

炭酸ガスレーザー超音速延伸法で作製したポリ乳酸（PLLA）ナノファイバーの撚糸

炭酸ガスレーザー超音速延伸法で作製した PLLA ナノファイバーの撚り加工と得られた撚糸の編み加工

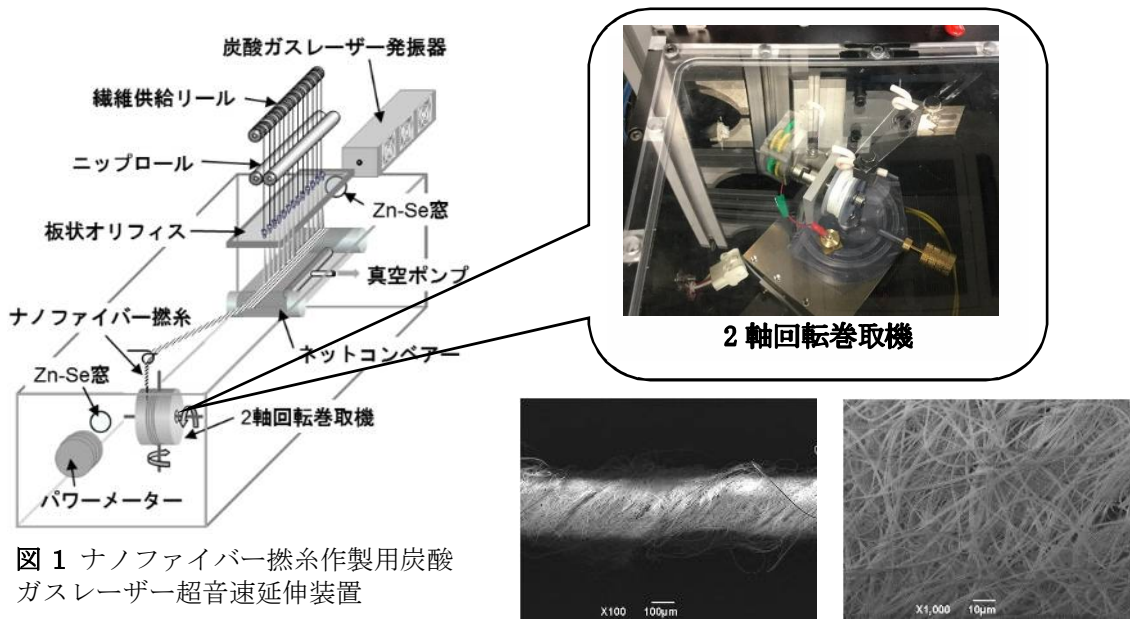
(山梨大院・総合) 榛葉悠大、○鈴木章泰 (福井県工技センター) 増田敦士、村上哲彦

[1Pa087]

(Tel: 055-220-8556)

山梨大学大学院の大学院生の榛葉悠大、鈴木章泰教授、福井県工業技術センターの増田敦士らの研究グループは、鈴木研究室で独自に開発した「炭酸ガスレーザー超音速延伸法」^{注)}を発展させてナノファイバーの撚糸作製装置を新たに開発し、本方法を用いてポリ乳酸（PLLA）ナノファイバーの撚糸作製とその撚糸から組紐や編物を作製することに成功した。撚糸作製装置の開発と撚糸作製は鈴木研究室で行い、撚糸の編み加工は福井県工業技術センターで実施した。

現在、ナノファイバーのほとんどが不織布で得られるため、その強度は低く、ナノファイバーの幅広い用途展開を考える上での課題である。そこで、ナノファイバーの集合体としての強度を向上させることを目的としてナノファイバーの撚糸を作製し、さらに撚糸から組紐や編物を作製した。



撚糸作製用炭酸ガスレーザー超音速マルチ延伸装置(図 1)では、ナノファイバーを揃えるためにオリフィス列と同じ方向にネットコンベアーを周回させ、ネットコンベアー上に集めた束状ナノファイバーを撚りながら巻き取ることができる二軸回転巻取機を装置内に設置した。巻取機のリール台座の回転は、巻取速度と独立して連続的に可変制御でき、撚り数を任意に設定できる。図 2 は 1m 当たり約 1000 回の撚りを加えて作製した PLLA ナノファイバー撚糸を示す。この撚糸は糸径 446 μm であり、平均繊維径 492nm の PLLA ナノファイバーから構成されている。得られた PLLA ナノファイバーの撚糸からは製紐機 (図 3a) を用いて PLLA ナノファイバー撚糸の組紐 (図 3b) を

作製できる。得られたナノファイバーの組紐は、十分な強度と柔軟性および高い安全性を有しており、縫合糸や人工血管への利用も期待できる。

さらに、PLLA ナノファイバー撚糸から、編物の作製を検討した。しかし、製紐機を用いて組紐を作製する場合

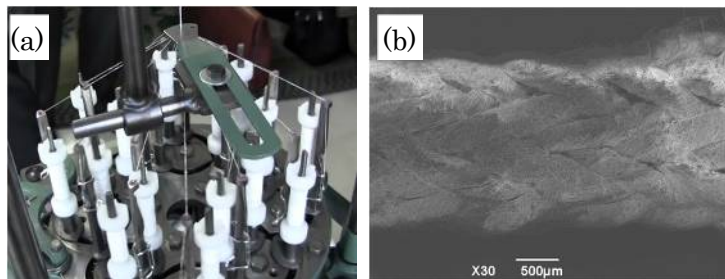


図3 (a)製紐機 (16 キャリアー) と(b)ポリ乳酸ナノファイバーの組紐のSEM写真

に比べ、糸強度を必要とする編み加工では、PLLA ナノファイバー撚糸の強度は不十分で

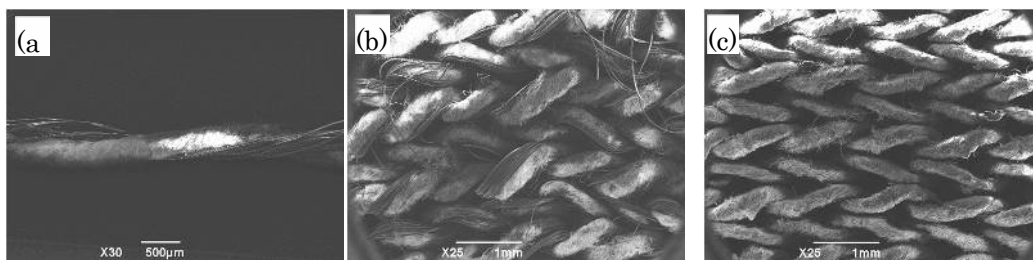


図4 (a)PLLA ナノファイバー撚糸と水溶性繊維を撚り合わせた双糸、(b)双糸の編物および(c)水溶性繊維を溶解除去した PLLA ナノファイバー編物のSEM写真

あった。そこで、撚糸を補強するために水溶性繊維を撚り合わせた双糸(図4a)を作製し、編み加工を試みた。水溶性繊維でナノファイバーの撚糸を補強することで、編み加工が可能になり、PLLA ナノファイバー撚糸と水溶性繊維との双糸の編物(図4b)が得られた。この編物から水溶性繊維を55℃の温水で溶解除去しても、編み構造を保持しており、PLLA ナノファイバー撚糸の編物(図4c)を作製できた。今後は、織物作製についても検討する予定である。ナノファイバーの撚糸からは組紐や編物を作製でき、ナノファイバーの様々な分野への用途拡大に貢献できるものとする。

<適用分野>エアフィルター、オイルフィルター、電池用セパレーター、電解質膜、衣料、縫合糸、組織再生用足場、人工血管、生体吸収性パッチ材

注) 炭酸ガスレーザー超音速延伸は、繊維供給リール、炭酸ガスレーザー発振器、繊維供給オリフィスとZn-Se窓を備えた真空ボックス、パワーメーターなどから構成される装置(図5)を用いて行われる。真空ボックスを減圧することでオリフィス(図5a)直下に発生する超音速流中で繊維にレーザーを照射して繊維を融解し(図5b)、熔融した繊維を数十万倍まで超延伸してナノファイバーを作製する方法である。炭酸ガスレーザー超音速延伸法の特徴は、①ほとんどの熱可塑性高分子材料のナノファイバー化に

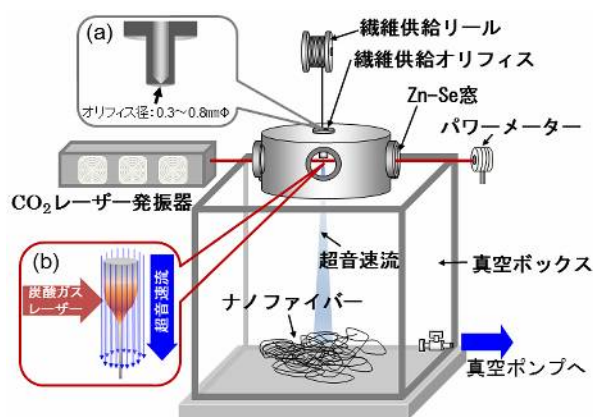


図5 炭酸ガスレーザー超音速延伸装置および(a)オリフィスの断面図と(b)熔融部分の模式図

適用でき、②得られるナノファイバーは高度に配向した長繊維であり、③ナノファイバーの作製過程で溶剤を使用しないため、作業環境およびナノファイバーの安全性は高く、④チャンバー圧やレーザー出力などの延伸条件を変えることで容易に繊維径を制御できることなどが挙げられる。