

# 回折格子を用いた伝搬型表面プラズモン生成と光電界電子放出

## Optical field photoemission via propagating surface plasmons



東大物性研 竹内健悟, <sup>○(PC)</sup>水野智也, 金島圭佑, 石井順久, 金井輝人, 板谷治郎

Univ. Tokyo ISSP, Kengo Takeuchi, <sup>○(PC)</sup>Tomoya Mizuno, Keisuke Kaneshima,

Nobuhisa Ishii, Teruto Kanai, Jiro Itatani

E-mail: mizuno.tomoya@issp.u-tokyo.ac.jp

近年、表面プラズモンを用いたバイオセンサーや光デバイスなどが盛んに研究されており、プラズモニクスと呼ばれる分野を形成するようになった。表面プラズモンは局在型と伝搬型に分けられ、前者は狭い領域に非常に強い電場増強を引き起こすため、光電場の局所性を生かした非線形分光や顕微分光などへの応用が研究されている。また伝搬型表面プラズモンはナノ光集積回路等の光デバイスへの応用が期待されている。

他方で、中赤外からテラヘルツ領域の高強度光源技術の進展により、ナノチップにおける光電界電子放出や固体における高次高調波発生など、固体における強光子場現象の研究が可能となりつつある。とくに表面プラズモンを介した光電界電子放出過程の研究は、ナノフォトニクスと強光子場物理をつなぐ新しい研究領域に位置するため、非常に注目されている[1]。

本研究では、回折格子に中赤外パルスを照射したときに誘起される表面プラズモンと光電界放出過程について、観測される電子収量と光電子スペクトルをもとに考察を行った。中赤外パルス（波長 2.9, 3.0, 3.2  $\mu\text{m}$ 、パルス幅  $140 \pm 20$  fs）は TOPAS-C からの出力を用いた。回折格子は Al コートされた 600 grooves/mm (Thorlabs, GH13-06U)を用いた。

図 1 に入射角度を変えたときの電子収量を示す。実験に用いた回折格子は波長 2.9, 3.0, 3.2  $\mu\text{m}$  に対してそれぞれ入射角度が 47.7, 53.0, 66.9 度のとき伝搬型表面プラズモンが共鳴的に生成される。光電子収量の共鳴的増大が波長 2.9, 3.0, 3.2  $\mu\text{m}$  にたいしてそれぞれ 42.5, 50, 70 度で観測され、伝搬型プラズモンが光電子放出を増強させることが分かった。この結果は、局在型プラズモンによる局所的な電場増強を、伝搬型プラズモンが強め合う方向に変調しているためと考えられる。

中赤外光を用いて生成した表面プラズモンは可視光を用いて生成した表面プラズモンよりおよそ 100 倍程度伝搬長が長いため、ナノ構造を介した電場増強の時空間制御などへの応用が期待出来る。

### 参考文献

[1] S. M. Teichmann *et al.* Sci. Rep. 5, 7584 (2015).

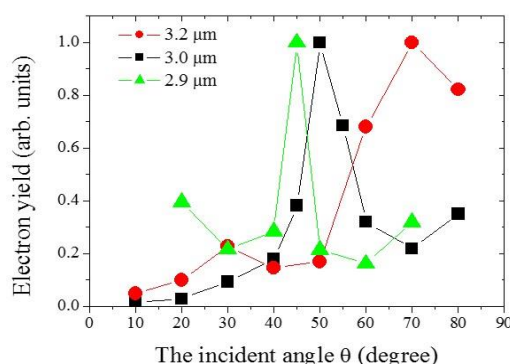


Fig. 1. Electron yields as a function of the incident angle  $\theta$  at the wavelength of 2.9  $\mu\text{m}$ , 3.0  $\mu\text{m}$  and 3.2  $\mu\text{m}$ , at the laser intensities of  $1.4 \times 10^{10}$  W/cm<sup>2</sup>,  $2.5 \times 10^{10}$  W/cm<sup>2</sup> and  $4.5 \times 10^{10}$  W/cm<sup>2</sup>, respectively.