

A3-05

水分子とイオンによるメカノクロミックバイオセンサの感度制御

杉原加織（東大生研）

メカノクロミックポリマー、ポリジアセチレンがどの向きに、どの程度の力を加えることでどれだけ発光するのかという「力と発光の相関」が水分子の存在でどのように変化するのかを、近年自身で開発したナノ摩擦力顕微鏡を導入し世界で初めて解明した(図1)。ポリジアセチレンはバックボーンのひねりで力を検知するため比較的高感度であり、抗体を付加することでウイルスなどの抗原を色によって検出する、現存のものより安価なコロナ検査薬などバイオセンサ開発が進められている。本研究で得られる「水中でどのようなタイプの力に特に反応するのか？」という情報を元に、ポリマーに組み込むレセプターの位置や角度をコントロールすることで、検出物質の付着が発光を効率良く誘起させるようにセンサをデザインし、メカノクロミック・バイオセンサ感度向上を前進させる意義がある。

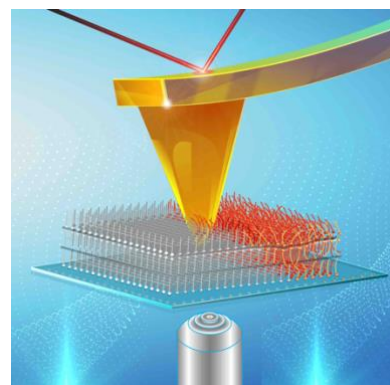


図1 力と発光の相関

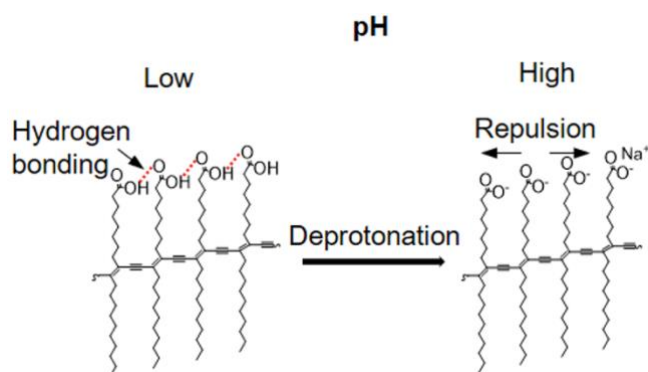


図2 力感度の pH 依存性

ナノ摩擦力顕微鏡で局所的に力を印加しながら、その時の蛍光発光の様子を蛍光顕微鏡で観測したところ、ポリジアセチレンの力感度は pH と塩の濃度に依存することが分かった^{1,2}。pH に関しては、環境をアルカリ性にするすることで、ポリマー頭基のプロトンが脱離し水素結合を弱めることが、ポリマーバックボーンのひねりに有利であることから説明ができる(図2)。また、塩濃度の上昇はカルボニル基の pKa を変化させることが知られており、それを考慮することで塩濃度依存性

も pH 依存性と同様のロジックで説明することができる。これらの結果は、ポリマーの周辺にある水分子やイオンを最適化することでポリマーの力感度を制御することができることを示唆している。

1) Juhasz, L.; Ortuso, D. R.; Sugihara, K.*, *Nano Lett* **2021**, *21* (1), 543-549.

2) Zheng, J.; Jo, S.; Chen, J.; Das, B.; Juhasz, L.; Cabral, H.; Sugihara, K.*, *Analytical Chemistry* accepted.

PROFILE

杉原加織（東京大学生産技術研究所 講師）

2006年 慶応大学理工学部物理学科卒業、2008年 東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻修士課程修了、2012年 ETH Zurich 情報電気工学専攻生体医工学博士課程修了。2012～2014年 Max Planck Institute for Intelligent Systems ポスドク。2014～2020年 University of Geneva, tenure-track Assistant Prof.。2020年より東京大学生産技術研究所講師。生物物理学が専門。2022年 第4回輝く女性研究者賞（科学技術振興機構理事長賞）、2023年 令和5年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞、2022年 ナイスステップな研究者2022（選定）等。