

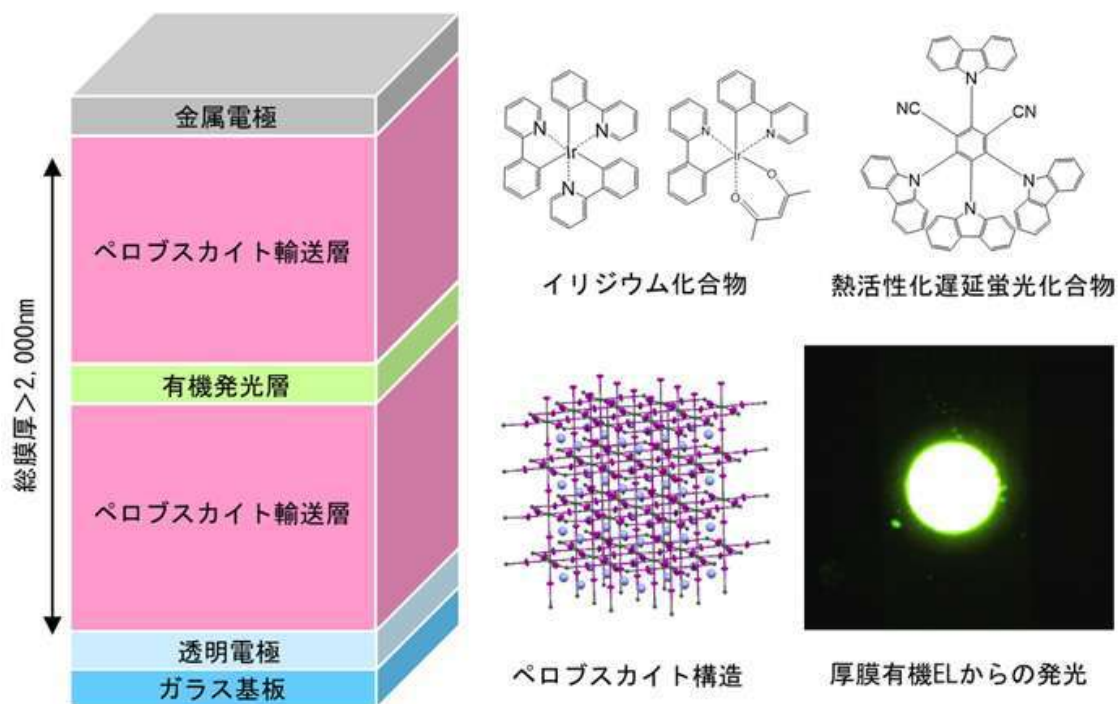
従来よりも 10 倍厚い有機ELの開発に成功
～ディスプレイや照明への実用化が加速～

電気エネルギーを光に効率良く変換する有機ELに大きな注目が集まっており、ディスプレイや照明などとして既に実用化が進んでいます。有機分子は高い発光量子収率を示す優れた発光体ですが、電気を流しにくいという性質を持ちます。このため、有機ELには 100nm 程度（髪の毛の太さの約 1/800）の薄い有機膜を用いて、電気を強制的に流す必要がありました。このような極めて薄い有機膜は大面积で均一に形成させることが難しいという問題がありました。

九州大学の松島 敏則 准教授と安達 千波矢 教授らの研究グループは、有機発光層を金属ハライドペロブスカイト注 1) 層で挟んだ有機ELを開発しました。ペロブスカイトの電気を流しやすい性質と簡単に薄膜化できるという性質を利用して、有機EL中のペロブスカイトの総膜厚を 2000nm に増加させました。従来の有機ELよりも 10 倍以上厚いにもかかわらず、優れた発光効率、駆動電圧、耐久性が得られることを見いだしました。

本研究成果を活用すれば有機EL製品を安価に再現性良く作製できるようになるため、産業分野に大きなインパクトがあります。レーザー、メモリー、センサーなどの他の有機デバイスに応用することも可能です。

本研究成果は、2019年7月30日に「Nature」誌でオンライン公開された。



有機発光層として高い発光効率を示すイリジウム化合物や熱活性化遅延蛍光化合物注 2) を用いました。その両端に、電気を流しやすく透明な金属ハライドペロブスカイト層を設置しました。従来の有機ELよりも 10 倍以上厚いにもかかわらず、最大で 40%の極めて高い外部量子効率注 3) が得られました。また、ペロブスカイト層の膜厚を調整することにより、発光スペクトルの角度依存性を完全に消失させることに成功しました。斜めから見ても色味が変わらない高性能ディスプレイを作製するために必要不可欠な技術です。

注 1) 金属ハライドペロブスカイト

金属ハライドペロブスカイトは ABX_3 型のペロブスカイト構造を示します。A サイトとしてメチルアミン、ホルムアミジニウムアミン、セシウムなど、B サイトとしては Pb^{2+} や Sn^{2+} などの金属カチオン、X サイトとしては I^- 、 Br^- 、 Cl^- といったハロゲンアニオンが用いられます。BX₆ 八面体が頂点共有により連結されることにより 3 次元構造が形成されます。BX₆ 骨格の持つ負の電荷と電氣的バランスを保つために A サイトにカチオンが配置されます。金属ハライドペロブスカイトは太陽電池の光吸収層、LED の発光層、電界効果トランジスタの半導体層、レーザーデバイスの活性層などとして用いられます。

注 2) 熱活性化遅延蛍光化合物

有機EL中でキャリアが再結合すると一重項励起状態と三重項励起状態が 1 : 3 の割合で生成されます。蛍光材料を用いた有機ELでは、25%の割合で生成される一重項励起状態しか発光しませんでした。その後開発されたイリジウム化合物を用いると、強力な重原子効果により、全ての励起状態を発光として利用できます。熱活性化遅延蛍光化合物は、一重

項励起状態と三重項励起状態のエネルギーギャップが小さくなるように設計されています。そのため、通常は発光しない三重項励起状態が一重項励起状態に変換され、遅延蛍光として観測することができます。熱活性化遅延蛍光化合物にはイリジウムなどのレアメタルは全く含まれていませんが、電気エネルギーの全てを発光に変換することができます。

注3) 外部量子効率

有機EL中で生じた発光の大部分は、有機層や基板などを導波するために、ガラス基板表面から素子の外に取り出されません。一般的な有機EL構造では素子外に取り出される発光の割合は20~30%程度です。基板からの光取り出しを考慮した効率は外部量子効率と呼ばれ、(基板から取り出されたフォトン数) / (素子に注入された電子数) の比で表現されます。

<論文タイトル>

“High performance from extraordinarily thick organic light-emitting diodes”

DOI : 10.1038/s41586-019-1435-5

(日文新聞发布全文 <https://www.jst.go.jp/pr/announce/20190730-2/index.html>)

文 : JST 客观日本编辑部翻译整理