

セッションC：生態影響



C-5 「綿のセルロースナノファイバーを利用した 石鹼用スクラブ剤開発」



あいち産業科学技術総合センター
産業技術センター 環境材料室
主任研究員 森川 豊

植物素材製スクラブ剤開発の背景

1次マイクロプラスチックとは

- 
- 
- マイクロプラスチック（5mm以下）の形状で、製造、販売されている粒子
⇒容器類などの2次マイクロプラスチックと比べ、リサイクルが困難
 - 有害物の生物濃縮などで、海洋汚染の可能性
 - 国内19万トン/年、全世界236万トン/年が生産
 - 樹脂ペレット、化粧品用スクラブビーズ、工業用研磨剤、塗料添加剤など
 - 2016年3月 日本化粧品工業連合会が会員企業に使用の自主規制要請（海外では製造、販売、輸入に規制）

代替素材向けに開発するスクラブ粒子の特徴

- 植物由来のセルロースナノファイバーの高い凝集性能を利用した石油系バインダレスの生分解性粒子
- 樹脂製スクラブ剤と同等硬度（モース硬度4以下）の粒子

引用 <http://www.cnn.co.jp/business/35076480.html> 2016.01.20 Wed posted at 11:49 JST
平成28年度化学物質安全対策(マイクロプラスチック国内排出実態調査)報告書

<https://re-log.com/microbeads/>

植物素材のセルロースナノファイバー（CNF）とは

▶最も多い有機物

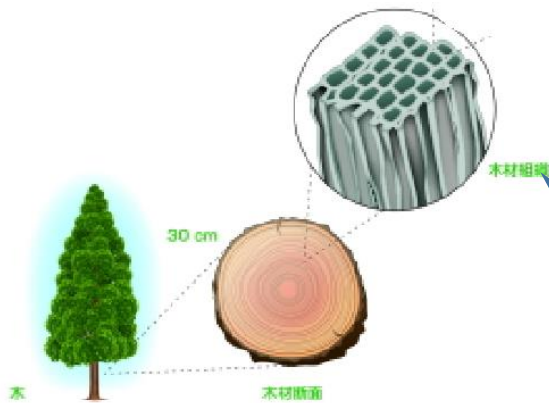
地球上で光合成により年間1,700億トンのバイオマスが生産

▶地球温暖化対策

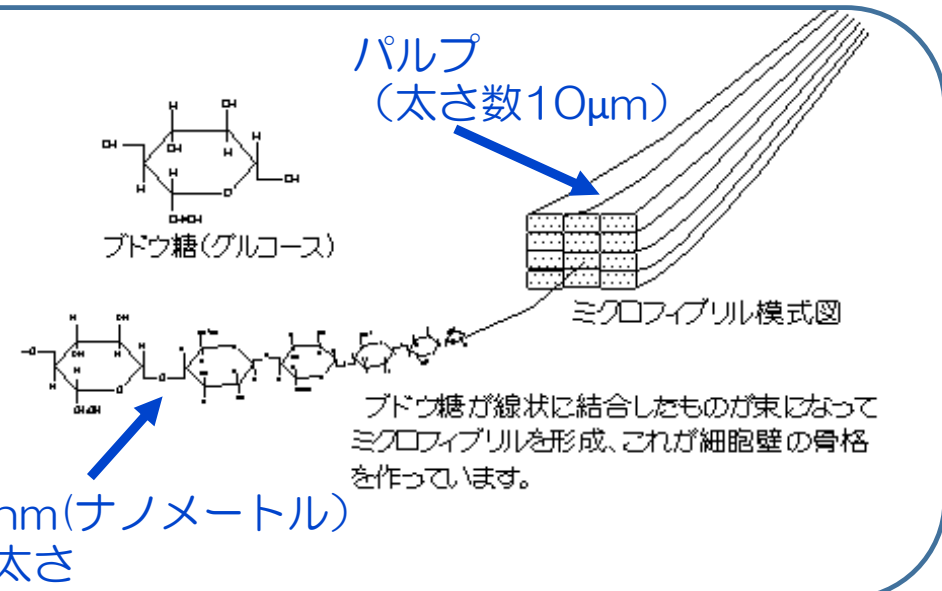
カーボンニュートラル、光合成により固定化された二酸化炭素を利用

▶環境適応素材、天然素材由来のナノ材料（太さ；数～100nm）

生分解性、リサイクル性、安全性、ESG投資対象



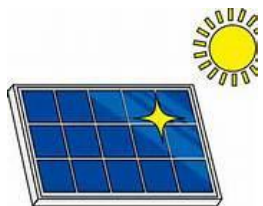
木材（植物）組織中に、**光合成**で作られたグルコース（糖）を基本構造にもつ



木、綿、タケ、稲わらなどの植物が原料

引用：ナノセルロースフォーラムHPおよびセルロースの辞典

CNFが期待される用途



プラスチック・ゴム
建材、塗料



化粧品・食品

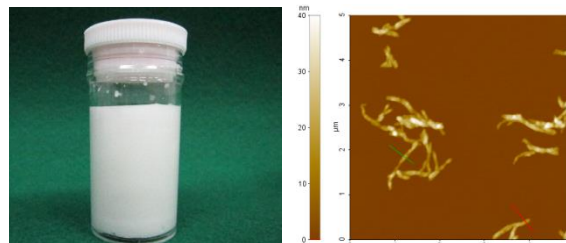


セルロースナノファイバー

光・電子デバイス
電池用セパレータ



再生医療・分析



バイオ燃料
発酵原料



環境浄化



2030年には国内で1兆円という大きな市場性が期待されている
各種プラスチック製品の代替素材として注目されている

原料の選択（綿加工工場の端材および落綿）



日清紡テキスタイル（株）

環境・エネルギーに配慮した
繊維製品の開発・販売



各種綿製品

落綿とは



- 原綿中に含まれる、紡績系には不適な短繊維
(細く均質な紡績糸を生産するためには短繊維を確実に除去することが必要)
- 工場内で発生する落綿はおよそ年間1,000 t
- 現状では不織布や軍手など使い捨て商品への転用が主たる用途であるため、付加価値を向上、利用する開発を行っている。

日清紡テキスタイル株式会社において綿製品生産時に発生し、
有効な利用方法が望まれる素材を開発に用いた（環境に配慮）

セルロースのナノ加工（CNF化）

ナノ加工装置

グラインダー



増幸産業（株）製
スーパーマスコロイ
ダー α 10

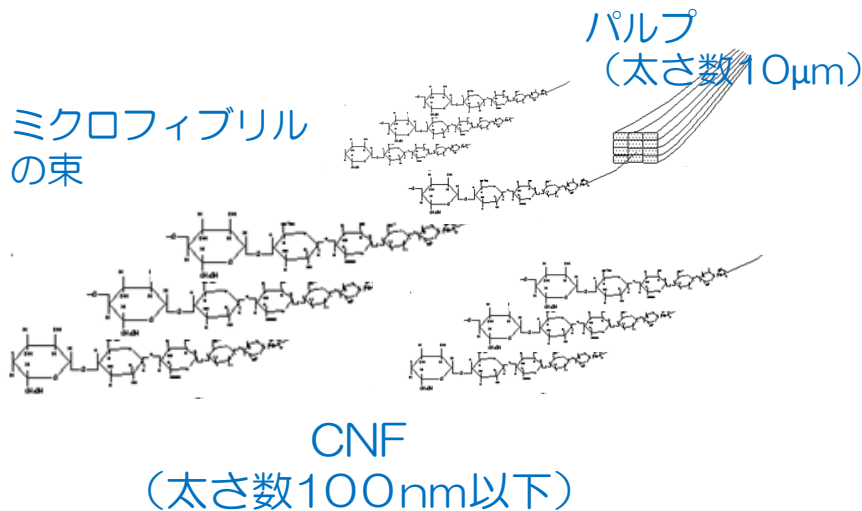
高圧ジェットミル



吉田機械興業（株）製
ナノヴェイタ C-ES



吉田機械興業（株）製
NVB 試作装置



機械加工により太さ 100nm 以下（マイクロフィブリルの束）のCNFが作られる。

CNFは分子内に**多数の水酸基**（ $-\text{OH}$ ）を有するファイバー構造をしており、**水素結合と分子の絡みによる自己凝集体を形成する**

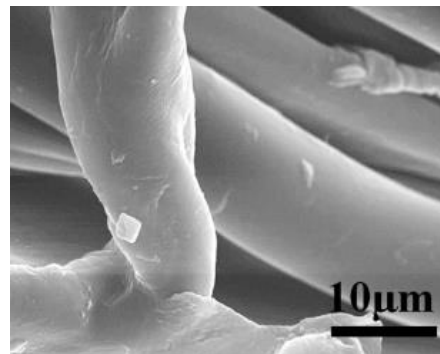
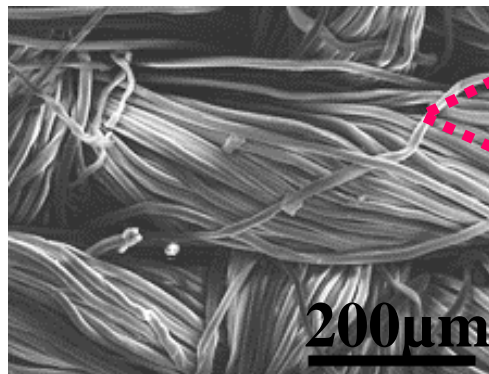
当センター保有機器より、原料に適合した装置を選択（特許5232976号）条件を変えた様々なCNFを試作、自己凝集などを比較

原料と加工試料のSEMおよびAFM像

原料



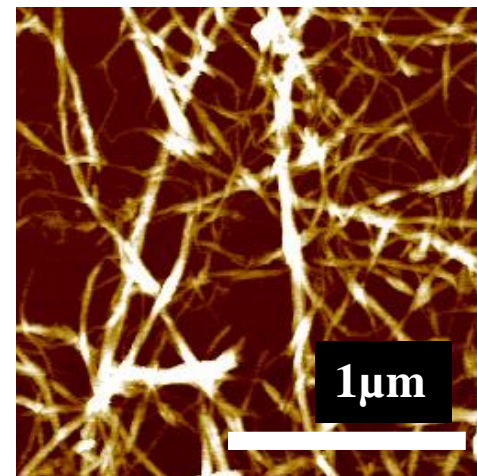
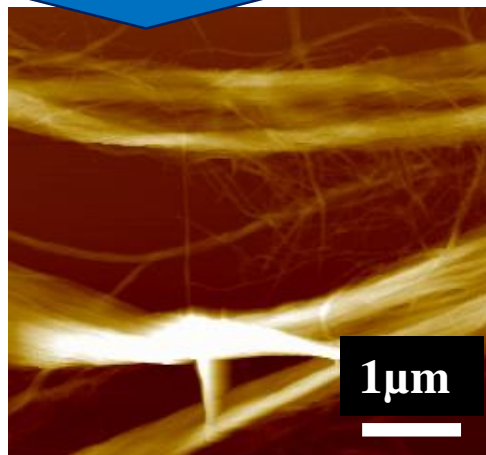
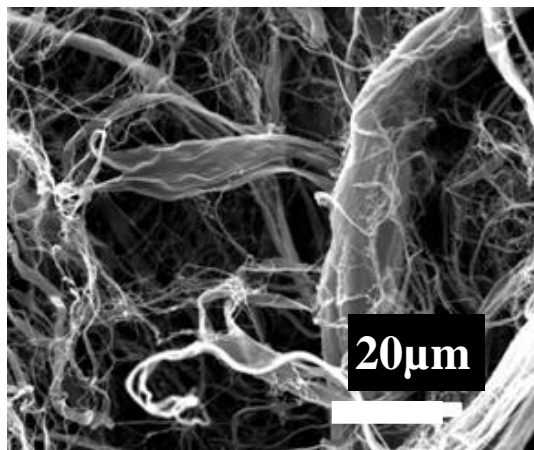
落綿と端材



拡大

様々なナノ加工試料の調製

加工試料

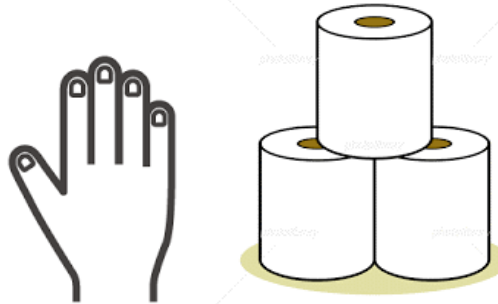


綿のナノセルロース化

粒子の物性評価、モース硬度



図 モース硬度計試験例



爪（硬度2.5）より硬い
紙製品を作ります
（しかも、バインダレス）

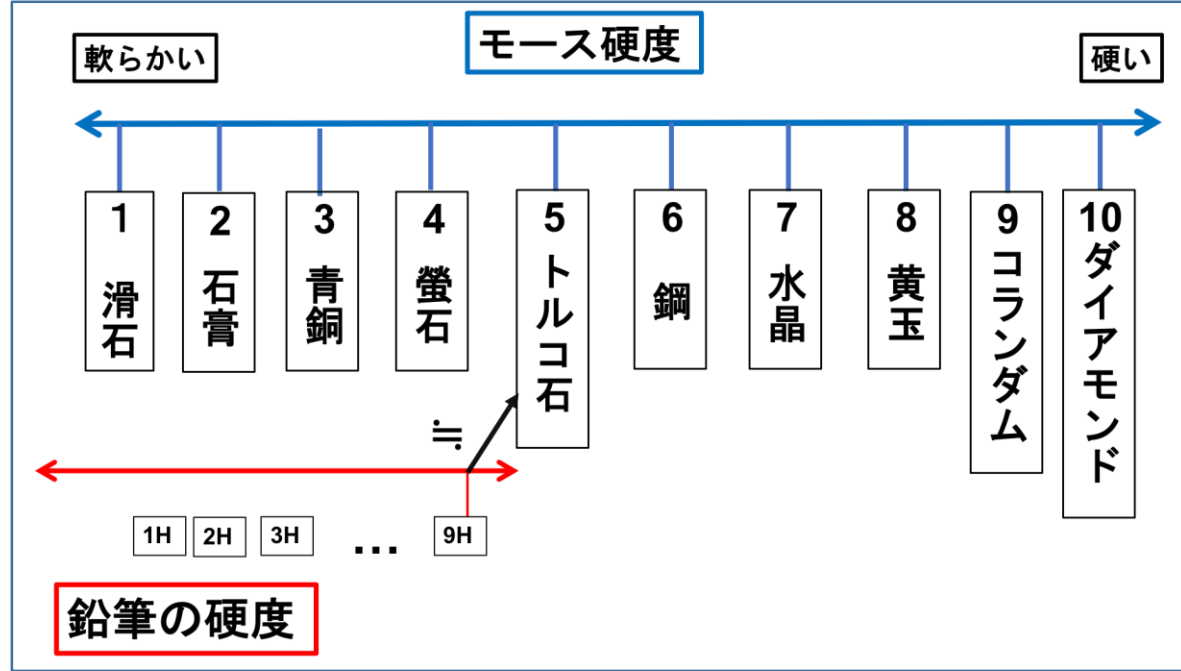


図 モース硬度の標準鉱物と鉛筆硬度との比較

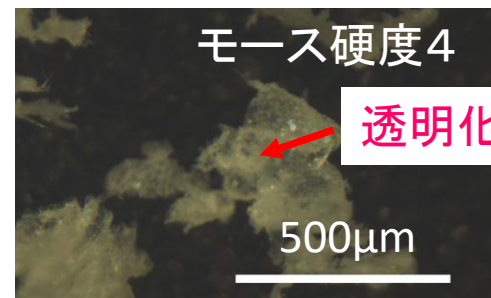
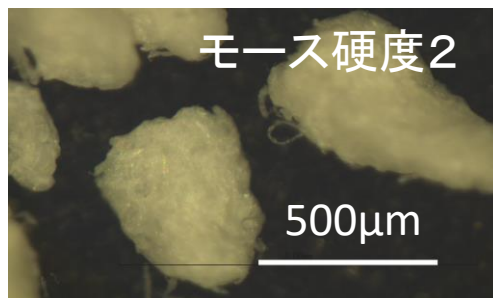
工業用研磨剤（プラスチック）の
モース硬度 2~4

綿のCNF由来の乾燥粒子のモース硬度が2から4になれば、
工業用研磨剤（スクラブ剤）の代替材として使用できる

CNF乾燥と試作粒子のモース硬度



中央化工機(株)製
振動乾燥機(左)とドラムドライヤ(右)
の外観写真



CNF粒子の実体顕微鏡写真

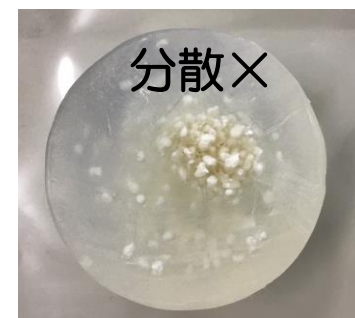
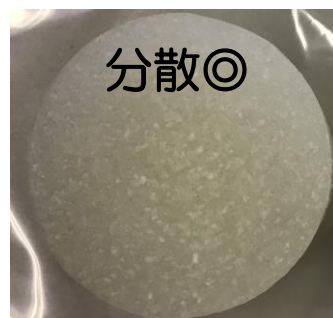
高硬度CNF粒子試作技術構築

表 様々なCNF粒子のモース硬度

乾燥装置	綿のナノ加工	モース硬度
スプレードライ	無し	1未満
	有り	1未満
ドラムドライヤ	無し	1未満
	有り	1~1.5
振動乾燥機	無し	1未満
	有り	1~4

- 振動乾燥機でCNFを乾燥し、工業用研磨剤並みに高い硬度の粒子を得た。
- CNFの形状および乾燥条件により粒子の硬度をコントロール可能。

綿のCNF (CoNF) スクラブ剤を添加した石鹼の試作



試作石鹼

粒子径、濃度による石鹼合成や分散への影響を確認して配合を決定

綿取る（メントール）スクラブ石鹼
発売元：日清紡テキスタイル（株）

公財 科学技術交流財団、
企業連携技術開発支援事業により
本年度600個ほど試作



CNF粒子

CNF粒子、試作石鹼
生菌数5CFU/g未満、大腸菌群陰性

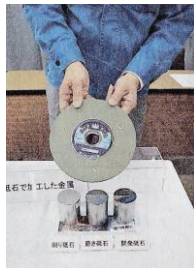
用途に応じてスクラブ剤のモース硬度（1から4）を選択
1次マイクロプラスチック製スクラブ剤不使用
石油化学製のバインダー不使用

まとめと今後の展望

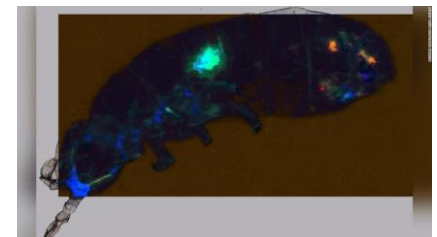
- ▶ 1次マイクロプラスチックの代替素材として、植物性生分解素材のセルロースを用いる技術開発を行った。
- ▶ セルロース原料には、有効利用が望まれる綿の端材や落綿を用いた。
- ▶ 綿をナノ加工することで、最大でモース硬度4の乾燥粒子を石油系バインダレスで試作可能となった。
- ▶ 石鹸合成中に、沈殿・凝集なく良好な分散性を得るための乾燥粒子の粒子径、濃度の適正化を図った。
- ▶ 生菌数5CFU/g未満、大腸菌群陰性（試作粒子、石鹸）の確認。
石鹸600個を試作した。（発売元：日清紡テキスタイル(株)）



多用途への展開



分解、生物影響評価



<https://www.cnn.co.jp/fringe/35155765.html://rief-jp.org/ct12/79885>