

大型レーザーを用いて宇宙の極限現象を 実験室に再現しその謎にせまる

<スタッフ> 坂和 洋一 准教授、Alessio Morace 助教

「宇宙物理学とは、地上で検証された物理を駆使して宇宙で観測される不思議な現象を解き明かす学問である」と、ある著名な宇宙物理学者が述べています。我々は、高出力・高強度レーザーを用いて宇宙でしか観測されないような高温・高エネルギー密度、超高速流プラズマを実験室内に実現し、プラズマ物理学や宇宙物理の理解を深め、宇宙の謎を解明しようとしています。

国内・国外の研究者と共同研究を行い(図1)、大阪大学や米国、英国、フランス、中国、インド、台湾の大型レーザー施設を利用して宇宙物理を解明します。超新星残骸や活動銀河核、太陽フレアなどの衝撃波の波面では荷電粒子が相対論的なエネルギーにまで加速され、それが高エネルギー宇宙線の起源になっていると考えられています。しかし、多数の理論研究がなされているにもかかわらず、実験的検証がありません。そこで我々は高出力・高強度レーザーで衝撃波を生成・計測し、衝撃波の構造や、粒子加速の物理、磁場の生成・増幅機構、磁気リコネクション物理などの解明を目指しています。



図1 2014年に大阪大学レーザーエネルギー学研究中心の激光XII号レーザーを用いて行ったレーザー宇宙物理国際共同研究の実験チーム。

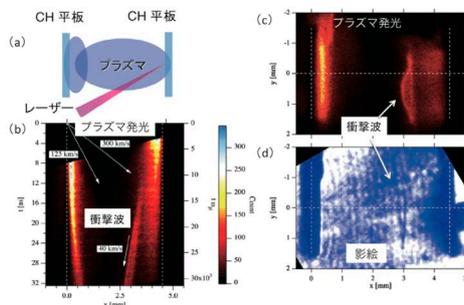


図2 (a) プラズマ衝撃波生成実験の概略図。レーザーを平行平板型ターゲットに照射する事によって超音速の対向プラズマを生成し、その相互作用によって衝撃波が形成される。(b) ターゲットからのプラズマ発光の時間変化。(c) 25nsにおけるスナップショット。(d) 横からのレーザーによる影絵。シャープな輝度の変化が衝撃波の生成を示している (Phys. Rev. Lett. 2011)。

高エネルギー密度

TOPIC

最新研究トピック

プラズマ衝撃波生成実験では、世界の大型レーザーを用いて、衝撃波における密度ジャンプ(神光IIレーザー、中国)、衝撃波の時間発展(図2、激光XII号レーザー、日本)、乱流電場(LULI2000レーザー、フランス)、衝撃波のプラズマパラメータ(激光XII号レーザー)、初期の混沌とした電磁場からの構造形成(図3: OMEGA-EPレーザー、米国)、プラズマ不安定性による電流フィラメント生成(図4: OMEGAレーザー、米国)、等の計測および、世界最大のレーザー国立点火施設(図5: NIF、米国)における超新星爆発におけるプラズマ衝撃波を模擬した衝撃波生成実験を行い、衝撃波の物理を明らかにしています。



図3 OMEGA-EPレーザーを用いた国際共同実験成果を報じた記事。下図の上下に設置されたターゲットにレーザーを照射する事によって超音速の対向流プラズマを噴射し超新星爆発の衝撃波を模擬した。レーザー照射後、初期の混沌とした電磁場から、右端の上下にプラズマ構造が形成された (Nature Phys. 2012)。

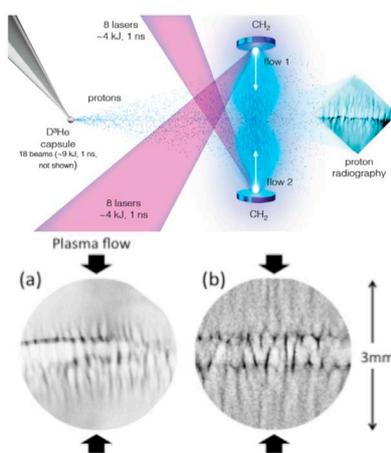


図4 OMEGAレーザーを用いたプラズマ不安定性による電流フィラメント生成実験 (Nature Phys. 2015)。

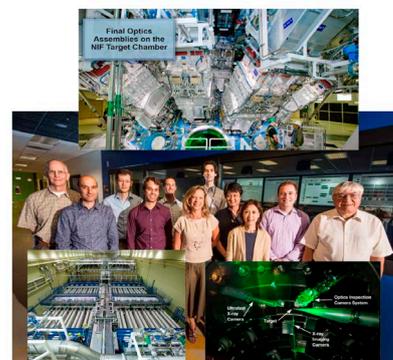


図5 世界最大のレーザー国立点火施設(NIF、米国)における超新星爆発におけるプラズマ衝撃波を模擬した衝撃波生成実験が行われている。

URL : <http://www.ile.osaka-u.ac.jp/research/pnx/index.html>