

早稲田大学、形状を自由に変形できる液体材料による色鮮やかな発光デバイスを開発

早稲田大学理工学術院の庄子習一教授らの研究チームは、常温下で液状の液体有機半導体と量子ドット水溶液を組み合わせることで、液体材料ベースで極めて色鮮やかな発光を示すデバイスの開発に成功しました。この手法により、自由に形状が変形できる液体の利点を維持しつつ、従来の液体有機半導体を用いた有機ELデバイスの中で最も色鮮やかな発光を実現しました。これは、曲げへの強い耐性と色純度の高い発光を必要とするフレキシブルディスプレイの実現に有用な技術であると考えます。

今回の研究は、青色の液体発光材料を用いた有機ELをバックライトとして、その上に緑と赤色の量子ドット水溶液を集積し、励起・発光させることにより、液体材料ベースでの色鮮やかな発光の実現を目的としました(図1)。

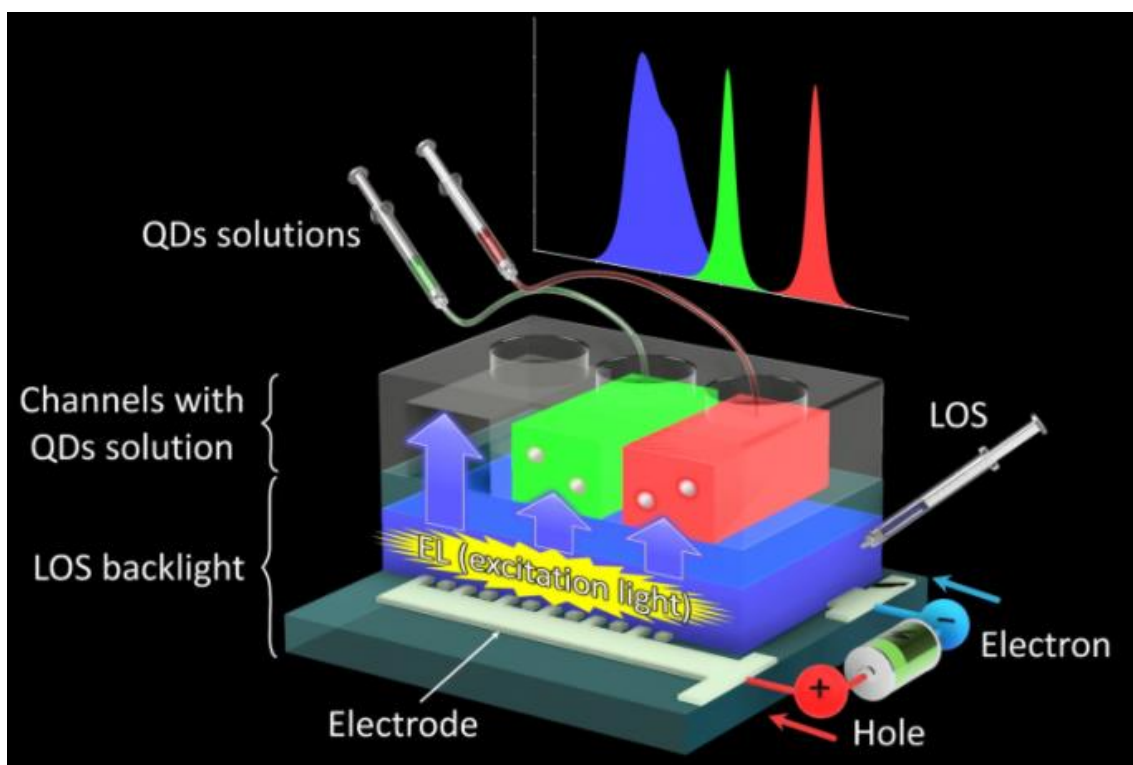


図1 液体有機半導体と量子ドット水溶液を組み合わせた発光デバイスのコンセプト図

量子ドットとは、微細な半導体粒子のことであり、その特異性からスペクトル

の半値全幅が狭く色鮮やかな発光を示すだけでなく、発光色を調整可能であることや量子効率が高いことなどから次世代のディスプレイ材料として注目されています。デバイスは、ガラス基板とITO透明電極からなるバックライト上に、シリコーンゴムを用いて作製した流路構造を積層しました。

また、青色の液体発光材料は、液体有機半導体のNLQ(日産化学(株)製)を液体ホスト材料として用い、それに青色発光材料の固体有機半導体であるDPAをゲスト分子として添加する手法により調整しました。そして、調整した青色の液体発光材料をバックライト部に、緑と赤色の量子ドット水溶液をシリコーンゴム製の流路にそれぞれ注入しました。流路の深さを制御し、量子ドット水溶液にバックライトの青色光を緑と赤色に変換する役割とバックライトの光を遮断する役割を持たせることで、色鮮やかな発光が実現可能であることを示しました。

作製したデバイスに電圧を印加することで、バックライトからの青色と量子ドット水溶液により変換された緑と赤色の発光を得ました(図2(a))。スペクトルにおいてはバックライトの青色成分が遮断され、スペクトル幅の狭い緑および赤色発光であることを確認しました(図2(b))。さらに、光の混合比を数値化して表現するCIE表色系を用いて評価した結果、緑と赤色のプロットはCIE色度図の外周部付近に位置しており、極めて色鮮やかな発光であることを確認できました(図3)。この結果は、従来の液体有機半導体を用いた発光デバイスの中で最も色鮮やかなものであり、フレキシブルディスプレイへの応用に向けた第一歩であると考えています。

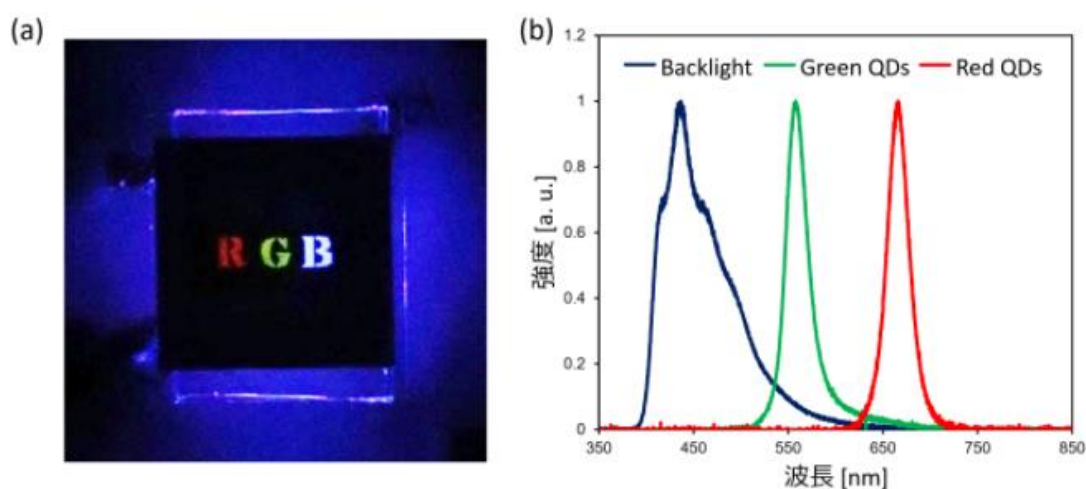


図2 デバイスの(a)発光画像および(b)スペクトル

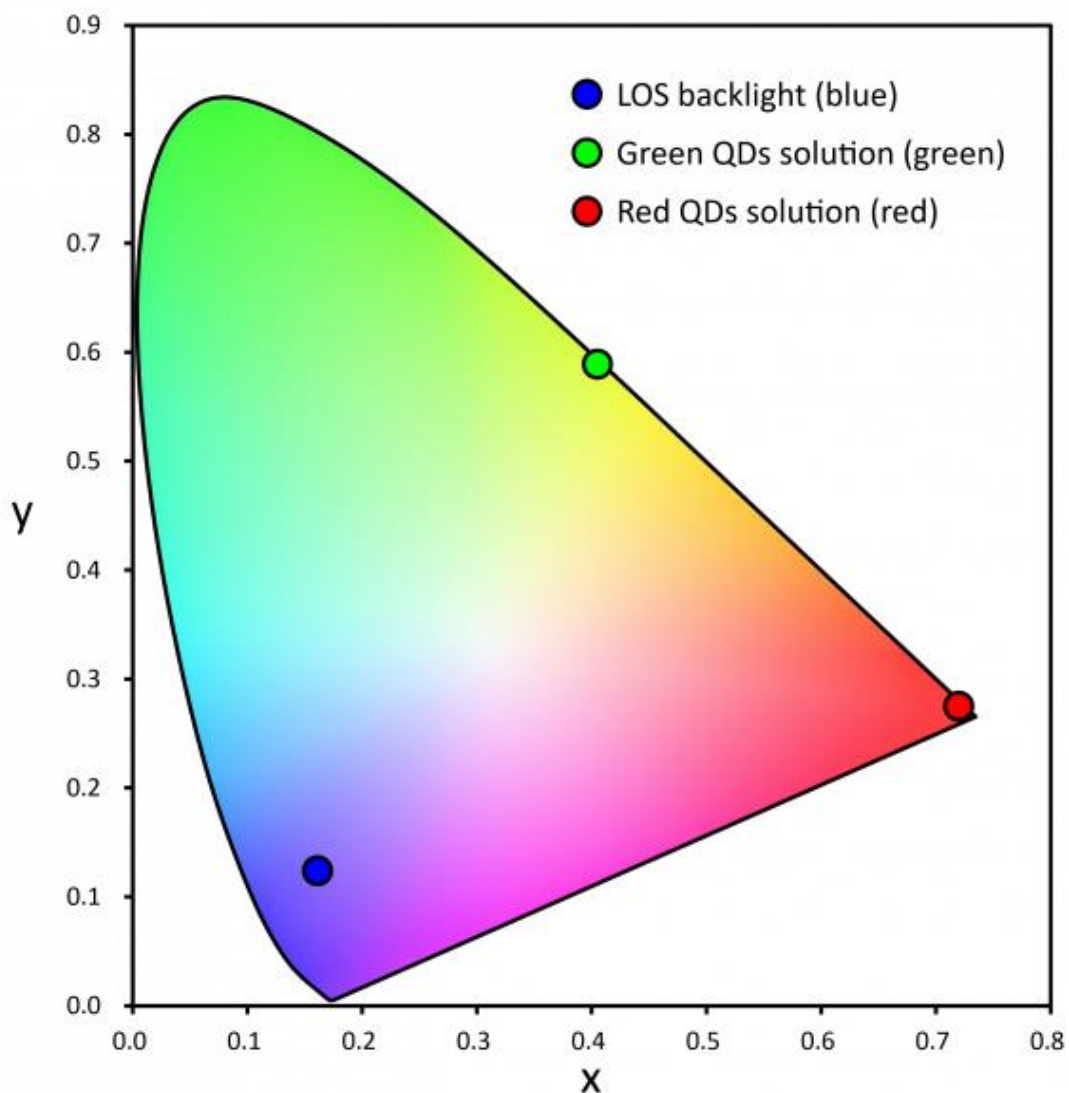


図3 デバイスからの発光のCIE値

また、流路深さを増加させて量子ドット発光層を厚くしたところ、緑と赤色発光の両者においてスペクトルのピーク位置が長波長側にシフトするとともに、スペクトルの半値全幅が狭くなることを確認しました(図4)。量子ドットは粒子サイズによって光学特性が変化するという特徴があり、粒子サイズの小さなものから大きなものへとエネルギー移動が起きることが知られています。流路深さが増大すると、このエネルギー移動の影響が強くなるため、粒子サイズの小さな量子ドットからの発光が抑制され、粒子サイズの大きなものからの発光が支配的になることで、上述した現象が確認されたと考えます。この結果は、量子ドットを用いた発光デバイスの作製に大いに貢献すると思えます。

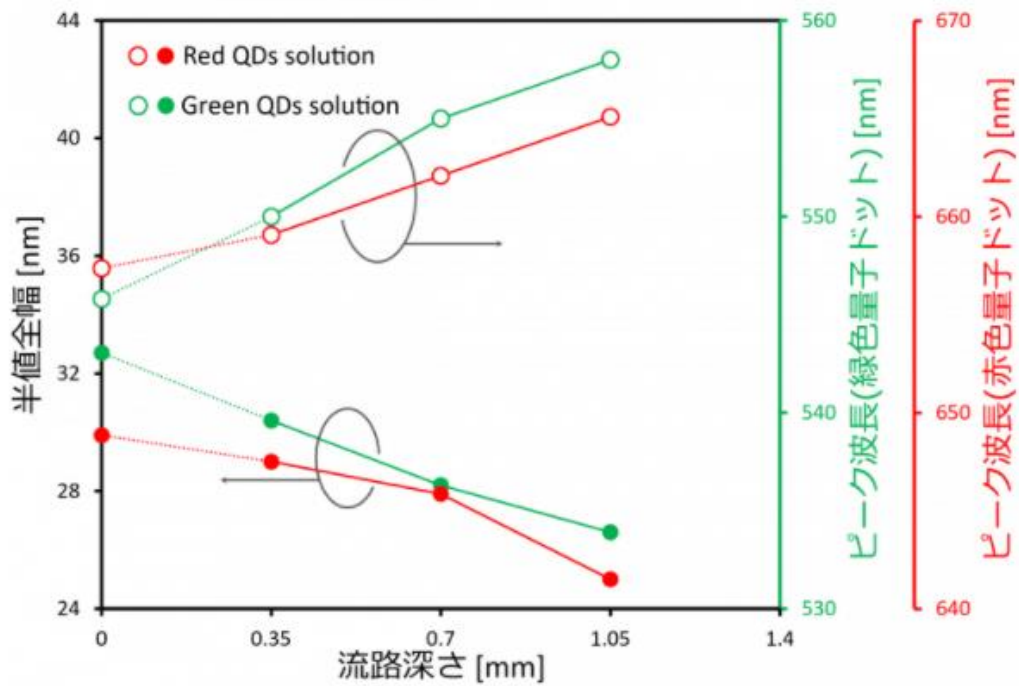


図4 流路深さと発光特性の関係

論文情報

タイトル: [Liquid/solution-based microfluidic quantum dots light-emitting diodes for high-colour-purity light emission](#)

雑誌: [Scientific Reports](#)

DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70838-w>

日本語原文

<https://www.waseda.jp/top/news/69984>

