

高出力長パルスレーザーによる高エネルギー密度科学研究 High Energy Density Science Experiments with Long Pulse Laser

重森啓介¹, 弘中陽一郎¹, 加藤弘樹¹, 吉田英次¹, 川島丈嗣¹,
境家達弘², 近藤忠², 藤本靖¹, 河仲準二¹, 時田茂樹¹

Keisuke SHIGEMORI¹, Yoichiro HIRONAKA¹, Hiroki KATO¹, Hidetsugu YOSHIDA¹,
Taketsugu KAWASHIMA¹, Tatsuhiko SAKAIYA², Tadashi KONDO², Yasushi FUJIMOTO¹,
Junji KAWANAKA¹, Shigeki TOKITA¹,

阪大レーザー研¹, 阪大理²

ILE, Osaka¹, Graduate School of Science, Osaka Univ.²

高強度レーザー照射によって出現する高エネルギー密度状態は、短時間ではあるものの他の手法では得られない超高温・超高圧力状態が生成出来ることから、近年その応用範囲が急速に広がっている。通常の高強度レーザー実験の場合では、そのパルス幅で決定される時間スケールで上記のような高温・超高圧力状態が生成する。よってこのような条件下での実験では、観測したい現象の物理がレーザー光のパルス幅で完結していることが必要条件となる。しかしながら、例えばレーザー衝撃圧縮の相転移の観測などを例にとると、相転移の時間スケールがパルス幅と比較して長いような現象は観測できないため、他の手法（ガス銃、静的圧縮法など）と結果に食い違いが現れることが明らかになっている。

この問題点を解決するために、マイクロ秒オーダーのレーザーを用いた実験プラットフォームを検討している。マイクロ秒の時間スケールは同じ衝撃圧縮法であるガス銃に近い領域であり、これまでの蓄積を活かしやすい設定である。パルス幅を長くする利点は他にもある。高強度レーザーシステムでは、各光学系のダメージ閾値によって出力エネルギーの上限が設定されている。ダメージ閾値はパルス幅の平方根で比例するため、例えばパルス幅を10000倍にすると100倍のエネルギーが許容されることになる。よって、照射強度 (W/cm^2) ではなく時間積分値であるフルエンス (J/cm^2) が重要であるような実験では、絶対的に大きなエネルギーがコンパクトな系で得られるロングパルスは魅力的である。その他、飛翔体などの加速実験においても、その加速時間が長く得られるために有利な方向となる。

マイクロ秒レーザーの可能性を検証するために、大阪大学レーザーエネルギー研究センタ

一の旧激光II号のモジュールを使用した実験を開始した。この装置はフラッシュランプ励起ガラスレーザー増幅器（2台）および出射鏡と終端鏡の2枚のミラーで構成される極めてシンプルなもの、フリーランモードで発振を行う。フリーランモードでの発振の場合、パルス幅は約600 μm であった。また、色素セルによるモード同期を利用し、パルス幅を約200 nsとする照射条件も可能となった。

この条件下において、まずレーザー照射衝撃波実験を念頭においた計測系を構築した。このような長パルスレーザー装置の適用例としては、前述のような衝撃圧縮実験が挙げられ、その応用例としては物性物理、そしてレーザー加工（レーザーピーニングなど）などが想定される。上記レーザー装置と衝撃波計測として一般的な計測器であるVISAR（速度干渉計）を組み合わせ、アルミニウムの照射実験を実施した（図1）。VISARのほかに、レーザー照射面でのダイナミクスを計測するため、高速度カメラでの撮像を試みた。詳細は講演で議論する。

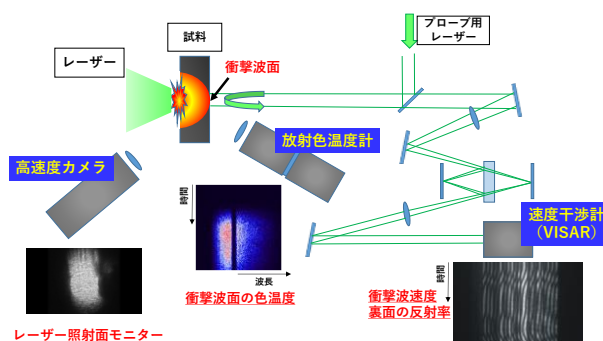


図1 衝撃波パラメータその場観測系概略図