

Newsletter

プラズモニック化学研究会

2014年度 No.4

CONTENTS

【研究紹介】

光渦による多重極子プラズモンモードの励振

酒井恭輔、笹木敬司（北海道大学電子科学研究所）

【開催報告】

第6回プラズモニック化学シンポジウム（北海道大学 押切 友也）

光渦による多重極子プラズモンモードの励振

酒井恭輔、笹木敬司（北海道大学電子科学研究所）

局在表面プラズモンの固有モードには、よく知られた双極子に加え、四重極子や六重極子など多重極子が存在する。ダークモードとも呼ばれる多重極子モードは、平面波と結合しにくいことから強い光閉じ込め特性を示し、生化学分野の高感度センシングから単一分子の検出まで新たな応用が期待されている¹。しかし、平面波によるエネルギー注入が難しいことから、この特徴を活かした多重極子モードの研究は進んでいない。ここで我々は、円偏光の光渦(ラゲール・ガウスビーム)により、多重極子モードが利用可能になること^{2,3}、さらに、光の角運動量がプラズモンモードへ転写できることを見出したので紹介する⁴。

数値計算により、金ナノディスクに発生するプラズモンモードの電界分布および近接場スペクトルを解析した(図1)。(a)モデル中央に設置した金ナノディスクに、垂直上方からラゲール・ガウスビームを照射した。(b)上段に、照射したビーム断面の電界分布を示す。電界ベクトルが、特徴ある分布を有することが分かる(左、中図)。右図は、ガウスビーム。下段は、生成したプラズモンモードの電界分布であり、それぞれのビームにより六重極子、四重極子、双極子が励振されることが分かる。(c)近接場スペクトルからは、各モードが選択的に励振されていることが分かる。以上より、ラゲール・ガウスビームを用いた励振により、多重極子モードが利用可能となった。さらに、本研究から、照射ビームの有する光の角運動量(スピンと軌道の和)が、プラズモンモードへ転写されることが明らかになった。これは、プラズモンの角運動量状態が制御可能であることを示しており、プラズモン場と物質の相互作用の研究に、角運動量という新たな自由度を加える意義深い成果である。今後は、多重極子モードの応用と角運動量を含めたプラズモン科学の展開を行っていきたい。

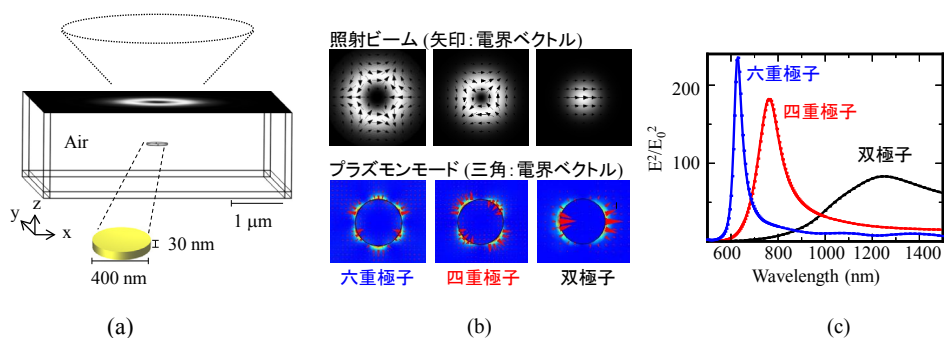


図1 (a) 計算モデル. (b) 照射するビーム断面の電界分布(上段)と生成するプラズモンモード(下段). (c)近接場スペクトル. 多重極子モードの選択的励振が確認できる.

参考文献

- (1) Maier, S. *Nat. Mat.* 2009, 8, 699. (2) 酒井恭輔, 山本 岳明, 野村健介, 田中嘉人, 笹木敬司, 第60回応用物理学関係連合講演会, 30a-A1-9, 2013年3月. (3) Sakai, K.; Yamamoto, T.; Nomura, K.; Tanaka, Y.; Sasaki, K. *PIERS* 2013, Stockholm, Aug. 2013. (4) Sakai, K.; Nomura, K.; Yamamoto, T.; Sasaki, K. *OMC* 2014, Yokohama, Apr. 2014.

【会議報告】

第6回プラズモニック化学シンポジウム

第6回プラズモニック化学シンポジウムが2014年6月20日に早稲田大学55N号館（東京都新宿区）で開催されました。本シンポジウムは、プラズモニック化学の研究分野において世界をリードし、第一線で活躍する研究者を招聘して理論・実験・応用に関する最新の研究成果について講演して頂き、全く新しい原理に基づく高効率光エネルギー変換系構築の将来展望について議論することを目的として開催されました。

シンポジウムは、プラズモニック化学研究会会長である北海道大学三澤弘明教授のイントロダクトリートークに続いて、東京工業大学梶川浩太郎教授が、チュートリアルとして、「金ナノ構造体の特異な光学応答とフォトニクスへの応用」と題して、プラズモン共鳴を誘起する金属ナノ構造体を用いた研究を実施する上での設計から応用に至るまでの流れについて講演されました。特に適切なモデルや近似を用いた数値計算について詳細にご紹介され、質疑応答でも大きな関心を集めておられました。

続いて、研究発表として3件のご講演が行われました。新留康郎准教授（鹿児島大学）は「銀シェル金ナノロッドの分光特性制御」と題してご講演され、精密に制御された銀シェル金ナノロッドの作製方法とその分光特性や電気化学的応答についてご講演されました。笹木敬司教授（北海道大学）は、「局在プラズモン角運動量制御による光ナノシェーピング」と題し、ラゲールガウスビームから局在プラズモンへの角運動量転写や、金属ナノディスク周期配列構造による多重極モード局在プラズモン場の増強効果についてご講演されました。尾上順教授（名古屋大学）は「新奇エキゾチックナノカーボンの光・電子物性とデバイス応用」と題し、既存のものとは異なる、新たなトポロジカルなナノ構造をもつ炭素物質の作製方法とその特異な光・電子物性とデバイスへの応用展開、及びそれらとプラズモニック化学との関連についてご講演されました。

研究発表の後に行われた総合討論-新しい光エネルギー変換に向けて-では、ご講演された先生方へのより掘り下げた質疑を中心に、各領域の垣根を越えた活発な議論が行われ、最後に名古屋大学鳥本司教授によるクロージングトークをもって閉会となりました。

また、講演と議論だけではなく、懇親会等を通じて大いに交流を深めることが出来ました。

第6回プラズモニク化学シンポジウム

日時：平成26年6月20日(金)13:00-17:30

会場：早稲田大学 55N号館 1階 第二会議室

プログラム：

- 13:00-13:10 インタロダクトリートーク 三澤 弘明（北海道大学）
- 13:10-14:00 チュートリアル（講演40分、質疑応答10分）
梶川 浩太郎 氏（東工大）
「金属ナノ構造体の特異な光学応答とフォトニクスへの応用」
- 14:00-14:50 研究発表（講演40分、質疑応答10分）
新留 康郎 氏（鹿児島大）
「銀シェル金ナノロッドの分光特性制御」
- 14:50-15:05 休憩
- 15:05-15:55 研究発表（講演40分、質疑応答10分）
笹木 敬司 氏（北大）
「局在プラズモン角運動量制御による光ナノシェーピング」
- 15:55-16:45 研究発表（講演40分、質疑応答10分）
尾上 順 氏（名大）
「新奇エキゾチックナノカーボンの光・電子物性とデバイス応用」
- 16:45-17:00 休憩
- 17:00-17:20 総合討論 ―新しい光エネルギー変換に向けて―
- 17:20- クロージングトーク 鳥本 司（名古屋大学）

参加者：44名