

# 熱ナノインプリントによるナノパターンを有するポリマー基板上へのリン酸 Ca 系薄膜の堆積

## Deposition of calcium phosphate thin films on polymer sheets nanopatterned by thermal nanoimprint

東工大物質理工<sup>1</sup>, 神奈川県産技総研<sup>2</sup>

○(M1)金子 奈帆<sup>1</sup>, 大賀 友瑛<sup>1</sup>, 大島 淳史<sup>1</sup>, 金子 智<sup>2,1</sup>, 松田 晃史<sup>1</sup>, 吉本 護<sup>1</sup>

Tokyo Tech<sup>1</sup>, KISTEC<sup>2</sup>

○Naho Kaneko<sup>1</sup>, T. Oga<sup>1</sup>, A. Oshima<sup>1</sup>, S. Kaneko<sup>2,1</sup>, A. Matsuda<sup>1</sup>, M. Yoshimoto<sup>1</sup>

E-mail: kaneko.n.ai@m.titech.ac.jp

【はじめに】多様な物性を示す機能性セラミックス薄膜と、軽量で加工性や化学耐久性を併せもつポリマー基板を融合したフレキシブルデバイスはセンサーやオプトエレクトロニクスをはじめ、ペースメーカーを用いたデバイス治療などバイオ医療分野まで広範な応用が期待されている<sup>[1]</sup>。こうしたデバイス形成では異種材料界面も重要な因子となり、その制御の例としてポリマー基板表面のマイクロ・ナノパターニングが図られてきた<sup>[2]</sup>。我々も、polyimide(PI)やアクリル樹脂などポリマー表面へ原子ステップ形状を熱ナノインプリント転写し、それらを基板とした機能性セラミックス薄膜成長も研究してきた<sup>[3]</sup>。一方で、バイオ医療分野での応用には、デバイスの生体適合性も欠かせない要素となる。たとえば、ヒドロキシアパタイト(HAp)に代表されるリン酸 Ca 系材料は高い生体親和性を持つセラミックスとして知られており、圧電性の報告もされている<sup>[4]</sup>。これらをポリマー基板上に合成することで安定かつフレキシブルなスマートバイオマテリアルの形成に寄与することができる。本研究ではポリマー基板上におけるナノ構造バイオマテリアルの構築を目的としてナノパターンを有するポリマー基板上へのリン酸 Ca 系薄膜の成長を検討した。

【実験と結果】本研究では①ポリマー基板のナノパターニング、②パターニングされたポリマー基板のアルカリ処理による表面へのカルボキシ基の導入、③溶液浸漬によるリン酸 Ca 系薄膜成長を行った。ここでは周期的原子ステップパターンを有する PI(三井化学、ECRIOS VICT-Bnp<sup>TM</sup>、 $T_g=265^\circ\text{C}$ )への薄膜堆積について示す。①で作製した原子ステップ PI 基板に対し<sup>[3]</sup>、②において NaOH aq. (0.1 M)を用いたアルカリ処理を室温で 10 分間行った。その後③において、擬似体液 HBSS(+)(富士フィルム和光純薬、082-08961)中に  $37^\circ\text{C}$  で浸漬することでリン酸 Ca 系薄膜の成長を行った。Fig. 1 に(a)ナノインプリント後および(b)アルカリ処理後の PI 基板、また (c)に 24 時間の HBSS(+)浸漬サンプルの AFM 像を示す。原子ステップ PI 基板の NaOH aq. 処理によるカルボキシ基修飾を行った後においても<sup>[5]</sup>、表面に形成された高さ約 0.3 nm の原子ステップ形状は維持されることがわかった。HBSS(+)浸漬後では原子ステップ形状表面の一部に極薄層と微粒子が成長していることが観察された。Fig. 1(c)の高さプロファイルから、高さ $\sim 0.5$  nm の極薄層が堆積したことが確認できた。基板表面のカルボキシ基は擬似体液中で HAp 堆積を誘導することから<sup>[5]</sup>、リン酸 Ca 系薄膜堆積の最初期過程を示唆する観察結果と考えられる。講演ではナノウォール配列などの異なるパターン上や条件での堆積、その過程の検討についても発表する。

1) Y. Ma, et al., *Adv. Mater.*, **32**, 1902062 (2020).

2) Y. Yang, et al., *ACS Nano*, **6**, 2877 (2012).

3) G. Tan, et al., *Nanotech.*, **27**, 295603 (2016).

4) M. Pawlikowski., *Arch Clin Biomed Res.*, **1**, 132 (2017).

5) M. Hashizume, et al., *J Ceram. Soc. Jpn.*, **121**, 816 (2013).

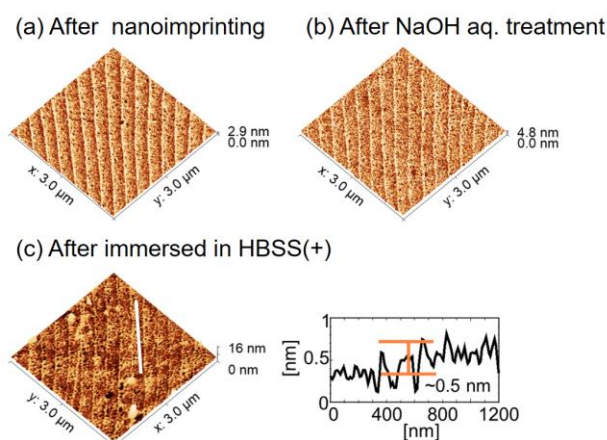


Fig. 1 AFM images ( $3 \times 3 \mu\text{m}^2$ ) of PI sheets (a) as nanoimprinted using an atomically stepped sapphire mold, (b) treated with 0.1 M NaOH for 10 min and (c) immersed in HBSS(+) at  $37^\circ\text{C}$  for 24 h.