

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		温度と熱伝導率を可視化する顕微イメージング法の開発による生細胞の統合的熱物性解析			
研究テーマ (欧文) AZ		Integrated analysis of thermal properties inside live cells by imaging microscopic distributions of temperature and thermal diffusivity			
研究氏 代 表 名 者	カナ CC	姓) ミヤザキ	名) ジュン	研究期間 B	2016 ~ 2018 年
	漢字 CB	宮崎	淳	報告年度 YR	2018 年
	ローマ字 CZ	Jun	Miyazaki	研究機関名	和歌山大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		和歌山大学システム工学部・講師			
概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)					
<p>熱は細胞にとって最も重要な物理量の一つであり、細胞が示す多様な機能と密接な関係がある。近年、細胞内というこれまで測定の対象とならなかった微小な空間での温度分布が温度感受性の蛍光分子により測定できるようになり、古典的な熱力学からは説明のつかない細胞内の温度分布の存在が複数のグループによって見出された。これらの研究は、その物理的機構の解明の必要性とともに、細胞スケールの生命システムにおいて温度・熱とは何かをという問題を改めて提起した。細胞の熱と機能との関係、及び細胞内の温度不均一の原因について理解するには、温度に加えて熱の伝わりやすさである熱拡散率の測定が重要である。本助成研究では、光熱変換顕微鏡による熱拡散計測法と、温度計測法との2つを統合させ、細胞スケールでの統合的熱物性解析を行うことを目的とした。</p> <p>まず細胞内で熱の生成に主要な役割をはたしているミトコンドリアを、光熱変換顕微鏡により無標識で高感度・高空間分解でイメージングするために、新規光学系および測定装置を製作した。それによりショット雑音限界の高感度で1フレーム数秒程度で生細胞中のミトコンドリアを観察することができるようになった。一方で、光熱顕微鏡によりミトコンドリアとは異なる細胞内器官も観察された。観察対象の由来を確認するため、薬剤などの刺激に対する応答を観察したところ、新たに観測された器官はリソソームであることが分かった。また、同時多周波数計測によりミトコンドリア近傍の熱拡散率を計測するための多チャンネルロックイン増幅器を設計・製作し、それによりミトコンドリア近傍の熱拡散率を測定できることを確認し、本測定法の有用性を示すことができた。今後は熱拡散率をより正確に決定するための解析法の導入、および蛍光法による温度計測実験をおこなうことで、ミトコンドリア近傍の熱拡散率と温度との関係についてより詳しく調べる予定である。</p>					
キーワード FA	光熱変換顕微鏡	無標識イメージング	ミトコンドリア	マイクロ熱物性	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要 EZ

Heat is one of the most important physical properties for living organisms because it is closely related to vital functions. Recently, several studies have been conducted about temperature measurement in live cells using temperature sensitive fluorescence probes. It has been reported that the spatial distribution of temperature varies by a few degrees even in a single cell. However, this finding does not agree with physical laws. It is necessary to ascertain the origin of microscopic temperature inhomogeneity inside a cell to thoroughly understand the effect of heat on a cell system. One of the promising approaches to this problem is to measure spatial distributions of both temperature and thermal diffusivity inside cells.

In this study, we aim to measure spatial distributions of temperature and thermal diffusivity by means of a novel optical microscopy that enables us to analyze the thermal properties of live cells in a comprehensive and integrated manner. For mapping of thermal diffusivity, a highly-sensitive photothermal microscopy was developed by implementing a new optical system, low noise detector, and measurement instruments. This modality allowed us to acquire high sensitive image of mitochondria inside live cells without use of any label. Mitochondria is known to play a fundamental role in heat generation inside cells. We have demonstrated that thermal diffusivity in the vicinity of mitochondria was acquired by measuring the frequency response of the photothermal signal with a multi-frequency lock-in detection. This new imaging method with more detailed analysis will further reveal the relation between temperature and thermal diffusivity in a cell.