

卓越した大学院拠点形成支援補助金
「流動ダイナミクス知の融合教育研究世界拠点」
平成 25 年度 博士課程後期学生国際会議派遣 参加報告書

氏名／専攻・学年 Name / Department	穂苅 遼平／ナノメカニクス専攻, D3
学会名 Conference's name	26 th International Microprocesses and Nanotechnology Conference
開催地 Venue (Name of the facility, city & country)	Royton Sapporo (札幌市, 日本)
日程 Conference period	平成 25 年 11 月 5 日～平成 25 年 11 月 8 日
発表タイトル Presentation Title	Comparison of electromagnetically induced transparency between silver and gold metamaterials at wavelengths around 800 nm
<p>【発表概要 Brief summary of your presentation】</p> <p>電磁誘起透明化 (EIT: Electromagnetically induced transparency) は量子干渉効果によって広い吸収帯の中に狭い透過帯が生じる現象である。EIT によって異常分散が生じるため、光学フィルターや位相調整器、スローライトデバイスへの応用が期待されている。近年、メタマテリアル (EIT メタマテリアル) によって擬似的な EIT が生じることが数値計算および実験的に報告され、注目を浴びている。EIT メタマテリアルは入射光に直接結合するブライトモード (低 Q 値) を持つ共振器と入射光に直接結合しないダークモード (高 Q 値) を持つ共振器から成る。両共振器は表面プラズモンポラリトンを通じて結合することができ、その結合が強いとき、ダークモードの共振が誘起される。その結果、ブライトモードによる吸収帯の中にダークモードによる狭い幅の透過帯が現れる。EIT メタマテリアル構造のスケールは EIT の共振波長より十分小さく製作する必要がある。近赤外帯である波長 800 nm ではおよそ 200 nm の寸法が要求されるため、製作が困難である。EIT メタマテリアルの構成材料は近赤外域では金 (Au)、銀 (Ag) が代表的であり、誘電率が異なるために EIT 特性に影響を与える。従来は EIT メタマテリアルの構造を工夫したり、より微細化したりすることで擬似的な EIT を光領域で観測することを目的としていたため、化学的に安定な Au で製作されていた。Ag 製の EIT メタマテリアルは数値計算上では EIT 特性を評価されているが、実験的にはまだ報告されていない。しかし、EIT メタマテリアルを実際に光アプリケーションへ応用する上で、電気伝導度に優れた Ag 製の EIT メタマテリアルの EIT 特性を実験的に確かめ、評価する必要がある。</p> <p>本研究では、周期 400 nm の Au 製および Ag 製の EIT メタマテリアルアレイを製作し、その EIT 特性を比較した。EIT メタマテリアルは電子線描画とリフトオフ法によって製作された。Ag 製の EIT メタマテリアルでは、ダークモードの共振器とブライトモードの共振器間のギャップ g が 26 nm のとき、波長 780 nm で EIT を実験的に観測することができ、そのときの透過率は 59%であった。g が 80 nm のとき、共振器間の結合がなくなったため、EIT は観測されず、透過率は 26%まで減少した。したがって、共振波長における透過率の変化率は 1.20 であった。一方で、Au 製の EIT メタマテリアルでは、g が 26 nm のとき、EIT が観測され、透過率は 61%であり、g が 85 nm のとき、透過率は 31%まで減少した。したがって、共振波長における透過率の変化率は 0.96 であった。以上より、Ag 製の EIT メタマテリアルは Au 製の EIT メタマテリアルと比較して、波長 800 nm 帯において、より優れた EIT 特性を持つことを実験的に示すことができた。</p>	

【他の講演等から得られた知見、感想等。What you learned from other presentations, general impression you had, etc.】

■ポスター発表での議論

以下にポスター発表において特に多く質問された内容を示す。

- 1) 構造のエッジの曲率と光学特性の関係は.
- 2) 構造が楕円形状に近づくとなぜ光学特性が悪化するのか.
- 3) アプリケーションは.
- 4) EIT メタマテリアルの動作原理は.
- 5) 磁気誘起メタマテリアルとは違うのか.
- 6) パターンの均質性（中央部とエッジ部）は.
- 7) 銀製のメタマテリアルの酸化の影響は.
- 8) 製作精度は十分か.
- 9) 四重極子は直接励起できないのか.
- 10) 金製と銀製の具体的な違いは.
- 11) 構造の長さとの共振周波数の関係は.
- 12) ナノインプリントによるプロセスは可能か.
- 13) 実験と計算の共振周波数の違いは何によるものか.
- 14) Crは何のために用いているのか.
- 15) よりQ値の高い共振を得るにはどのようにしたら良いか.
- 16) 数値計算はどのように行っているか.

微細加工や光デバイス等の多くの専門家と議論することができ、様々な視点からアドバイスをいただいた。なかでも、1) の構造のエッジ部の曲率と光学特性の関係は製作精度を議論する上で重要な内容であるにも関わらず、定量的な説明ができなかった。今後は製作精度に関して定量的に議論できるよう研究を進めたい。また、アプリケーションに関しても多く興味を持っていただいた。メタマテリアルならではの特徴をしっかりと主張できるようにしたい。

■他の講演から得られた知見および感想

主に“Nanofabrication”のセッションに参加した。メタマテリアルというキーワードを用いている発表は見られなかったが、金属ナノ構造や表面プラズモンを利用したデバイスに関する発表は少なくなかった。金属ナノワイヤの製作方法やSiベースの量子ドットの製作方法等、微細構造の製作に関して、参考になるものが多かった。また、三次元のナノ構造を利用した位相変調器に関する発表はその設計手法も参考になった。さらに、光の干渉を利用したマルチビーム露光に関する研究報告もデバイスの応用先として今後活かせるようにしていきたい。