

課題番号 : F-19-BA-0011  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : 電界放出型走査電子顕微鏡によるナノロースの薄膜及び紙の表面構造観察  
 Program Title (English) : Observation of surface structure of nanocellulose thin film and paper by FE-SEM  
 利用者名(日本語) : 林冠萱<sup>1)</sup>, ハリム アブデュル<sup>1)</sup>, イガン, 江前敏晴<sup>2)</sup>  
 Username(English) : K.-H. Lin<sup>1)</sup>, A. Halim<sup>1)</sup>, Lee Kang<sup>2)</sup>, T. Enomae<sup>2)</sup>  
 所属名(日本語) : 1) 筑波大学生命環境科学研究科, 2) 筑波大学生命環境系  
 Affiliation(English) : 1) Graduate School of Life and Environmental Sciences, Univ. of Tsukuba, 2) Faculty of Life and Environmental Sciences, Univ. of Tsukuba.  
 キーワード/Keyword : 形状・形態観察、電界放出形走査型電子顕微鏡、セルロース紙

## 1. 概要(Summary)

セルロース繊維の中の非晶構造部分を硫酸で加水分解し、結晶構造単位であるマイクロフィブリルを抽出することで、ナノレベルの寸法をもつ紡錘状のセルロースナノクリスタル(CNC)を得ることができる。CNC層をインクジェット紙に印刷して高解像度の電界放出型走査電子顕微鏡(FE-SEM)を使ってその表面を観察した。表面の微細構造と表面粗さとの関係を検討した。

また文化財の日本画が劣化する要因を検討するため、裏打ち紙を貼り合わせるための接着剤であるデンプン糊が、紙表面にどの程度残るかを調べた。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

電界放出形走査型電子顕微鏡

### 【実験方法】

(1) 市販インクジェット(IJ)紙に IJ プリンタを使い CNC 懸濁液の下塗り層を数層形成し、その上に銀ナノ粒子インクで電極を印刷した。CNC 層数については、無印刷(no CNC)、1 層(C1)、5 層(C5) とし、表面観察及び表面粗さを測定した。

(2) 日本画文化財本紙及びその裏を打つための肌裏紙を準備し、肌裏紙にデンプン糊を塗布してから本紙に貼り付けた。本紙には繊維が細く密度の高い宣紙を用い、肌裏紙には宣紙及び多孔性の薄美濃紙を用いた。剥離試験を行った後、接着していた紙表面を

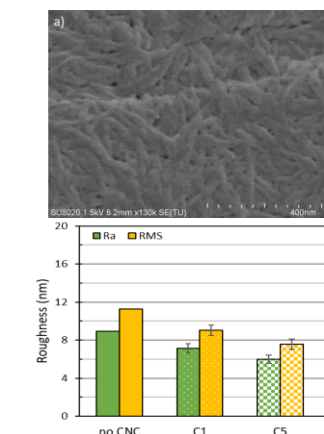


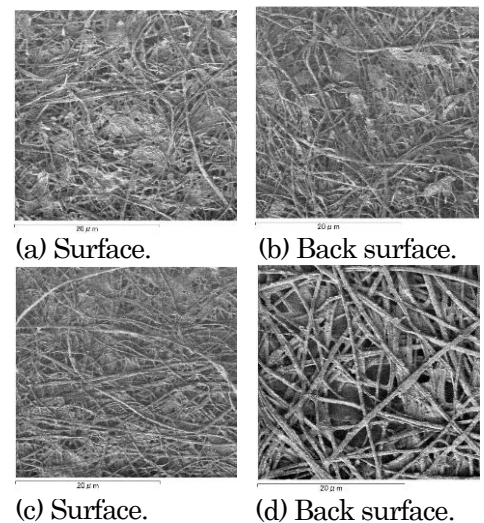
Fig. 1 CNC layer surface (a) and surface roughness (b).

観察した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

(1) インクジェット紙上に層数の異なる CNC 層 (noCNC、C1、C5) をインクジェット印刷することができた。C1 (層数が多くても同様) 表面の SEM 写真を Fig. 1(a) に示す。長さ約 160 nm、幅 20 nm の CNC が観察された。CNC 層数を増加させることで表面粗さが減少した (Fig. 1(b))。

(2) 宣紙の繊維が短くて緻密であるために糊が本紙 (Fig. 2a) 及び肌裏紙 (Fig. 2b) とともに、表面に多く留まることが観察された。本紙に宣紙 (Fig. 2c)、



肌裏紙に薄美濃紙 (Fig.

Fig. 2 Japanese paint paper and backing paper surfaces after delamination tests.

2d) を用いると内部へ浸透しやすく表面に留まる糊が少ないことが観察され、剥離強度も低かった。

## 4. その他・特記事項(Others)

なし。

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- 1) K-H Lin, T Enomae, F-C Chang, "Cellulose Nanocrystal Isolation from Hardwood Pulp using Various Hydrolysis Conditions", *Molecules*, 24(20), 3724(2019).
- 2) K-H Lin, D-H Hu, T Sugimoto, F-C Chang, M

Kobayashi, T Enomae, "An analysis on the electrophoretic mobility of cellulose nanocrystals as thin cylinders: relaxation and end effect", RSC Adv., 9, 34032 (2019).

- 3) A Halim, Y Xu, K-H Lin, M Kobayashi, M Kajiyama, T Enomae, "Fabrication of Cellulose Nanofiber-Deposited Cellulose Sponge as an Oil-Water Separation Membrane", Sep. Purif. Technol., 224, 1 Oct, 322 (2019).

#### 6. 関連特許 (Patent)

なし。