

# 単一コラーゲン fibril によるコラーゲン圧電線維の開発

～光駆動が可能な生体由来の生体医用圧電線維～

工学研究科 機械工学専攻

助教 よしきけいすけ 吉木啓介 ◎M2 ほんだゆうき 本田祐貴

## キーワード

コラーゲン, 圧電材料, 第2高調波顕微鏡

## 研究概要

コラーゲン溶液を原料に, 電気化学的にコラーゲン線維を作り出す技術を開発した. 作成方法は溶液内に一對の電極を配置し, 電圧をかけるだけでよい. また, 電極の間隔, 厚みによってコラーゲン線維の径を制御でき, 100  $\mu\text{m}$  オーダーの電極間隔なら 4  $\mu\text{m}$  径以下のマイクロ線維が生成可能である. これは, コラーゲン線維の

最小単位である fibril に近い太さの構造体である.

また, コラーゲンは水晶と同程度の圧電性を持つことが知られており, 実際に作成したコラーゲン線維の圧電性を第2高調波発生 (SHG: second harmonic generation) 顕微鏡と圧電プローブ顕微鏡によって観察した. Fig. 1 に示す通り, 第2高調波発生顕微鏡で確認した線維に対し AFM のトポグラフィイ像では規則的な結晶状の構造が確認された. また, 同時に圧電変形も水晶と同程度に観察された. 結晶状の構造は, 線維が細いほど規則性が増し, SHG 顕微鏡による像も細径になるほど輝度を増した. SHG 顕微鏡は圧電体のイメージングに適用でき, 圧電性の高い部位を非接触に特定することができる. 今回の結果でも, 圧電性や結晶構造と相関があることが明らかになった.

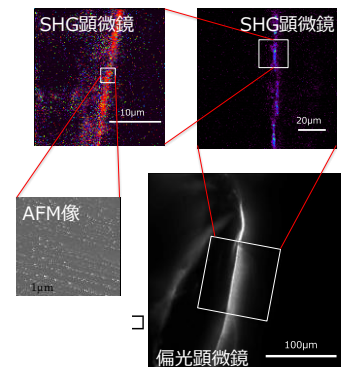


Fig. 1 圧電コラーゲン線維の評価

## アピールポイント

生体親和性圧電線維としてポリ乳酸線維が知られているが, コラーゲンも生体親和性が高く, かつ, 革製品の主原料であることから遥かに強靱な機械特性をもつ. 製法も, 伸展処理, 超臨界処理などが必要ないため簡便である. また, コラーゲン液晶によるシート材, バルク材の作成にも着手しており, 材料の成形性においても自由度が高い. 想定される応用例は, 織布に適用することにより衣服の変形や衣ずれを電力に変えてウェアラブルデバイスを駆動するエネルギーハーベスティング技術に使用できる. また, 医用生体マイクロマシンのアクチュエーターの開発も予定している. また, コラーゲン自体に光電場の整流機能があり, 光を直接駆動電圧に変えることができる. 問題点は変換効率が低いことであったが, 量子相関光子対による高効率励起によって, それを現実的な変換効率にできる可能性がある. 実現するとすれば, アト秒レーザーと非回折光学系など, 高度な技術開発が必要であるが, 今後, 実現すればアクチュエーター自身が発電機能を併せ持つ遠隔操作ナノマイクロマシンができるかもしれない. 最後に, 本製作技術はコラーゲンだけでなく, 等電点電気泳動が可能な全ての繊維性分子に対して適用可能であり, 材料を変えることによって様々な線維を作り出すことができる.