

PLLA ナノファイバーの圧電特性

日大生産工(院) ○藤井 紘一 日大生産工 平林 明子

1 緒言

本研究の目的はPLLA (L型ポリ乳酸) をナノファイバーとしたときの圧電性能を明らかにすることである。PLLAは植物由来の樹脂であり、さらに物質が微生物などによって分解される生分解という性質を持っているため、環境問題に関心が集まる現代において注目されている材料の1つであると言える。一方、PLLAには力を加えたときに電気が生じる圧電特性という性質もあり、近年注目されている。PLLAの圧電特性は分子構造である螺旋構造に由来しており、圧延して分子を一軸に配向することで発現することが知られており、PLLAフィルムにおける研究・開発は既に報告されている。ここで圧延に注目して、エレクトロスピニング法（以降ES法）という方法を用いてナノファイバーにすることで圧延と同様にPLLAが引き伸ばされ圧電性が発現するのではないかと考えられる。さらに、ナノファイバーの効果によって圧電性能が向上することも期待出来る。そこで、PLLAペレットをES法によりナノファイバー化した不織布について、圧電性能を評価した。

2 ナノファイバーの作製

ナノファイバーの作製にはES法を用いた。ES法とは高電圧をノズルに加え、そこから噴出される高分子溶液に印加させることによりナノファイバーを生成し、対電極であるターゲットに付着させる方法である（Fig.1）。PLLAを原料とするナノファイバーの作製はこれまでも研究がおこなわれており、PLLA溶液の作成方法、ESによるナノファイバー作製方法については過去の研究²⁾を参考にし、Table 1に示す条件で行った。さらに、Fig.2に作製したナノファイバーのSEM画像を示す。試作したナノファイバーの平均径は844nmで、標準偏差は341nmであった。

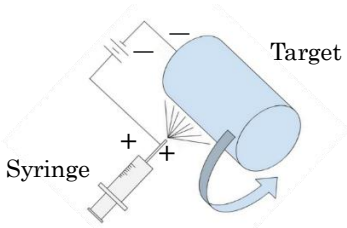


Fig.1 Schematic view of electrospinning method

Table 1 Conditions for producing nanofiber in electrospinning method

PLLA solution	
Solvent	Chloroform, Acetone
Concentration	10 wt%
Equipment parameters	
Target speed	10 m/min
Traverse speed	24 cm/min
Syringe speed	0.08 mm/min
Voltage	16 kV

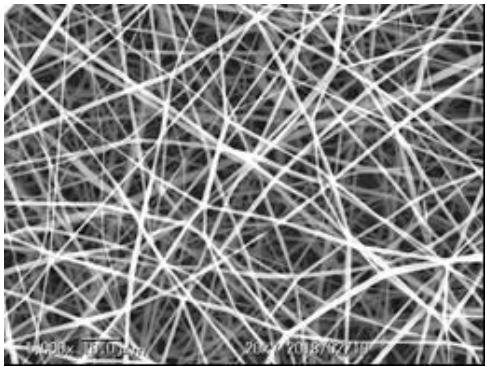


Fig.2 SEM image of PLLA nanofiber

3 圧電性の発現

ES法で作製したPLLAナノファイバー不織布を用いて圧電性の評価を行った。試料は一辺40mmの正方形のPLLA不織布をPET (ITO)フィルムで挟み導線を付けて電圧を測定した。また試料裏面

Piezoelectric properties of PLLA nanofibers

Koichi FUJII, Akiko HIRABAYASHI

にひずみゲージを張り付け、簡易装置を用いて周期的に試料表面から厚さ方向に力を加え、資料に発生した電圧と同時にひずみも測定した。結果をFig.3に示す。力を加えた周期での起電圧を確認した。また、Fig.3の一つの起電圧の波に注目して見ても、ひずみの増加し始めた点で電圧も増加が開始（Fig.4）しており、圧電の反応性が高いことが明らかとなった。

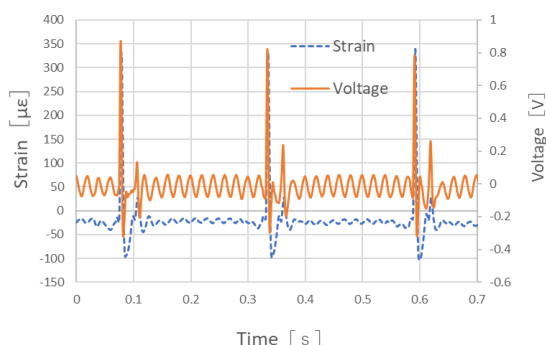


Fig.3 Voltage and strain measurement

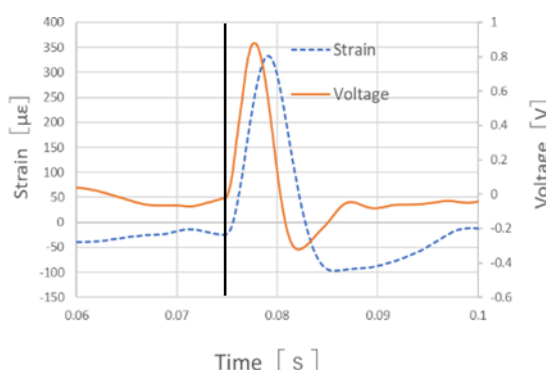


Fig.4 Enlarged view of a peak

4 印加電圧が圧電性能に及ぼす影響

次に、前章より明らかにしたPLLAナノファイバーの圧電特性は何に影響するのか、今回はES法における印加電圧を変化させることにより圧電性能を比較した。評価方法は、Table 1 の条件とそれに加えて印加電圧を30kVに上げて作製した2種類のナノファイバー不織布の圧電性の違いを評価した。印加電圧16kVで作製したナノファイバー不織布から3つ、30kVで作製したナノファイバー不織布から5つ、それぞれ試料を取得し、d33メーターより圧電定数の測定を行った。その結果をTable 2 とFig.5 に示す。結果として、ばらつきが大きいので、再現性に乏しいものの、印加電圧16kVで作製したものに比べ、30kVで作製したものの圧電定数の方が高くなる傾向にあると考えられ、平均値を比べると、+側は1.58倍、-側は

1.36倍向上した。また、印加電圧と圧電定数に関する相関係数においても、+側は0.593、-側は-0.509とどちらにおいてもそれぞれ相関性があることが分かる。ばらつきが大きかったためFig.5にはその圧電定数の平均値とともに最大値と最小値をエラーバーにて示した。

Table 2 Piezoelectric constant at d33 meter

	Applied voltage	
	16kV	30kV
Average [pC/N]		
+side	14.81	23.41
-side	-14.11	-19.18
Standard deviation [pC/N]		
+side	2.38	6.91
-side	0.55	5.23
Correlation coefficient		
+side	0.593	
-side	-0.509	

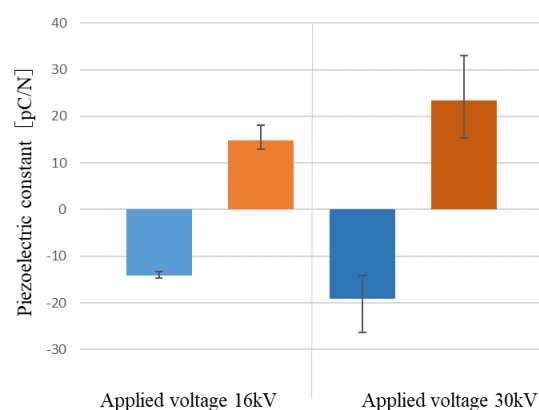


Fig.5 Piezoelectric constant at d33 meter

5 結言

- 1) エレクトロスピンニング法により作製された PLLA ナノファイバーには圧電特性が存在することを示した。
- 2) 大きなばらつきがあったものの、エレクトロスピンニング法の印加電圧が PLLA ナノファイバーの圧電定数に影響すると考える。

「参考文献」

- 1) 田實佳郎（監修），高分子圧電材料と無機圧電セラミックスの基礎から応用 pp133-157
- 2) 瀧田裕一，ナノ素材を応用した複合材料の開発と機械的特性評価に関する研究，日本大学修士論文