

量子オルガネラ温度計測を志向したマイクロ流体によるナノ量子センサーの細胞内送達

(量研量子生命¹・名大未来社会²) ○嶋田 泰佑¹、植田 泰之¹、奥田 泰生²、馬場 嘉信^{1,2}、湯川 博^{1,2}

Microfluidic intracellular delivery of nano-quantum sensors for quantum organelle thermometry (¹*Institute for Quantum Life Science, National Institutes for Quantum Science and Technology (QST)*, ²*Institutes of Innovation for Future Society, Nagoya University*) ○ Taisuke Shimada,¹ Yasuyuki Ueda,¹ Taisei Okuda,² Yoshinobu Baba,^{1,2} Hiroshi Yukawa^{1,2}

Organelle temperature has attracted much attention as an indicator of cell state and function, and monitoring organelle temperature can revolutionize cell biology, medicine, and pharmacy¹⁾. Imaging measurement using fluorescent dyes and nanoparticles is currently a technical first choice, and enables real-time and non-destructive monitoring of organelle temperature at the single-cell resolution. However, long-term and quantitative measurement of organelle temperature remains challenging due to photoblinking and photobleaching of temperature-sensitive dyes and nanoparticles. Our final goal is the realization of organelle thermometry using nano-quantum sensors (e.g., fluorescent nanodiamonds) because the sensors are characterized as being temperature-sensitive and optically and chemically stable. In this work, we have reported the intracellular delivery of the sensors by utilizing microfluidic mechanoporation and surface chemistry.

Keywords : Nano-quantum sensor; Intracellular delivery; Surface chemistry; Microfluidics; Organelle thermometry

オルガネラ温度は細胞の状態や機能を反映する指標として注目を集めており、オルガネラ温度のモニタリングは細胞生物学や医学・薬学を革新する可能性がある¹⁾。オルガネラ温度のモニタリングは蛍光分子やナノ粒子を用いたイメージング計測が現状の主流であり、単一細胞レベル、かつ、非破壊、リアルタイムなモニタリングを実現することができる。しかしながら、蛍光分子やナノ粒子の光退色や細胞毒性に加えて、これらの分子やナノ粒子のオルガネラ特異的な送達は技術的に困難であることが、オルガネラ温度の長期的なモニタリングの実現における大きな障壁となっている。本研究では、高い安定性と温度応答性を特徴とするナノ量子センサーの一種である蛍光ナノダイヤモンド(FNDs)に着目して、オルガネラ特異的に FNDs を送達する技術を提案する。そのために、マイクロ流体による機械的な細胞膜破碎と表面化学によるオルガネラ認識能の付与を融合した。マイクロ流体を用いた機械的な細胞膜破碎に基づき表面をむき出しのまま細胞内に FNDs を導入するとともに、FND 表面のオルガネラ認識能を介してオルガネラ特異的な送達を達成した。

1) Spatiotemporally mapping temperature dynamics of lysosomes and mitochondria using cascade organelle-targeting upconversion nanoparticles. X. Dia, D. Wang, Q. P. Su, Y. Liua, J. Liaoa, M. Maddahfara, J. Zhou, D. Jin, *PNAS* **2022**, 119, e2207402119.