

# エラスチン類似タンパク質ナノファイバーの導電性評価と

## その向上に向けた配列設計

(名大院・工)○堀雄一、高橋倫太郎、中谷真人、尾上順、鳴瀧彩絵

### 1. 緒言

環境発電を利用したウェアラブルデバイス等の実現に向け、柔軟性と伸縮性を有するフレキシブル導電性材料が注目されている。当グループで開発したエラスチン類似タンパク質 (Elastin-Like Protein; ELP) は、水中で自己集合してナノファイバーを形成する素材であり、柔軟性・伸縮性に加え生体適合性を有する<sup>[1]</sup>。本研究ではアミノ酸配列の異なる3種類の ELP からナノファイバー膜を形成し、その電流電圧特性の比較を行った。さらに、導電性の向上に向けた配列設計により新たな ELP を作製した。

### 2. 実験

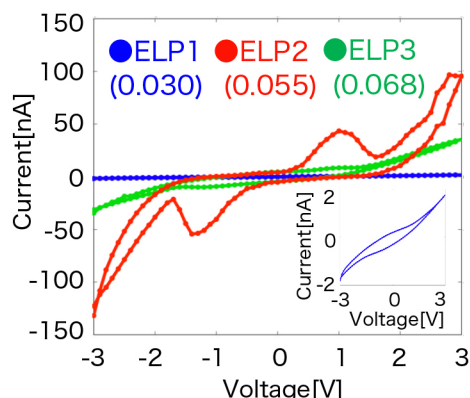
極性アミノ酸の含有割合が異なる3種類の ELP (ELP1~3) のナノファイバー分散液を調製し、それぞれ同量ずつ石英基板へドロップキャストしたのち金電極を真空蒸着した。室温・湿度 85% または室温・超高真空の条件下で、二端子法により電流-電圧 ( $I$ - $V$ ) 特性を評価した。また、分散液の動的粘弾性をレオメーターを用いて測定した。さらに、ELP ナノファイバーの導電性の向上に向け、新たに ELP4 のアミノ酸配列を設計した。大腸菌を用いて発現後精製した ELP4 について、マトリックス支援レーザー脱離イオン化飛行時間型質量分析法 (MALDI-TOF-MS) および透過型電子顕微鏡 (TEM) により質量と自己集合構造をそれぞれ調べた。

### 3. 結果・考察

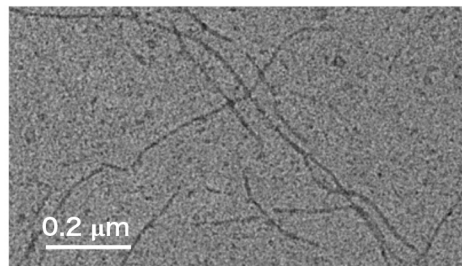
大気下二端子  $I$ - $V$  測定の結果 (Fig.1) より、全ての ELP で導電性が確認され、中でも ELP2 が最も高い電流値を示した。動的粘弾性では ELP2 の損失正接が最小となり、ELP2 においてナノファイバーのネットワーク構造が最も発達していることが示唆された。一方、真空中では、全ての ELP で絶縁性であった。これらの結果より、ELP ナノファイバーの導電機構はプロトン伝導であり、その導電性は極性アミノ酸の含有割合とファイバーのネットワーク構造に影響を受けると考えられる。さらに、ELP2 でのみ電流値の極大と極小が確認され、酸化還元反応による電子伝導が示唆された。以上の結果から、プロトンと電子の協奏的過程であるプロトン共役電子移動 (Proton-Coupled Electron Transfer; PCET)<sup>[2]</sup>を誘発させ、導電性の向上に繋げられる可能性を考えた。そこで、PCET を戦略的に誘発する ELP として、プロトンと電子の両方の伝導に関与できるチロシン残基を複数導入した新たな誘導体である ELP4 を設計・作製した。MALDI-TOF-MS により ELP4 の理論分子量である 28,151 Da 付近にシグナルが確認できた。さらに、ELP4 が水中で自己集合してナノファイバーを形成することを確認した (Fig.2)。今後、ELP4 の導電性を評価し、その機構の解明を行う。

### 4. 参考文献

- [1] A. Sugawara-Narutaki *et al.*, *Int. J. Mol. Sci.*, **20**, 6262 (2019).
- [2] S. Hammes-Schiffer *et al.*, *Chem. Rev.*, **110**, 12 (2010).



**Fig.1.**  $I$ - $V$  characteristics of ELP nanofibers. The numbers in parentheses indicate the percentage of polar amino acids in the total number of amino acids. Inset shows the magnified  $I$ - $V$  results of ELP1.



**Fig.2.** TEM image of ELP4 nanofibers.