

電界紡糸ファイバーの走査電子顕微鏡像の立体視化

第 49 回炭素材料学会で発表

長野工業高等専門学校

後藤慶多・森山暁敏・押田京一・村田雅彦・板屋智之・滝沢善洋

1. はじめに

顕微鏡観察像は一般に 2 次元平面上に表されており、3 次元空間内での正確な立体的把握が困難な場合がある。本研究は、バーチャル・リアリティ (VR) で現した材料の空間内部に入り込むことにより、3 次元空間の形状の理解を目指している。カーボンナノファイバー (CNF) の走査電子顕微鏡 (SEM) による観察画像から 3 次元データを作成し、立体視化を試みた。3 次元データの生成方法、3 次元表示法を検討し、3D プリンタによる模型を作製した結果を報告する。

2. 実験

対象の試料として、SEM 像の立体視化の画像処理が比較的容易と考えられる、円筒形で簡単な形状の CNF を用いた。ポリアクリロニトリル (PAN) をジメチルホルムアミド (DMF) 溶媒に 1:10 の重量比で溶解した溶液を調製した。電界紡糸によりナノファイバーを作製し、耐炎化の後、900°C で炭素化して CNF とした²⁾。作製した CNF を SEM (SU3500) で加速電圧 10kV、5000 倍で観察し像を得た。

SEM で観察した 2 次元画像から 3 次元モデル構築を次の二つの方法を行った。

- 1) 一つの画像から画像のコントラストを利用して立体視化を行う方法。
 - 2) SEM の試料台を傾けて観察した二つの画像 (ステレオ画像) の視差から立体視化を行う方法³⁾。
- 得られた 3 次元データから、3D プリンタによる模型を作製し、さらに、VR 化を試みた。

3. 結果と考察

Fig.1(a) は CNF の SEM 像から、立体視化する 300×300 画素のサイズの領域を切り出した画像である。CNF の直径を測定した結果、約 400 nm であることがわかった。この画像を、(1)背景の除去、(2)ノイズ除去、(3)CNF 部分の分離、(4)CNF 垂直切断長から楕円形状の作成の手順で処理し、3 次元化した結果を **Fig.1(b)** に示す。概ね元の SEM 像に対応した立体視化ができている。一部、CNF 内に穴が開いたり、CNF 同士がつながったりしている部分がある。これは、CNF を背景から分離する際に、コントラスト差が少なく不鮮明であり、計測がうまく行かなかったためと考えられる。

ステレオ画像を用いた立体視化についても実施し、3 次元像を得た。本手法では CNF 同士の前後の関係は推定できたが、CNF 表面のコントラスト差が少ないため、視差の計測が十分できず、個々の CNF の形状が平坦となった。CNF が円筒形として近似するなどして、形状の改善を行う必要がある。

3 次元化したデータを CAD により立体視化したモデルを **Fig.2** に示す。今回は、自動作成したデータが完成できなかったため、3D-CAD を使い手動により描画したものである。CNF の SEM 像から中心線をトレースし、CNF を円柱形状として作製した。このデータから 3D プリンタにより、模型を作製した。今後、SEM 像から 3D データを自動生成し 3D のモデル化を行いたい。現在、3D-CAD データから VR データを作成し、3 次元空間に入り込んだイメージの生成を試みている。

参考文献

- 1) X. H. Qin and D. P. Xin., *Fibers and Polymers* **11**, 632-637 (2010).
- 2) K. Oshida, N. Kobayashi, K. Osawa, Y. Takizawa, T. Itaya, M. Murata, S. Sato, *MRS Advances*, **5**, 1423-1431, (2020).
- 3) L. A. Jácomea, K. Pöthkowb, O. Paetschb, H.-C. Hege, *Ultramicroscopy*, 195, 157-170 (2018).

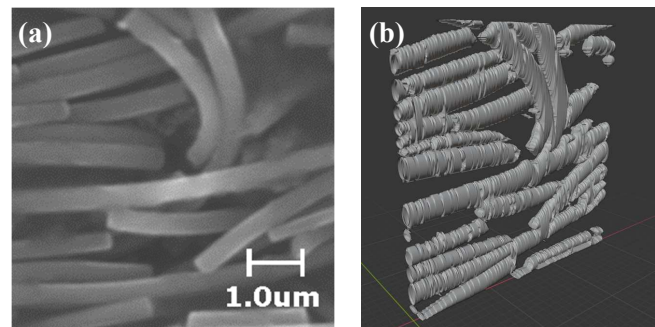


Fig.1 (1) SEM image of carbon nano fibers (CNF's), (b) 3D image constructed from a single SEM image of CNF's in (a).

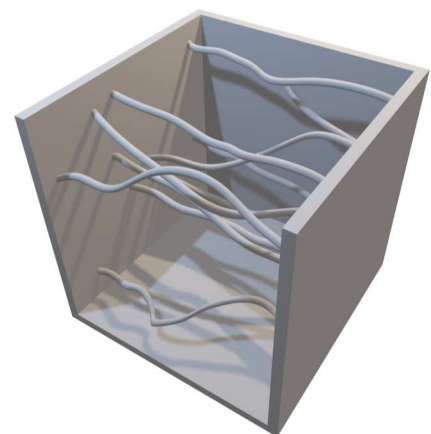


Fig.2 3D model of CNF created by CAD.