

## シンポジウム：T18 次世代発光材料の創製とデバイス応用

本シンポジウムは、招待講演者 7 名、一般講演者 6 名を迎え、9 月 12 日（日）に開催した。コロナ禍により、残念ながら全面 Web 開催であり、日曜日の朝からの開催ということもあり、参加者数に不安があったが、約 120 名の方々に参加頂き、本シンポジウムは概ね成功であったと云える。

本シンポジウムの企画の趣旨と概要を下記に述べる。

社会背景として、第 5 世代移動通信システムによる高度情報化社会が加速される昨今、超高精細発光ダイオード (LED) ディスプレイの開発が求められている。ディスプレイの高精細化の実現には、発光材料の高演色化が必須であり、半導体の粒径を nm オーダーまで微小化させた半導体量子ドットは、色純度が高いほか、その構成元素や粒径制御による発光色の制御も可能であり、ディスプレイの超高精細化の有力な発光材料として期待されている。半導体量子ドットの中でも、近年注目されているのが「ペロブスカイト量子ドット」である。ペロブスカイト量子ドット (図 1) は、太陽電池材料として脚光を浴びてきたハロゲン化鉛ペロブスカイトバルク結晶 ( $ABX_3$ :  $A = Cs, MA (CH_3NH_3^+), FA (NH_2CHNH_2^+)$  等、 $B = Pb, Sn$  等、 $X = Cl, Br, I$ ) を数 nm から 20 nm 程度に微小化した半導体量子ドットであり、2015 年に初めて報告されて以来、研究が指数関数的に加速し、次世代の発光材料として最も有力視されている (図 2(a))。本材料は、従来のカドミウム/セレン系やインジウム/リン系の量子ドットと比較し、高い発光量子収率 (PLQY  $\approx 100\%$ ) や半値幅 (FWHM) が 25 nm 以下の狭線発光等、優れた光学特性を示す。さらに、構成元素のハロゲン元素を変えるだけで、視認できる色の 99.9% (BT.2020: 国際電気通信連合で制定された新たな国際色域規格) が再現可能である (図 2(b))。現在では、赤・緑・青色の三原色のペロブスカイト量子ドットの高性能化に向け、作製時に用いる前駆体種や配位子種、晶析条件等を中心とした研究が展開され、分散液状態で 100% に迫る高い発



図 1 本シンポジウムの対象となった高い光学特性を有するペロブスカイト量子ドット分散液

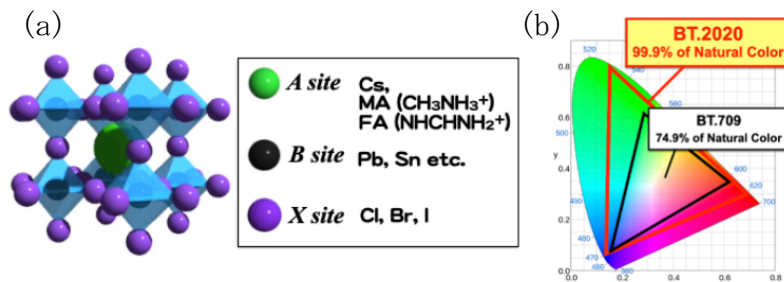


図 2 (a) ペロブスカイト量子ドットの構造, (b) CIE1931 における BT.2020

光効率や、25 nm 以下の狭線発光、LED デバイス導入を鑑みた高いキャリア移動度を達成してきた。この量子ドットは、溶液・粉末プロセス等多種の手法で合成が可能であり、光触媒や、センサー、X 線のシンチレーター等への多様な研究展開が見込まれている。そこで本シンポジウムでは、実用展開を目指したペロブスカイト量子ドットの合成から、光学特性評価、デバイス応用までを網羅し、今後の展開について議論することを目的とした。

シンポジウムの開催に先立ち、世話人の増原より、本シンポジウムの主旨を説明し、その後、京都大学の金光義彦先生より、注目講演として、「発光材料としてのハライドペロブスカイトの魅力」と題しバルクとナノ状態でのペロブスカイトの光学特性全般に関して御講演頂いた。続いて、ペロブスカイト量子ドットの作製法、特性向上や応用に向けた各種方策、物性評価と内容を分け各招待講演者に御講演頂いた。講演会では、終始質問が途切れること無く、ペロブスカイト量子ドットへの期待が大きい事が伺えた。

本シンポジウムでも重要課題であったのは、ペロブスカイト量子ドットの LED デバイス展開には、無機と同様、清浄な単結晶且つ表面欠陥のない量子ドットの作製が必須なことである。1 粒子分光の結果からも表面欠陥はキャリアトラップサイトとして働く事が示されており、如何にこの欠陥を無くすか？が重要な鍵となる。一般講演においては、イオン交換やワンポットコア-シェル合成などの手法が報告されており、これらの手法が一つの解となるであろう。また、ペロブスカイトが湿式法で簡便に合成出来る事を鑑みると、有機合成化学的手法による欠陥制御、つまりリガンドエンジニアリングもより取り組むべき重要な研究分野と考える。ここでは、一般的なアルキル保護基を、よりキャリア輸送性の高いものを用いる事も必要であり、これまでの有機 EL、有機半導体で培われた技術をうまく取り組む事が、本課題を解決する手段の一つと考えられ、さらには、このような保護基の開発は、比較的弱いペロブスカイトの結晶安定性を向上させることも可能となる。一方で“ソフト”な結晶構造に基づく電子 - 格子カップリングを利用することで発光に伴い冷却されるといった、これまでの LED とは真逆のデバイスの可能性も考えられる。その結果ペロブスカイト LED がより綺麗な表示とデバイスの冷却という 2 つの機能を併せ持つことで、既存の LED とは違った領域での使用も考えられる。

最後に、本シンポジウムは来年度秋にも開催する計画であり、上記の解決法や萌芽的デバイスの発表を期待したい。

(文責：増原陽人 (山形大)、松井淳 (山形大)、千葉貴之 (山形大))