



# 第43回 極限コヒーレント光科学セミナー

2016年11月21日(月) 10:00~11:00

物性研本館 第一会議室

講師：小西邦昭先生

東京大学大学院理学系研究科

## サブ波長人工構造を用いた円偏光制御とその応用

近年の微細ナノ加工技術の進歩によって、光の波長と同程度かそれ以下の大きさの金属構造を、人工的に作製することが可能になっている。このような人工物質は、その構造の効果によって、バルクの物質とは異なる光学応答を示す。構造を適切に設計することによって、自然界には存在しない光学応答を示す人工物質を実現することも可能となる。このような人工光材料はメタマテリアルとも呼ばれ、近年、その光学応答のメカニズム解明と制御に向けた研究が進められてきた。このような人工構造を使って、テラヘルツ光や、真空紫外より短波長の光など、通常のオプティクスでは難しい波長領域の光波制御を行うことは、応用上も重要である。

我々は、このような人工構造を用いた円偏光の制御に着目して研究を進めてきた[1-3]。円偏光は、スピン選択分光、キラリティーセンシングなど様々な応用が存在する。しかしながら、単純な面内異方性のみでは円偏光選択は実現することはできず、なおかつ自然界の物質ではその効果は一般的に小さい。そのため、適切に設計された人工構造の活用は、円偏光制御のための重要な手段となる。

本セミナーにおいては、近年のメタマテリアルの研究動向を概観した後、我々が最近行った、MEMS 技術を用いた人工キラル金属構造のアクティブ制御によるテラヘルツ円偏光制御の研究 [4] および三回回転対称金属ナノ周期構造を用いた円偏光第二次高調波発生の研究 [5] について紹介する。また、これらの人工構造を用いた新規光源応用への可能性も議論したいと考えている。

[1] K. Konishi *et al.*, Opt. Express **16**, 7189 (2008).

[2] K. Konishi *et al.*, Phys. Rev. Lett. **106**, 057402 (2011).

[3] K. Konishi *et al.*, Opt. Lett. **37**, 4446 (2012).

[4] T. Kan *et al.*, Nature Communications **6**, 8422 (2015).

[5] K. Konishi *et al.*, Phys. Rev. Lett. **112**, 135502 (2014).



# 第44回 極限コヒーレント光科学セミナー

2016年11月21日(月) 13:00~14:00

物性研本館 第一会議室

講師：廣理英基先生  
京都大学大学院理学研究科

## 高強度テラヘルツパルス光源の開発と 固体との動的非線形相互作用

テラヘルツ (THz) 周波数の電磁波帯 (約 0.1~10THz、0.4~40meV、あるいは 3~300cm<sup>-1</sup>) は、生体材料における巨大分子の振動モード、固体材料においては超伝導ギャップ、フォノンやスピン共鳴、半導体におけるプラズマ振動や不純物に束縛された電子や励起子の束縛エネルギーなど物性を特徴付ける多彩な振動モードが存在する。90年代以降、フェムト秒パルスレーザー光を非線形光学結晶や光伝導アンテナに照射して THz パルスを発生する技術が確立し、THz 周波数帯の分光研究が急激に進展した。ここ 10 年間では、THz パルスの高強度化技術がさらに目覚ましい進展をみせ、物質の電氣的・磁氣的性質や結晶構造を励起・制御するためのパルス外場として応用され始めている。

本講演では、高強度化技術の飛躍のきっかけとなったニオブ酸リチウム結晶を使った「パルス面傾斜法」について説明する [1,2]。3 THz 以下の周波数帯で 1 MV/cm 以上の電場振幅を持つ THz パルスが発生可能となり、これをピコ秒の DC パルス駆動電場とみなし、固体のバンド構造を反映した電子の動的加速運動を調べることができるようになってきた。その一例として、半導体試料において THz 高電場により衝突イオン化を誘起しバンド間電子励起を実現した研究成果を紹介する [3,4]。一方、AC 電場とみなせる周波数可変な狭帯域 THz 光源を開発し、THz 周波数帯に共鳴エネルギー準位を持つ電子-正孔束縛系 (励起子) とのコヒーレントな非線形相互作用についての研究成果[5,6]、さらに金属マイクロ構造により増強される THz 磁場とスピン系との非線形相互作用についての研究成果を紹介する [7,8]。講演では近年世界的に精力的に行われている、THz 周波数帯から中赤外領域にわたる高強度レーザー光源と固体との非線形相互作用や物性制御に関する研究情勢について紹介し今後の研究展望についても議論したい。

[1] H. Hirori, K. Tanaka: J. Phys. Soc. Jpn. **85**, 082001 (2016).

[2] H. Hirori, et al.: Appl. Phys. Lett. **98**, 091106 (2011).

[3] H. Hirori, et al.: Nat. Commun. **2**, 594 (2011).

[4] K. Shinokita, H. Hirori, et al.: Phys. Rev. Lett. **111**, 067401 (2013).

[5] K. Uchida, H. Hirori, et al., Appl. Phys. Lett. **107**, 221106 (2015).

[6] K. Uchida, H. Hirori, et al., submitted for a publication (2016).

[7] Y. Mukai, H. Hirori, et al.: Appl. Phys. Lett. **105** 022410 (2014).

[8] Y. Mukai, H. Hirori, et al.: New. J. Phys. **18** 013045 (2016).



# 第45回 極限コヒーレント光科学セミナー

2016年11月21日(月) 16:00~17:00

物性研本館 第一会議室

講師：香月浩之先生

奈良先端科学技術大学院大学

## 超短パルス波形整形を用いた量子状態制御

レーザー光の持つコヒーレンスを物質に転写することによって、対象とする量子系の波動関数を制御する手法をコヒーレント制御と呼ぶ。レーザー光の時間プロファイルや空間分布といった特性は、アト秒の時間安定度を持ったマイケルソン干渉計によるダブルパルス作成や空間位相変調器によるスポット形状操作などの手法を用いることで、高い自由度で制御することが可能である。本講演では気相から固体まで様々な系の量子状態を対象として、その波動関数や系の運動を光の波形整形によって制御し、読み出す実験について紹介する。具体的には孤立した分子中の振動波束[1]、固体水素結晶中の振動回転波束[2,3]、単結晶ビスマスのコヒーレントフォノン[4]、におけるコヒーレント制御の例を紹介し、今後の展開についても紹介する。

[1] H. Katsuki, H. Chiba, C. Meier, B. Girard, and K. Ohmori, Phys. Rev. Lett. **102**, 103602 (2009).

[2] H. Katsuki, Y. Kayanuma, and K. Ohmori, Phys. Rev. B **88**, 014507 (2013).

[3] H. Katsuki, K. Ohmori, T. Horie, H. Yanagi, and K. Ohmori, Phys. Rev. B **92**, 094511 (2015).

[4] H. Katsuki et al., Nat. Commun. 4:2801 doi: 10.1038/ncomms3801 (2013).