

タンパク質結晶の熱伝導性の評価

(東工大物質理工) ○荒瀬寛紀・澤田敏樹・森川淳子・芹澤 武

Thermophysical Characterization of Protein Crystals (*School of Materials and Chemical Technology, Tokyo Institute of Technology*) ○Hiroki Arase, Toshiki Sawada, Junko Morikawa, Takeshi Serizawa

Recently, development of thermal interface materials, which enabled to improve thermal conduction in devices, gained considerable attention. We have reported that assemblies composed of highly oriented M13 phage, which is one of the filamentous viruses, show high thermal diffusivity even through non-covalent bond-based thermal conduction. On the other hand, protein crystals, which are potentially used for materials, are highly regulated assemblies composed of globular proteins that form regular three-dimensional structures. In this study, we characterized thermal diffusivity of protein crystals and revealed the potential for thermally conductive materials. Micro temperature wave analysis using thermoelectric micro sensor enabled to measure thermal diffusivity of micrometer-scale lysozyme crystals. Thermal diffusivity of the lysozyme crystals with or without crosslinking were in the order of $10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$. Compared with conventional polymers, thermal diffusivity of the crystal was much higher.

Keywords : Protein Crystal; Temperature Wave Analysis; Thermal Diffusivity; Non-Covalent Bond

デバイスの発熱効率を向上させるための熱界面材料の開発が近年益々重要となっている。我々は、繊維状ウイルスの一種である M13 ファージを高度に配向させた集合体を構築し、その集合体が、非共有結合を介した熱伝導でありながら高い熱拡散率を示すことを見出してきた¹⁾。タンパク質結晶は規則的な立体構造を形成している球状タンパク質が極めて規則的に集合化しており、近年ではマテリアル素材としても利用されている。本研究では、マイクロスケールサイズのタンパク質結晶の熱拡散率測定を行い、その熱伝導性材料としての潜在性について明らかにすることを目的とした。

熱起電力型マイクロセンサー ($50 \mu\text{m}^2$) を用いたマイクロ温度波熱分析法 (μTWA) は微小試料の熱拡散率を測定することができるが²⁾、リゾチーム結晶 ($200\sim 300 \mu\text{m}$ サイズ) の熱拡散率測定には、さらに電気的な絶縁性と保水性を有する熱硬化性薄膜の塗布が有効であることを見出した (Figure 1)。リゾチーム結晶および架橋したリゾチーム結晶の熱拡散率は $10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ オーダーであり、その値は一般的な有機系高分子フィルム等と比較すると、高めの熱拡散率を示す傾向があった。

熱起電力型マイクロセンサー ($50 \mu\text{m}^2$) を用いたマイクロ温度波熱分析法 (μTWA) は微小試料の熱拡散率を測定することができるが²⁾、リゾチーム結晶 ($200\sim 300 \mu\text{m}$ サイズ) の熱拡散率測定には、さらに電気的な絶縁性と保水性を有する熱硬化性薄膜の塗布が有効であることを見出した (Figure 1)。リゾチーム結晶および架橋したリゾチーム結晶の熱拡散率は $10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ オーダーであり、その値は一般的な有機系高分子フィルム等と比較すると、高めの熱拡散率を示す傾向があった。

1) T. Sawada, Y. Murata, H. Marubayashi, S. Nojima, J. Morikawa, T. Serizawa, *Sci. Rep.* **2018**, 8, 5412.

2) M. Ryu, S. Takamizawa, J. Morikawa, *Appl. Phys. Lett.* **2021**, 119, 251902

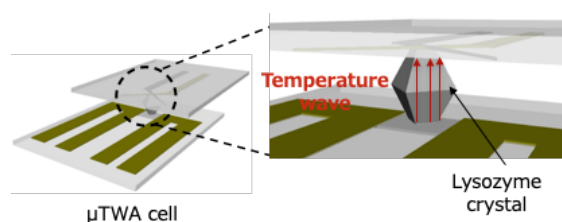


Figure 1. Schematic illustration of μTWA