

テラヘルツ時間領域分光法によるタンパク質低振動ダイナミクスの水和および温度依存性

Temperature and Hydration Dependence of Low-frequency Dynamics of Proteins Studied by Terahertz Time-domain Spectroscopy

山本 直樹¹、太田 薫²、田村 厚夫¹、[○]富永 圭介^{1,2} (1. 神戸大理、2. 神戸大分子フォト)

Naoki Yamamoto¹, Kaoru Ohta², Atsuo Tamura¹, [○]Keisuke Tominaga^{1,2} (1. Kobe University Graduate School of Science, 2. Kobe University, Molecular Photoscience Research Center)

E-mail: tominaga@kobe-u.ac.jp

タンパク質は生命活動を営む上で必要不可欠な分子である。タンパク質は常に溶媒である水の熱揺らぎにさらされながら機能していることから、熱揺らぎ程度の分子運動が機能発現と関連していると考えられる。過去の研究より、そのような分子運動は、テラヘルツ領域に観測されることが示唆されてきた。ここで、1 テラヘルツ (THz; 1 THz = 10¹² Hz) は約 33.3 cm⁻¹ の振動数に相当する。テラヘルツ時間領域分光法は、テラヘルツ領域の分子運動を観測するための適した手法であり、テラヘルツ波パルス波形を直接観測することにより、強度および位相の両方の情報を得ることが可能である。これまで種々のタンパク質およびポリペプチドについて、温度および水和量をパラメータとした測定が行われてきた^{1,2}。その結果、水和することによって、約 200 K 付近で吸光係数などの物理量が乾燥状態と比較して飛躍的に増大する現象が観測されてきた。一方、それに寄与するスペクトル成分の解釈はまだ行われておらず、そのためにはより低周波数側のスペクトルを測定する必要が示唆されてきた。そこで本研究では、典型的な小型球状タンパク質であるリゾチームを用いて、テラヘルツ領域の複素誘電率を温度および水和量依存的に測定するとともに、室温において、サブテラヘルツ領域のスペクトル、およびギガヘルツ領域のスペクトルを測定し、テラヘルツ領域のスペクトルと結合させることによって、テラヘルツ領域に寄与するスペクトル成分の同定を行った。

図1にテラヘルツ時間領域分光法によって得られたリゾチームの複素誘電率スペクトルを示す。乾燥状態ではスペクトルは温度と共に線形的に増加する一方、水和状態では約 180 K 付近からスペクトル成分が非線形的に増加することが分かる。特に、低振動数側の増加が著しいことが見て取れる。発表では、スペクトル解析の結果について議論する。

【引用文献】

1. S. Kawaguchi, *et al.*, *PCCP* 12, 10255-10262 (2010).
2. N. Yamamoto, *et al.*, *Soft Matter* 8, 1997-2006 (2012).

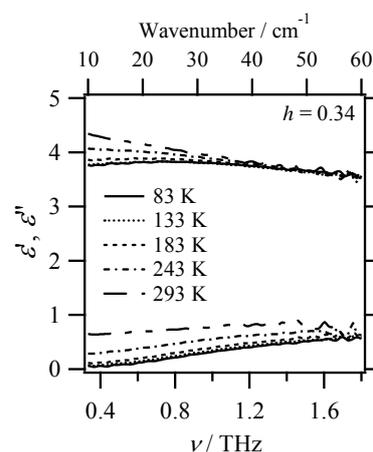


図1. テラヘルツ領域における複素誘電率スペクトルの温度依存性。水和レベルは $h = 0.34$ 。ここで、 h はタンパク質1gあたりの水のグラム数。上部集団が実部、下部集団が虚部を表している。