

＜研究紹介・自己紹介＞

研究項目 A02:公募研究

「MEMS駆動可変構造による光メタマテリアルの高機能化」

研究代表者 金森 義明（東北大学）

私は 1998 年に東北大学大学院の博士課程進学以来、現在に至るまで、羽根一博先生のご指導の下、光 MEMS やナノフォトニクスに関する研究に携わってまいりました。その前の東北大学大学院修士課程では故嵐治夫先生の研究室で宇宙太陽光発電のためのレーザエネルギー伝送に関する研究を行ってまいりました。また、2003 年 10 月から 1 年間、フランスの Laboratory of Photonics and Nanostructure (LPN/CNRS)



で Yong Chen 先生の研究室にお世話になり、ナノインプリント・リソグラフィを用いたナノフォトニクスデバイスの研究開発を進めてまいりました。

修士課程では、宮城県角田市にある航空宇宙技術研究所角田宇宙推進技術研究センター（現 JAXA 角田宇宙センター）の敷地内に地上 500m 間レーザエネルギー伝送実験システムを構築し、送光側のプレハブに設置された CO₂ レーザの光線を軸外し放物面鏡で反射させ、500m 離れた受光側のプレハブ小屋をめがけてエネルギー伝送実験をしていました。レーザや光学の基礎はこの時学びました。500m 先に光を合わせこもうとするとかなりシビアな光軸調整が要求されます。また、レーザ光は直進性に優れているのですが、大気中を 500m も進むと、温度、湿度、風、地形などの条件で受光側でのビーム位置に大きな変動が観察され、ビーム断面プロファイルもひどくなります。そのような現象を測定し、説明できる光学モデルを構築し、特性を明らかにしていきました。当時は 500m 間を何往復も走って実験をしていたので、体もスリムでした（笑）・・・。

修士から博士課程に進学するにあたり、光利用のスケールが宇宙からマイクロ・ナノと極端に変わりました。博士課程で取り組んだテーマが、サブ波長格子(入射波長より小

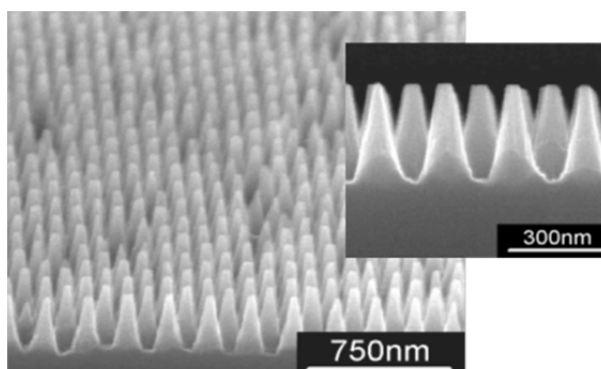


図 1：サブ波長反射防止構造

さい周期構造)による反射防止構造(図1)に関する研究でした。東北大学ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー(現マイクロ・ナノマシニング研究教育センター)の微細加工装置等を使用し、様々な反射防止構造を試作しました。また、市販の数値計算ソフトがなかった当時、大阪府立大学の菊田久雄先生に教えていただきながら3次元RCWAプログラムコードを開発し、東北大学のスパコンで数値計算を行うことができました。実験値とRCWAによる理論値を比較してみると、非常に高い精度でスペクトル特性が一致することに驚きました。次にマイクロアクチュエータを用いて構造体を機械的に動かす、MEMS駆動光フィルタの研究に取り組みました。なかでもナノフォトニクス構造をMEMSアクチュエータで可動させる技術は、

光MEMS分野の中でも新しい試みです。サブ波長構造は構造由来の光学特性が顕著に表れるので、構造変形により光学特性を制御することが可能になります。フォトニック結晶・導波モード共鳴格子・メタマテリアル等ではわずかな構造変化で光学特性が大きく変化します。例えば、可動フォトニック結晶や可動サブ波長格子によるチューナブルフィルタを開発しました(図2, 3)。これらのデバイスはMEMSアクチュエータをわずか $1\mu\text{m}$ ほど動かすだけで光学特性が大きく変わります。最近、構造色利用カラーフィルタの研究を行っております(図4)。

この研究成果を第3回東北大学光科学技術フォーラム(2010年)で発表したとき石原照也先生に初めてお会いし、そのときにい

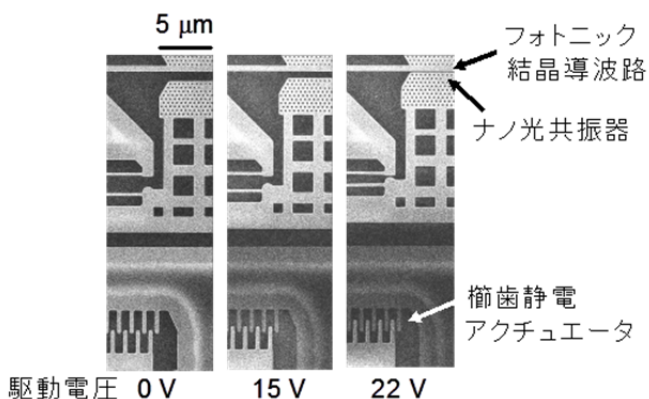


図2: 可動フォトニック結晶ナノ共振器によるアドロップ光回路

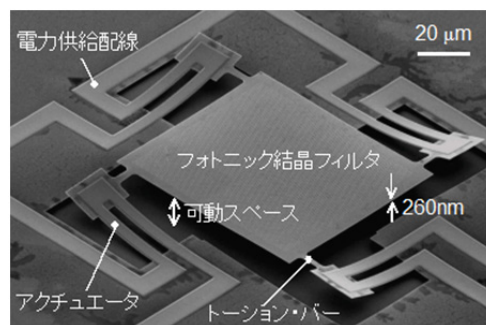


図3: 可動フォトニック結晶によるチューナブル共鳴反射フィルタ

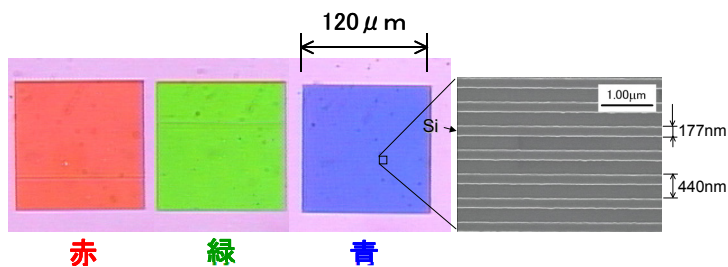


図4: 構造色利用カラーフィルタ



ろいろ質問をしていただきました。石原先生とのご縁をきっかけに、メタマテリアルに興味を持つようになりました。

現在は、公募研究テーマになっておりますMEMS駆動可変構造による光メタマテリアルの高機能化の研究、および、新規の光MEMSとナノフォトニクスデバイスの研究開発に鋭意取り組んでおります。