

2022 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	新井 敏
研究機関名	金沢大学
所属部署名	ナノ生命科学研究所
役職名	准教授
研究課題名	細胞熱工学の深化と生命システム制御
研究実施期間	2022 年 4 月 1 日～2023 年 3 月 31 日

研究成果の概要

ミクロな細胞空間の温度を計測・制御する技術（細胞熱工学）を確立し、細胞のエネルギー状態（フロー）の解析や、種を超えた細胞機能の改変へ展開していくことを長期目標として掲げている。初年度は、これらを実行するための基盤技術となる、蛍光寿命イメージング（FLIM）で活用できる低分子型の蛍光温度センサーを開発、脂肪油滴や形質膜など、今まで温度計測が困難であった場所の温度測定にも成功した（2022 年度に論文報告。Materials Today Bio, 2022）。本年度は、褐色脂肪細胞のミトコンドリアの温度測定などを通して、従来の輝度変化型のセンサーと定量解析の視点で性能を比較、FLIM センサーの優位性を実証した（論文投稿中）。更に、センサーが検出している温度の実体（温度と粘度の区別）、センサーの作動原理について深く考察し、分子設計を変更しながら、新しい温度センサーの可能性を探索した。また、初年度に報告した FLIM 型の ATP センサーについても、本年度は、センサーの色の拡張に成功すると共に、悪性度が異なるがん細胞のエネルギー状態の評価に適用可能であることを見出すなど、研究開始当初は想定していなかった成果も得られた。

一方、初年度でライブラリー化した近赤外域に吸収を持つ光熱変換色素を活用して、細胞をサブセルレベルで直接温める技術の開発も開始した。細胞に直接適用する前の予備実験として、人工二分子膜のモデルを用いて、光熱変換色素を膜に埋め込み、光照射で相転移を誘起できることを見出した。これは分子による局所熱を活用して、生体分子に対して物理的な摂動を加えることができることを示唆しており、本創発研究を進めていく上での重要な手がかりとなった（論文投稿準備中）。特に、この効果を最大化するには、脂質内の色素の位置を分子レベルで精密に制御する必要があることも分かった。