

量子物性科学研究室

http://mswebs.naist.jp/LABs/optics/index-j.html



(写真左から)

教授：柳 久雄 yanagi@ms.naist.jp

准教授：香月 浩之 katsuki@ms.naist.jp

助教：山下 淳 ishizumi@ms.naist.jp

助教：水野 斎 hitoshi352-17@ms.naist.jp

「量子」とは不思議な世界です。量子が生み出す現象を光で見て操り、新しい物質の創成に挑戦しましょう！

研究を始めるのに必要な知識・能力

「量子」とは何か?をしっかりと理解した上で、有機分子や半導体、金属の光電子物性に関する基礎知識、ならびに各種分光法や顕微鏡、レーザーを取り扱うための原理の理解を必要とする。

研究室の指導方針

「量子物性科学」と言っても、理論を勉強する研究室ではありません。量子の基本を理解した上で、手を動かして実験するのが研究の中心です。物理、化学、電子工学などこれまでの専門にかかわらず、すべての物質や自然現象にかかわる量子の世界を観測し、サイエンスの楽しさを共感しながら新しい物性や材料の創出を目指します。

この研究で身につく能力

量子力学や量子化学の一般的な理解、各種分光法や顕微鏡、レーザーを取り扱うための基礎技術を身につけます。将来の光情報通信や量子コンピューティングに必要な分子エレクトロニクス、量子コヒーレンス、量子ドット、メタマテリアルなどに関わる材料作製、物性計測に関する知識や実験遂行力を養います。

修了生の活躍の場

パナソニック、トヨタ自動車、三菱電機、デンソー、日本電産、ダイキン、住友電工、村田製作所、マツダ、リコー等の企業、島根大学

研究内容

電子をナノメートル(10億分の1メートル:10⁻⁹ m)サイズの空間に閉じこめると、その波としての性質が著しく現れます。例えば、有機分子は原子が結合したナノメートル空間に電子を閉じ込めたまさに量子箱です。また、半導体ナノ粒子は、量子効果によりバルク固体とは異なった色を示します。これらの量子物質の性質は、分子構造や形状、サイズによって変化します。さらに、量子物質を規則正しく配列し、それらの間にコヒーレンスが生まれると、様々な新しい光学的・電磁気学的現象が得られます。

本研究室では、量子効果の現れる分子、結晶、ナノ粒子、超薄膜を研究対象とし、超高速レーザー分光や種々の顕微鏡法によって、その性質を量子力学的立場から明らかにするとともに、将来の量子情報技術へ利用される新物質や光デバイスへの応用を目指して、以下の研究を行っています。

(1) 有機エレクトロニクス&フォトニクス

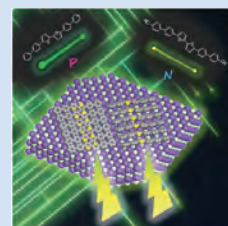
有機分子の配列や集合体構造を制御することにより、高効率の有機レーザーや発光トランジスタ、有機太陽電池を創製する。

(2) 凝縮系量子状態のコヒーレント制御

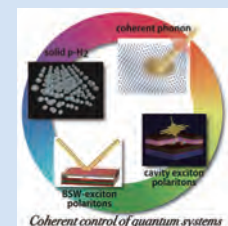
有機分子結晶やキャビティ励起子ポラリトンなど凝縮系中で量子的に記述できる状態を対象として、その量子状態をフェムト秒レーザーを用いて時空間的に制御、観測する事を目指す。

(3) ナノ構造物質の光物性

環境に対応したナノ粒子、不純物をドーパしたナノ粒子などナノ構造物質の光機能性を吸収、発光、顕微分光(単一粒子分光)、時間分解分光、ラマン分光測定により明らかにする。



A molecular crystal-based organic laser



Targets of coherent control



Luminescence from impurity-doped semiconductor nanoparticles

最近の発表論文

- K. Torii, T. Higuchi, K. Mizuno, K. Bando, K. Yamashita, F. Sasaki, and H. Yanagi, "Organic nanowire lasers with epitaxially grown crystals of semiconducting oligomers," *ChemNanoMat* 3, 625 (2017).
- N. Kurahashi, V.-C. Nguyen, F. Sasaki, and H. Yanagi, "Whispering gallery modelasing in lead halide perovskite crystals grown in microcapillary," *Appl. Phys. Lett.* 113, 011107 (2018).
- H. Katsuki, K. Ohmori, T. Horie, H. Yanagi, and K. Ohmori, "Manipulation and visualization of two-dimensional phase distribution of vibrational wave functions in solid parahydrogen crystal," *Phys. Rev. B* 92, 094511 (2015).

- A. Ishizumi, S. Fujita, and H. Yanagi, "Influence of atmosphere on photoluminescence properties of Eu-doped ZnO nanocrystals," *Opt. Mater.* 33, 1116 (2011).

- H. Mizuno, K. Nagano, S. Tomita, H. Yanagi, and I. Hiromitsu, "Organic photovoltaic cells with onion-like carbon thin films as hole collection layers," *Thin Solid Films* 654, 69 (2018).

共同研究先

京都工芸繊維大学、静岡大学、産業技術総合研究所、分子科学研究所、関西光科学研究所、ゲーセン大学、カリアリ大学、ニール研究所、他