

中赤外超短パルス増強場による光電界電子放出

Field enhancement of mid-infrared pulses and its application to strong-field photoemission

○芦原 聡¹, 草 史野^{1,2}, 竹上 明伸^{1,2} (1 東大生研, 2 農工大院工)

S. Ashihara¹, F. Kusa^{1,2}, A. Takegami^{1,2} (1 IIS Univ. of Tokyo, 2 TUAT)

E-mail: ashihara@iis.u-tokyo.ac.jp

フェムト秒パルスを金属ナノ構造に照射すると、表面プラズモンの励起にともなって高強度の電磁場が生成される。このプラズモン増強場は、線形・非線形を問わずあらゆる光学現象を増大させるとともに、ナノスケールの局在性を反映した新規な振る舞いを引き起こすと予測される。我々は、極限非線形現象の光科学を推進する上で有効なプラットフォームとして、中赤外域の超短パルス増強場に注目している。

高強度の光場中では、摂動論の枠組みを超える非線形現象（極限非線形現象）が現れる[1]。これまでに気相原子・分子における電子のトンネルイオン化、および、それに端を発する高次高調波発生が精力的に研究され、極端紫外～X線発生・アト秒パルス発生・電子波動関数イメージングなどが達成されている。さらには、金属表面の光電界電子放出・半導体中のキャリアのインパクトイオン化・誘電体における高次高調波発生など、極限非線形現象の舞台が固体物質（バルクおよび界面）へと広がりつつあり、光科学・光物質科学の新潮流として豊かな学術分野が形成されつつある[2]。

固体における極限非線形現象を誘起する上で、過剰な光吸収による材料の破壊を防ぎつつ、Ponderomotive エネルギーを大きくするという観点から、中赤外～テラヘルツ域の高強度電磁場は魅力的である。そして、この波長域で高強度電磁場を効果的に生成するためのアプローチとして、超短パルスの電場増強効果が有効と考えている。

我々は、金属プラズモニクスのもた
らす中赤外域の電場増強効果を解析し、
金ナノアンテナを用いることにより、
フェムト秒パルスの短時間性を維持し
たまま振幅にして 20-40 倍の電場増強
が得られることを明らかにした[3,4]。
また、この中赤外フェムト秒パルス増
強場を用いた光電界電子放出（図 1 に
示すような金属表面の電子トンネリ
ング）の駆動に成功した[4]。本発表では
以上の内容を紹介する。

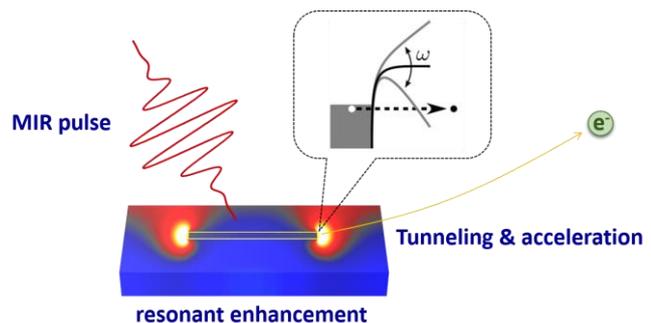


図 1 中赤外フェムト秒パルスの電場増強効果による光電界電子放出の概念図。

[1] M. Wegener, *Extreme Nonlinear Optics* (Springer, 2005).

[2] S. Ghimire et al., *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.* 47, 204030 (2014).

[3] F. Kusa, S. Ashihara, *J. Appl. Phys.* 116, 153103 (2014).

[4] F. Kusa, K. E. Echternkamp, G. Herink, C. Ropers, S. Ashihara, *AIP Advances* 5, 077138 (2015).