

03Aa01

ナノワイヤー構造試料における超高強度レーザー吸収輸送機構の観測 Observation of ultra-high intense laser absorption and transport mechanism in nanowire structure samples

前田優斗、弘中陽一郎、川崎昂輝、坂和洋一、太田雅人、江頭俊輔、中川義治、千徳靖彦、
岩田夏弥、東直樹、長友英夫、兒玉了祐、¹尾崎典雅、²染川智弘、³宮西宏併、³末田敬一、
^{3,4}藪内俊毅、^{3,4}犬伏雄一、^{3,4}富樫格、^{3,4}今亮、⁵新宮原正三、⁵清水智弘、⁵佐々木涼、重森啓介

Yuto MAEDA, Youichiro HIRONAKA, Koki KAWASAKI, Youichi SAKAWA,
Masato OTA, Shunsuke EGASHIRA, Yoshiharu NAKAGAWA, Keisuke SHIGEMORI et al.

阪大レーザー研,¹阪大院工,²レーザー総研,³理化学研究所光科学研究センター,
⁴高輝度光科学研究センター,⁵関西大学

ILE, Osaka Univ., ¹Graduate School of Engineering, Osaka Univ., ²ILT, ³RIKEN, ⁴JASRI,
⁵Kansai Univ.

1. 実験目的

恒星の中心部などは 10^8 J/cm^3 以上の超高エネルギー密度(Ultra-High Energy Density, UHED)状態であり、この状態中の物質の性質を研究することで恒星の形成過程やレーザー核融合プラズマなどの理解の助けになる。近年、ナノワイヤー構造を持つ試料への超高強度レーザーの照射により UHED 状態が生成されることが示唆された。しかし、レーザーから試料へのエネルギー吸収・輸送過程の詳細は明らかになっていない。我々はこの機構の解明のために大阪大学レーザー科学研究所の LFEX レーザーをナノワイヤー試料に照射し、表面構造による違いを観察した。

2. 実験方法

レーザー照射実験は大阪大学レーザー科学研究所の LFEX レーザー装置で行った。レーザー条件は波長が $1.05 \mu\text{m}$ 、パルス長が $\sim 1 \text{ ps}$ 、スポットサイズが $\sim 50 \mu\text{m}$ 、レーザーエネルギーが $500 \text{ J} \sim 1 \text{ kJ}$ であった。試料は幅 $100 \mu\text{m}$ 、厚さが $10 \mu\text{m}$ の Cu ナノワイヤー部分と Cu 箔部分の合計が $20 \mu\text{m}$ からなるナノワイヤーアレイを使用した。ナノワイヤーの直径は $\sim 300 \mu\text{m}$ 、ワイヤー部分の平均密度は $\sim 30\%$ であった。本実験のセットアップを図 1 に示す。

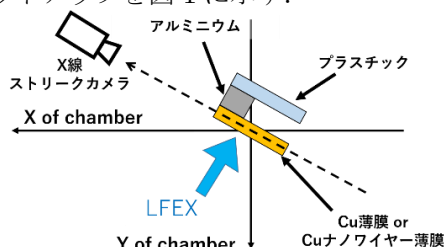


図 1. 実験配置図

試料の真横方向から X 線ストリークカメラで X 線発光の時間分解計測を行ったほか、発生電子のスペクトル

計測も実施した。

3. 実験結果

図 2 にレーザーエネルギーが 600 J における Cu ナノワイヤーと Cu 薄膜のレーザー照射時の X 線ストリークカメラの画像を示す。LFEX レーザーは画像の左方向から照射されている。Cu ナノワイヤーの画像には 2 つの発光が確認できた。発光の間隔は 200 ps 程度であり、発光場所の間隔から 1 回目の発光はナノワイヤー表面部分で、2 回目の発光はナノワイヤーターゲットの後ろに配置したプラスチック薄膜上で生じていることが分かった。

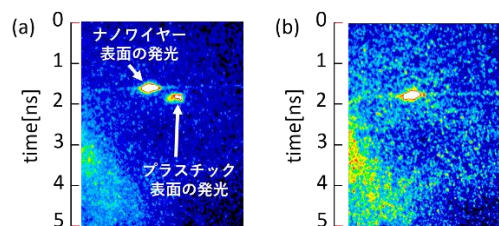


図 2 (a) Cu ナノワイヤーの X 線ストリークカメラの画像と (b) Cu 薄膜の X 線ストリークカメラの画像

4. 考察

実験結果は PIC シミュレーション「PICLS」を用いて解析を行った。シミュレーション結果からはナノワイヤー試料表面にナノワイヤー構造に起因する強い磁場構造が形成され、これが高速電子を束縛することで薄膜試料と比較して試料表面で強い吸収が生じたと考えられる。ターゲットの後ろにおける発光はこの強い吸収に起因する衝撃波が原因だと考えられる。

5. 参考文献

Purvis *et al.*, Nature Photonics 7, 796–800 (2013)
Bargsten *et al.*, Sci. Adv. 3, e1601558 (2017)