

レーザー核融合により開かれる実験室天文学

高部英明

天文学・宇宙物理学は、数ある科学分野の中でも特異な存在である。研究対象に触れることが出来ず、ただ空を眺めながら（観測）、遠い宇宙に思いを巡らす（理論）だけである。にもかかわらず、多くの科学者を魅了し、ガリレオ・ニュートンに始まる近代科学の先駆者たちを輩出してきたことは、宇宙の研究が人間の根源的な問いに答えようとしているからであろうか。

最近では、HST（ハッブル宇宙望遠鏡）、ASCA（X線観測衛星）、COBE（宇宙背景放射観測衛星）など、観測技術の進歩は目覚ましく、観測による理論の確認・再検討がかまびすしく行われている。これに加え、地上で天体物理の実験が可能となれば、星の進化の物理等宇宙論の根幹をなす理論が精密科学として新たな進化を遂げるはずである。

レーザー核融合研究は二十数年の歴史を経て、高密度・高温の爆縮プラズマを実現してきた。レーザーの技術は飛躍的に進歩し、それを用いた爆縮実験で太陽中心に匹敵する温度・密度のプラズマが生成されている。小球ペレットへの高強度レーザー照射により固体密度の数百倍、温度数千万度のプラズマができる。さらに、中心で核融合点火が起これば温度十億度にも達するプラズマが発生し、真空容器内を1万 km/秒の速度で膨張していくこととなる。

超新星(SN)1987Aの爆縮時に、流体不安定による物質混合が観測された。これは、強い衝撃波を伴う圧縮性流体の物理現象であり、1ミリ空間の爆縮プラズマでも同様の現象がみられる。今、SN1987Aの放出物質は1万 km/秒で膨張を続けており、半径0.6光年でこの超新星を囲む星周物質と西暦2000年ごろ衝突すると予測されている。HSTが捉えたSN1987A（中心白点）と、それを取り囲むリング状の星周物質の国は有名である。衝突時には、リヒトマイヤー・メシユコフ不安定やレーリー・テラー不安定が起こる。高強度レーザーを用いて、この衝突現象の模擬実験を行うことができる。衝突時のX線放射（X線フラッシュ）電離、更に流体不安定現象など、西暦2000年の大イベントを前に、実験室で模擬実験することの意義は大きい。

流体现象に限らず、バックライト法を用いた高温・高密度プラズマのオパシティー実験は、コードのチェックを通してセファイド型変光星の振動モード解析、新星（Nova）の光度曲線の説明等に成果をもたらした。さらに、近年出現した超高強度レーザー（ $\sim 10^{20}\text{W}/\text{cm}^2$ ）を用いれば、電子・陽電子プラズマの生成や超高压（数百億気圧）の実現と、ブラックホール周りや宇宙初期の相対論的プラズマの研究を実験室で可能としてくれる。

レーザー核融合によるこのような天体物理の研究は以下のような意義・価値を持つ。

- (1) 星の進化の研究では、複雑な流体・輻射現象を第一原理から明らかにすることが要求されている。星の温度・密度に近いプラズマを実現できるのはレーザーより他になく、モデル実験を通して星の進化理論を中心とする宇宙物理研究を深めることができる。
- (2) レーザー核融合では、流体不安定・物質混合等のモデリングの確立が当面の課題である。標記の研究を進めることにより、宇宙物理の研究者を交えた裾野の広いレーザー核融合研究推進が将来的に可能になると期待される。

レーザー核融合による実験室天文学は素晴らしい可能性を秘めた新しい研究分野であり、多くの方に興味を持っていただくことを願うものである。