

# 単一人工原子レーザー

—東大の研究グループ開発—

## 超低消費電力光源に応用期待

東京大学ナノ量子情報工 特任助教、熊谷直人・特任  
レクトロニクス研究機構の 助教らの研究グループは、  
荒川泰彦教授、野村政宏・2次元フォトリック結晶を

んだ、単一人工原子レーザー  
光源を開発した。ネイチ  
ャーフィジクス3月号に  
掲載される。  
一つの原子を用いるレ  
ザー発振の研究は、理論や  
シミュレーションなどで進  
められてきた。08年には、  
初めて単一原子レーザーが  
実証されたが、実験装置の

規模が大きく、1秒ほとし  
か安定的な状態を維持でき  
なかった。  
今回の研究でレーザー媒  
質となった量子ドットは、  
十数ナノメートルの粒状の構造で、  
一つの電子を閉じ込め単一  
波長の光を最も効率よく放  
出する。これまで研究グル  
ープでは、量子井戸や複数  
の量子ドットをレーザー媒  
質とするレーザー発振の研  
究を行ってきた。単一の量  
子ドットをレーザー媒質に  
するには、高品質かつ高度

な微細加工をした量子ドッ  
トが必要になる。  
研究グループでは、ガリ  
ウムヒ素の基板に、アルミ  
ニウムなどからなる層と、  
160ナノメートルのフォトリック  
結晶の層を重ねた構造体を  
作製した。フォトリック結  
晶層には、インジウムヒ素  
からなる量子ドット層が含  
まれている。その層に、半  
径約64ナノメートルの円孔を開け、  
すぐ下のアルミニウム等の  
層を無くし、フォトリック  
結晶層を上下から空気で挟  
み、光を閉じ込める構造を  
作った。

量子ドットの面密度は1  
平方ナノメートルに数個程度で、従  
来の半導体レーザーに用い  
るものと比べ100分の1  
程度の低密度。量子ドット  
を一個程度含んだ円孔のな  
い場所(欠陥)をナノ共振  
器として利用。単一の量子  
ドットとナノ共振器からな  
るレーザー発振システムを  
構築した。

実際、このシステムのレ  
ザー発振が単一の人工原  
子からの発振であることを  
実証するため、発光スペク  
トル、単一人工原子レーザ  
ーの発振スペクトル等を観  
測。

単一光子と単一電子が強  
く相互作用すると、それら  
が重ね合わせ状態になり、  
量子ドットが光をまとった  
物理状態になる真空ラビ分  
裂が起こる。このシステム  
でも同現象が観測され、ナ  
ノ共振器には単一光子が、  
量子ドットには単一電子が  
閉じ込められていることが  
実証できた。

このシステムによる、安  
定した単一発光体のレーザ  
ー発振は、超低消費電力の  
微小レーザー光源として、  
半導体チップ上の光回路の  
光源などへ応用が期待され  
る。

科学新聞2010年2月26日付4面