

# 細胞温度の変化や分布から生命現象に迫る 明るさの違いで測るシート状温度計

細胞内蛍光温度計の登場は、細胞内の温度は均一で周囲と変わらないという長年の常識を覆しました。温度によって明るさや色が変化する色素を細胞に入れて温度を計測する技術は、細胞内のダイナミックな温度変化を明らかにしました。こうした中、生命機能と温度の関係に注目が集まっていますが、細胞内温度計では酸性度やイオン濃度の変化、細胞内の物質密度といった温度以外の要

因が蛍光に与える影響を完全には排除できません。

細胞の温度を正確に捉えるため、量子科学技術研究開発機構量子ビーム科学部門の大山廣太郎主任研究員は厚さ50ナノ(10億分の1)メートルのシート状にした蛍光温度計の上で細胞を培養し、細胞の外側から計測する手法を開発しました。シートは温度によって明るさが変わる色素と変わらない色素を透明な合成樹脂に

混ぜ、細胞培養皿の上に薄く広げて作ります。2種類の色素の明るさの比で温度を計測でき、酸性度やイオン濃度の影響を受けません(図1)。シート状なので細胞の温度だけでなく周辺の2次元温度分布も正確に可視化でき、培養した細胞の分裂する能力や、生理的な機能が失われることもありません(図2)。

ヒト子宮頸がん(HeLa)細胞を試薬で刺激した際の温度を計測したところ、細胞小器官である小胞体に入れた温度計では刺激後に2度以上の上昇が見られましたが、細胞表面と接するシート状温度計では上下に0.2度以内の温度変化にとどまりました(図3)。小胞体の熱産生など局所的な発熱では温度勾配が大きく、細胞全体の温度はほぼ変わらないことが温度分布から確かめられたのです。同様の結果は神経細胞や心筋細胞でも得られており、この温度計はさまざまな細胞種や細胞機能、さらに組織切片や多細胞系でも利用できると期待されます。

「細胞の温度は考えられてきた以上に、局所的に大きく変化していました。こうした情報は、細胞機能を理解する手掛かりになります」と大山主任研究員。「温度変化や温度勾配を細胞はどのように利用しているのか。計測技術と光で温度を操作する技術を組み合わせ、この謎に迫りたい」と意気込み、細胞機能と温度感受性の関係についても研究を進めています。将来は温熱治療法の開発など医療への貢献も期待され、今後の研究に注目です。

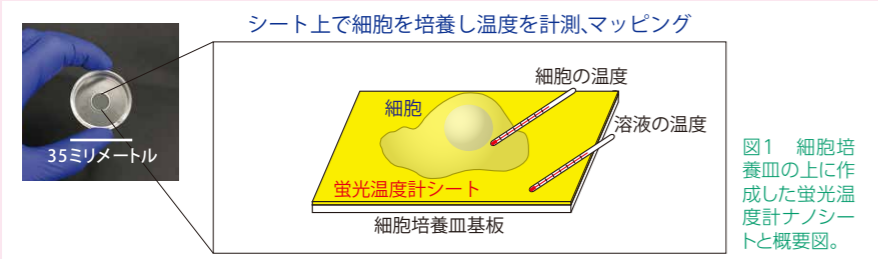


図1 細胞培養皿の上に作成した蛍光温度計シートと概要図。

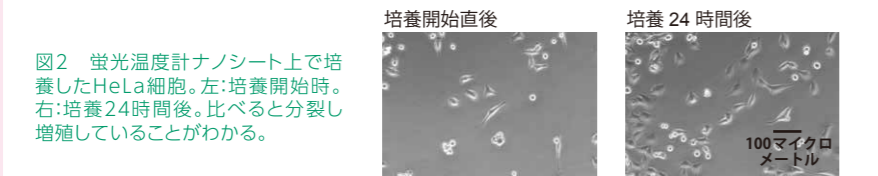


図2 蛍光温度計シート上で培養したHeLa細胞。左:培養開始時。右:培養24時間後。比べると分裂し増殖していることがわかる。

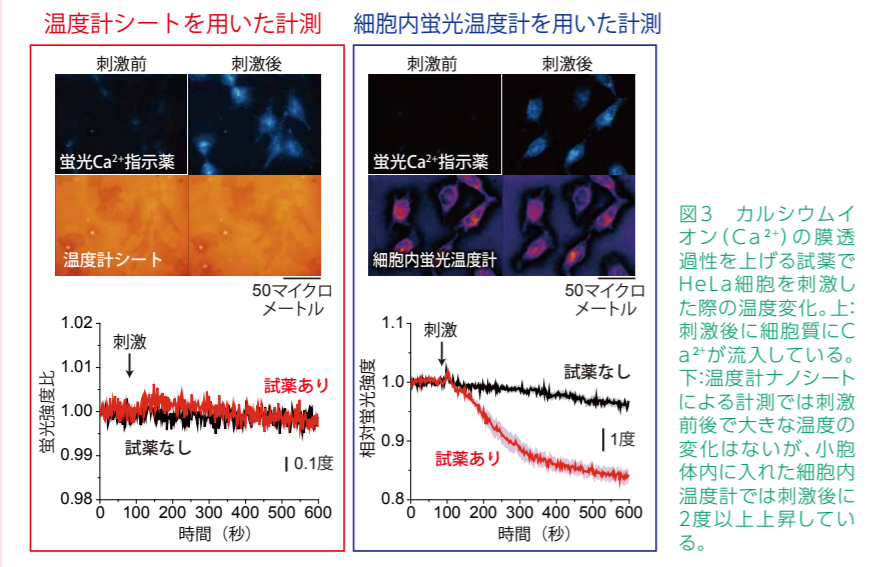


図3 カルシウムイオン(Ca<sup>2+</sup>)の膜透過性を上げる試薬でHeLa細胞を刺激した際の温度変化。上:刺激後に細胞質にCa<sup>2+</sup>が流入している。下:温度計シートによる計測では刺激前後で大きな温度の変化はないが、小胞体内に入れた細胞内温度計では刺激後に2度以上上昇している。

# 日本科学未来館が再開館 新しい生活様式を共に考える場に



図1 スローガンを大きく表示し来館者を迎える。下は来館者へのお願い。

新型コロナウイルス感染症の影響で休館していた日本科学未来館(未来館)が、6月に再開館しました。約3カ月ぶりの再開に当たり、ウイルスが施設を介して伝播するリスクを減らすための考え方をまとめたガイドラインを策定し、事前予約制による入館者数の調整や展示方法の見直しといった対策をしています。

策定の過程では、未知のウイルスと対峙し「新しい生活様式」を模索する中で、未来館は科学コミュニケーションの担い手として何をすべきかについて議論を重ねました。そうして生まれたのが、「risk≠0(リスクはゼロではない、だから)」というスローガンです。リスクはゼロにできませんが、「だから」に続く内容を来館者にも考え、行動してもらうことで、未来館の対策との相互作用を生み出し、来館時の感染リスクをゼロに近づけようというメッセージです。このメッセージは、リスクコミュニケーションにおける「行動変容を引き起こす自己効力感」

の考え方に基づいています。リスク対策のための行動を引き出すには、科学的な根拠に加え、自分が「何」を「どうすれば」リスク回避につながるか、対策に寄与できるかを理解、納得することが必要だという考えです。

ただ注意を促すだけでなく、なぜその行動が必要なのかを1人1人が考え、目的を持って意識的に行動するための仕掛けがあれば、より高い効果が期待できます。そこでまず、「未来館の11の対策」と来館者へ向けた「5つのお願い」を整理し、スローガンと共に入口に掲示しました(図1)。さらに



図2 各対策場所に掲示するサインの一例

館内の各空間・各展示において想定されるリスクを精査し、それぞれの場所で必要な「対策」と「お願い」を組み合わせたサインを作成しています(図2)。トイレのサインでは、手にはどれくらいのウイルスが付いている、手洗いの方法や時間によってウイルスをどの程度減らすことができるのか、目的と効果を具体的に示しました(図3)。

サインは現在70種類。1つ1つの行動が「感染拡大防止になぜ必要で、どのような効果を生むのか」がわかると、家庭や学校、職場などでどう過ごしたらよいかのヒントが得られるでしょう。今後、館内の掲示やスタッフ対応に加えて、SNSやホームページでの情報発信なども科学コミュニケーション活動として機能させ、来館者と共に「新しい生活様式」を探り、考えていきます。



図3 手洗いの効果をわかりやすく説明

※入館は事前予約制となります。最新の情報はホームページをご確認ください。  
<https://www.miraikan.jst.go.jp/>