

研究論文

グラビア印刷法を用いて作製したポリ乳酸ナノシートの機械的特性

[†]仲野駿佑*, 玉田麻樹雄*, Mohd Danial IBRAHIM**, 落合成行*, 岩森 暁***Mechanical Characteristics of Polylactic Acid Nanosheet Prepared by Gravure Printing Method**

by

[†]Shunsuke NAKANO*, Makio TAMADA, Mohd Danial IBRAHIM**, Masayuki OCHIAI* and Satoru IWAMORI*

(Received May 25, 2025; Accepted Jun. 23, 2025)

Abstract

The objective of this study is to investigate the physical properties of polylactic acid (PLA) nanosheets. Due to their extremely large surface area relative to thickness, nanosheets can conform to complex, uneven surfaces without the need for adhesives. Consequently, PLA nanosheets have been proposed as potential substrates for wearable devices and as alternatives to sutures in surgical applications. To support such applications, it is essential to understand the frictional behavior between nanosheets and human skin. In this study, poly-L-lactic acid (PLLA) and poly-DL-lactic acid (PDLLA) nanosheets with thicknesses ranging from 25 to 200 nm were fabricated using a roll-to-roll production process incorporating gravure printing. The fundamental properties of the resulting thin films, including crystallinity, elastic modulus were systematically characterized. Furthermore, the coefficient of friction between these PLA nanosheets and human skin was evaluated using a force transducer, to elucidate the underlying contact mechanics.

Keywords: Nanosheet, Roll-to-roll, Young's modulus, Friction**1. 緒言**

高柔軟性・高接着性などの特徴を有する数十 nm に膜厚を制御した高分子超薄膜（以下、ナノシートと称す）に注目が集まっている。ナノシートは厚さに対し表面積が非常に大きいので、接着剤を用いずに複雑な凹凸表面上に綺麗に貼ることが可能である。そのためウェアラブル電子機器の基板や創傷被覆材などの皮膚に貼り付けるデバイスへの応

用が期待されている。ウェアラブル電子機器の基板が超薄膜化することで機能は変わらずに超小型化できることから軽量化、コストダウンに繋がると予測できる。このことからナノシートは広範囲の研究分野に適用される。岡村ら^{1),2)}は生体適合性や生分解性などの特徴を有する Poly-L-lactic acid（以下、PLLA と称す）を材料として用いることで、人体が拒否反応を引き起こすことなく、生体内部に貼ることが可能なナノシートを開発した。また、松谷ら³⁾によってナノシートによる動物の肺修復が行われたため今後はヒトへの応用が期待されている。そのため、ナノシートは医療分野において幅広く用いられることが予測されている。また、これらの研究では PLLA が用いられているが、結晶性であるため高温下では結晶化して物性が変化してしまい⁴⁾、熱処理などのプロセスの発展が望めない。そこで PLLA と Poly-D-lactic acid が混在した Poly-DL-lactic acid（以下、

令和 7 年 5 月 25 日受付

- * 東海大学総合理工学研究科総合理工学専攻：神奈川県平塚市北金目 4 丁目 1-1
TEL 0463-58-1211
OCTAD014@mail.u-tokai.ac.jp; s.nakano3150@gmail.com
Department of Mechanical Systems, Tokai University, 4-1-1 Kitakaname, Hiratsuka-shi, Kanagawa 259-1292, Japan
- ** Faculty of Engineering, Universiti Malaysia Sarawak
Jln Datuk Mohammad Musa, 94300, Kota Samarahan, Sarawak, Malaysia
imdaniel@unimas.my

[†] : 連絡先/Corresponding author