

「ナノセルロース Now and Then」



CNFの今を
俯瞰する！

2024年2月27日(火) 13:00～17:40

主催: 京都大学生存圏研究所 バイオナノマテリアル共同研究拠点(経済産業省Jイノベ拠点)

共催: 近畿経済産業局、地方独立行政法人京都市産業技術研究所、

環境省ナノセルロースプロモーション事業、ナノセルロースジャパン

後援:

紙パルプ技術協会、日本製紙連合会、セルロース学会、

公益社団法人日本材料学会関西支部、

公益社団法人日本材料学会木質材料部門委員会、一般社団法人日本木材学会、

一般社団法人プラスチック成形加工学会、京都大学産官学連携本部、

一般社団法人西日本プラスチック製品工業協会、SPE日本支部、

関西イノベーションイニシアティブ(代表幹事機関公益財団法人都市活力研究所)、

一般社団法人京都知恵産業創造の森、四国CNFプラットフォーム、

ふじのくにセルロース循環経済フォーラム、薩摩川内市竹バイオマス産業都市協議会、

晴れの国CNF連絡会、みやぎCNFプロジェクトチーム、フィラー研究会(順不同)

プログラム

- 開始20分前からCNF関連動画を配信します。-

13:00 開会挨拶

13:05 シンポジウム20年を振り返って 京都大学 生存圏研究所 矢野 浩之 氏

13:20第一部 ナノセルロースの産業化 - ナノセルロースに関わる企業16社 -

- ①王子HD(株)、②大王製紙(株)、③(株)ダイセル、④中越パルプ工業(株)、
- ⑤日本製紙(株)、⑥北越コーポレーション(株)、⑦レンゴー(株)、⑧(株)スギノマシン、
- ⑨第一工業製薬(株)、⑩星光PMC(株)、⑪豊田合成(株)、⑫(株)Nature Gifts、
- ⑬(株)デンソー、⑭トヨタ紡織(株)、⑮利昌工業、⑯SOLIZE(株)

16:30 第二部

機能性ナノセルロース

東京大学大学院 農学生命科学研究科 生物材料科学専攻 齋藤 継之 氏

構造用セルロース

京都大学 生存圏研究所 矢野 浩之 氏

17:35 閉会挨拶

17:40 閉会

シンポジウム20年を振り返って

京都大学 生存圏研究所
教授 矢野 浩之 氏

生存圏シンポジウム：Nanocellulose Symposium final

シンポジウムの20年を振り返って



シンポジウム要旨集

会場にバックナンバーがあります。ご自由に。



ナノセルロースに関する論文・著書数の推移



Nanocellulose Symposium の歴史①

第1回:2004年11月18日 “次世代循環型資源複合材料

- グリーンコンポジットからナノコンポジットまで -”

第2回:2005年12月5日 “セルロースナノコンポジット - 基礎・現状・ポテンシャル -”

第3回:2006年10月31日 “未来を拓くバイオナノファイバー

- 鋼鉄のように強い植物材料 -

第4回:2007年9月28日 “ここまで来たバイオ材料技術

- バイオ材料技術の産業化を目指して - ”

第5回:2010年3月15日 “百年前を振り返り、次の百年を目指すバイオ材料を

次世代基幹産業の柱のひとつに”

第6回:2011年3月10日 “セルロースナノファイバー最前線”

第7回:2012年3月12日 “未来の自動車は“植物”で創る

- セルロースナノファイバーを用いた高機能でGreenな研究開発 -

国際シンポ:2012年10月15日 Nanocellulose Summit @京都テルサ

第1回:2004年11月18日

全国共同利用に向けた第2回生存圏シンポジウム

次世代循環型資源複合材料

— グリーンコンポジットからナノコンポジットまで —

日 時：平成16年11月18日（木）午前10時—午後4時

場 所：京都大学生存圏研究所木質ホール3階（宇治市五ヶ庄 宇治キャンパス内）

主 催：京都大学生存圏研究所

開会の挨拶 生存圏科学と循環型資源・材料

川井 秀一 （京都大学生存圏研究所学際萌芽研究センター・センター長）

セッション1 植物系FRP：原料から生産、利用まで

植物繊維の配向制御による材料開発

川井 秀一 （京都大学生存圏研究所学際萌芽研究センター・センター長）

竹繊維強化複合材料の開発と応用

藤井 透 （同志社大学竹の高度利用研究センター・センター長）

グリーンコンポジットの現状と今後の進展

高木 均 （グリーンコンポジット研究会幹事、徳島大学工学部・助教授）

昼 食

セッション2 セルロース系ナノコンポジット

特別講演：Cellulose Nanocomposites

Lars Berglund （Professor, Royal Inst of Technology, Sweden）

Cellulose Nanocomposites Activities in Norway.

Kristiina Oksman

（Professor, Norwegian University of Science and Technology）

セルロースマイクロフィブリル強化透明材料

能木 雅也 （京都大学国際融合創造センター・産学連携研究員）

マイクロフィブリル化セルロース複合材料

矢野 浩之

（京都大学生存圏研究所・教授）9

全国共同利用化に向けた第2回生存圏シンポジウム

次世代循環型資源複合材料

— グリーンコンポジットから
ナノコンポジットまで —

セッション1

植物系FRP：原料から生産、利用まで

セッション2

セルロース系ナノコンポジット

日 時：平成16年11月18日（木）午前10時～午後3時

場 所：京都大学生存圏研究所 木質ホール
（宇治市五ヶ庄 京都大学宇治キャンパス内）

主 催：京都大学生存圏研究所

共 催：日本木材加工技術協会関西支部、木質プラスチック複合体研究会、
日本材料学会複合材料部門委員会、同志社大学竹の高度利用研究センター
関西TLO（株）

入場無料

第2回:2005年12月5日

“セルロースナノコンポジット - 基礎・現状・ポテンシャル -”



●プログラム●

The Biobased Materials Industry of Tomorrow and Beyond

Roger. M. Rowell (米国農務省林産物研究所 教授)

GSC (グリーンサステイナブルケミストリー) から見たセルロース系材料への期待

染宮 昭義 (財化学技術戦略推進機構 戦略推進部長)

The Potential for New Cellulose Composites

Lars Berglund (スウェーデン王立工科大学バイオフィ이버センター 教授)

セルロース系ナノコンポジット開発の現状と今後

矢野 浩之 (京都大学生存圏研究所 教授)

セルロースの力学的極限と All-セルロース複合材料

西野 孝 (神戸大学工学部 教授)

バイオマスを原料としたエポキシ樹脂合成とセルロース系コンポジットへの展開

岸 肇 (兵庫県立大学工学研究科 助教授)

京大生存研・京都市産技研における 構造用ナノセルロース材料開発

2005-

研究開発: 経産省・NEDO

H17-18 経産省地域コンソーシアム

京大生存研、京都市産技研、木村化工機、阿波製紙、三菱化学、スターライト工業、松下電工、トヨタ車体

CNF補強効果の確認。一貫プロセスの検討

H19-21 NEDO 大学発事業創出

京大生存研、京都市産技研、産総研広島、日本製紙、王子製紙、三菱化学、住友ゴム、DIC、星光PMC

CNF化学変性の開発、添加剤、樹脂の検討

H22-H24 NEDO GSC

京大生存研、京都市産技研、王子製紙、三菱化学、DIC、星光PMC+アドバイザー7社

自動車用途CNF化学変性、添加剤の開発。

H25- R1 リグノCNF NEDO 非可食性植物資源

京大生存研、王子ホールディングス、日本製紙、星光PMC、京都市産技研+アドバイザー20機関

国際競争力のある製造プロセス開発

実証ステージに

2016-

環境省事業

H28-R1 環境省:NCVプロジェクト:22機関



第6回:2011年3月10日

講演①

「TEMPO酸化シングルセルロースナノファイバーの開発状況」

日本製紙(株) 総合研究所 主席研究員 河崎 雅行氏

講演②

「セルロースナノファイバー強化透明樹脂材料の開発」

(株)三菱化学科学技術研究センター 有機系機能材料研究所

グループリーダー 根本 明史氏

講演③「キチンナノファイバーの製造と応用」

鳥取大学工学部 講師 伊福 伸介氏

講演④

「セルロースナノファイバーに関する海外動向と
京都大学における最新の成果」

京都大学生存圏研究所 教授 矢野 浩之氏

NEDOグリーン・サステイナブルケミカルプロセス基盤技術開発
「セルロースナノファイバー強化による

自動車用高機能化グリーン部材の研究開発」成果発表」

発表①「プロジェクトの概要」

京都大学生存圏研究所 矢野 浩之氏

発表②「ポリオレフィン樹脂との複合化」

京都大学生存圏研究所 中谷 丈史氏

発表③「セルロースナノファイバー強化PP樹脂材料の微細
発泡」

京都市産業技術研究所 伊藤 彰浩氏

発表④「変性セルロースナノファイバーによる樹脂強化」

星光PMC(株) 佐藤 明弘氏

発表⑤「ナイロン樹脂・ABS樹脂との複合化」

京都市産業技術研究所 仙波 健氏



国際シンポ: 2012年10月15日 Nanocellulose Summit 2012

ICC2012 Post conference

ナノセルロース サミット 2012

Nanocellulose Summit 2012

ナノセルロース（セルロースナノファイバー、セルロースナノクリスタル）は今世界で注目されている植物資源由来のナノ材料です。ナノセルロースに関する世界のトップサイエンティスト及び大型プロジェクトのリーダーが一堂に会し、各国のナノセルロース研究および実用化の現状・展望について議論します。ぜひご参加ください。

・ 2012年10月15日 (月)

・ 京都テルサ (裏面に会場案内図)

・ [入場無料] [同時通訳]
[要旨集 (希望者) : 3,000円]



Dr. Antti Laakkonen
Manager, Fibre Cellulose Unit, LUT, Finland



Dr. Richard Berry
CTO, CelluForce, Canada



Dr. Tanja Zimmermann
Head, Applied Wood materials and Cellulose Nanocomposites Laboratory, Empa (Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology), Switzerland



Prof. Derek G. Gray
Emeritus Professor, McGill University, Canada



Prof. Kristina Oksman
Director, Composites Centre Sweden, Luleå University of Technology, Sweden



Prof. Lars Berglund
Director, Wallenberg Wood Science Center, Royal Inst of Technology, Sweden



Pia Quintus
Technology Manager, Nanocellulose Center, VTT (Technical Research Center of Finland), Finland



Prof. Akira Isogai
Professor, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, University of Tokyo, Japan



Prof. Hiroyuki Yano
Professor, Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, Japan

ナノセルロース
ポスター展示 同時開催



Nanocellulose Symposium の歴史②

2013年2月13日 “生物が創り出すナノ繊維

- セルロースナノファイバー 広がる用途開発 -”

2014年3月25日 “セルロースナノファイバー - 日本には資源も知恵もある -”

2015年3月20日 “進む！セルロースナノファイバープロジェクト”

2016年3月22日 “構造用セルロースナノファイバー材料の社会実装に向けて”

2017年3月13日 “CNF材料開発は異分野連携で”

2018年2月27日 “CNF材料を俯瞰する - 原料検討から自動車まで -”

2019年3月4日 “軽くて強いナノ材料 - シューズから自動車へ -”

2020年2月27日 “構造用CNF材料の開発と自動車への応用”

2021年3月9日 “ゼロエミッション・マテリアルへの戦略

- バイオ化・軽量化・リサイクル・断熱 -”

2022年3月29日 “CNFとキチンNF 夢と現実、そしてこれから①” オンライン

2023年2月28日 “CNFとキチンNF 夢と現実、そしてこれから②” 対面・オンライン

2024年2月27日 “ナノセルロース Now and Then” 対面・オンライン

Nanocellulose Symposium2020

第417回 生存圏シンポジウム

構造用CNF材料の開発と 自動車への応用

講演開始 10:00～

※本シンポジウムで撮影した写真を
京大大学生存圏研究所のウェブサイトに
掲載する場合があります。
ご了承の程お願い申し上げます。



ナノセルロースシンポジウム 2020 の中止について

2020 年 2 月 18 日

ご講演者の皆さまへ

2 月 2 7 日開催のナノセルロースシンポジウム 2020 につきましては、新型コロナウイルスの状況を踏まえ、講演会・展示会とも中止いたします。

7 0 0 名を超える参加者がほぼ満席で長時間にわたり聴講すること、展示会場も例年同様に込み合うことを考慮し、断腸の思いで判断するものでございます。

ご講演に当たり準備していただいております皆さまには誠に申し訳ございませんが、

ご理解のほどよろしくお願い申し上げます。

なお、講演要旨集を後日郵送させていただきます。



2021年3月9日

Nanocellulose Symposium 2021／第445回生存圏シンポジウム

「ゼロエミッション・マテリアルへの戦略 バイオ化・軽量化・リサイクル・断熱」

温室効果ガス・ゼロエミッション2050は我が国の総力を挙げて達成しなければならない課題です。今年度のナノセルロースシンポジウムでは、使えば使うほど大気中の二酸化炭素が減っていくゼロエミッション・マテリアルの実現において、セルロースナノファイバー材料がキーマテリアルとなる可能性を、①バイオ化、②軽量化、③リサイクル、④断熱の観点から検証し、参加者全員で共有したいと思います。

主催：京都大学生存圏研究所、

バイオナノマテリアル共同研究拠点（経済産業省地域OI拠点）

共催：近畿経済産業局、地方独立行政法人京都市産業技術研究所、

環境省ナノセルロース・マッチング事業、ナノセルロースジャパン

日時：令和3年3月9日（火）13:00-17:30

今回はオンライン配信（Zoom）です。

2022年3月29日

Nanocellulose Symposium 2022／第468回生存圏シンポジウム

「CNFとキチンNF 夢と現実、そしてこれから」



Nanocellulose Symposium 2023

第 495 回生存圏シンポジウム

ナノセルロース 夢と現実、 そしてこれから Part 2

今年度のナノセルロースシンポジウムは、昨年度に引き続き、CNF、CNC の夢（ポテンシャル）と現実（材料開発の現状）、そしてこれから（今後の方向性）について、長年にわたりそれぞれの分野をリードしてきた皆さんに思う存分に語っていただきます。また、後半には、CNF の実用化に関する環境省事業の成果報告があります。バイオマス由来の高性能材料、カーボンニュートラル、サステナビリティに関心をお持ちの多くの皆様のご参加をお待ちしています。

主催

京都大学生存圏研究所、
バイオナノマテリアル共同研究拠点
(経済産業省 J イノベ拠点)
(<https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/bionanomat/>)

共催

近畿経済産業局、地方独立行政法人京都市産業技術
研究所、環境省ナノセルロースプロモーション事業、
ナノセルロースジャパン

主催

令和 5 年 **2 月 28 日 (火)**

13:00-17:30

対面（先着 40 名）とオンライン配信
(Zoom) のハイブリッド開催。

会場

京都大学生存圏研究所
木質ホール 3 階 大会議室

「ナノセルロース Now and Then」



第一部 ナノセルロースの産業化 - ナノセルロースに関わる企業16社の発表 -

- ①王子HD(株)、②大王製紙(株)、③(株)ダイセル、④中越パルプ工業(株)、⑤日本製紙(株)
⑥北越コーポレーション(株)、⑦レンゴー(株)、⑧(株)スギノマシン、⑨第一工業製薬(株)
⑩星光PMC(株)、⑪豊田合成(株)、⑫(株)Nature Gifts、⑬(株)デンソー、⑭トヨタ紡織(株)
⑮利昌工業(株)、⑯SOLIZE(株)

<詳細は裏面に>

第二部 ナノセルロースの未来

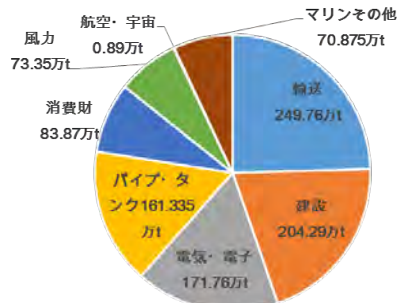
機能性ナノセルロース 東京大学大学院 農学生命科学研究科 齋藤 継之 氏

構造用セルロース 京都大学 生存圏研究所 矢野 浩之 氏



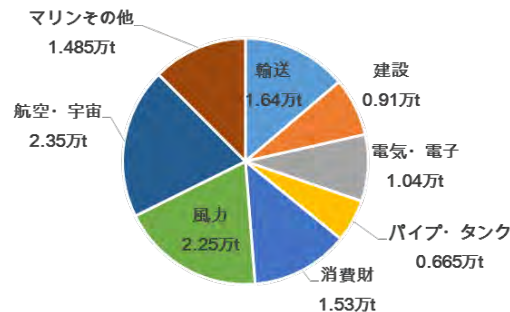
2035年バイオマス材料のCN成長産業化

繊維強化樹脂材料の市場(2016年) 出典: JEC(フランスの複合材料雑誌展示会の会社), 富士経済炭素繊維市場調査など



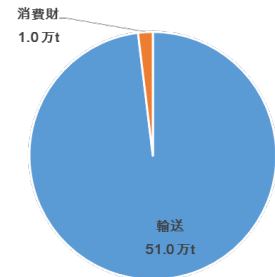
ガラス繊維複合材料
用途別市場規模

1000万トン(8兆円)



炭素繊維複合材料
用途別市場規模

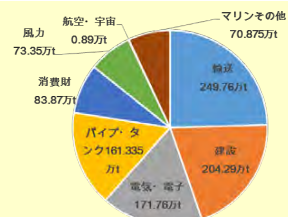
10万トン(1兆円)



パルプ・植物繊維複合材料
用途別市場規模

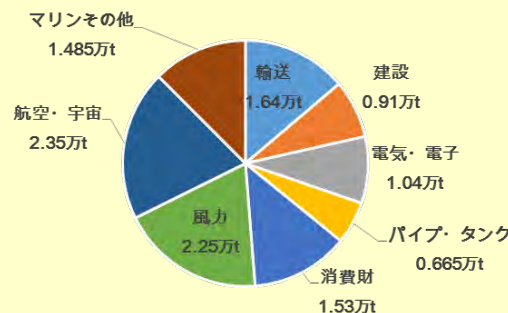
50万トン(3800億円)

2035年



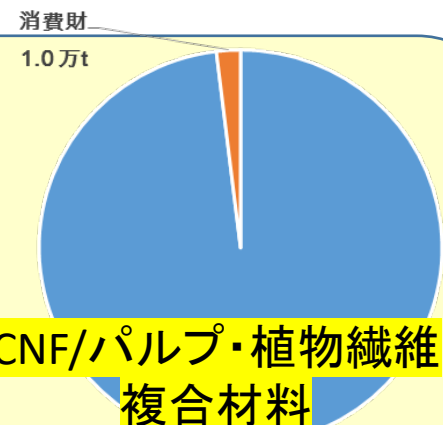
ガラス繊維複合材料
用途別市場規模

500万トン?



炭素繊維複合材料
用途別市場規模

10万トン



CNF/パルプ・植物繊維
複合材料

用途別市場規模

500万トン?

①王子ホールディングスにおけるCNF開発の歩み

王子ホールディングス(株)イノベーション推進本部 CNF創造センター
副センター長 岸 健太郎氏

CelluloseNanoFiber

Nanocellulose Symposium final／第517回生存圏シンポジウム

王子ホールディングスにおける CNF開発の歩み

～リン酸化CNF・CNFシートを中心に～



2024/2/27

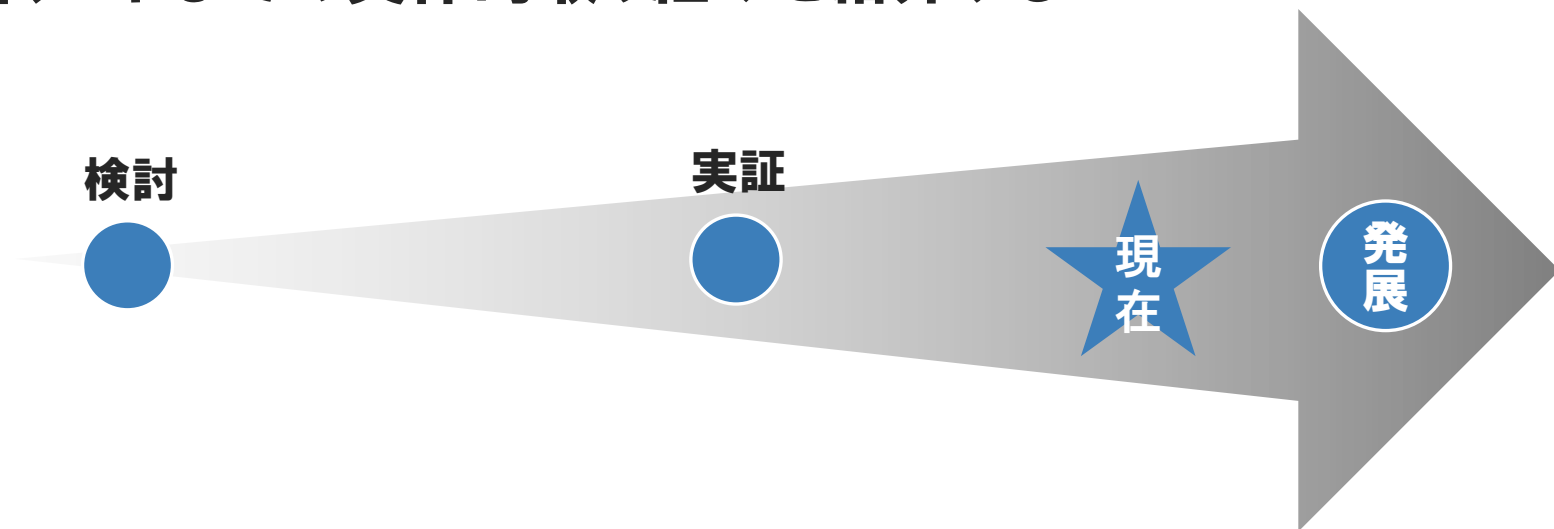
王子ホールディングス株式会社

イノベーション推進本部 CNF創造センター

副センター長 岸 健太郎

CNF開発の経緯～概要～

王子では、下記経緯で研究開発・実用化を進めてきている
→以降、これまでの具体的取り組みを紹介する



基本特性の把握と
製造方法の検討

技術探索

～2000年

実証・開発体制の
構築

技術確立
設備導入

2010年

機能を活かした用途
の実用化促進

実用化

2020年

普及拡大

2030年～

王子での
取り組み

時期

CNF開発の経緯～技術探索～

1990年代
2006
2007～
2009～

CNFの研究を開始

(湿潤紙力耐油紙等への利用検討)

東大(磯貝教授)TEMPO酸化CNFを発表

京大NEDO-PJ(矢野教授)に参加

(自動車用部材向けの補強プラの開発)

化学前処理の検討を開始

→ **独自の化学変性であるリン酸化CNF**
CNF透明連続シート
を主軸に研究開発を進めてきた

リン酸化CNF開発の経緯

～技術確立～
～設備導入～

2015

「リン酸エステル化法」の確立

2017

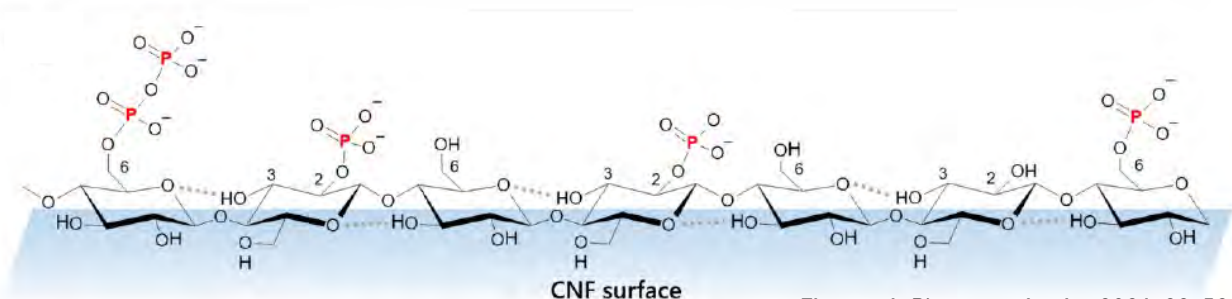
リン酸化CNF実証生産設備稼働

(王子製紙(株) 富岡工場内、設備能力40t/年)

製造時の微細化エネルギーを低減する「リン酸エステル化法」を開発
完全ナノ化したCNF※の製造が可能



※繊維幅約3nm＝完全ナノ化



Zhao et al., Biomacromolecules 2021, 22, 5214–5222

高透明

高増粘

高チキソトロピー性

耐塩性

pH安定性

完全ナノ化CNFの特長

リン酸基由来の機能

CelluloseNanoFib27

リン酸化CNF開発の経緯 ～派生技術～

2017

有機溶剤に分散可能なパウダー開発

2018

リン酸化CNFスラリーラインナップ拡充
(粗大CNF)

顧客の用途に合わせて最適なCNFを提案できるように
ラインナップを拡充

疎水性CNFパウダー

固形分～90%



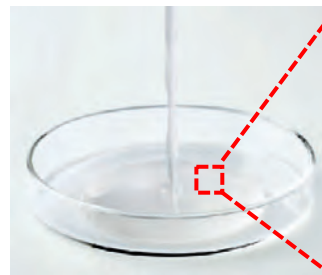
有機
溶剤

高透明・高粘度な
分散液

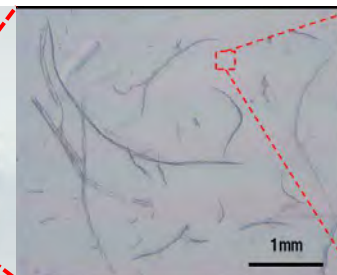


粗大CNF

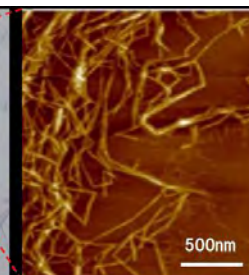
スラリー



長繊維



微細繊維



リン酸化CNF開発の経緯 ～実用化～

2017
2019
2019

一般消費者向けカーケミカル用品に採用
生コンクリート圧送用先行剤に採用
化粧品原料に採用

CNFの高粘度・高チキソロピー性という特長を活かし、
増粘分散剤として実用化

化粧品原料

商品名：アウロ・ヴィスコ CS
販売元：日光ケミカルズ（株）様



CNFの高い粘度と
チキソ性により
べたつかず、みずみずしい感触

受賞歴

in-cosmetics global 2018

生コンクリート圧送用先行剤

商品名：RUBURI（ルブリ）
メーカー：タケ・サイト（株）様

高いチキソ性により
ごく少量で
スムーズに生コンを圧送



リン酸化CNF開発の経緯 ～普及拡大～

2022

CNF-天然ゴム複合材開発

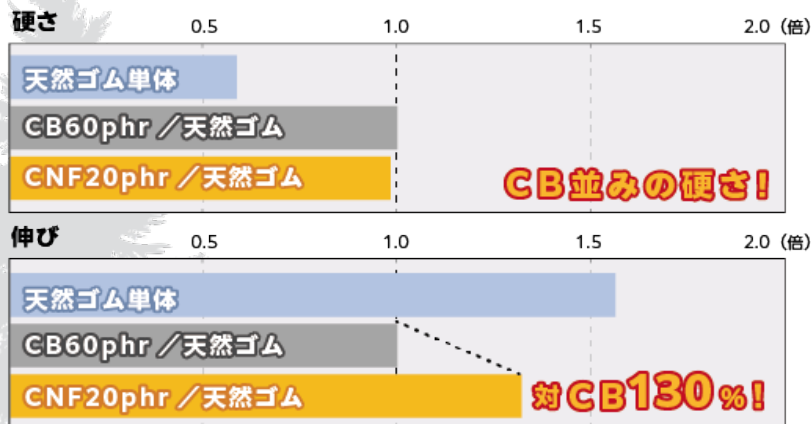
CNF

×

天然ゴム

CNFと水分散形態のゴム原料(ラテックス)を混合することで複合化

ともに天然素材であるCNFと天然ゴムとを複合し、
**カーボンブラック(CB)と同程度の補強効果
(硬さ)と天然ゴムの特徴である伸びを両立**



- 既存充填剤のバイオマスへの置換えに期待

- 新規ゴム素材として用途展開の可能性



2013

2016

2017

世界初！CNFの透明連続シート化に成功

G7伊勢志摩サミットにて政府広報展示

透明連続シート生産設備稼働

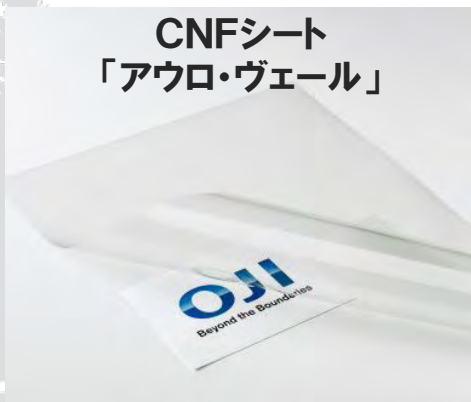
(設備能力 約25万m²/年)

王子独自のシート化技術により

高透明、高強度、柔軟性、熱安定性(寸法・強度)を持つ

CNF透明連続シートの製造が可能

CNFシート
「アウロ・ヴェール」



全光線透過率 [%]	ヘーズ [%]	引張強度 [MPa]	弾性率 [GPa]
91.4	0.5	150	10
熱膨張係数 [ppm/℃]	ガラス転移温度 [℃]	熱分解温度 [℃]	フレキシブル性
60-100℃	200℃以下	5%質量減/分解ピーク	Φ1mm
7.2	無し	270/320	割れ無し

2020
↓

卓球ラケットに採用

CNFシートの特長である高弾性を活かし
比重が同じ木材と複合化した**スポーツ用品で実用化**

卓球ラケット

反発力と弾力が共存した
新たな打感領域の卓球ラケット

受賞歴

卓球王国（雑誌）読者投票

ベストギア・オブ・ザ・イヤー
大賞（2020・2021年）



2018
2019

CNFによるポリカーボネート樹脂高機能化技術開発
ナノ・セルロース・ビークル(NCV)に技術提供
(東京モーターショー 環境省ブースにて展示)

CNFシート

×

ポリカーボネート樹脂

透明性、機械強度、寸法安定性のあるCNFシートをインサート成形することで複合化

ポリカーボネートとCNFを複合し、**透明性を維持したまま、**
弾性率を**従来の約4倍**、線熱膨張係数を**約3分の1**に低減することに成功

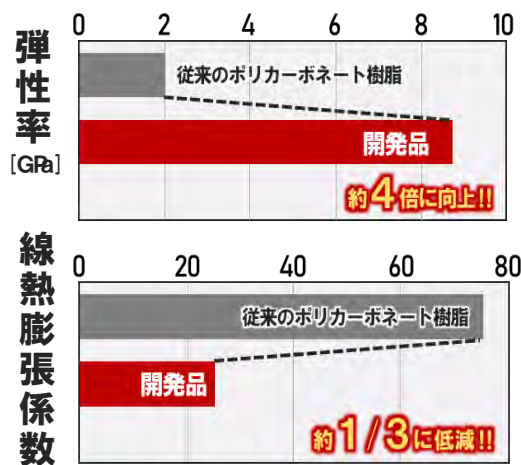
<CNF複合樹脂ガラスの構成>

CNFシート

ポリカーボネートや
アクリル等

CNFシート

CNFシートの厚みで
補強効果を調整可能



派生技術開発：既存事業との融合

2021
2023

セルロースを補強繊維としたマット開発

セルロースを補強繊維としたペレット開発

**CNF開発で培ったノウハウと既存事業の技術とを融合し
カーボンニュートラルのニーズに対応する複合素材を開発**

パルプと樹脂を王子の
独自製法で均一分散

セルロース配合率を高め
減プラに対応

成形加工方法に応じて
最適な複合素材を提案

剛性と耐衝撃性を
両立した成形体

セルロース
ファイバー
(パルプ)

比率
調整
可能

均一分散

ポリオレフィン
樹脂

セルロースマット「タフセルマット」



厚さ、密度
(柔らかさ、硬さ)
の調整が可能

熱プレ
ス成形



弾性の
調節が
可能

セルロース樹脂ペレット「タフセル」



セルロース繊維
へのダメージが
少なく
白色度が高い

射出
成形



複雑な
成型が
可能

今後の展望

王子は、これからも用途・ニーズに適した形態・グレードの
CNF・セルロース素材／複合材を提供し、実用化を進めてまいります



②大王製紙のCNF「ELLEX」の開発状況について

大王製紙（株）新素材研究開発室
室長 大川 淳也氏

大王製紙のCNF「ELLEX」の 開発状況について



大王製紙株式会社
新素材研究開発室

大川 淳也

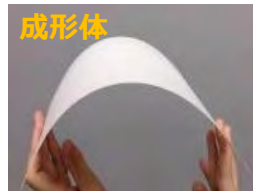
大王製紙のCNF開発



様々なユーザーニーズに対応するためにCNFのラインナップを拡充



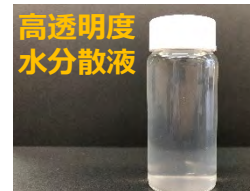
ELLEX-S



ELLEX-M



ELLEX-P



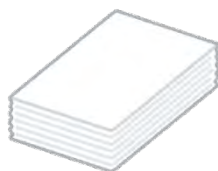
ELLEX-☆



ELLEX-R 6 7

CNF事業化に向けた用途開発・量産化の取組みを加速

機能製品



紙製品
【表面強度】



人工骨補填材
【多孔性】

機能性添加剤



化粧品
【保湿効果】



塗料・インキ他
【耐摩耗性】

樹脂複合品



自動車用部品



家電製品他
【軽量化・高強度】

具体的な実用化事例

ELLEXの種類によってはここに記載されている一部の用途に使用できないものがあります。

トイレクリーナー「キレキラ！」
(当社)



卓球ラケット
(株タマス)



スキー・スノーボード
ワックス
(チームレスキュー合同会社)



レースカー
(SAMURAI SPEED)

観光ツアーバス「プレミアムバス」
(道後プリンスホテルグループ)



コンクリートへの配合
(当社グループ建屋)



大王製紙のCNF開発



当社CNF「ELLEX」のラインナップ

水分散液

ELLEX-S

パイロットプラント

生産能力：150トン/年
稼働年月：2016年4月



樹脂ペレット

ELLEX-R67

パイロットプラント

生産能力：100トン/年
稼働年月：2022年3月



乾燥体

ELLEX-P

パイロットプラント

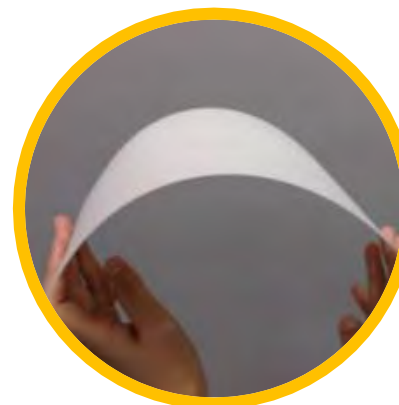
生産能力：63トン/年
稼働年月：2018年1月



成形体

ELLEX-M

CNFシート（開発品）
※愛媛大学・川之江造機株式会社との共同開発



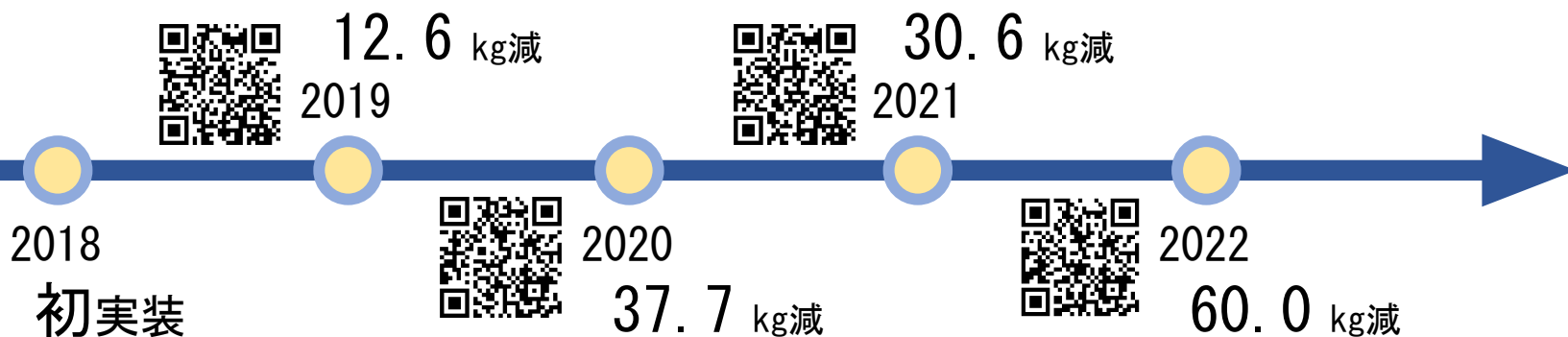
透明水分散液

ELLEX-☆



自動車部材への展開

レースカーへのCNF実装



自動車部材への展開

公道走行車両へ

道後プリンスホテルグループ「プレミアムバス」



- ・ お客様を乗せて公道を
走行する観光ツアーバスに実装
- ・ 成形体でフロントバンパーを製作
- ・ 2.1kg (42%) の軽量化



表面

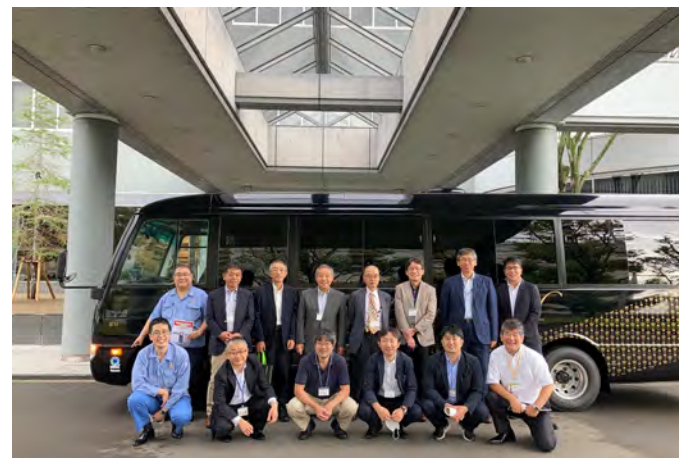
裏面



2021年10月28日 バス出発式・除幕式



2022年10月7日 ナノセルロース塾見学会



一般車両への展開を目指して



ELLEX-Rの成形試作品

43

用途展開事例



トイレクリーナー「キレキラ！」

- ・ 表面強度向上により破れにくい 丈夫なシートを実現
- ・ 目に見えない細かいナノ レベルの 汚れまでキャッチ



クリーンフローラル



ハッピーローズ



シトラスミント

2017年4月 発売

CNFを配合した「キレキラ！ナノ」



2018年1月

「2017年日経優秀製品・サービス賞」優秀賞日経MJ賞を受賞



2020年9月

林野庁HPに製品紹介

私たちの日々の願いを、
木の成分と新しい技術で解決！

木を活用した製品が続々登場

3

大王製紙株式会社

厚手で丈夫なトイレクリーナー

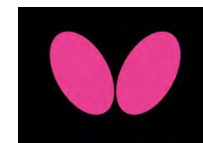
CNFを配合したトイレクリーナーは、
ゴシゴシ拭いても破れにくい。便器、
フチ裏、床、壁まで、これ1枚でま
ごと拭けます！



用途展開事例

卓球ラケット部材

- ・ 高反発でありながら振動特性を低く抑えられる
- ・ 威力のある打球を可能にしつつボールをつかむ感覚を持つ



REVOLDIA CNF

レボルディア CNF

球持ちの良さと高反発を両立するCNF搭載ラケット

新たに採用したナノテクノロジー素材であるセルロースナノファイバーを搭載することにより、高反発でありながら、振動特性を低く抑えることを実現しました。威力のある打球を可能にしながらも、ボールをつかむ感覚を持つラケットです。



ファンゼン トン

樊振東 CNF

FAN ZHENDONG CNF

球持ちの良さと高反発を両立

ナノテクノロジー素材である「セルロースナノファイバー」を搭載することにより、高反発でありながら、振動特性を低く抑えることを実現。威力のある打球を可能にしながらも、ボールをつかむ感覚を持つラケットです。

戦いに挑む競技者と電光石火の攻撃をイメージして全体をデザインし、グリップには直線を用いて、目標に向かって進み続ける樊振東選手の姿勢を表現しました。

- ✓ 用途に応じて選択可能な5種類のCNFをラインナップ、
3基のパイロットプラントによる製造技術開発
- ✓ CNFをレースカーに実装
過酷な実戦走行に耐えうる性能を発揮
5年間の取り組みで最大60kgの軽量化を実現
- ✓ 公道走行バスへのCNF実装へ進展
- ✓ 一般車両への展開を目指して、大型自動車部品の試作例増
- ✓ トイレクリーナー、卓球ラケット等での実用化

CNFのサンプル等のご依頼は

E-mail: ellex@daiogroup.com

当社CNF「ELLEX」のラインナップ

水分散液

ELLEX-S



ELLEX-☆



成形体

ELLEX-M



乾燥体

ELLEX-P



樹脂ペレット

ELLEX-R55



③セルロース有効利用の取組み

ー セリッシュ、ナノセリッシュ、そして新バイオマスプロダクトツリー構築 ー

(株) ダイセル バイオマスイノベーションセンター
主席研究員 松村 裕之氏

2024年2月27日ナノセルロースシンポジウム【要旨版】

セルロース有効利用の取組み ーセリッシュ、ナノセリッシュ、 そして新バイオマスプロダクトツリー構築

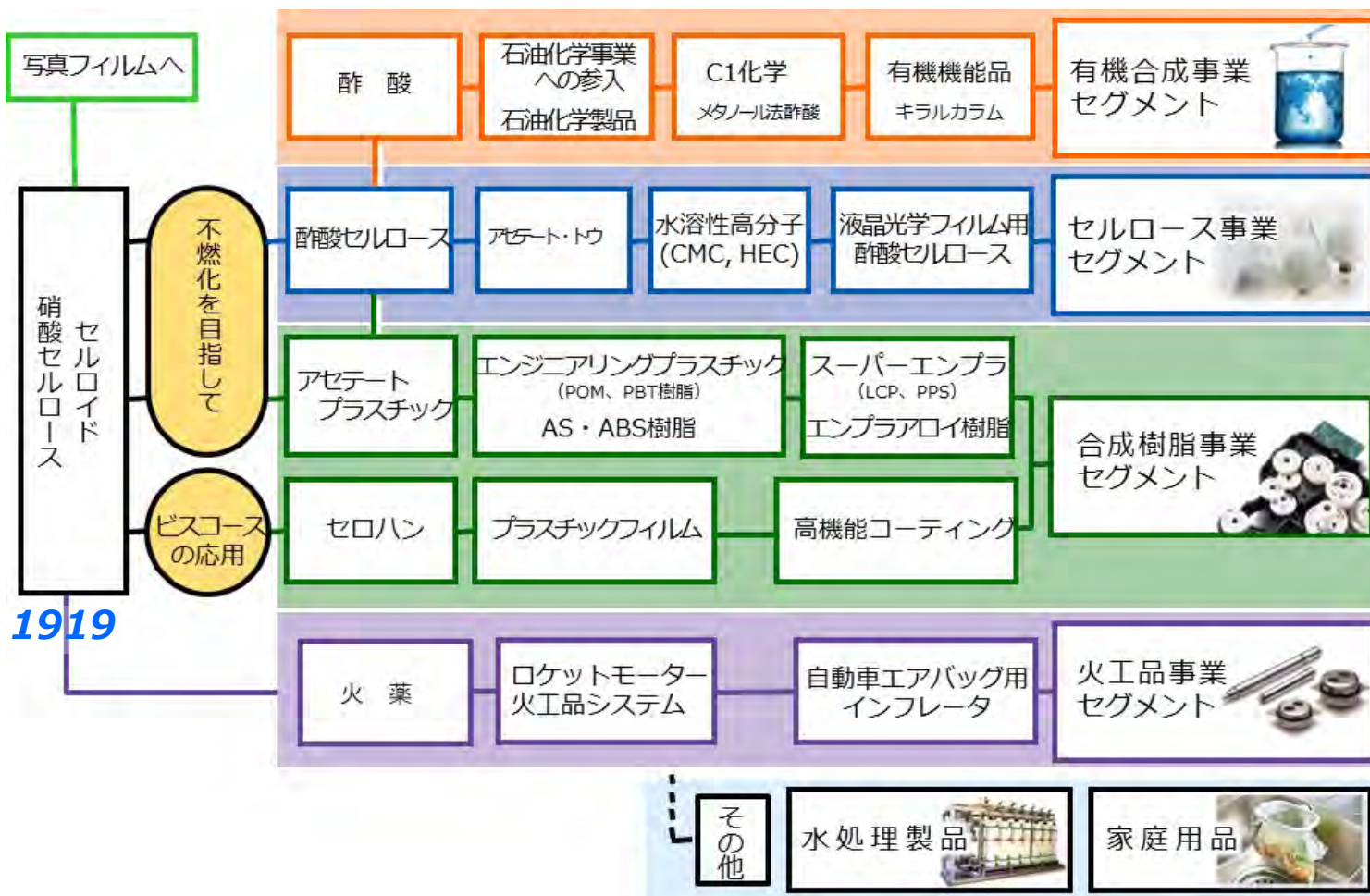
株式会社ダイセル
バイオマスイノベーションセンター
松村裕之



バイオマスバリューチェーン
特設サイト

ダイセルの事業展開の歴史

組織体制を変更（2020年4月1日）



ヘルスケア

スマート

セイフティ

ライフサイエンス

マテリアル

エンジニアリング
プラスチック

セリッシュの沿革

1981年 微小繊維状セルロース
(MicroFibrillated Cellulose)の市場開発開始

1984年 パイロットプラント 運転開始

1990年 セリッシュ事業化 製造開始

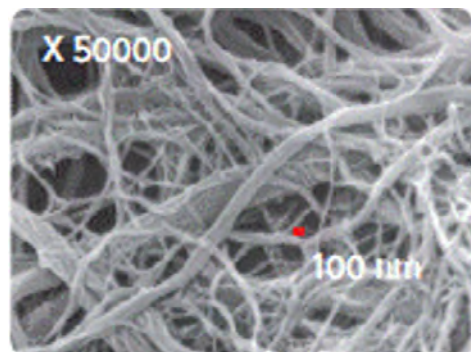
濾過用 販売開始

1991年 食品用 販売開始

...

ナノセリッシュの開発

セリッシュ(MFC)



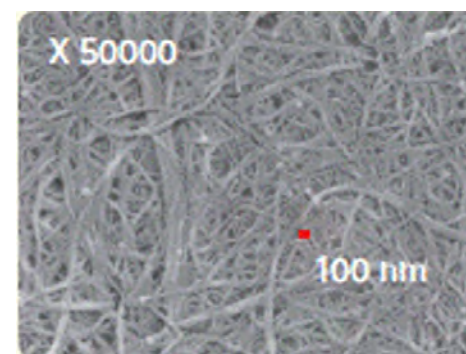
径 : 0.01~数 μm

機械解繊

セルロース繊維



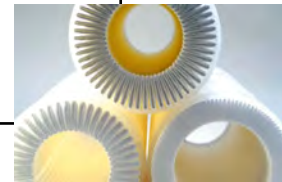
ナノセリッシュ(CNF)



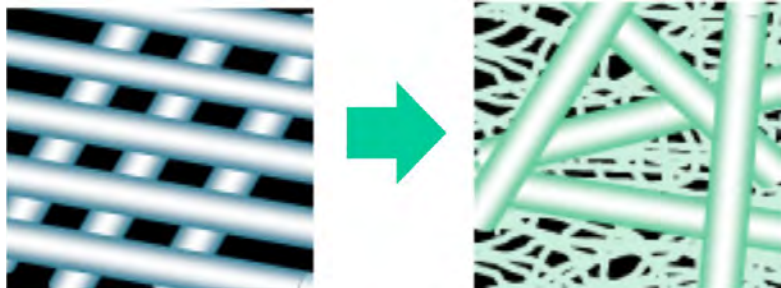
径 : 0.01 μm 以下

セリッシュ(MFC)の特長・用途

分野	特長
濾過 (清酒、焼酎、糖液、醤油等)	・溶出成分が少なく、味・香りへの影響が少ない ・均一安定なプレコート層形成、濾過効率向上 ・使用後、剥離容易で、焼却処分も可能
食品	・増粘安定性、分散安定性、保水性、離水防止 ・クリーム状食品やゼリー状食品の保形性向上や食感を改良
ヘルスケア (ピーリング剤、保湿パック等)	・保水性、離水防止
紙分野	・フィルターや無機物シートの緻密化、紙力増強



◇ 不織布セパレータ： 薄型化、強度向上、空隙率向上



セルロースの良さ①

- ・安全性、生体適合性
- ・微細高次構造
- ・親水性かつ水不溶
- ・化学的安定性 ...

ナノセリッシュ(CNF)の特長・用途

ナノセリッシュの特長

高強度

軽量

豊富な
天然資源

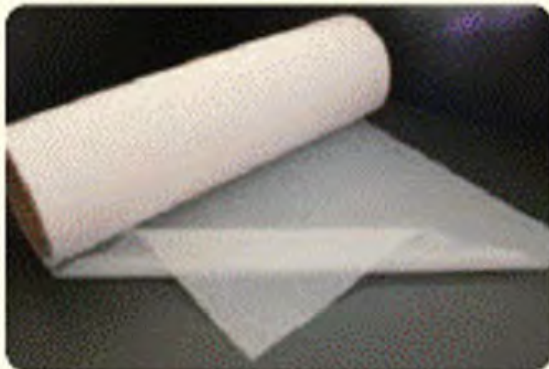
低線膨張

高アスペクト比

セルロースの良さ ②

ナノセリッシュ のアプリケーション

ナノセリッシュシート
nano-CELISH Sheet



- フィルター
- 電池用セパレータ

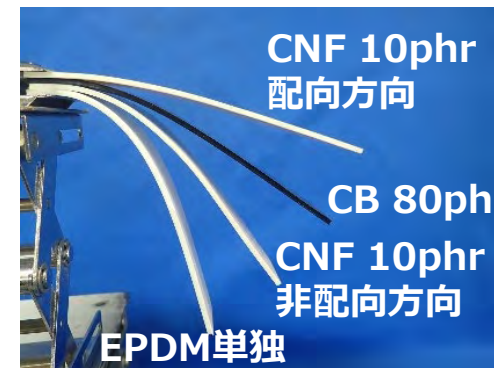
透明耐熱シート
Resin Hybrid Sheet



- ガラス代替フィルム
- 特殊印刷基材

複合材料

Nanocerish Composite Materials



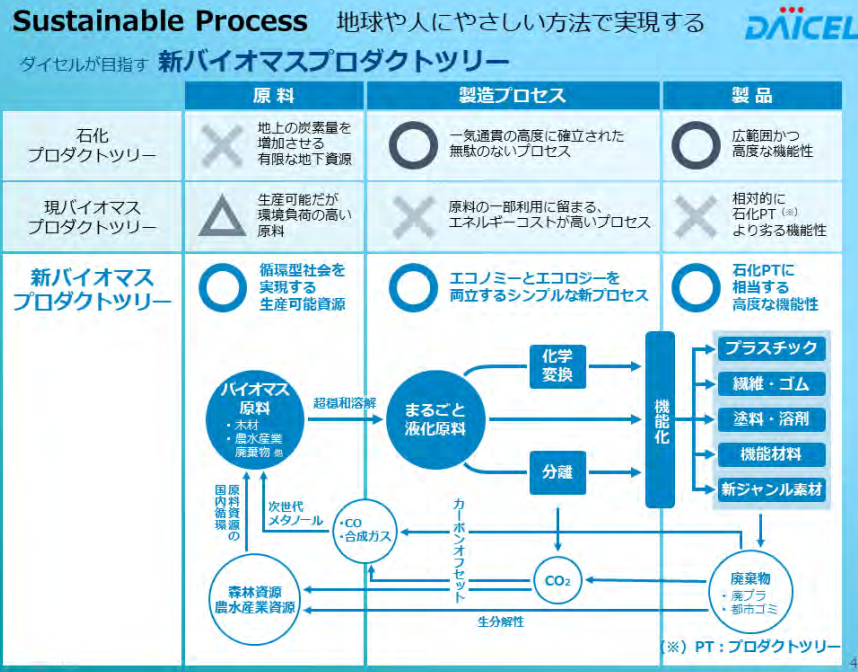
- ゴム強化
- プラスティックス強化

山陽色素(株)様提供

目指していること

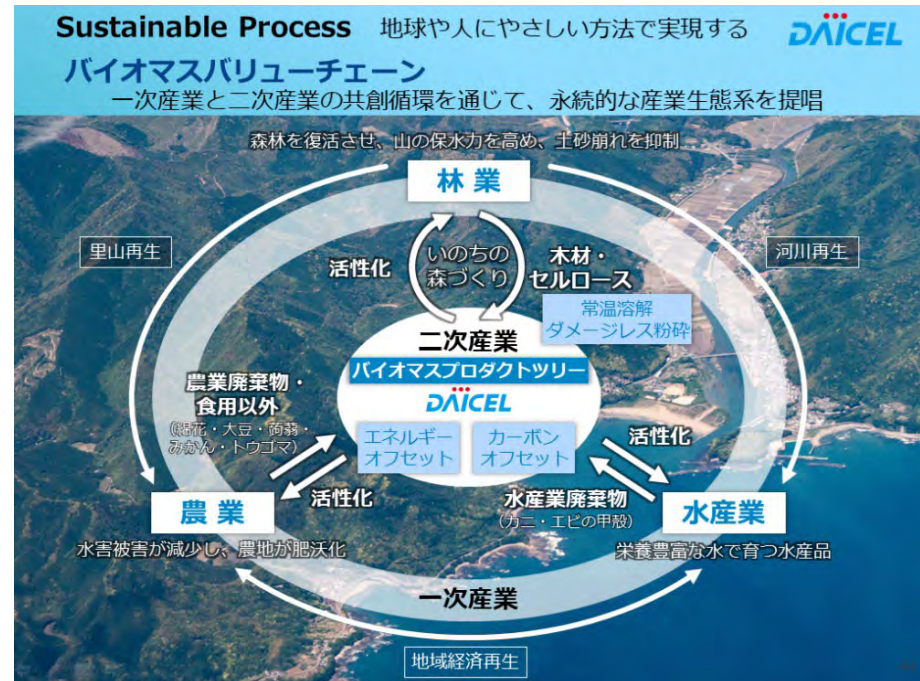
新バイオマスプロダクトツリー

エコロジー、エコノミー、機能を満足する
バイオマス製品群を循環させる



バイオマスバリューチェーン

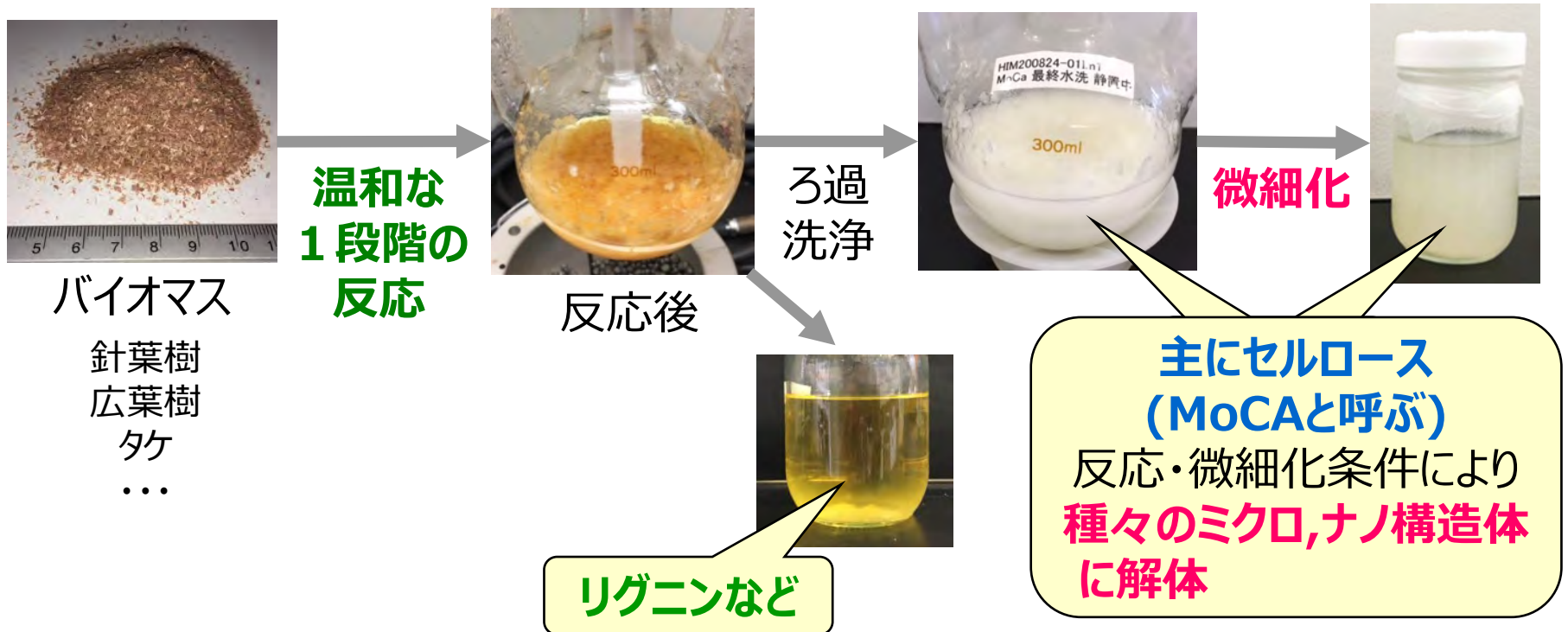
新バイオマスプロダクトツリーの技術を活かしたモノづくりで、林業をはじめとする一次産業の活性化に貢献する



バイオマスを“とかす技術”をベースとして“全成分有効利用”する
「溶かす」「解かす」「融かす」

新規なバイオマス成分分離・機能化法 － 温和・シンプルな工程で得られるナノセルロースー

京都大学 化学研究所 中村研究室 共同研究



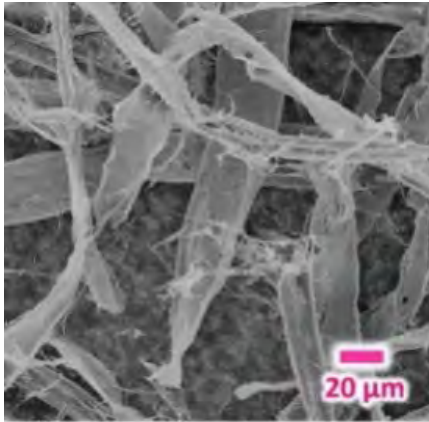
MoCA: Molecular Cellulose Assembly

◇ 温和な条件 ◇ シンプルなプロセス ◇ 容易に微細化可能

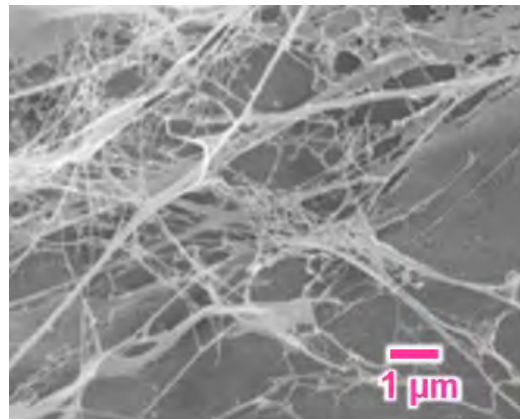
(~90 °C, 2 hr~)

新規なバイオマス成分分離・機能化法 ー 温和・シンプルな工程で得られるナノセルロースー

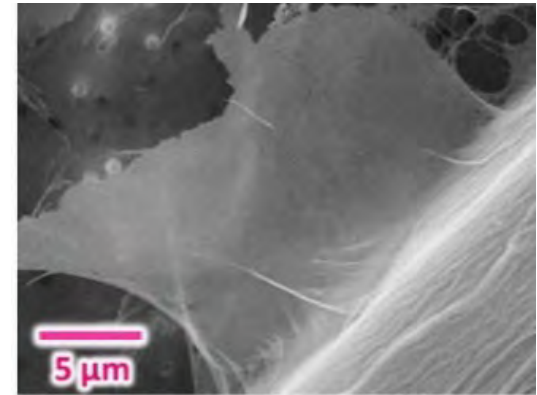
◇ 反応条件と微細化条件の組合せにより、多様な形態に調整可能



パルプ様
(細胞幅)



微細繊維



ナノシート

微細化中にナノシート状に
剥離できる新技術！

厚さ：例 10～90 nm

セルロース有効利用の取組み ーセリッシュ、ナノセリッシュ、 そして新バイオマスプロダクトツリー構築

まとめ

- ◇ セリッシュは、長年にわたり、様々な用途に使用されてきた実績がある
- ◇ ナノセリッシュも含め、ナノセルロース、マイクロセルロースは、更なる用途展開の期待が大きい
- ◇ 新規な成分分離法は、新バイオマスプロダクトツリーにおいて、セルロースのみならずリグニン、ヘミセルロースもベースに、種々の製品の素材を提供できる核となり得る技術である
より環境にやさしく、低コストで、高機能化し易いプロセスへと改良を進めている



共創パートナー募集中
いっしょに**社会革新**しませんか



バイオマスバリューチェーン
特設サイト

④ACC法による竹CNFの製造と農業、畜産分野への展開

中越パルプ工業（株）開発本部
開発部長 高井 和久氏



2024年 2月 27日

ACC法による竹CNFの製造と 農業、畜産分野への展開



nanoforest

中越パルプ工業株式会社

開発部

高井 和久

1. 中越パルプ工業のご紹介
2. CNFの製造方法、ACC法の特徴
3. 製品紹介
4. 採用事例
5. 農業分野への展開
6. 畜産分野への展開

中越パルプ工業のご紹介

商号： 中越パルプ工業株式会社 (Chuetsu Pulp & Paper Co., Ltd.)

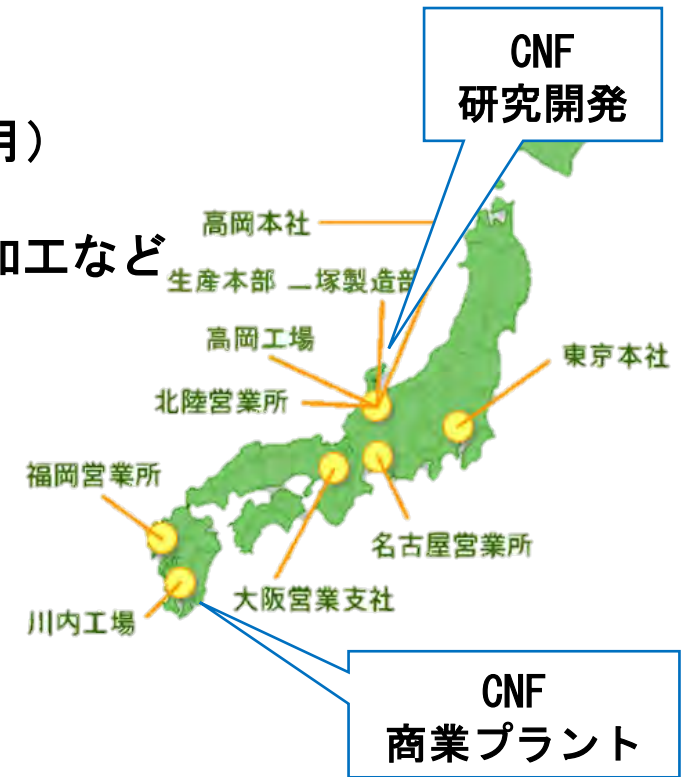
創業： 1947年 (昭和22年) 2月20日

資本金： 188億円 (2023年3月現在)

従業員数(単独)： 785名 (2023年3月現在)

売上高(連結)： 1,057億円 (2022年4月～2023年3月)

事業： パルプ類、紙類およびその副産物の製造・加工など

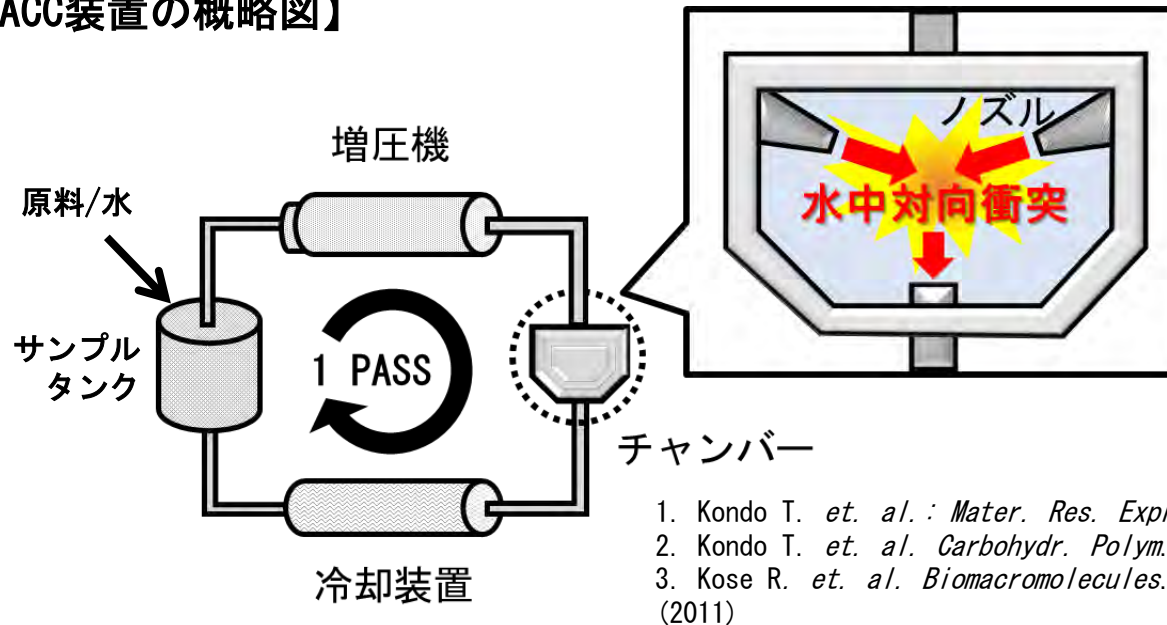


パルプの高度利用化として

セルロースナノファイバー (Cellulose Nano Fiber : CNF) の研究開発に着手

- 2013年3月よりCNFのサンプル製造・供給を開始
- 2017年6月よりCNFの事業化に向けた第一期商業プラントを稼働
⇒ 商品名：nanoforest

【ACC装置の概略図】



⇒ 噴射圧力：200 MPaの場合

ACCによる開裂エネルギーは弱い分子間相互作用力以上
(例：弱い水素結合、ファンデルワールス力など)

- 化学処理の必要はなく、水のみでナノ微細化が可能
- 噴射圧力により試料の幅や形態の制御可能^{1, 2}
- 衝突回数により試料の幅分布を変えることが可能^{2, 3}

●原料パルプ

BB	竹	放置竹林対策等、環境配慮型
NB	針葉樹	樹脂、ゴム向けを中心とした汎用型

●nanoforest-S（水分散品、スラリー状CNF）

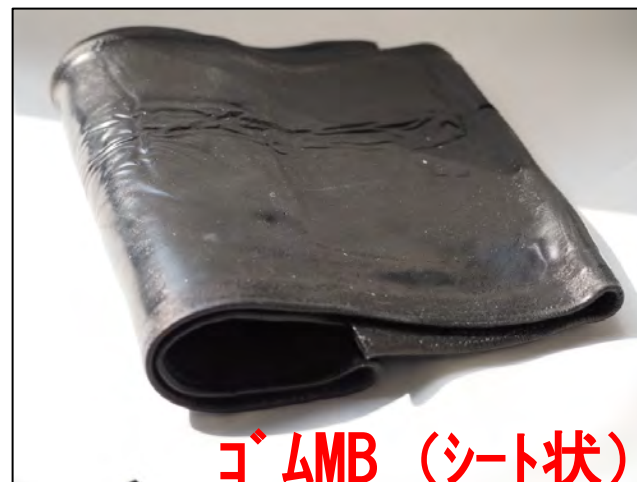
解繊度	名称	
低	S-1	繊維径分布が広く、コスト重視
中	SA-1	繊維分布が微細な範囲に存在
高	SB-1	繊維分布がより微細な範囲に存在
超高	SC-1	繊維分布が更に微細な範囲に存在

●nanoforest-PDP（樹脂に分散し易い粉末状CNF）



●nanoforest-MB、-ゴムMB（樹脂, ゴムに高濃度でPDPを分散）

MB（ペレット状）



●nanoforest-M（疎水化CNF、研究開発中）

オイルへの分散安定性についての目視評価。

オイル名	ミネラルオイル	イソドデカン	オクチルドデカノール	オリーブ油	トリ(カプリル酸 / カプリン酸)グリセリル	エチルヘキサン酸セチル
						
分散安定性 (目視評価)	○	○	◎	○	◎	○

オイル名	リンゴ酸ジイソステアリル	セバシン酸ジエチル	テトラエチルヘキサン酸ペンタエリスリチル	メトキシケイヒ酸エチルヘキシル	ジメチコン
					
分散安定性 (目視評価)	◎	◎	◎	◎	○

●nanoforest-M（疎水化CNF、研究開発中）。

■ オイルへの増粘の様子



nanoforest-M(4%) Aタイプ
エチルヘキサン酸セチル分散体



nanoforest-M(1%) Aタイプ
エチルヘキサン酸セチル分散体

nanoforest-Mの添加濃度を変えることで、
オイルをゲル状にすることも
とろみ状にすることも可能です

■ nanoforest-Mの安全性

試験項目	結果
パッチテスト	安全品

その他の試験項目については継続評価中です。

- ・ スニーカーラバーソール



- ・ ソルダペースト(ハンダ)



- ・ 美容クリーム



- ・ ボディウォッシュ、ミルク



化学農薬による植物病害防除の問題点

環境負荷

経済的負荷

殺菌剤抵抗性菌の出現

〈Farm to Fork戦略（EU）〉

- ・ 2030年までに化学農薬の使用およびリスクを50% 減
有機農業を25%に拡大

〈みどりの食料システム戦略（日本）〉

- ・ 2050年までに化学農薬の使用量（リスク換算）50% 低減
- ・ 総合防除の推進

農作物の損失を抑えつつ、**持続可能な資材**の開発が必要



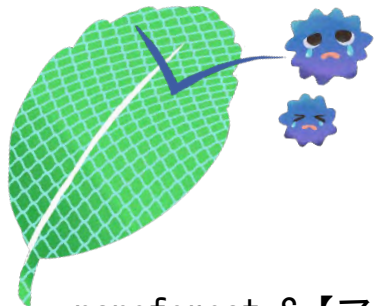
セルロースナノファイバーを利用した農業資材

nanoforest-S【アグリ】とは？

- ・ CNFを用いた新しい農業資材（物理的防除資材）
- ・ 植物葉面に散布することで、両親媒性の微細繊維が葉表面を覆い、細菌・糸状菌の侵入を物理的にブロック
＝物理的保護のため耐性菌が発生しない

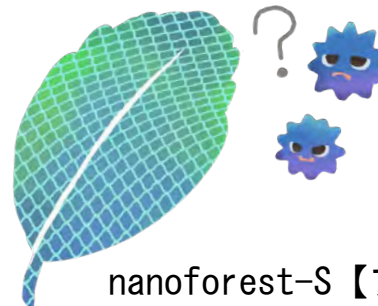
～nanoforest-S【アグリ】の2つの機能～

マスク効果



nanoforest-S【アグリ】が
葉面を網目状に覆い
菌の侵入を物理的にブロック

カモフラージュ効果



nanoforest-S【アグリ】の
両親媒性により葉面を親水化
菌に葉面だと認識させず
葉内部への侵入を防止



※イメージ図



細菌・糸状菌に対する保護効果の例

植物表面に侵入するさまざまな糸状菌・細菌に対し効果を示した

植物病害の原因

糸状菌

細菌

糸状菌 70%

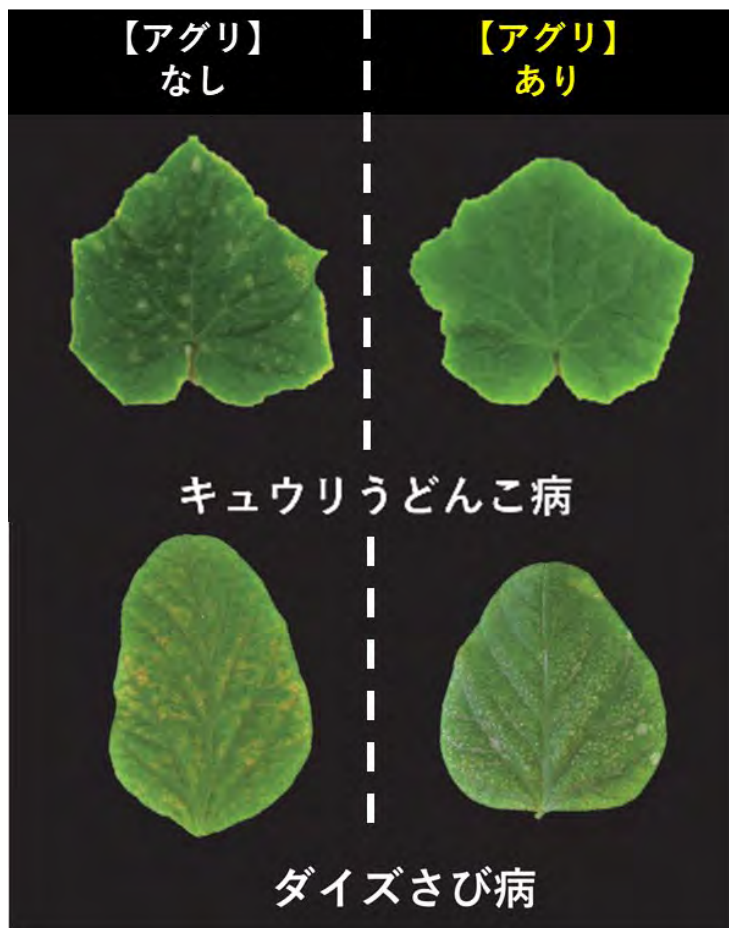
細菌 10%

ウイルス

ウイロイド

線虫

寄生高等植物



トマト：河野農園(熊本県)



使用目的：薬剤からの置き換え
散布時期：10月～4月
散布頻度：月に1度



使用した感想

糸状菌病（カビ）の発生は確認されず、
物理的防除の効果を実感

アジサイ：(有)須賀園芸(鹿児島県)



使用目的：殺菌剤からの置き換え
散布時期：2月～3月
散布頻度：週に1度

使用した感想

病害の発生もなく、予防効果を実感
他の資材とも併用しやすい

生産性の維持・向上、疫病防止の観点から鶏舎環境の改善は重要。
養鶏場での問題点

家畜の生育環境の悪化

作業者の労働環境改善

食品の安全性

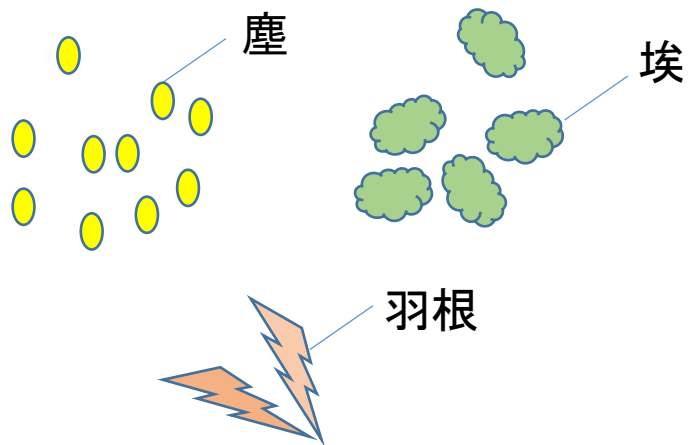
鶏舎環境の清潔性を向上させ、不快害虫の活動を物理的に抑制する**持続可能な資材**の開発が必要



セルロースナノファイバーを利用した鶏舎環境改善資材

nanoforest-S【ファーム】とは？

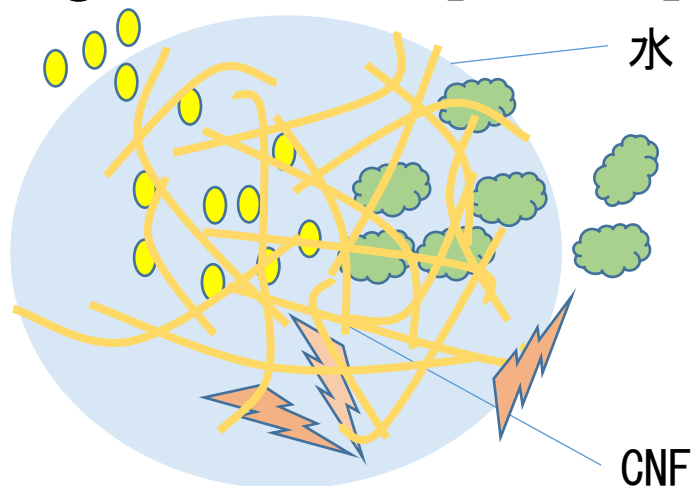
①鶏舎で塵や埃が発生



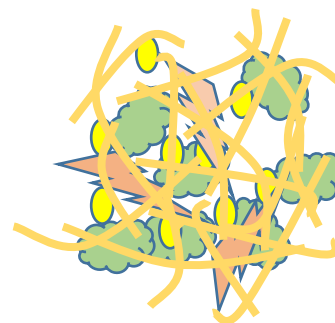
②nanoforest-S【ファーム】の希釈液を準備



③ nanoforest-S【ファーム】 散布



④水分乾燥・収縮 ⇒ 固定化、小塊化

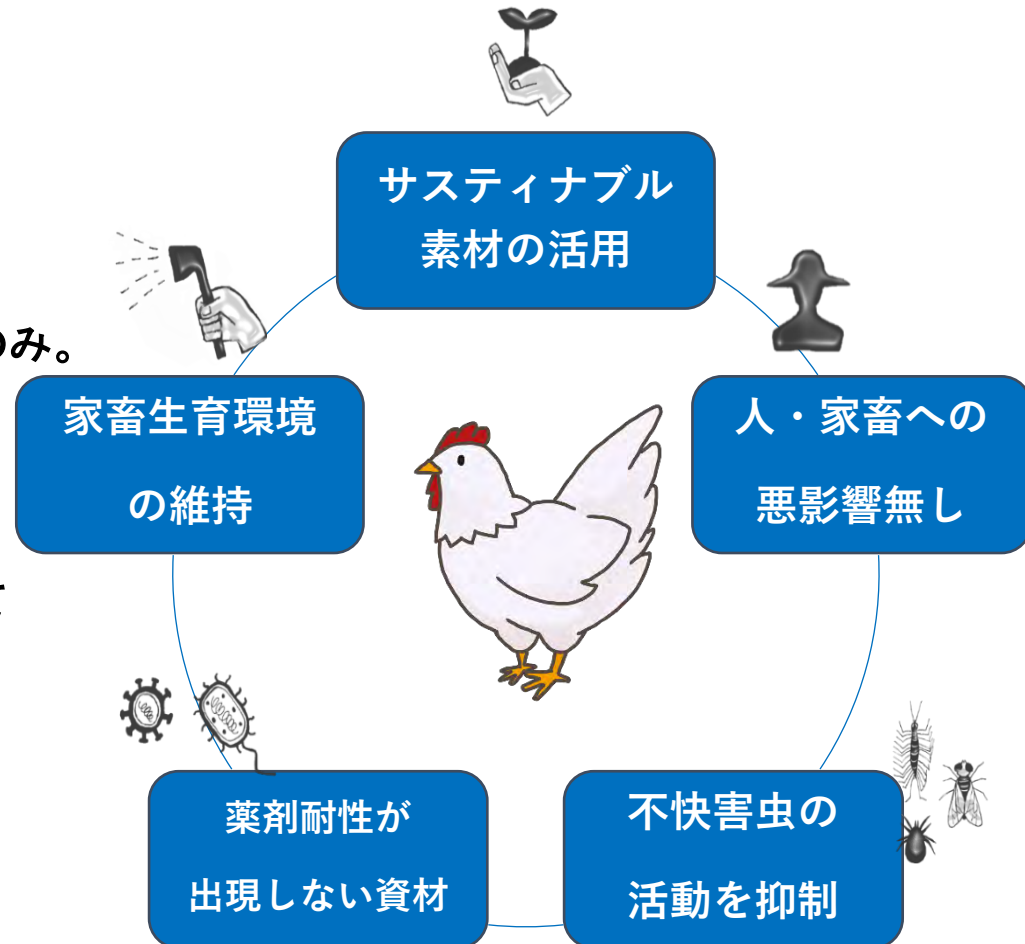


<鶏舎でnanoforest-S 【ファーム】を散布するメリット>

①nanoforestの持つ乾燥収縮作用により
埃・塵・羽根が小塊化し、飛散を防止
⇒**生育環境を維持**

②成分はサスティナブルな植物繊維と水のみ。
⇒**人間や家畜、および周辺環境に
悪影響を及ぼさない**

③微細化植物繊維のネットワークによって
不快害虫も物理的に固定化
⇒**薬剤耐性とは無縁**



日頃よりご指導いただいている大学や研究機関の皆様
営業展開にご協力いただいている丸紅株式会社、
その他ご協力ご指導頂いている皆様に厚く御礼申し上げます

【nanoforest®のサンプルに関するお問い合わせ】

お問い合わせフォーム (<https://www.cpc-cenf.com/form.html>)

高岡本社 開発本部 ナノフォレスト事業部

富山県高岡市米島282

TEL : 0766-26-2472

ナノフォレスト事業部 東京営業所

東京都千代田区内幸町1-3-2

TEL : 03-6811-2969

今後とも中越パルプ工業のnanoforest®を宜しくお願い致します



⑤CNFの可能性と今後の展望

日本製紙（株） 研究開発本部 富士革新素材研究所
所長 畠田 利彦氏

富士革新素材研究所
(静岡県富士市)



2024年2月27日 (火)
ナノセルローズシンポジウム
@京都大学宇治キャンパス きはだホール

日本製紙・CNFの可能性と今後の展望

日本製紙株式会社

富士革新素材研究所

畠田 利彦

日本製紙グループについて

会社概要 (2022年3月31日現在)

会社名 日本製紙株式会社
本社 東京都千代田区
神田駿河台4丁目6番地
設立 1949年8月1日
従業員 連結 16,129人
資本金 1,048億73百万円



1873年 2月 抄紙会社設立

1893年11月 王子製紙に商号変更

1938年 6月

財閥解体

国策パルプ工業設立

9月

大昭和製紙発足

1946年11月

山陽パルプ
設立

1949年 8月

十條製紙設立

1972年 3月

山陽国策パルプ発足

1993年 4月

日本製紙発足

2001年 3月

大昭和製紙と経営統合

■ 日本製紙グループ「2030ビジョン」基本方針

- ✓ 成長事業への経営資源シフト
- ✓ 社会情勢激変の対応（CO₂削減、環境課題等）

連結売上高（2022年度）：1兆1,526億円

新聞



印刷用紙



段ボール原紙



紙・板紙事業

洋紙・板紙

49%

木材・建材・土木建設 関連事業



木の可能性
新たな価値の創造

生活関連事業

家庭紙
液体用・紙容器
化成品

エネルギー事業



家庭紙



紙容器



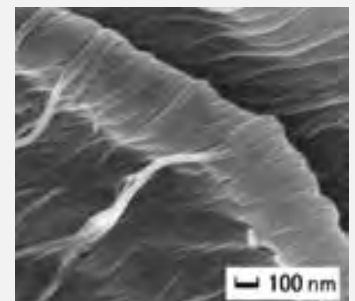
光学フィルム





★ 木・パルプをナノレベルまで解繊した繊維 = 究極の「バイオマス素材」

★ 生分解性にも優れ、地球に優しい



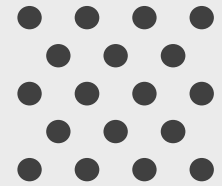
CNFの特徴的な機能性

Functionality

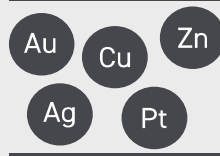
軽量/高強度



分散安定性



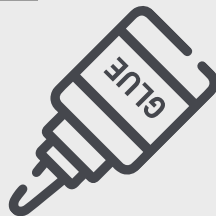
触媒作用



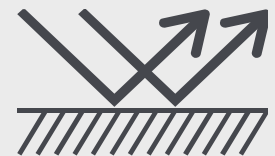
チキソトロピー性



接着性



バリア性

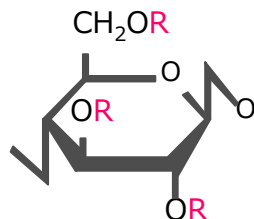


日本製紙の多様なCNF

食品・化粧品用途



粉体

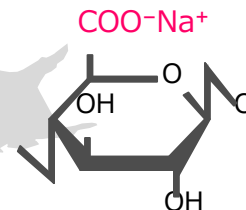


2017年11月

産業用途全般



水分散体、粉体



2017年4月

[量産機]CM化CNF (設備能力:30t/年)

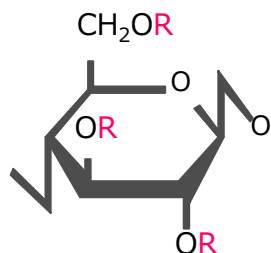
江津 ●

[量産機]TEMPO酸化CNF (設備能力 : 500t/年)

● 富士

[実証機]CNF強化樹脂 (設備能力:50t/年)

自動車・家電



マスターバッチ (樹脂+CNF)



2021年7月

TEMPO・・・触媒の名称
(2,2,6,6-テトラメチルピペリジン1-オキシル)

CM化・・・カルボキシメチル化
R : H or $\text{CH}_2\text{COO}^-\text{Na}^+$

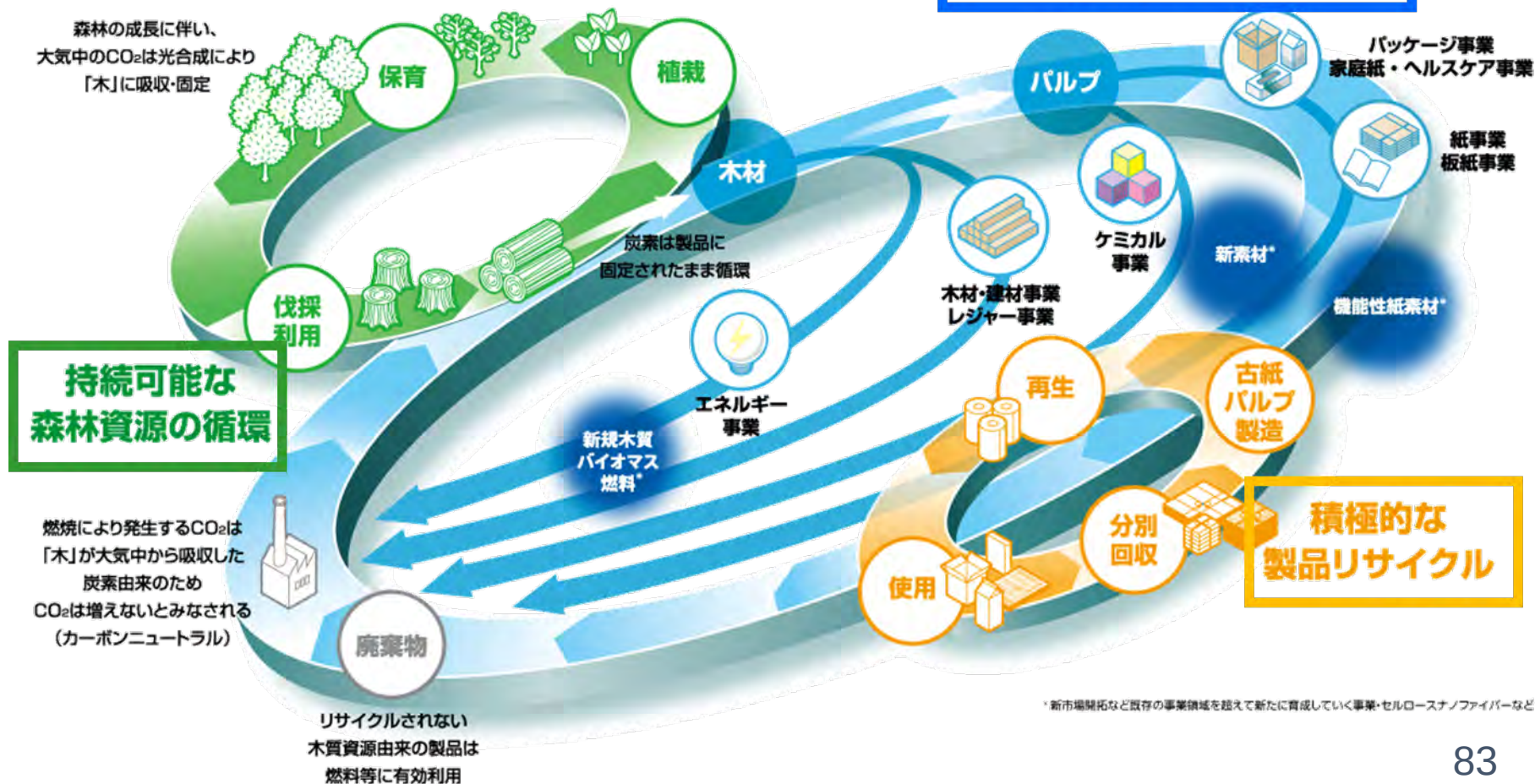
強化樹脂・・・R : H or 疎水基

日本製紙のビジョン

木とともに未来を拓く総合バイオマス企業

「3つの循環」⇒カーボンニュートラルな社会へ

技術力で多種多様に利用する
木質資源の循環



⑥エアフィルタから構造用材料まで

北越コーポレーション（株）機能材営業本部 商品開発室
室長 根本 純司氏

2024年2月27日
Nanocellulose Symposium final
第517回生存圏シンポジウム



エアフィルタから構造用材料まで



北越コーポレーション株式会社
機能材営業本部 商品開発室 根本純司

当社の事業概要 ～バイオマスを利用した事業展開～

木材チップ



漂白前のパルプ



漂白パルプ



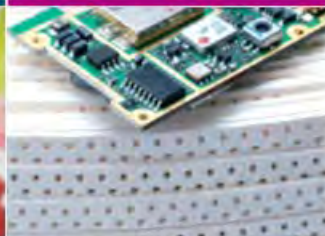
パルプを用いたコア事業

洋紙・板紙



コピー用紙・
雑誌・書籍・
ノート など

機能材

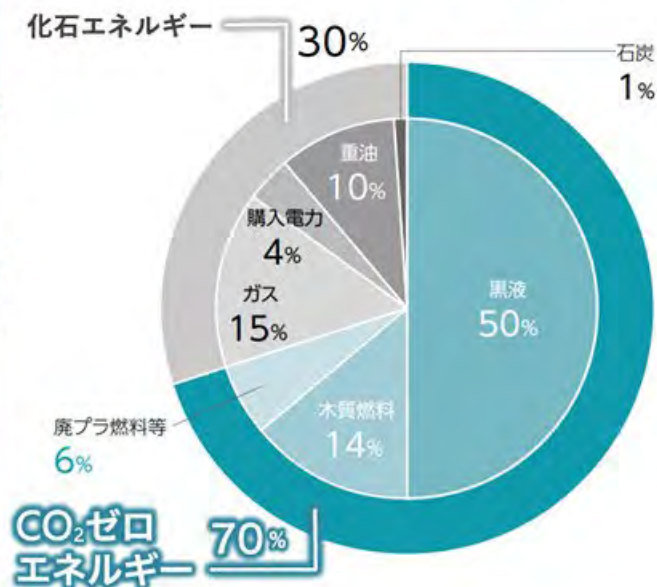


繊維ボード・
エアフィルタ
ろ紙 など

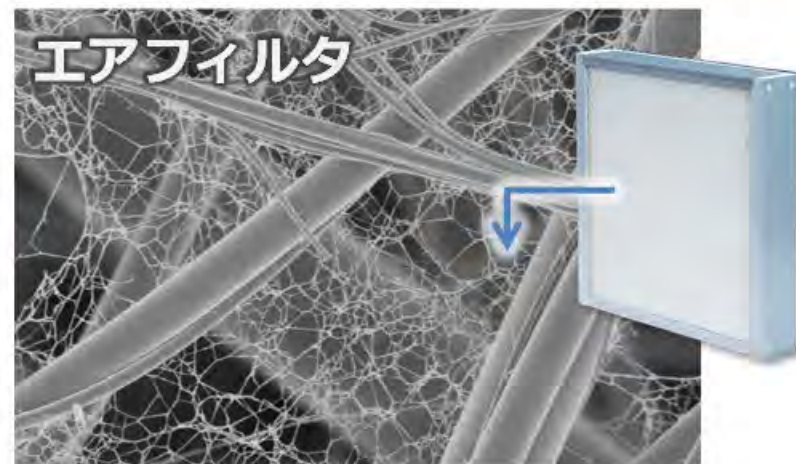


パッケージ・
カタログ・
はがき など

当社のエネルギー構成比（2021年度）



当社でのCNFの展開



(多孔体)



ガラス繊維で作られるエアフィルタ用ろ紙を製造

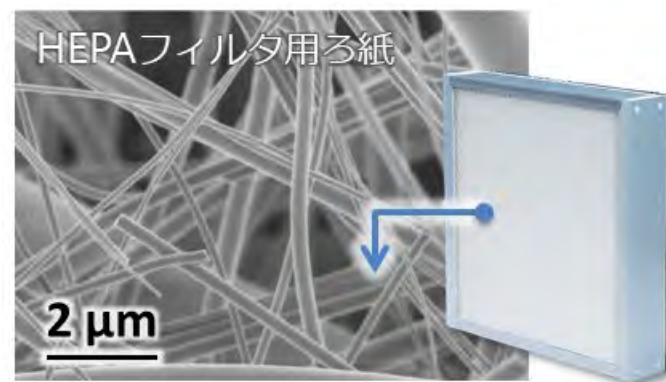
製紙技術を活かしてガラス繊維をシート化

HEPAフィルタ

約 **0.1 μm** の粒子を **99.95%** 以上捕集

ULPAフィルタ

約 **0.1 μm** の粒子を **99.999%** 以上捕集



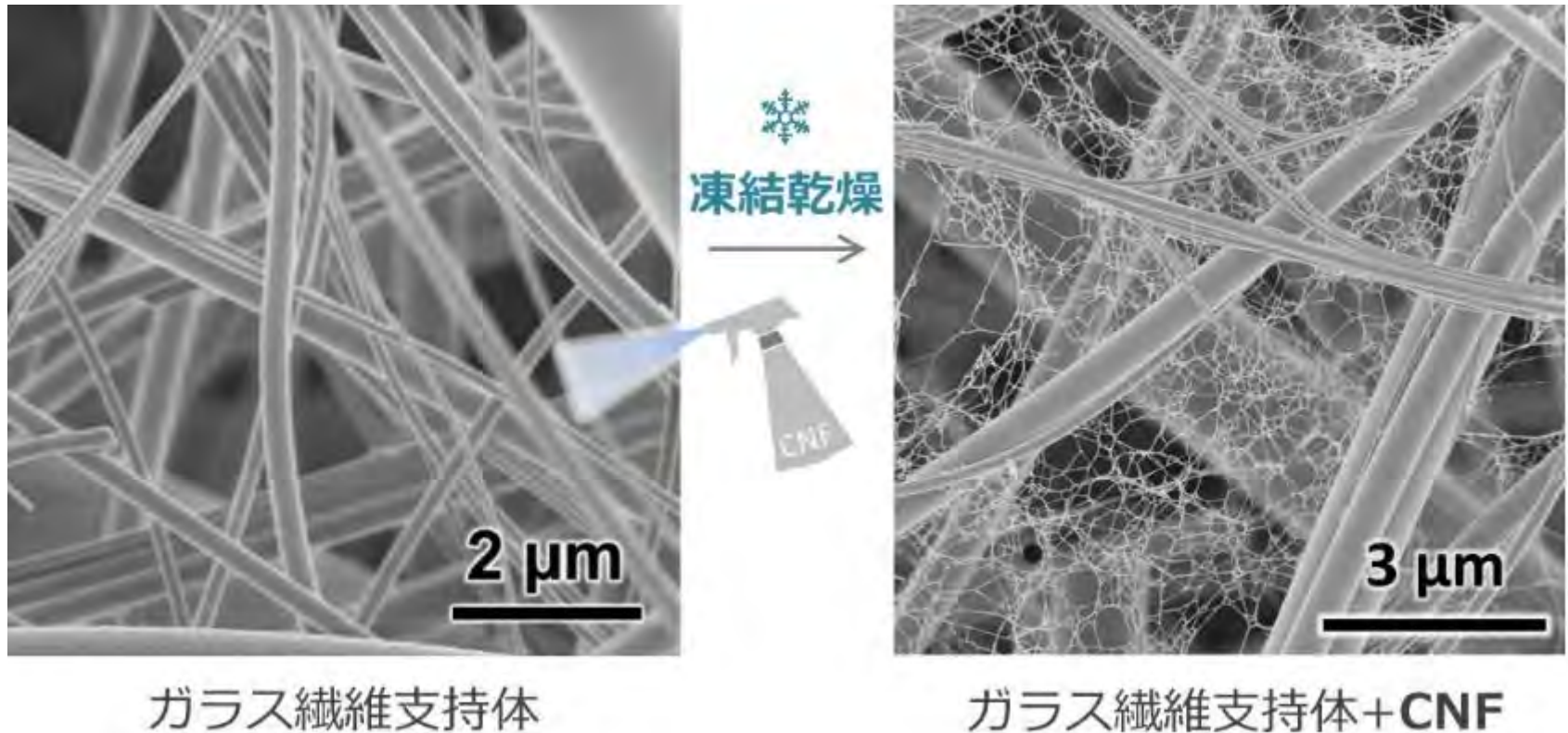
半導体・精密機器の工場や医療施設などのクリーンルーム用として使用される。

ガラス繊維のメリット

- 極細繊維が比較的安価に入手できる
- 剛直なため嵩高なシートとなる
- 通気性に優れる



CNFを凍結乾燥させてガラス繊維と複合化



- ガラス繊維の隙間に**CNFネットワーク**を形成
- 極少量のCNFで**空気を10倍きれい**に

CNFクライオゲル の大型化と透明化

材料と工程の改善により、**透明性CNFクライオゲル**に



JST-MIRAI 共同研究 (2020-2021年度)

代表 東京大学 齋藤 教授



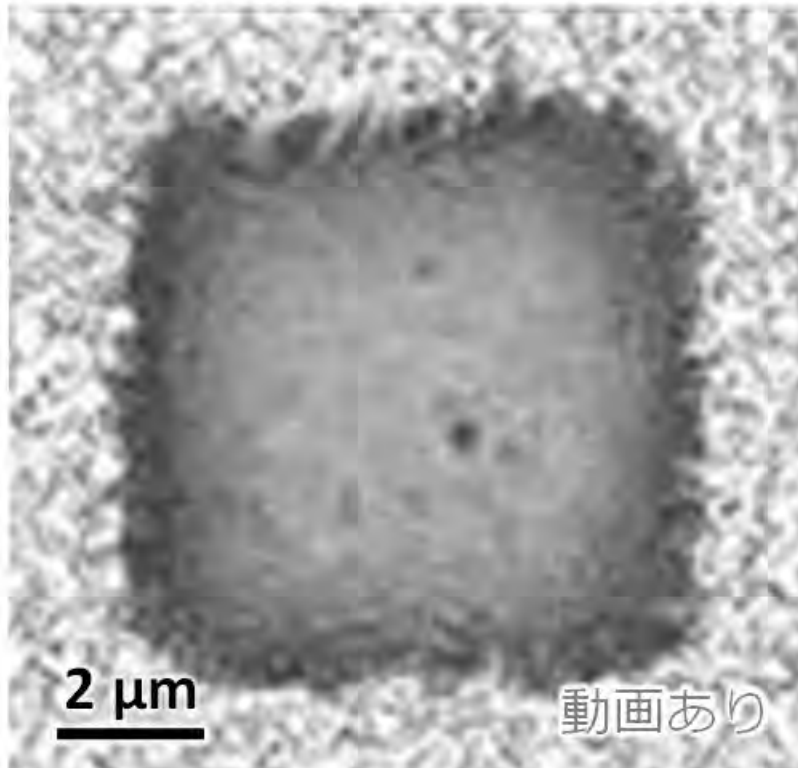
国立研究開発法人
科学技術振興機構
Japan Science and Technology Agency



未来社会創造事業

より低コストで多孔質ネットワークの形成へ

凍結乾燥を使用せず、**常圧下**でネットワークを形成する方法を開発、新たな展開へ



ネットワーク形成過程を可視化

当初はCNF独自の現象と思われたが、他の材料でも形成可能に。



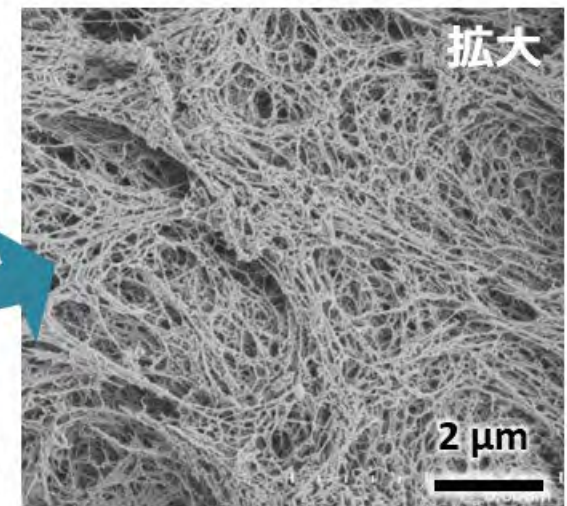
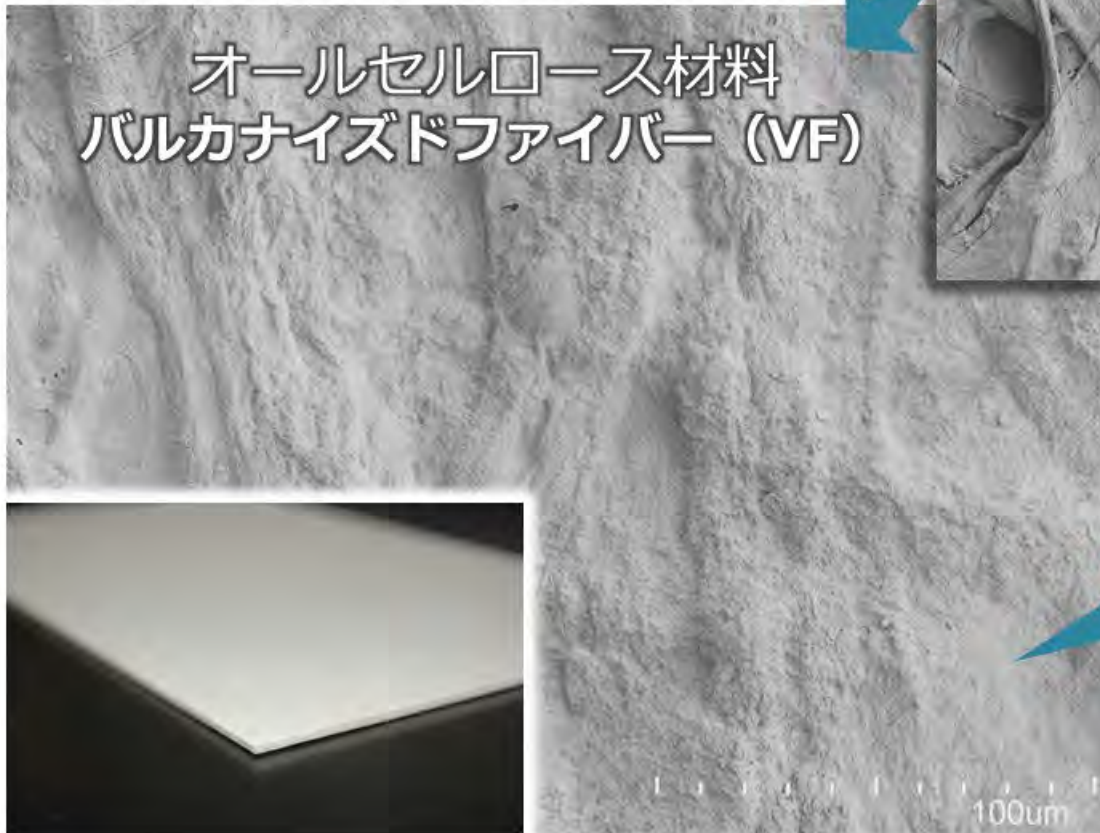
CNFを起点とした新たな技術開発に繋がる。

他の材料とも組合せ、
新規エアフィルタろ紙の
Roll to Rollの連続生産へ

CNFで強化されたオールセルロースの構造用材料

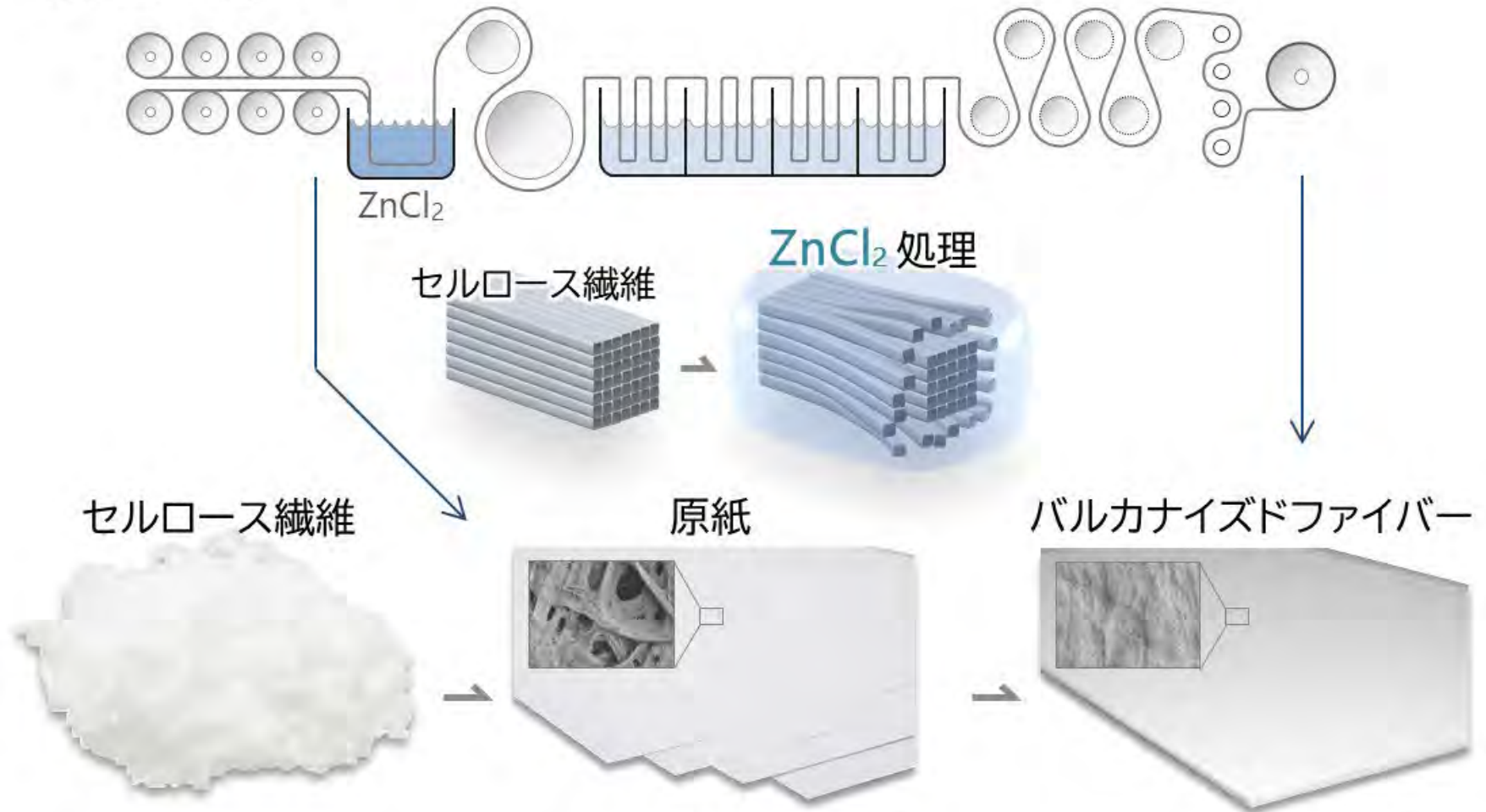
ナノと**マイクロ**のセルロースが
融合したオールセルロース材料

紙を薬品処理して高強度の構造用材料に



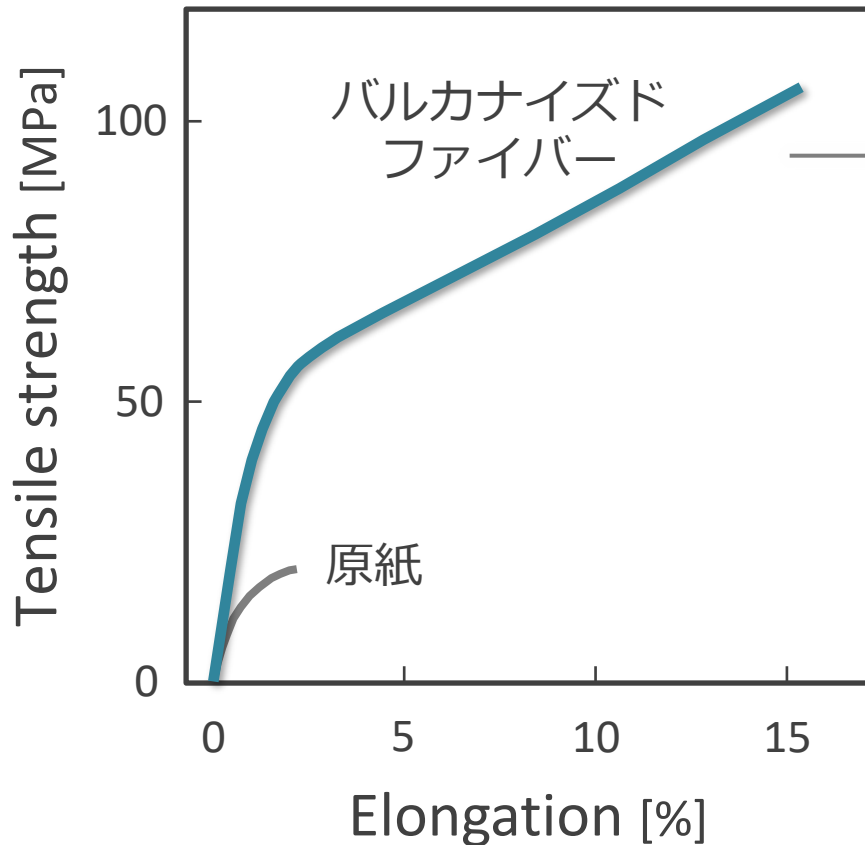
オールセルロース材料の製法 ～Roll to Rollの連続生産～

製造工程



化学的に解繊されたCNFで強化されている

特筆すべきオールセルロース材料の物理的特性



応力-歪み曲線 (MD)

CNF自体は伸びない材料だが、CNFが生成することで原紙よりも破断伸びが大きくなっている。

↓
CNFネットワークが変形することである程度の伸びしろを付与している。

↓
変形後もCNFネットワーク内で水素結合が形成可能、変形した形状を保持できる。

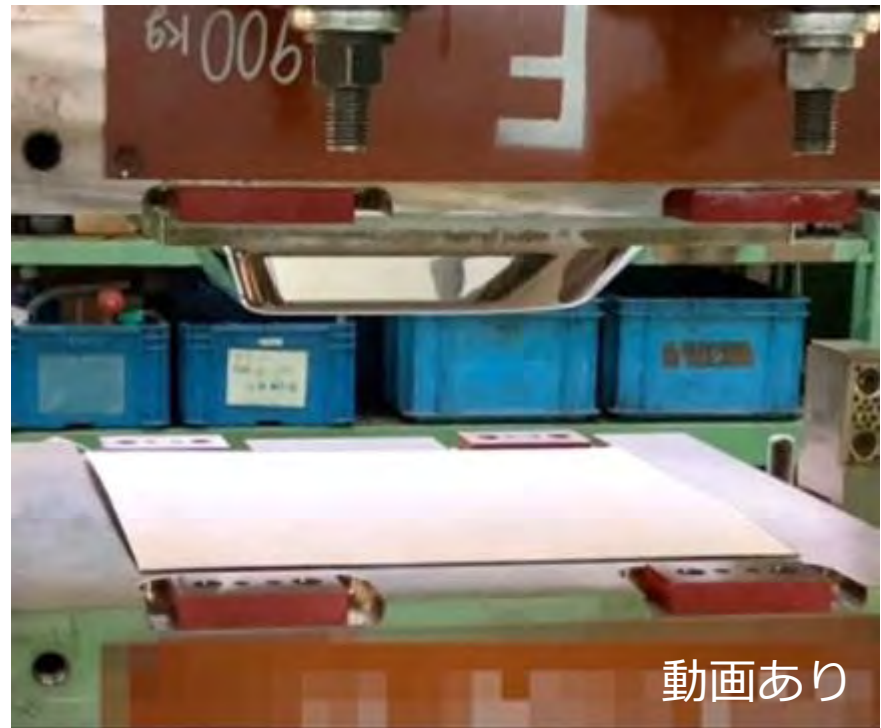
強靱さと成形加工性

新たな加工方法の検討 絞り金型を用いたプレス加工

金属や繊維強化樹脂の成形で使用するような大型の**200 t**プレス機を用いて加工



成形試作用の金型
L/D 約 **0.17** (**50_{mm}**/**300_{mm}**)



動画あり

フラットシートを加工

新たな応用展開へ

従来の用途から



バッテリー、ロボット等、
先端材料へも展開



キャリーバッグ型
バッテリーケース

エアフィルタ

- 凍結乾燥法では超高性能エアフィルタの素材として使用可能、コストとのバランスが重要になる。
- 量産が見通せる常圧下での乾燥技術も期待される。
- CNFを起点とした新たな技術、他の材料との複合化により新規エアフィルタ、吸収材料も成長。

構造用材料

- オールセルロース材料の加工技術が進展、先端材料への応用が期待される。
- リサイクル、製造工程の省力化が進む。

⑦レンゴーセルローズナノファイバー「RCNF」のこれまでとこれから

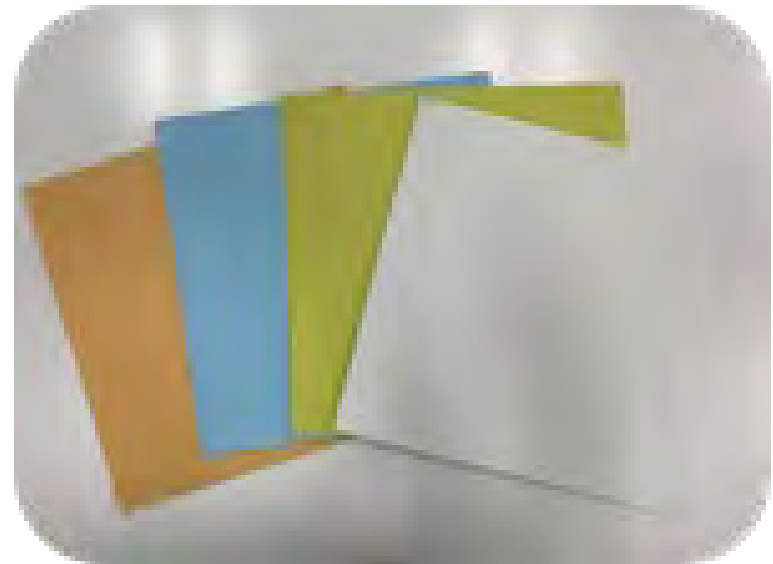
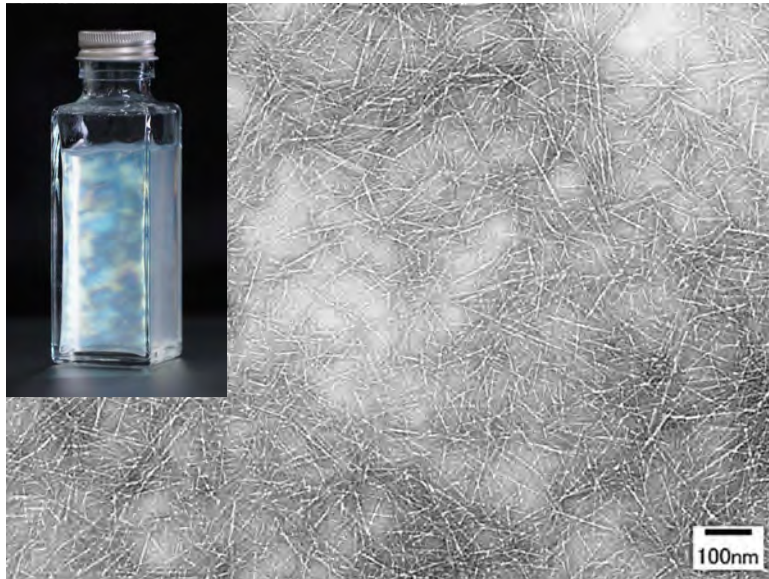
レンゴー（株） 中央研究所 研究企画部 企画第二課
担当課長 土屋 大樹氏

2024/2/27

Nanocellulose Symposium final

第517回生存圏シンポジウム ～ナノセルロース Now and Then～

レンゴーセルロースナノファイバーRCNF® の「これまで」と「これから」

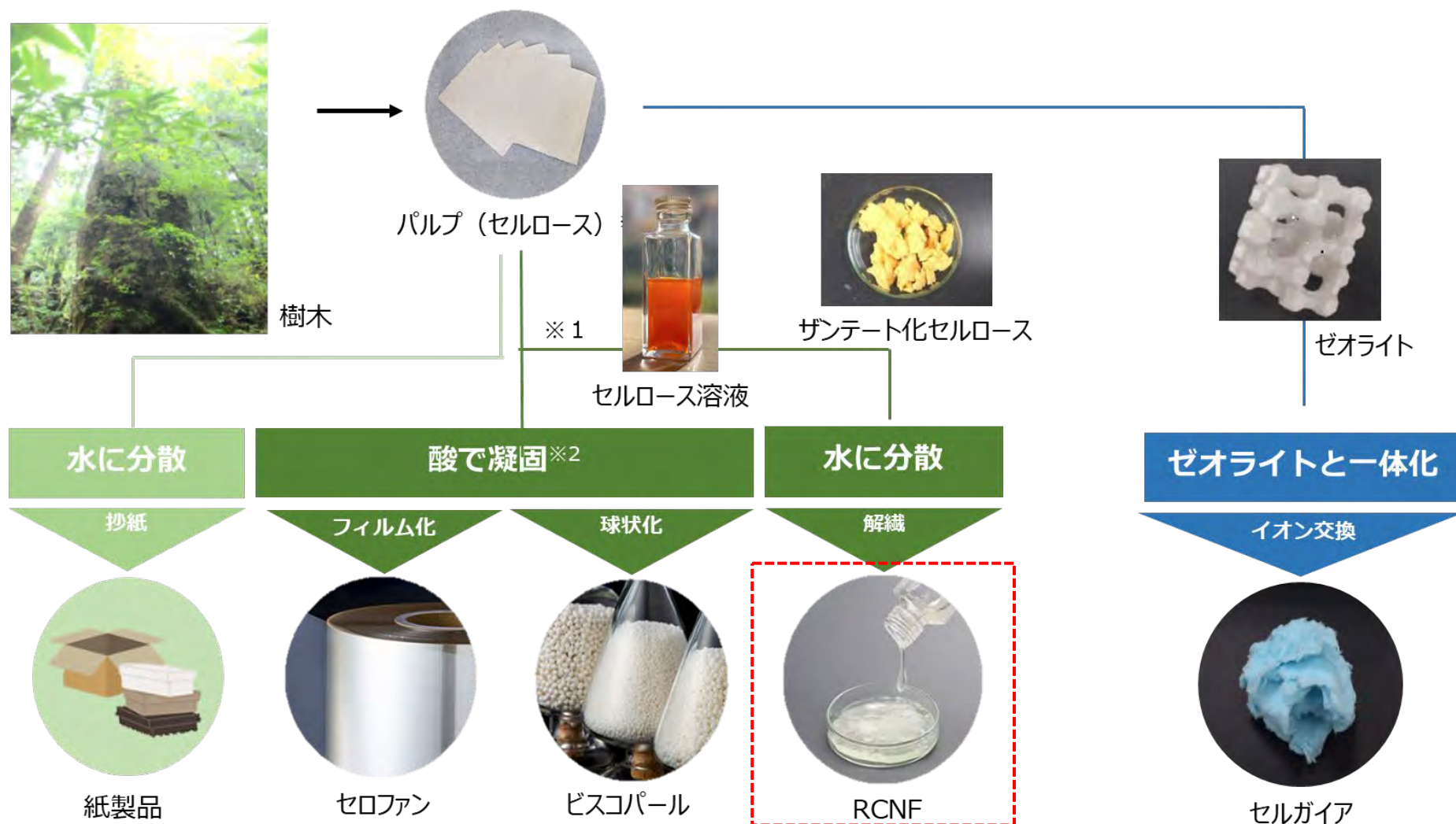


レンゴー株式会社

99

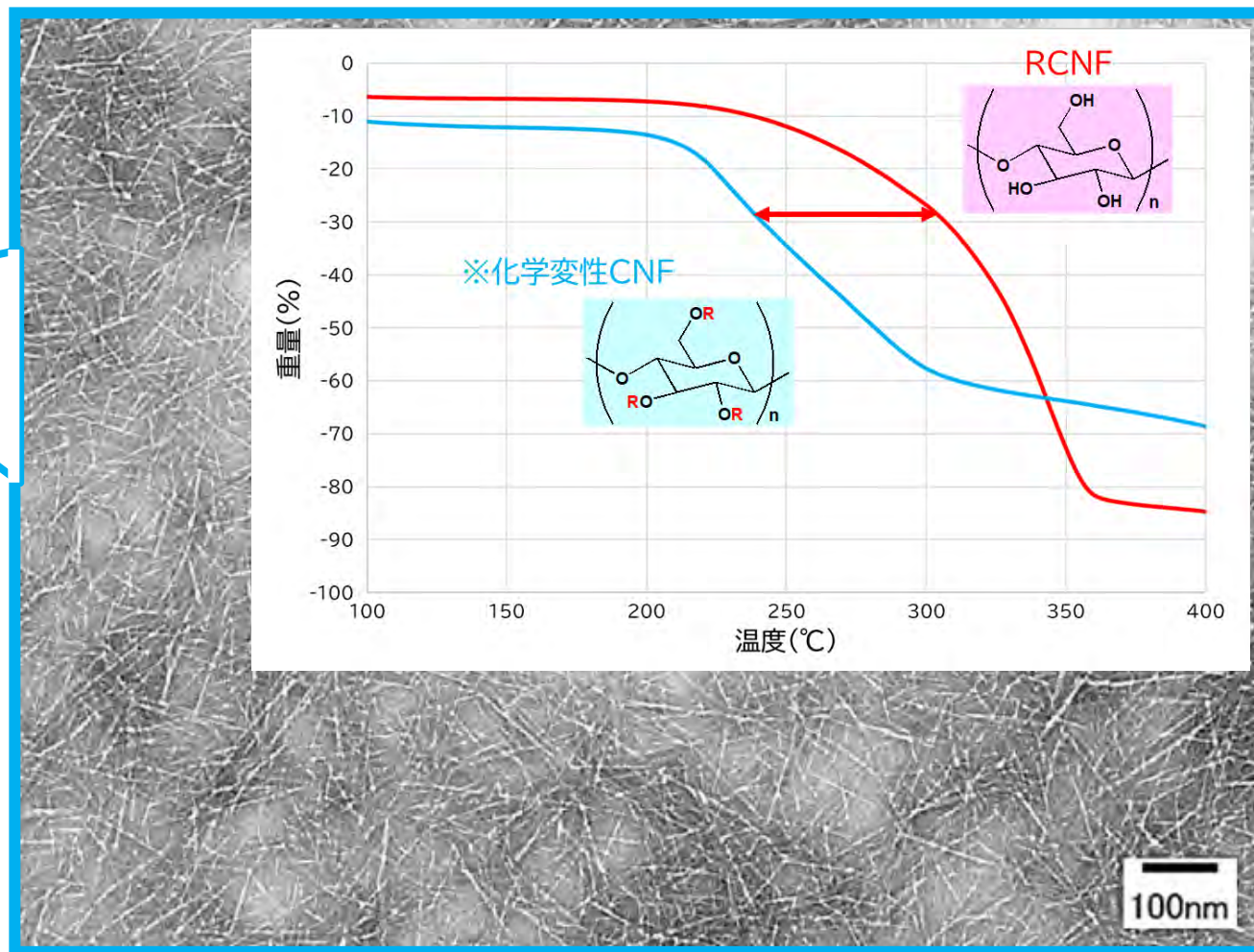
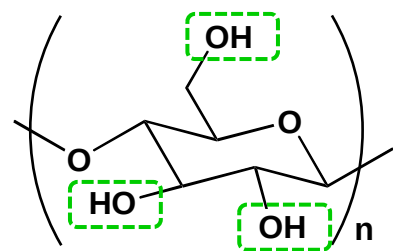
© 2024 RENGO CO., LTD

レンゴのセルロース製品



※1 パルプをアルカリと薬剤で処理する ※2 酸に投入すると固まり成形することができる

RCNF®の特長 ～ 未変性 & 微細 & 高耐熱性 ～

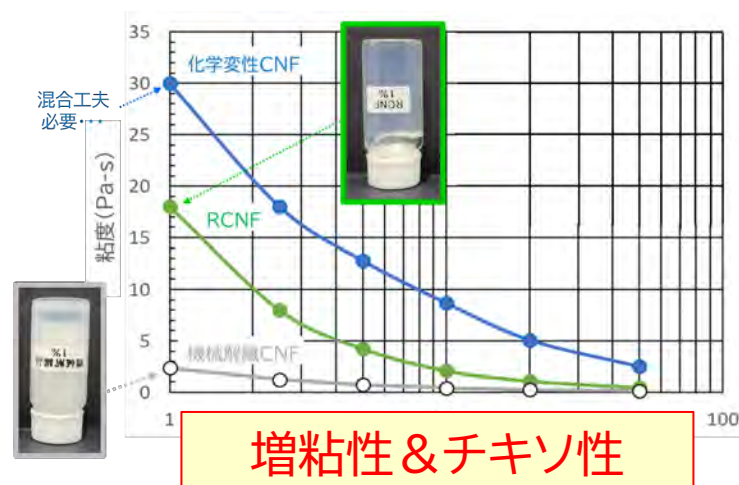


レンゴの「これまで」

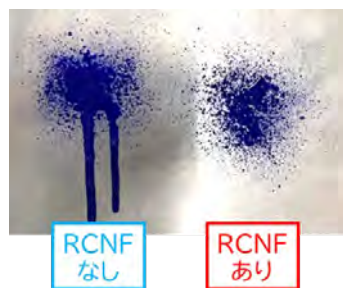
RCNF複合分散液として…



透明性 & 分散安定性



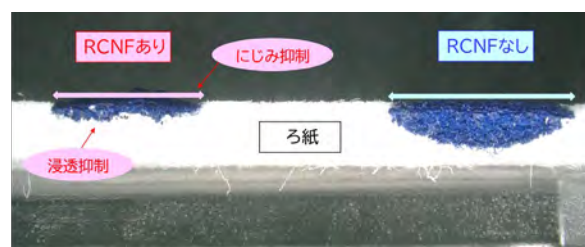
増粘性 & チキソ性



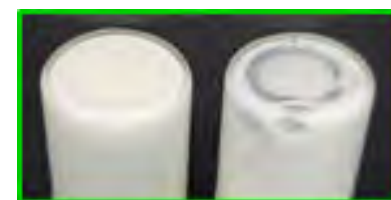
液だれ防止



乳化安定性



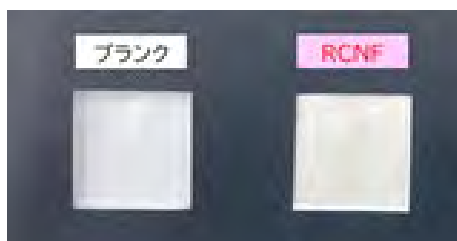
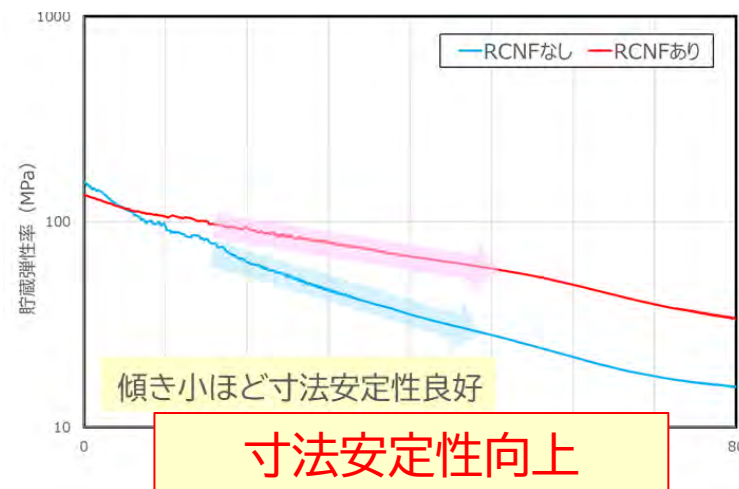
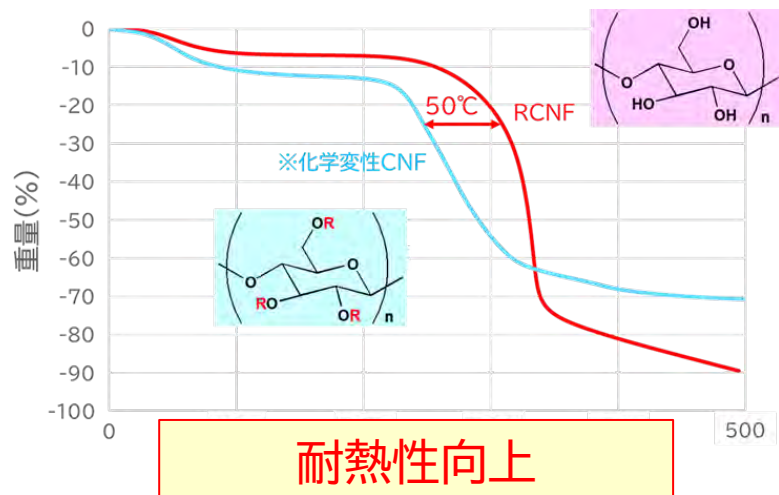
にじみ・浸透抑制



エマルジョン安定

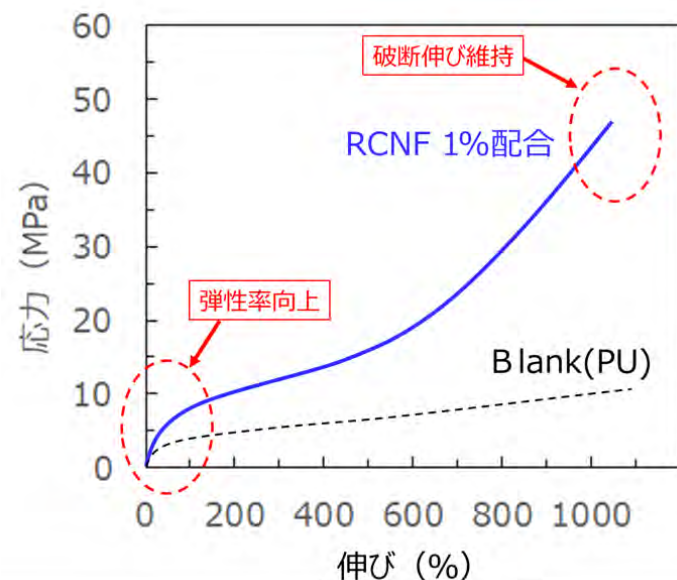
レンゴの「これまで」

RCNF複合物として・・・



レンゴの「これまで」

よく使われる目的でも・・・

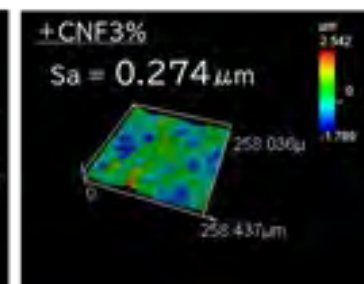
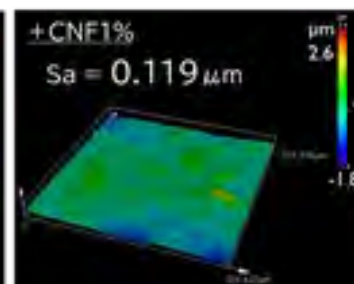
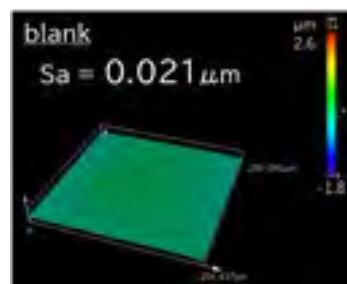


剛性(強度)向上

ちょっと特殊な使い方でも・・・



RCNF添加 TPUフィルム外観比較



表面改質

レンゴの「これから」 ～オープンイノベーション～

レンゴグループ会社との取組

 **丸三製紙株式会社**（福島県 南相馬市）

● 板紙部門

段ボール原紙(外装・中しん)

● 特殊紙部門

低密度シート(建材畳保護・緩衝材)

貼合製品(鉄鋼用緩衝材)

特殊製品(オイルフィルター原紙、柿の脱渋マット、油の吸着マット)

無機製品(ロックウール)



低密度の紙をつくる技術に特徴

レンゴの「これから」 ～オープンイノベーション～

ロックウールとは・・・



特長

軽量

難燃

吸音

断熱

※JFEロックファイバー社HPより



課題・・・弱い(コシがない)

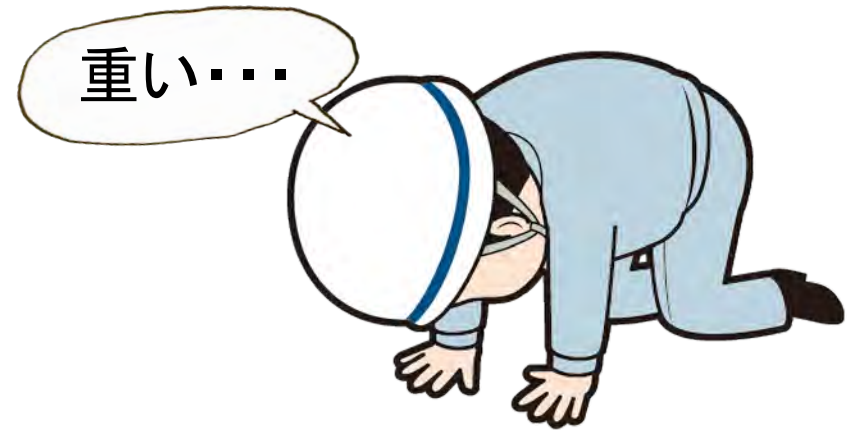


レンゴの「これから」 ～オープンイノベーション～

天井材の現行品と課題

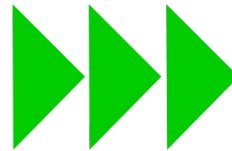


現行品:石膏ボード



- 軽くて
- 強くて(剛性がある)
- 難燃性のある

天井材にしてほしい...

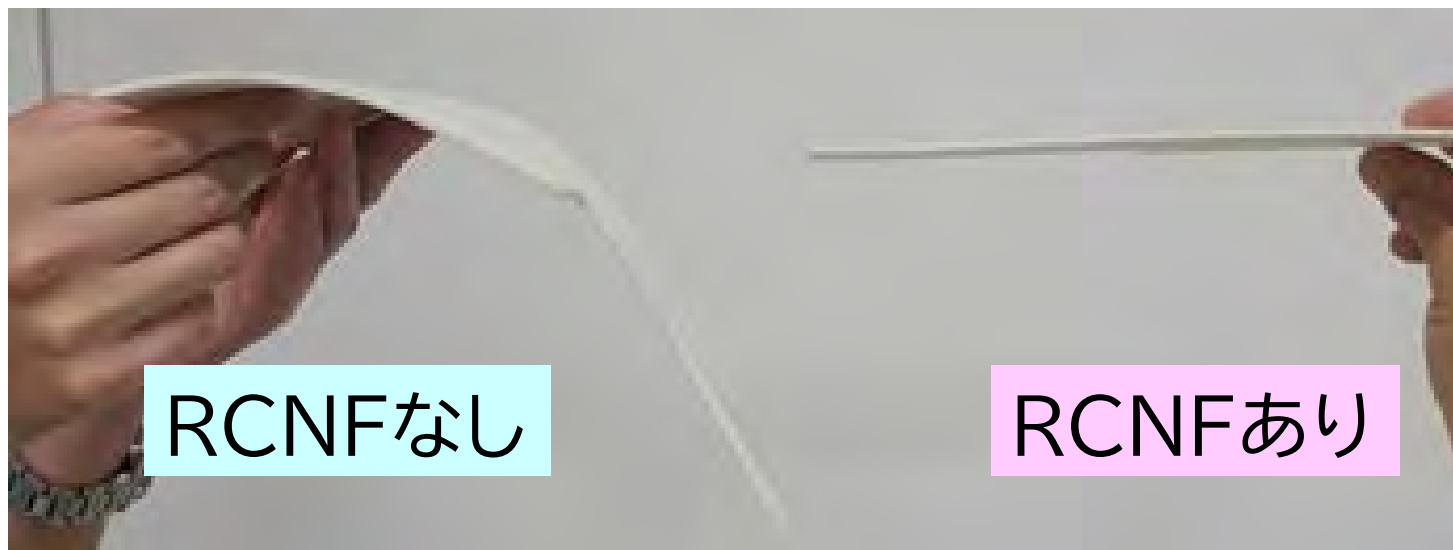


少ない添加量で効果を出せる補強材...

RCNFがあるじゃないか！！

レンゴの「これから」 ～オープンイノベーション～

入れてみた。



軽量

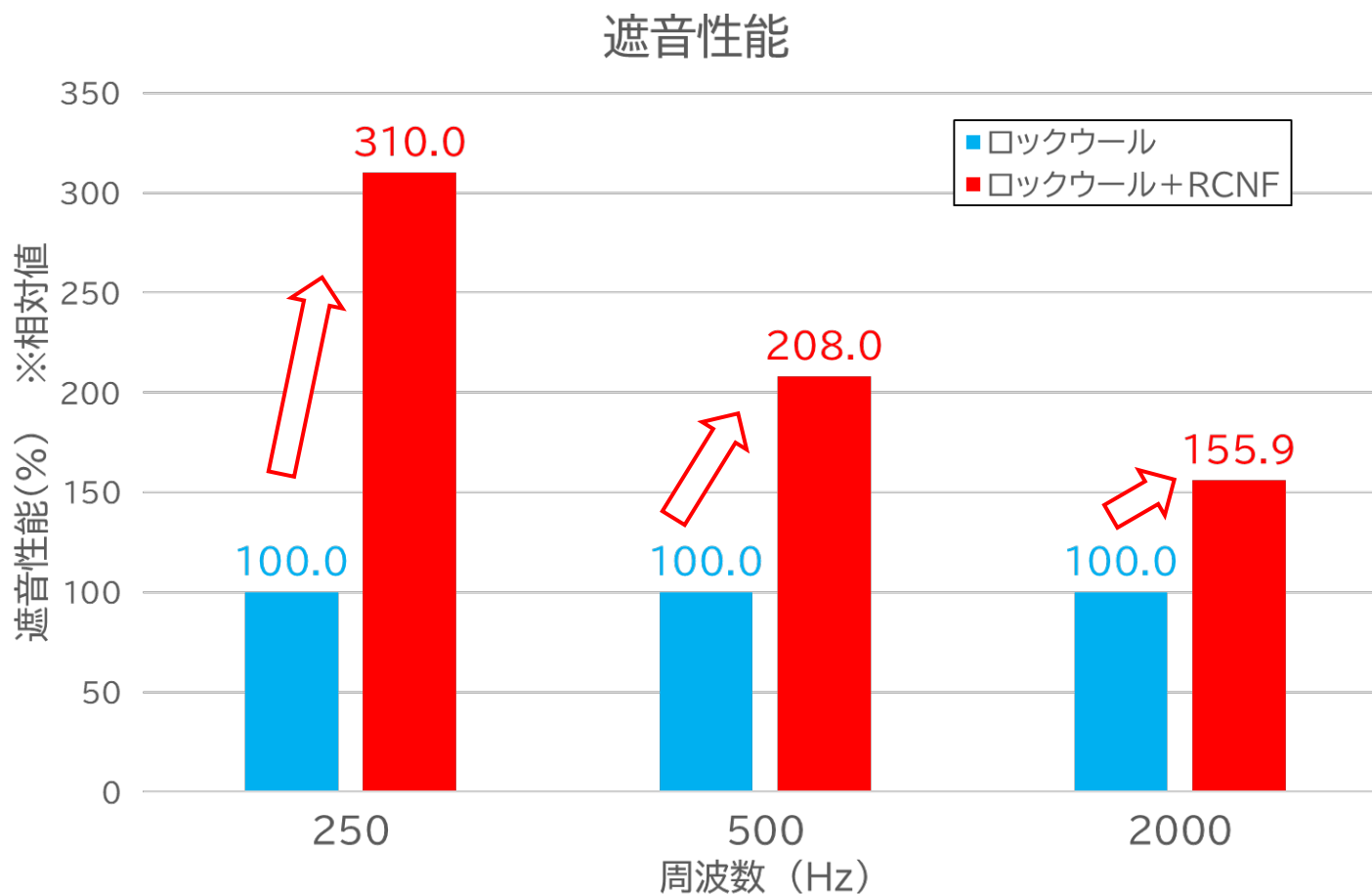
難燃性

高強度

建材(天井材)として、他に特長は出ていないか・・・

レンゴの「これから」 ～オープンイノベーション～

遮音性能への効果



特に低周波領域で顕著な遮音効果

レンゴの「これから」 ～オープンイノベーション～

更なる可能性を求めて・・・

富士市「デジタルツールを活用したCNFオープンイノベーション促進事業」第2期にて活動中



※デジタルオープンイノベーションプラットフォーム「AUBA」(株式会社eiicon様運営)

ご清聴ありがとうございました。

G P I

ゼネラル・パッケージング・インダストリー

△レンゴ



⑧スギノマシンにおけるナノセルロースの取り組み

(株) スギノマシン 新規開発部
アシスタントマネージャー 小倉 孝太氏

2024/ 2/27

スギノマシンにおけるナノセルロースの 取り組み

株式会社スギノマシン
微粒装置部

小倉孝太



SUG!NO
SUPER! TECHNOLOGY

株式会社 スギノマシン

© 2024 SUGINO MACHINE LTD. Z2402J

会社概要

資本金	23億2,467万5,000円
社員数	1,080名（グループ [°] 連結1,410名）*2023年3月
本社所在地	富山県滑川市
事業内容	産業機械、工作機械、工具、極細繊維素材、 産業ロボット等の開発・設計、製造、 販売・サービス
国内製造拠点	富山（早月・滑川） 静岡（掛川）
国内営業拠点	東京、水戸、富山（早月・滑川） 名古屋、浜松、大阪、広島、福岡

スギノマシンの「超」技術

●切る

- ・ 超高压水切断装置
- ・ 超高压水発生装置



●削る

- ・ ドリリングユニット
- ・ タッピングユニット
- ・ 小型マシニングセンタ



●洗う

- ・ 高压水バリ取り洗浄機
- ・ はくり・はつり用機器



●磨く

- ・ 鏡面仕上工具・装置
- ・ 拡張工具



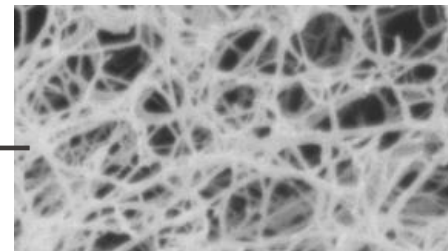
●砕く

- ・ 湿式微粒化装置
- ・ 乾式粉碎機



ほぐ ●解す

- ・ バイオマスナノファイバー



スギノマシンにおける、CNF関連の取り組み

1964年	超高圧水ジェットポンプを開発
2002年	湿式微粒化装置『現商品名：スターバースト』を販売
2008年	湿式微粒化装置を用いたセルロースの微細化検討開始
2011年	バイオマスナノファイバー『BiNFi-s（ビンフィス）』を販売
2013年	富山県魚津市に『BiNFi-s』プレプラント構築（経産省助成）
2018年	CNF乾燥粉末『BiNFi-sドライパウダー』を販売
2021年	富山県滑川市に『BiNFi-s』プレプラントを移設
2022年	『BiNFi-s』製造設備の増築（NEDO助成）

BiNFi-s

ビンフィス



Biomass Nano Fiber made by SUGINO



2 wt%

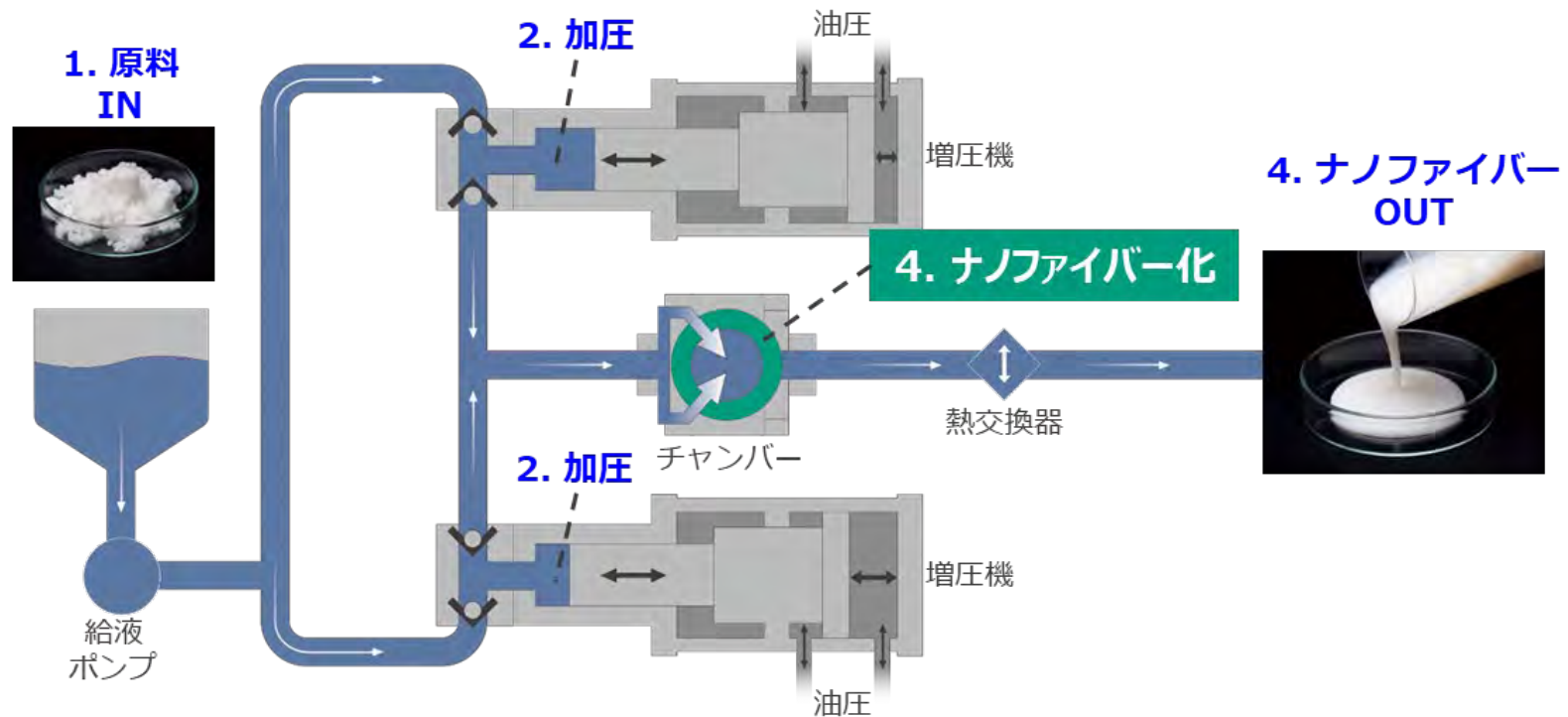


5 wt%



10 wt%

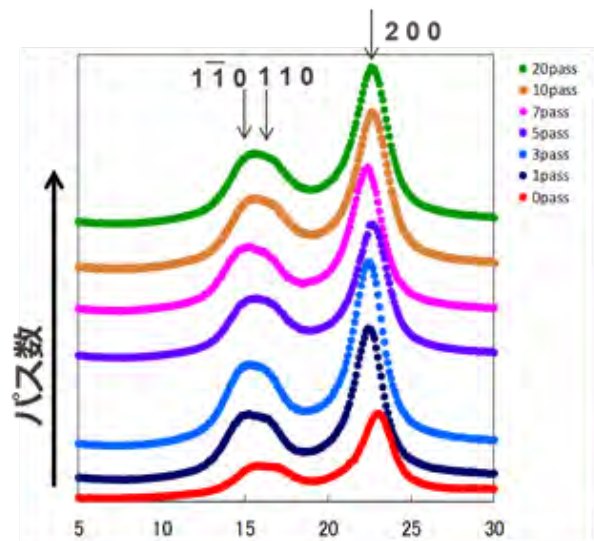
ウォータージェット（WJ）法によるCNFの製造



- 高効率生産（連続処理、高濃度処理が可能）
- 機械解繊では最小クラスの繊維径、過度な粉碎を抑制、物性制御可能
- コンタミネーションが極少
- 様々なCNFの製造が可能（パルプ(化学修飾品)、未利用バイオマスなど）

BiNFi-sの特徴

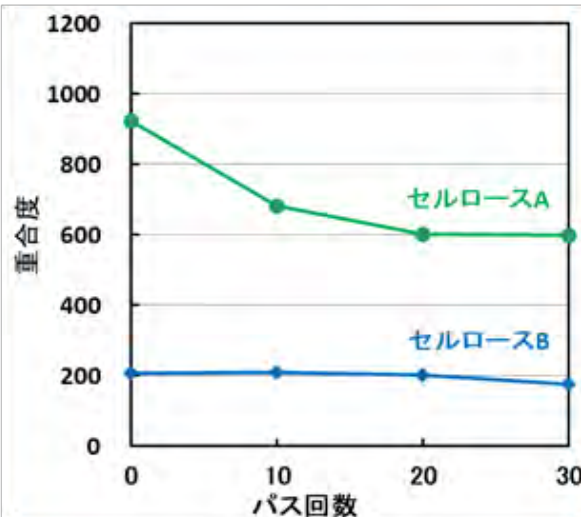
結晶構造(結晶化度)



※産総研・吉澤様ご提供

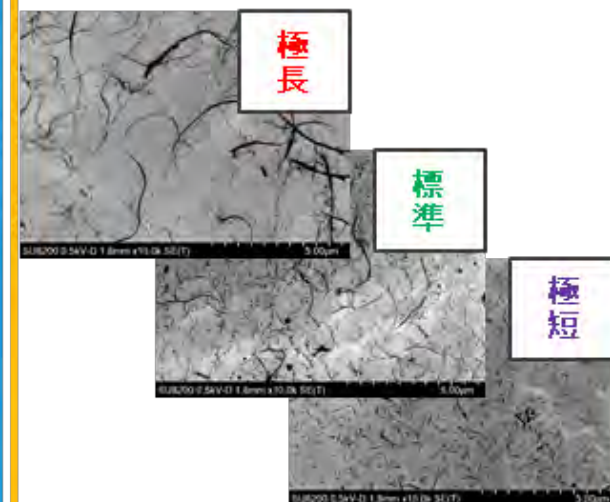
結晶構造を壊すことなくCNF化
結晶化度も維持

重合度(繊維長)



重合度の低下が少ない
繊維の切断が発生しにくい

繊維径(解繊度)



撮影機器：日立ハイテクノロジーズ
製

FE-SEM, SU8240

機械解繊CNF: 最小クラス
繊維長に依らず高い解繊力

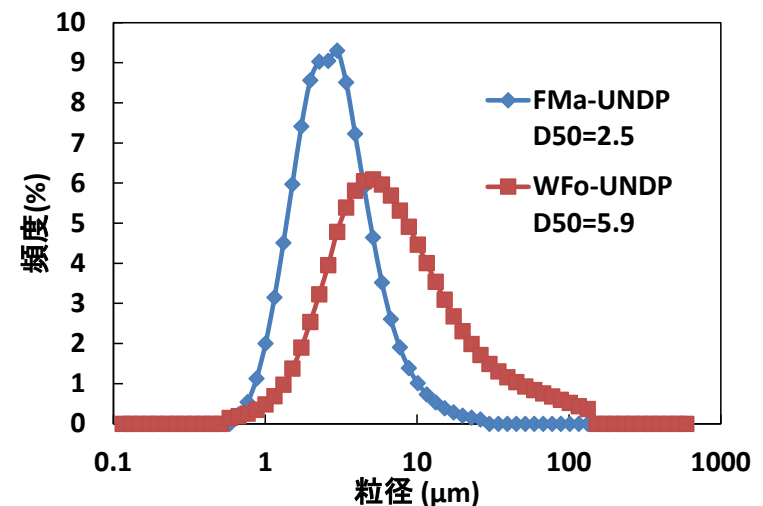
BiNF_i-sドライパウダー (BFDP)

標準繊維 (WFO)、極短繊維 (FMA)

予備撈拌

SML独自乾燥法①

標準繊維DP (WFO-UNDP)
極短繊維DP (FMA-UNDP)



CNFの凝集を最小限に抑えたCNF乾燥粉末

BiNFi-sのラインアップ

■ スラリータイプ

原料	品番 (□□は濃度)	濃度 (wt%)	繊維長	平均繊維径 (nm)	※1 粘度 (mPa・s)	※2 比表面積 (m ² /g)	重合度	耐油性	保水性	増粘性	分散 安定性	乳化 安定性	透明性
セルロース	IMa-100□□	2	極長	10~50	7,000	120	800	☆☆☆	☆	☆☆	☆☆☆	☆☆	
		5			40,000								
	BMa-100□□	2	長	10~50	6,500	120	750	☆☆☆	☆☆☆	☆☆	☆☆	☆☆	
		5			40,000								
		10			130,000								
	WFO-100□□	2	標準	10~50	6,000	120	650	☆☆	☆	☆☆	☆	☆☆	☆
		5			40,000								
		10			110,000								
	AFa-100□□	2	短	10~50	3,000	150	200	☆	☆☆☆	☆	☆	☆☆	☆☆
		5			20,000								
		10			60,000								
	FMa-100□□	2	極短	10~50	700	150	200		☆☆			☆☆	☆
		5			7,000								
		10			20,000								
CMC	TFa-100□□	2	—	10	3,000	100	—		☆☆	☆☆☆	☆		☆☆☆
		5			60,000								
キチン	SFO-200□□	2	—	10~50	3,000	200	300	☆	☆☆☆	☆☆	☆☆	☆☆	☆☆
		5			30,000								
		10			130,000								
キトサン	EFO-080□□	2	—	20~50	2,000	80	480	☆	☆	☆	☆	☆	
		5			15,000								
		10			100,000								
シルク	KCa-300□□	5	—	100	>500	200	—		☆☆	☆	☆☆	☆☆☆	☆

※1: 各数値は代表値であり、保証値ではありません。 ※2: 1:25℃, 60rpm (B型粘度計) ※3: BET法での測定

□□は食品添加物を原料に使用しています。

■ ドライパウダータイプ

原料	品番	繊維長	重合度	メジアン径 (μm)	水分量 (wt%)
セルロース	WFO-UNDP	標準	650	7~12	4~8
	FMa-UNDP	極短	200	5~10	

※1: 各数値は代表値であり、保証値ではありません。

機械解繊CNFを豊富にラインアップ

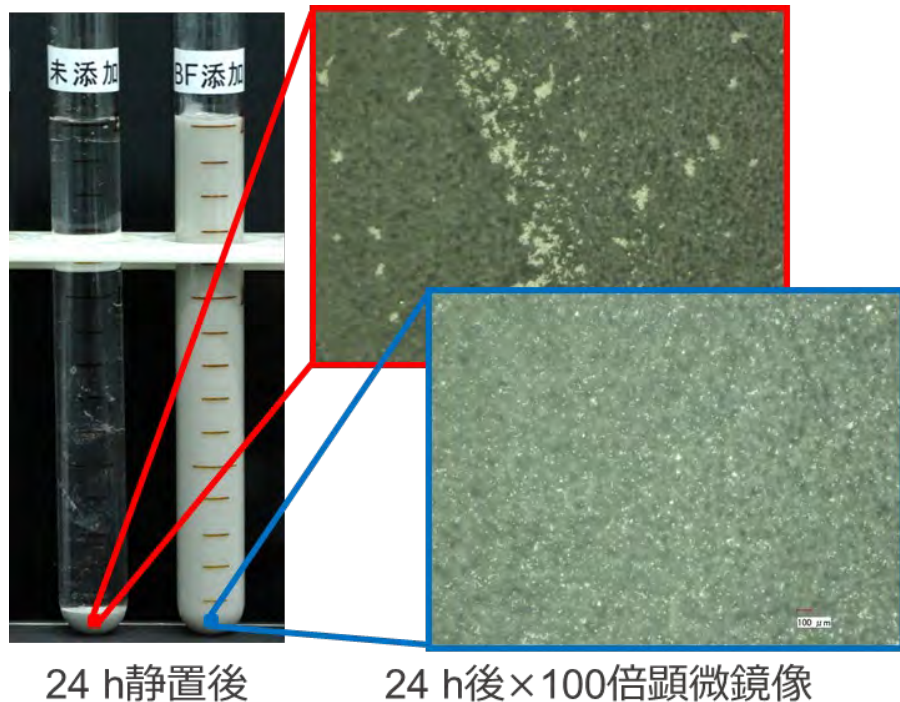


多種多様な業界、用途に対して、目的にあったCNFを提案、提供が可能。

分散剤としての利用（分散困難品の分散安定）

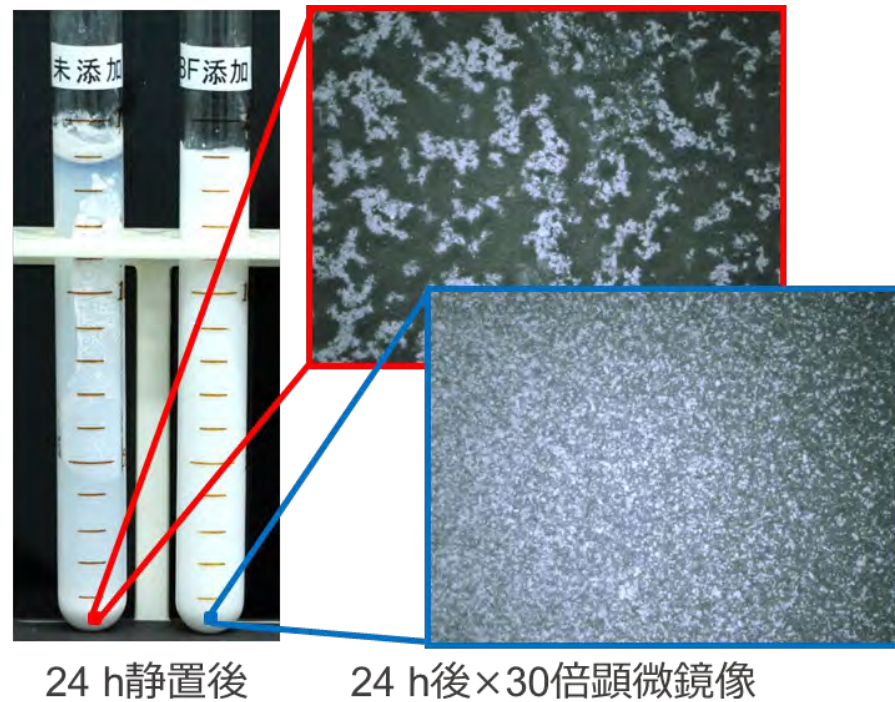
ダイヤモンドパウダー（研磨剤）

CNF濃度：0.5 wt%，粒子濃度：2.0 wt%

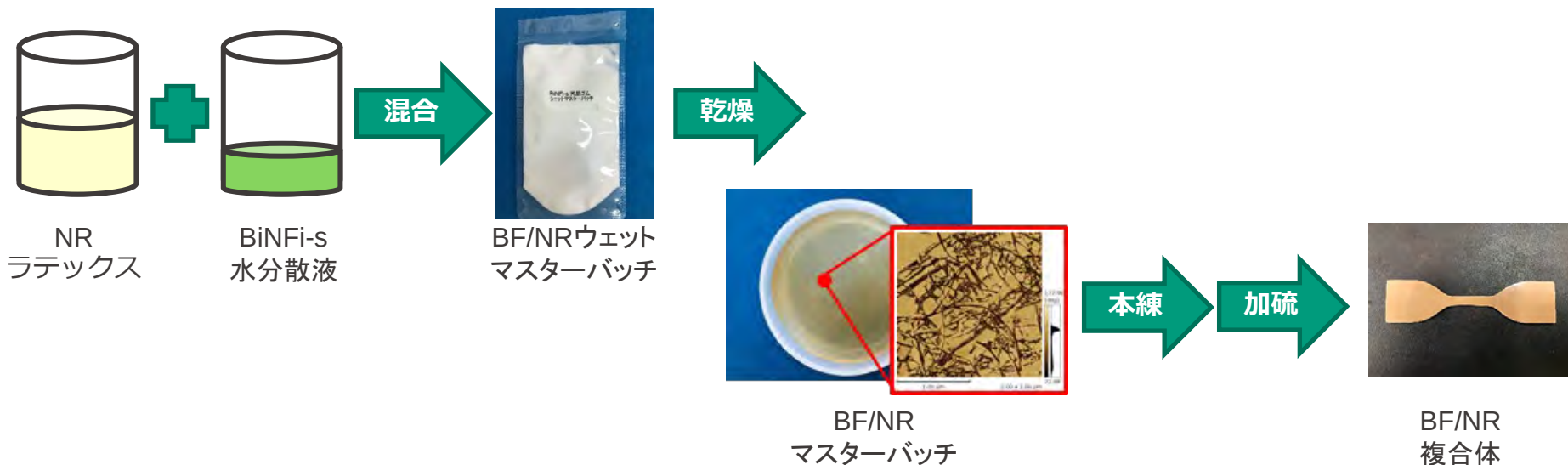


撥水性酸化チタン

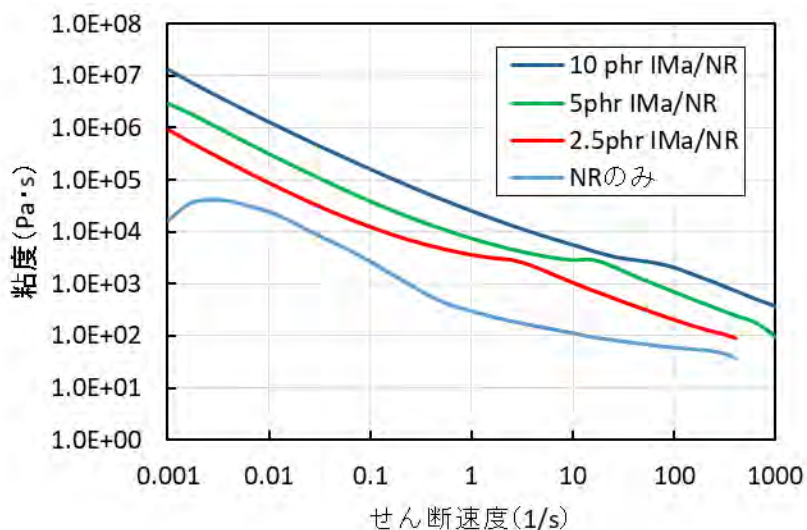
CNF濃度：0.5 wt%，粒子濃度：2.0 wt%



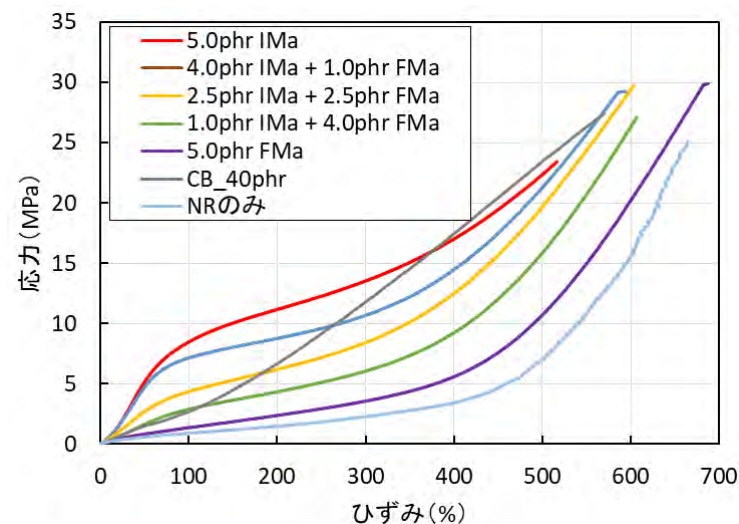
天然ゴム(NR)との複合化（粘度・強度の向上）



ラテックスのレオロジー制御



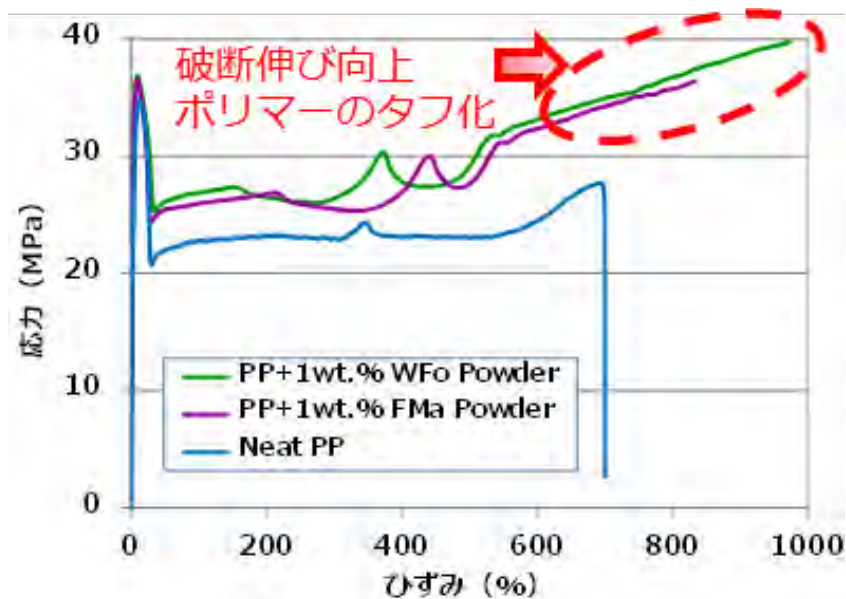
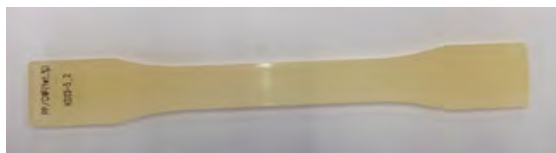
NRの補強、強度制御



樹脂との複合化（少量添加による機能性付与）

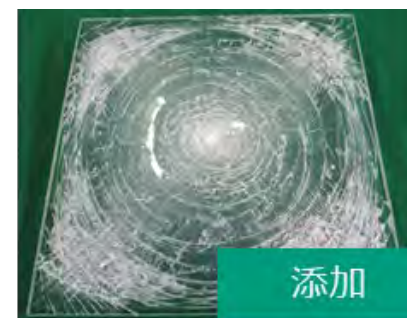
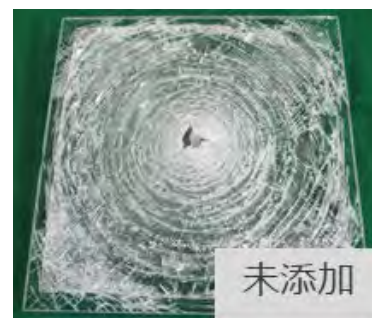
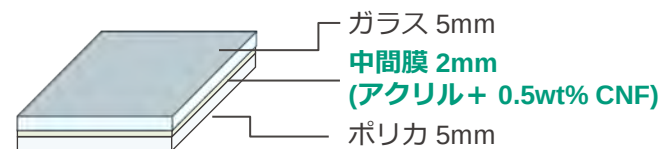
ポリプロピレンのタフ化

1 wt% BFDP添加PP

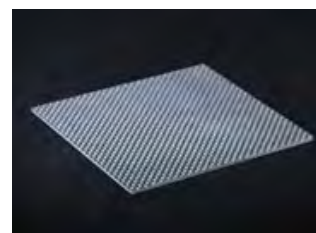


富山県立大学様との共同研究成果

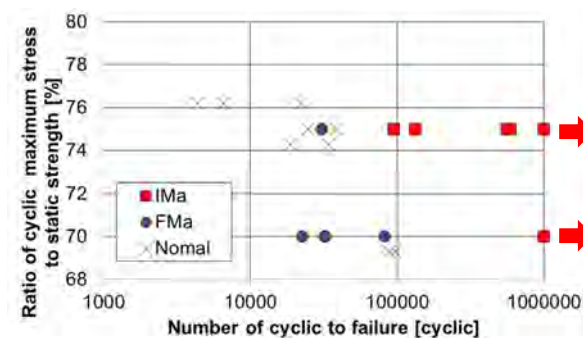
少量添加を活かした応用事例



新光硝子工業様提供品



0.3 wt% CNF添加CFRP



同志社大学様との共同研究成果

まとめ

- ◆ スギノマシンでは、ウォータージェット技術を応用することで、様々な繊維長の均一なCNFを製造し、「BiNFi-s®」の商品名で販売を行っている。
- ◆ 物質や繊維長などによって性質が異なり、用途によって最適なナノファイバーを選定することが重要である。
1回の実験・1つの種類で上手くいかなくても、諦めない！
- ◆ CNFは単なる強化材ではない。
CNFにしかできないことを見出すことが重要！

謝辞

- ◆ 様々なデータをご提供くださった、各共同研究先の皆様に深く感謝いたします。
- ◆ BiNFi-s製造設備および、データの一部は以下の事業の成果物です。深く感謝いたします。
 - ・ 経済産業省「平成24年度先端技術実証・評価設備整備費等補助金」
 - ・ 文部科学省「平成27年度地域イノベーション戦略支援プログラム」
 - ・ NEDO 「平成28年度中堅・中小企業への橋渡し研究開発促進事業」
「非可食性植物由来化学品製造プロセス技術の開発」
「炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発」

ご清聴ありがとうございました。



SUG!no
SUPER! TECHNOLOGY

株式会社 スギノマシン

© 2024 SUGINO MACHINE LTD. Z2402J

⑨化学メーカーにおけるセルロースナノファイバーの研究開発とこれから

第一工業製薬（株）研究本部 研究カンパニー一部
レオクリスタ開発グループ長 後居 洋介氏

化学メーカーにおける セルロースナノファイバーの研究開発とこれから

2024/2/27

第一工業製薬株式会社 研究本部
研究カンパニー部 レオクリスタ開発グループ長
後居 洋介

第一工業製薬のCNF「レオクリスタ」



- 2013年より製造販売開始
- 高アスペクト比の**TEMPO酸化CNF**
- 界面活性剤メーカーとして

✓ 界面化学

✓ レオロジー

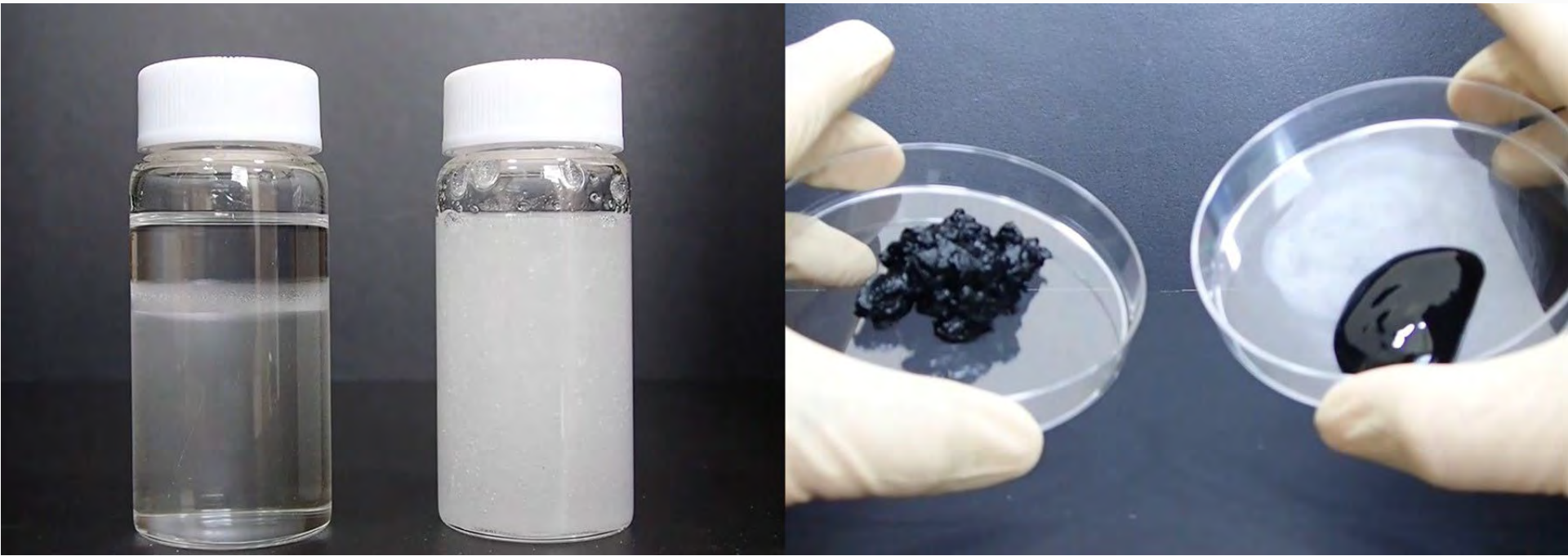
に着目した
水系添加剤として開発

レオクリスタの機能“レオロジー”



CNFのネットワーク構造を生かした**チキソ性** & **沈降抑制**

レオクリスタの機能“界面化学”



油、微粒子への吸着による**乳化・分散**

レオクリスタの実用化例



製品ラインアップを拡充中

製品名	特徴
レオクリスタ I-2SX	工業用標準グレード
レオクリスタ I-2AX	有機溶剤配合安定性向上グレード (アルコール80%配合可能)
レオクリスタ I-2SXS	低粘度グレード
レオクリスタ C-2SP	化粧品用標準グレード
レオクリスタ C-2SN	ナチュラルグレード (COSMOS認証取得)
レオクリスタ C-2EP	乳化特化グレード

レオクリスタクロスシリーズ



評価項目	製品濃度 (wt%)	0.2%分散液物性 粘度 (mPa・s)	透明度 (%T)	レオロジー特性 沈降抑制 必要量	チキン性	乳化、 分散能	フィルム 引張強度 (MPa)	バインダー 性能
レオクリスタ クロス	6	410	38	0.1-0.2%	+++	++	170	+++
レオクリスタ I-2SX	2	980	96	0.1%	+++	++	200	++

レオクリスタの高性能 × 高濃度化の達成！

熱可塑、難燃セルロース材料の開発

2023年12月8日リリース!



TEMPO酸化パルプに特定の対イオンを導入し、様々な機能を発現
CNF化による高機能化も可能

熱可塑セルロースの特徴



熱プレスにより**透明化、成形、接着が可能**

難燃セルロースの燃焼試験



燃えないボードを調製可能

ご清聴ありがとうございました

⑩星光PMCにおけるナノセルロースへの取り組み

星光PMC（株）技術本部 CNF事業推進部
CNF事業推進部長 佐藤 明弘氏

2024年2月27日

Nanocellulose Symposium final／

第517回生存圏シンポジウム

星光PMCにおけるナノセルロースの取り組み

星光PMC株式会社
技術本部 CNF事業推進部

目次

1. 会社紹介
2. CNF開発の経緯
3. セルロース配合樹脂STARCEL[®]
4. 発泡材料・ゴム材料・構造材料への応用
5. 今後の課題



会社紹介

製紙用薬品事業

サイズ剤
紙力増強剤
製紙用補助薬品



樹脂事業

印刷インキ用樹脂
記録材料用樹脂



化成品事業 (KJケミカルズ株式会社)

各種機能性モノマー



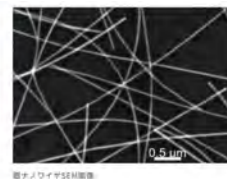
粘着剤事業 (新綜工業股份有限公司 (台湾))

粘着剤



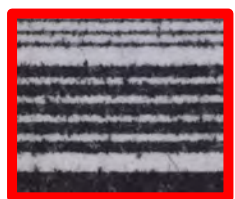
技術本部

AgNW、CNF
キチンナノファイバー

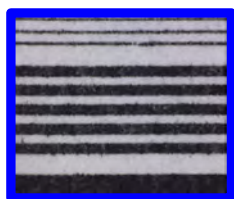


CNF開発の経緯

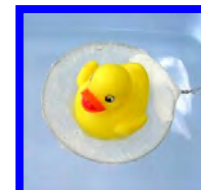
製紙用薬品：紙に機能を付与



印刷適性



撥水性



強度
耐水性

樹脂製品：様々な印刷様式に対応（印刷媒体は紙）

オフセット印刷



フレキソ印刷



グラビア印刷



デジタル印刷

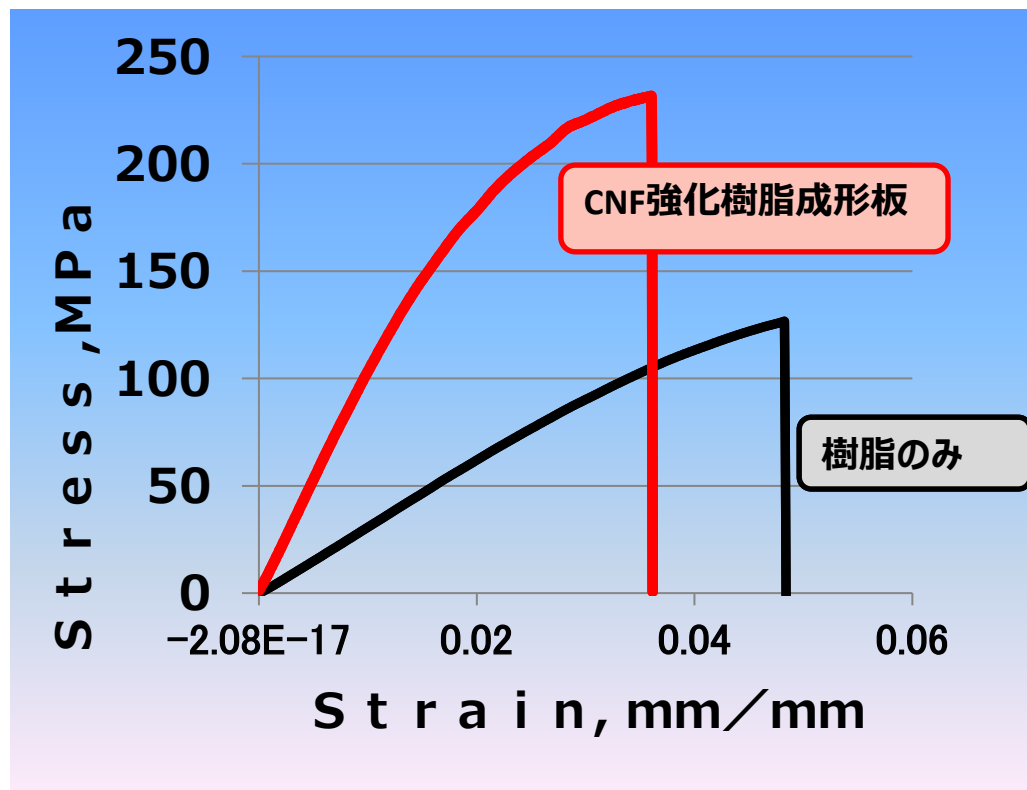


上記の知見を活かしCNFの開発に着手（2006年末より）
2007年より各プロジェクトに参画し、開発本格化
（PL：京都大学・矢野浩之先生）

NEDO・大学発 PJ (2007-2010)

- 不飽和ポリエステル樹脂との複合化を担当
- CNF変性・改質により複合材料物性が向上

不飽和ポリエステル樹脂との複合化（シート含浸法）



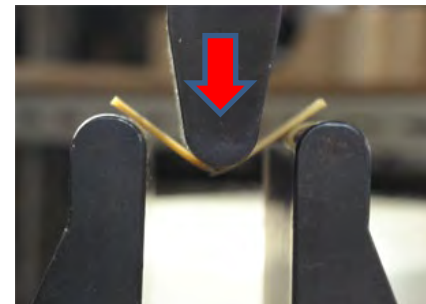
強度：230 MPa

弾性率：10 GPa

密度：1.3 g/cm³

強度：126 MPa

弾性率：3 GPa



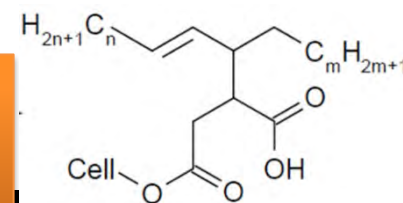
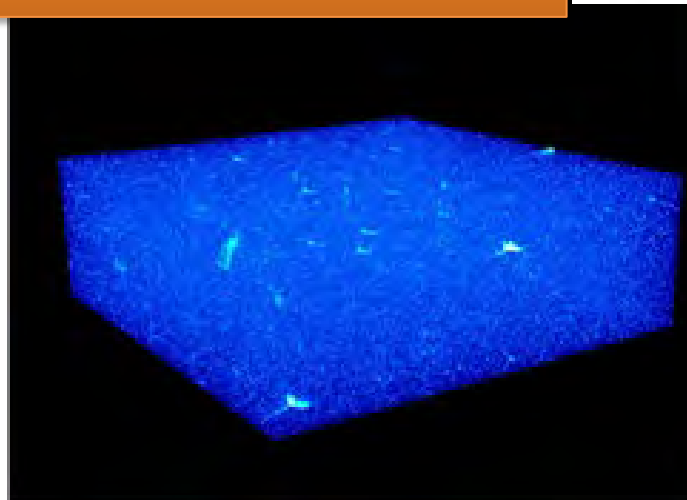
NEDO・GSC PJ (2010-2013)

- 当社はCNFの変性を担当
- 疎水変性によりCNFが樹脂（PE）中で**均一に分散**

未変性CNF
+ PE混練物



ASA変性CNF
+ PE混練物



幅600 μ m×奥行600 μ m×高さ200 μ mの部分解析（分解能700nm）

Sato et al., Composites A 2016

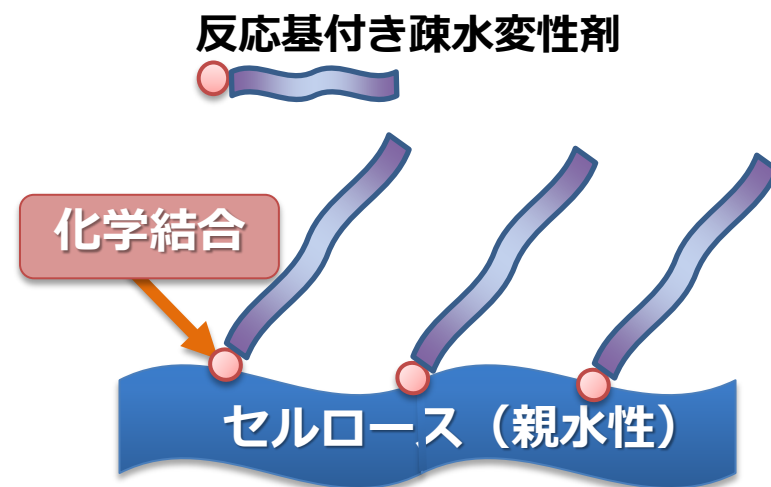


セルロース配合樹脂STARCEL®

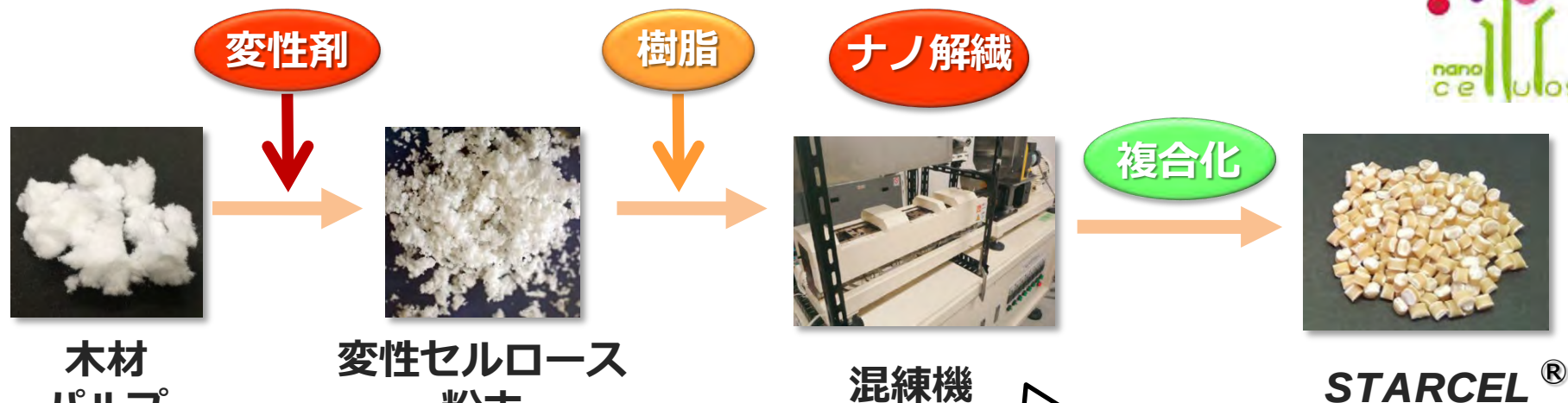
- セルロース繊維を樹脂やゴムに分散させたマスターバッチペレット
- NCシリーズ（CNF配合樹脂）
HCシリーズ（セルロースマイクロファイバー配合樹脂）の2系統
- 用途に応じ、複数の疎水化セルロースをラインアップ°
- 発泡材料、ゴム材料、構造材料用途で用途展開中



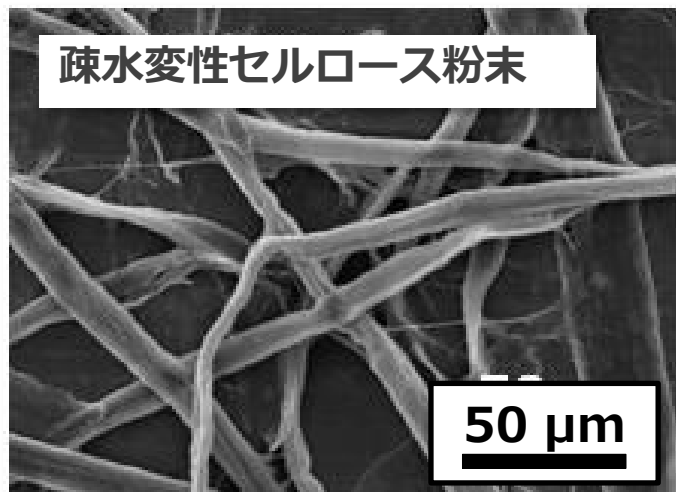
外観



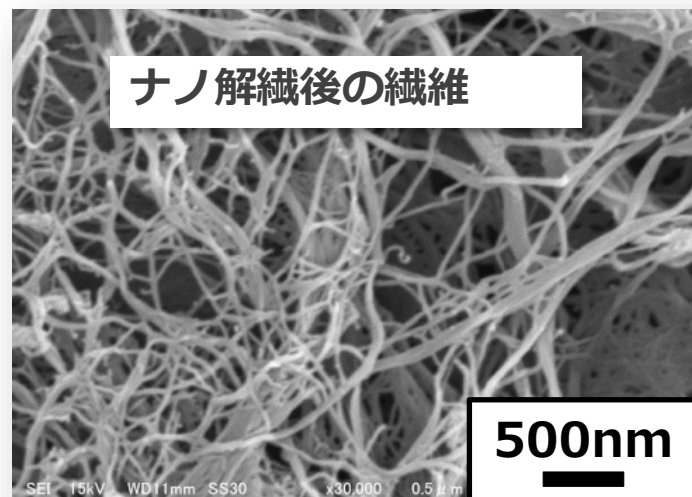
製造プロセス（京都プロセス）



疎水変性セルロース粉末

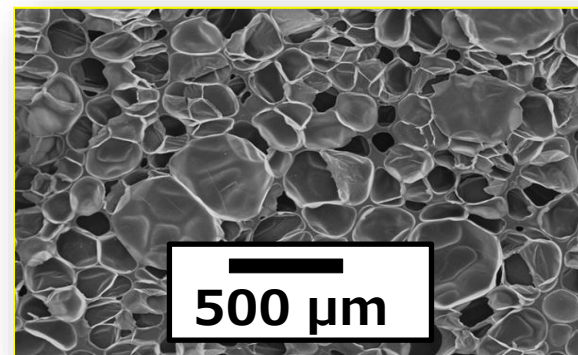
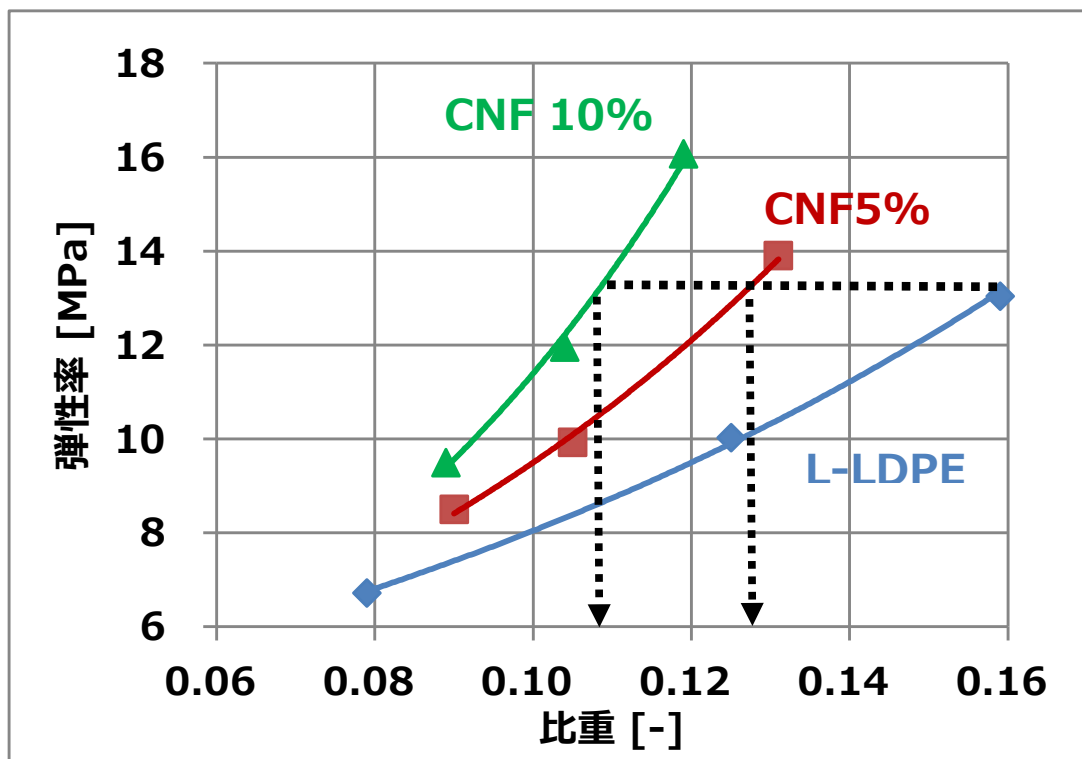


ナノ解繊後の繊維

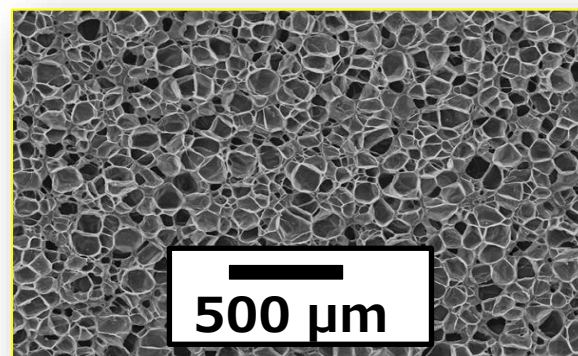


発泡材料への応用

- 気泡が小さく緻密になる
- 発泡体に強さ・硬さを付与出来る



無添加（PEのみ）



STARCEL® 使用

発泡材料への応用



ランニングシューズ

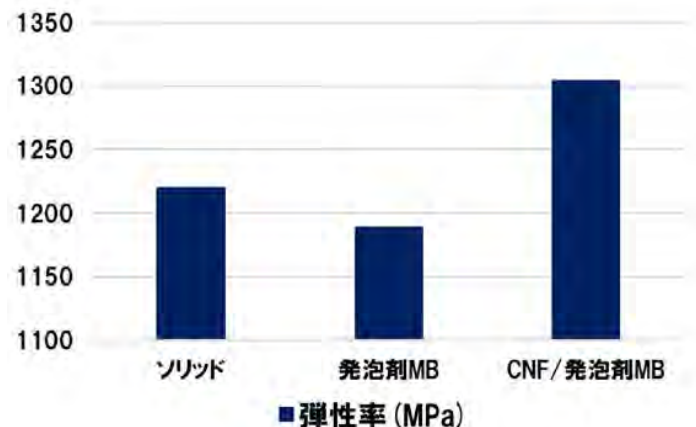
GEL-KAYANO 25

ミッドソールの部材の一部に採用



©ASICS

軽量化 約55%達成、強度 約20%向上、耐久性 約7%向上



軽量化と物性向上を両立

永和化成工業（株）様ご提供

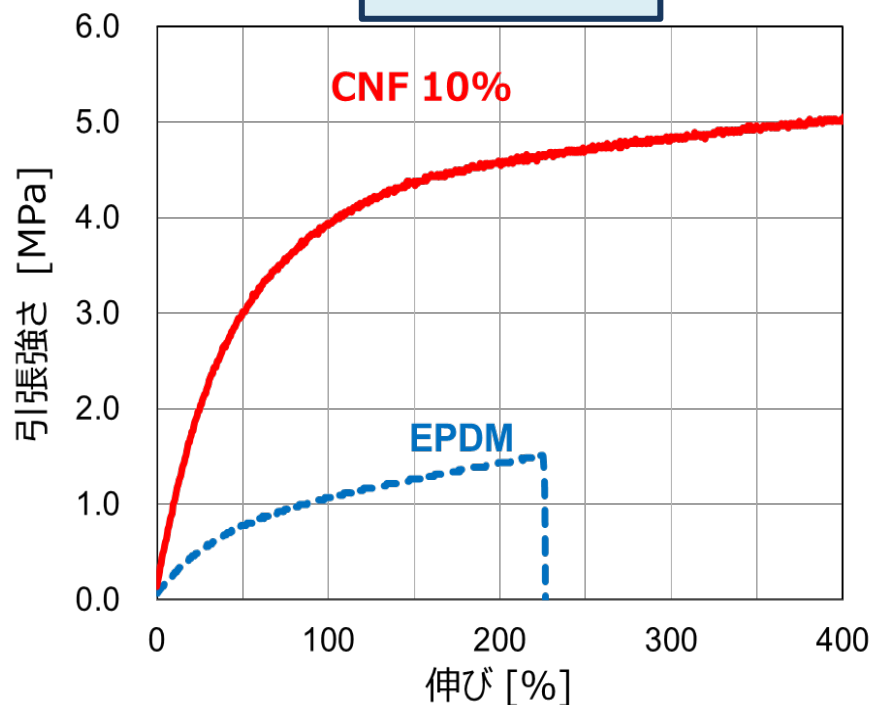


CNF配合により最大2.4倍までコアバック発泡成形可能

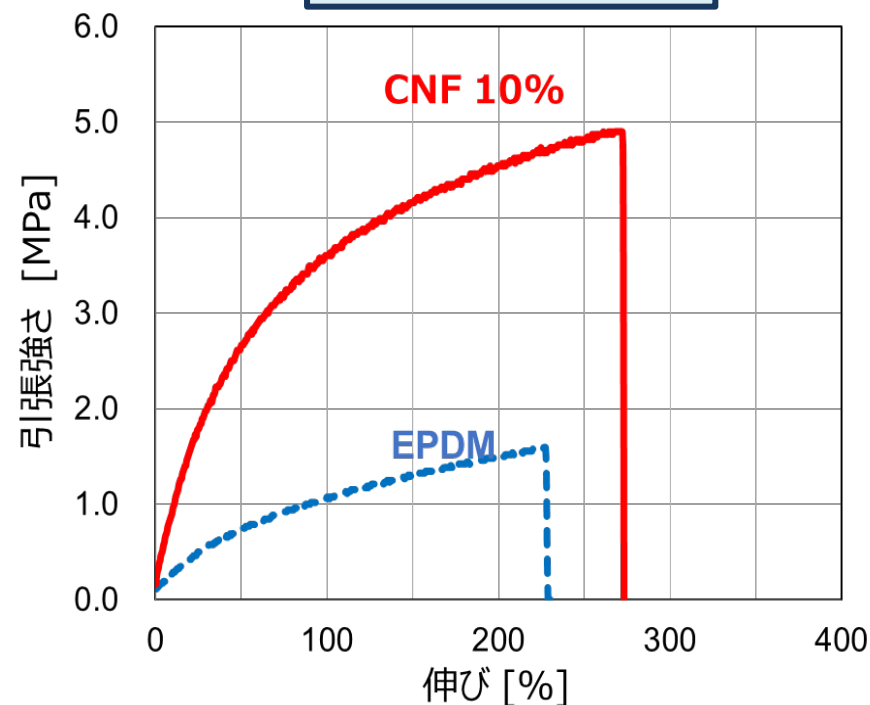
ゴム材料への応用

■ EPDMなど様々なゴムの補強が可能

硫黄架橋系



過酸化物架橋系

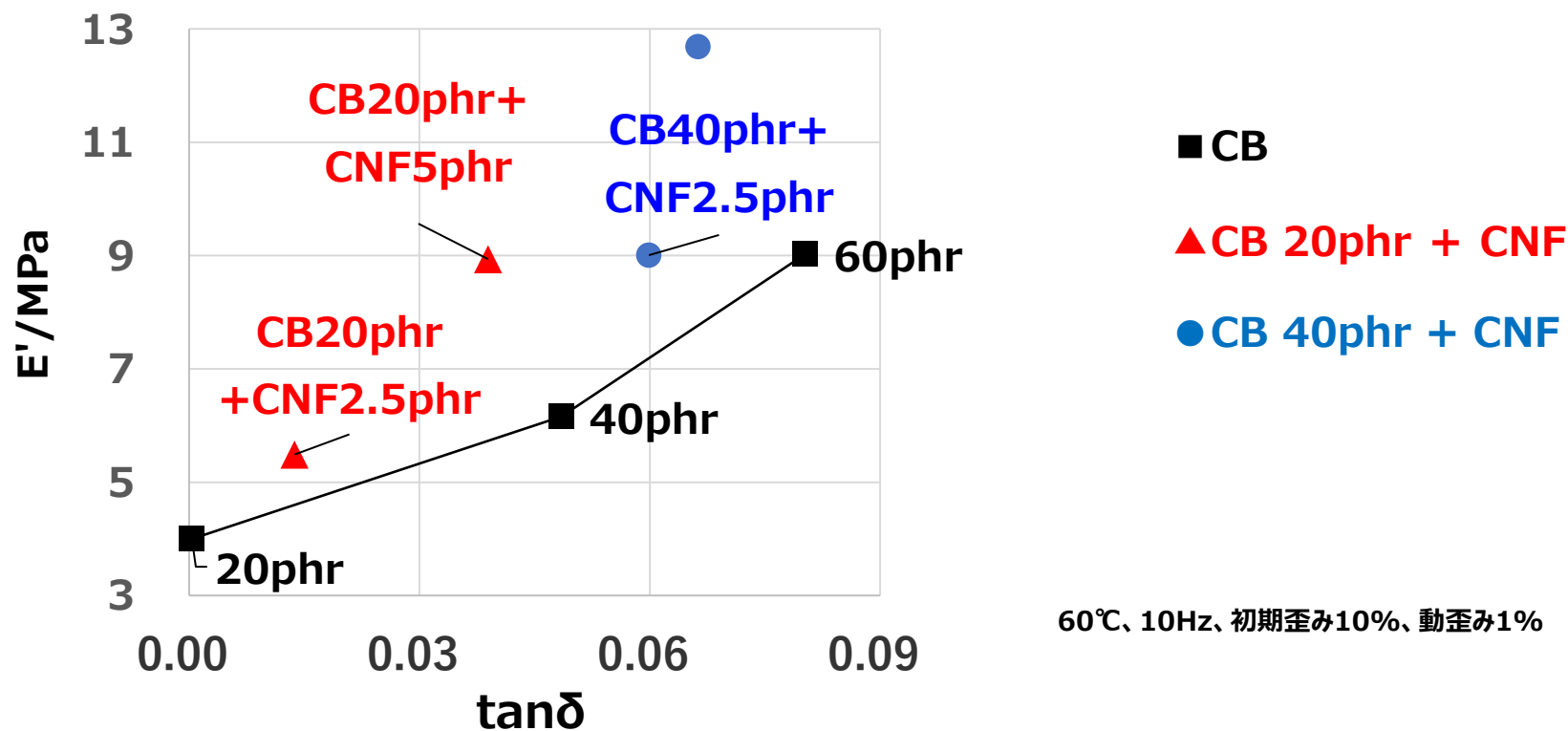


硫黄架橋: EPDM, ZnO 5phr, T-NC318 20phr, Sulfur 1.5phr, TBZTD 2.3phr, MBT 0.5phr
過酸化物架橋: EPDM, ZnO 5phr, Stearic acid 1phr, T-NC318 20phr, DCP 2phr

ゴム材料への応用

ゴム：NR 硫黄架橋

■ 低 $\tan\delta$ （ $\equiv$ 高反発）で軽量な配合が可能

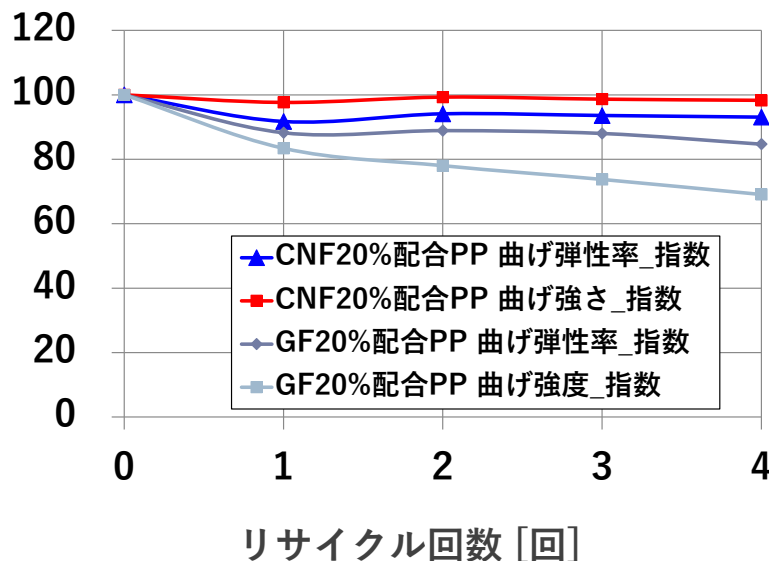


評価配合：天然ゴム(SMR20) 100phr, MB 0~11.1phr, ZnO 5.0phr, ステアリン酸 2.0phr, CZ 1.0phr, 硫黄 2.25phr (一定)

構造材料への応用

- 力学物性（曲げ、引張物性）、寸法安定性が向上
- リサイクル性に優れる。
- 部品の軽量化への貢献が期待できる。

成形リサイクル性



- ・成形を繰り返しても物性が落ち難い

環境省・NCV・PJ



- ・当社も材料を提供
- ・CO2削減効果が実証された

<http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/ncv/>
http://www.env.go.jp/earth/ondanka/cnf/NCV_testrun.pdf



今後の課題

■ 生産性改善（コストダウン・生産能力）

＜生産能力＞：70 t /年（疎水化セルローズ）

200 t /年（STARCEL[®]、配合率による）



竜ヶ崎工場

上記の課題解決に向け、開発継続中

今後の課題

■ CNFでしか出来ない「嬉しさ」の提案・提供



自社開発やお客様との協業・産学連携等を通じて、
課題を解決しCNFの利用拡大に貢献したい

⑪セルロース複合材料の実装へ向けた取組み

豊田合成（株）材料開発部 CN材料開発室
グループリーダー 内田 均氏

Nanocellulose Symposium final／第517回生存圏シンポジウム

セルロース複合材料の実装へ向けた取組み

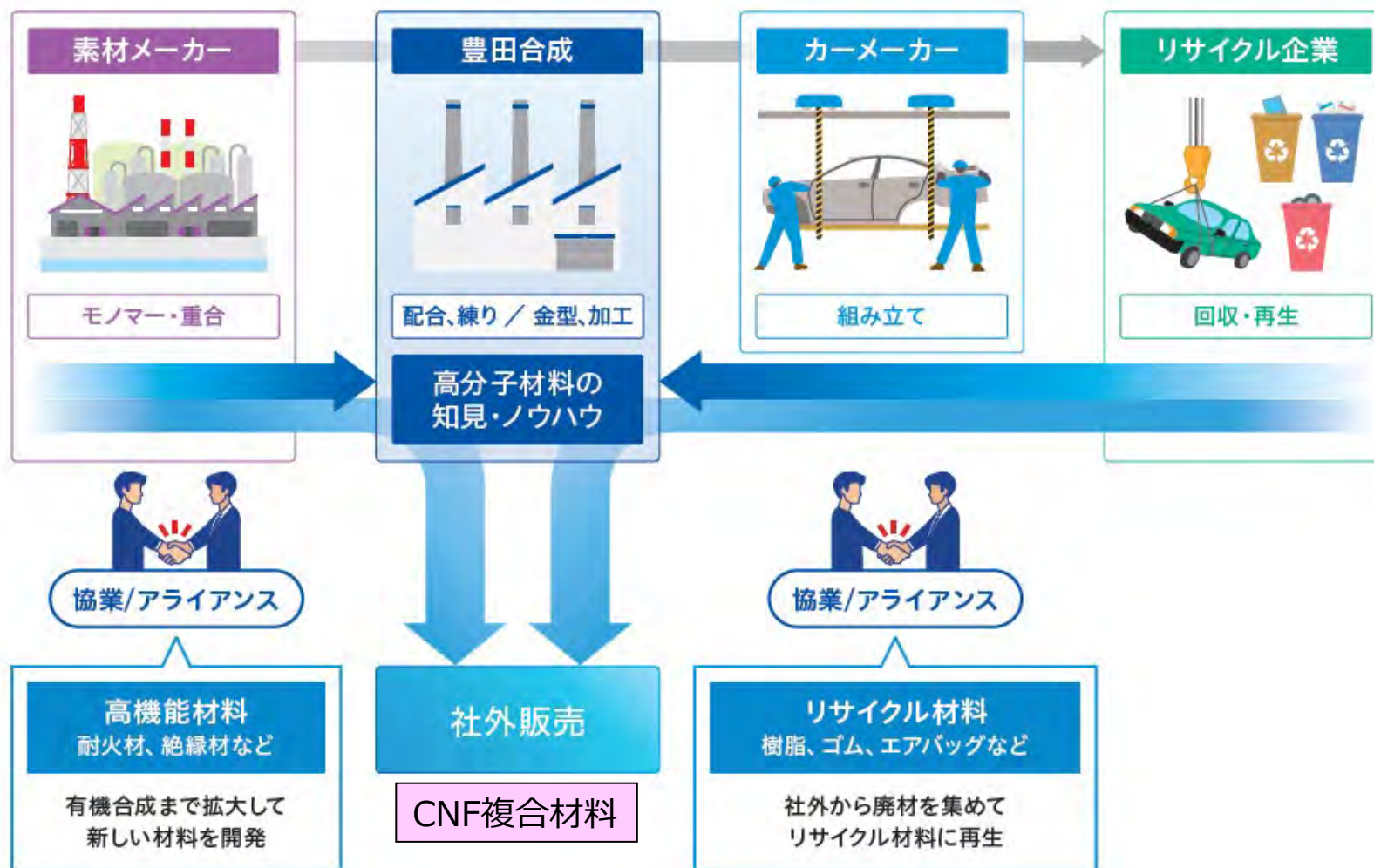
1. 脱炭素へむけた材料事業化への活動
2. 23年のセルロース複合材の取組み

2024年2月27日
材料開発部 CN材料開発室
内田、田中靖

1. 2030年へ向けて

CONFIDENTIAL

“高分子の可能性を追求し、より良い移動と暮らしを未来につなぐ会社”を目指します
⇒脱炭素社会への貢献の為、他社との協業を前提に高機能材料の開発と材料リサイクルの事業化に注力

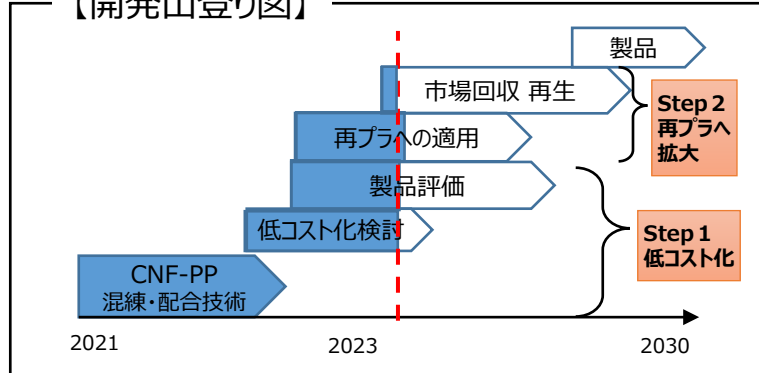


2. 23年のセルロース複合材の取組み

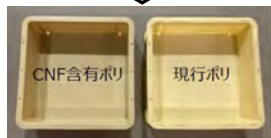
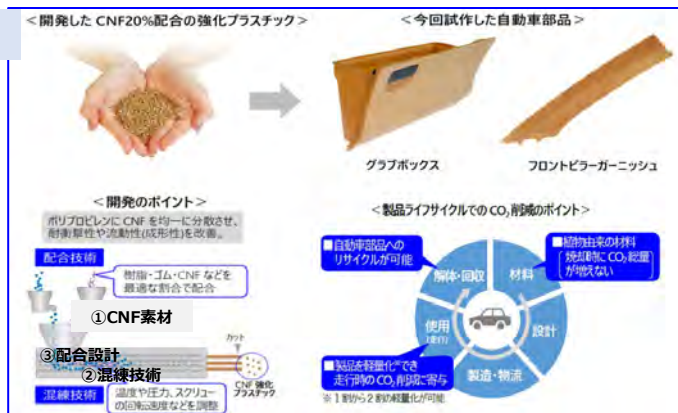
CONFIDENTIAL

セルロースナノファイバーの開発品をプレスリリース ⇒ '22/8より通箱への適用開始（昨年シンポジウムにてご報告）
'23/9 LEXUS ROV採用。内外装部品へ量産展開を提案

【開発山登り図】



Step1.



社内通箱で量産化
(’22.8 工程利用開始)

モノづくりへ貢献

【23年 取組み】

Step 2. ※製品評価を進め、バイオ材の広がりに対応する

回収樹脂
活用



バンパー材+CNF

CO ₂ 量低減	約▲50% (軽量効果含む)
引張弾性率(MPa)	2040
熱変形温度(℃)	118
耐衝撃性(kJ/m ²)	7

豊田合成技報
Vol65 (2023)

《今後の対応》

自動車部品への量産適用に向け、低コスト化と物性改善を図る

⑫ ネイチャーギフトの取り組みと今後の展開

(株) ネイチャーギフト
代表取締役社長 川妻 正利氏



株式会社 ネイチャーギフト

取り組みと今後の展開





Nature Gifts Co., Ltd.

株式会社ネイチャーギフト

株式会社ネイチャーギフトは、**CNF**
(セルロースナノファイバー) の社会実
装をより加速するため京都大学、
矢野浩之教授と株式会社ヘキサケミカル
が共同で設立したベンチャー企業です。
(2020/9/10設立)

持続型でカーボンニュートラルな**CNF**と
様々なプラスチック樹脂を「京都プロセス」
により複合化した強化樹脂の幅広い分野での
活用と用途探索を行い脱炭素社会実現に向け
貢献する会社です。

ネイチャーギフトのMISSION



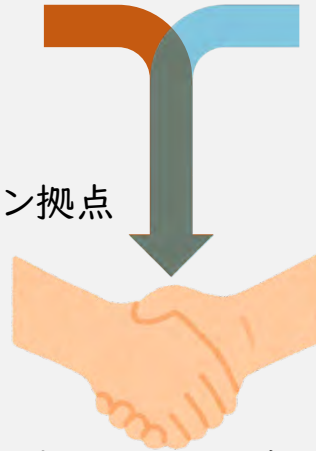
京都大学生存圏研究所

- ◆ 経産省地域オープンイノベーション拠点
- ◆ CNF関連の研究成果



株式会社ヘキサケミカル

- ◆ プラスチックの加工技術
- ◆ 生産設備・販売網



株式会社ネイチャーギフト

- ◆ 京都プロセス™による

CNF強化プラスチックの製造・販売

CNF強化プラの社会実装を **加速**

会社情報



[本社]

〒578-0956

大阪府東大阪市横枕西10番30号

[代表者]

川妻 正利 (ヘキサケミカル)

[資本金]

10百万円

[設立時期]

2020 年 9月 10日

[営業]

〒578-0956

大阪府東大阪市横枕西10番30号

[技術開発]

株式会社 ヘキサケミカル 本社 (東大阪市)

[生産]

ヘキサケミカル工場 (関西、関東、グループ)

本社 (東大阪市)

[HP]

<https://www.naturegifts.co.jp>

[E-mail]

info@naturegifts.co.jp



事業内容

1. 標準グレードの提供

- ・汎用、エンジニアリングプラスチックでのC N F強化樹脂の提供
(標準グレード品、開発品、試作品など)

2. 環境配慮型材料の開発

- ・バイオプラスチック、生分解性プラスチックの提供
(バイオPE、PLA、PBS、他)
- ・リサイクルプラスチック(マテリアルリサイクル関連)の
C N F強化によるアップグレード

3. カスタマイズ品の開発

- ・C N Fと種々の樹脂を個別仕様に従い複合化する受託生産

4. 独自技術の提案

- ・着色技術、プラゲノム技術を活かした機能性付与の提案
(*URL:www.plagenom.co.jp/)
- ・セルロース材料の開発(C M F)



“京都プロセス™”

「パルプ直接混練法」

繊維のナノ化と高融点樹脂への均一分散を同時に達成。

➡ 高機能化と製造コストに優位



提供：京都大学生存圏研究所 矢野教授

現在までの主な取り組み

- 輸送分野 16 社、家電分野 5 社、生活日用品雑貨分野 12 社、医療分野 2 社、建材分野 6 社、素材メーカー 8 社、商社他 7 社とコンタクト
- 原料プラスチックは、スタンダード（石油由来汎用、エンブラ）からバイオ系、生分解性、リサイクル系へ種類拡大
CNFをはじめCMF、木粉、紙粉などなど植物由来素材へ拡大

スタンダード品



バイオ系プラスチック



リサイクルPP



CMF強化PP



採用事例
(株)上山製作所 様
(大阪府東大阪市)



名札立て



伝票立て



番号札



今後の展開

- CNF樹脂複合材料の量産化 依頼・案件が増加傾向
- (株)ヘキサケミカル本社でCNF複合材料の開発・試作・量産を一貫できる専用工場
CNFはじめ、CMF、パルプ、木粉など植物由来のプラスチック強化材料の研究開発・量産拠点として活用
- (株)ヘキサケミカル本社に小型量産機を設置（年間100～150トンまで可能）
追加で2～3ラインの大型量産機の増設スペースは確保

試作・量産化のご相談はお気軽にネイチャーギフトまで！！

21世紀のモノづくりは ベジタリアン

[HP] <https://www.naturegifts.co.jp>
[E-mail] info@naturegifts.co.jp



⑬CNFの自動車部品への適用検討

(株) デンソー 材料技術部
室長 後藤 伸哉氏

CNFの自動車部品への適用検討

February 27 ,2024

後藤 伸哉

材料技術部 有機材料開発室

DENSO at a Glance デンソー早わかり

Present 数字で見るデンソー

全従業員数

16.5万人

連結売上収益

6.4兆円

世界初製品

130以上

特許保有件数

4.1万件

技能五輪国際大会
総獲得メダル数

77個

グローバル拠点

35の国と地域

海外売上比率

56%

資料提供元: 株式会社デンソー (2023/10/1)

環境・安心分野で
究極の「ゼロ」を目指す



環境と安心の取り組みによって、社会から共感され、
すべての人に笑顔広がる未来を届けます。

CO₂±ゼロ

交通事故
死亡者ゼロ

※資料作成日：2023年5月1日

環境

Green

2035年カーボンニュートラルを目指す

モノづくり



工場における
完全なカーボンニュートラルを達成

モビリティ製品



クルマの電動化に貢献し、
CO₂を可能な限り削減

エネルギー利用



再エネを有効活用する技術を開発・普及し、
エネルギー循環社会を実現

株式会社デンソー 資料室より(2023年5月1日)

安心

Peace of
mind

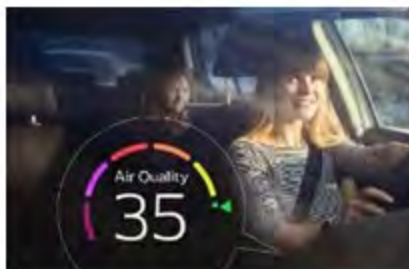
社会に「安心」を提供する リーディングカンパニーを目指す

交通事故死亡者ゼロ



「深み」と「広がり」の取り組みを通じ、
安全製品を普及させ、
交通事故死亡者のいない自由な移動を実現

快適空間



空間に対する技術を高め、
心安らぐ快適な空間を創出

働く人の支援



モビリティ領域で培った技術を活かし、
人を支援し、人の可能性を広げる社会を構築

株式会社デンソー 会社案内(2023年5月1日)

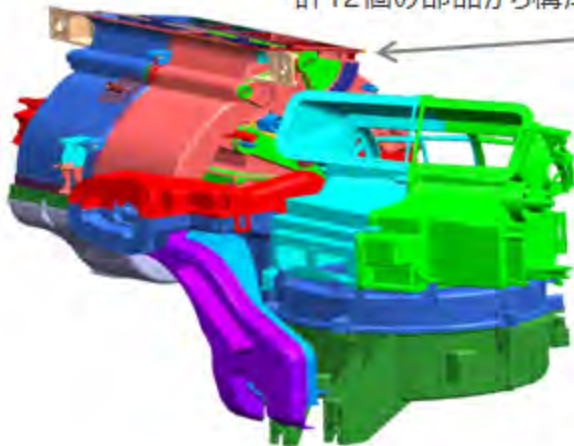
CNF 国プロ参画の経緯

H22~H24	NEDO	グリーン・サステナブルケミカルプロセス基盤技術開発	アドバイザー企業
H25~R1	NEDO	非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発 高機能リグノセルロースナノファイバーの一貫製造技術	アドバイザー企業
H28~R1	環境省	Nano Cellulose Vehicle プロジェクト	参画企業
R1~R2	環境省	京都プロセスで製造したアセチル化セルロースナノファイバー強化 バイオPEの社会実装評価	参画企業
R3~	環境省	Nano Cellulose Promotion	支援対象事業者

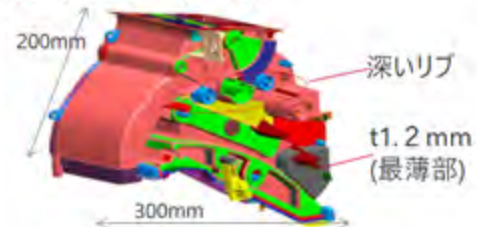
エアコンケース

エアコンケース形状

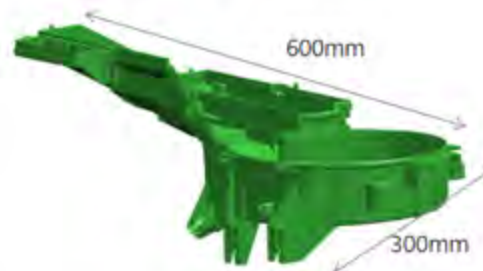
- ・現行材料：PP-タルク
- ・計12個の部品から構成



複雑形状（ヒーターケース）



大物（プロアケース）



薄肉、複雑形状、大物部品であるエアコンケースを題材に、
PE-CNF複合材料の課題抽出を実施

環境省プロジェクトでの検討内容

	狙い	CNFの価値	課題	対策	結果	残課題
NCV	CNFを発泡核剤にした微細発泡により物性低下を抑制した軽量化の実現	強度UP + 発泡核剤	CNF5%充填時（母材強度と発泡核数より）の流動性確保	多点ゲート化	6部品で平均10.1%軽量化	成形サイクル延長（後膨れ）とコスト
オールバイオ	バイオPEとCNFのオールバイオ材料でLCAでのCO2低減	強度UP + CO2固定	CNF10%充填時（母材強度）の流動性確保	多点ゲート化 + 射出速度UP	LCAでCO2排出量90%以上削減	剛性不足とコスト
NCP	物性が低いリサイクル材の物性リカバリー	強度UP	現行材同等の成形加工性（流動性、収縮率など）確保	成形条件調整	目標未達	多点ゲート化必要

環境省プロジェクトでの検討内容

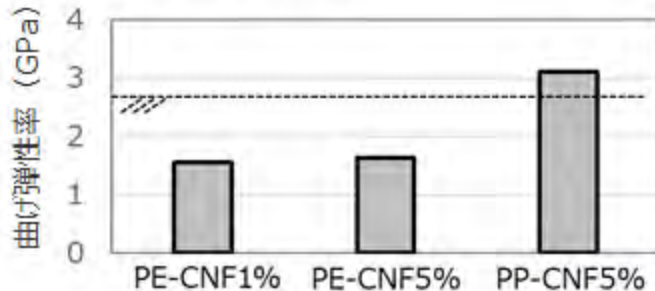
	狙い	CNFの価値	課題	対策	結果	残課題
NCV	CNFを発泡核剤にした微細発泡により物性低下を抑制した軽量化の実現	強度UP + 発泡核剤	CNF5%充填時（母材強度と発泡核数より）の流動性確保	多点ゲート化	6部品で平均10.1%軽量化	成形サイクル延長（後膨れ）とコスト
オールバイオ	バイオPEとCNFのオールバイオ材料でLCAでのCO2低減	強度UP + CO2固定	CNF10%充填時（母材強度）の流動性確保	多点ゲート化 + 射出速度UP	LCAでCO2排出量90%以上削減	剛性不足とコスト
NCP	物性が低いリサイクル材の物性リカバリー	強度UP	現行材同等の成形加工性（流動性、収縮率など）確保	成形条件調整	目標未達	多点ゲート化必要



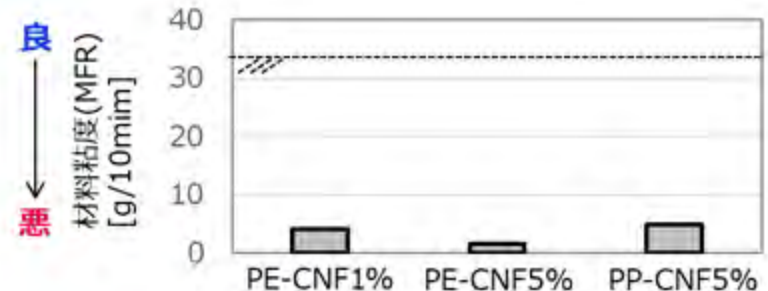
2019年 東京モーターショーに出展

CNF材料の特性

①曲げ弾性率 (MD)



②成形性 (流動性)



機械的特性と成形性はトレードオフ

PE-CNFの成形トライ

- ・材料：PE-CNF1% 190℃
- ・部品：複雑形状 & 大物部品 (ヒーターケース)
⇒ 未充填部ができ、製品形状は得られない

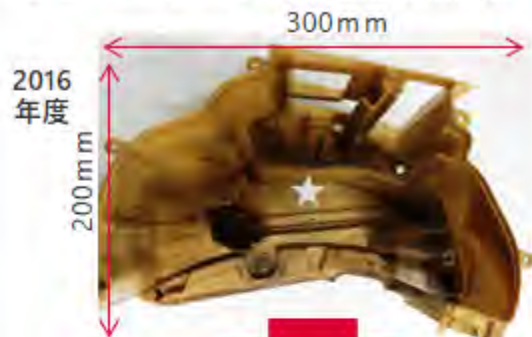


- ・期待：高い機械物性を活かした軽量化
(目標：軽量化率 > 10%)
- ・課題：成形性改良



ショートした成形品(ヒーターケース)

■ヒーターケース（複雑形状部品）



2017
年度

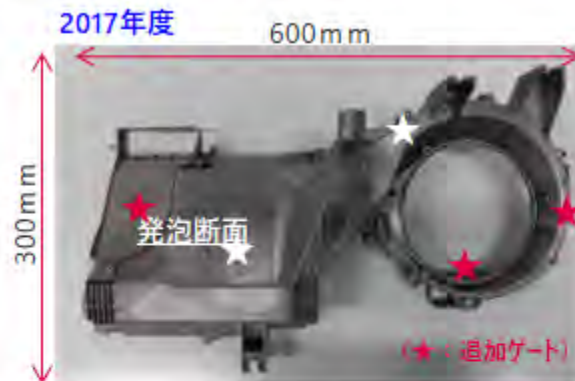


- ・樹脂温220°C
- ・発泡成形
- ・PE-CNF1%
- ・変色、臭気
- ・軽量化率:3%

最適位置への
ゲートの追加
(1→4点)

- ・樹脂温190°C
- ・発泡成形
- ・PE-CNF5%
- ・低変色、低臭気
- ・軽量化率:7%

■ブローケース（大物部品）



ゲートの追加
(2→5点)

- ・樹脂温200°C
- ・発泡成形
- ・PE-CNF5%
- ・軽量化率:7%

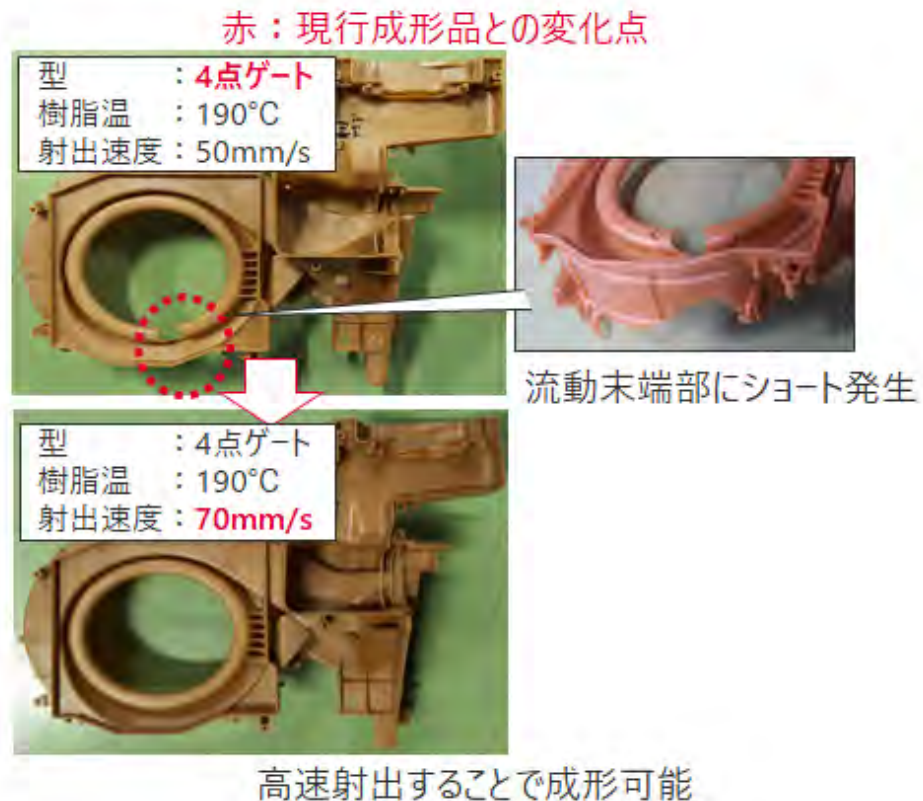
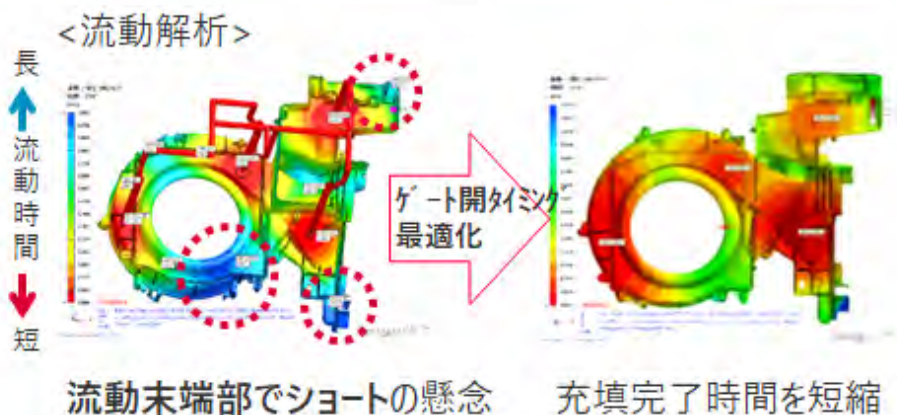
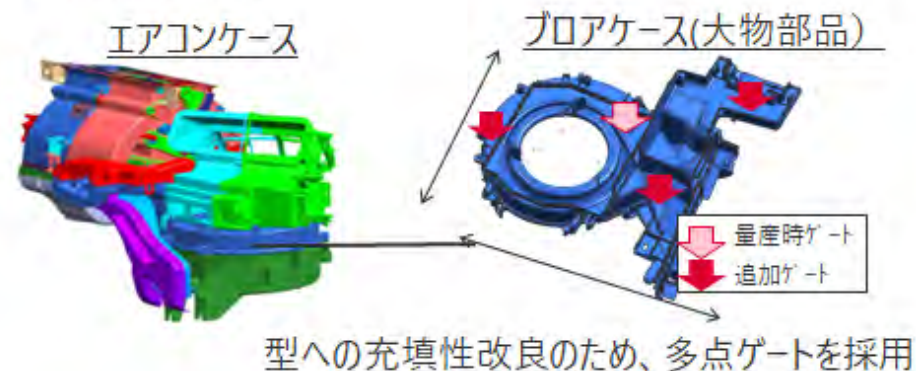
多点ゲート化と発泡成形の組み合わせで複雑形状、大物形状部品のPE-CNF樹脂材料での
成形成立性を確認
後発泡抑制のため、冷却時間延長の必要有り

環境省プロジェクトでの検討内容

	狙い	CNFの価値	課題	対策	結果	残課題
NCV	CNFを発泡核剤にした微細発泡により物性低下を抑制した軽量化の実現	強度UP + 発泡核剤	CNF5%充填時（母材強度と発泡核数より）の流動性確保	多点ゲート化	6部品で平均10.1%軽量化	成形サイクル延長（後膨れ）とコスト
オールバイオ	バイオPEとCNFのオールバイオ材料でLCAでのCO2低減	強度UP + CO2固定	CNF10%充填時（母材強度）の流動性確保	多点ゲート化 + 射出速度UP	LCAでCO2排出量90%以上削減	剛性不足とコスト
NCP	物性が低いリサイクル材の物性リカバリー	強度UP	現行材同等の成形加工性（流動性、収縮率など）確保	成形条件調整	目標未達	多点ゲート化必要

オールバイオ

■成形条件検討

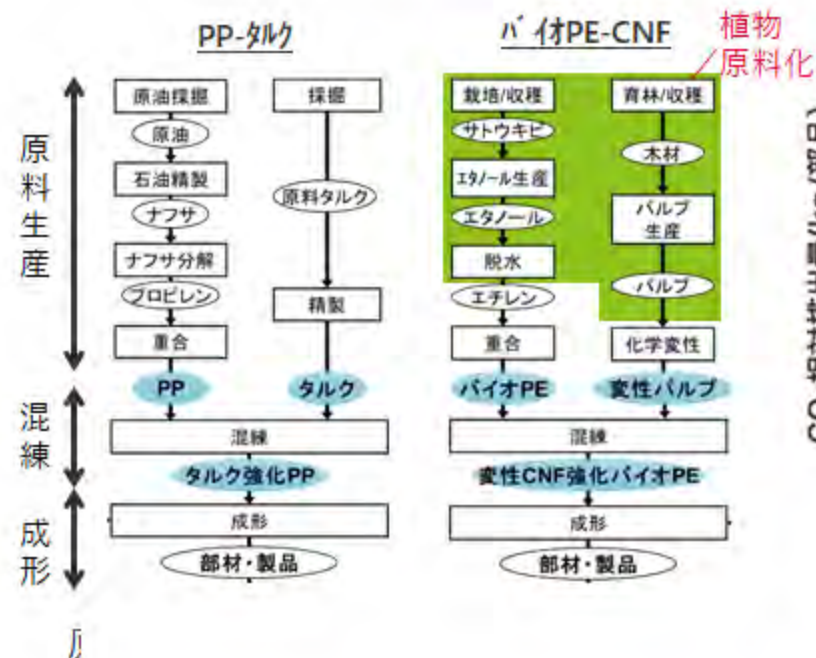


高粘度材料ではあるが、金型構造・射出条件改良により成形可能であることを確認

オールバイオ

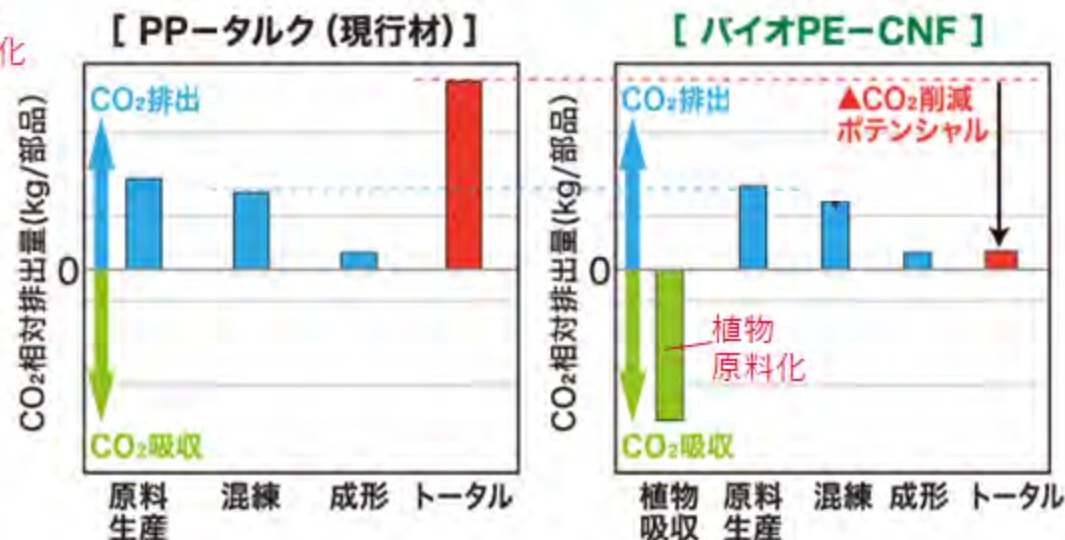
■ライフサイクルフロー

出展:令和2年度環境省委託業務 成果報告書



■エアコンケースのLC-CO₂

出展:令和2年度環境省委託業務 成果報告書



植物原料化のCO₂吸収によりカーボンネガティブ分を作ることができる

樹脂材料の植物原料化により、CO₂排出量▲90%以上の可能性を確認できた

CNFの自動車部品への適用と将来展望

自動車用途への適用には、更なる性能とコストのバランス取りが必要

- ・ナノ化で添加量を減らして、性能とコストを両立
- ・ナノ化しないことでコストを下げて、性能とコストを両立

CNF・・・セルロースナノファイバー

①セルロース：CO₂を固定しているので多量添加したい

②ナノファイバー：少量添加で機能向上できる

ナノ化推進
少量添加で
高機能化

- ・軽量化（タルク代替など）
- ・発泡成形で更なる軽量化
- ・リサイクル材の物性向上

ナノ化せず
多量添加で
CO₂固定

- ・LCAの値を下げるアイテムとしてCN用途
- ・低比重による軽量化

DENSO

Crafting the Core

⑭セルロースナノファイバーの自動車部品への適用に向けた取り組み
～ 過去そして未来 ～

トヨタ紡織（株）材料技術開発部
PE（プリンシパルエキスパート） 鬼頭 雅征氏

セルロースナノファイバーの 自動車部品への適用に向けた取り組み ～ 過去 そして 未来 ～

2024年 2月 27日(火) 13:00-17:40
Nanocellulose Symposium final/第517回生存圏シンポジウム
京都大学・宇治キャンパス
おうばくプラザ・きはだホール

トヨタ紡織株式会社
材料技術開発部
プリンシパルエキスパート
鬼頭 雅征

<本日の発表内容>

1. トヨタ紡織の会社紹介
2. これまでの環境への取り組み
3. 環境省 NCVプロジェクトへの参画
4. アプリケーション開発から見たCNFの技術課題
5. 要素技術の紹介（ナノレベルの構造制御技術）
6. 現在, そして未来 …

1. トヨタ紡織の会社紹介

- 2. これまでの環境への取り組み
- 3. 環境省 NCVプロジェクトへの参画
- 4. アプリケーション開発から見たCNFの技術課題
- 5. 要素技術の紹介（ナノレベルの構造制御技術）
- 6. 現在, そして未来 …

1. トヨタ紡織の会社紹介

1918年（大正7年）

豊田紡織株式会社創業

創業者：豊田 佐吉



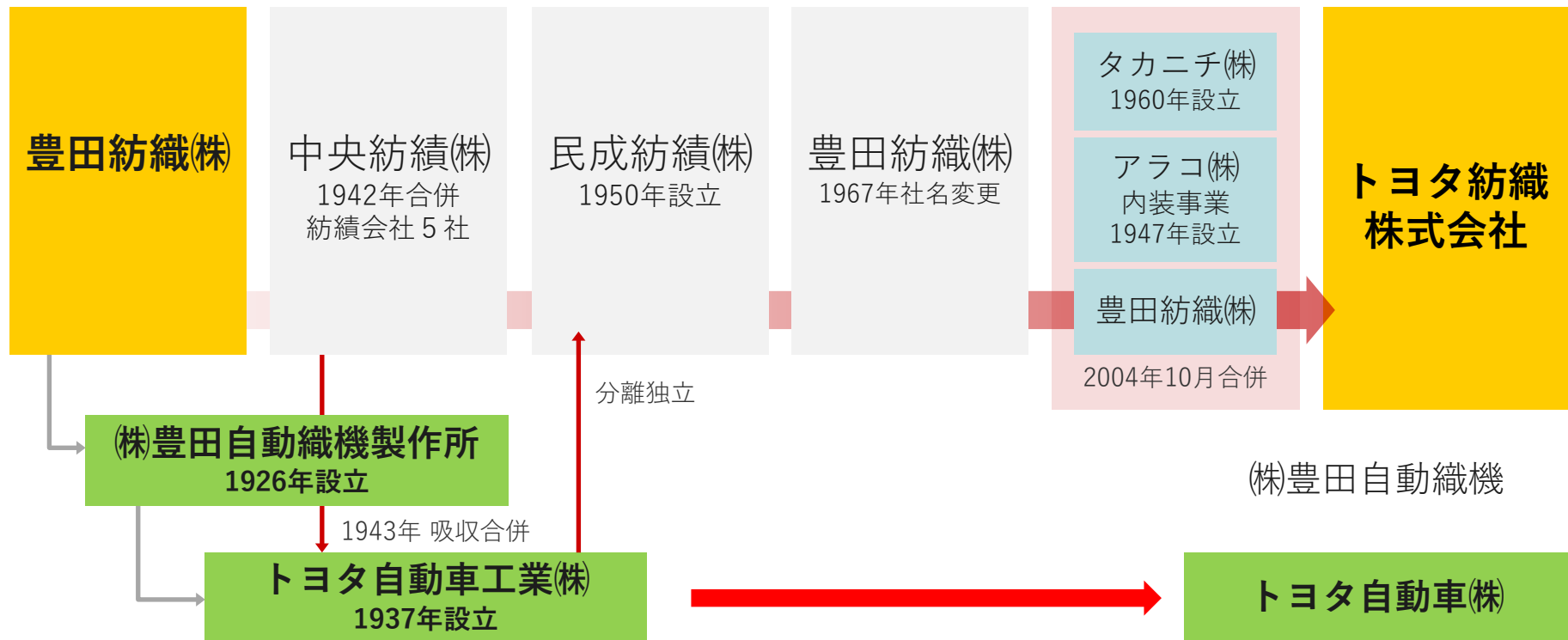
豊田 佐吉（1867年生誕）

豊田紡織創業者

G型自動織機を発明

2004年10月

豊田紡織(株)・アラコ(株)内装事業・
タカニチ(株)の3社合併により
『トヨタ紡織株式会社』が誕生



1. トヨタ紡織の会社紹介

Product Lineup

シート



スポーツシート



航空機用シート

ラウンドリクライナー

シート骨格



写真提供：JR東日本
鉄道車両用シート

内外装



内装システム



天井



イルミネーション



ドアトリム



パッケージトレイ



シートファブリック



カーテンシールド
エアバッグ



バンパー



フェンダーライナー

ユニット部品



吸気システム



エアクリーナー



シリンダーヘッドカバー



インテークマニホールド
(水平対向エンジン用)



モーターコア構成部品
(ハイブリッドシステム用)



エアフィルター



オイルフィルター



キャビン
エアフィルター



スタックマニホールド
(燃料電池関連部品)



セパレーター
(燃料電池関連部品)

-
1. トヨタ紡織の会社紹介
 - 2. これまでの環境への取り組み**
 3. 環境省 NCVプロジェクトへの参画
 4. アプリケーション開発から見たCNFの技術課題
 5. 要素技術の紹介（ナノレベルの構造制御技術）
 6. 現在, そして未来 …

2. これまでの環境への取り組み

トヨタ紡織の植物材料開発ヒストリー



1. トヨタ紡織の会社紹介
2. これまでの環境への取り組み
- 3. 環境省 NCVプロジェクトへの参画**
4. アプリケーション開発から見たCNFの技術課題
5. 要素技術の紹介（ナノレベルの構造制御技術）
6. 現在, そして未来 …

3. 環境省 NCV(Nano Cellulose Vehicle)プロジェクトへの参画

環境省NCVプロジェクトより, 部品メーカーとして開発に参画.

※ 京都プロセス開発材料を用いた自動車部品への搭載検討

→ 製品としての成立性確認 (成形性, 材料特性確認, ...)

NCVプロジェクト (2016~)



東京モーターショー2019会場にて (当社撮影)



最終試作車 (コンセプトカー) のドアトリム,
ドアアウターの製作・搭載

①製作・搭載したドアトリム



②製作・搭載したドアアウターパネル

表面

裏面



1. トヨタ紡織の会社紹介
2. これまでの環境への取り組み
3. 環境省 NCVプロジェクトへの参画
- 4. アプリケーション開発から見たCNFの技術課題**
5. 要素技術の紹介（ナノレベルの構造制御技術）
6. 現在, そして未来 …

4. アプリケーション開発から見たCNFの技術課題

NCVプロジェクト
(環境省・H31年度)

ドアトリム
PP-CNF10%

シャルピー衝撃強度(N付,23℃) = 4.1kJ/m²

側面衝突試験 (概要)



試験後



→ シャープエッジ発生NG
(割れ)

出典) Euro Ncap ホームページ
<https://www.euroncap.com/en>

バイオPE-CNF
社会実装プロジェクト
(環境省・R2年度)

エアリーナケース
バイオPE-CNF10%

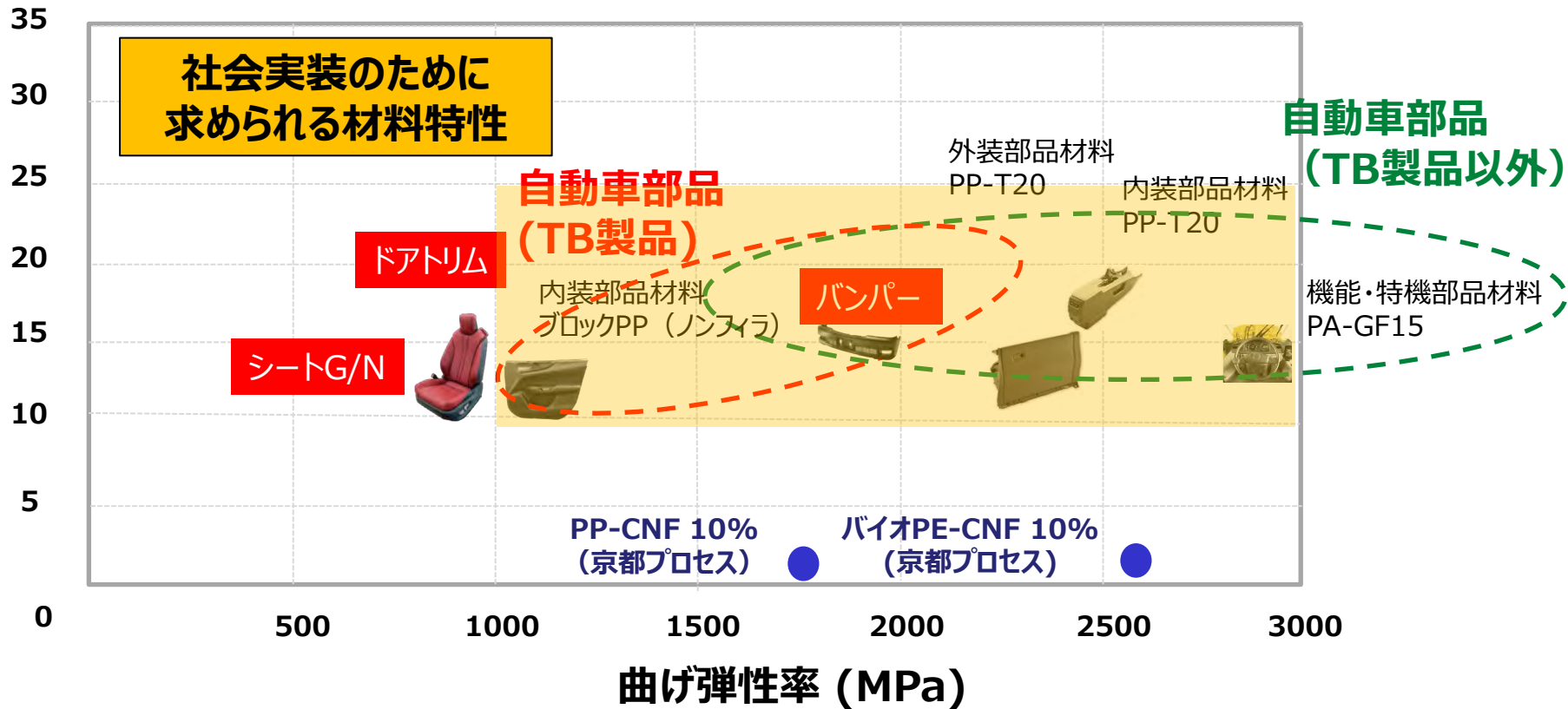
シャルピー衝撃強度(N付,23℃) = 5.1kJ/m²



自動車部品へ搭載するためには、耐衝撃特性のレベルアップが必須。

4. アプリケーション開発から見たCNFの技術課題

シャルピー衝撃強度 (kJ/m²) N付, 23°C



PP-CNF複合材を自動車部品として社会実装するためには、
「剛性」と「耐衝撃特性」の両立が必須。

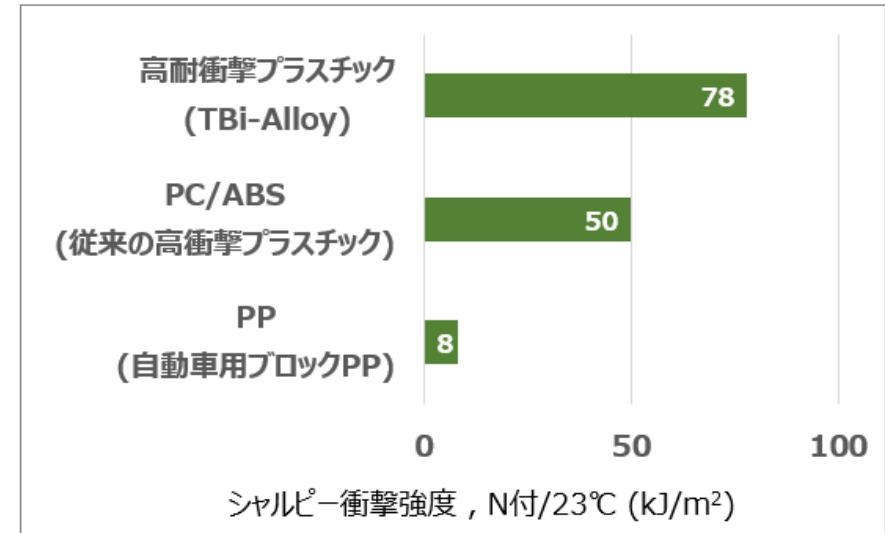
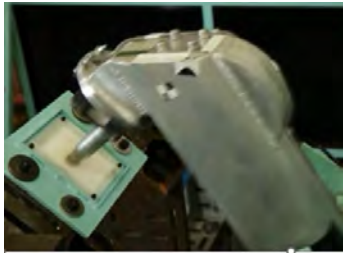
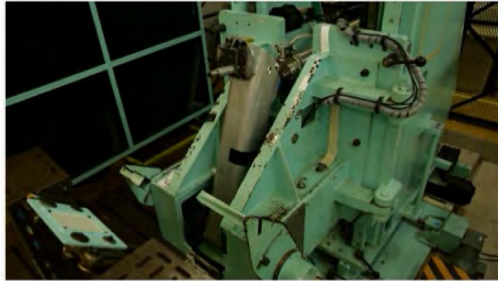
1. トヨタ紡織の会社紹介
2. これまでの環境への取り組み
3. 環境省 NCVプロジェクトへの参画
4. アプリケーション開発から見たCNFの技術課題
- 5. 要素技術の紹介（ナノレベルの構造制御技術）**
6. 現在, そして未来 …

5. 要素技術の紹介（ナレベルの構造制御技術）

自社開発の高耐衝撃プラスチック※（TBi-Alloy）の衝撃特性

※（株）豊田中央研究所様との共同開発

TBi-Alloy：「PP」と「PA」からなる‘ポリマーアロイ’



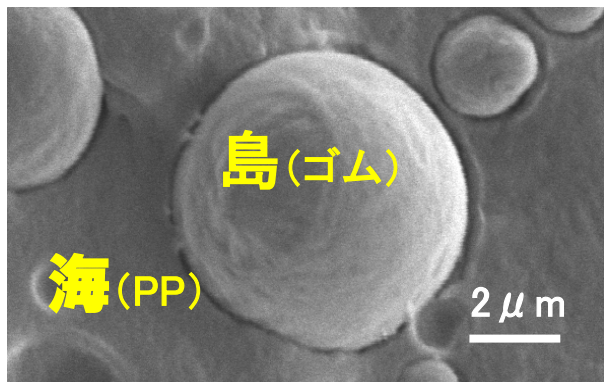
高速面衝撃試験(TBオリジナル)による効果確認

競合材との特性比較

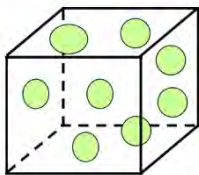
- 独自のコンパウンド技術により、PC/ABSを超える耐衝撃ポリマーアロイを開発。
- 2018 トヨタ・クラウンより、ドアトリムに採用。

5. 要素技術の紹介（ナノレベルの構造制御技術）

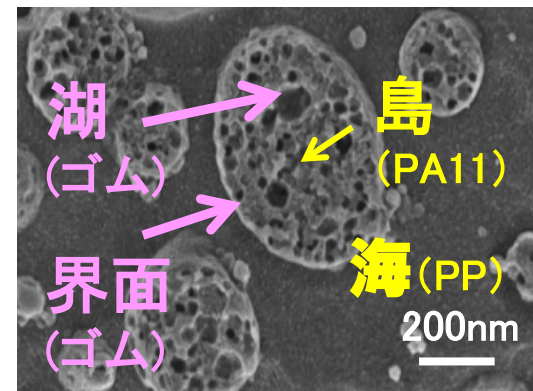
従来プラスチック （自動車用ブロックPP）



【海島構造】

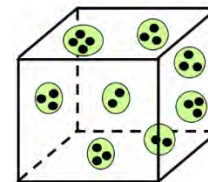


高耐衝撃プラスチック （TBi-Alloy）



※ 世界でも数例

【サラミ構造】



- ・ナノレベルのモルフォロジー制御により、特異な相構造であるサラミ構造を形成。
 - ・サラミ構造を形成することにより、耐衝撃特性が飛躍的に向上。
- 当社が保有するナノレベルの構造制御技術を、CNF樹脂複合材開発に展開する。

-
1. トヨタ紡織の会社紹介
 2. これまでの環境への取り組み
 3. 環境省 NCVプロジェクトへの参画
 4. アプリケーション開発から見たCNFの技術課題
 5. 要素技術の紹介（ナノレベルの構造制御技術）
 - 6. 現在, そして未来 …**

6. 現在, そして未来 …

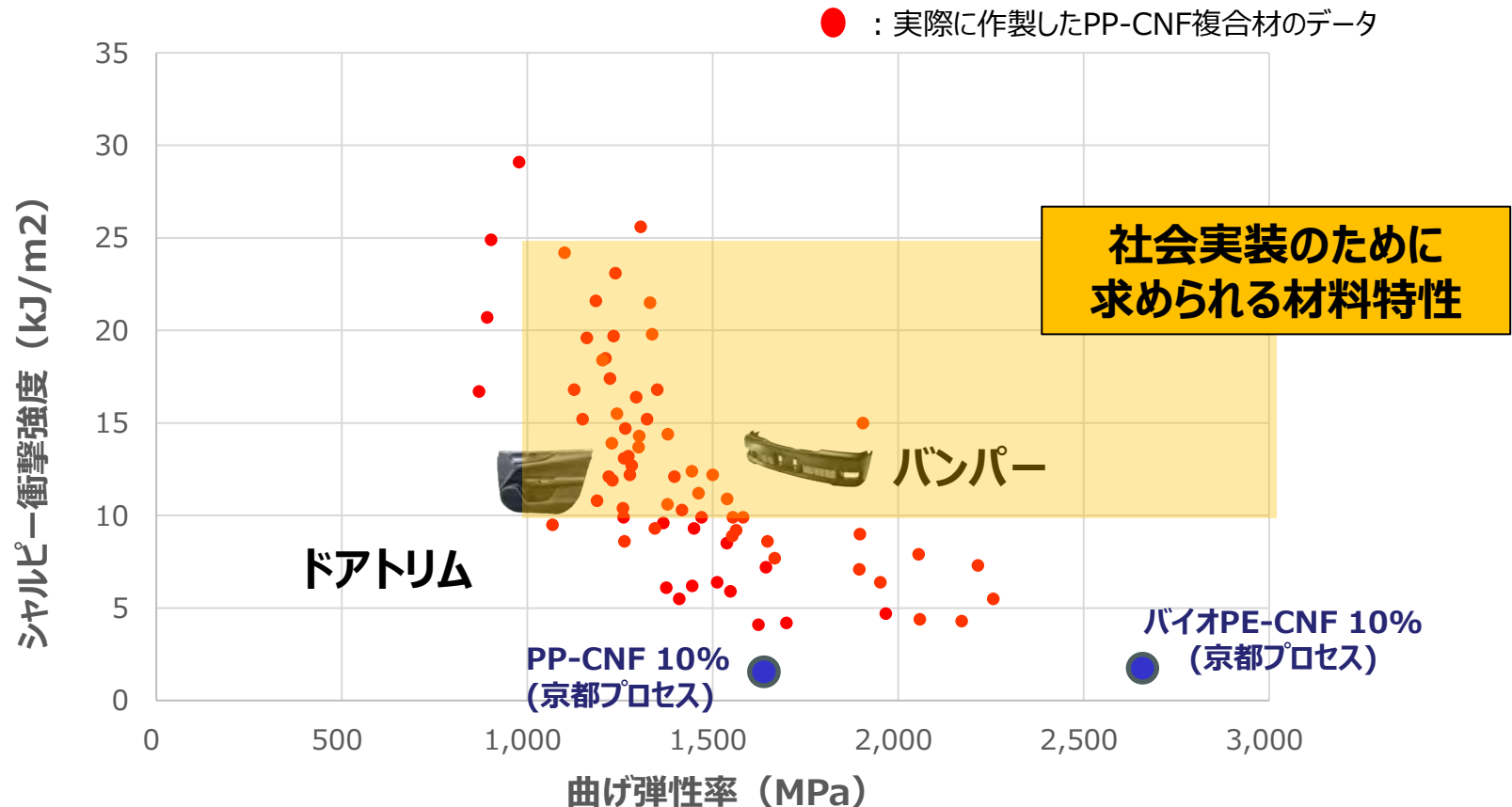
CNFの社会実装を目指して … 素材からの開発に着手！
京都大学 矢野教授, 中坪教授と 共同研究開始 (2023.3月～)



@ 京都大学
生存圏研究所・矢野研究室にて

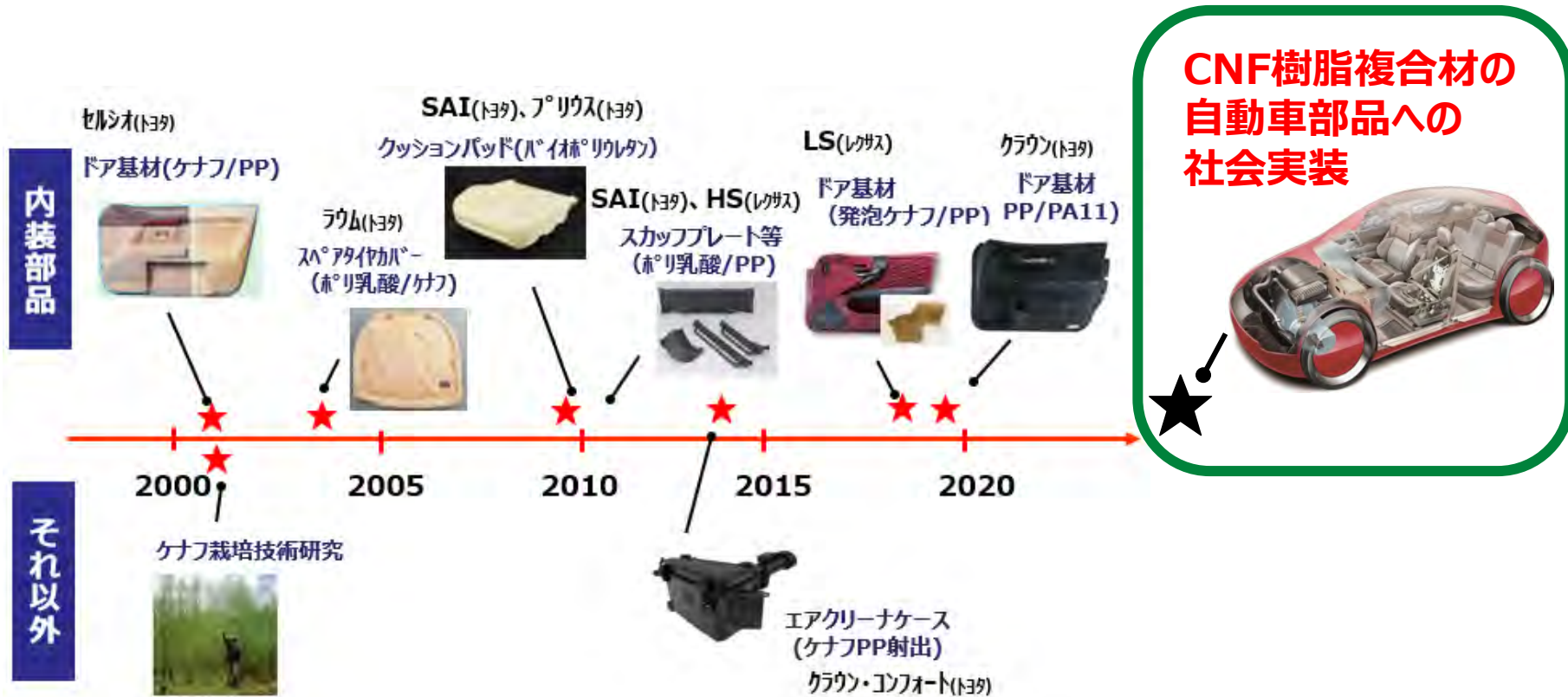
6. 現在, そして未来 …

ナノレベルの構造制御により …



ナノレベルの構造制御により, CNF樹脂複合材の最大の技術課題であった
CNF添加時の「耐衝撃特性」の大幅低下を解消.

6. 現在, そして未来 …



トヨタ紡織は持続可能な社会の実現に向け, CNFの自動車部品への早期社会実装を目指して行きます。

謝辞

ご指導, ご助言, サポートいただきました方々に, この場をお借りして御礼申し上げます.

・矢野教授, 中坪教授を始めとする京都大学 矢野研究室の皆さま

→ 日々, 技術談義させていただき, 成長を実感しています.
今後とも, どうぞよろしくお願いいたします.

**・関係省庁（経産省, 環境省）, NEDO人材育成講座,
ナノセルロース塾の先生方**

→ セルロースの基礎知識を学べる場をご提供いただき, ありがとうございました.
実践で活用できる知識をキャッチアップできました.

⑮セルロースナノファイバー成形体の開発事例

利昌工業（株） 開発本部 先進材料開発室
室長 奥村 浩史氏

セルロースナノファイバー 成形体の開発事例

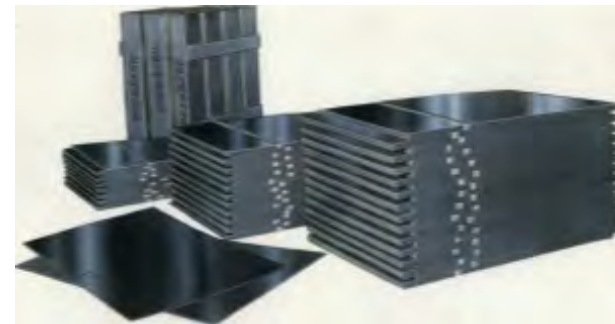
開発本部 先進材料開発室
奥村浩史



1. 天然素材と利昌工業の関わり

1925年

紙基材フェノール樹脂積層板の国産化



紙フェノール積層板(当時)

1945年

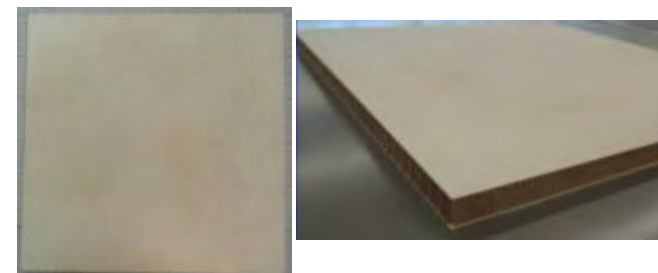
単板に樹脂を含浸して高圧で積層した
絶縁強化木「ウッドライト」を開発
特高用絶縁材料などに採用
金属代替部材にも適用例あり



ウッドライト(絶縁強化木)

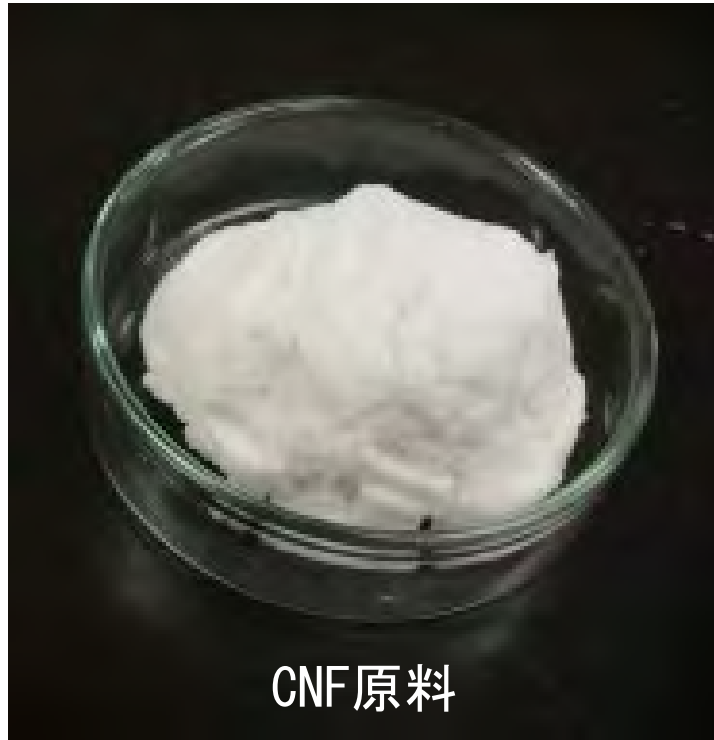
2016年

CNF材料の開発に着手
100%-CNF板材、成形体の開発
CNF-ハニカムサンドイッチ材なども開発



100%-CNF成形板例

2. 100%-CNF成形品の開発



積層・成形技術



★利昌工業のCNFのおもな成形技術

- ・ 100%-CNF成形体の工業的製法
- ・ CNF高含有樹脂複合成形体
- ・ CNFの複合・積層成形品
- ・ CNF/フェノール樹脂プリプレグ
- ・ CNFの3次元成形体

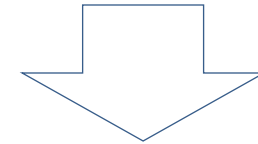
3. 100%-CNF成形板のご紹介



100%-CNF板材

◆特長

- 樹脂等のバインダーが無い
- 切削性が良い
- 耐油性に優れる
- 熱の膨張収縮がほぼ無い



- 構造材料
- 高誘電材料
- 生体材料など



(株)Ixz00様、大谷プロセス(株)様ご提供)

切削加工例

4. 環境省CNF性能評価モデル事業

NCV Nano Cellulose Vehicle プロジェクト

自然なクルマ ナノセルロース・ヴィークル

CNFを活用した、軽量化自動車の製造にチャレンジ！

樹脂素材改良

内装材・外装材の全面代替をめざす

- ・ PP, PA素材を使用する部位⇒ CNF複合材へ
- ・ 薄肉化による軽量化を実現

金属素材代替

外板の可能性を見極めボディ、エンジン、構造部材へ発展

- ・ 金属部材より比重が小さいことを生かす
- ・ 強度と耐熱性を見極める



その他挑戦

ガラス等

- ・ 透明樹脂をCNFにより強化
- ・ 透明性を生かした部材の活用

5. 環境省CNF性能評価モデル事業

◆NCVプロジェクト平成29年度成果報告会 (平成30年6月6日 科学技術館(東京))

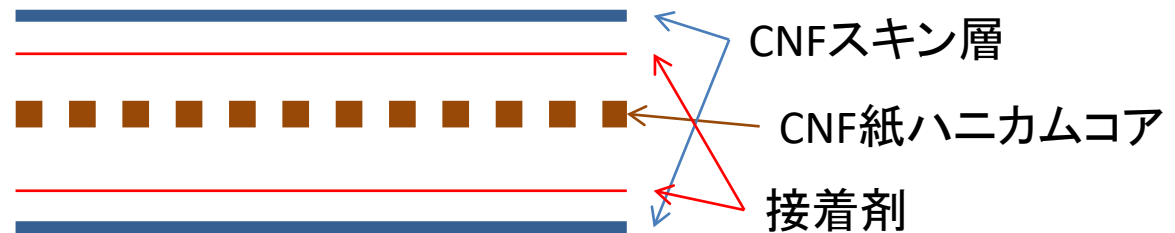


100%-CNF製トランクカバー試作品(トヨタ 86)

6. CNFハニカムサンドイッチ材

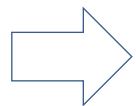
◆CNFハニカムサンドイッチ材の設計

- ・ハニカムサンドイッチ材の構造。



- ・ハニカムサンドイッチ材の構成要素。

- | | |
|-----------|----------------|
| ①表層材厚さ | : 曲げ弾性率、強度、密度 |
| ②ハニカムセル寸法 | : 圧縮強度、曲げ強度、密度 |
| ③ハニカムコア厚さ | : 剛性率、密度 |
| ④接着剤 | : 強度 |



軽量・高剛性材の設計が可能

7. 環境省CNF性能評価モデル事業

◆東京モーターショー2019



CNF/ハニカムのボンネット

8. NEDO助成事業

RISHO

Since 1921, The Anniversary 100th in 2021

◆CNF技術を利用した住宅・非住宅用内装建材の開発」

事業期間：2020年～2022年度

実施機関：大建工業株式会社・利昌工業株式会社

共同研究：秋田県立大学・筑波大学

RISHO

利昌工業株式会社

☆創 業 1921年10月

☆主な事業内容

電子材料、電気絶縁材料、重電機器



筑波大学
University of Tsukuba



DAIKEN

大建工業株式会社

☆創 業 1945年9月

☆主な事業内容

木質・無機素材、内装建材・住宅機器

秋田県立大学

木材高度加工研究所

Institute of Wood Technology, Akita Prefectural University

本事業は、NEDO助成事業「炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発」
CNF利用技術の開発/量産効果が期待されるCNF利用技術の開発に関する。

9. NEDO助成事業

◆CNF内装建材の創製と応用

- ・ 金属や樹脂など従来木質材料では適用できない部位、用途への展開
- ・ 新しい付加価値の創出
- ・ 従来の内装建材と同等の価格での製品化

化粧壁材

メラミン樹脂・
鋼板代替

高強度
軽量化、不燃化

収納

木質素材代替

軽量化、
長尺・薄厚化

室内ドア

反り補強材（鉄）、
防湿紙（樹脂）の削減
新規ドア構成

軽量化、コスト削減

床材（内装）

南洋材合板代替

高剛性・高硬度

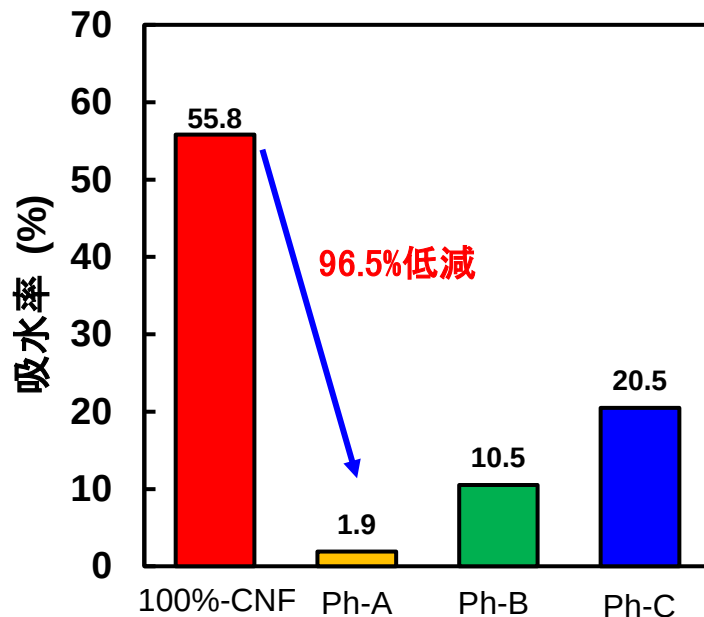
床材（タイル）

石タイル代替、表面硬度・耐傷性向上、省施工性



◆CNF板材への耐水性の付与

フェノール樹脂をCNF板材に含浸することで強度、弾性率が向上。
樹脂含浸CNF板材は吸水時の寸法安定性が著しく向上。



100%-CNF製板材



樹脂含浸成形品

図 フェノール樹脂複合CNFの吸水率

【吸水試験】

- 20℃65%環境下で72時間養生した試験片を蒸留水に24時間浸漬。
- 吸水前後の重量変化率・寸法変化率を測定: 変化率 (%) = (吸水後 - 吸水前)/吸水前 × 100

表 フェノール樹脂複合CNFの力学物性

	密度 (kg/m ³)	曲げ弾性率 (GPa)	曲げ強度 (MPa)	TS (%)	LE (%)
樹脂含浸CNF	1370	12.0	229	1.0	0.14
100%-CNF	1330	8.5	170	60	0.94

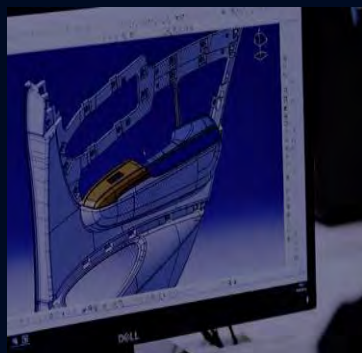
試験条件: JIS-K6911準拠 3点曲げ試験 常態(20℃/65%にて72時間養生)
TS: 厚さ撓率、LE: 長さ膨張率 24時間水浸漬後

- ・CNFをそのまま固めた「100%-CNF成形体」は、平板のほか、3次元の成形体が作製できる。
- ・CNF平板とハニカムを組み合わせたハニカムサンドイッチ材料は、軽量で剛性のある材料として利用が可能。
- ・CNFとフェノール樹脂を混合すれば、CNFの耐水性の向上や寸法安定化が期待できる。
- ・CNFを使用した建材が実用化されれば、CNFを大量に使うので、林業の活性化や新産業の創出が期待できる。

⑩ 3Dプリント用CNF配合材料を用いた生産工法の開発

SOLIZE（株）
後藤 文男氏

第517回生存圏シンポジウム
「ナノセルロース Now and Then」



ナノセルロースの産業化 3Dプリント用CNF配合材料を用いた生産工法の開発

2024/ 2/27 於 京都大学宇治キャンパス きはだホール

SOLIZE株式会社

後藤 文男



Copyright 2024 by SOLIZE Corporation All Rights Reserved.

A g e n d a

- 1． 会社概要
- 2． 沿革
- 3． サービス概要
- 4． これまでの取組
- 5． これからの展望

1. 会社概要

名称 SOLIZE株式会社 (SOLIZE Corporation)

設立 1990年7月27日

本社所在地 東京都千代田区三番町6番3号

代表者 代表取締役社長CEO 宮藤 康聡

売上高 178億円 (連結：2022年12月期)

従業員数 1,855名 (連結：2022年12月時点)

グループ企業
SOLIZE Shanghai Corporation
SOLIZE India Technologies Private Limited
SOLIZE USA Corporation



2. 沿革

1990年にデジタルものづくりを提唱し、お客さまの製品開発プロセスに伴走しながら、ものづくりの進化の原動力を担う



3. サービス概要

SOLIZEでは、3つの事業ドメインに対し、2つのサービス種別にて価値提供を行っています。

お客さまの製品開発プロセスに幅広く多彩な価値を提供



4. これまでの取組

■ 2020年 PA6+CNF 3Dプリント検証

C N F 配合材料は、パラメーターを最適化する事で物性を向上させる事が出来る。

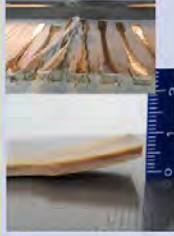
①材料供給性確認

No.	②	③	①
アプローチ	材料を事前に乾燥	Bake材混合 (B:V=3:7)	対策なし
水分率	0.23%	0.32%	1.14%
昇温速度	0.8℃/min	0.8℃/min	0.5℃/min
粉吹き	OK	OK	NG
粉面			

③強度試験結果材料処理、造形条件

項目	単位	1	2	3
材料	-	Bake材混合 (B:V=3:7)		
Laser Power	W	12.5	16	14
積層ピッチ	mm	0.16	0.16	0.14
反り量	mm		1~2	
曲げ強度	MPa	67.2	82.5	84.1
曲げ弾性率	MPa	2,681.4	2,916.4	2,959.0
引張強度	MPa	48.4	51.0	55.2
引張弾性率	MPa	3,244.2	3,557.4	3,629.4
伸び率	%	2.98	2.89	2.89
比重	-	0.99	1.01	1.02

②材料事前処理

No.	②	③	①
アプローチ	材料を事前に乾燥	Bake材混合	対策なし
水分率	0.23%	0.32%	1.14%
Part温度	209℃	211℃	209℃
造形結果	OK	OK	OK
反り量	造形NG (約4mm)	約2mm	造形NG (約5mm)
			

④PA6検証結果

材料		Bake材混合	PA6+CNF2.5%	PA6二一ト
項目				
曲げ強度	MPa	84.1	90.6	57
曲げ弾性率	MPa	2,959.0	2,730	1,900
引張強度	MPa	55.2	未確認	未確認
引張弾性率	MPa	3,629.4	未確認	未確認
伸び率	%	2.89	未確認	未確認
比重	-	1.02	1.05	1.01

※材料、京大大学生存圏研究所様提供

4. これまでの取組

■ 2021～2023年 自動車内装部品用CNF配合材料、工法の開発

【狙い】

- ・市販材料を用いて衝撃強さ、曲げ強さ、曲げ弾性率をバランス良く向上した3D用材料と成形条件の開発。

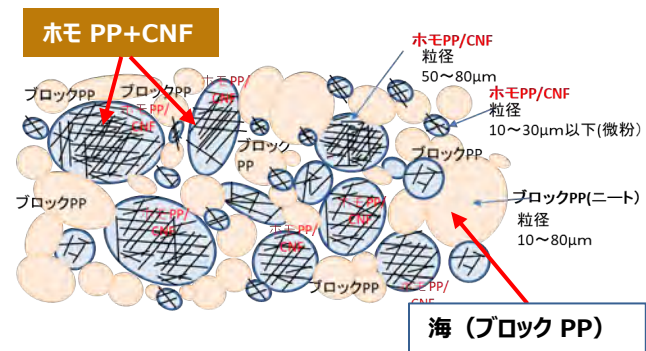
【アプローチ】

- ・曲げ剛性は低いが 耐衝撃性能が高い ブロックPP（PPにゴム粒子を分散）と衝撃性能は低いが、曲げ強度、曲げ弾性率が高いホモPP の複合化を行い、両樹脂の優位特性を発現する。
- ・CNF（セルロースナノファイバー）の複合により 衝撃性、曲げ剛性、曲げ弾性率、リサイクル性を向上する。

PP粉体樹脂 + CNF複合材料を用いた3D成形体の機械物性向上を目指し以下4項の検証を実施。

- ① 其々の材料の持つ融点、結晶化温度、流動性等調査し、ホモ PP、ブロック PPの最適な組み合わせを選定。 ⇒ 粉体粒子界面の溶融固結力向上。
- ② 2種類のPP材料の最適配合率、粉碎処理における材料粒径の平均化調整
- ③ 造形時のレーザーパワー及び照射時間、材料の環境温度調整、平滑な粉体層の形成
- ④ 材料の持つMFR値による材料流動性制御

4. これまでの取組



造形前の混合粉体材料のイメージ図

京大生存圏研究所
CNFプロジェクト 奥平有三 研究員

使用検討したPP樹脂材料、およびCNF複合材料とその特性

表 1 使用したPP樹脂材料、およびCNF複合材料の特性

材料 記号	樹脂種類 CNF含有率	射出成形体の機械物性			MFR (g/10min.)
		曲げ強さ	曲げ 弾性率	シャルピー 衝撃強さ (ノッチ有)	
		(MPa)	(GPa)	(kJ/m2)	
H-1	ホモPP(ニート)	52.0	1.95	1.5	41
H-2	ホモPP-CNF5%	57.6	2.40	1.3	19
H-3	ホモPP-CNF10%	64.9	2.79	1.3	2.4

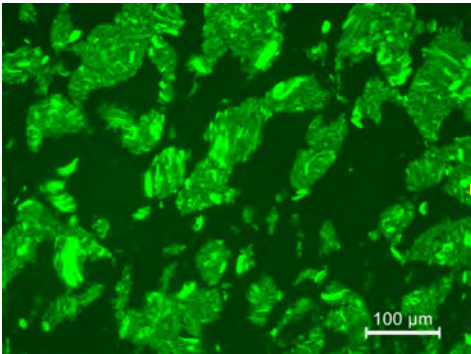
B-1	ブロックPP(ニート)	34.8	1.26	5.2	45
B-2	ブロックPP-CNF5%	45.0	1.86	2.2	5.2

材料	衝撃強さ シャルピー・ノッチ無 (KJ/m ²)	曲げ強さ (MPa)	曲げ弾性率 (Gpa)
ホモPP (ニート) 100%	4.0	30.9	1.91
ブロックPP (ニート) 100%	10.7	20.7	1.13
ホモPP+CNF10% ブロックPP (ニート) 混合	10.9	28.4	1.62

【二重の海島構造】

- ・ブロックPP内にゴム粒子が分散 (μmオーダー)
- ・ブロックPP粉体とホモEPP内CNF複合粉体 (数10μmオーダー)

海（ブロックPP）、島（ホモPP+CNF）
各々の特性を発現し、
衝撃・曲げ強度・弾性率の向上を狙う。



ホモPP/CNFとブロックPPの海島構造

(蛍光顕微鏡による成形サンプルのミクロ構造観察)
京大生存圏研究所 佐野博成 研究員

MFR値から調整し樹脂構成を最適化した結果
海島構造の最適化が出来た。

5. これからの展望

本開発からCNF配合ホモPPとブロックPPを用いて新しい組成“二重の海島構造”から物性の高い3Dプリント製品が生み出される可能性が確認出来、今後サイクル性含め脱炭素化への取組を基礎技術から材料製作工法に進み本技術の確立を目指してまいります。



2024年 基礎材料の構築とCNF最適化 ⇒ 試作対応

2025年 量産化への検証
生産の安定性

本研究は環境省「令和 4 年度脱炭素革新素材セルロースナノファイバー普及のための課題解決支援事業委託業務」の支援により実施いたしました。

関係者の皆様に感謝申し上げます。

ご清聴ありがとうございました。

S O L I Z E 株式会社
後藤 文男
fumio.goto@solize.com



機能性ナノセルロース

東京大学大学院 農学生命科学研究科 生物材料科学専攻
教授 齋藤 継之 氏

機能性 ナノセルロース

Now and Then

東京大学 大学院農学生命科学研究科
生物材料科学専攻

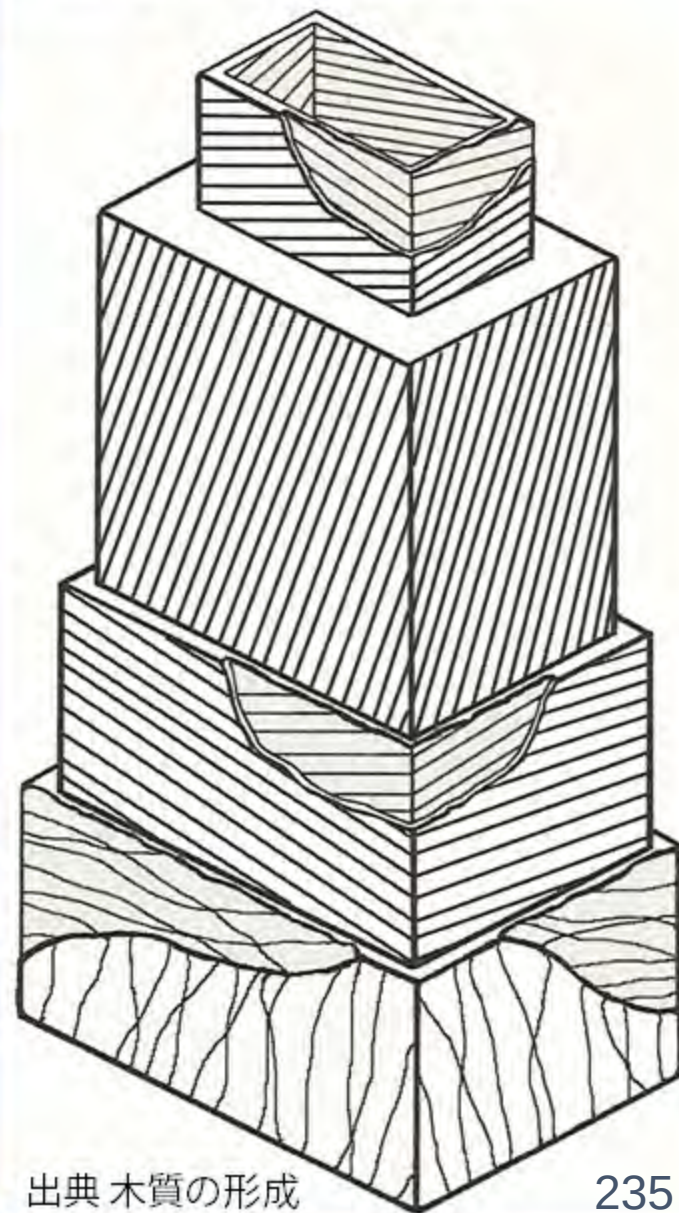
齋藤 継之



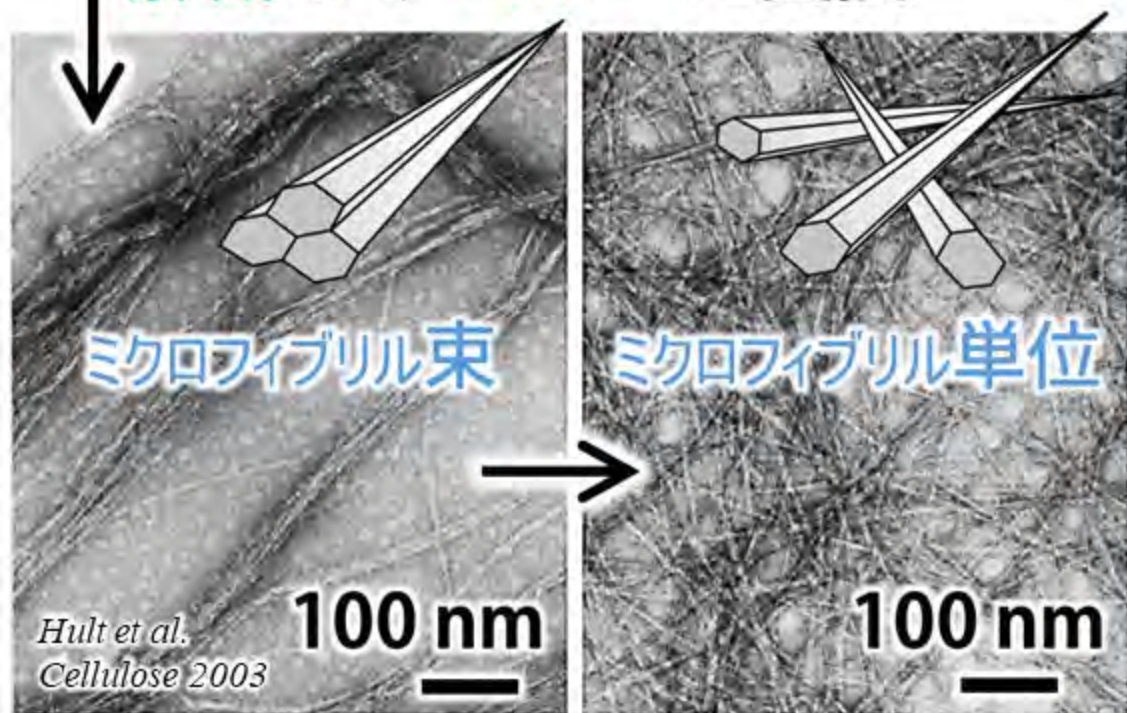
繊維状の細胞壁セルロース



ミクロフィブリル (セルロース結晶子)
が配向集積した階層構造



解繊して“CNF”に変換



ミクロフィブリル束

ミクロフィブリル単位

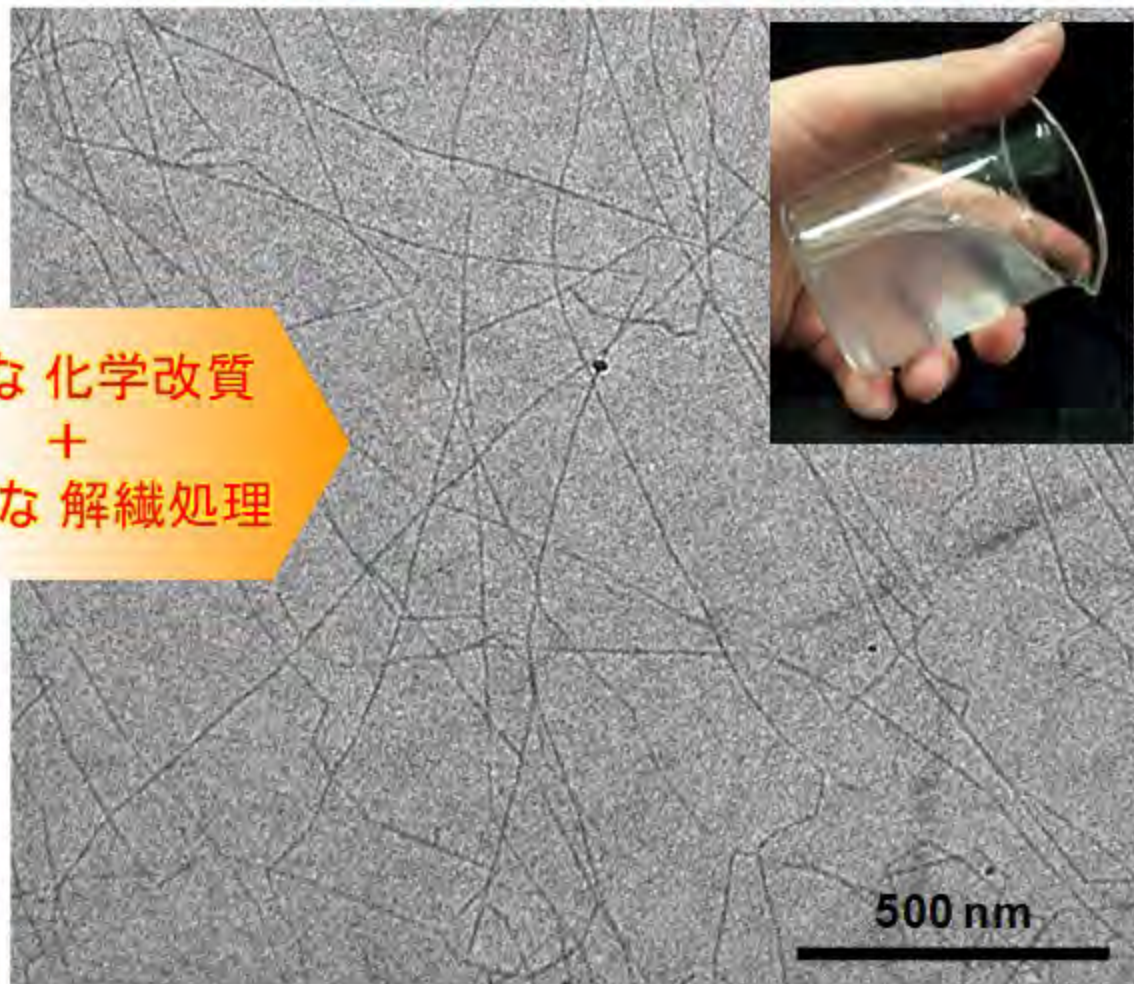
Hult et al.
Cellulose 2003

パルプ懸濁液

直径 3 nm の CNF が水に分散した透明ゲル



適切な 化学改質
+
省エネな 解繊処理

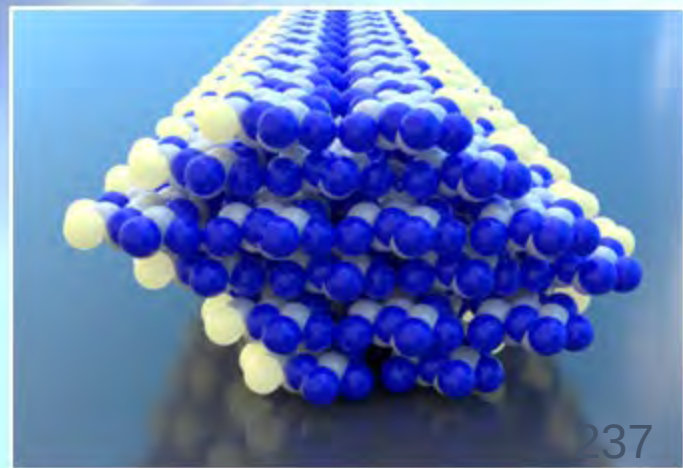
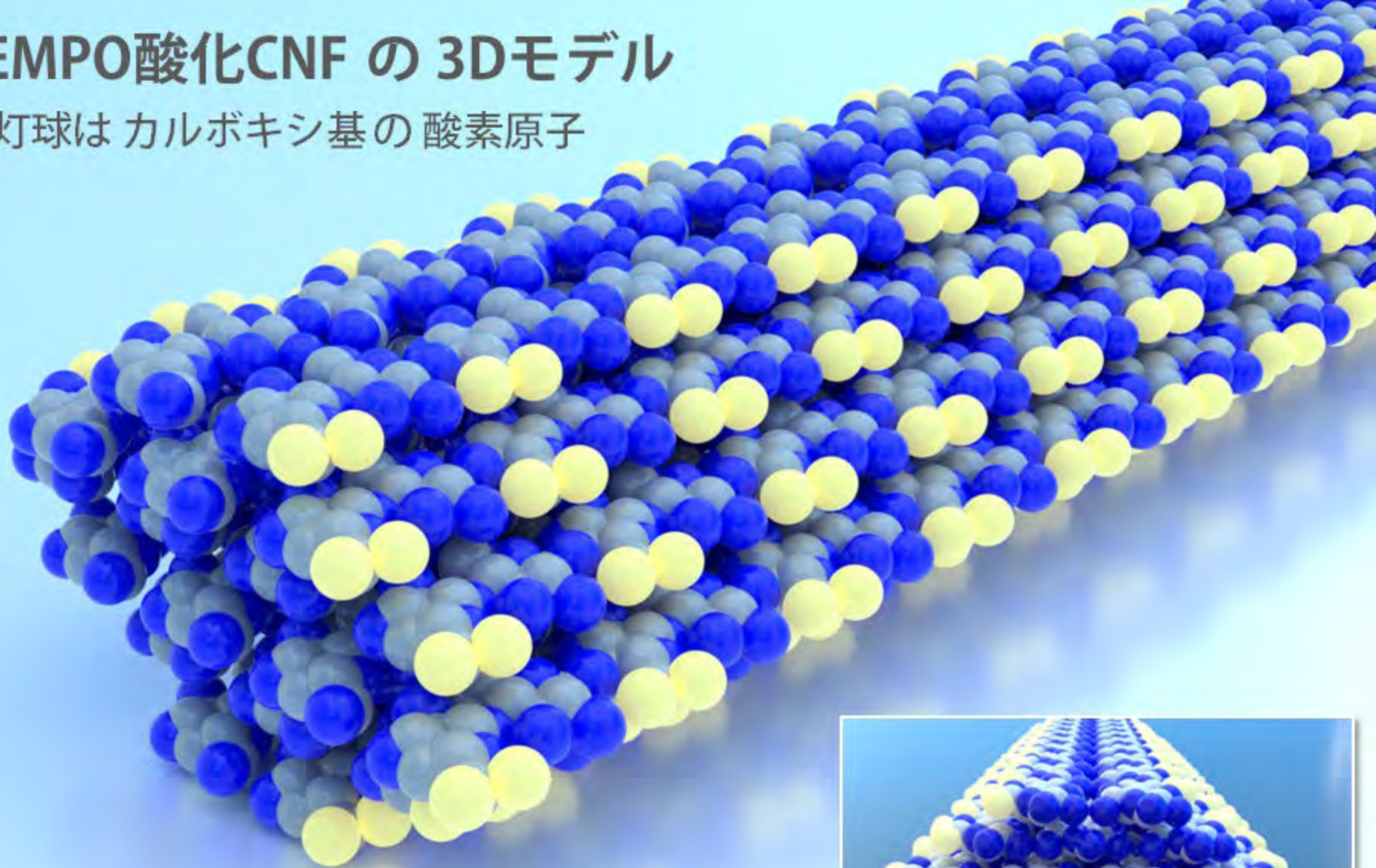


表面カルボキシ化されたマイクロフィブリル単位の分散体：

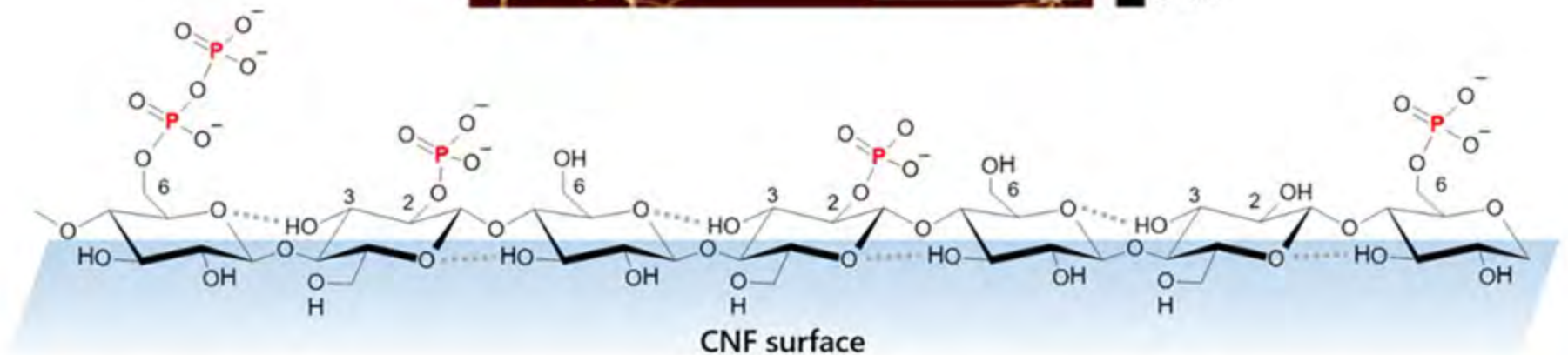
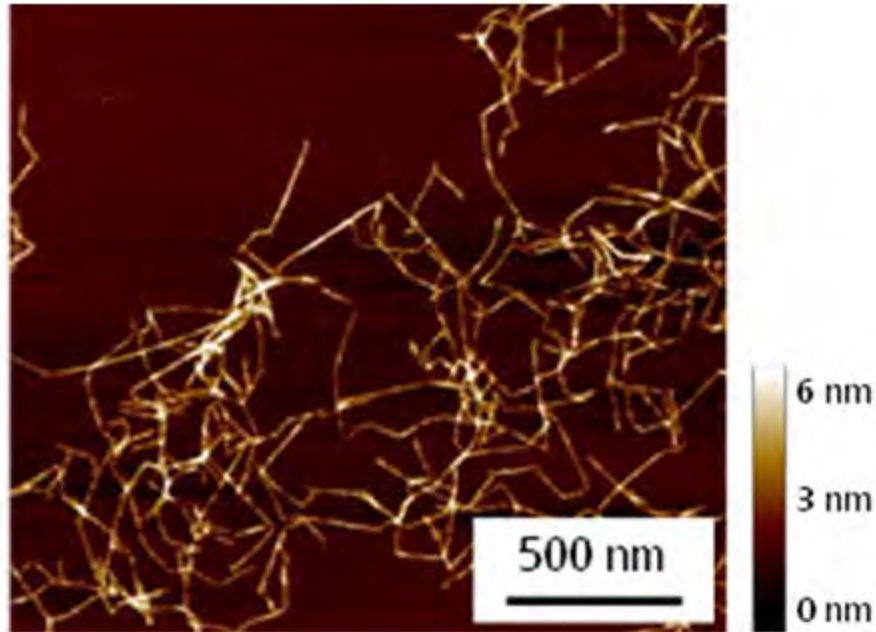
TEMPO酸化CNF

TEMPO酸化CNF の 3Dモデル

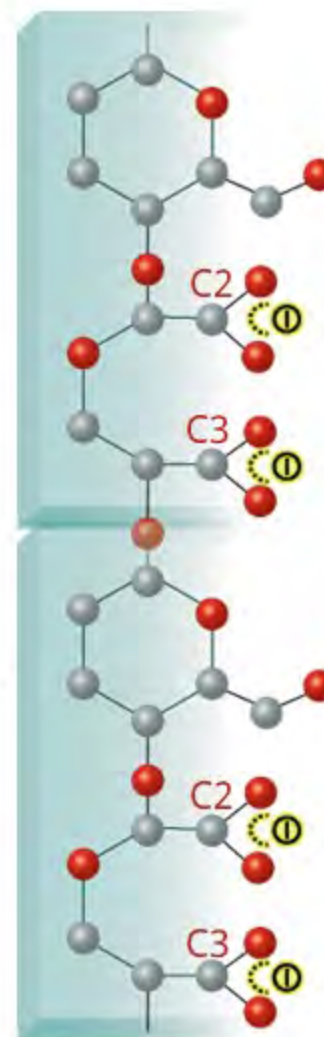
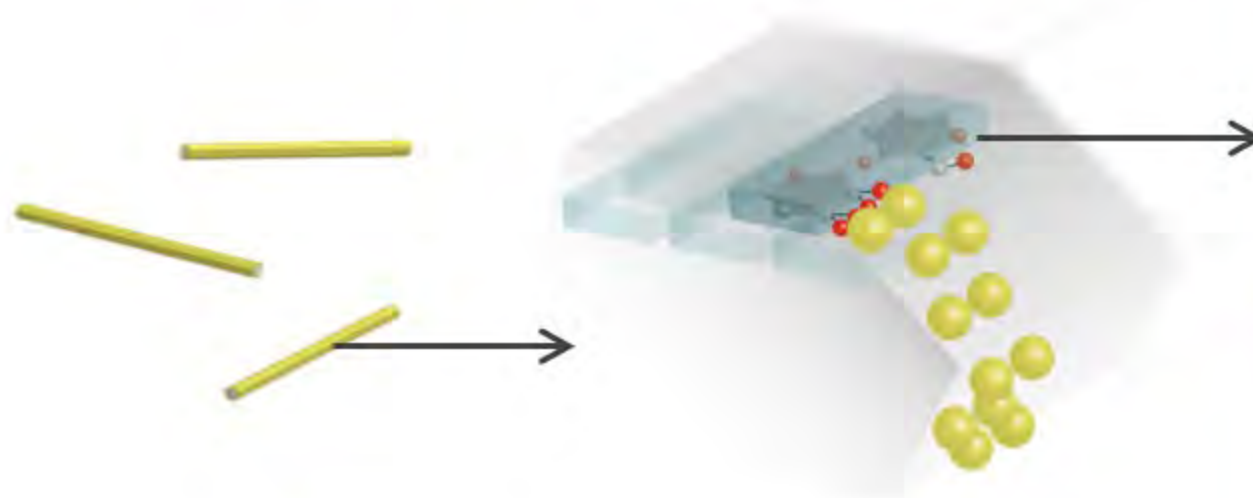
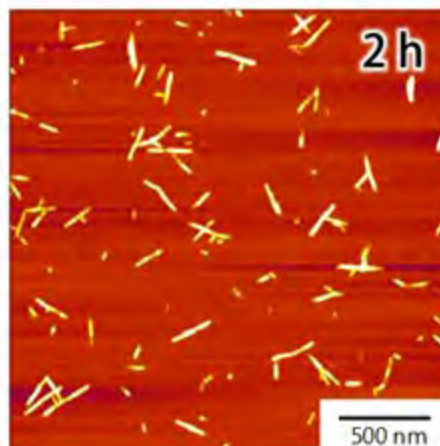
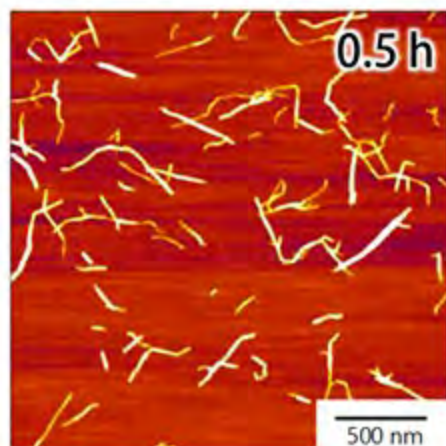
点灯球はカルボキシ基の酸素原子



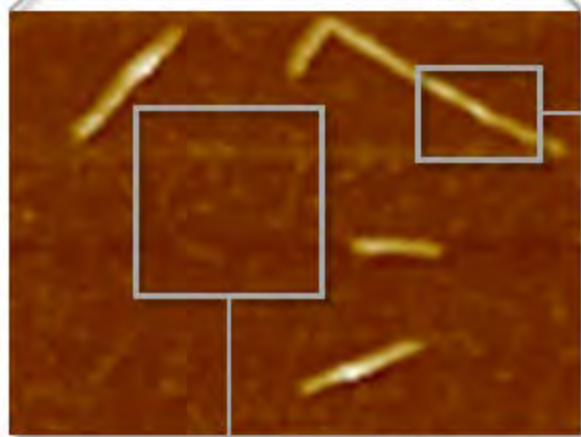
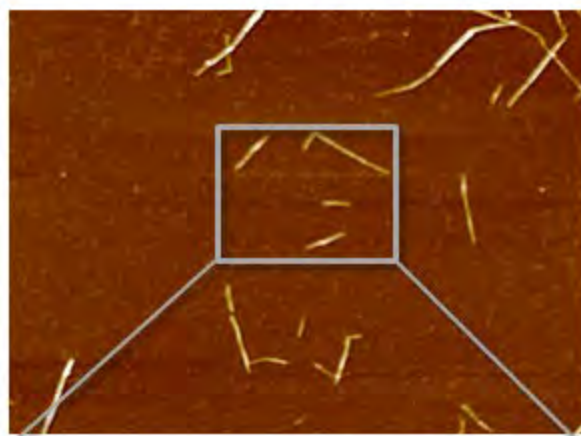
リン酸化CNF



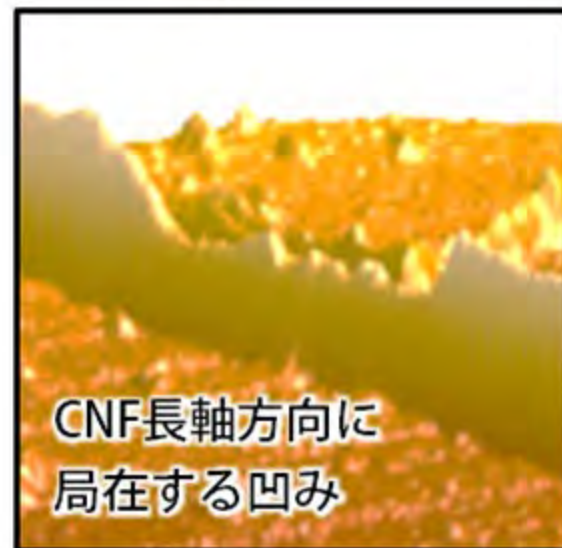
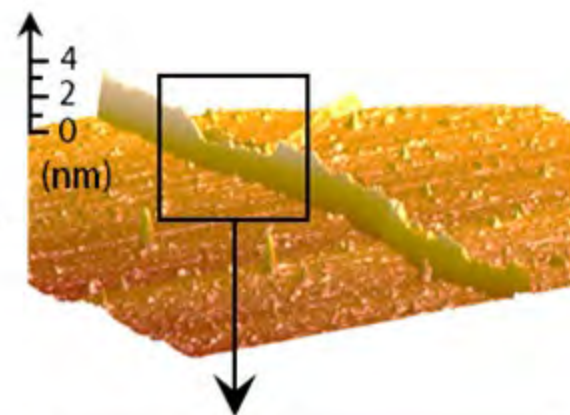
NaClO酸化CNF



CNF分散体のAFM像

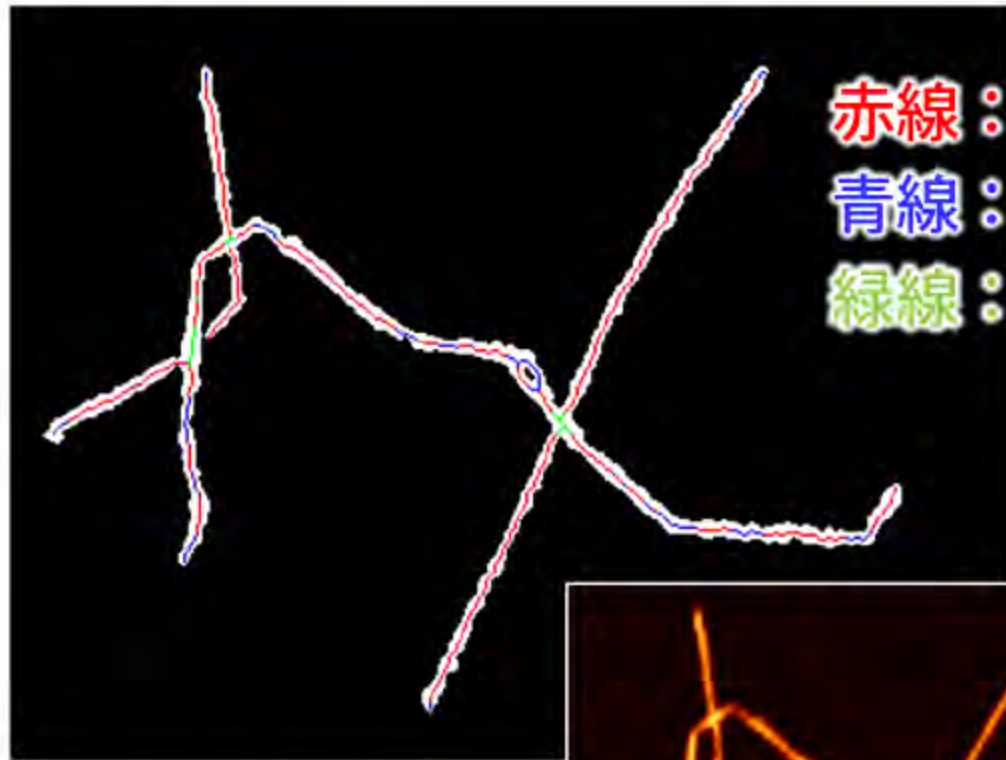


バックグラウンドに
無定形の副生成物が散見

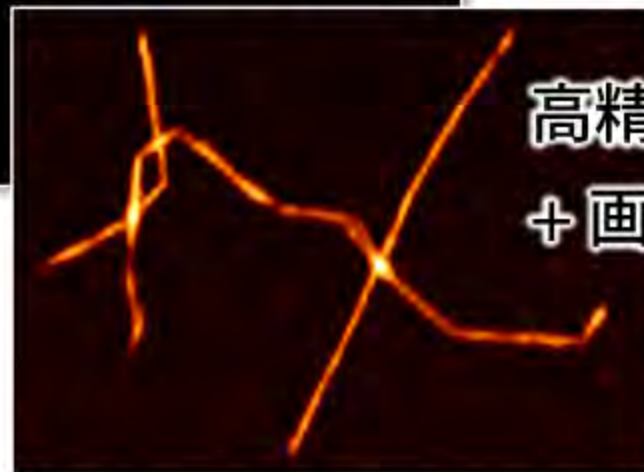


CNF長軸方向に
局在する凹み

CNFの長軸方向には 局所的に凹んだ欠陥部が存在する



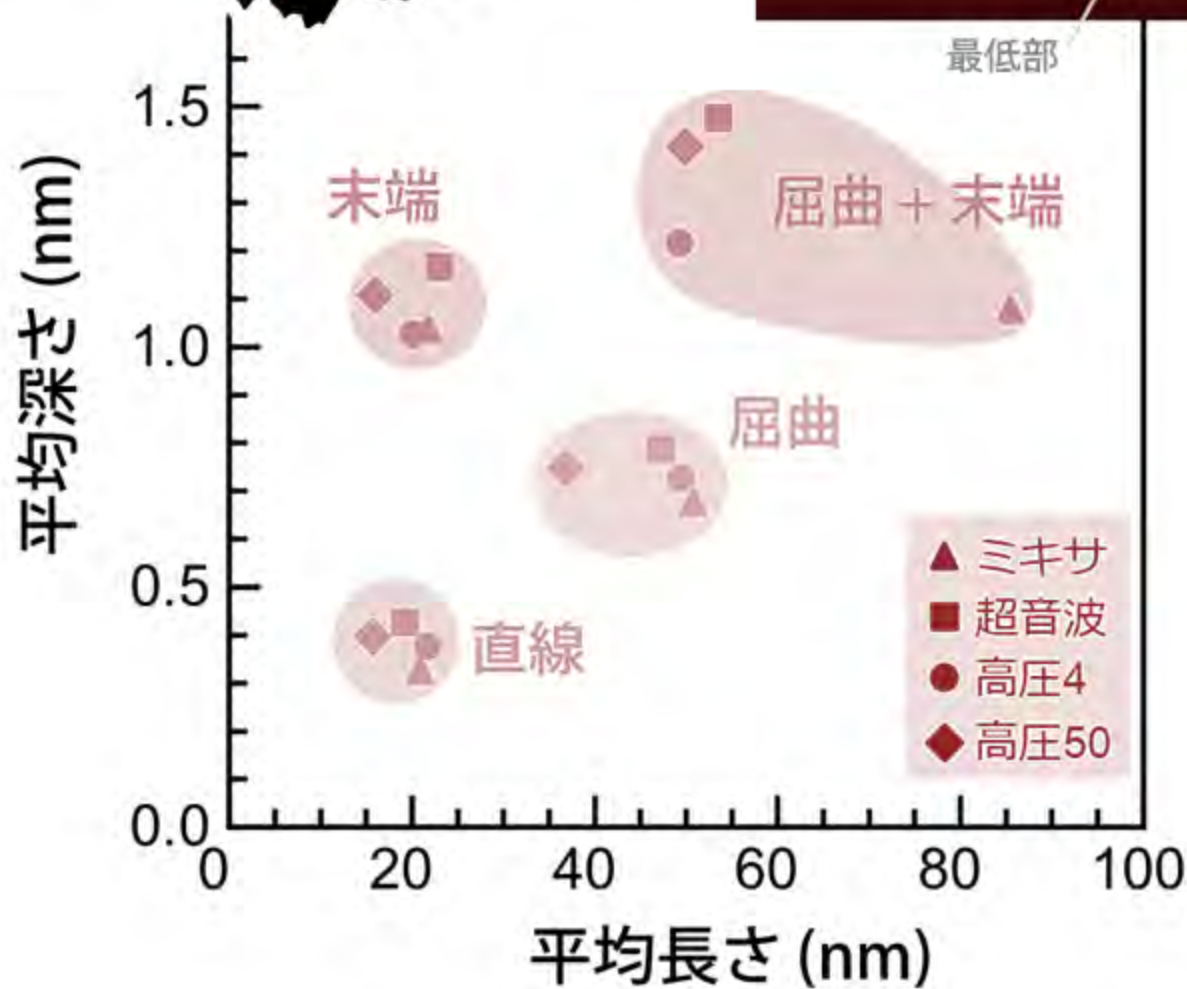
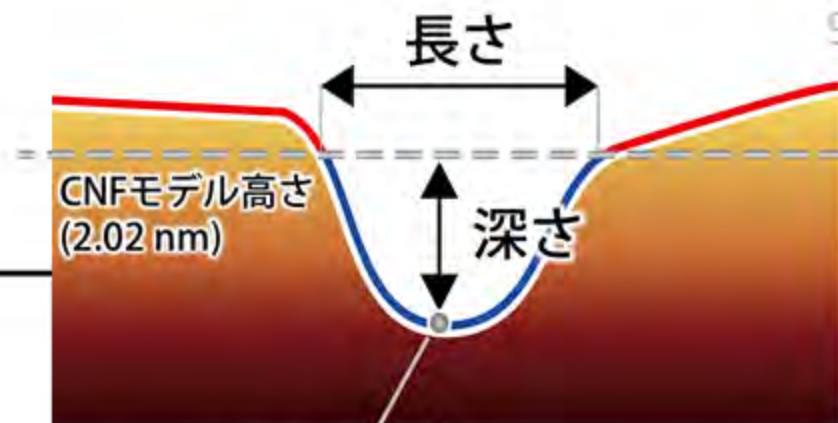
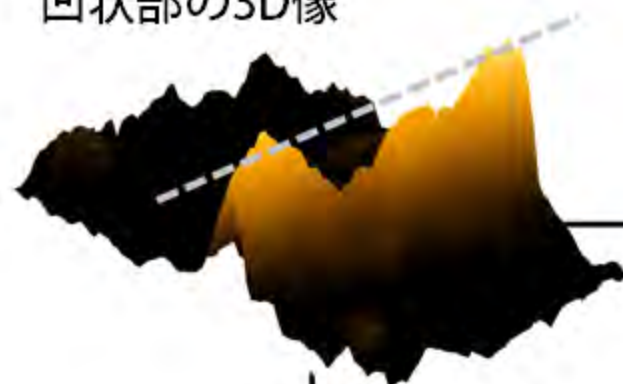
赤線：18本鎖モデルの断面寸法
青線：細線化している凹状欠陥
緑線：重なっている領域

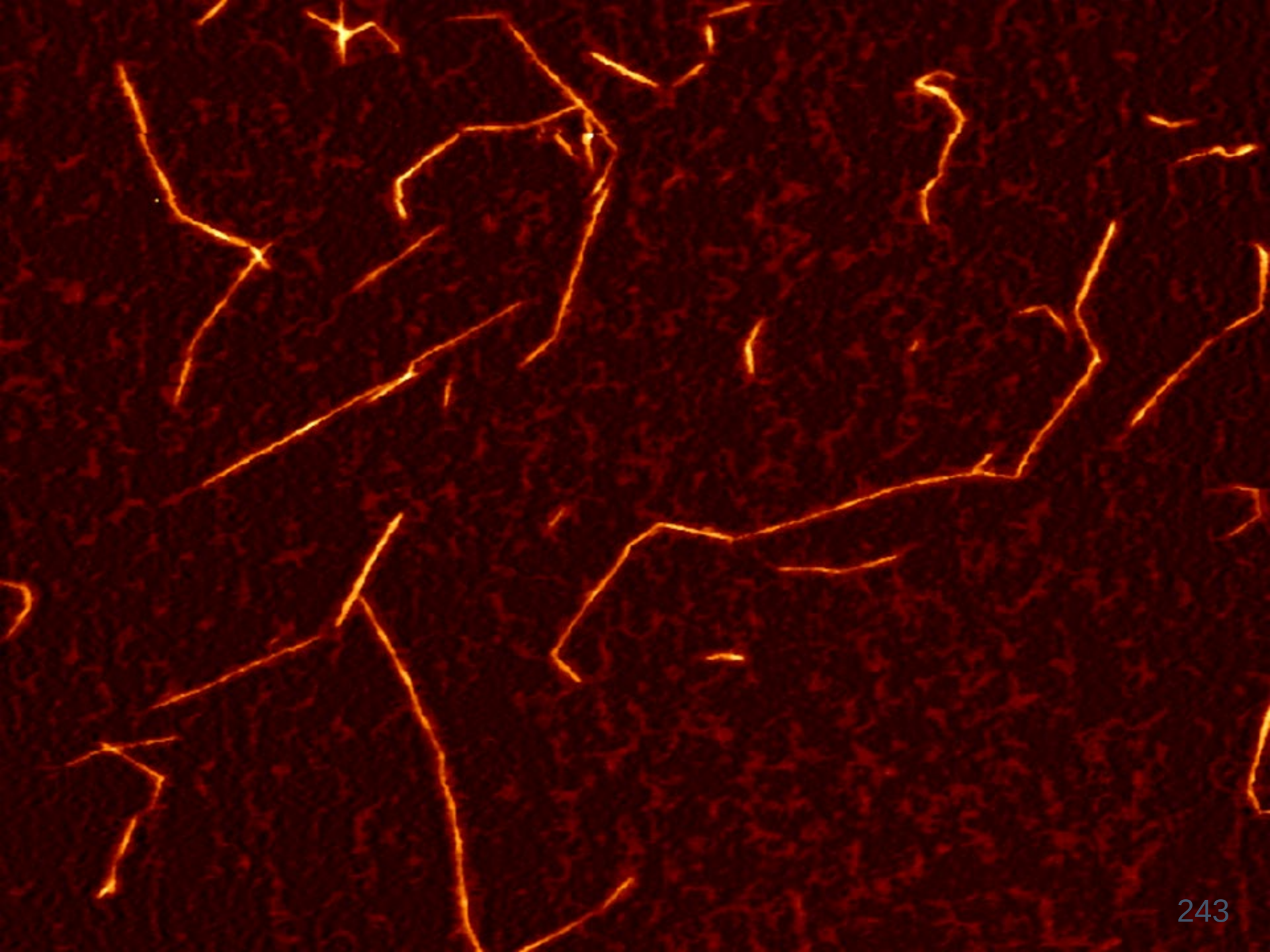


高精度AFM
+ 画像解析プログラム

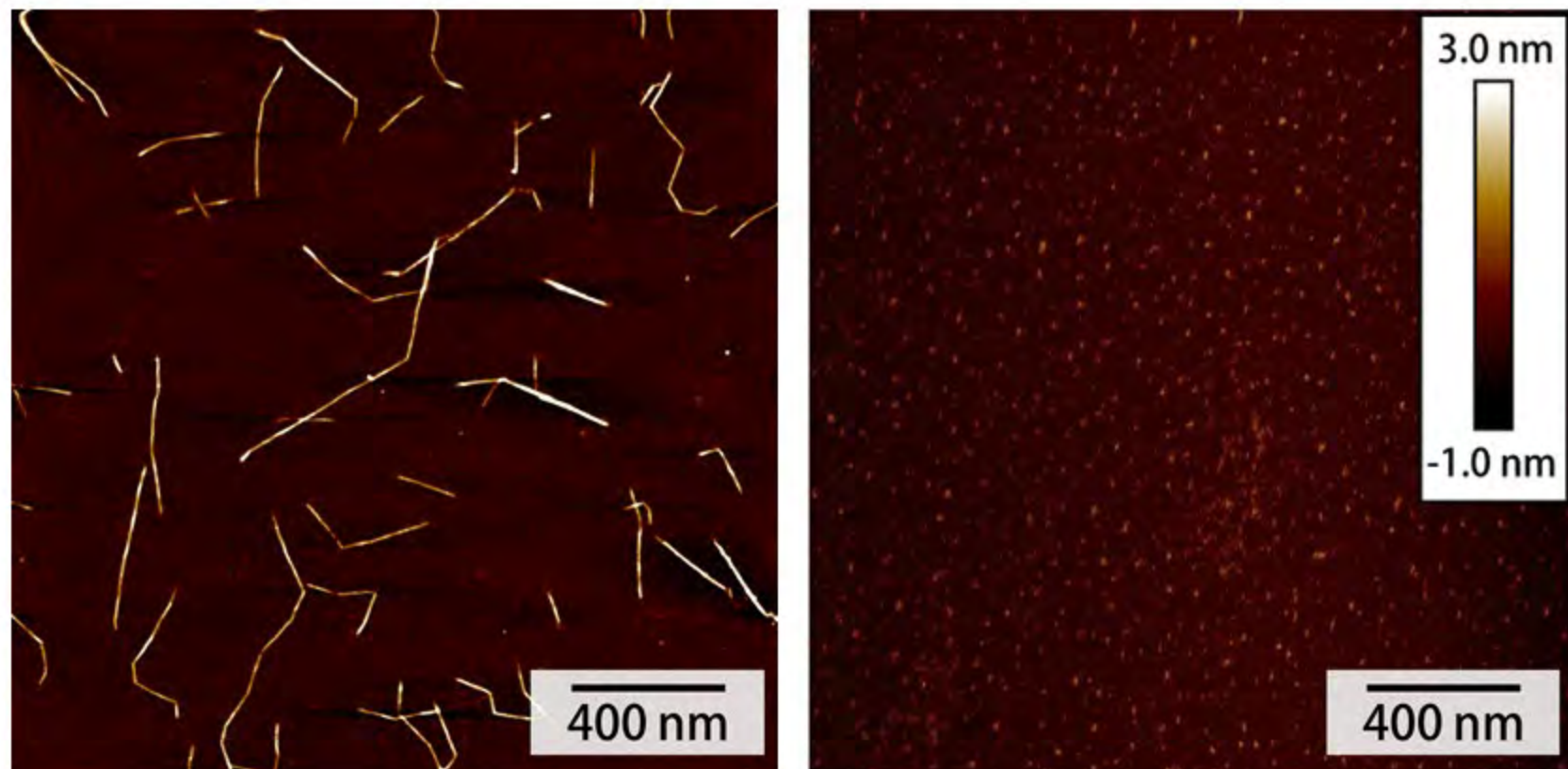
Ito, Kobayashi et al.*
Nanoscale Horizons
2022

凹状部の3D像

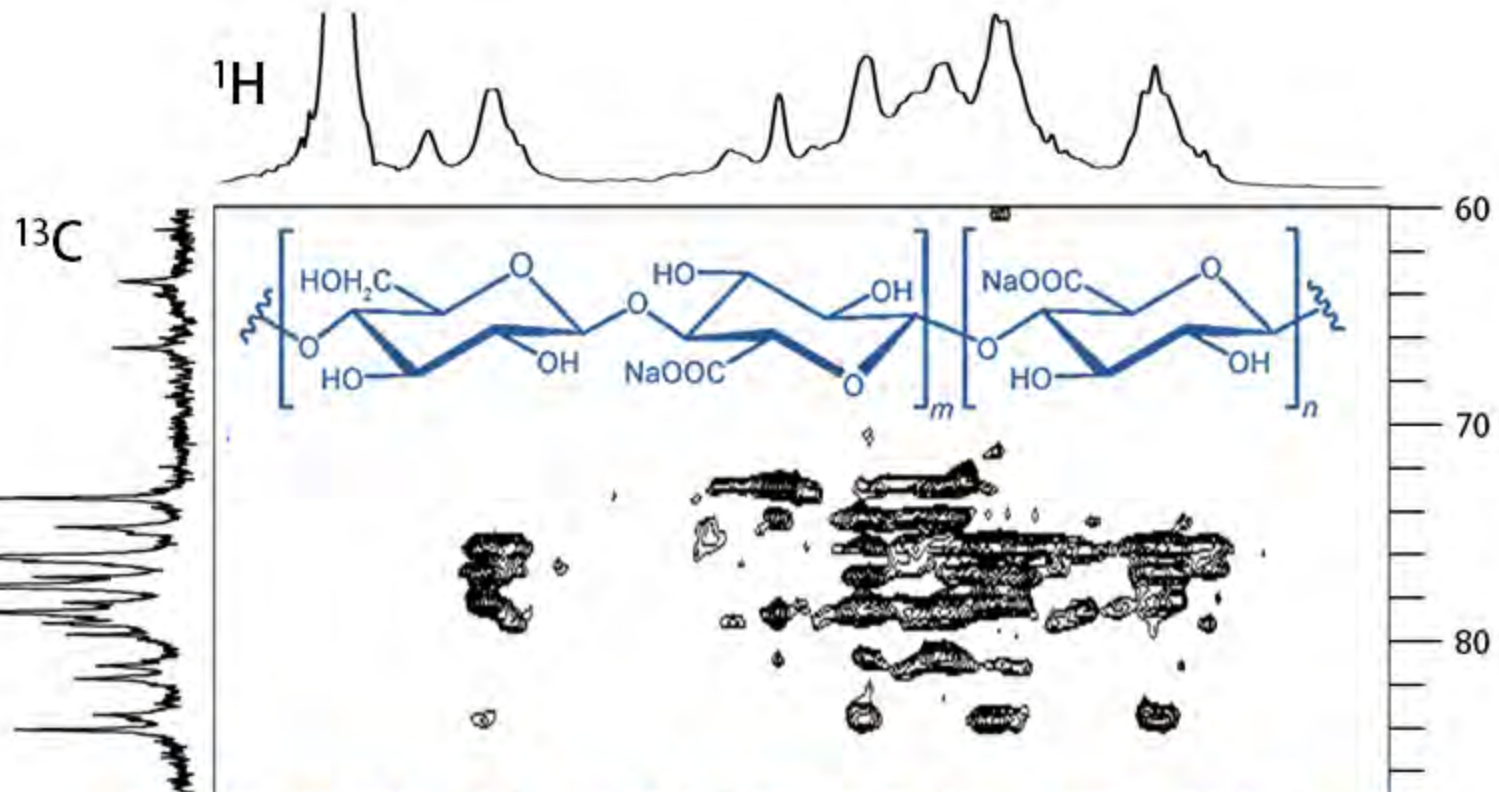




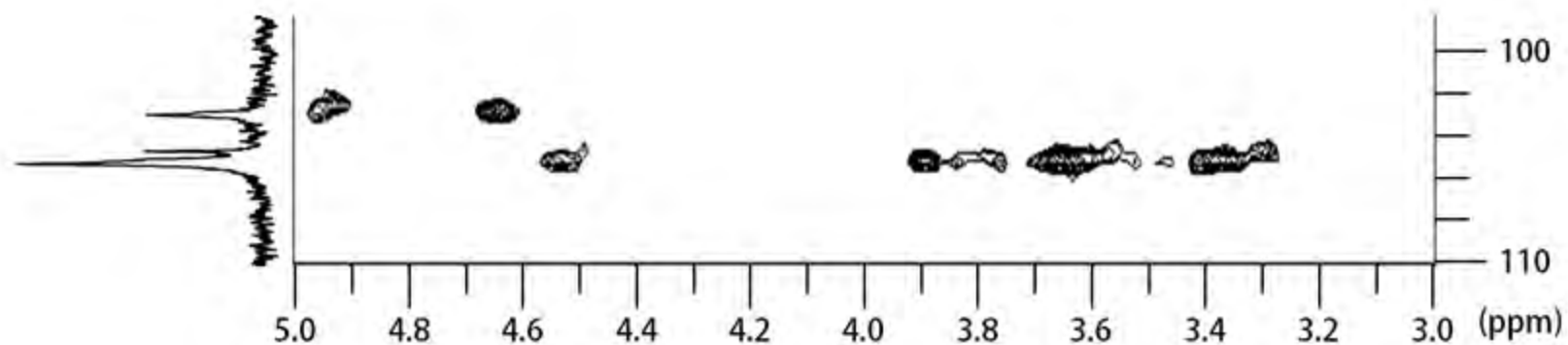
CNF と 副生成物 を分別

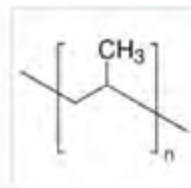


副生成物の発生量は 解繊法 や 改質条件 に依存
(少なくて3~5%, 多くて10~20%)



副生成物は, CNF表面から剥離した
水溶性のセルロース誘導体 (分子量 > 10,000)





すべての画像 (3)

資料

↓ SDS

Q 販路地図
(COO) / 試験成績書
(COA)

① 規格書

データシートなど >>

428116 ▶ Sigma-Aldrich

🔗 リンクをコピー

✉️ ご所属先のEメールアドレス (フリーメールアドレスは不可)

ポリプロピレン

🔍 (0) レビューを書く

Isotactic, average $M_w \sim 12,000$, average $M_n \sim 5,000$

ログイン to View Organizational & Contract Pricing

Select a Size

250 G

¥ 8,980

1 KG

¥ 15,120

別名:

pp

化学式:

 $[\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)]_n$

428116-250G ⓘ

¥ 8,980

在庫状況

✅ Only 6 left in stock (more on the way) 詳細

1

カートに追加

Request a Bulk Order

CNFの仕様書を完成させる 基礎研究の重要性

- ・ 欠陥や副生成物と 各種特性との関係は？
- ・ 低欠陥かつ高純度なCNFを製造するには？

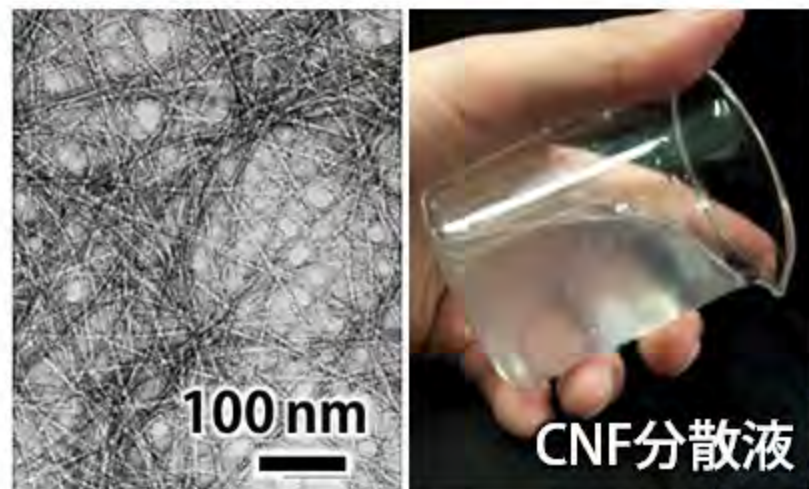
特性

品質水準	100
形状	pellets
分子重	average $M_n \sim 5,000$ average $M_w \sim 12,000$
粘度	6.0 poise (190 °C, Brookfield Thermoseal III)
mp	157 °C
酸価指数	<0.05 mg KOH/g
軟化温度	softening point 163 °C (ring and ball, ASTM E 28)
密度	0.9 g/mL at 25 °C (lit.)

関連するカテゴリー

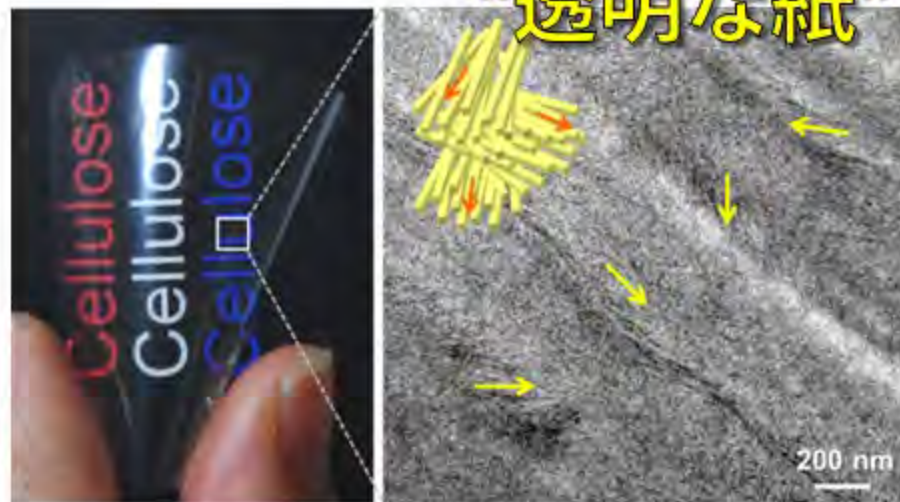
Hydrophobic Polymers

再会合による構造体形成



電子デバイスや高機能包材に適用できる

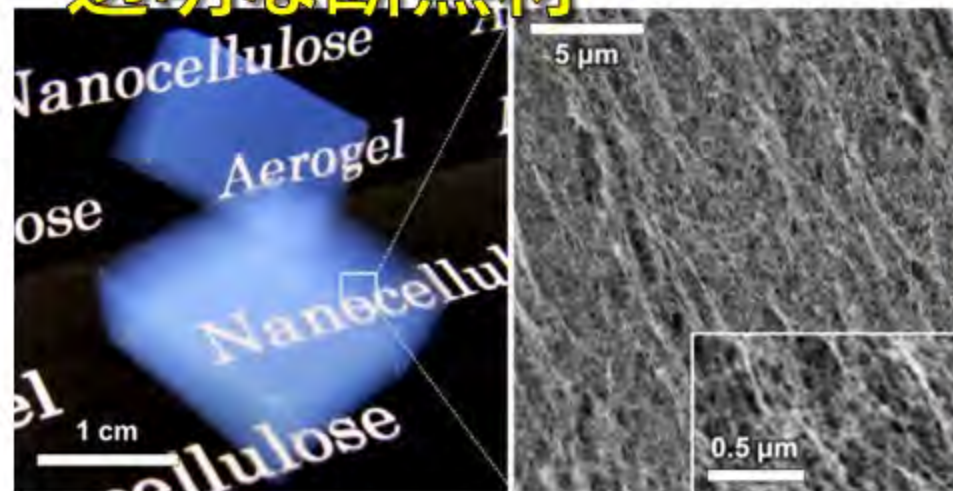
“透明な紙”



Adv. Mater. 2009, *Nanoscale Horiz.* 2018, *Angew. Chem. Int. Ed.* 2021, etc.

住環境や自動車の窓に適用できる

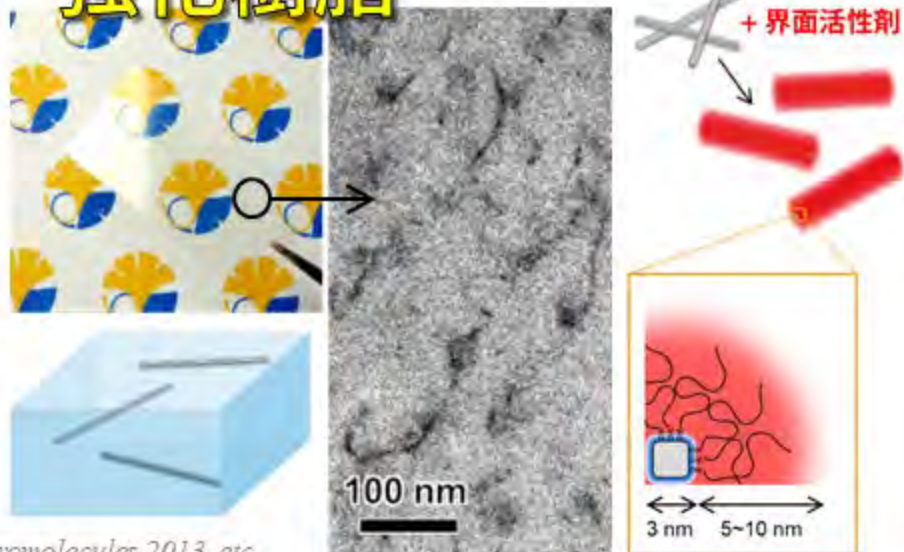
“透明な断熱材”



Angew. Chem. Int. Ed. 2014, *ACS Nano* 2021, *Materials Horiz.* 2014, *Biomacromolecules* 2013, etc.

化石資源の使用量を削減できる

“強化樹脂”



“透明な紙”



“透明な断熱材”



“強化樹脂”



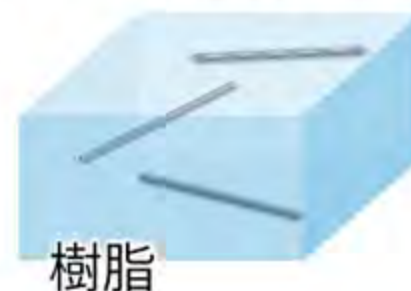
密に会合



疎に会合



均一に混合

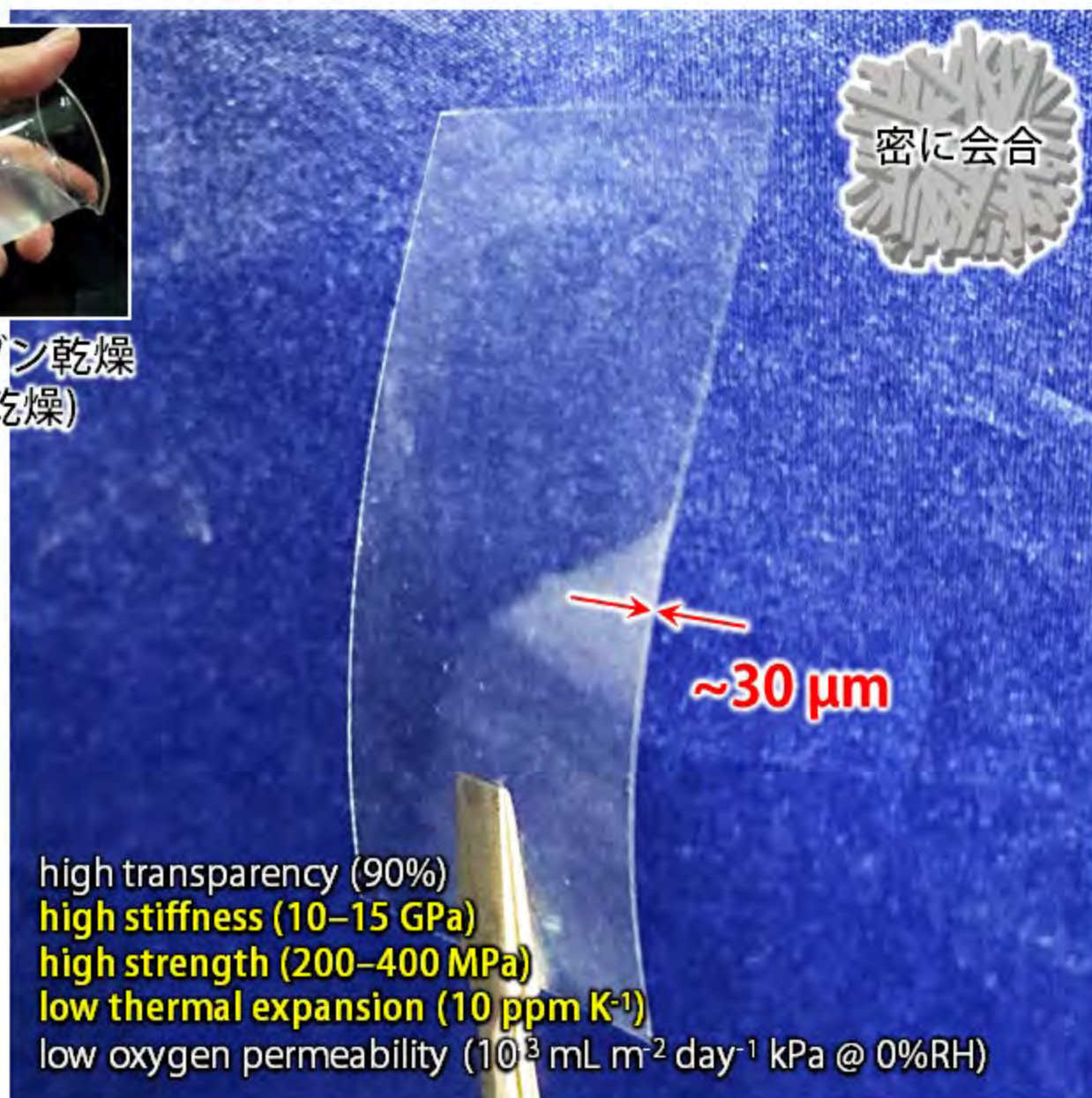


機能性ナノセルロースの特徴が見えやすい

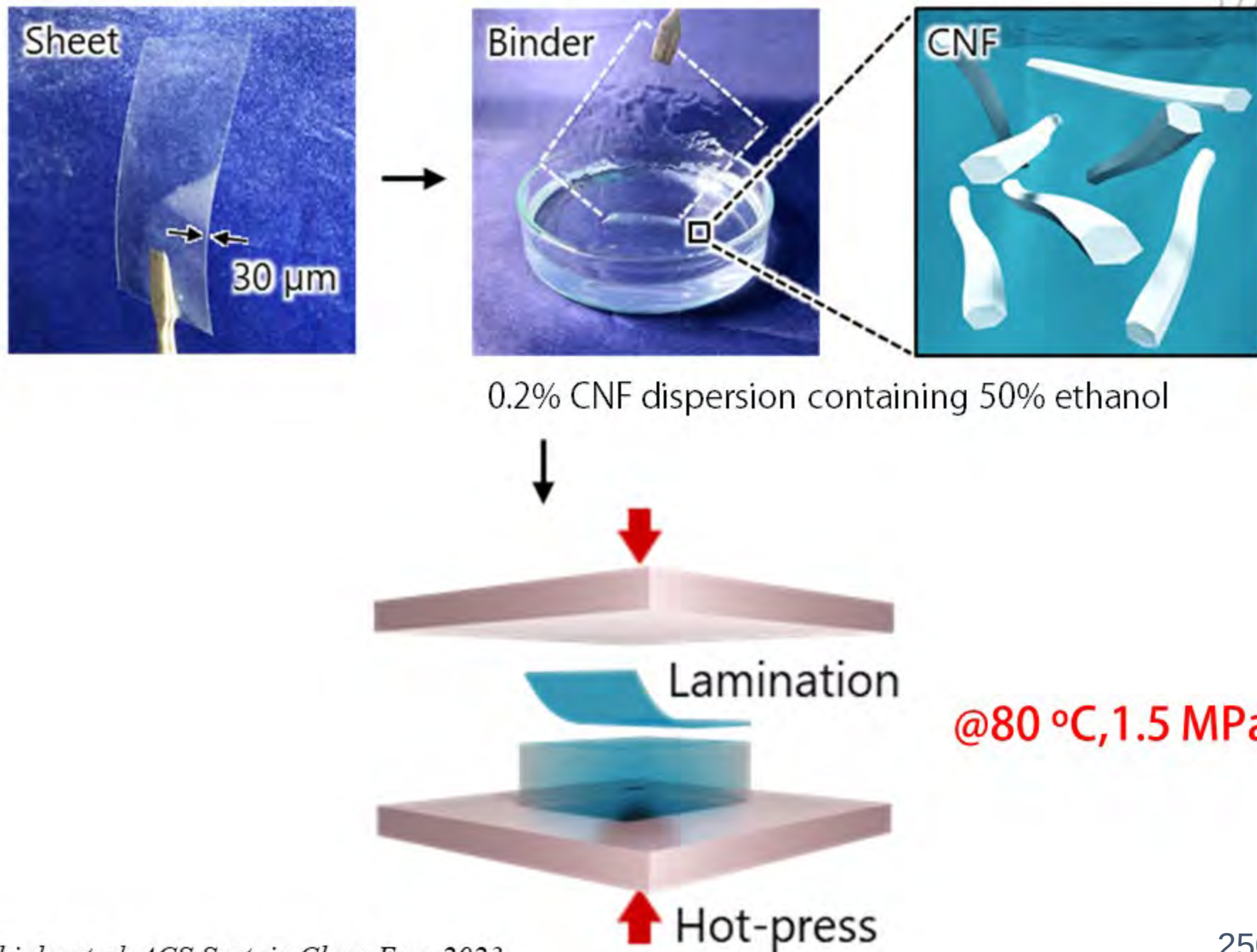
CNFフィルム (透明な紙)

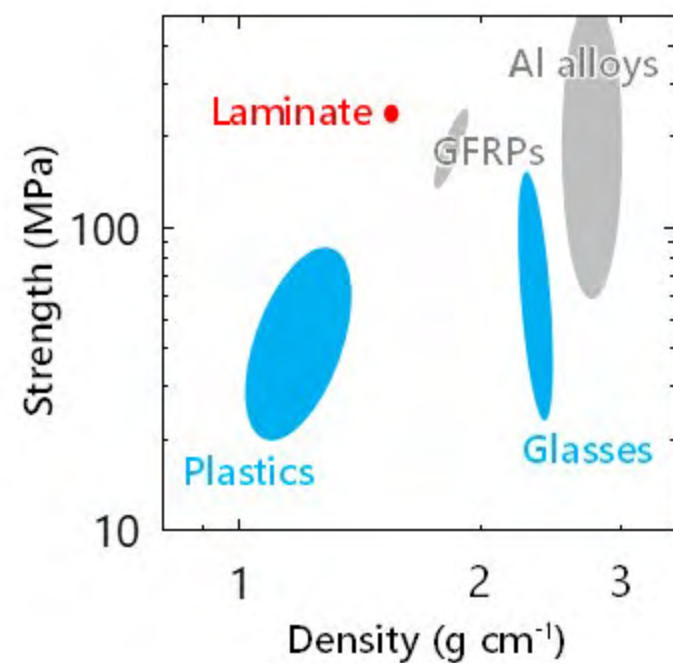
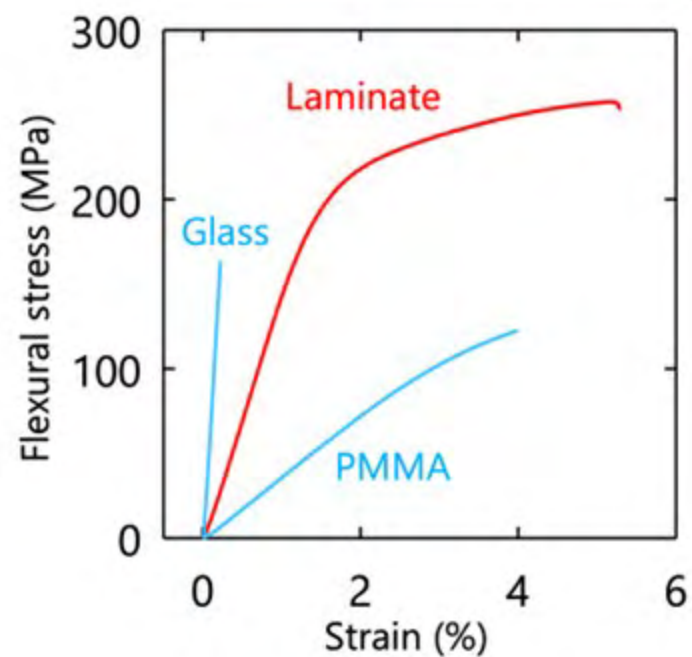


オーブン乾燥
(蒸発乾燥)



high transparency (90%)
high stiffness (10–15 GPa)
high strength (200–400 MPa)
low thermal expansion (10 ppm K⁻¹)
low oxygen permeability ($10^3 \text{ mL m}^{-2} \text{ day}^{-1} \text{ kPa @ 0\%RH}$)





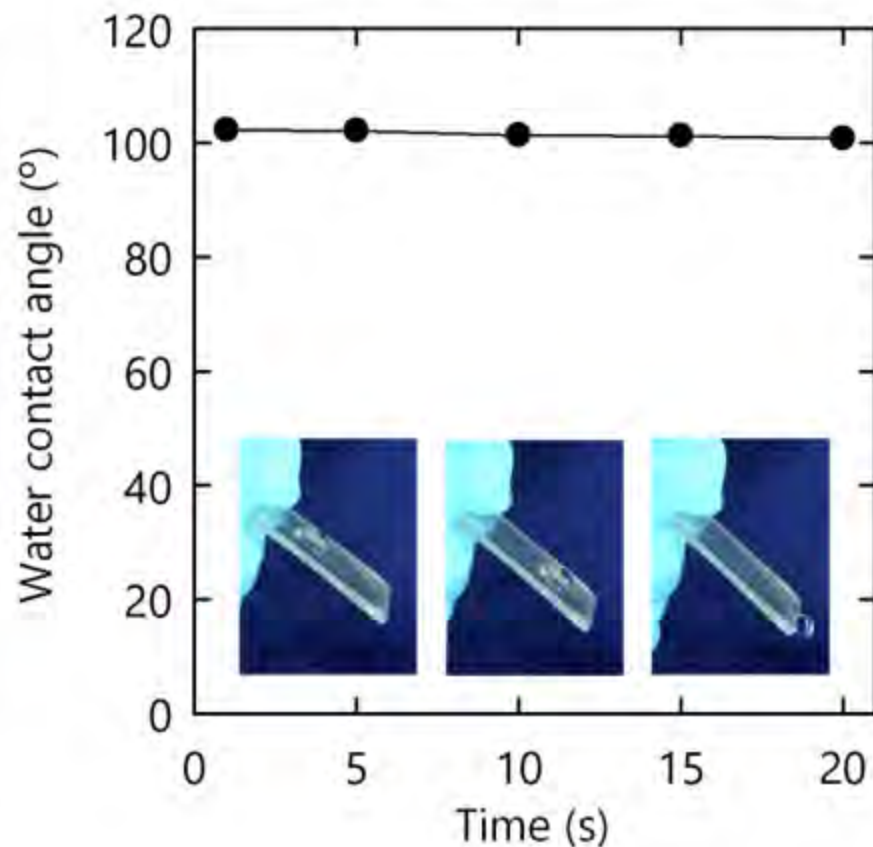
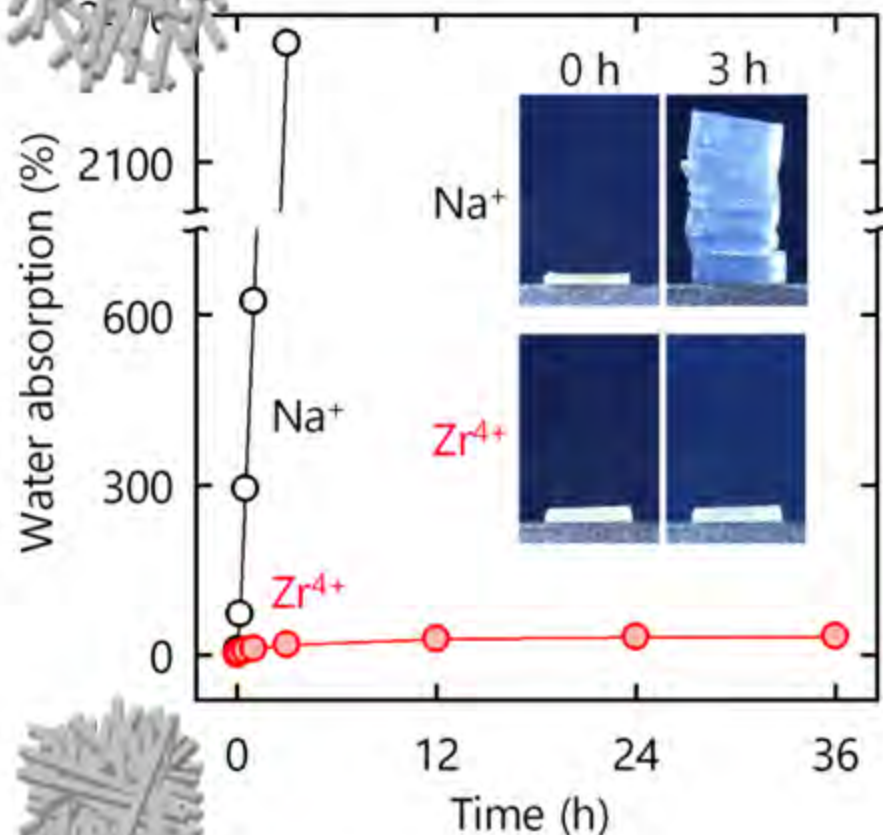
自己消火性を発現

(機能性ナノセルロース特有)



低放熱容量 (41 J/gK), 安定な炭化層 (Na_2CO_3), 等

吸水率を低減, 撥水性を付与 (紙パ産業の技術を展開)



CNFの自己接着力を活かした (相互作用を弱めない) 材料設計



高校「化学」教科書
(実教出版)より

参考 セルロースナノファイバー

木材からつくられた新しい素材にセルロースナノファイバーがある。

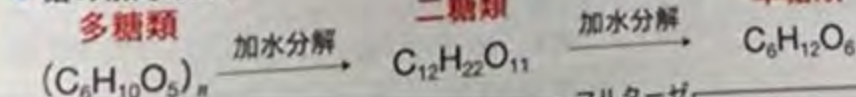
●透明な紙 木材パルプを機械的・化学的にナノレベルまで細かくほぐした素材がセルロースナノファイバー (CNF)である。軽量で強く、熱変形が小さい。また、CNFにより透明な紙が得られるほか、CNFを1 mm以上の厚みにしても透明な板が得られる。CNFは、自動車の部品、化粧品、透明シートなど、さまざまな用途に用いることができ、環境に配慮した素材としても注目されている。



セルロースナノファイバーによる板

まとめ 糖

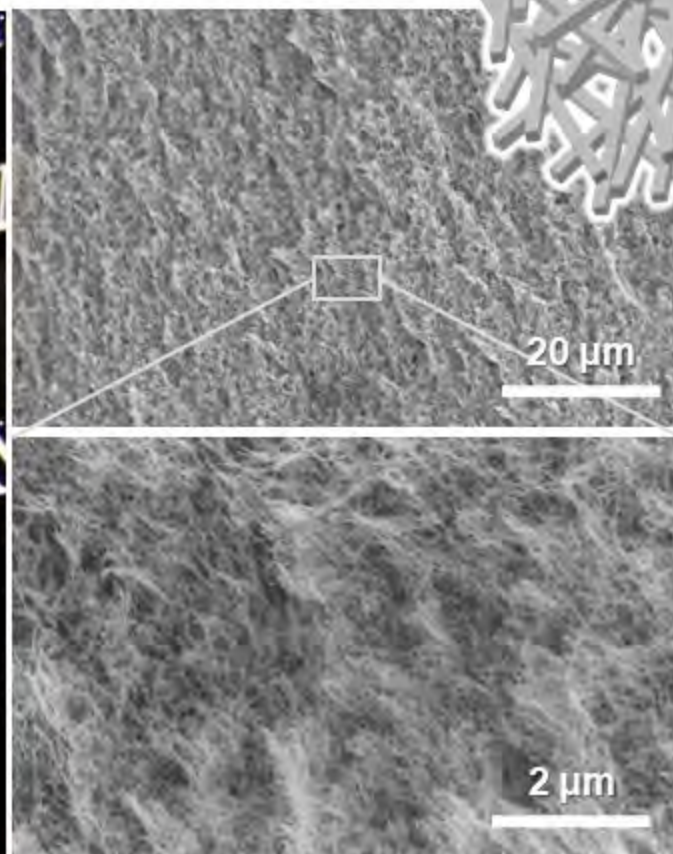
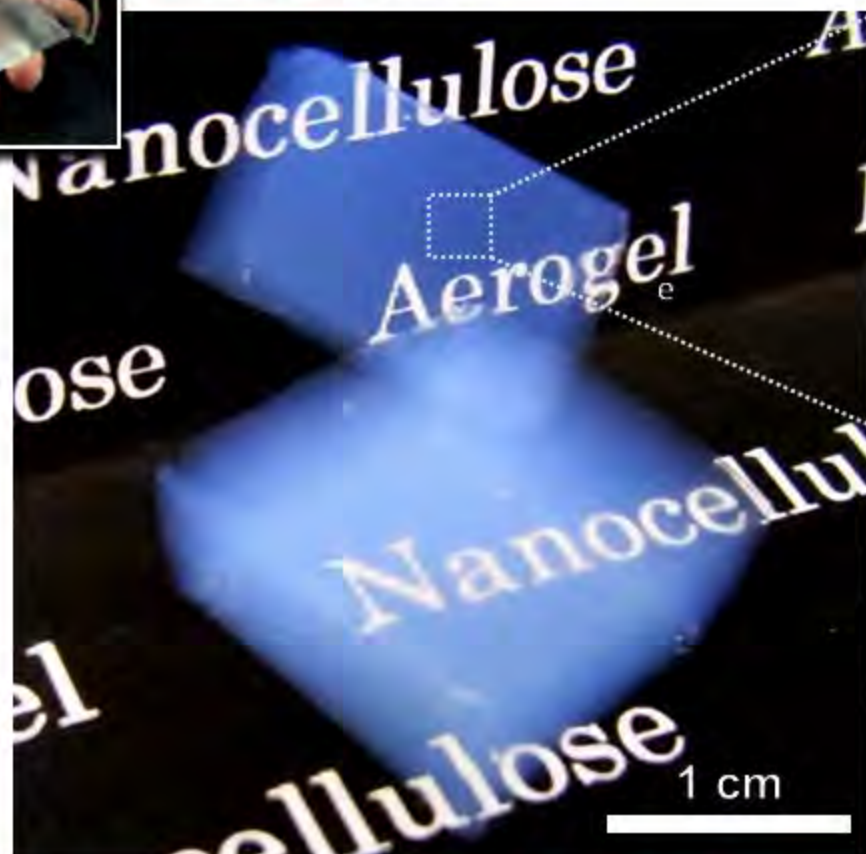
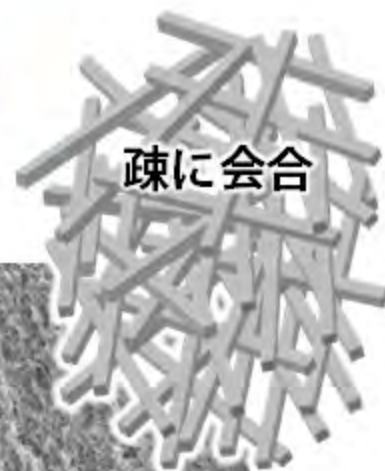
●糖の加水分解



□の糖類には還元性がある

光は通して 熱は通さない CNF多孔質 (透明な断熱材)

超臨界乾燥すると



高空隙率 > 98%, 大比表面積 > $500 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$, 光透過率 90% @ 1 mm,
熱伝導率 $15 \sim 40 \text{ mW m}^{-1} \text{ K}^{-1}$

実用化が期待される“夢の材料”

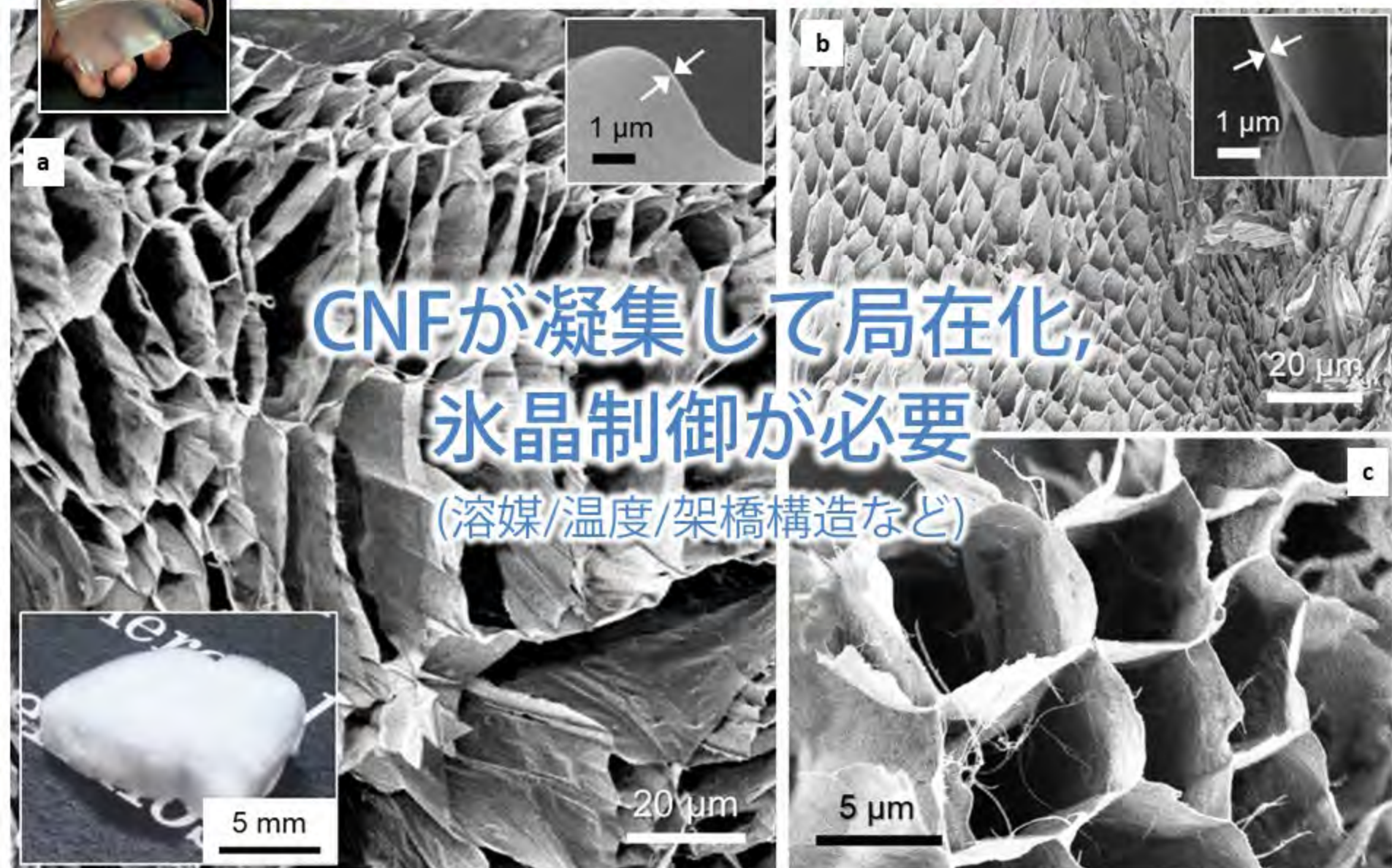
透明断熱材



住環境や自動車の熱エネルギー損失低減により
CO₂削減に貢献

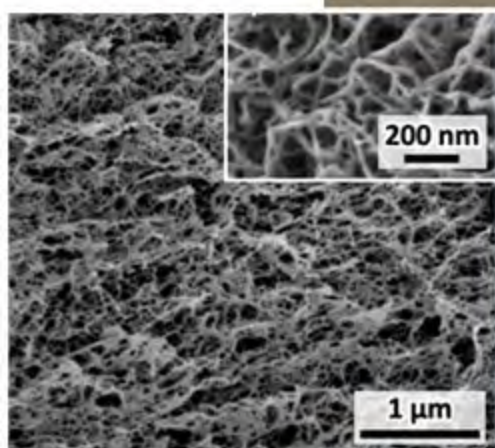
凍結乾燥すると

高空隙率 > 98%, 低比表面積 < 30 m²/g



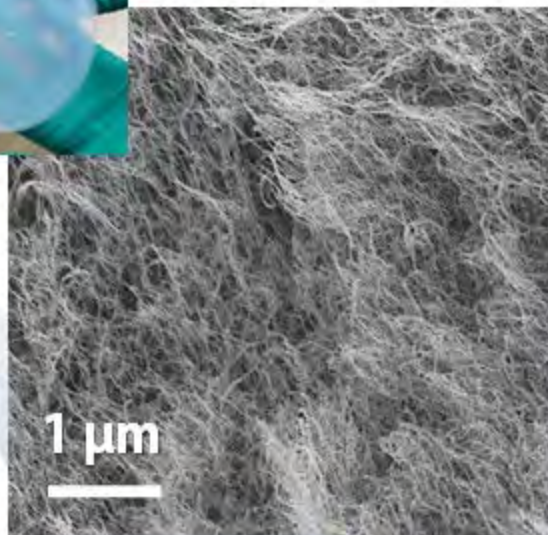
水系 (水+t-BuOH+酢酸) から
溶媒置換フリーの直接乾燥で
スケールアップ
(従来 1~2 cm角 @Lab)

乾燥を工夫すれば
超臨界乾燥体と
性能は同等

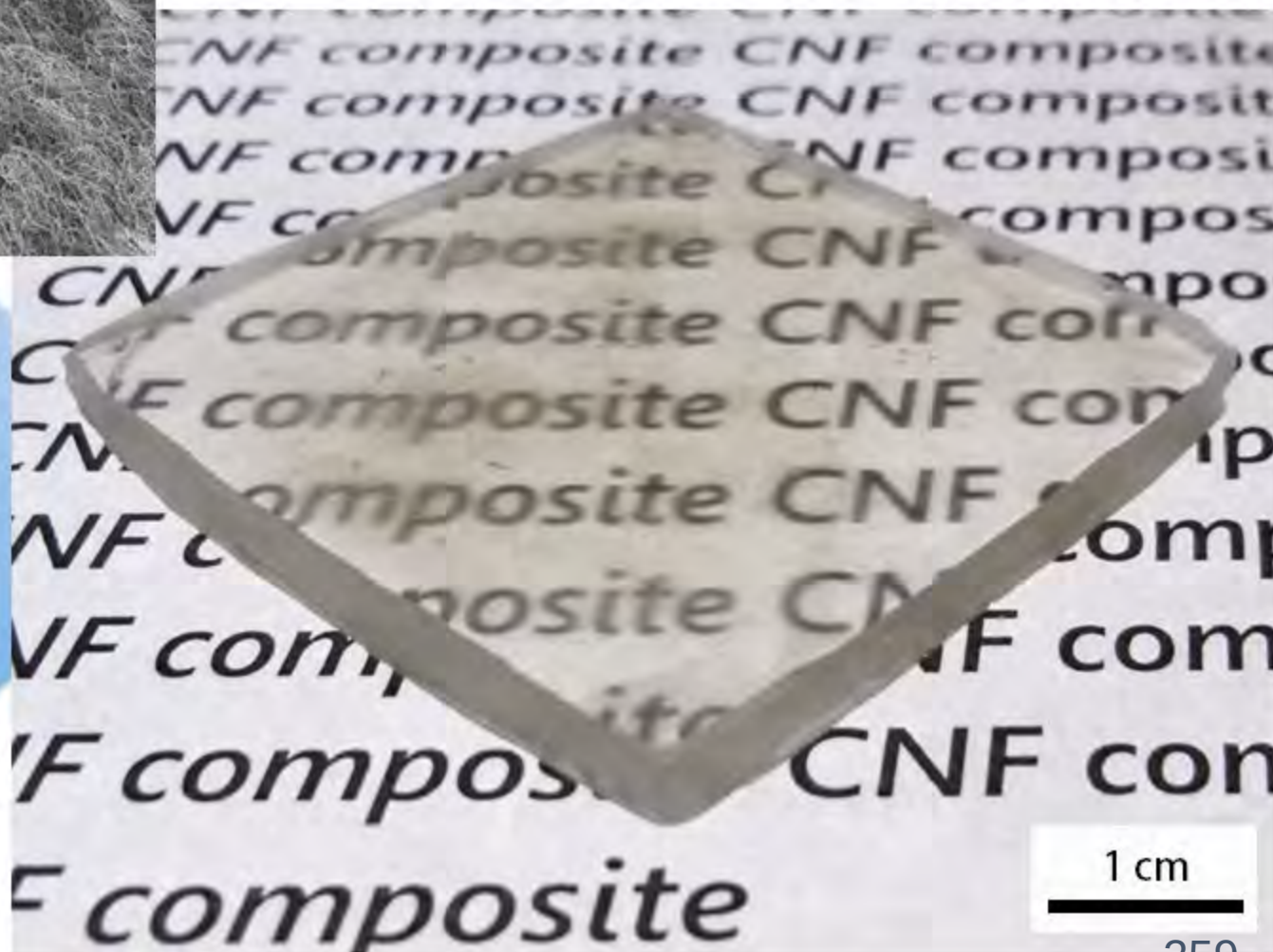


CNFを疎に会合 (網目化) させる技術開発

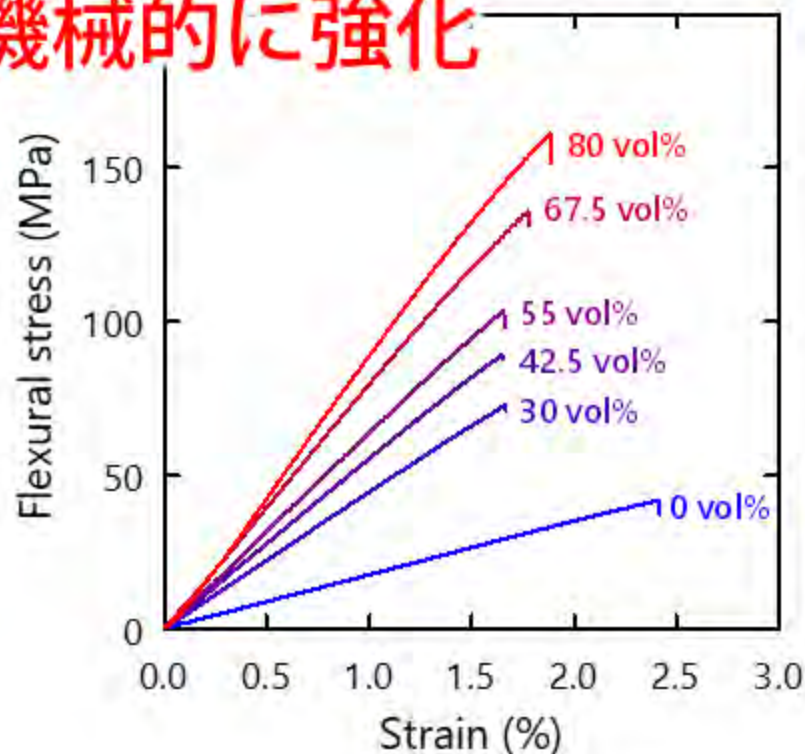
CNF多孔質に モノマー含浸して硬化



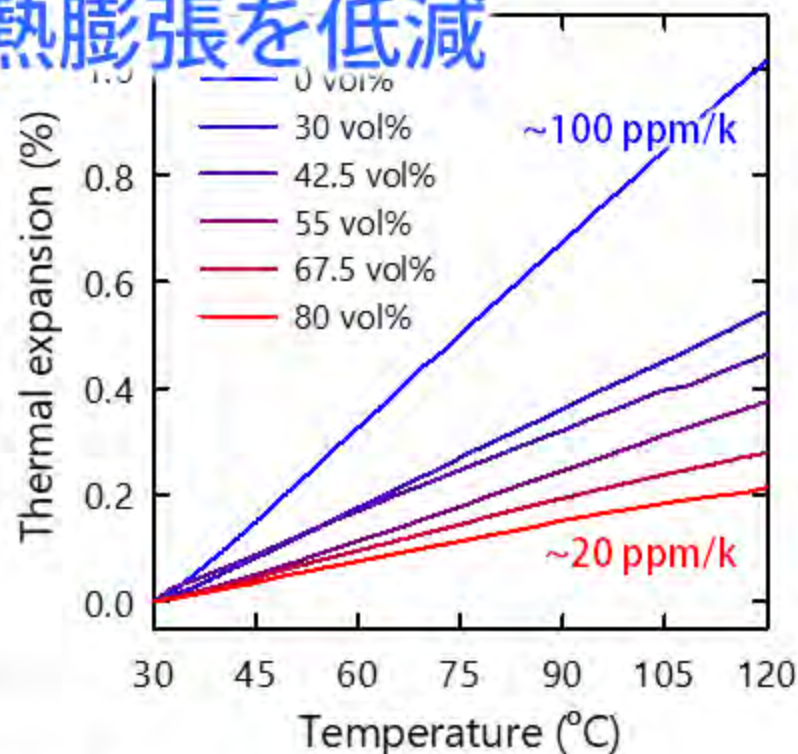
均一に混合



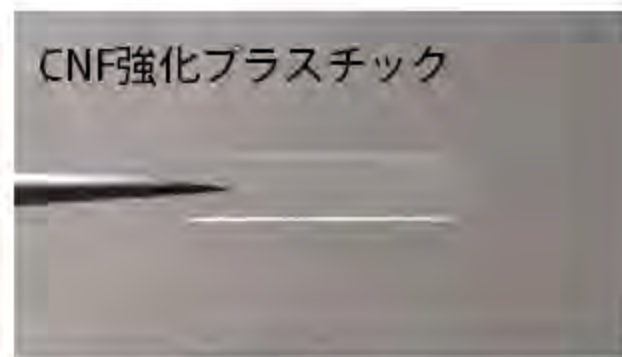
機械的に強化



熱膨張を低減



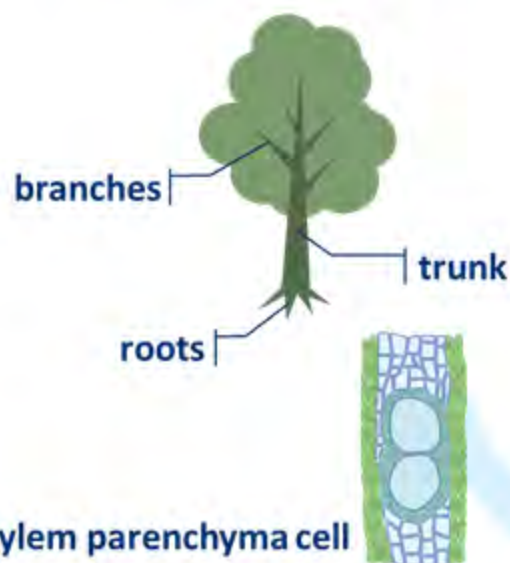
難燃性を付与



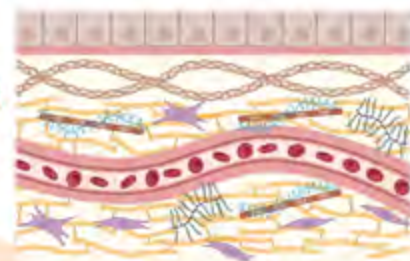
ナノセルロースが切り拓くバイオメディカル分野の誰も見たことのない新世界

木の繊維とヒトの線維

Fibers in trees



細胞外マトリックス
extracellular matrix (ECM)



polysaccharides

collagen nano/microfiber
コラーゲン線維

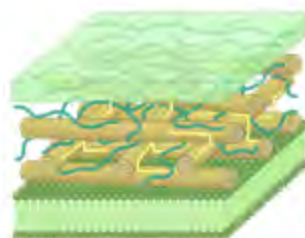
cellulose nanofiber
セルロースナノ繊維

organs



body | arms | legs

Fibers in human



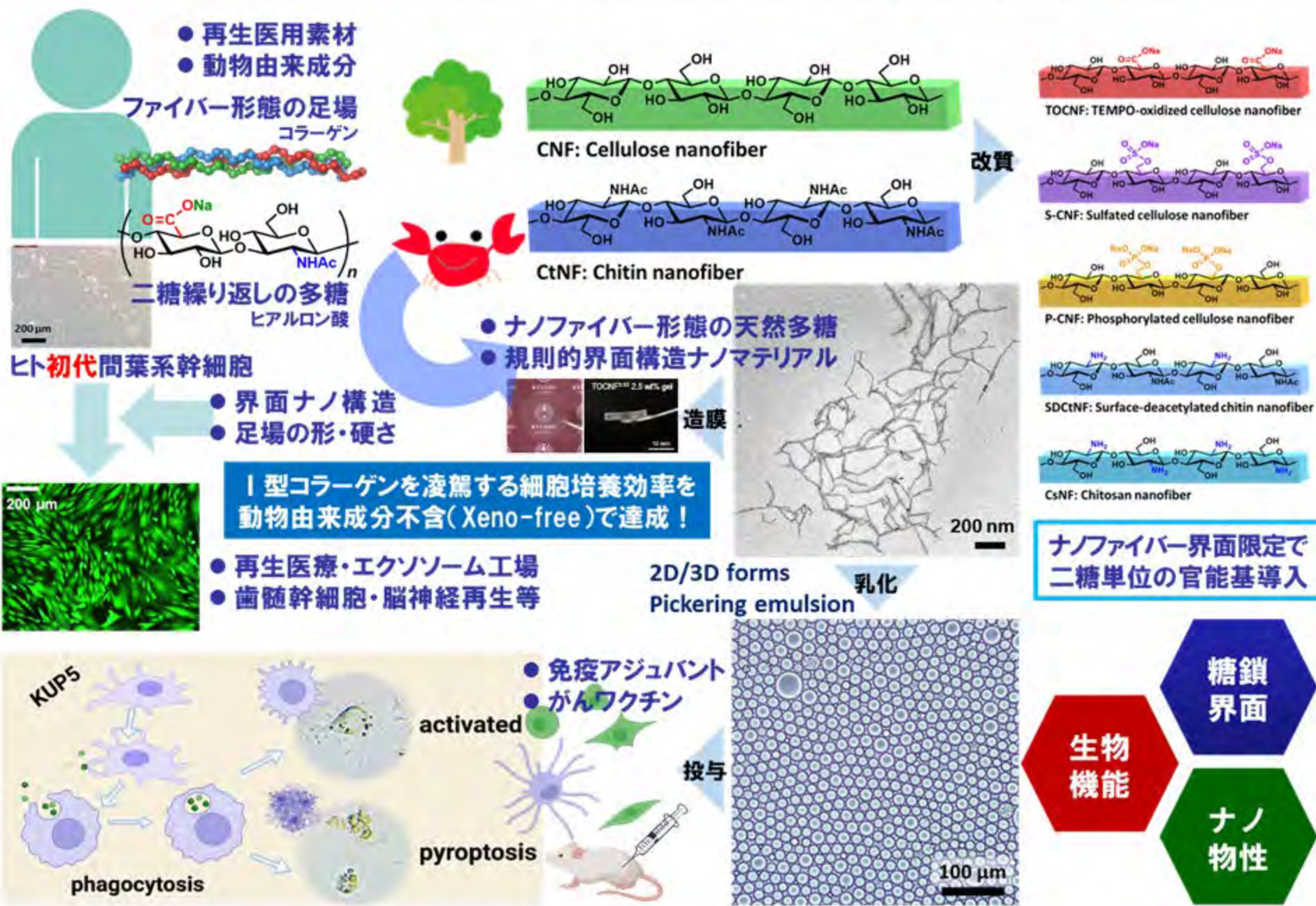
wood cell wall (ECM)



(九大) 北岡 卓也 教授

木もヒトも、細胞周辺は「一次元の細長いせんい」で充填されている細胞外マトリックスの共通構造に着目したナノ多糖主導の医工学研究

医薬モダリティ（医用材料やお薬を何から作るかの選択肢）にナノ多糖を！



プレスリリース

研究 2022

2022.10.26



東京大学工学部
FACULTY OF ENGINEERING
THE UNIVERSITY OF TOKYO



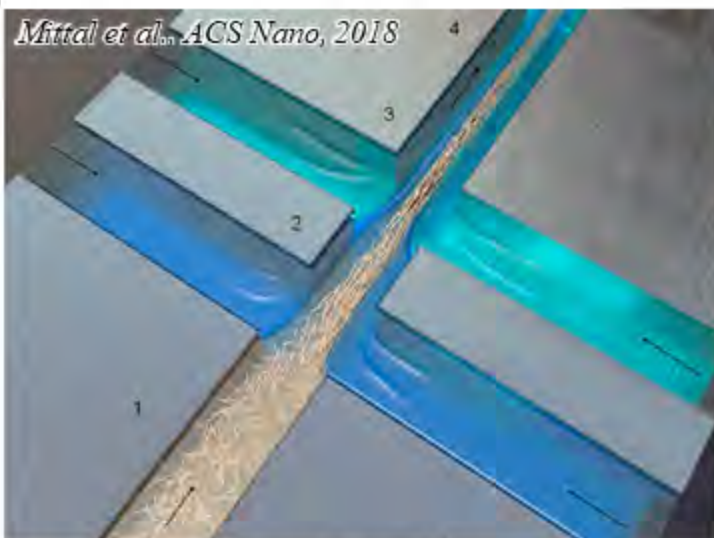
東京大学大学院
工学系研究科
SCHOOL OF ENGINEERING
THE UNIVERSITY OF TOKYO



(東大・工) 塩見 淳一郎 教授

紙の100倍以上の高熱伝導性を有する木質バイオマス素材を実現 — 放熱性能を要求される高分子材料の代替え材として期待 —

a



Mittal et al., ACS Nano, 2018

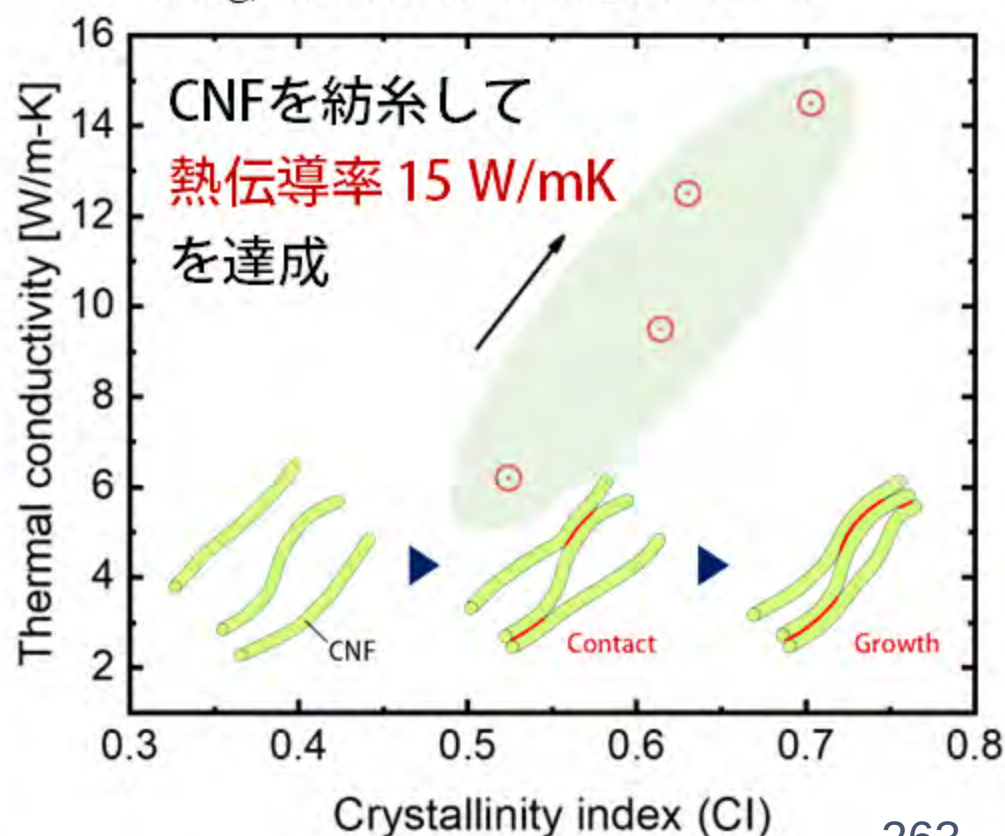


b



Flow-focusing 法により紡糸

Wang, Shiomi et al. Nano Letters 2022



ナノセルロース × フォノンエンジニアリング

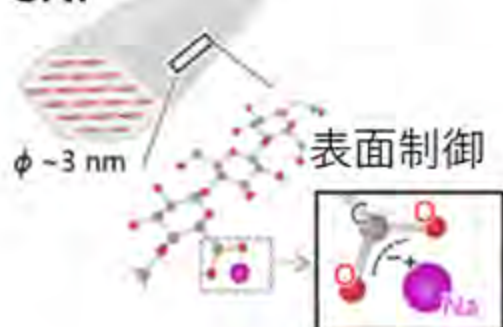
- ・ フォノンエンジニアリング分野では、秩序系から不秩序系へと学理が発展している
- ・ 秩序性と不秩序性が混在したナノセルロースは恰好の対象
- ・ ナノセルロースの低次元構造と化学的活性を利用して、「広義のフォノン」の状態や輸送を制御したい
- ・ 伝熱に加えて、変形・摩擦・誘電・光応答など、フォノンが介在する特性制御により、CNFの付加価値を高める
- ・ ナノカーボン分野等と融合した学際的研究を展開する

JST-ASPIREプロジェクト (塩見代表) 2024.2-2029.3

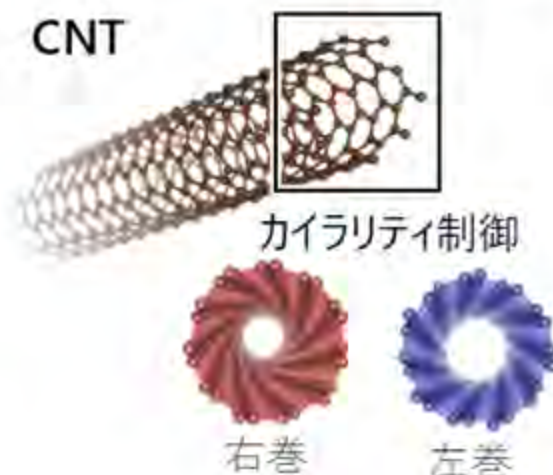
極限アスペクト比 (EXAR) ナノ材料の学際的研究



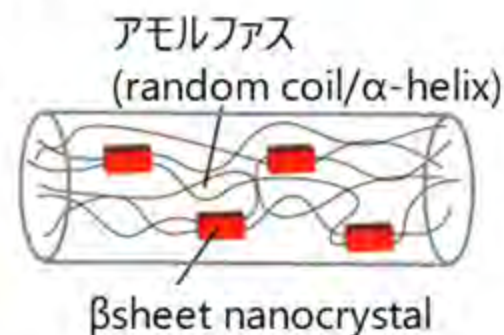
CNF



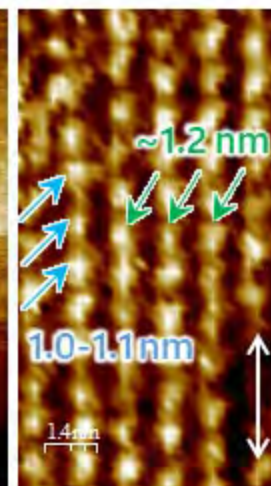
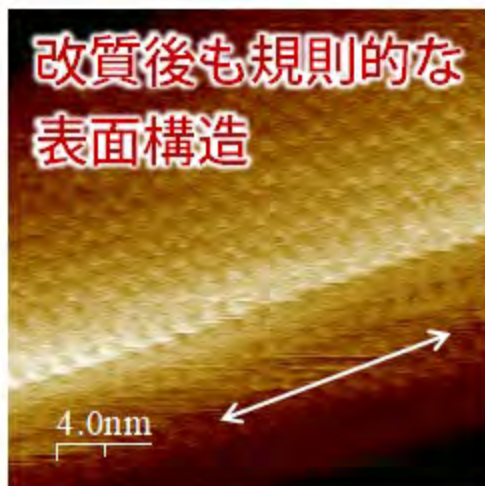
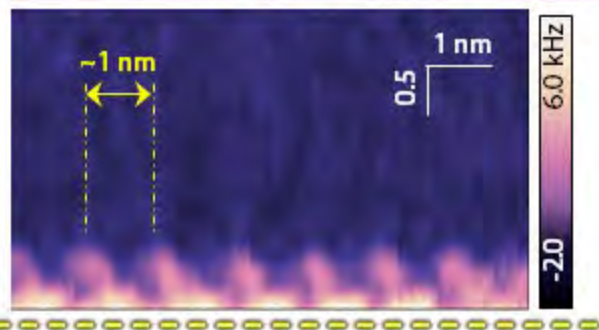
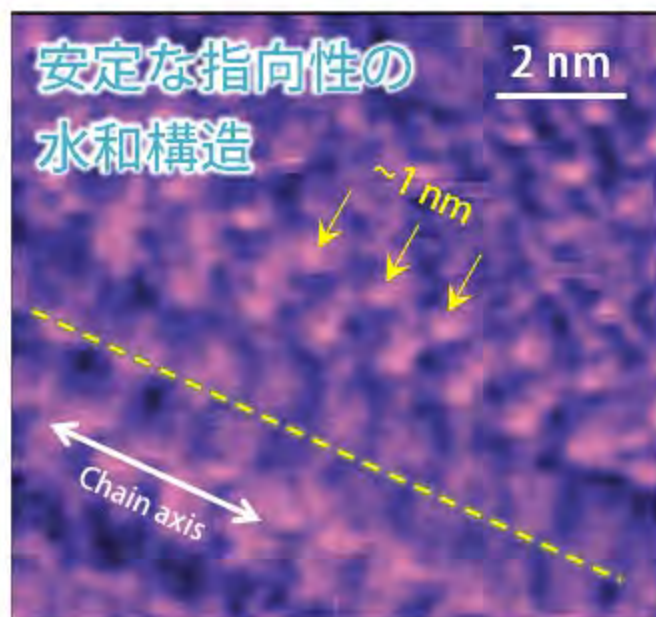
CNT



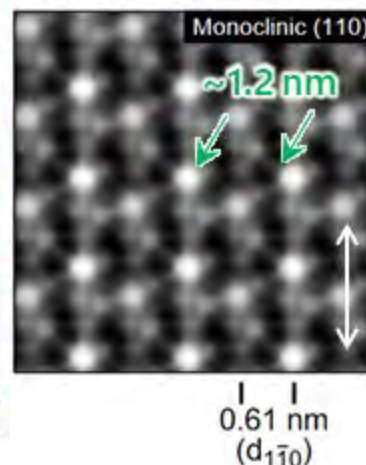
クモ糸



高分解能AFMで CNF表面官能基の 2D分布を可視化



model



曖昧なCNF構造に確証を！
結晶性と特性の曖昧な
相関を定量化！



(東大・工) 大長一帆 助教

(金沢大) 福間教授・Ayhan博士との共同研究

阪大産研のNow

CNFに電圧印加すると 配向ゲルに



春日助教

ゲル



弱いと
水平配向

ゲル



強いと
垂直配向

ナノペーパーIoTデバイス
～生分解性・湿度センサ～



春日助教



阪大産研の and Then

産業に生かす科学

～出口を見据えた基礎研究の推進～



能木雅也

自動車の次は、透明な紙！！
透明な紙の実用化を推進したい。
企業の方、是非とも共同研究を



「どこにでもあるCNFを、当たり前
に活用する」未来のために、
楽しくて便利な応用を提案します！

春日貴章





寺本 好邦
(京大院農)

表面自由エネルギー

剛直性

キラリティ

界面

吸着

フィブリル化

アンカー効果

親水性

抗酸化

可溶化

相性

コスト



今（興味ある基礎）

（ナノ）セルロースの癖と熱力学
e.g., 物理解繊で幅がなぜ落ち着く？

→ 再生プロセス, 生合成とも関連

これから（応用）

- ・ナノの知見で既存材料革新
- ・潜在機能の包括, 増幅, 理論づけ

→ 身近なものに賢く使う

Visions

- 精密制御により実現する
付加価値 と 効率 を重視した
CNF利活用 の技術体系を確立
- 低炭素社会の実現にむけて
森林起点の新産業創出 に貢献

構造用セルロース

京都大学 生存圏研究所
教授 矢野 浩之 氏

構造用セルロース: ナノセルロースの未来



京都大学生存圏研究所 矢野浩之

植物は善である

持続型資源

バイオケミカル



バイオマテリアル



バイオマス
エネルギー



温暖化防止
CO2固定



国土保全:
緑のダム

環境修復
バイオレメディエーション

生分解性

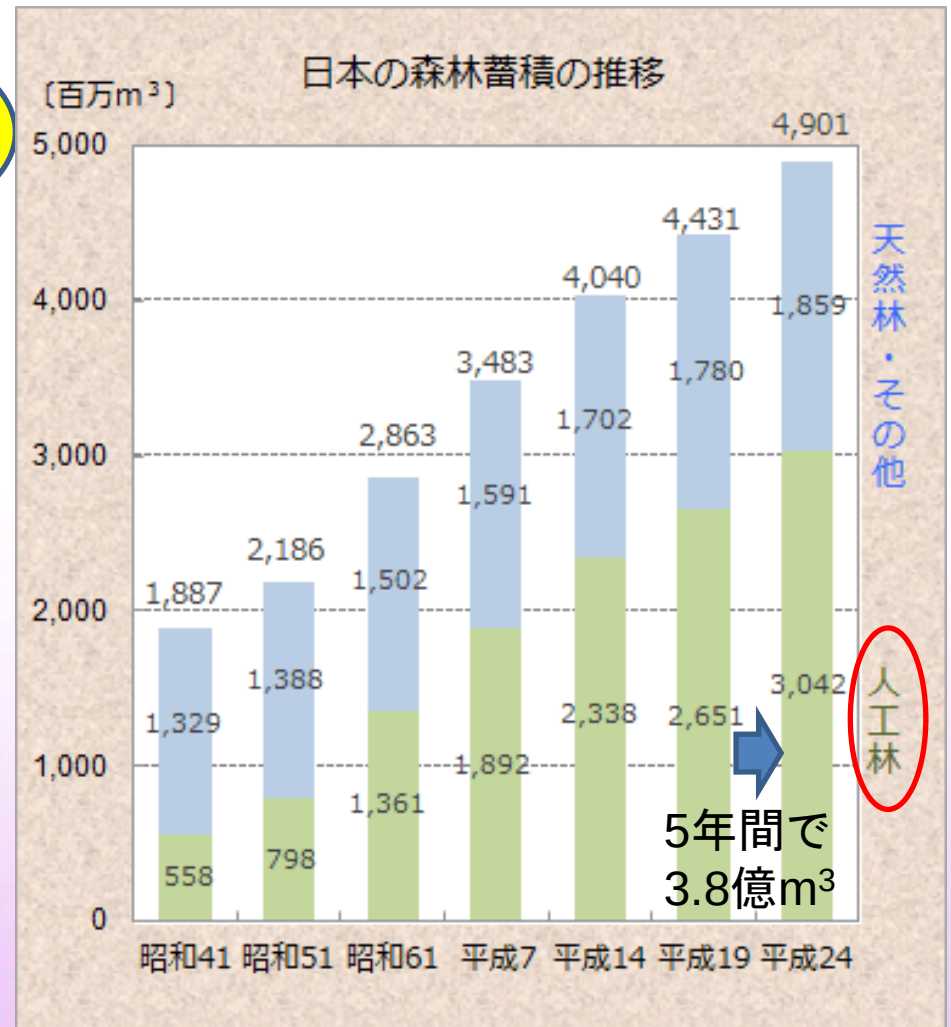
日本の持続型資源： 人工林で木材が毎年3000万トン増えています。



日本は国土の
7割が森林。
しかも、、、

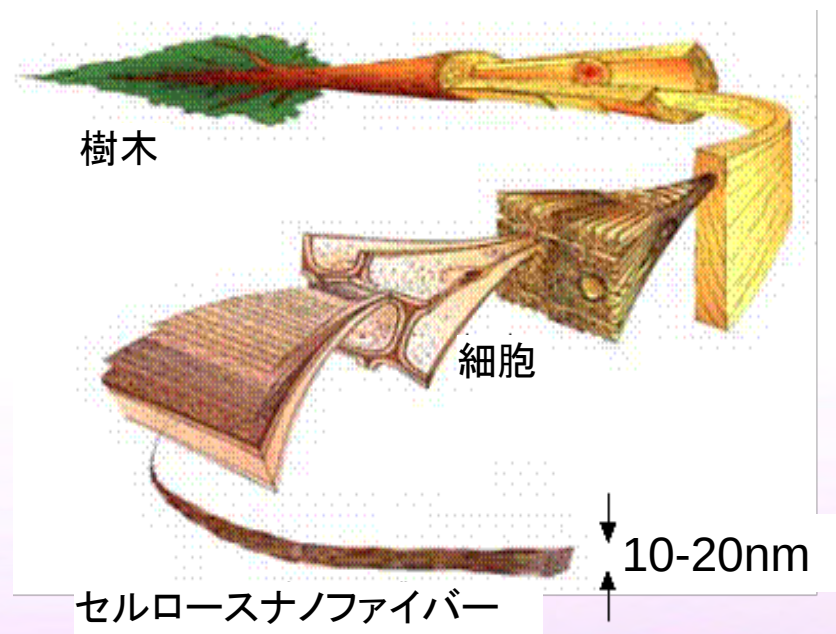
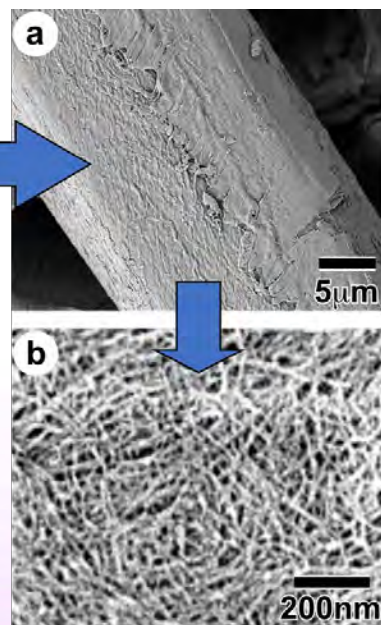
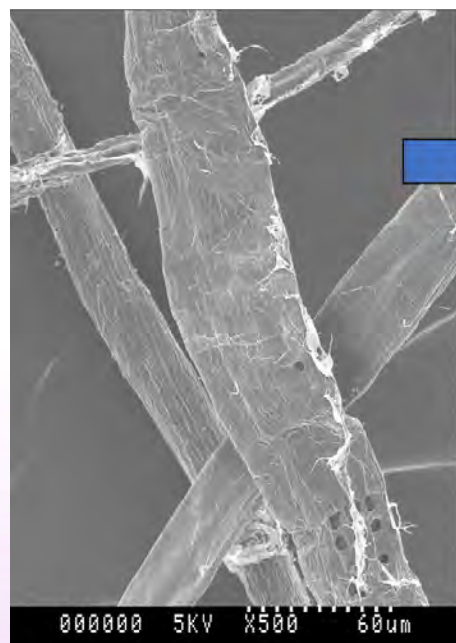
我が国では人工林の蓄積量
が毎年7500万 m^3 増加して
います。

スギ、ヒノキ中心の木材1 m^3
の重量を約400kgとすると、
人工林で毎年3000万トンの
木材が増え続けていること
になります。



セルロースナノファイバー

木材3000万トンの半分はCNF



巾10nmの均一ナノファイバー！

Mark Harrington, University of Canterbury, 1996を改変

木材細胞壁中のCNF

1兆トンの蓄積！

- 全ての植物細胞の基本骨格ナノファイバー
- 1兆トンの蓄積：持続的再生可能資源

ナノセルロースの未来

大目標“カーボンニュートラル2050”

2030-35年までに機能性CNF、構造用セルロースが目指すところ

機能性CNF:

均一(な)ナノ構造と反応性の達成
それによる機能発現(高付加価値)

構造用セルロース:

$CN = LC^2$

(Carbon neutral = Low carbon & Low cost)

伸びきり鎖(微)結晶に基づく力学特性と進化で獲得した環境性能
をボリウムゾーンで発現

2030ー35年には機能性、力学特性がボリウムゾーンで合体。
持続型資源・低環境負荷材料に基づくCN社会に貢献。
植物ベース材料が第4の産業資材:環境材料になる。

構造用セルロースが目指すところ

$$CN=LC^2$$

LC²コンボジット:
Low carbon &
Low cost

CO₂の吸収、固定

木材利用の促進



2050年カーボンニュートラルに貢献

令和3年1月 林野庁資料

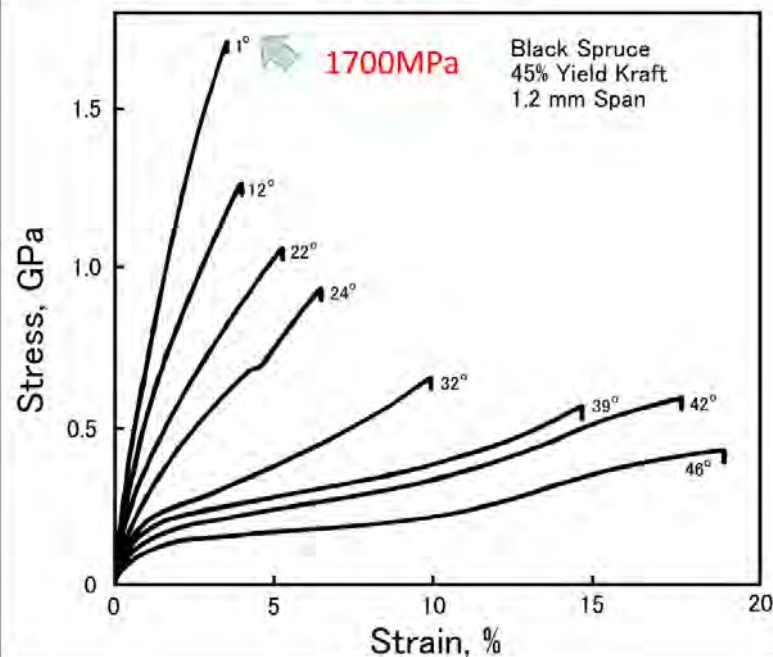
脱炭素を考慮したコスト/パフォーマンスの最適化

紙 (×100)

京大
阿部
矢野

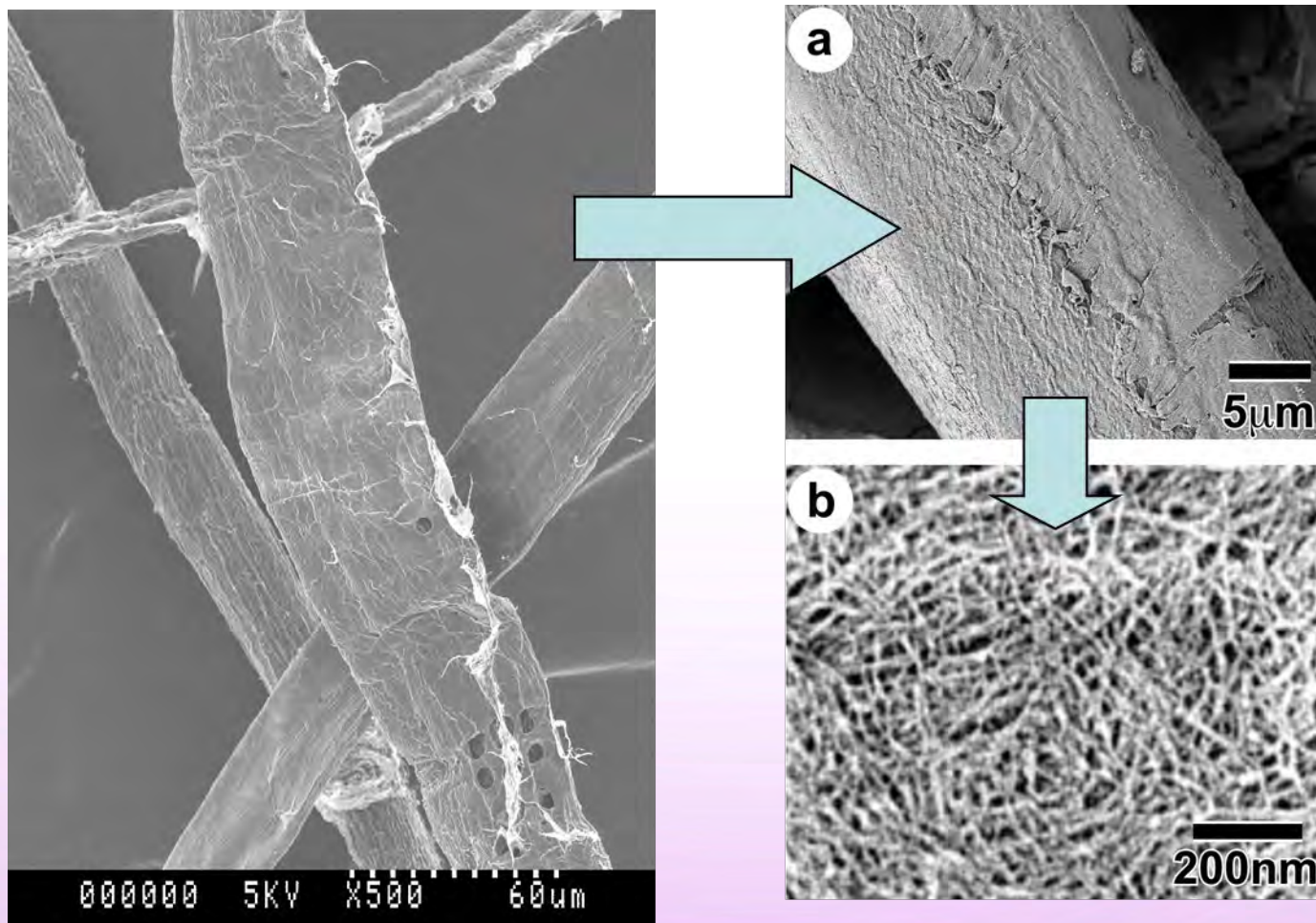
構造用セルロースの基本は
軽量・高強度

パルプの強度特性



150μm

パルプのナノ構造

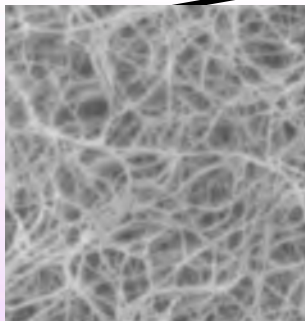


巾10-20nmの均一ナノファイバー！

樹脂複合材に用いられる繊維との比較

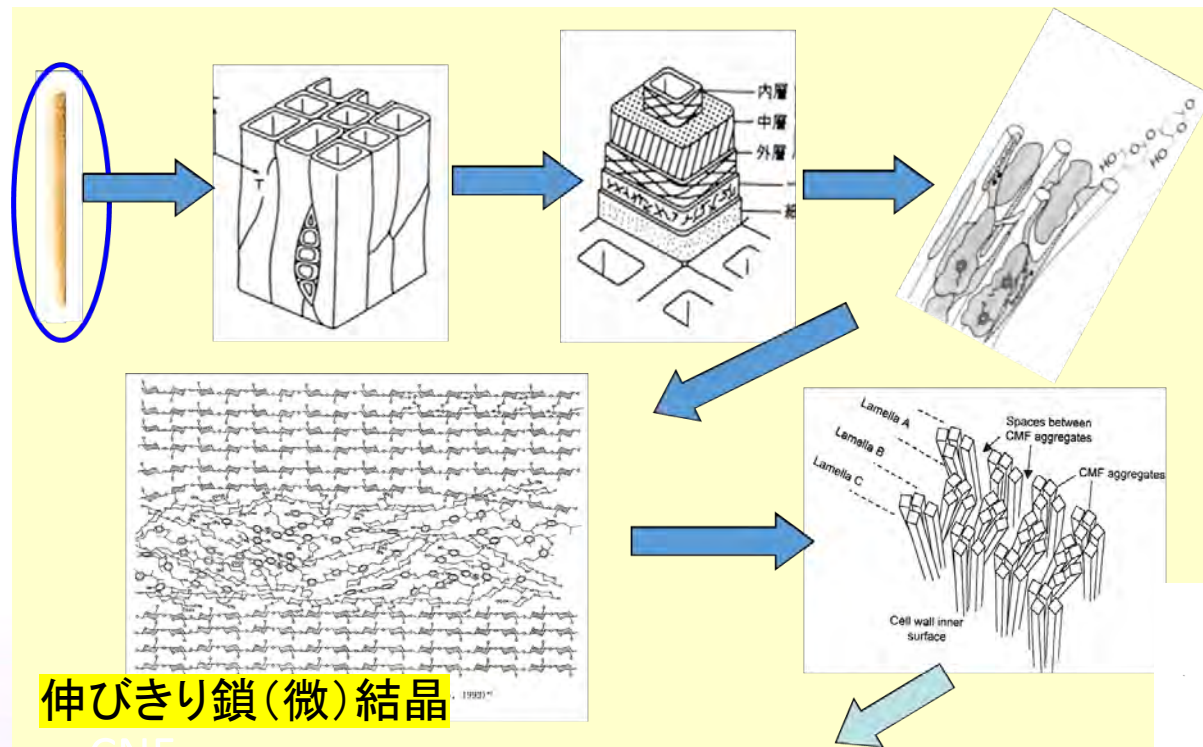
伸びきり鎖(微)結晶

	CNF/ リグノCNF	炭素繊維 (PAN系)	アラミド繊維 (Kevlar® 49)	ガラス繊維
密度 (g/cm ³)	1.6	1.82	1.45	2.55
引張弾性率 (GPa)	140	230	112	74
引張強度 (GPa)	3	3.5	3	3.4
価格 (円/kg)	100 (パルプ)	3000	5000	200~300



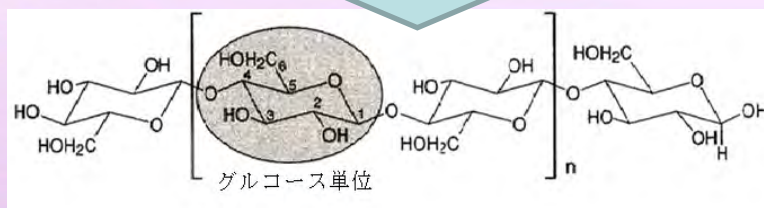
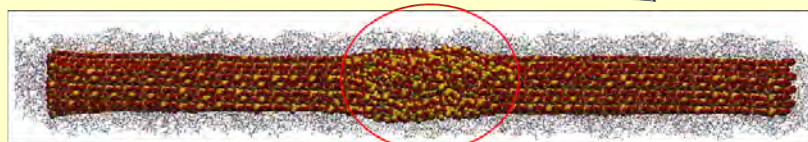
CNFは、ガラス繊維より軽く、また、強度、弾性率などの力学的性能はアラミド繊維と同程度ですが、ナノ繊維であるため比表面積が大きく、射出成形可能な短繊維強化樹脂複合材として比較した場合、炭素繊維やアラミド繊維、ガラス繊維の様な高い補強性が期待できます。ナノ材料として、成形体の表面平滑性、精密加工性にも優れています。

木材の階層構造と伸びきり鎖(微)結晶

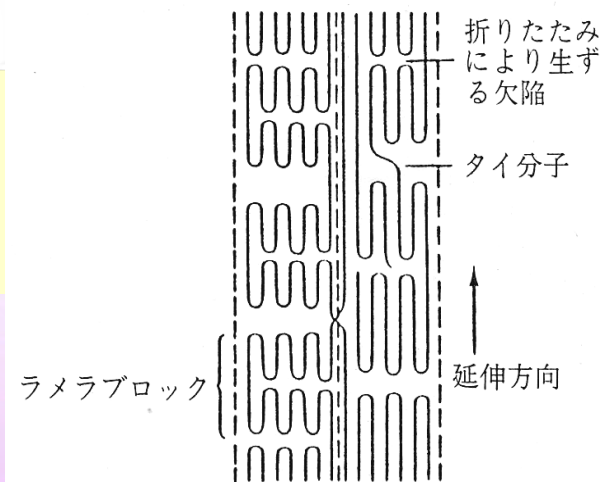


伸びきり鎖(微)結晶

CNF



セルロース



ポリエチレンの折り畳み鎖

Takashi Nishino,* Ikuyo Matsuda, and Koichi Hirao

Department of Chemical Science and Engineering, Faculty of Engineering, Kobe University, Rokko, Nada, Kobe 657-8501, Japan

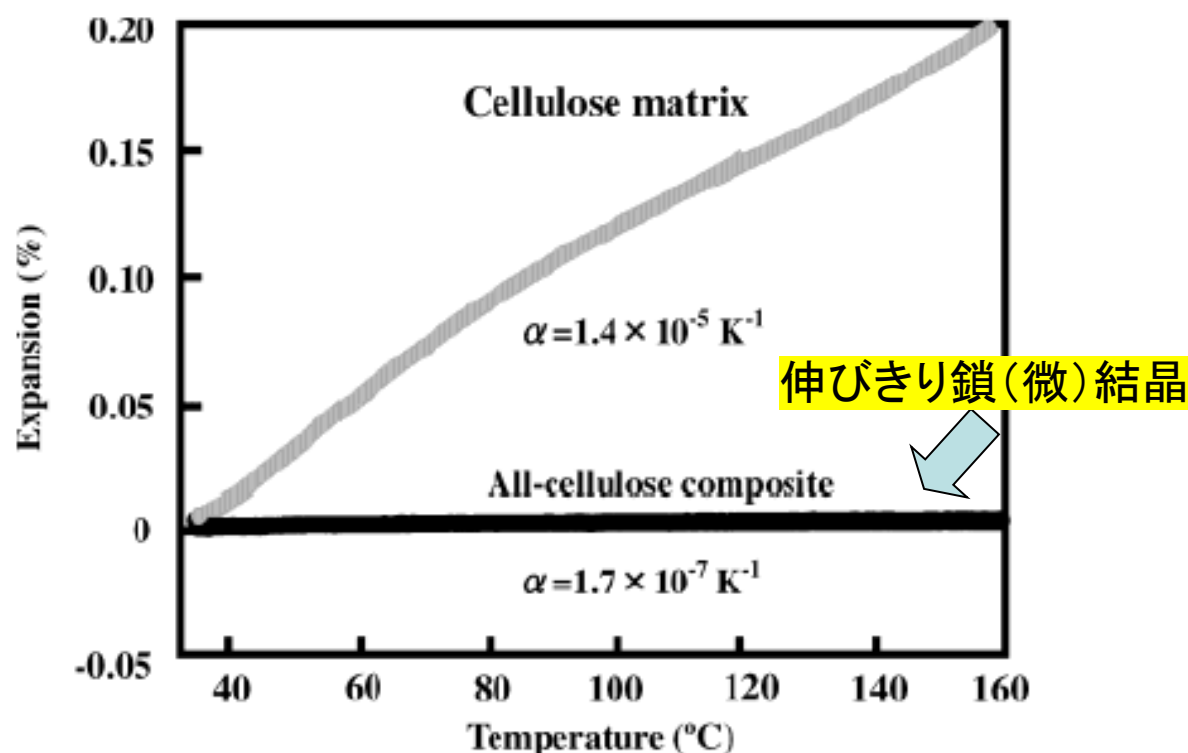


Figure 6. Temperature dependence of the linear thermal expansion of all-cellulose composite, together with that of the matrix cellulose.

セルロース結晶弾性率の温度依存性

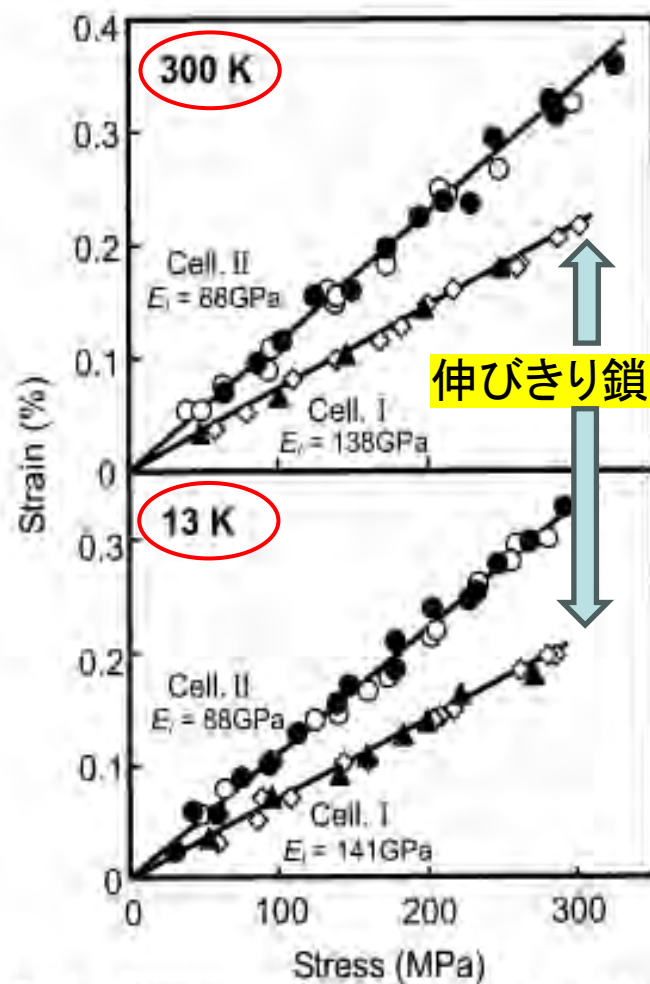


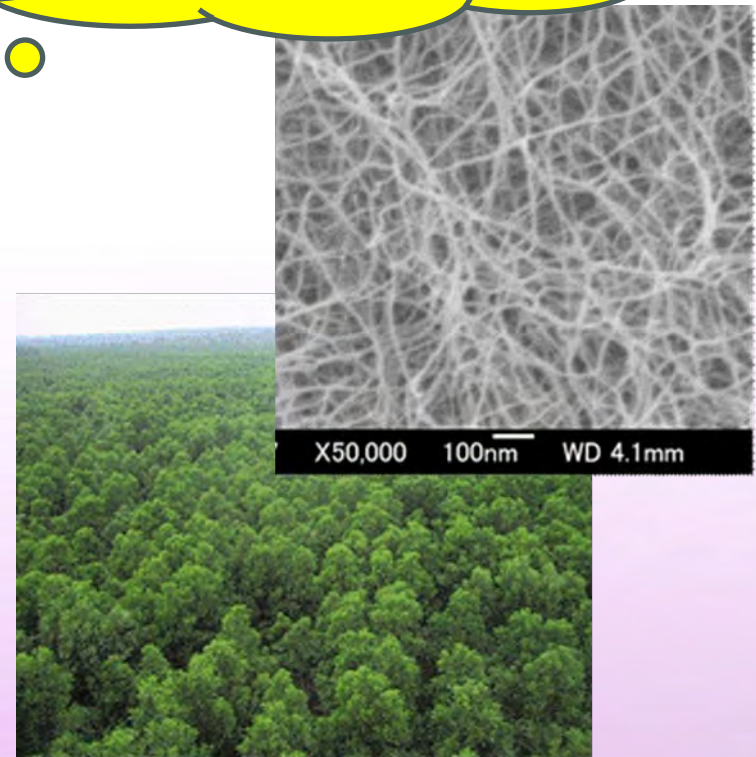
Fig.1 Stress-strain curves for the $\diamond$: (004), $\blacktriangle$: (008) plane of cellulose I (ramie) and those for the (004) plane of cellulose II ($\circ$: polynosic, $\bullet$: lyocell, respectively) at 300K and 13K.

(T.Nishino, et al., Proc.2nd Intn'l Cellulose Conf.2007. p125)

木質の本質：セルロースナノファイバー(CNF)

- 全ての植物細胞の基本骨格物質
- 1兆トンの蓄積(埋蔵石油資源の6倍)・持続型資源
- 高性能グリーンナノファイバー
 - 伸びきり鎖微結晶ポリマー
 - 幅:10-20nm, 長さ1 μ m以上
 - 軽量:1.5g/cm³
 - 高弾性:140GPa、高強度:3GPa
(鋼鉄の8倍の強度)
 - 低線熱膨張:0.1ppm/k (長さ方向)
(石英ガラス相当)
 - 弾性率不変:-200°C~+200°C
 - 高熱伝導性:ガラス相当耐
 - 耐熱性:200°C付近から熱変性

これをボリュウムゾーンで！



→化学変性で250°C付近まで耐熱化

機能性CNFと構造用セルロース

大目標“カーボンニュートラル2050”

2030-35年までに機能性CNF、構造用セルロースが目指すところ

機能性CNF: 均一(な)ナノ構造と反応性の達成と
それによる機能発現(高付加価値)

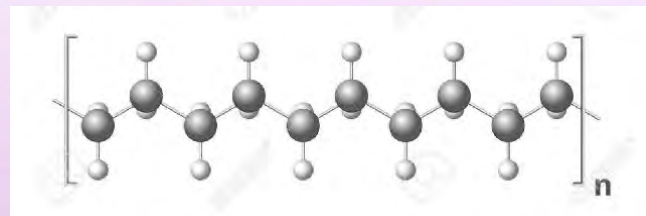
構造用セルロース: $CN=LC2$
(Carbon neutral = Low carbon & Low cost)
伸びきり鎖結晶に基づく力学特性と進化で獲得した環境性能を
ボリュームゾーンで発現

2030ー35年には機能性、力学特性がボリュームゾーンで合体。
持続型資源・低環境負荷材料に基づくCN社会に貢献。
植物ベース材料が第4の産業資材:環境材料になる。

環境性能：木質の本質



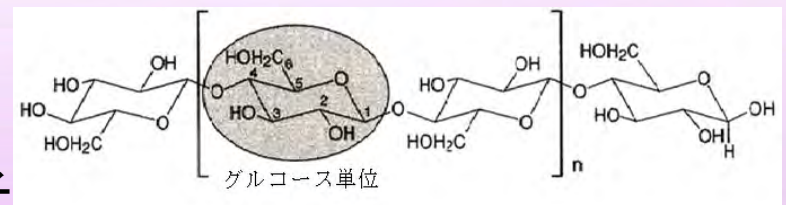
<http://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/gallery/052400259/>



ポリエチレン(PE)



結晶性高分子



セルロース

セルロースを合成する生物

バクテリア（一部の病原バクテリアを含む）、原核生物（シアノバクテリア）、ある種の菌類、アメーバ、細胞性粘菌、藻類（バロニア等）、陸上植物（コケ、シダ、裸子・被子植物）、ホヤ

138億年前 宇宙の誕生

46億年前 地球の誕生

40億年前 生命の誕生

28億年前 光合成細菌シアノバクテリアが出現

21億年前 真核生物の出現

5億年前 陸上植物の出現（緑藻類から）



京大、阿部先生提供

70年前 合成プラスチック

構造用セルロースのツボ

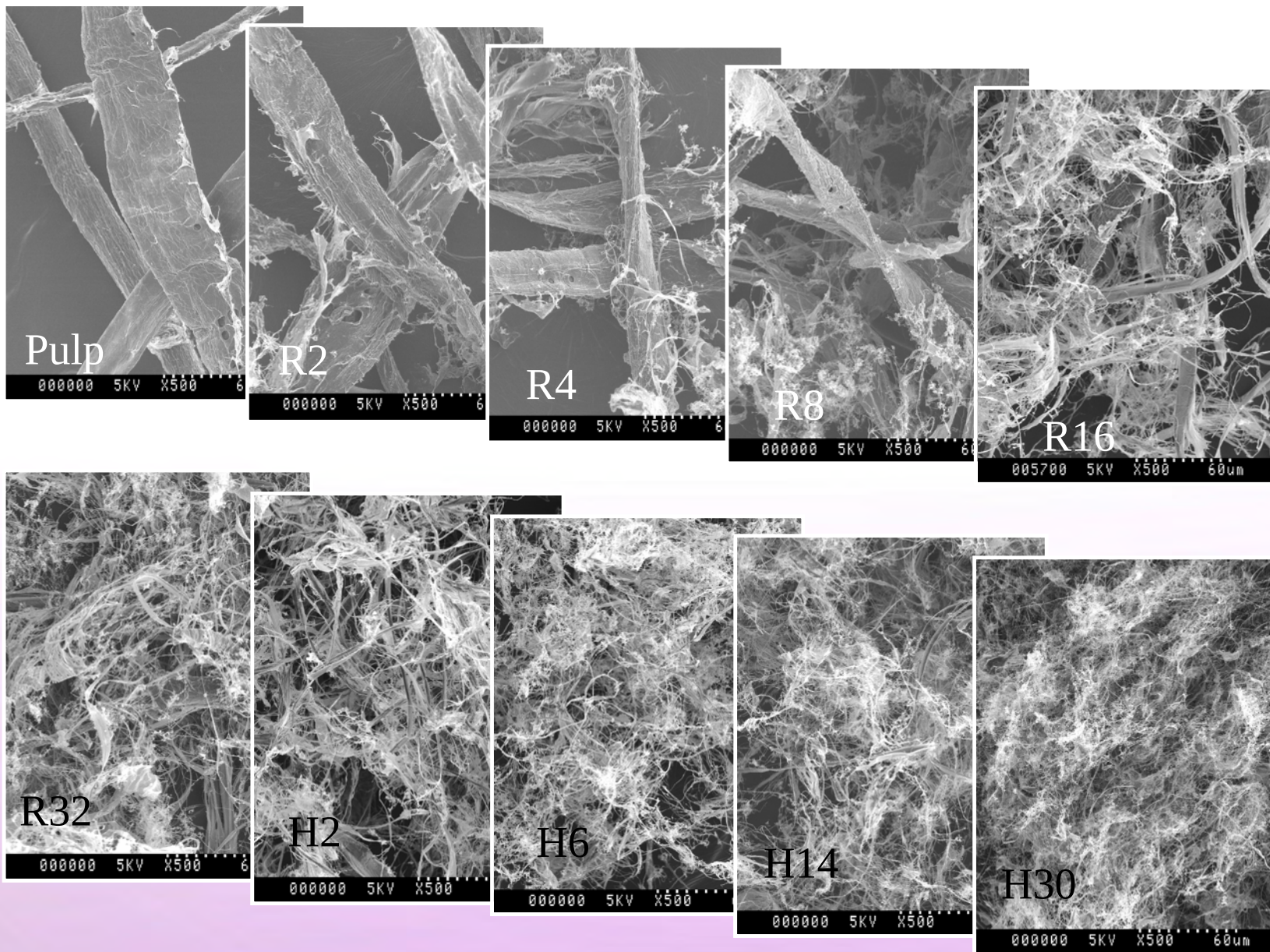
1. 伸び切り鎖微結晶

軽量、高弾性、高強度、低線熱膨張

2. ナノ化効果

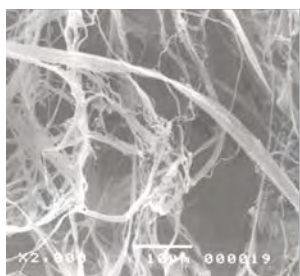
比表面積(少量で高い補強性)、透明、発泡

パルプの解繊



高強度セルロースナノファイバー材料

1960 2001 2003 2005 2012 NOW



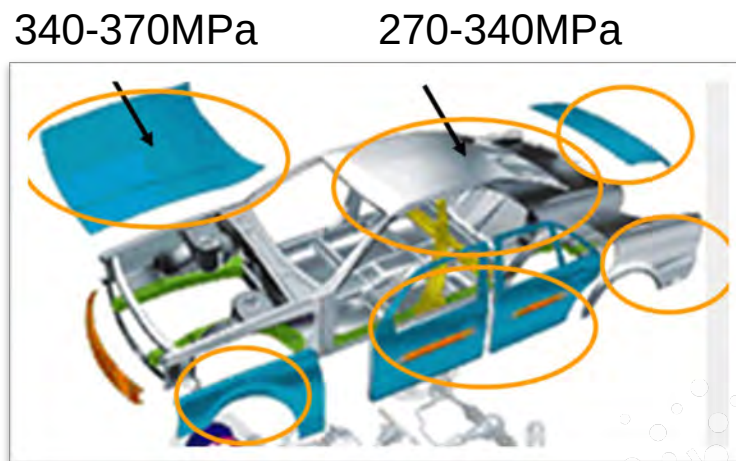
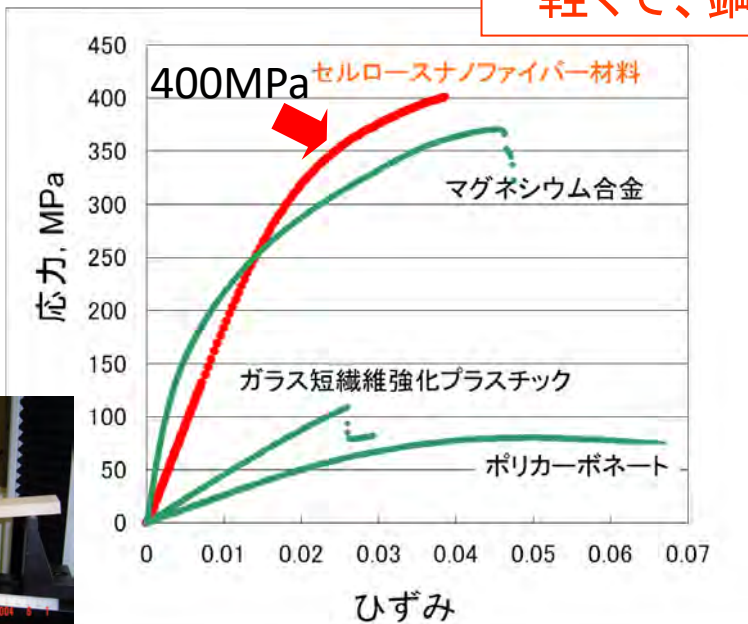
CNFを水中に分散

減圧濾過・シート化

フェノール
樹脂注入

プレス成形

軽くて、鋼鉄並み強度!!



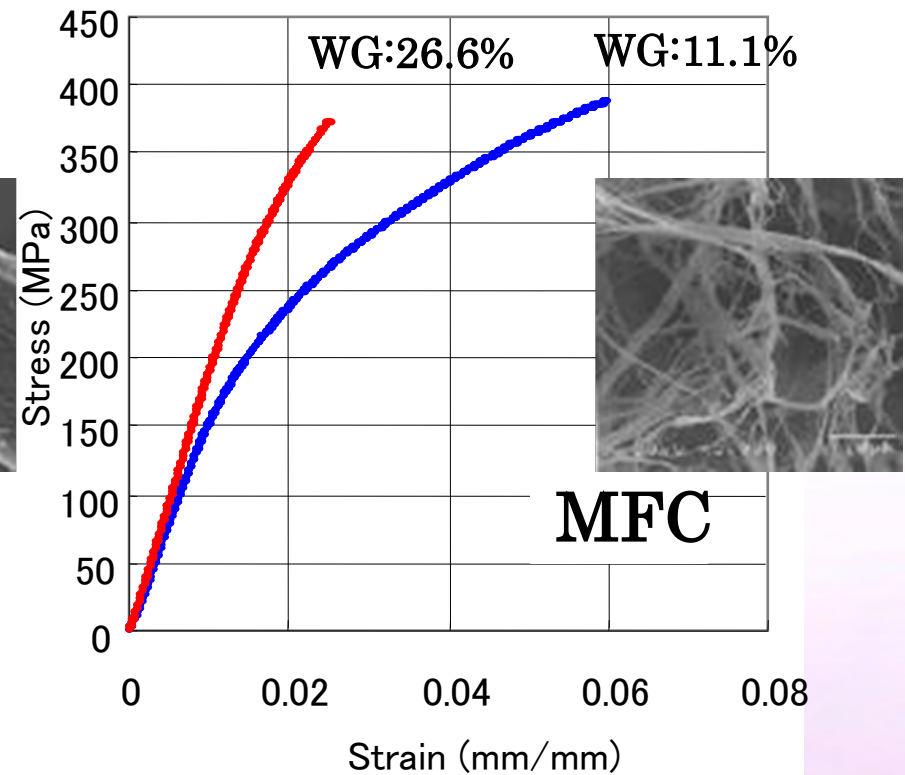
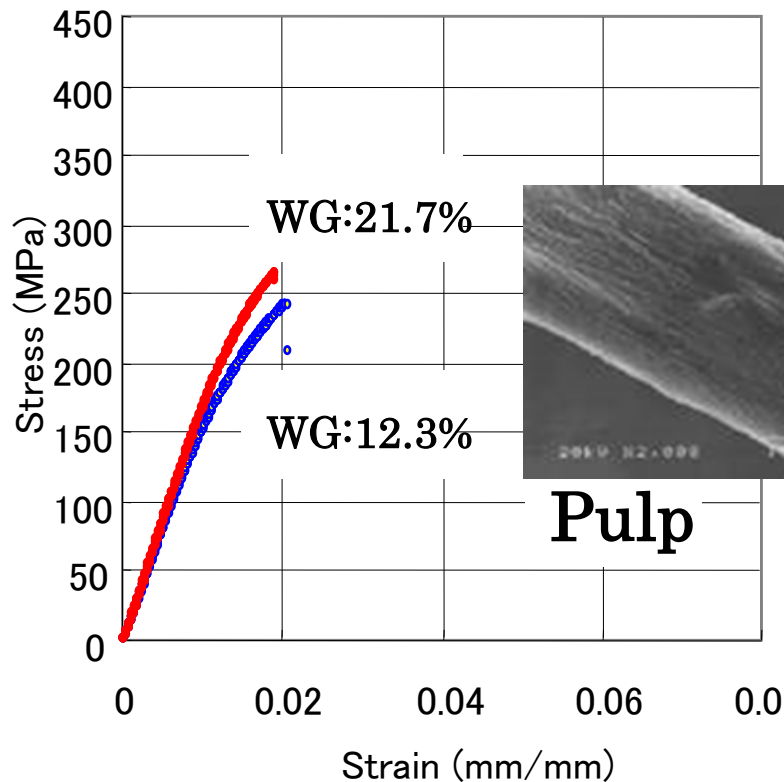
新日鉄資料より

http://www.nsc.co.jp/tech/challenge/transport/car_01.html

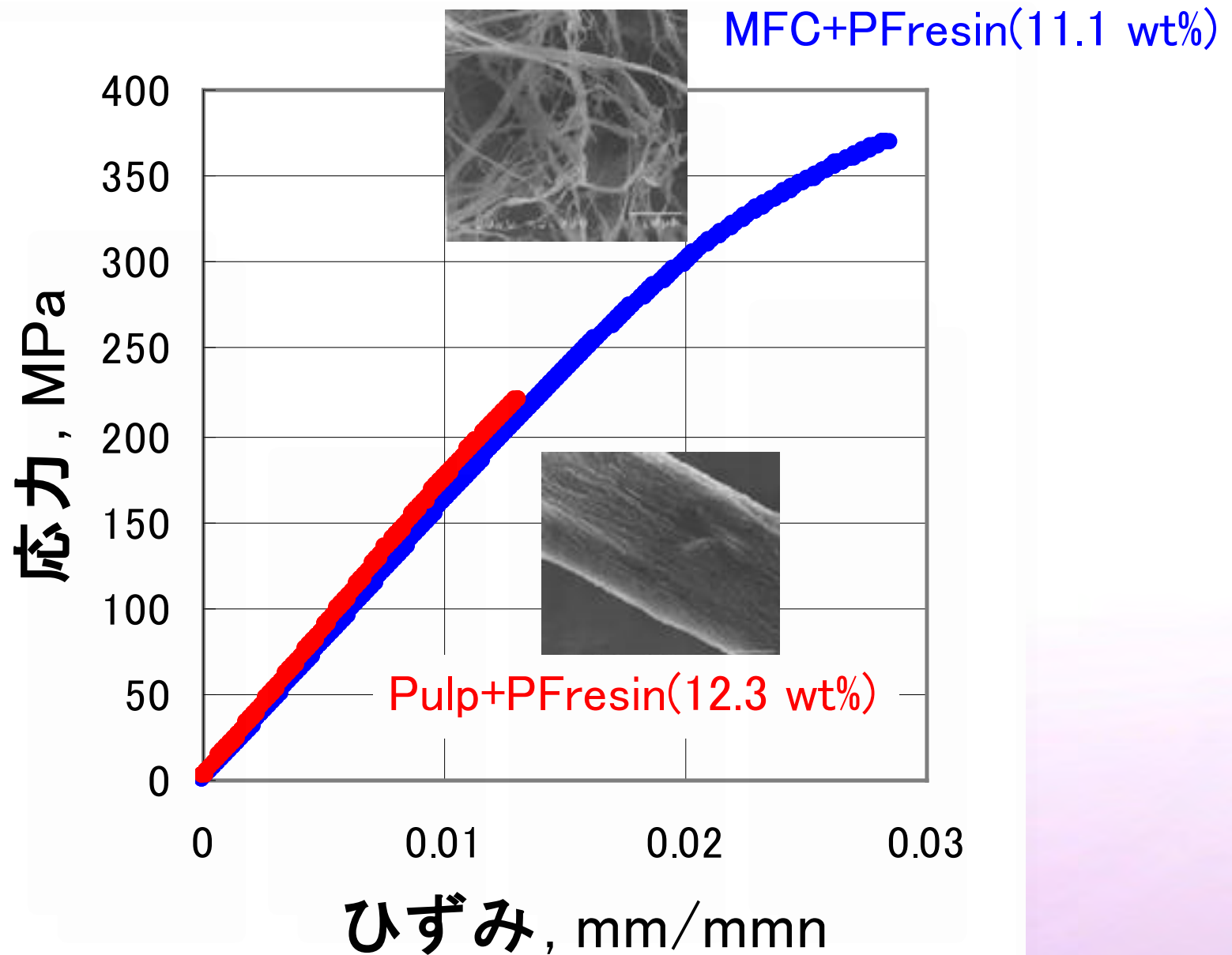
cellulose

マイクロフィブリル化セルロースとパルプの比較

WG:重量増加率 セルロース100に対するフェノール樹脂量



ナノファイバーのネットワークが微小破壊の進行を妨げることで、CNF強度が発現する材料となる。



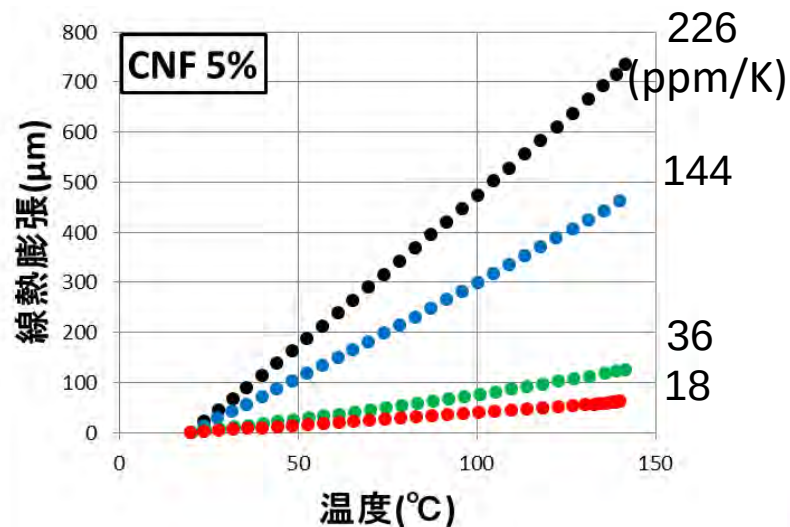
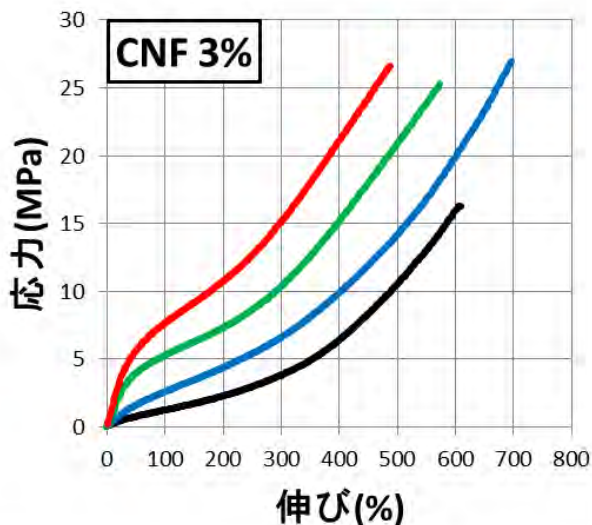
同じ弾性率で破壊ひずみが異なり、結果として強度が異なる。

セルロースナノファイバー強化ゴム 2006, 2011

1960 2001 2003 2005 2012 NOW

3%のCNF添加で弾性率が8倍に増大

線熱膨張が大きく低下



●天然ゴム ●未修飾 ●ステアロイル化 ●オレオイル化
(加藤、中坪、矢野:2011)

タイヤの軽量化

低熱膨張性



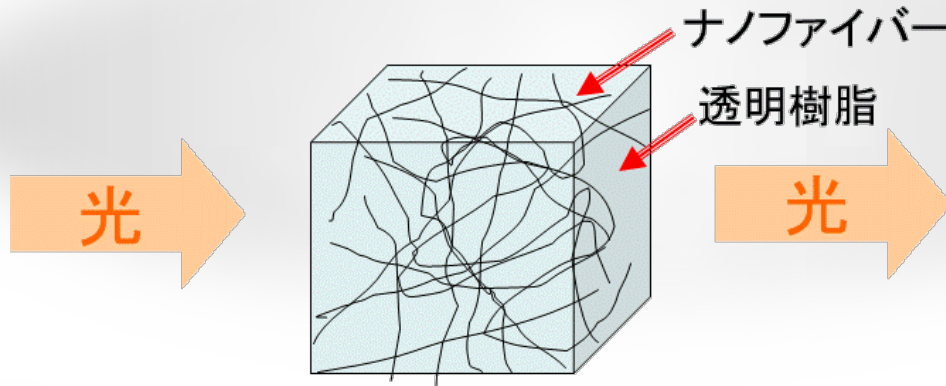
デバイス・センサー

Someya, T. (2004-)

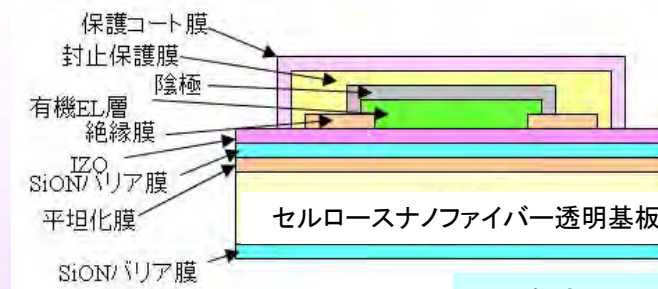
透明材料: 均一ナノ繊維の可視光透明性を利用 2003

1960 2001 2003 2005 2012 NOW

可視光波長に対し十分に小さいコンポーネントは散乱を生じない。透明な複合材料になる。



CNF強化低熱膨張透明シート

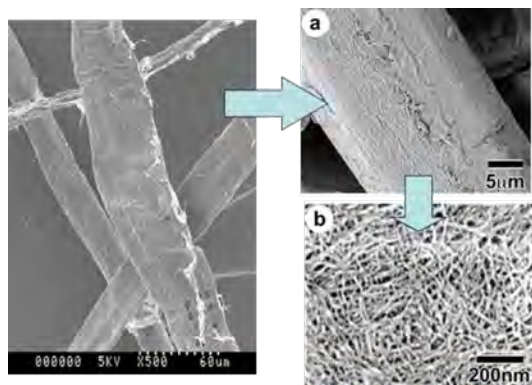


有機EL素子

鋼鉄の様に強くて、ガラスの様に熱膨張が小さく、プラスチックの様にフレキシブルな透明材料

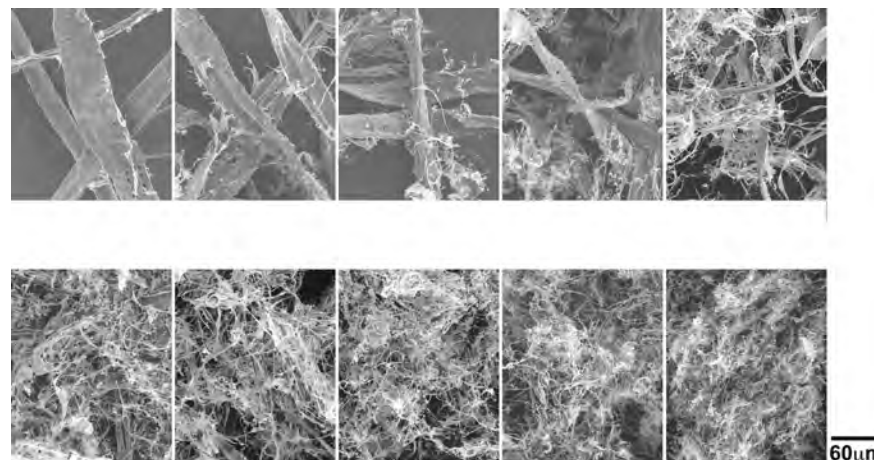
京都大学有機エレクトロニクスデバイスPJでの開発

樹脂補強 『パルプ直接混練法』“京都プロセス”



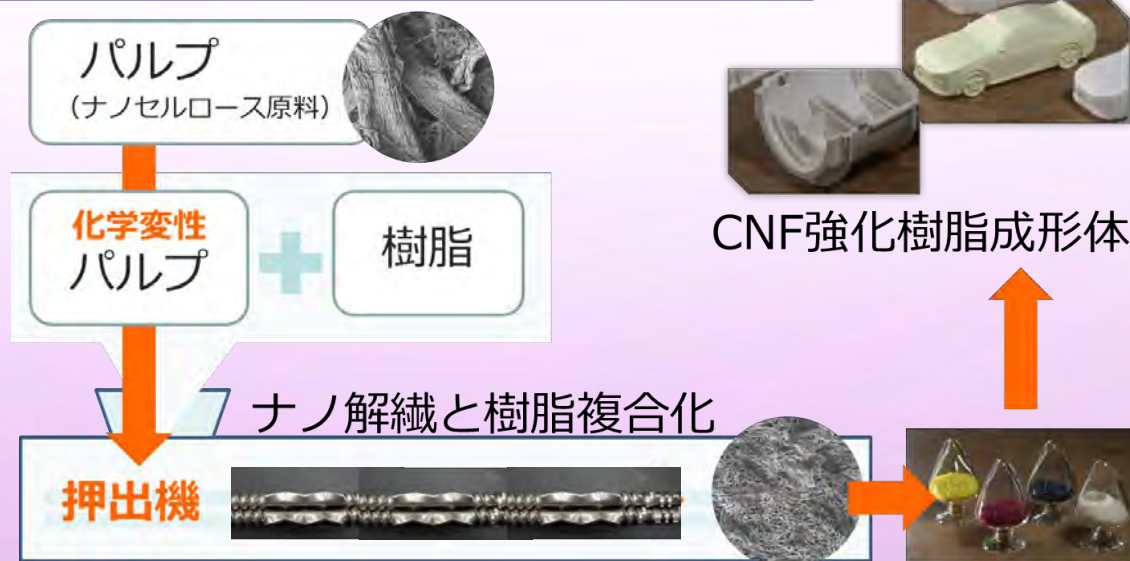
巾15nmの均一ナノファイバー！

パルプは数百万本のCNFで出来ています。



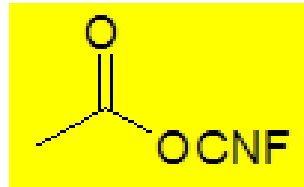
繊維のナノ化と高融点樹脂への均一分散を同時に達成。

京都プロセスで
製造コストを
大幅削減！



京都プロセスによる様々な樹脂の補強:剛性2倍、強度2倍

化学変性:
アセチル化処理



10wt% CNF

樹脂, 溶融温度	樹脂 E, GPa	CNF/樹脂 E, GPa	樹脂 曲げ強度, MPa	CNF/樹脂 曲げ強度, MPa
PA6, 225°C	2.22	5.34	91	157
POM, 166°C	2.29	5.35	78	131
PLA, 170°C	3.41	6.40	108	119
ABS (200°C)	1.93	3.78	63	88
PA12, 175°C	1.24	3.15	52	89
PBT, 222°C	2.27	4.38	80	113
HDPE, 129°C	1.10	2.39	24	43
PP, 165°C	1.97	2.80	58	67
PP, 組成検討後		4.73		95

アセチル化CNF強化PP材料の特性

MBと希釈PPの混合比を変えて CNF基準で10%、8%、5%、3%の4水準で比較。希釈PPには高弾性・高耐衝撃の市販PP複合材（PTS4）を使用。

使用MB：DS=0.80

希釈PP：高弾性・高耐衝撃グレード

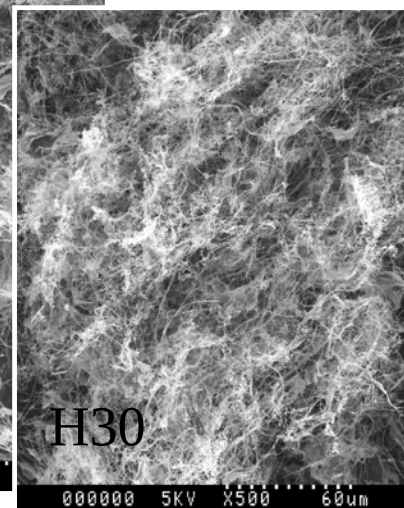
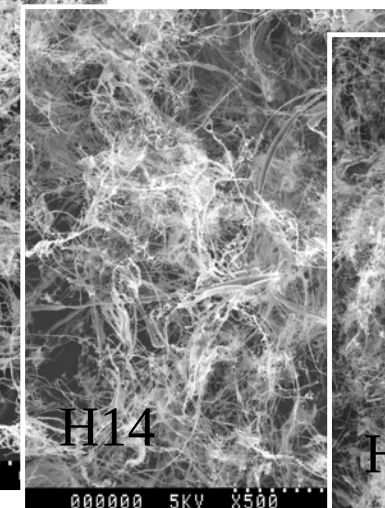
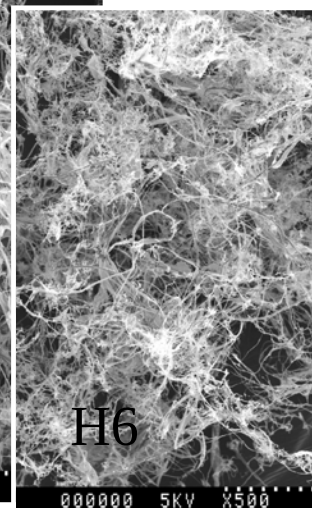
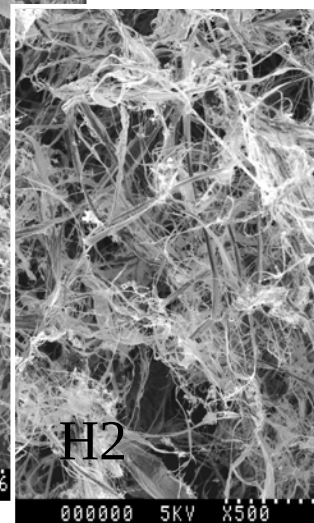
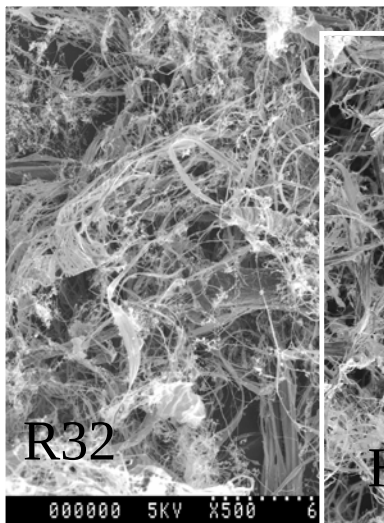
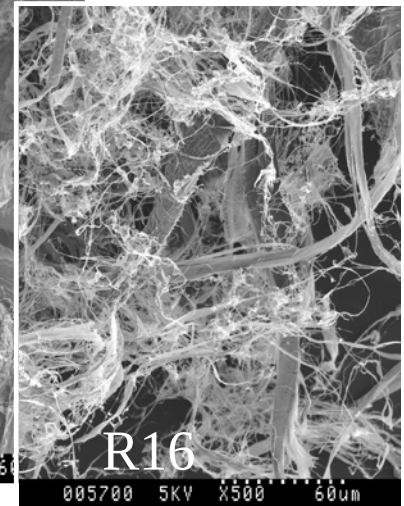
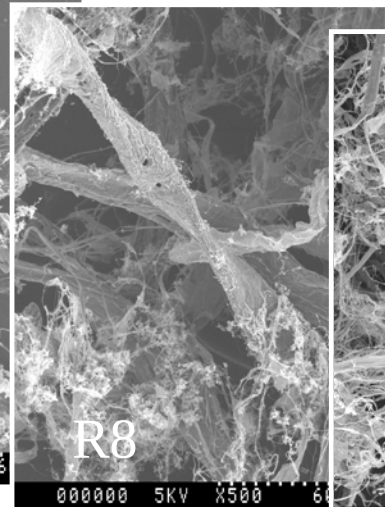
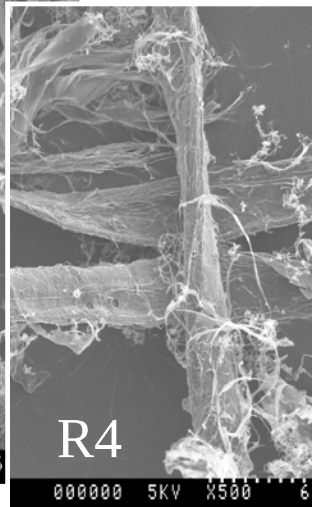
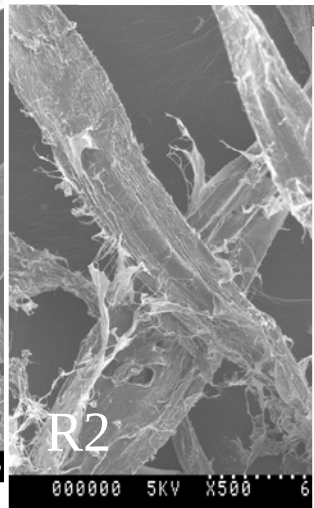
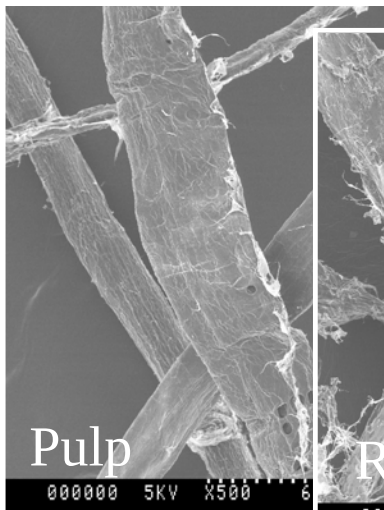
CNF	弾性率 [GPa]	強度 [MPa]	歪み [%]	シャルピー 4J [kJ/m ²]	CTE 40-80°C [ppm/K]
① 10%	3.56	62.1	6.16	2.81	15.0
② 8%	3.00	56.1	6.56	3.06	19.5
③ 5%	2.56	47.7	NB	3.93	31.0
④ 3%	2.30	42.9	NB	5.14	62.5
⑤PP	2.07	33.9	NB	43.7	81.2

構造用セルローズ材料のこれから

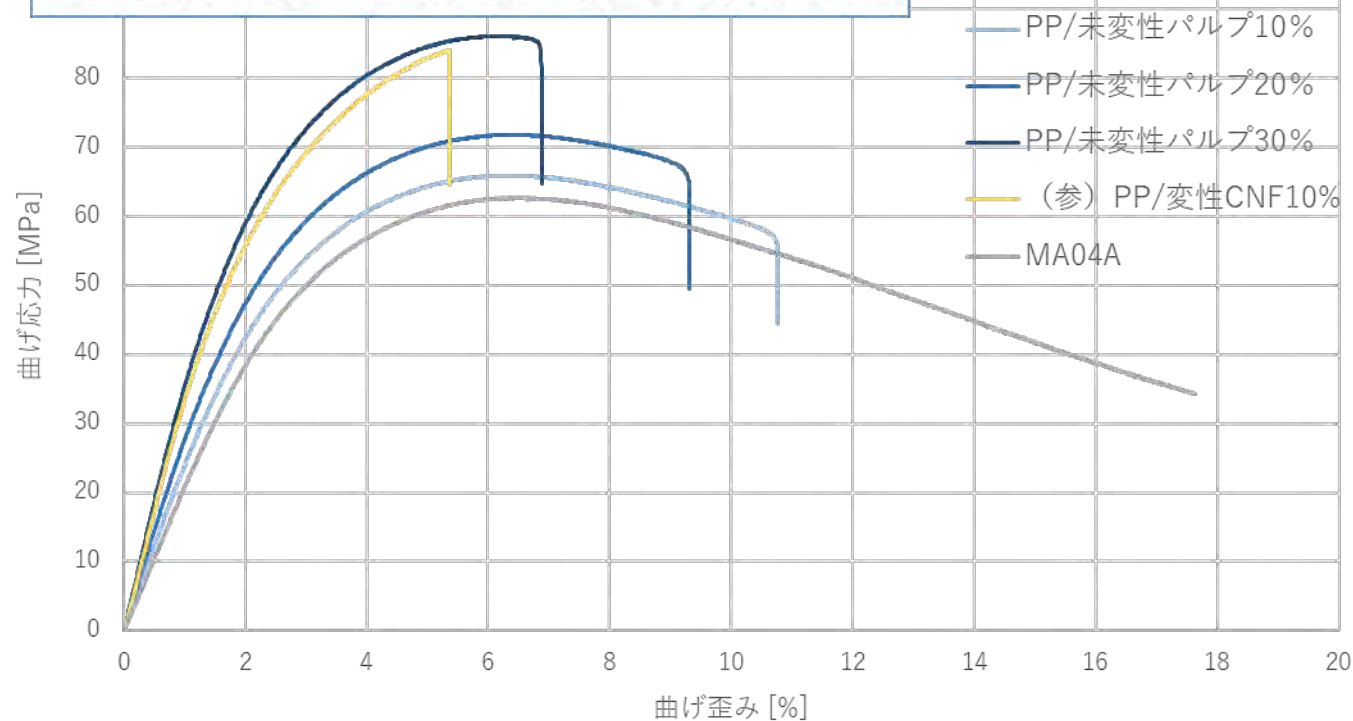


- ①ナノ化の程度
- ②ハニカム、発泡
- ③バイオ & バイオ & リサイクル
- ④リグニンの利用

パルプの解繊

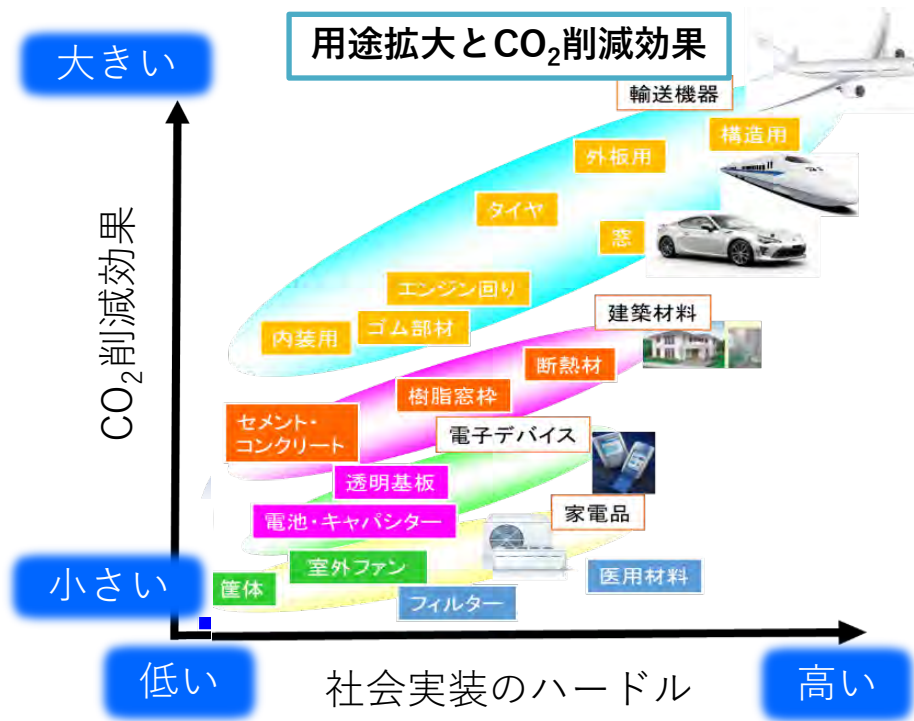


CNF強化PP VS パルプ強化PP



	曲げ弾性率 [GPa]	曲げ強度 [MPa]	破断歪み [%]	シャルピー 4J [kJ/m ² 、ノッチあり]
PP/未変性パルプ 10% MAPP 2%	2.39 [0.015]	66.0 [0.22]	10.81 [0.66]	2.54 [0.39]
PP/未変性パルプ 20% MAPP 4%	2.73 [0.017]	72.0 [0.19]	9.31 [0.25]	3.18 [0.51]
PP/未変性パルプ 30% MAPP 6%	3.53 [0.020]	86.2 [0.33]	6.91 [0.19]	3.69 [0.22]
PP/変性CNF10% MB混練、タルク 5%、MAPP5%含	3.57 [0.03]	83.8 [0.4]	5.4 [0.1]	2.68 [0.21]
ホモPP (MA04A)	2.14 [0.01]	62.6 [0.1]	- [-]	2.20 [0.04]

曲げ試験の試験速度
 10mm/min
 []内は標準偏差



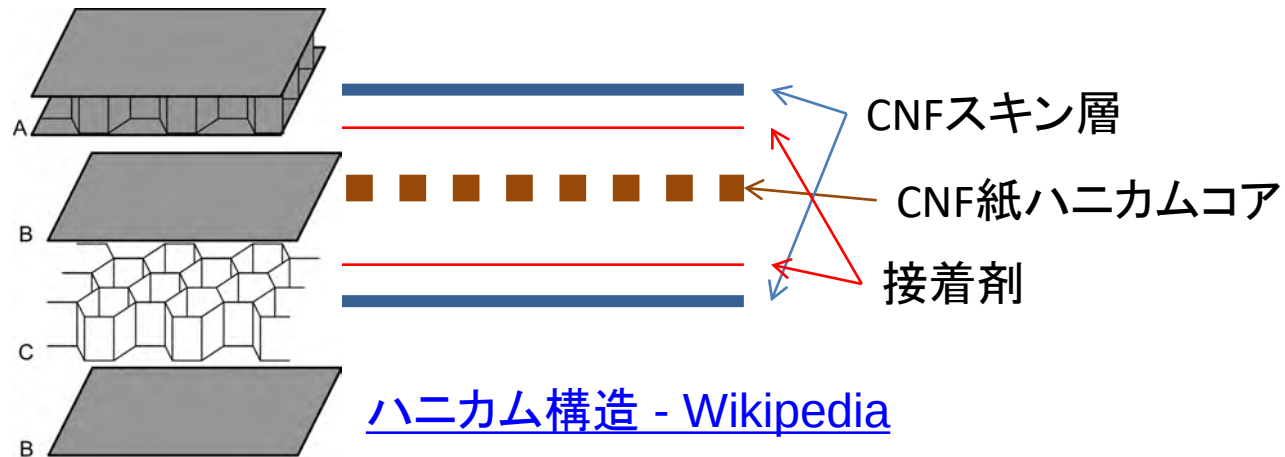
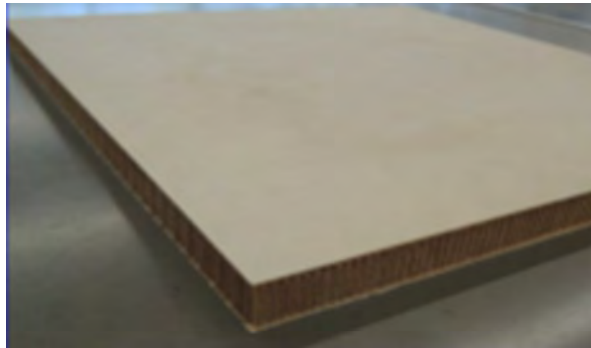
①ナノ化の程度

②ハニカム、発泡

③バイオ & バイオ & リサイクル

④リグニンの利用

・ハニカムサンドイッチ材の構造。

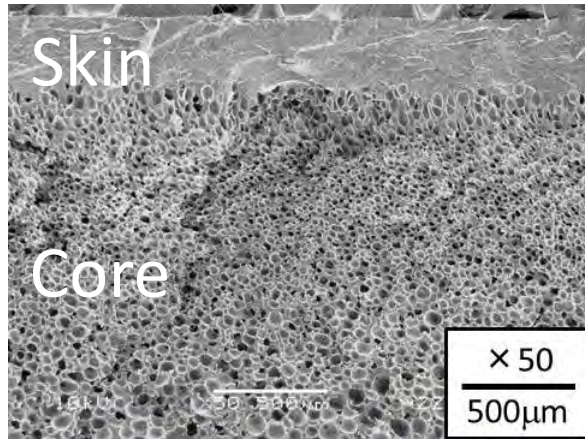


コア厚 (mm)	表層厚 (mm)	密度 (g/cm ³)	曲げ弾性率 (GPa)	比弾性率	曲げ強度 (MPa)
2.0	0.5	0.53	8.1	15.2	78
	0.8	0.67	10.7	16.0	128
3.0	0.5	0.46	7.6	16.5	72
	0.8	0.58	9.4	16.2	117
100%-CNF板 2.0mm		1.5	13.5	9.0	240

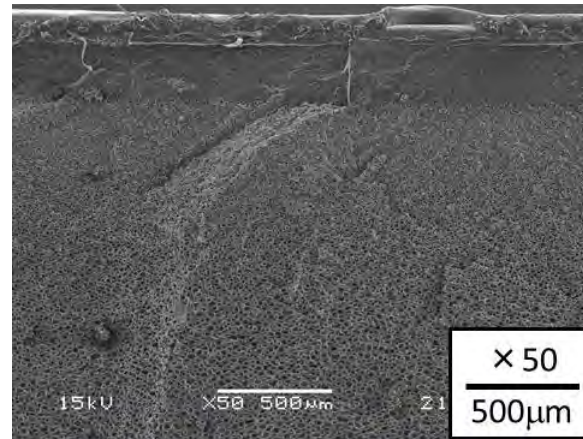
⇒ 軽量・高剛性材の設計が可能

CNF強化樹脂の発泡(超臨界発泡)

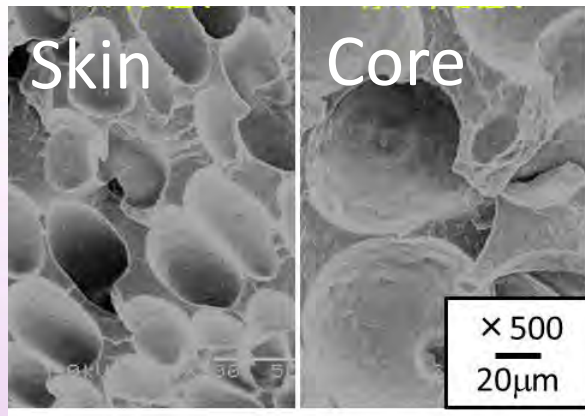
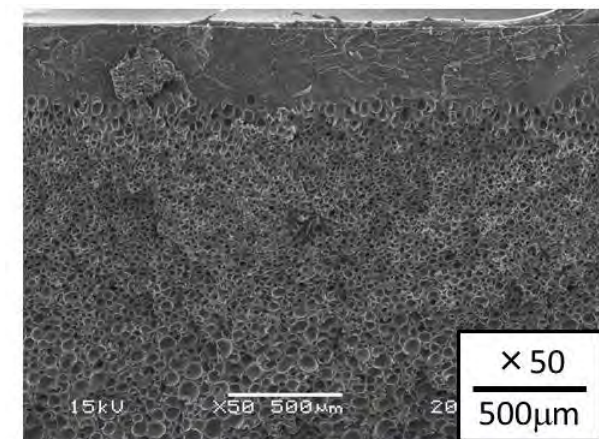
PA6



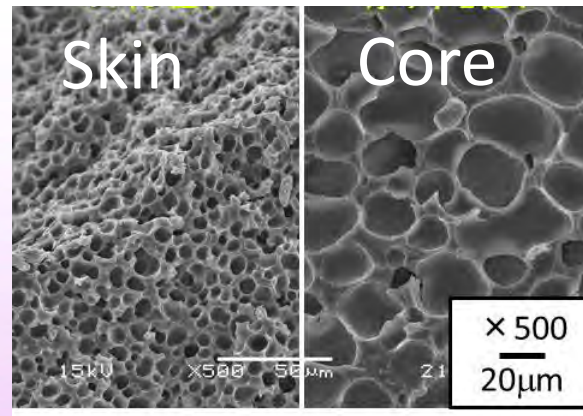
CNF/PA6



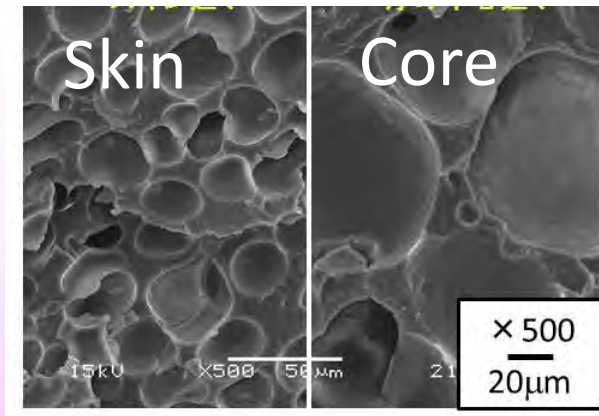
Inorganic/PA6



PA6 2.5times

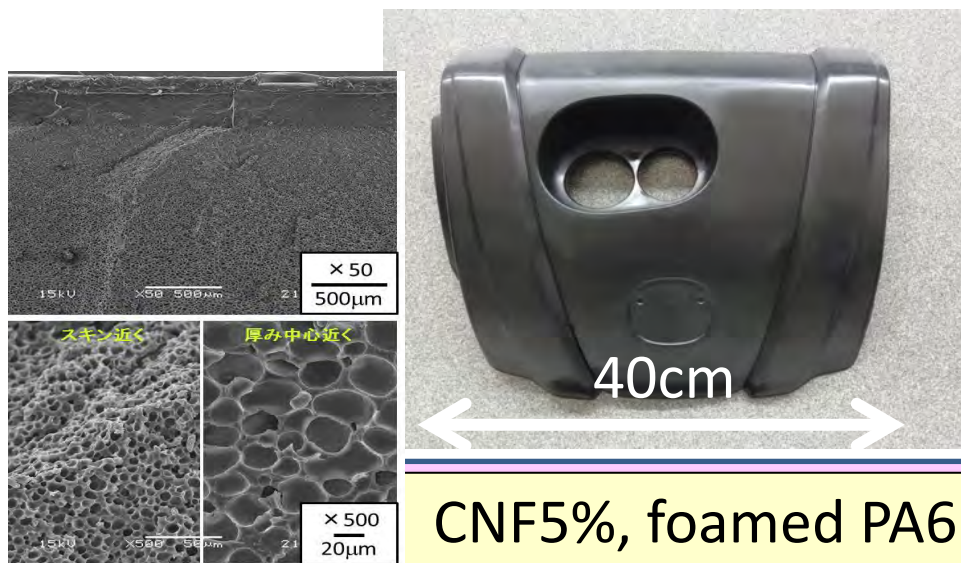


Ac-CNF5% 2.5times



Inorganic filler 5% 2.5times

PA6 エンジンカバー, 280°Cで発泡成形



CNF5%, foamed PA6

GF30% solid PA6

変性CNF5%

4.6 mm (二倍発泡) ... 厚さ ...

2.75 mm

0.13 Pa m⁴ ... 剛性 (EI, 10mm 厚さ) ... 0.13 Pa m⁴

660 g

... 製品重量 ...

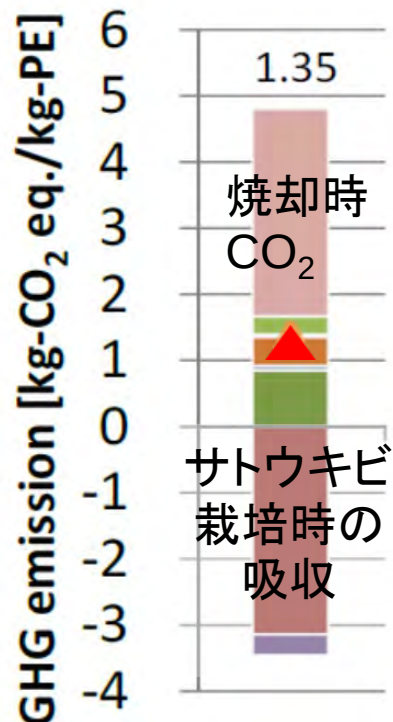
960 g

- ✓ セルロースナノファイバー強化発泡樹脂成形品(ナイロン6)はガラス繊維強化樹脂成型品と比較し30%の軽量化を達成。
- ✓ 表面平滑性も向上

- ① ナノ化の程度
- ② ハニカム、発泡
- ③ バイオ & バイオ & リサイクル**
- ④ リグニンの利用

バイオ(CNF) & バイオで環境性能を維持して バイオマスプラスチックの性能を向上

バイオポリエチレン
GHG: 1.35kg/kg



CNF(高性能バイオ素材)

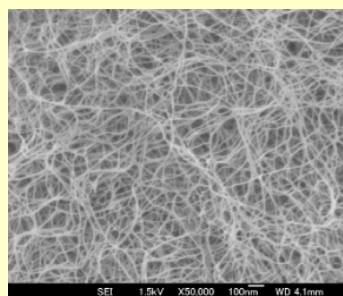
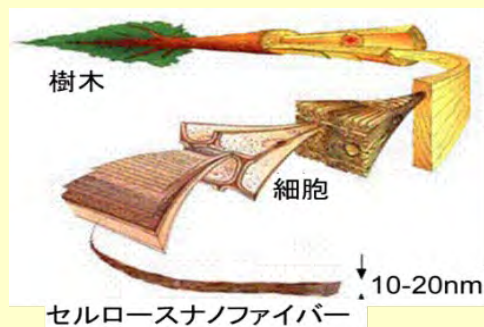
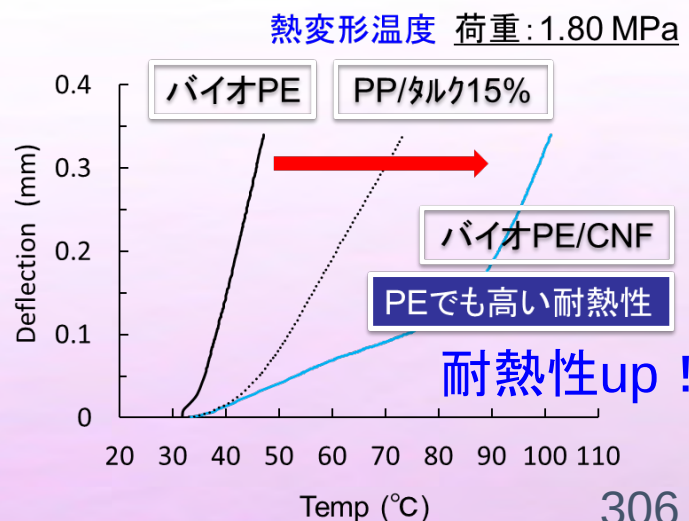
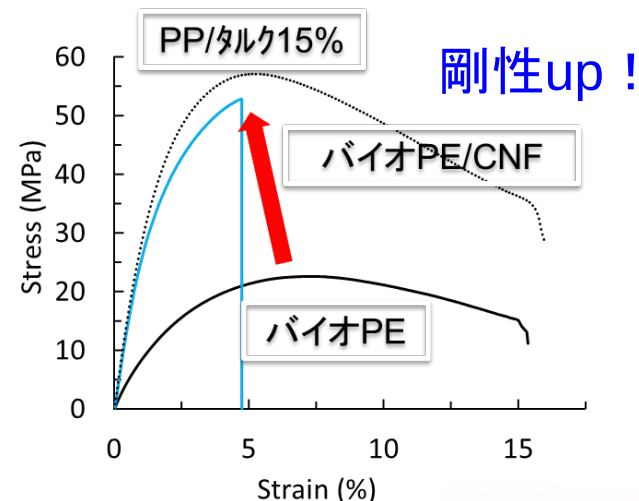


図1 木材とCNF

高強度(炭素繊維相当)
高弾性(鋼鉄の2/3)
低線熱膨張(ガラスの1/50)



306
CNFによる弾性率、耐熱性の向上

CNF強化バイオPEのリサイクル

バイオ×バイオ

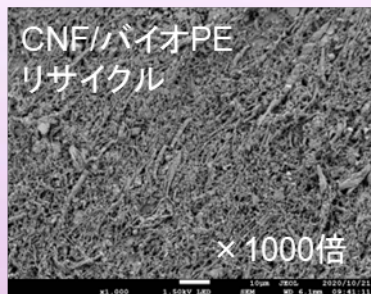
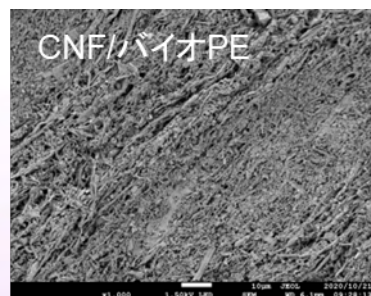
トヨタ紡織(株)



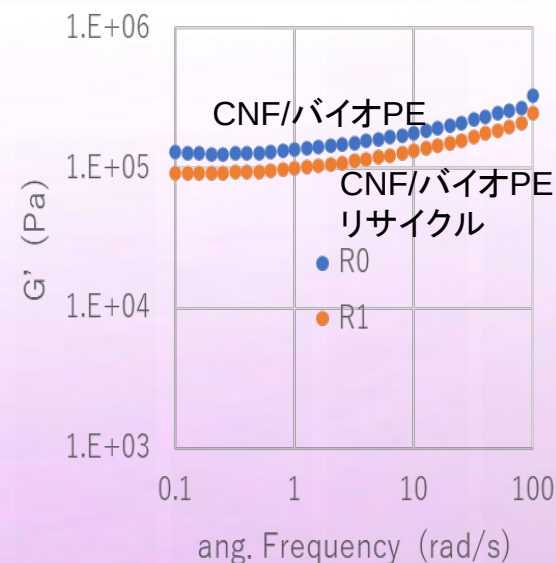
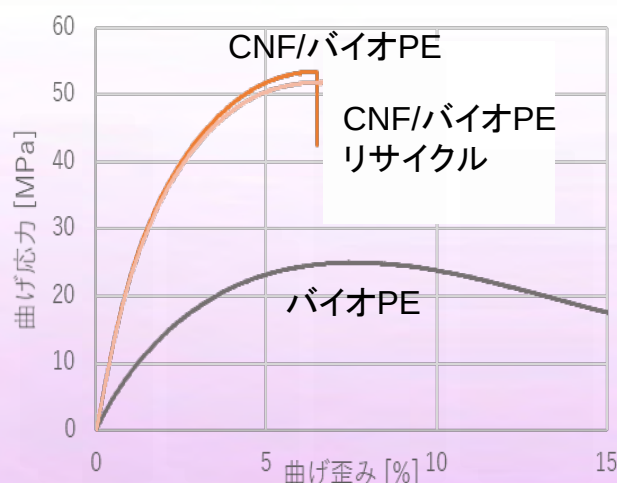
成形品を粉碎・成形

	弾性率 [GPa]	強度 [MPa]	歪み [%]	シャルピー 4J [kJ/m ²]
バイオPE(SHA7260)	1.04 [0.011]	25.1 [0.25]	-	2.69 [0.08]
CNF10%/バイオPE オリジナル	2.62 [0.029]	53.4 [0.05]	6.59 [0.19]	2.47 [0.08]
CNF10%/バイオPE リサイクル 1回	2.62 [0.033]	51.8 [0.26]	6.89 [0.28]	2.41 [0.08]

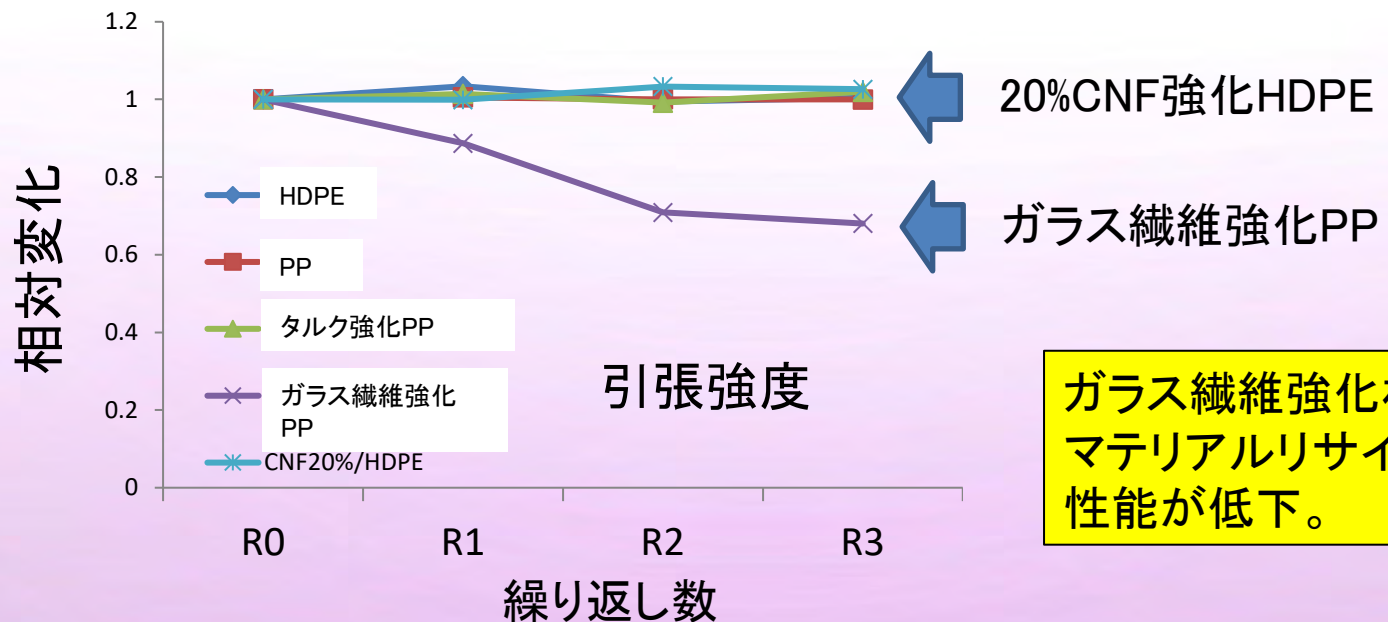
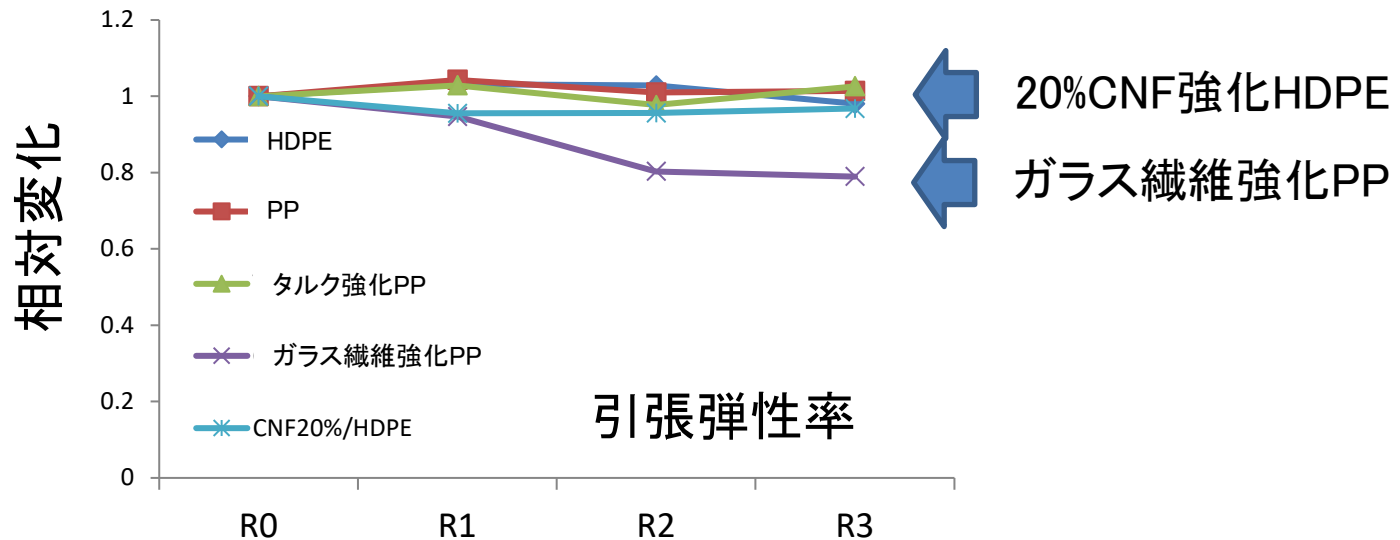
曲げ試験の試験速度 10mm/min、[]内は標準偏差



PEを除去して観察

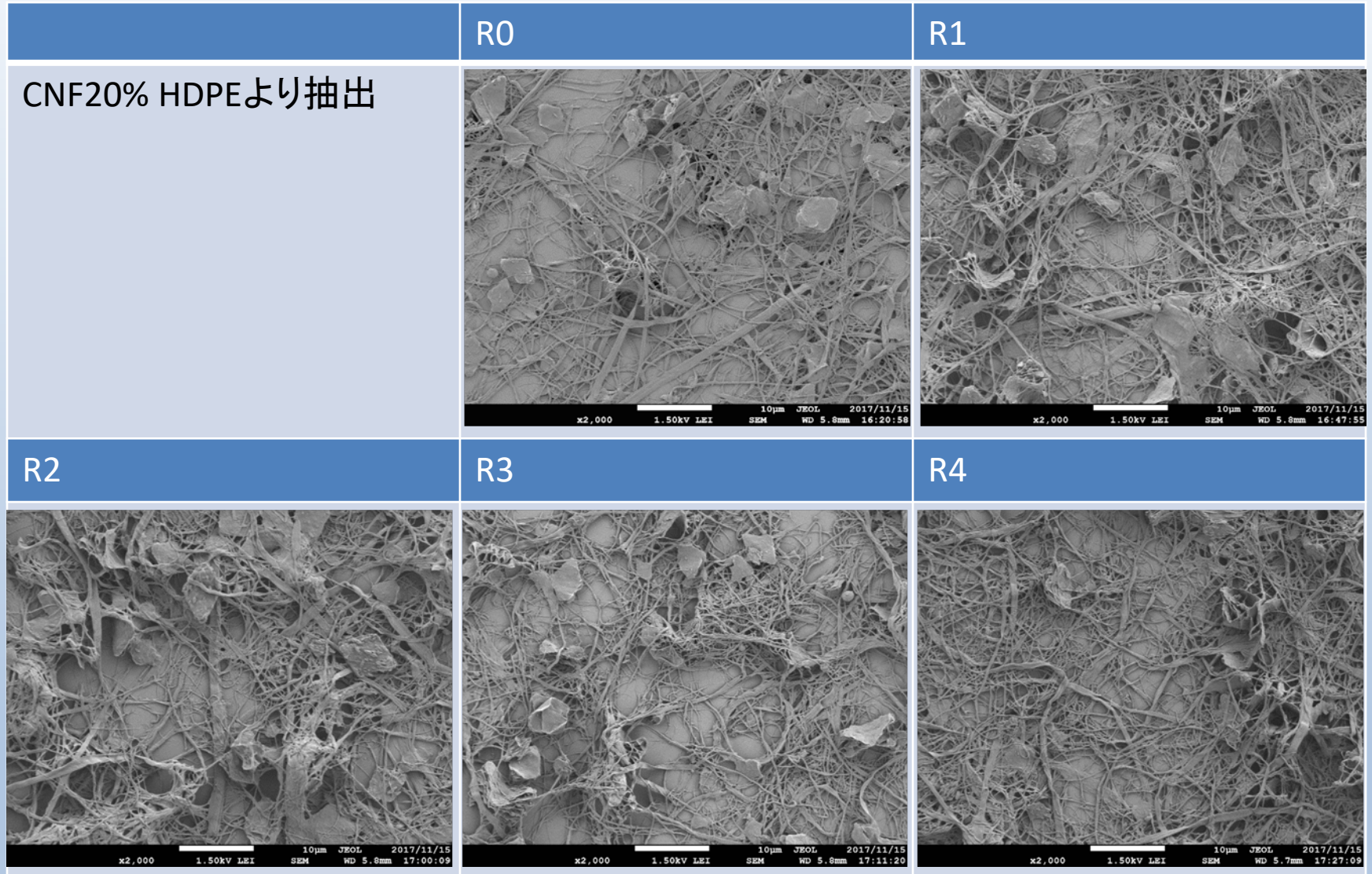


リサイクル性評価：成形→粉砕→成形



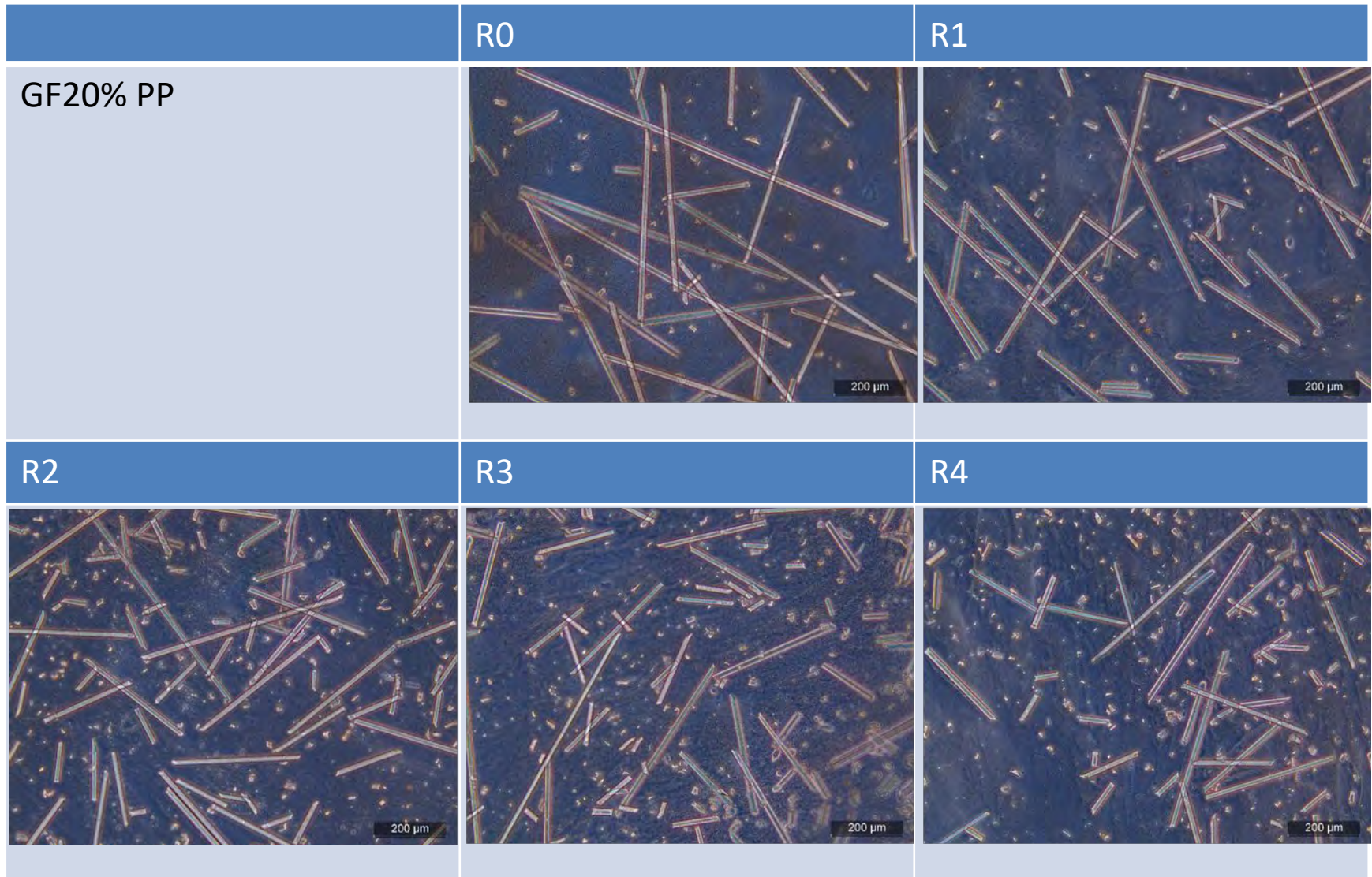
ガラス繊維強化材料は
マテリアルリサイクルで
性能が低下。

SEM観察 CNF20%HDPE(樹脂抽出後) × 2000



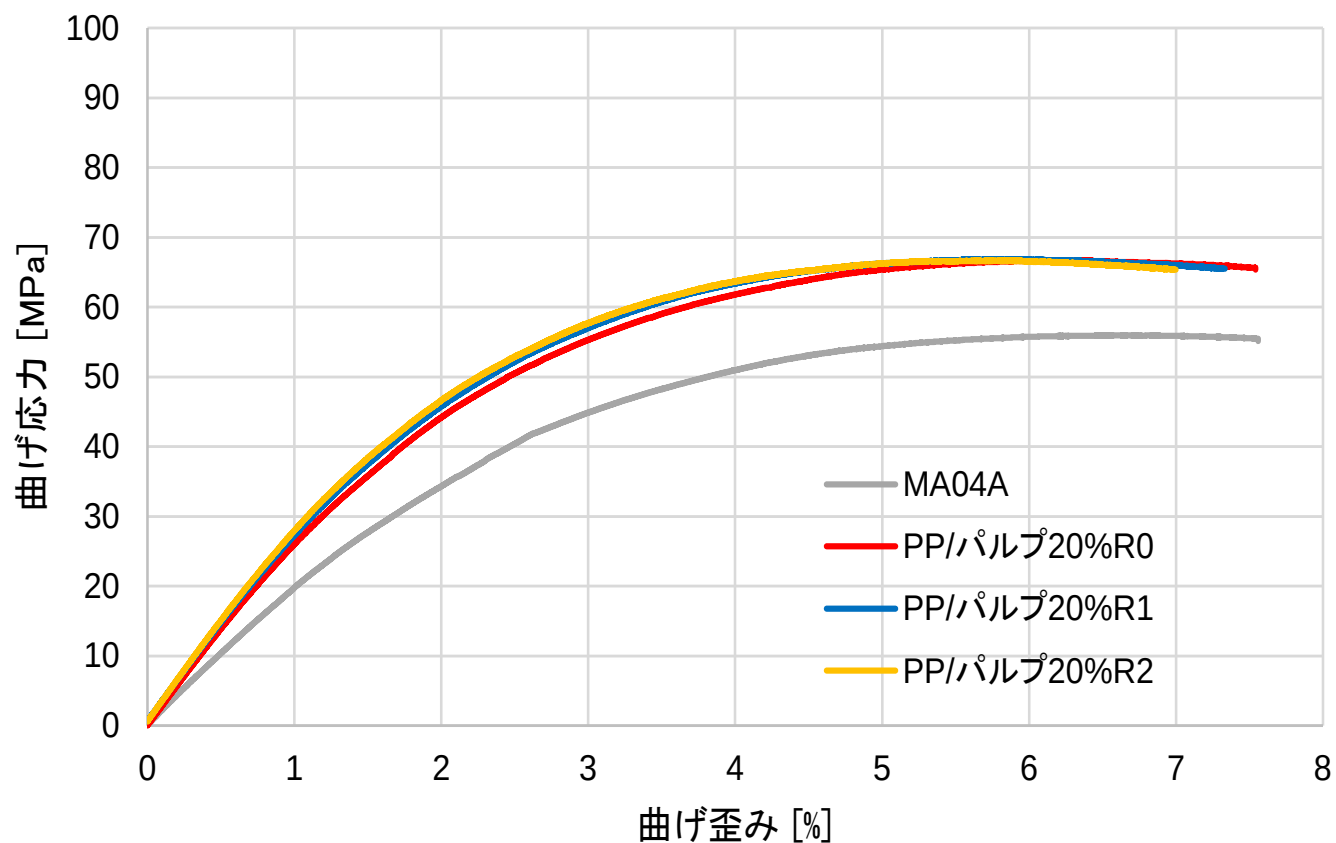
(R0)、粉碎(R1)→2軸押出混練(R2)→粉碎(R3)→2軸押出混練(R4)の各工程後に射出成型

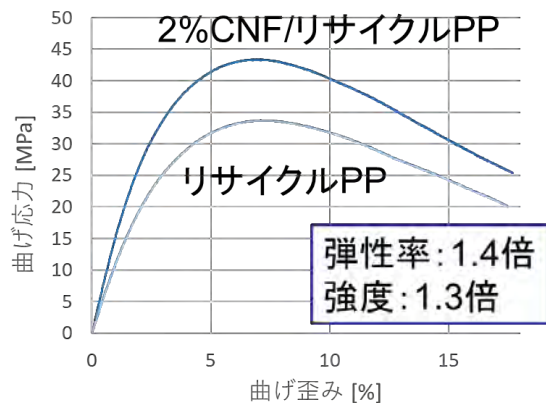
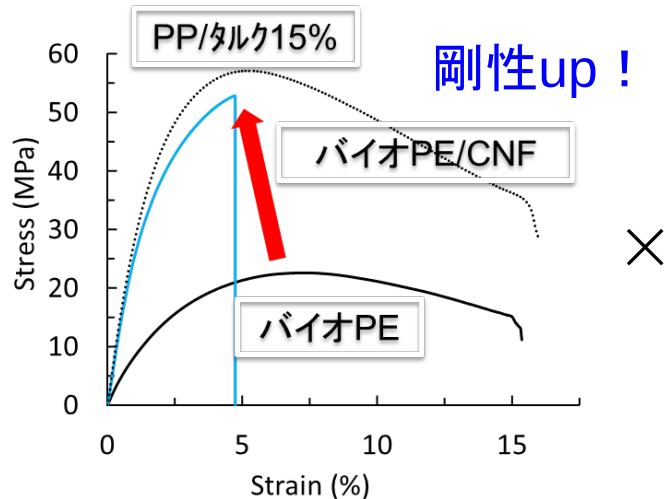
× 100 位相差



(R0)、粉碎(R1)→2軸押出混練(R2)→粉碎(R3)→2軸押出混練(R4)の各工程後に射出成型

未変性パルプ20%品





バイオ×リサイクル



(株) デンソー

■ 5%の軽量化 → 樹脂量削減効果を考慮 → パーツ単位での評価を実施

東京大学・兼松先生資料

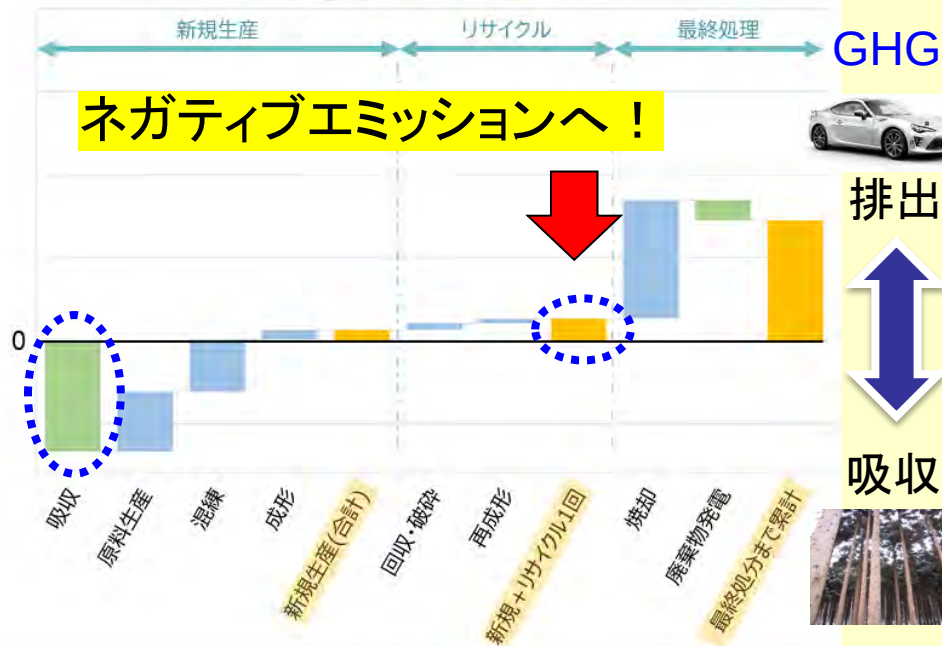
タルク-PP

増加 減少 合計



CNF-BioPE

増加 減少 合計



- ①ナノ化の程度
- ②ハニカム、発泡
- ③バイオ & バイオ & リサイクル
- ④リグニンの利用

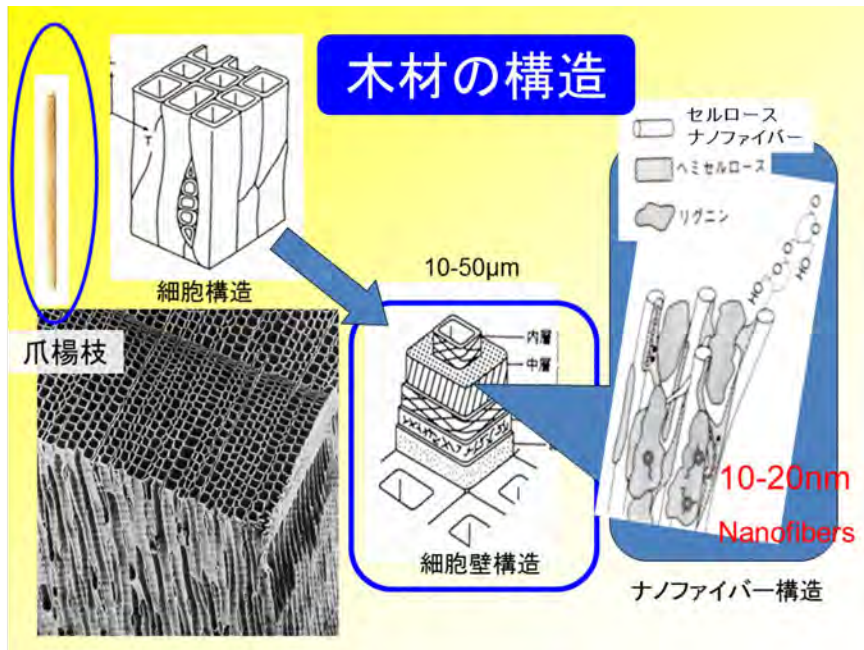
木材細胞壁のナノ構造を活かした高植物度熱可塑性材料の開発

特許6656960

星光PMC株式会社 山田 修平

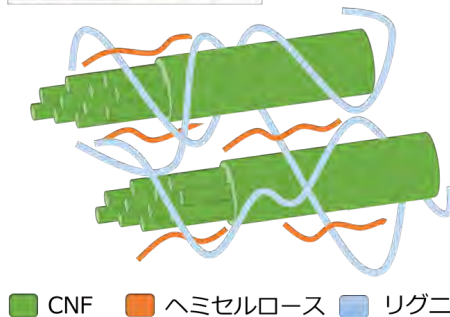
京大大学生存圏研究所 安藤大将*、中坪文明

*:現 秋田県立大学木材高度加工研究所



木材細胞壁はナノコンポジット

木材細胞壁の構造



フィラー成分：50%
：セルロースナノファイバー (CNF)

高弾性・高強度
軽量・低線熱膨張

マトリクス成分：50%
：ヘミセルロース (20%)
リグニン (30%)

<高度に構造制御された天然のナノコンポジット>

木材細胞壁はフィラー成分としてCNFを50%、マトリクス成分としてヘミセルロース、リグニンを各20-30%含んだ天然のナノコンポジットである。フィラーとしてのCNFは高弾性、高強度、軽量、低線熱膨張の特徴を有している。そこでマトリクス成分の熱可塑化による木材細胞壁のナノ構造を活かした高植物度熱可塑性材料の開発を目指した。

木材細胞壁のナノ構造と伸びきり鎖結晶

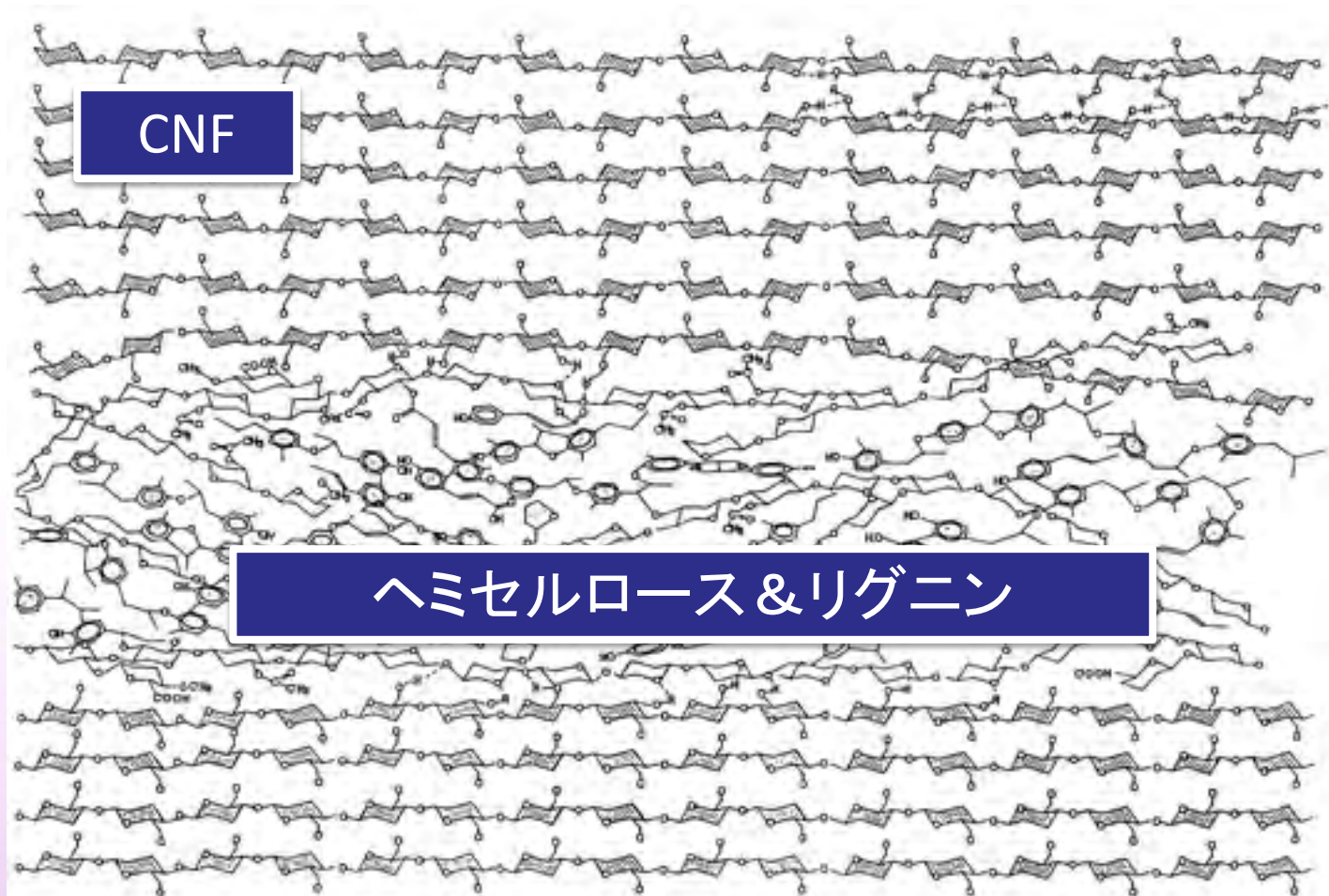


図 3.5.9 木材細胞壁の分子モデル (Terashima ら, 1993)⁸⁾

木材パルプ



① リグニンの構造変換

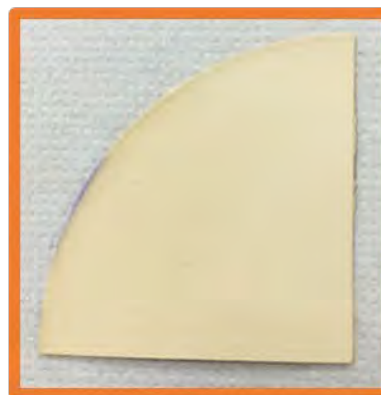
② 水酸基への化学修飾

化学変性パルプ



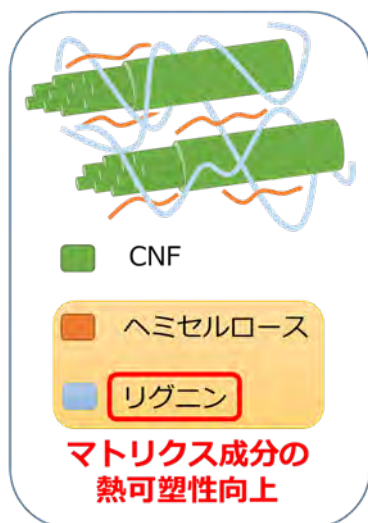
ろ過・乾燥

乾燥シート



熱圧成形

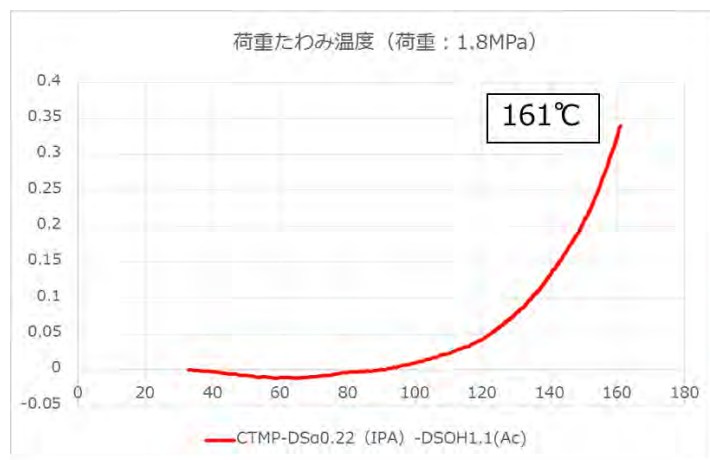
高植物度成形体



木材と同程度にリグニンを含む碎木パルプ(GP)、CTMPを用い、リグニンの切断、化学変性によるリグニン、ヘミセルロースの可塑化により熱可塑性繊維材料に変換。

Sample Name	成形温度 (℃)	成形体	セルロース 比率 (%)	曲げ強度	曲げ 弾性率
BM-CTMP-DS _{0.22} (IPA)- DS _{OH1.2} (Ac)	240℃		38.9 %	156.0MPa	9.8GPa
GP-DS _{0.43} (IPA)-DS _{OH1.2} (Ac)	230℃		37.0 %	112.9MPa	8.1GPa
GP-DS _{0.2} (Ac)-DS _{OH0.2} (Oc)	180℃		42.6%	82.0MPa	7.7GPa

サンプル	成形体	セルロース 重量%	線熱膨張係数
CTMP(原料)	-	-	-
CTMP-DS _{0.22} (IPA)	-	-	-
CTMP-DS _{0.22} (IPA)-DS _{OH1.1} (Ac)		38.9 %	9.1ppm/K
GP-DS _{0.20} (Ac)-DS _{OH0.2} (Oc)		42.6%	20.6ppm/K

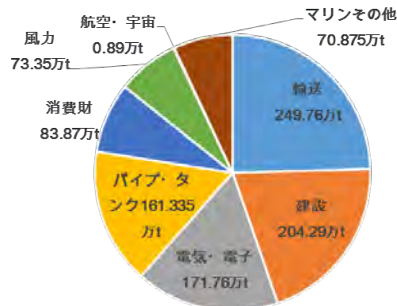


荷重たわみ温度 (荷重: 1.8MPa) (参考)	
材料	℃
ナイロン6	63
POM	124
ポリカーボネート	136~150
フェノール樹脂	150~175

特許6656960

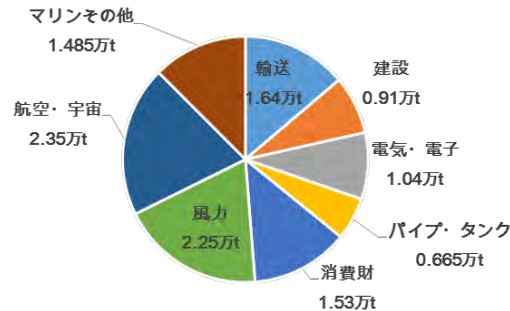
2035年バイオマス材料のCN成長産業化

繊維強化樹脂材料の市場(2016年) 出典: JEC(フランスの複合材料雑誌展示会の会社), 富士経済炭素繊維市場調査など



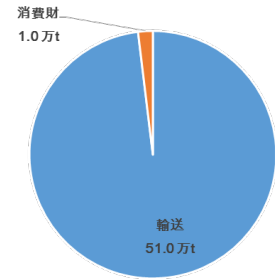
ガラス繊維複合材料
用途別市場規模

1000万トン(8兆円)



炭素繊維複合材料
用途別市場規模

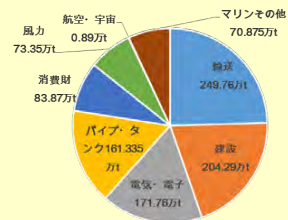
10万トン(1兆円)



パルプ・植物繊維複合材料
用途別市場規模

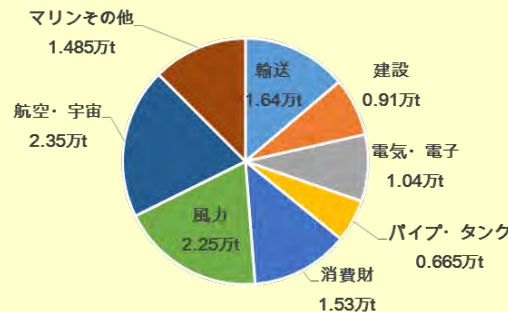
50万トン(3800億円)

2035年



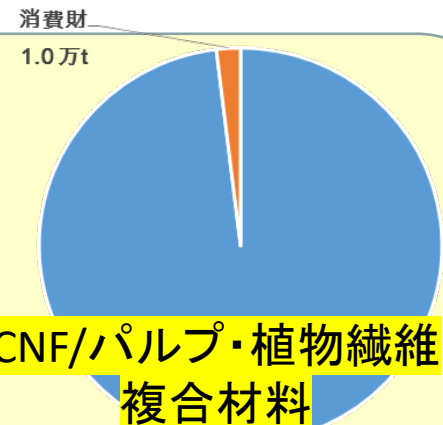
ガラス繊維複合材料
用途別市場規模

500万トン?



炭素繊維複合材料
用途別市場規模

10万トン



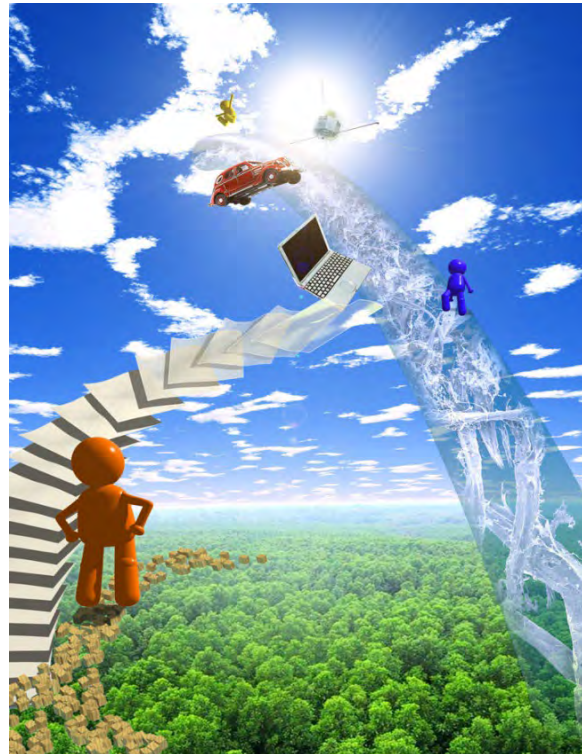
CNF/パルプ・植物繊維
複合材料

用途別市場規模

500万トン? 318

さらなる先は？

カーボンニュートラル2050に向けて
金属・セラミックス・プラスチックに続く
第4の素材：環境素材セルロース



プラスチック：4億トン/年
紙・パルプ：3.5億トン/年
第4の素材になるだけの
インフラはある。

構造用セルロース“最高”の材料より“最強”の材料

安い

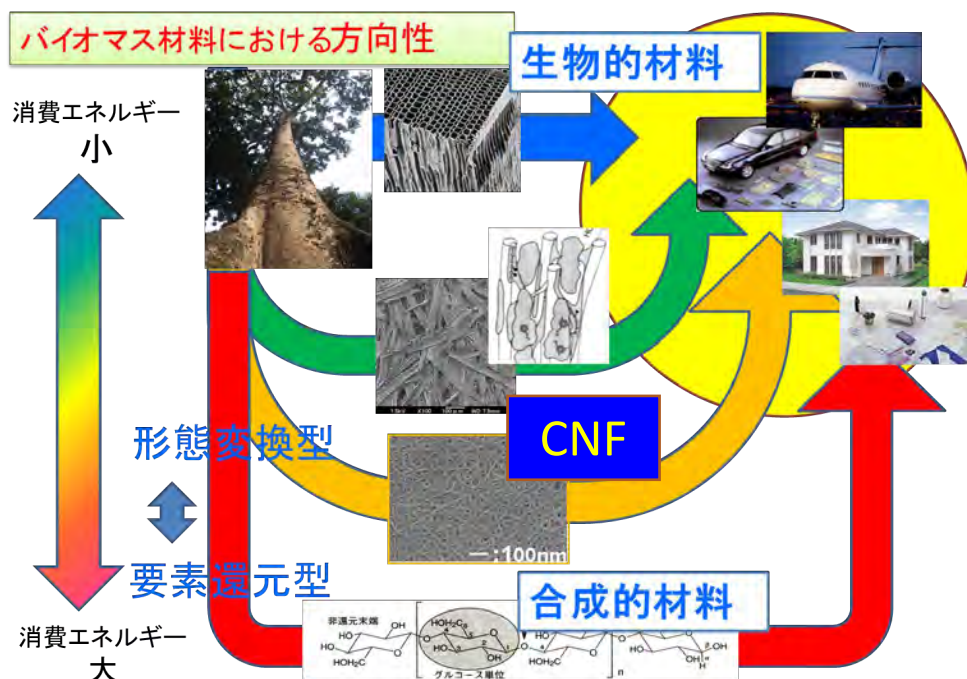
強い

優しい

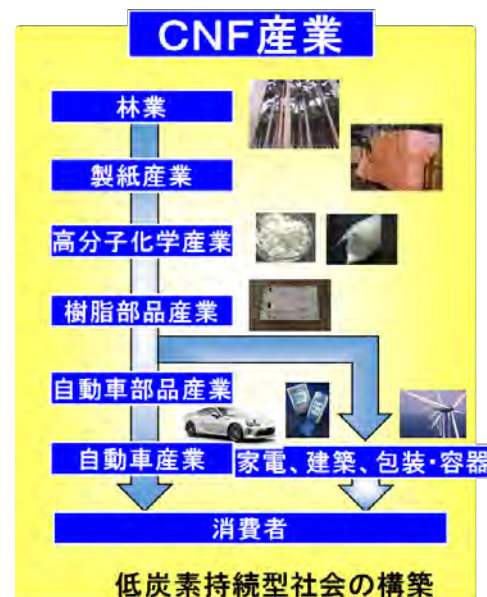
プロセス開発



CNFはカーボンニュートラル(CN)・フロンティア



CN・フロンティア産業



未来の社会では、持続型でカーボンニュートラルな植物材料を当たり前の様に自動車や家電、建築資材に使います。プラスチックだけでなく、鋼鉄もガラスもCO₂排出の少ない高性能の植物資源材料に代わっていきます。それは疑いのないことです。しかし、そのためにはセルロースナノファイバー(CNF)の優れた強度特性、環境性能を、CO₂排出を極力減らした形で材料や部材において発現させなければなりません。それにはフロンティアに挑むロケットや潜航艇の開発の様に、CNFに関する高いレベルでの技術開発とその組合せ、様々な分野の連携が必要です。

直径30cmの丸太から幅3nmのシングルセルロースナノファイバーまでには1億倍のサイズ変化があります。木材繊維やパルプ、木材までを俯瞰し、その中にあるカーボンニュートラル・フロンティアに挑まなければなりません。

みんなが願う社会を



本研究の一部は経済産業省地域「新生コンソーシアムプログラム」および独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、「大学発事業創出実用化研究開発」事業、「グリーン・サステナブルケミカルプロセス基盤技術開発」事業、「非可食性植物由来化学製品製造プロセス技術開発」事業、環境省CNF材料の導入実証・評価・検証～自動車分野～、環境研究総合推進費、環境省NCM、NCP事業の一環として実施しました。

ご清聴ありがとうございました。