

# テラヘルツ周波数領域の近接場技術による 光渦と物質との相互作用の可視化

田中 耕一郎

京都大学大学院理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻

1992年に光が軌道角運動量を持つ事が認識されて以来[1]、この新たな光の自由度を用いた物質制御は大きな注目を集めている。光の軌道角運動量は螺旋状の等位相面に由来しており、そのような光は一般的に光渦と呼ばれている。これまでに光渦を用いた微小誘電体の回転運動制御[2]や励起子の重心運動への軌道角運動量転写[3]等が報告され、物質の重心運動制御が実現している。また、軌道角運動量の存在による電子系の遷移選択則の変化（双極子禁制な1Sから3D軌道への遷移など）といった量子的な効果[4]も理論的に予測されている。さらに、光の渦状の空間構造を利用してガウスビームでは励起できない固体電子の素励起（高次の局在表面プラズモン[5]やスキルミオン[6]など）を駆動できるという提案もされている。

我々は電場の実時間波形をサブピコ秒の時間分解能で測定可能なテラヘルツ時間領域分光法に基づき、それを近接場の領域まで拡張したテラヘルツ近接場イメージング技術を開発してきた[7]。テラヘルツ波検出用結晶として波長以下の厚みの結晶を用い、近接場イメージを測定することで波長以下の空間分解能を実現している。現時点で到達されている空間分解能は、電気光学結晶として $1\mu\text{m}$ のニオブ酸リチウム(LN)を用いて $5\mu\text{m}$ であり $0.1\text{THz}$ で波長の $1/600$ に達している[8]。最近、テラヘルツ領域の光渦を用いて金属構造体を励起することにより、禁制遷移のモードが励起できることを明らかにした（図1）。

講演では、テラヘルツ領域の近接場技術の現状を述べた後に、近接場イメージングによる多重極子局在プラズモンモードの可視化について述べる。

スリット入り  
金属円板

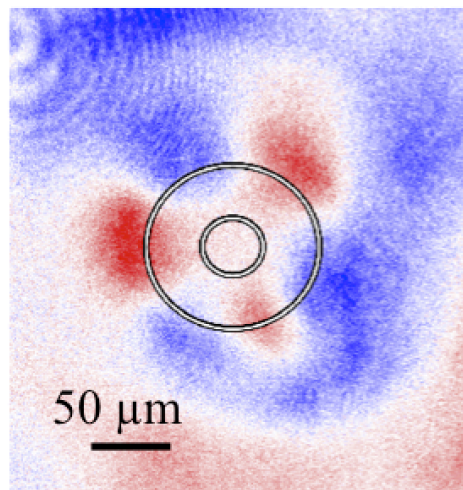


図1. スリット入り金属円板を光渦で励起した場合に観測された近接場電場分布（赤：正、青：負）。3回対称の分布は、光渦によって双極子禁制の4重極擬似局在プラズモンの励起ができたことを表している。

## 参考文献

- [1] Les Allen *et al.*, Physical Review A, **45**, 8185 (1992). [2] H. He *et al.*, Phys. Rev. Lett. **75**, 826 (1995). [3] Y Ueno *et al.*, Optics express, **17**, 20567 (2009). [4] M. Babiker *et al.*, Phys. Rev. Lett., **89**, 143601 (2002). [5] K. Sakai *et al.*, Sci. Rep. **5**, 8431/1 (2015). [6] H. Fujita and M. Sato, arXiv:1609.06816 [7] F. Blanchard *et al.*, Annu. Rev. Mater. Res. **43**, 237 (2013). [8] F. Blanchard and K. Tanaka, Optics Letters **41**, 4645 (2016).