

2021 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	2021 年 4 月 1 日～2022 年 3 月 31 日

研究成果の概要

細胞内のミクロな空間の温度を計測・制御する技術を細胞熱工学と名づけ、この独自の手法を用いて細胞内の現象の熱力学的な解析や制御を試みる。初年度は、研究期間を通じて必要となる蛍光寿命イメージング (FLIM) のセットアップを立ち上げた (ピコカウント社の FAST-FLIM システムを構築)。具体的には、細胞内の局所の温度や、エネルギーの通貨である ATP の濃度について、定量性を担保しながら計測する必要がある。温度センサーについては、ほぼ全てと言っていい場所 (小器官) の温度を計測できる蛍光温度センサーの開発に成功した (論文投稿中)。ATP に関しては、研究開始前から既に開発していた蛍光タンパク質型のセンサーを用いて、様々な細胞種 (熱産生細胞、ES 細胞、疾患モデルの細胞など) や多細胞サンプル (ショウジョウバエ、スフェロイドなど) の解析を行った。結果、細胞種間や、同一細胞内でも場所によって ATP の濃度が異なることを見出した。これらの 2 つの FLIM 用のセンサーを組み合わせた「細胞のエネルギーマップ」を取得するためのプラットフォームの一部が初年度に構築できた。

一方、細胞内の局所温度を制御する手法については、その技術の元になる近赤外線レーザーを吸収して熱を生み出す色素を複数合成し、ライブラリー化を開始している。これを、細胞の局所に集積させ、蛍光温度センサーを共存させることで、その場の温度を計測しながら、細胞内に定量的な熱源を作ること成功している。これを用いて、言わば、“細胞にお灸を据える” イメージで、細胞の局所の活動を熱的に制御することが可能になり、がん細胞の細胞死誘導や筋肉細胞の収縮誘導などの結果を論文報告した (ACS Nano, accept)。更に、熱ストレスを加える手法の多様性を拡張するために、人工二分子膜を用いた系で、その手法を探索した。