

研究概要

本研究室では、自己組織化、メゾスコピック構造、オプトエレクトロニクスをキーワードに、将来の情報社会基盤技術となるであろうフォトニクスデバイスやクリーンエネルギーである太陽電池の開発を目指して研究を進めています。

① 自己組織化とは

これには研究者によって色々と考え方が違っていると思いますが、**Material Chemistry** の立場から、“目指す機能を発現するため、原子や分子が自らそれに適合した構造を自然に形成すること”と私は定義しています。そのためには、分子がいかに相互作用し、ある特定の構造を作り、機能を発現するかということを系統的に理解する必要があります。自然界には、自然に秩序構造を形成し、機能を発現しているものがあります。身近な例で言えば、オパール、蝶の羽、細胞膜などです(図 1)。これらの自然界にあるものを模倣し、そのメカニズムを理解し、材料設計に利用していくと言う試みも一つの研究の方向性だと思っています。

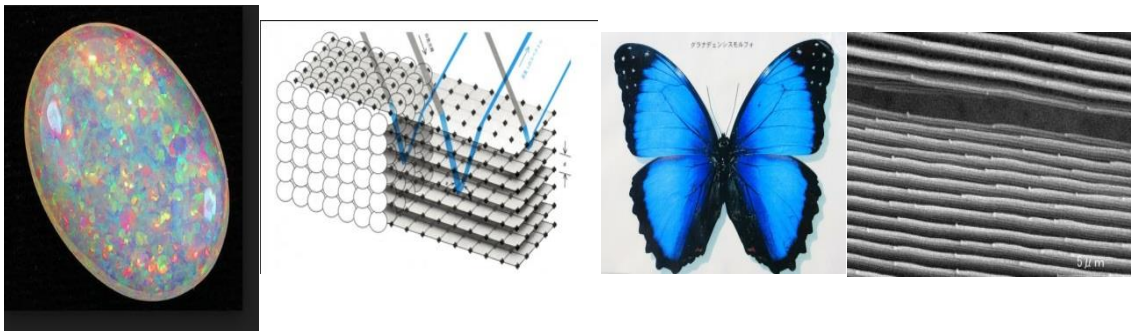


図 1 オパール、モルフォ蝶とその内部構造¹⁻⁴⁾

オパール、モルフォ蝶の内部構造を電子顕微鏡で見ると、いずれも光のサイズの規則構造を見出すことができます。この規則構造により光は干渉しこのような美しい色を見せています。これは、自然界にできたフォトニック結晶です。最先端のフォトニクス材料が、自然界には既に存在していた訳です。

- 1) <http://ハニカムオパール.com/micro.html>
- 2) <http://www.agfar.jp/events/opale-C47/>
- 3) <http://store.shopping.yahoo.co.jp/reisouclub/ve42.html>
- 4) http://www.technex.co.jp/tinycafe/discovery02_09.html

② メゾスコピック構造とは

メゾスコピック領域という言葉があります、これはナノメータ (1 nm は 1 m の 10 億分の 1 の長さ) からマイクロメータ (1 μm は百万分の 1 の長さ) の領域をさします。このような小さな領域になると、物質は粒子としてではなく波としての振る舞いをするようになります。これは量子力学で言うところの粒子と波との二重性の現れです。このような領

域に粒子を閉じ込めること、或いは規則的な構造に閉じ込めること（いわゆる量子閉じ込め効果）、或いは規則構造に異なる性質の粒子を閉じ込め相互作用させること、これにより新しい機能を発現させる事ができます。このような構造のことをメゾスコピック構造と呼びます。代表的な例としては、半導体量子井戸構造です(図 2)。これは、電子をナノメートルスケールの領域に閉じ込めたものです。詳しいことは省略しますが、これにより青色レーザーなどが実現されています。このような構造は高い真空中で原子を一個ずつ並べるという高度な技術を必要とします。しかし、我々は、このようなメゾスコピック構造を上で述べた自己組織化によりより簡単に作り上げることを研究の目的としています。

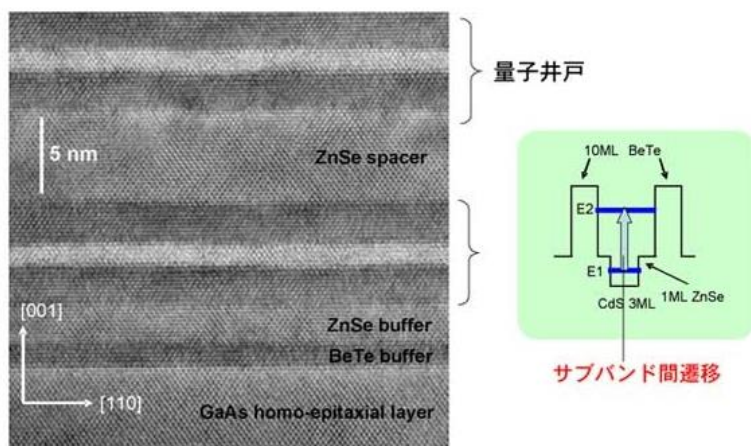
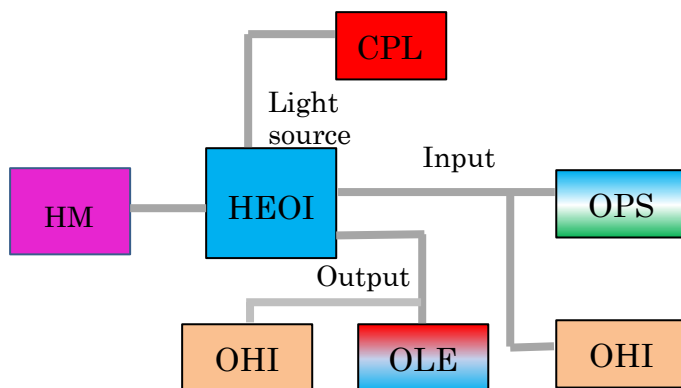


図 2 半導体量子井戸の電子顕微鏡写真⁵⁾

5) https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2004/pr20041029/pr20041029.html

③ オプトエレクトロニクスとは

これは、電子を取り扱うエレクトロニクス（電子工学）と光を取り扱うフォトニクス（光工学）とを組み合わせとした造語ととらえています。現在は、電子を情報伝達、演算、記憶の媒体としてきたエレクトロニクスにより社会は支えられていますが、やがて社会の発展とともに処理しなければならない情報量が増えエレクトロニクスでは支えられないと言われてきました。そこで登場したのがフォトニクスです。これは光を媒体としたもので、エレクトロニクスに比べはるかに多くの情報をあつかうことが可能と言われています。これを実現するためには、レーザー、光非線形素子、光情報記憶素子など新しい素子を開発していく必要がありますが、それを実現する有望な材料がメゾスコピック構造を有する材料です。我々は、これらのフォトニクスに関する研究を最終的な目標としてはいます。また、ヒューマンインターフェイスとしての有機 EL デバイスやクリーンエネルギー源である有機太陽電池なども有機材料の持つ自己組織性を利用した新しい概念で研究できる魅力的な分野です、これらに関する有機エレクトロニクス材料開発に関する研究も進めています。図 3 に光コンピューターの概念図を示しています。



- CPL：レーザ光源(キャビティポラリトン)
 HEOI：光演算素子 (ハイブリッド励起子)
 OPS：光センサ (発光性有機半導体)
 OHI：ヒューマンインターフェイス(有機半導体)
 OLE：ディスプレイ (有機 EL)
 HM：フオログラムメモリ(フォトリフラクティブ半導体)
 —：光導波路

図3 光コンピューティングと我々の研究との関係