだけではない、最近話題が沸騰しているガンマ線バーストだって、あれはガンマ線レーザー現象の可能性もある」との答えが返ってきた。

まさか「ガンマ線レーザー」まで考えなかった私は、驚くと同時にその可能性の物理シナリオを考え始めた。そして、「光速で膨張する火の玉(fireball)に電子・陽電子の対消滅が追従できず、電子・陽電子の反転分布が出来、これが ASE 機構で誘導消滅し、ガンマ線パルスを出す」というシナリオに行き着いた。まだ、詳しい計算はしていないが、ガンマ線バーストの理論モデルが 100 以上あるとのことで、101 番目に数えられる日を楽しみにしているところである。

最後に、メーザー天体については、[中井直正、天文月報 88, 285 (1995); また、最新の記事: 今井裕、天文月報 99, 16(2000)]の解説などを参考にしたい。X 線レーザー天体模擬実験のアイデアは小山勝二教授(京大)との議論から生まれた。ガンマ線レーザーについては、高原文郎教授(阪大)、野本憲一教授、山田章一助手(東大)との議論に得るところ大であった。この場を借りて皆さんに感謝したい。