7P94

超高エネルギー密度状態下におけるナノワイヤーアレイ内でのエネルギー輸送に関する研究

Study on energy transportation of nanowire array under ultra high energy density state.

田中大裕[1)] 澤田寛[2)] 川﨑昂輝[1)] 井手坂朋幸[1)] 染川智弘[3)] 籔内俊毅[4)] 宮西宏併[4)]
千徳靖彦[1)] 清水智弘[5)] 新宮原正三[5)] 重森啓介[1)]
D. Tanaka[1)], H. Sawada[2)], K. Kawasaki[1)], T. Idesaka[1)], T.Somekawa[3)] et al.,
1)阪大レーザー研, 2)ネバダ大学リノ校, 3)レーザー総研, 4)理化学研究所光科学研究センター,
5)関西大理工学研究科
1) Institute of Laser Engineering, Osaka University, Japan 2) University of Nevada Reno, USA
3) Institute for Laser Technology, Japan 4) Institute of Physical and Chemical Research, Japan
5) Nano Physics and Engineering, Kansai University, Japan

1990 年代での CPA 法の登場による超高強度レーザーの登場により、圧力にして GBar（10 億気圧）を超える超高温・超高密度状態である緒高エネルギー密度状態の生成が実験室レベルで可能となった。このような極限状態はレーザー核融合の炉心プラズマや恒星の中心等に存在しており、その特性の解明はこれらの研究対象にとって非常に重要である。しかし、生成された超高エネルギー密度状態はレーザーが照射されたターゲットのごく表層のみであり、生成効率の低さが課題であった。

近年、上記の課題を解決する手法として、直径数 100 nm のごく細いワイヤーが基板面に整列したナノワイヤーアレイをターゲットとして用いる手法が提案され、典型的な金属製平板ターゲットよりも高いレーザーエネルギー吸収率が報告された[1]。以後、このナノワイヤーアレイを用いた超高エネルギー密度状態生成の研究は盛んに行われ、ビームフュージョン[2]への応用など多様に展開されている。

一方、ナノワイヤーアレイへのエネルギー吸収・輸送プロセスはいまだ未解明の部分が多数存在している。本講演では、理化学研究所の X 線自由電子レーザーで実施したナノワイヤーアレイのエネルギー輸送に関する研究結果を報告する。

ターゲットには、ナノワイヤーアレイと参照用に金属平板を使用した。ナノワイヤーアレイは陽極酸化アルミニウムをテンプレートとする作成方法により作成された。このナノワイヤーアレイはワイヤー部分がNi、基板部分がCuである。ナノワイヤーアレイのスペックは、ワイヤー長さが2~5 μm、ワイヤー直径が~300 nm、密度40%であった。また、Cu基盤の厚さは15 μmであった。参照用の金属平板はナノワイヤーアレイに合わせて厚さ10 μmのCu平板に、厚さが2~5 μmのNi平板を重ねたものを使用した。

レーザー照射実験はX線自由電子レーザー施設SACLAにおいて、極短パルス超高強度レーザーとX線自由電子レーザーを組み合わせて行われた[3]。極短パルスレーザーのレーザー条件はレーザー波長が 800 nm、パルス幅30 fs、レーザーエネルギー3~8 J、スポット径が15~20 μmであった。X線自由電子レーザーは光子エネルギー8.27 keVであり、極短パルスレーザーをターゲットへ照射後に時間差（0.1,1,50 ps）を置いて照射され、2次元X線シャドウグラフを撮影した。同時にレーザー照射により発生した高速電子を電子スペクトロメーターにより測定し、発生したX線をX線結晶分光器とCu-Kα Imagerによって測定した。実験セットアップを以下の図1に示す。

実験では、ナノワイヤーアレイと平板との加熱に顕著な差が確認できた。講演では、計測と実験結果の詳細に関して議論する。

参考文献
[1] M. A. Purvis et al., Nat. Photonics. Lett. (2013).
[2] A. Curtis et al., Nat. Commun. (2018).
[3] H. Sawada et al., in preparation (2022).

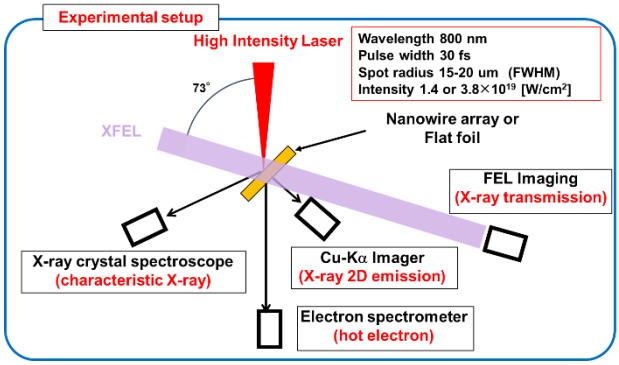

図 1 実験系の概要