

マルチヘムタンパク質を用いた分子ヒーターの加熱能の改良

(阪大理¹・阪大院理²) ○伊藤 麻鳳¹・石川 春人²・水谷 泰久²

Improvement of the heating ability of a multiheme protein-based molecular heater (¹*School of Science, Osaka University*, ²*Graduate School of Science, Osaka University*) ○Mao Ito,¹ Haruto Ishikawa,² Yasuhisa Mizutani²

Heat serves not only as an energy source to drive chemical reactions but also as a signal to transmit information in living cells. To understand the mechanism of the heat-induced signaling, it is required to develop a technique for site-selective heating of cells. Protein molecular heaters have been developed by utilizing the rapid non-radiative relaxation of photoexcited heme. In this study, we examined the heating ability of 2-heme 4D2, a *de novo* protein containing two hemes, by observing the temperature rise of solvent water using Raman spectroscopy. Presence of two hemes in 2-heme 4D2 allows higher density of heme per volume and, thus, 2-heme 4D2 is expected to be a more efficient molecular heater than proteins containing a single heme.

Sample solutions containing 2-heme 4D2 were irradiated with CW light of 532 nm for the heating. Raman scattering was observed by CW light of 405 nm. Spectral changes in the OH stretching bands at 2800–3800 cm⁻¹ were observed, which were attributed to the temperature rise of the solvent water. Figure 1 shows the dependence of the temperature rise on pump laser power. These observations indicated that the temperature rise is almost proportional to the pump laser power and the temperature of water can be raised by 5.0 K upon 100 mW irradiation. **Keywords** : Photothermal conversion; Heme protein; Raman spectroscopy

熱は、細胞内において化学反応の駆動や情報伝達のシグナルとして働く。熱による情報伝達の機構を理解し制御するためには、細胞を部位選択的に加熱する技術が必要である。これまでに、光誘起されたヘムの高速な無輻射緩和を利用して、光エネルギーを熱エネルギーに変換する分子ヒーターの開発が行われてきた¹⁾。本研究では、2つのヘムを含む *de novo* タンパク質である 2-heme 4D2 に着目し、ラマン分光法を用いて水溶媒の温度上昇を観測した。2-heme 4D2 はタンパク質 1 分子に 2 つのヘムを含んでおり、体積当たりのヘム濃度を高くすることができるため、より高効率な分子ヒーターとして利用できることが期待される。

実験では、2-heme 4D2 を含む溶液に励起光として波長 532 nm の CW 光を照射し、波長 405 nm の CW 光でラマン散乱を観測した。2800–3800 cm⁻¹ の OH 伸縮振動バンドに変化が見られ、この変化は水の温度上昇に帰属できた。図 1 は、上昇温度の励起光出力依存性を示している。実験結果から、上昇温度は励起光出力にほぼ比例し、100 mW のポンプ光照射下では水溶媒の温度が 5.0 K 上昇することが明らかになった。

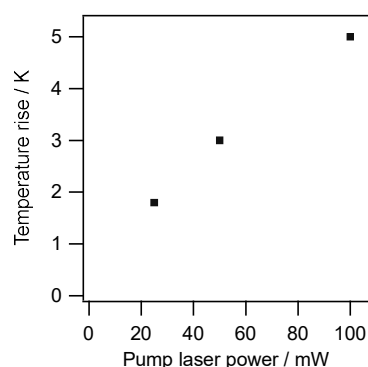


図 1. 上昇温度の励起光出力依存性

1) Y. Mizutani, M. Mizuno, *J. Chem. Phys.* **2022**, 157, 240901.