

2D 材料でカスタムライトを作る

われわれの特殊ニーズに調整された光を出力する人工構造を造ることは魅力的な提案である。しかし半導体における発光は、一定の条件が満たされた時にのみ起きる。ジュネーブ大学(UNIGE)の研究者は、マンチェスタ大学(University of Manchester)の研究者と協力して、1 原子厚または数原子厚の新しい種類の 2D 材料を発見した。統合すると、これらの原子厚結晶は、所望の色でカスタム光を発光する構造を形成することができる。この研究は、Nature Materials に発表された。この成果は、将来の 2D 材料産業化に向けた重要なステップである。

発光能力のある半導体材料は、通信、LEDs、医療診断など多様な領域で使われている。発光は、電子が半導体内部で高いエネルギー準位から低い準位にジャンプするとき起きる。発光の色を決めるのはそのエネルギー差である。光を作るには、ジャンプ前後の電子の速度が正確に同じでなければならない、つまり想定された特殊な半導体材料に依存する条件である。ある半導体のみが発光に使用できる。例えばシリコンは、LEDs 製造には使えない。

UNIGE 科学学部量子物理学教授、Alberto Morpurgo は「2D 材料は、所望の色を発光する構造作製に使えるかどうかと考えた」と言う。2D 材料は、グラフェンのように 1 原子厚、または数原子厚の完璧な結晶である。最近の技術進歩により、異なる 2D 材料を相互にスタックして、半導体のように振る舞う人工構造を形成できる。これらの「人工半導体」の利点は、選択する化学成分、構造を作る材料の厚さによって、エネルギー準位をコントロールできることである。

研究チームのメンバー、Nicolas Ubrig によると、この種の人工半導体は、わずか 2,3 年前に初めて造られた。「2D 材料が正確に同じ構造を持ち、その結晶が完璧に整列されていると、この種の人工半導体は発光する。しかし、それは極めて稀である」と同氏は話している。放出される光を制御する自由がほとんどないほどに、この条件は、厳しい。

カスタムライト

「われわれの目的は、様々な 2D 材料を組み合わせさせて発光させ、全ての制約から解放されることであった」と Morpurgo 教授は言う。物理学者の考えでは、エネルギー準位が変わる前後で電子の速度がゼロになる種類の材料を見つければ、常に発光条件を満たす理想的なシナリオになる。結晶格子や相対的な方向性の細部は無視できる。

既知の 2D 半導体の多くは、関連するエネルギー準位ではゼロ電子速度である。化合物のこの多様性により、多くの異なる材料を組み合わせることができる。個々の組合せは、特殊な光を発光する新しい人工半導体である。「その考えが得られたことで、それを実行するために使う材料を簡単に見つけられるようになった」とマンチェスタ大学の Vladimir Fal'ko 教授は言う。研究で用いられた材料には、様々な遷移金属、二カルコゲン化物(MoS₂, MoSe₂ と WS₂ など) および InSe が含まれる。他の可能な材料は同定されており、これら新しい人工半導体で発光色の幅を広げるために有用である。

「これら 2D 材料の大きな利点は、発光のための必須条件が不要なために、われわれが適当と思うように、望むとおりのエネルギーや色で、光を操作する新たな戦略が得れることである」と Ubrig は説明している。このことは、産業レベルで将来のアプリケーションが考案できるという意味である。発光はロバストであり、もはや原子配列を心配する必要がないからである。



図 1 異なる 2D 発光材料のジャンクション画像(Xavier Ravinet)。