

蛍光体

研究背景

蛍光体は主に紫外光を吸収して可視光を放出する材料で、光デバイスやバイオイメージング、センシング材料として応用されています。実用的には固体状態において高輝度で光る蛍光体が必要な反面、蛍光体を固体として取り扱う場合、蛍光体どうしの距離の接近により光機能が失われる濃度消光が起こってしまいます。

我々の研究室では 0.7~3 nm の範囲で細孔径を制御したスーパーマイクロポーラスシリカ (SMPS) の細孔内に、様々な蛍光分子を内包することによって、固体状態で高輝度に光る蛍光体の開発を目指しました。

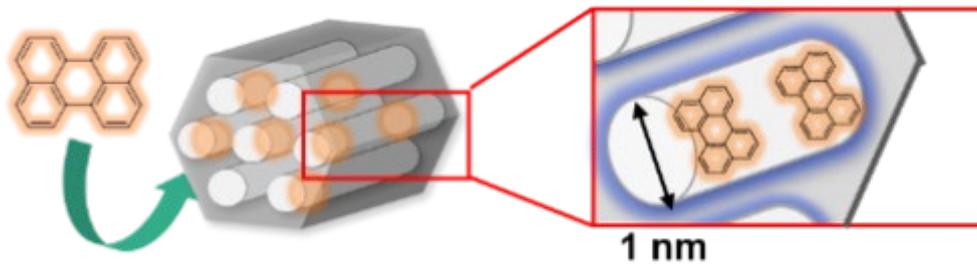


Fig.1 蛍光分子内包 SMPS

研究成果

● 多環式芳香族化合物(PAHs)の蛍光特性の向上

SMPS の細孔内にピレン・ペリレンをはじめとする環式芳香族化合物 (PAHs) を内包すると、固体状態と比べて非常に高い蛍光強度で発光することがわかりました (Fig.2(a)~(d))。さらに SMPS の細孔径を蛍光分子の分子サイズに合致させることで発光強度と蛍光量子収率が大幅に向上することを発見しました (Fig.2(e))。

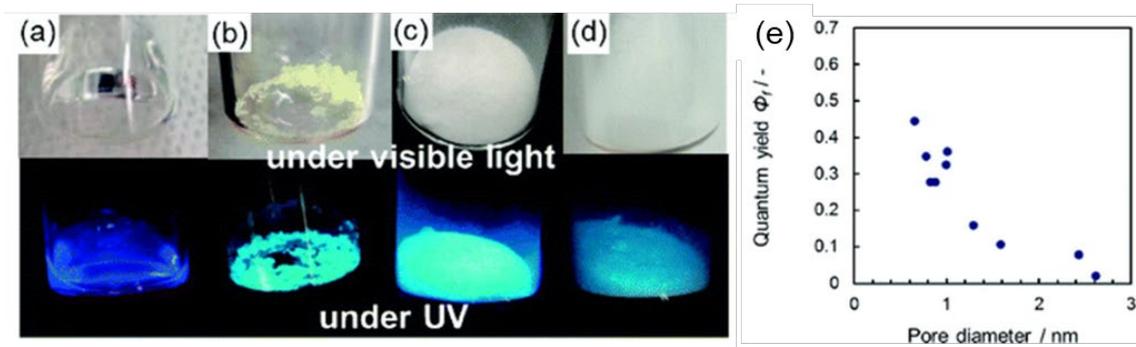


Fig.2 各状態での蛍光の様子：トルエン溶液(a),粉末(b),ピレン内包 SMPS

(細孔径：1.0 nm(c), 2.6 nm(d)) および SMPS 細孔径と蛍光量子収率との関係(e)

● ベンズアントロンの蛍光体特性の発現

ベンズアントロン (BA) はカルボニル基を有する芳香族化合物で、固体状態や溶液中ではほとんど蛍光を示さない分子です。この BA を細孔径 1 nm の SMPS に内包すると固体・溶液よりも遥かに強い蛍光を示すことを発見しました。この原理は、細孔内でのみ形成する BA のカルボニル基と SMPS のシラノール基との強い水素結合が、非輻射性の $n-\pi^*$ 遷移と、輻射性の $\pi-\pi^*$ 遷移のエネルギー大小関係を逆転させ、かつ両者のエネルギー差を増大させるためだと説明できます。この効果に分子径と合致するナノ空間への内包効果が合わさることで、通常は蛍光をほとんど示さない分子を高輝度な蛍光体へと変化できることを見出しました (Fig.3)。

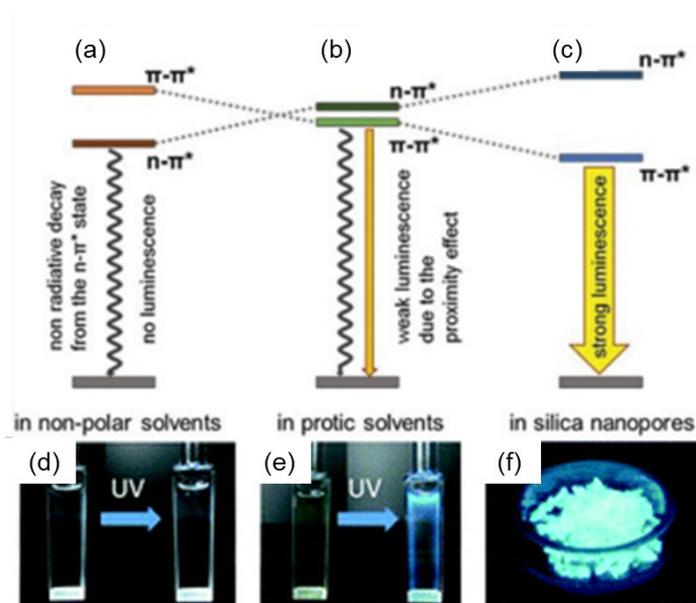


Fig.3 BA のエネルギー状態模式図および蛍光写真：非極性溶媒 (a)(d)、プロトン性溶媒 (b)(e)、SMPS 内包状態 (1.3 nm) (c)(d)

➤➤➤[関連リンク](#) [スーパーマイクロポーラスシリカ](#) [量子ドット光触媒](#)