

青柳 克信*

Yoshinobu AOYAGI*

そもそもコヒーレントという概念はレーザーにおいて光波の位相が時間的或いは空間的にマクロに揃っている状態を指し示すものである。このコヒーレンスを利用しホログラフィを初めとしレーザー光の干渉を使った微細加工等いろいろな応用が考えられ実行されてきた。

しかし、この概念をもう少し拡張し、物質・材料系に適用すると様々なおもしろいことが見えてくる。例えば、真空中での多数の電子の運動は一般的には空間的に熱運動をしていてランダムであるが、強いレーザー光の電界で原子の内殻電子の閉じこめポテンシャルを強く電界方向に傾斜させ、内殻電子をトンネルで引出してやるとその電子はレーザーの電界とコヒーレントな動きをする。また、分子集団を光等で励起した場合その励起状態は通常は各分子に対してランダムに起こっているが、ある条件では全分子の電子を一斉に励起状態に持ち上げて各分子の励起状態のコヒーレンスを作り出すことが出来る。或いは、最近話題になっているフラーレンもある意味では原子がある位相を持って規則正しく並んでコヒーレンスを持っているといっても過言でない。また、最近結晶成長で量子ドットが自然に規則正しく並ぶ現象が見つかった。これは明らかに自然形成量子ドットが空間的にコヒーレンスを持ついい例である。

我々の身近な自然界に目を向けても秋の空に時々見られる規則的に並んだ鯛雲や京都の八鹿にある玄武洞のきれいに揃った六角形石柱の様に、偶然にしばしば空間的或いは時間的なコヒーレンスが認められる。

しかし、ひとたびコヒーレントな構造を人工的に制御して作ろうとすると、そこには未知の問題が山積みしていて容易には望むコヒーレント状態を作り出すことは出来ない。しかし、もし材料でマクロに規則正しく配列した構造、或いはコヒーレントな励起状態等を制御して作り出すことが出来れば、それらは新しい材料系として或いは反応場としてその応用の興味は尽きない。例えば結合量子ドットを任意にコヒーレントに並べることが出来れば将来それを用いた量子コンピューター等のナノ電子デバイス・システムの製作に不可欠の技術になるであろう。又コヒーレントに励起された分子の反応場は現行の熱過程ではつくれなかった新しい反応経路を作り出し新しい分子の合成も夢ではない。

レーザーの本質の一面が光のコヒーレンスにあるとすれば、光のコヒーレンスを我々はレーザーの発明によって初めて容易に手に入れ、それを用いた色々な応用が可能になった。自然界に偶然に現れるコヒーレンスはまだ人間の手ではほとんど制御出来ておらず、もしこれが可能になればレーザーのコヒーレンスの場合の様に種々の新しい応用が開けてくるであろう。コヒーレンスが現れるには相互の強い相関が重要となるがその中には非線形な現象が見えかくれしている。

マイクロな規則性をマクロに制御する新しい科学・技術、すなわちコヒーレント科学はカオスやランダム系の科学の逆の極限を示すものであり、将来この分野の発展が期待される。

* 理化学研究所 (〒351-0106 埼玉県和光市広沢 2-1)

* The Institute of Physical and Chemical Research (RIKEN), 2-1 Hirosawa, Wako, Saitama 351-0106