

多光子光電子放出に駆動される金属の超短パルスレーザーアブレーション過程

Ultrashort pulse laser ablation process in metals driven by multiple-photon photoemission

東大物性研¹, °谷 峻太郎¹, 小林 洋平¹

ISSP Univ. Tokyo¹, °Shuntaro Tani¹, Yohei Kobayashi¹

E-mail: stani@issp.u-tokyo.ac.jp

フェムト秒レーザーアブレーションは精密かつ高品位な加工を実現する技術として、基礎研究から産業応用まで幅広く使われている。一方、強い光電場による物質状態の塗り替えの基礎過程は未だ明らかになっておらず数多くのモデルが提案されている状況である。金属においては溶解・蒸発などの相転移や、衝撃波に伴い発生する希薄波により引き起こされるスパレーションなどが主要なメカニズムと考えられている一方、これらのメカニズムでは金属のアブレーションレート現象論として重要な gentle アブレーションを説明することができない。前述のメカニズム以外にも、クーロン爆発や静電アブレーションなど、光電子放出に伴うアブレーションモデルが提案されてきたが、金属の持つ高い電気伝導性のためこれらの過程は寄与しないという理解がコンセンサスであった [1]。

我々は時間領域テラヘルツ分光法を用いて、レーザーアブレーションに伴い発生する電磁波からアブレーション過程での電荷ダイナミクスの測定を行ってきた[2]。この測定により得られた電荷ダイナミクスは、レーザーアブレーションの際に金属表面近傍に巨大な電荷の偏りができていることを示している。我々は強いレーザーパルス照射下で発生する多光子光電子放出とその結果生じる鏡像電荷によるクーロン引力の釣り合いにより生じる電荷密度分布に関する解析解を導出することにより、多光子光電子放出の結果、表面近傍に生じる電場強度を見積もった (図 1)。光照射下で生じる電場強度はアブレーション閾値近傍で 30 V/nm 程度に及び、物質からイオンを引き出すのに十分な電場強度であることがわかった。講演では解析の詳細と想定されるイオンのダイナミクスについて報告する。

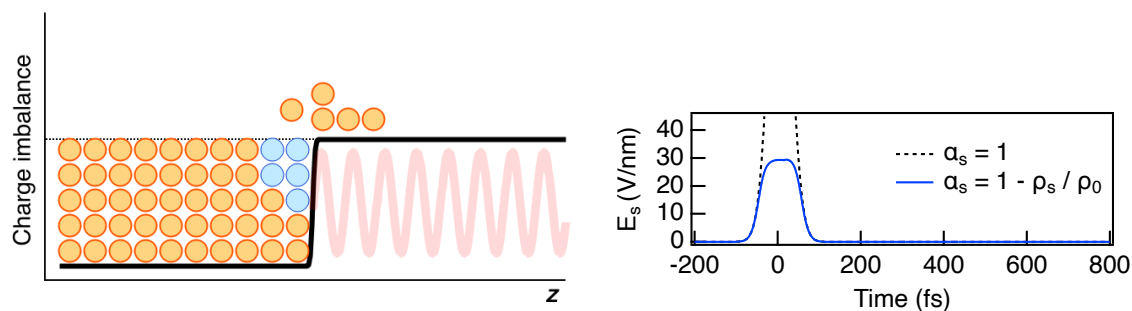


Fig. 1 Balance between multi-photon photoemission and Coulombic attraction (left). Temporal evolution of outward electric field(right).

[1] N. M. Bulgakova *et al.*, Phys. Rev. B 69, 054102 (2004). [2] S. Tani *et al.*, SPIE Proc. Opt. Mani. Conf. 10252, 43

(2017). 謝辞：本研究成果の一部は NEDO(TACMI Project)と科研費により行われた。