

環状分子を用いた超高輝度ラマンプローブの開発

Development of ultrabright Raman probes using cyclic molecules

東大院理¹, コペンハーゲン大², インディアナ大³, UCLA⁴, 武漢大⁵, ○(B)古屋 圭惟¹, (D2)西山 諒¹, (D3)McCann Phillip Charles¹, Laura Kacenauskaite¹, Bo Laursen², Amar H. Flood³, 平松 光太郎¹, 合田 圭介^{1,4,5}

UTokyo¹, Univ. of Copenhagen², Indiana University³, UCLA⁴, Wuhan Univ.⁵, °Kei Furuya¹, Ryo Nishiyama¹, McCann Phillip Charles¹, Laura Kacenauskaite¹, Bo Laursen², Amar H. Flood³, Kotaro Hiramatsu¹, Keisuke Goda^{1,4,5}

E-mail: hiramatsu@chem.s.u-tokyo.ac.jp

化学プローブは、化学、生物学、医学といった様々な分野において細胞中の特定の物質の検出に利用されている。特に、蛍光プローブはその感度の高さから、生体内のタンパク質の局在や活性の検出などに広く用いられてきた。一方、近年では蛍光を超える多色計測へと応用できるラマンプローブも注目されている。ラマンプローブはスペクトルの線幅が蛍光プローブのスペクトル線幅に比べて狭いため、スペクトルの重なりが抑えられ、数十種類ものプローブを同時に測定す

ることが原理的に可能である。しかしながら、ラマンプローブは信号強度が蛍光プローブに比べて著しく弱いため、生体分子の定量への応用に向けた信号強度の増幅が大きな課題となっている。

我々は、高い信号強度を持つラマンプローブを作成するために共鳴ラマン効果に着目し、レーザーの励起波長付近に吸収を持つラマン色素の合成を行った。さらに、より高感度なプローブとして、合成した色素分子を数十 nm 程度のポリスチレンビーズに高密度で取り込ませたナノ粒子である Rdot を作成した。Rdot には数百～数千程度の色素分子が詰め込まれており、1つの Rdot 粒子あたり色素 1 分子の約 1000 倍の信号強度を持つことが確認された。しかし、Rdot 内部の色素濃度は最大で約 0.4 M と非常に高いため、色素分子同士が相互作用を起こし、吸光スペクトルがブロード化することが明らかになった。これにより励起光に対し強い共鳴ラマン効果を示す色素の割合が低下し、色素 1 分子あたりのラマン信号強度が色素溶液と比較して低くなった。

そこで、色素分子の相互作用の影響を抑えるため、我々はシアノスターと呼ばれる環状分子を粒子中に含んだ Rdot を合成した。シアノスターは、色素分子を捕捉して色素分子同士の相互作用を弱めることが報告されており[1]、これを Rdot 内に添加することで、吸光スペクトルのブロード化を防ぐことに成功した。この新しい Rdot は、従来の Rdot の約 3 倍のラマン信号強度を持つことが確認された。今後は、この Rdot を生体分子の検出に応用することを目指す。

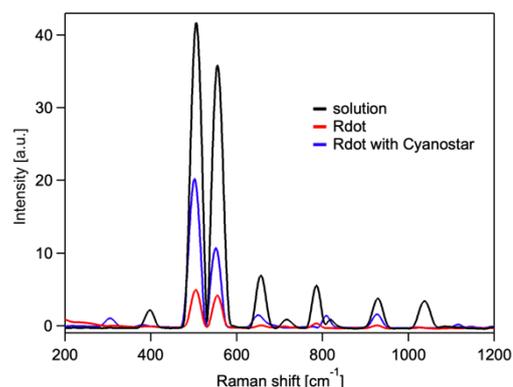


Figure. Raman spectra of the solution, Rdot, and Rdot with cyanostar at the same dye concentration.

[1] J. Chen, *et al.*, *Angewandte Chemie - International Edition* **60** (2021).