

3Ca06

マルチピコ秒ペタワットレーザーによる固体の直接加熱と熱輸送の研究 Heating a solid isochorically over keV temperature by a multi-picosecond PW laser light

東直樹^{1,2} 岩田夏弥² 佐野孝好² 三間罔興^{2,3} 千徳靖彦²

N. Higashi^{1,2}, N. Iwata², T. Sano², K. Mima^{2,3}, Y. Sentoku²

(著者が多い場合、英文著者名の記載を5名程度とし後はetal.にしてもかまいません)

¹阪大院理 ²阪大レーザー研 ³光産業創成大学院大

¹Graduate School of Science Osaka University, ²Institute of Laser Engineering Osaka University,

³Graduate School for the Creation of New Photon Industries

本講演では、大阪大学レーザー科学研究所のマルチピコ秒ペタワットレーザーLFEXのようなピコ秒を超えるパルス幅を持つ相対論的強度のレーザーによる高密度プラズマの加熱過程の理論モデルを構築し、また衝突・イオン化過程を含めたプラズマ粒子シミュレーション(PICLS)[1]で研究した成果を発表する。

高強度レーザーによる物質の背景電子の加熱において、プラズマ粒子間の衝突過程を介した三つの加熱機構（電気抵抗性加熱、引摺り加熱、熱拡散加熱）があり、我々はその中でも固体の加熱においては、熱拡散加熱が支配的であることを示した。通常、レーザー光は固体表面に生成されたプリプラズマ中において、遮断密度以上に侵入できないため、これまでは加熱領域手前の遮断密度領域で生成された高速電子ビームによる加熱（電気抵抗性、引摺り）のみ考えられていた。しかし、高速電子ビームによる加熱は、効率が低く固体の広い領域をkeV以上に加熱することはできなかった。

近年のレーザー技術の進展により、LFEXに代表されるような高コントラストかつピコ秒を超える高出力レーザーが実現した。こうしたレーザーは、高コントラスト化により、ホール・ボーリング過程を経て、急峻な密度勾配を形成し、光は固体表面に肉薄し固体を直接加熱することが期待される[2]。特に固体表面近傍の高温状態をピコ秒以上維持することで、熱波が励起されることを発見した。この熱波が伝播することで固体内部が熱拡散的加熱され、keV以上の温度に広い領域を加熱できる可能性が出てきた。

我々は固体表面の加熱モデルと熱波伝播の開始条件、また熱波の伝播速度に関する理論モデルを構築した。PICLSを用いたシミュレーション

により、ピコ秒を超える時間スケールにおいて、熱波が固体表面から数マイクロメートル程度伝播し、固体内部がkeV以上に加熱される過程を明らかにした。また、これらシミュレーションで理論モデルを検証し、加熱のスケールリング則を導出した。さらに、多次元シミュレーションでは、熱の輸送が1次元モデルと異なることが分かってきた。これは固体内部に誘発される強い自己生成磁場の影響と考えられる。詳細を含め発表する。

[1] Y. Sentoku and A. J. Kemp, J. Comp. Phys. 227 (2008) 6846.

[2] N. Iwata, et al., Nat. Commun., 9, 623 (2018).

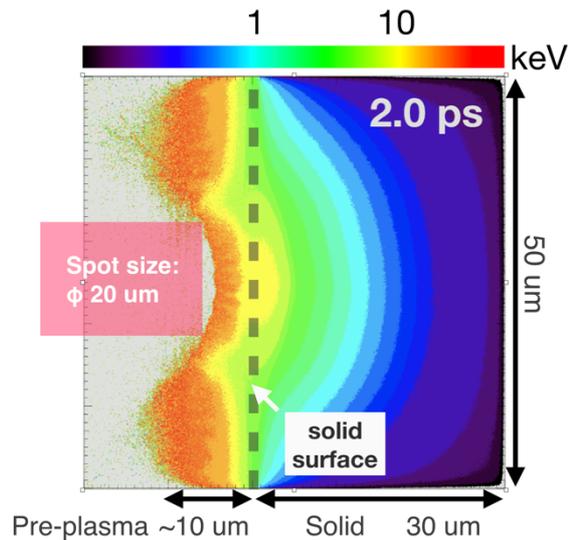


図: 2次元PICLSコードによる固体背景電子の加熱を示すシミュレーション結果。表面からの熱が拡散的に伝わり、固体内部の広い領域において、keV以上に加熱されている様子が見てとれる。