

レーザー爆縮プラズマを用いた極高圧力の発生とギガバル科学の開拓
Extremely high-pressure generation with laser-implosion plasmas and its application to “Gigabar science”

重森啓介, 弘中陽一郎, 服部祥次, 長友英夫,
 砂原淳^A, 藤岡慎介, 境家達弘^B, 清水克哉^C, 疇地宏
 Keisuke Shigemori, Yoichiro Hironaka, Shoji Hattori, Hideo Nagatomo,
 Atsushi Sunahara^A, Tatsuhiro Sakaiya^B, Katsuya Shimizu^C, and Hiroshi Azechi

阪大レーザー研, レーザー総研^A, 阪大院理^B, 阪大極限セ^C
 ILE, Osaka Univ., Institute for Laser Technology^A, Graduate School of Science, Osaka Univ.^B,
 KYOKUGEN, Osaka Univ.^C

高強度レーザーを物質に照射することにより, そのアブレーション圧力を利用して発生する超高圧力状態を物質科学や地球・惑星科学研究に応用する研究展開が近年盛んになっている. アブレーション圧力はレーザーの吸収強度に依存し, レーザー核融合における典型的な照射強度では 10 TPa 以上の超高圧力状態を得ることが出来る. しかしながら, これを超える領域では種々のレーザー・プラズマ不安定性により吸収率が減少するため, 到達可能な最大圧力には限界がある.

これを打破するためには, 高強度レーザー以外の方法も含めて多く試されているが, 例えば 1 Gbar (100 TPa) を超えるような圧力は核爆弾を使う方法以外では達成されていない. 本研究では, Gbar を超える圧力を発生し, それを種々の実験的研究に応用するためのプラットフォーム作りを目的としている. 図 1 に本研究で行っている爆縮プラズマを用いた極高圧力発生法の概略を示す. レーザー爆縮によって生成される高温・高密度プラズマを超高圧発生源として用い, コーン付シェルターゲットのコーン先端に配置した試料を圧縮する. この手法の原理実証のために一連の実験的研究を行い, すでに 1Gbar を超える圧力が生成することを確認している[1].

この手法をさらに応用研究に適用するためには, いくつかの技術的問題の改良・改善が必要であることがわかった. 最も重要な点は, 発生圧力の高精度計測である. これまでは既存の状態方程式データを利用した外挿評価であったものを, 「絶対計測」によって得るために速度干渉計 (VISAR) を組み合わせた計測系を構築した. さらにターゲット設計に関しては, 試料部の先行加熱が問題であることが明らかであり, これを防ぐためにコーンを 2 重にして試料を内側に配し, コーンの破断によって発生する圧力を間接的に利用して圧縮する手法を適用した. また, 実験技術上の進展として, 高圧発生その場観測と並行し, 圧縮した後の試料の回収に関して試行を開始した. 図 2 に回収用のターゲットセルを示す. 回収試料をコーン内に配置し, 圧縮によって外方向に飛翔した試料を回収する. 圧縮過程などで不明瞭な点は多いものの, 回収試料の解析は得られる情報量が多いため, 今後も改良を重ねていく予定である.

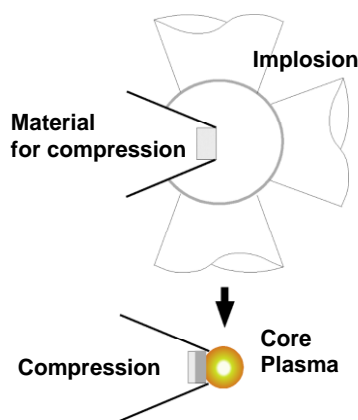


図 1 本研究で行う高圧発生法の概略



図 2 回収用ターゲットセル

[1] K. Shigemori et al., Appl. Phys. Lett. 102, 183501 (2013).