

JNC与关西大学开发用于超高纯度OLED显示用蓝色发光材料

关西学院大学的畠田琢次教授和JNC株式会社的子公司--JNC石油化学株式会社的合作研发小组成功开发了一款用于色纯度超过量子点和LED的有机显示屏的蓝色发光材料。有机EL（OLED）显示屏作为代替液晶显示屏的新型显示技术，其实用化正逐步被推进。但是，有机发光材料具有发光的色纯度低（发光光谱较宽）的缺点。

需要开发出具有色纯度和发光效率都极佳的OLED显示屏发光材料；

灵活运用氮和硼的特性，成功研发出了色纯度超过氮化镓（Gallium）系列LED和镉（Cadmium）系列量子点的有机系列蓝色发光材料（v-DABNA）。

有望实现有机EL显示屏的高色域化、高辉度化、低功耗化、蓝光的降低等。

如果色纯度较低，应用于显示屏时，就需要利用光学过滤器（Filter）从发光光谱（Spectre）中除去不必要的颜色，提高色纯度，结果就会导致显示屏的亮度、发光效率大幅度降低。另外，通过滤光片提高色纯度仍是有限的，因此，存在难以提高显示屏色域的问题，需要开发出一款色纯度较高的发光材料。

畠田教授及其研发小组在发光分子的合适位置导入2个硼、4个氮，再加上共振效果的作用，成功控制了导致发光光谱较宽的原因——即伸缩震动，并成功研发出了色纯度超过氮化镓（Gallium）系列LED和镉（Cadmium）系列量子点的有机系列蓝色发光材料（v-DABNA）。

研发小组在2016年成功研发了DABNA，也就是v-DABNA的原型（Prototype），并成功应用于高端智能手机的有机EL显示屏上。此次开发的v-DABNA的色纯度、发光功率都远远超过DABNA，有望实现有机EL显示屏的高色域化、高辉度化、低功耗化、蓝光的降低等。

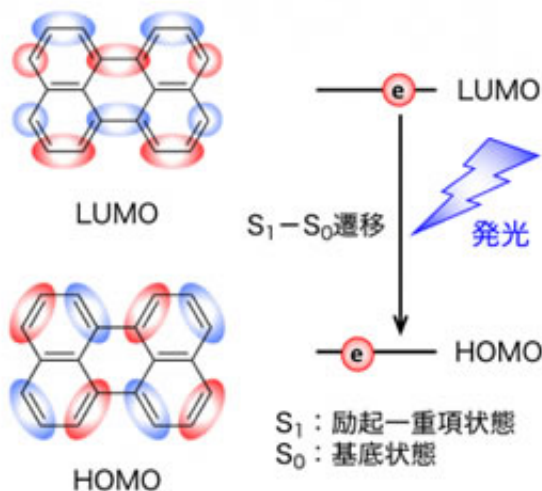
此次研发成果于2019年7月15日（英国时间）公开于英国科学杂志《Nature Photonics》的网上速报版。

従来の青色発光材料：多環式芳香族炭化水素

HOMOとLUMOが炭素原子間に存在

→ 結合性/反結合性軌道

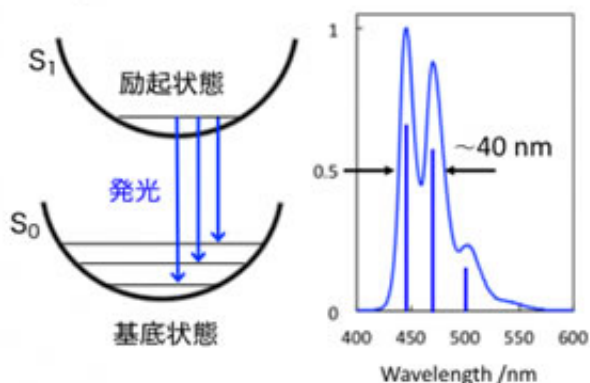
→ S_1-S_0 遷移が伸縮振動とカップリング



伸縮振動のエネルギー：1300-1700 cm^{-1}

→ S_1-S_0 遷移における

S_0 の振動準位間のエネルギー差が大きい



高色純度青色発光材料： ν -DABNA

HOMOとLUMOが炭素原子上に局在化

→ 非結合性軌道

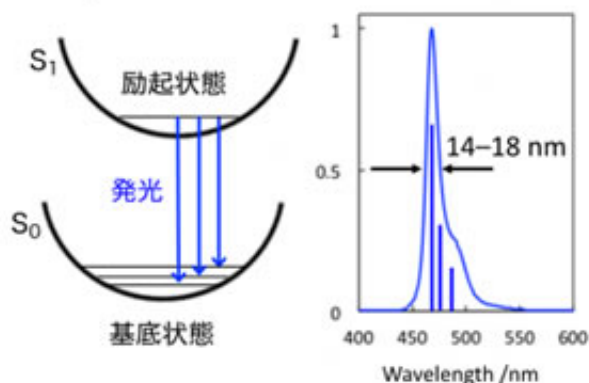
→ S_1-S_0 遷移がねじれ振動とカップリング



ねじれ振動のエネルギー：~20 cm^{-1}

→ S_1-S_0 遷移における

S_0 の振動準位間のエネルギー差が小さい



研究背景及过程：

与液晶显示屏相比，有机EL（OLED）显示屏具有优秀的对比（Contrast）度、无视角限制、反应速度快等优势，在智能手机、电视、工业显示屏方面有广泛的应用。作为用于有机EL显示屏的发光材料，荧光材料、磷光材料、热活化延迟荧光（TADF）材料这3种材料可以作为有机系列发光材料来使用，然而都存在半峰全宽(Full Width at Half Maxima)较大、色纯度较低的问题。

一般情况下，显示屏的发光是通过混合光的三种原色红、绿、蓝来显示各种各样的颜色，如果其色纯度较低的话，就有可能出现无法再现颜色的问题，显示屏的画质（颜色再现性）也会降低。市场上销售的有机EL显示屏一般是通过光学过滤器（Filter）把不需要的光从发光光谱中除去，提高色纯度（也就是降低光谱的宽度）后再使用。此时，如果原始光谱的宽度较宽的话，被除去的光的比例也会增加，就会出现显示屏亮度、发光效率大幅度降低的问题。而且，通过滤光片提高的色纯度是有限的，因此也存在难以提高显示屏色域的问题，所以亟待开发出一款色纯度较高的发光材料。此外，在此背景下，作为代替有机EL的技术，采用了氮化镓（Gallium）系列发光二极管（Diode）（LED）的micro-LED、采用了镉（Cadmium）系列量子点的QD-OLED的研发正在如火如荼地进行着。

研究内容：

畠田教授及其研究小组开发了一款色纯度极高的有机系列蓝色发光材料（v-DABNA）（参考下图右）。迄今为止，作为有机EL的蓝色发光材料，一直采用的是发光效率高的多环式芳香族碳氢化合物（Hydrocarbon）类的嵌二萘（Perylene）、二萘嵌苯（Perylene）的诱导体，但是带来了半峰全宽(Full Width at Half Maxima)为40nm左右的发光光谱的问题（参考下图左），其原因在于HOMO、LUMO分别主要存在于不同的碳原子之间，伴随着发光，从激发单重态（Singlet）（S1）到基态(Ground State)（S0）迁移时（S1→S0迁移，相当于从LUMO到HOMO的电子迁移）时，碳原子之间的电子密度变化极大。由于S1→S0的迁移，碳原子之间的密度变大的话，碳原子之间的活动力也会发生变化，虽然也会伴随着碳-碳结合的伸缩震动，根据其震动的能量（Energy）（1300-1700cm⁻¹），发光光谱的宽度增加。另一方面，关于v-DABNA，由于硼和氮的多重共振效果，HOMO和LUMO分别局部分布于不同的碳原子上，由于几乎不存在因S1→S0迁移而产生的碳原子之间的电子密度的变化，所以也没有伸缩震动（参考右图）。S1→S0的迁移虽然会产生分子整体的扭曲（扭转）震动，但由于其震动的能量（Energy）极其微小（~20cm⁻¹），所以显示了半峰全宽为14-18nm的极其窄的发光光谱。另外，v-DABNA具有优秀的TADF特点，在实用辉度（300cdm⁻²）方面，具有远远超过以往的蓝色粒子的外部量子发光效率的30%。

今后方向：

此次研发的v-DABNA兼具超过氮化镓系列LED和镉（Cadmium）系列量子点的色纯度、最高水准的功率，为此，有望实现有机EL显示屏的高色域化、高辉度化、低功耗化、蓝光的降低。此外，关于市场上销售的显示屏，如何提高蓝色发光素子的性能是其“瓶颈（Bottle Neck）”。为此，通过合理优化素子构造、生产工艺，有望今后可以降低显示屏的成本。通过此次研究确立的分子设计，今后也会开发出更多具有优秀特性的发光材料。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/143037.html>