

17a-F3-7

10fs レーザーパルスによるプラズモン波の励起と時間分解可視化

Excitation and Time-Resolved Imaging of Surface Plasmon Waves using 10 fs Laser

筑波大物理 ○久保 敦

Institute of Physics, Univ. of Tsukuba, ○Atsushi Kubo

E-mail: kubo.atsushi.ka@u.tsukuba.ac.jp

超短パルスレーザーを励起光源に用いることで、固体中の素励起であるプラズモンやフォノン、マグノンなどを瞬間的に励起し、その後の挙動（素励起の伝搬や減衰など）を時間分解映像化することができる。固体中の電子の集団的な励起がプラズモンである。歴史的には、プラズモンは金属薄膜を透過した数 keV 程度の電子線にみられるエネルギー損失ピークとして観測された（=バルクプラズモン）が、近年はとくに金属-誘電体界面に局在するモードである表面プラズモン（SP）が注目を集め、精力的に研究されている。この理由は、金属-誘電体からなる導波構造に SP 波を伝搬させるプラズモニック素子を構築することで、誘電体導波路からなるフォトニック素子より小型・高集積な超高速デバイスが実現できること、また、金属ナノ構造に担持される局在型 SP が光の電磁場強度を局所的に増強することを利用し、高効率な光電変換素子の製作が可能となること等、様々な「光利用の高度化・効率化」を実現する応用が考えられるためである[1]。

このような素励起モードの特性を理解し応用に結びつけるためには、素励起の観察・評価方法の向上が併せて重要である。本講演では、我々が近年取り組んできた SP の時間分解映像化[2-9]について報告する。第一は伝搬型 SP の映像化であり、銀(Ag)、金(Au)表面への 10fs レーザーの照射で励起された SP 波束の伝搬を、光電子顕微鏡（PEEM）、および蛍光顕微鏡法により可視化した。SP 波の進行方向は、試料表面に形成した金属ナノ構造により反射させ制御する事も可能である。第二には局在型 SP の映像化であり、Au ナノ粒子の配列構造の SP の振動・減衰の様子を全反射顕微鏡法により可視化した。ナノメートルオーダーの粒子間ギャップ長の違いにより、SP 振動の寿命や位相に明瞭な変化が現れる。この現象は、粒子配列化にともなうモードの混成により、SP が多極子化し放射減衰が抑制されたためと解釈される。

[参考文献]

1. Gramotnev, et al., Nat. Photonics, 4, 83 (2010),
2. A. Kubo, K. Onda, H. Petek, Z. Sun, Y. S. Jung, H. K. Kim, Nano Lett. 5, 1123 (2005)
3. A. Kubo, N. Pontius, H. Petek, Nano Lett. 7, 470 (2007)
4. L. Zhang, A. Kubo, L. Wang, H. Petek, T. Seideman, Phys. Rev. B 84, 245422 (2011)
5. L. Zhang, A. Kubo, L. Wang, H. Petek, T. Seideman, J. Phys. Chem. C 117, 18648 (2013)
6. 久保敦, Hrvoje Petek, 表面科学 33, 235 (2012)
7. T. Hattori, A. Kubo, K. Oguri, H. Nakano, H. T. Miyazaki, Jpn. J. Appl. Phys. 51, 04DG03 (2012)
8. 服部竜己, 久保敦, 小栗克弥, 中野秀俊, 宮崎英樹, レーザー研究 40, 603 (2012)
9. Q. Sun, K. Ueno, H. Yu, A. Kubo, Y. Matsuo, H. Misawa, Light: Sci.&Appl. 2, e118 (2013)