

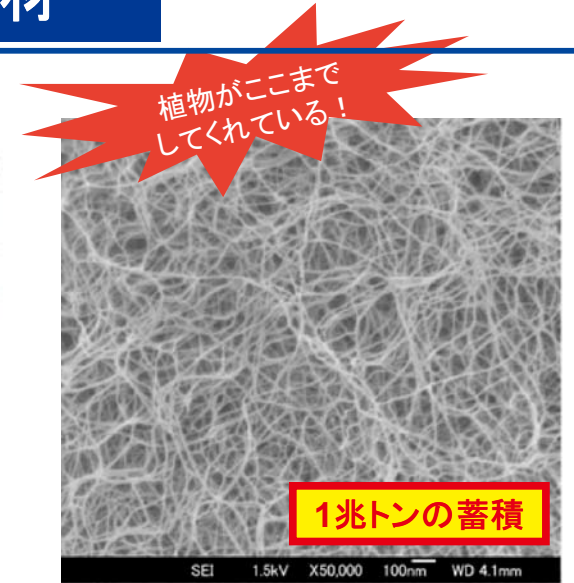
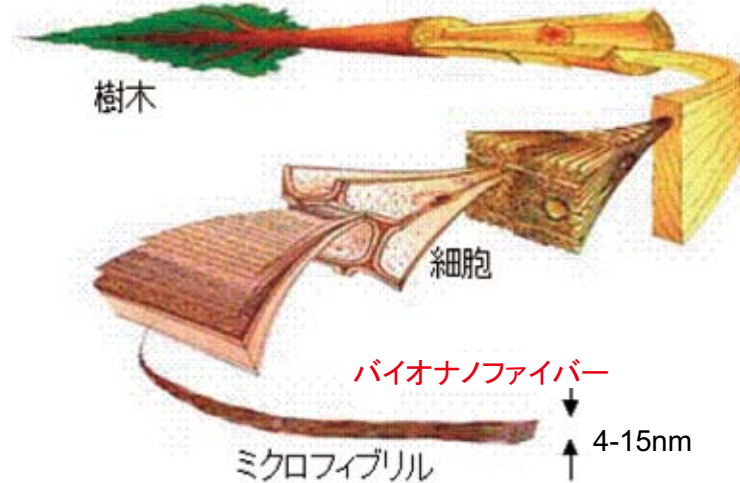
セルロースナノファイバーを用いた 軽量・高強度材料

京都大学 生存圏研究所
教授 矢野浩之

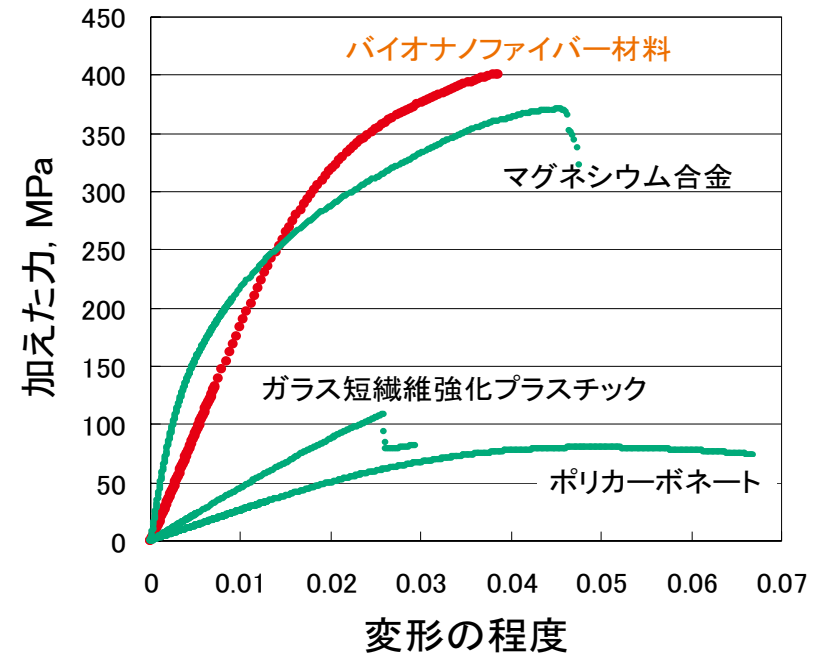
未来を拓くバイオナノファイバー

■セルロースナノファイバー：環境対応大型新素材

セルロースナノファイバーはすべての植物の基本骨格物質です。一兆トンを越える蓄積があり、鋼鉄の1/5の軽さで、鋼鉄の5倍の強度、ガラスの1/50の低熱膨張を有するナノファイバーです。



京都大学では、セルロースナノファイバーを用いて、**鋼鉄並みの強度を有する環境対応型バイオ材料**の開発に成功しました。また、並行してすべての植物資源から均一ナノファイバーを製造する技術開発を進めてきました。



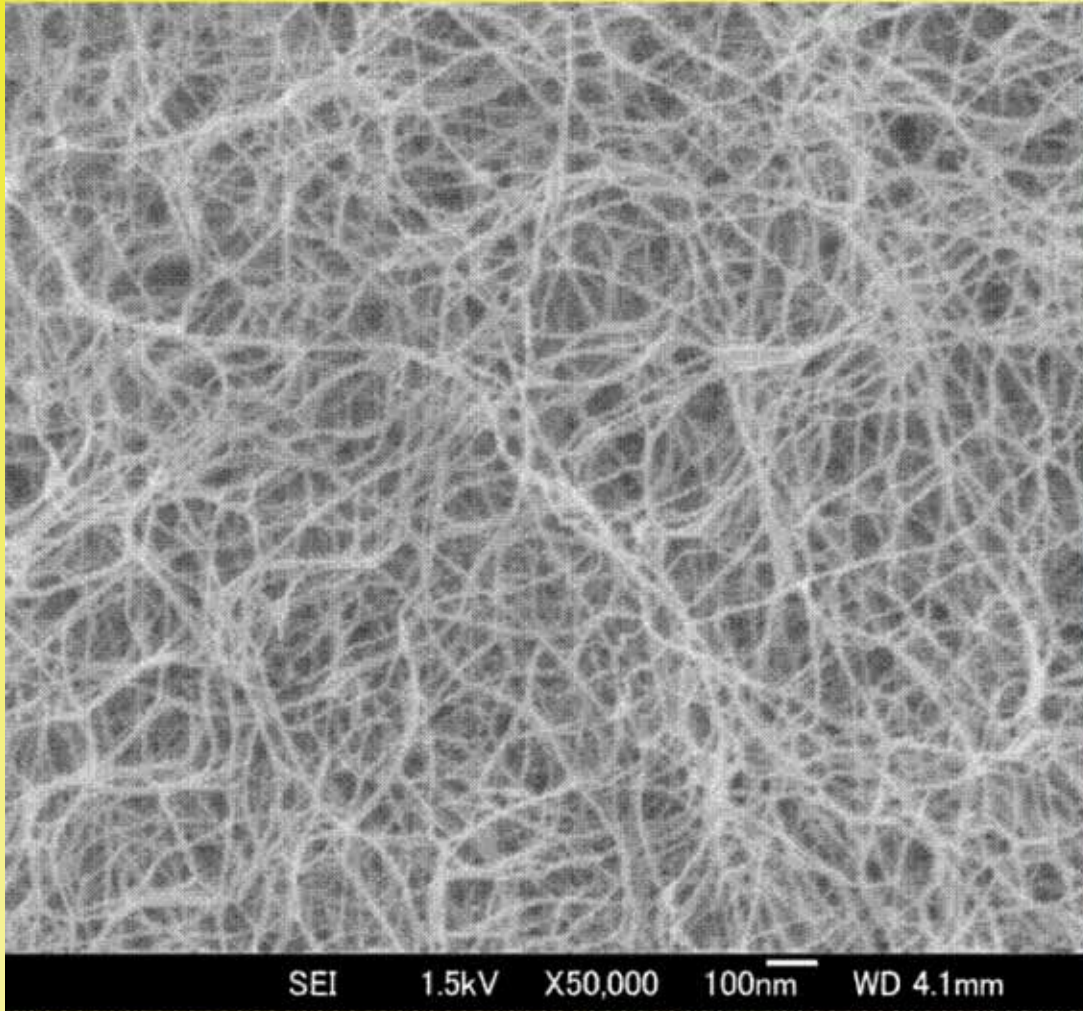
新技術の特徴・従来技術との比較

- 本発明は、セルロースマイクロフィブリルを用いた高強度材料に関する。
- 従来技術：古くから、熱硬化性樹脂に木粉あるいは木材パルプ等を添加して成型物を製造することは行われてきたが、未だ十分な強度を有する材料が得られていない。
- 新技術：セルロースマイクロフィブリルを用いて高い強度を有する材料を提供するものである。

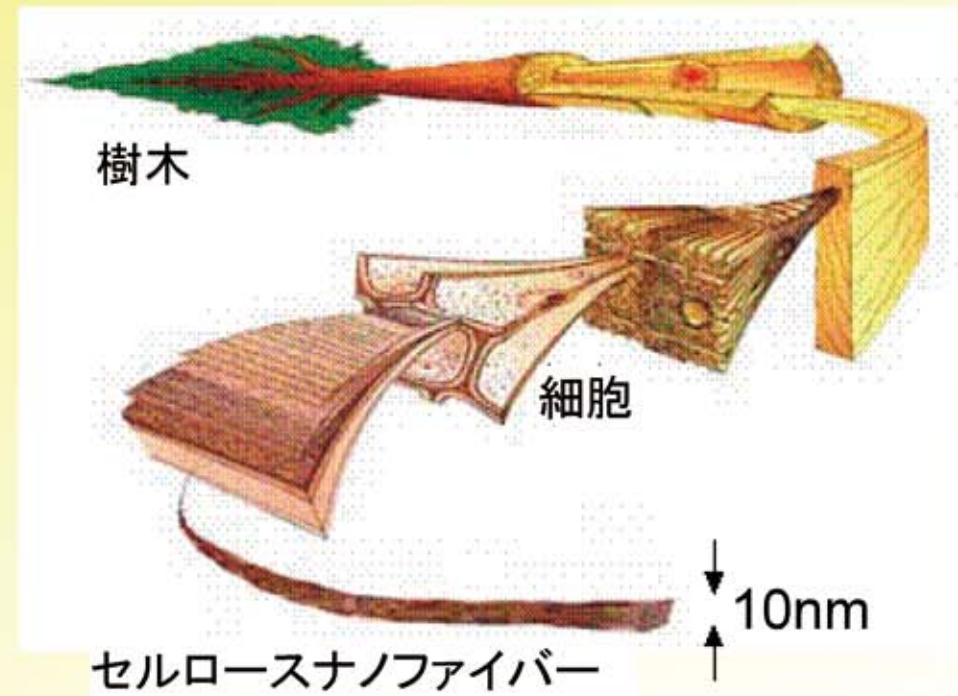
(請求項1 固形分の65～100重量%のセルロースマイクロフィブリル及び0～35重量%の添加剤からなり、室温及び相対湿度60%における3点支持中央集中荷重方式による測定法における曲げ強度が200～400MPaである高強度材料、登録番号：第3641690号、US Patent No.7378149, EP1469126)

従来の木材パルプ複合フェノール樹脂成型体の曲げ強度は100～150MPaである。これに対して、本技術では密度1.3～1.5g/cm³(鋼鉄:7.8 g/cm³の1/5～1/6の軽さ)で、鋼鉄相当の曲げ強度:300～400MPaのナノ複合材料が製造できる。軽量・高強度は材料の基本であり、炭酸ガスを吸収固定した持続型資源であるセルロース材料は、これからの低炭素社会の基盤材料である。

植物系セルロースナノファイバー



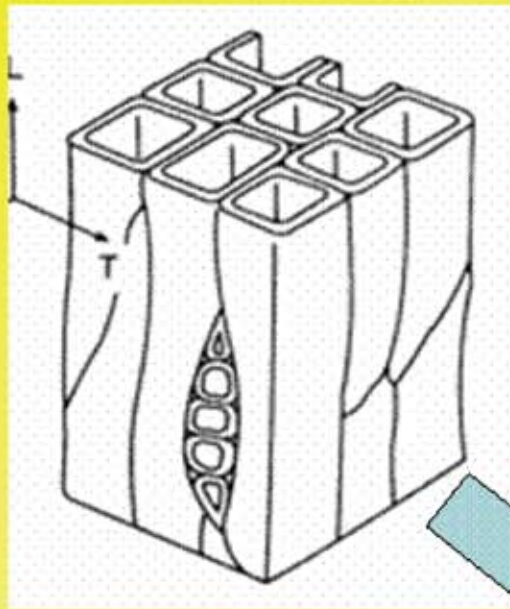
木材のCNF (京都大学 栗野博士提供)



1兆トンの蓄積！

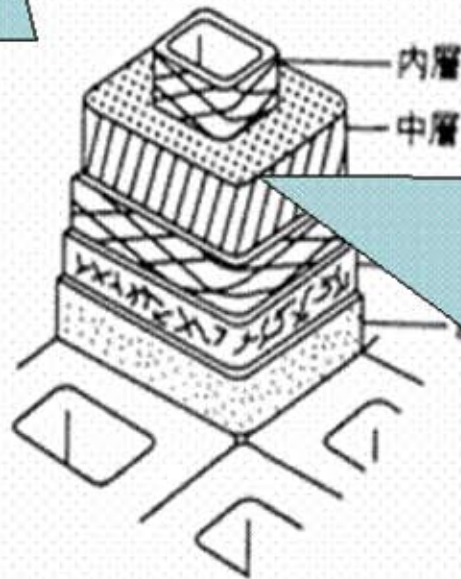
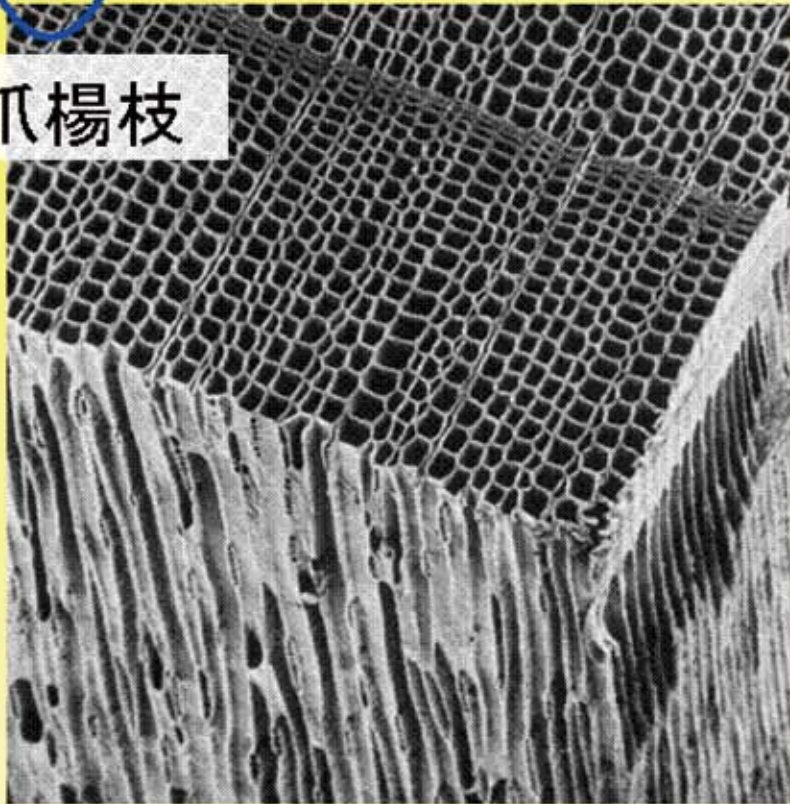
- 全ての植物細胞の基本骨格ナノファイバー
- 1兆トンの蓄積：持続的再生可能資源

木材の構造



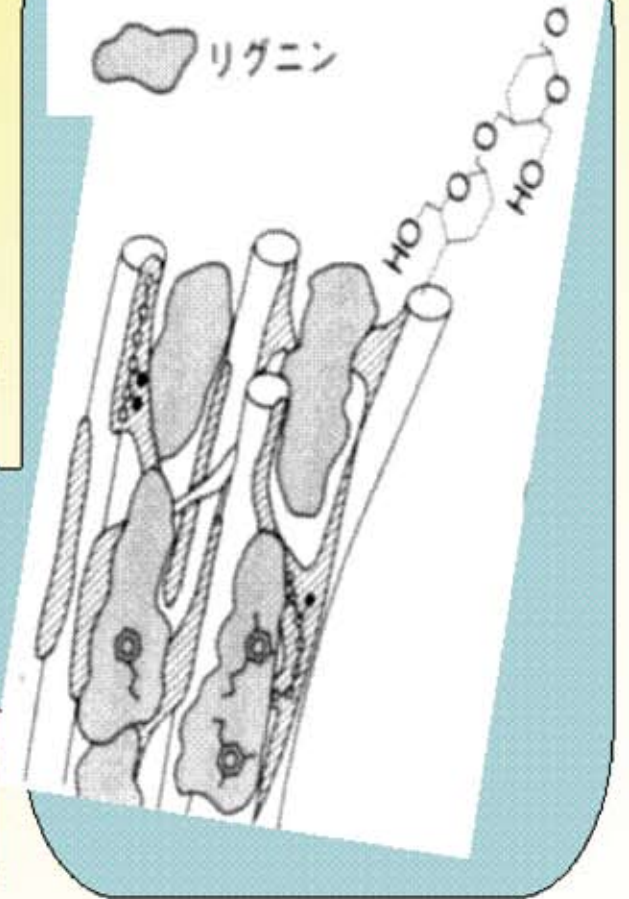
細胞構造

爪楊枝



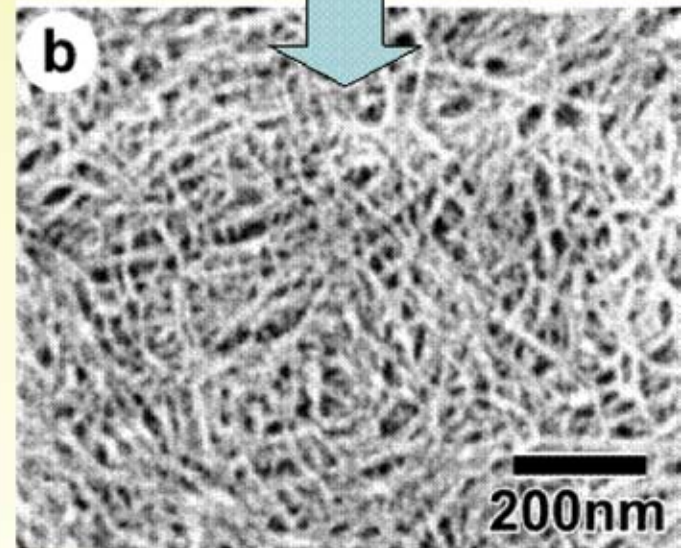
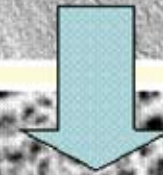
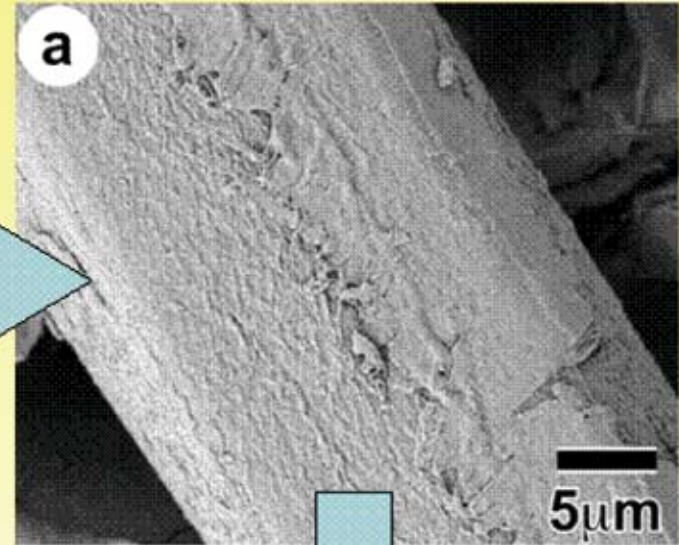
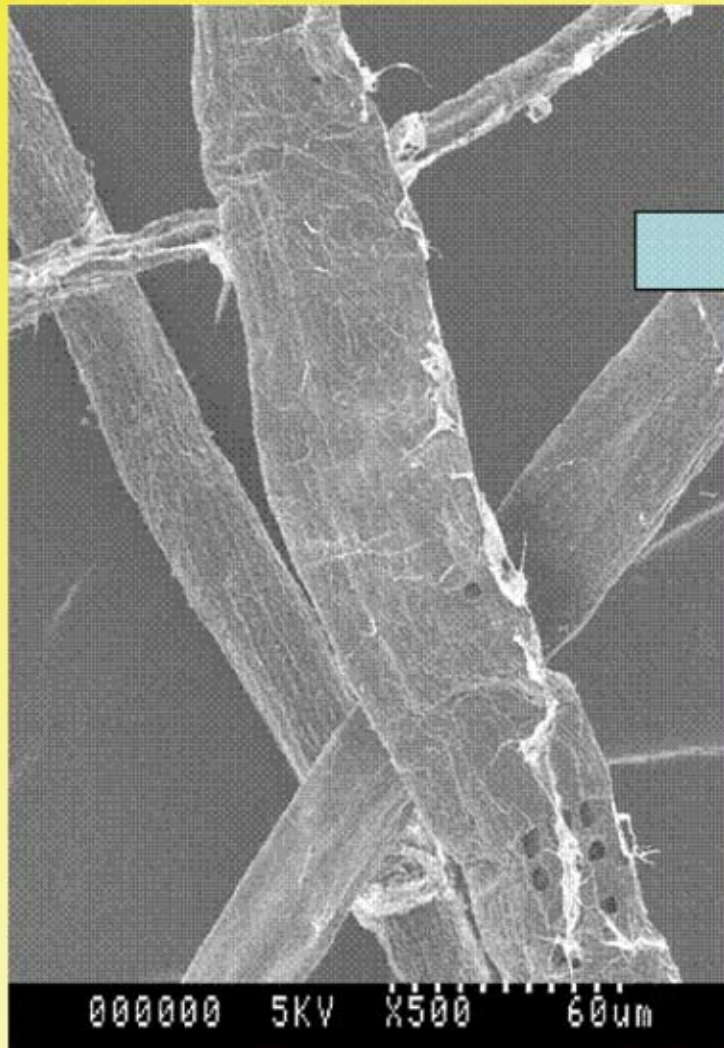
細胞壁構造

- セルロースミクロフィブリル
- ヘミセルロース
- リグニン



ナノファイバー構造

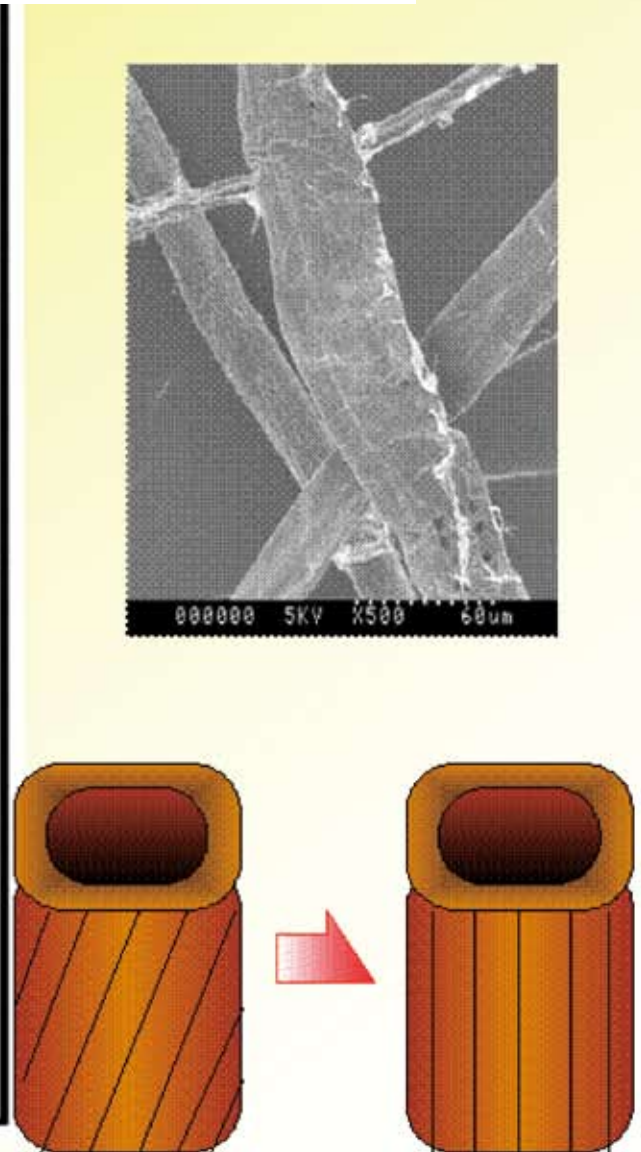
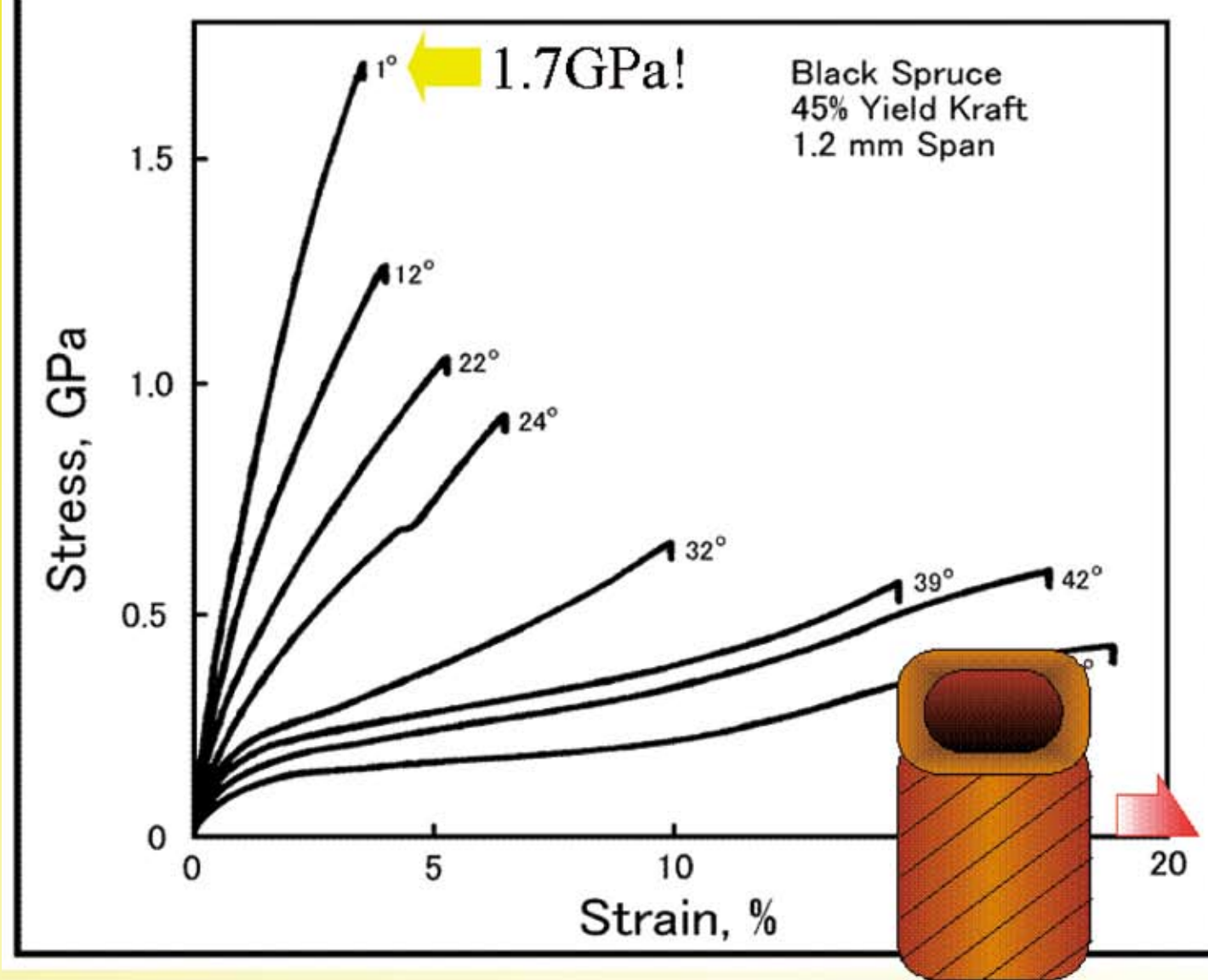
木材繊維（パルプ）の観察



巾15nmの均一ナノファイバー！

パルプ繊維は鋼鉄の4倍強い！

SS curves of kraft pulp single fiber



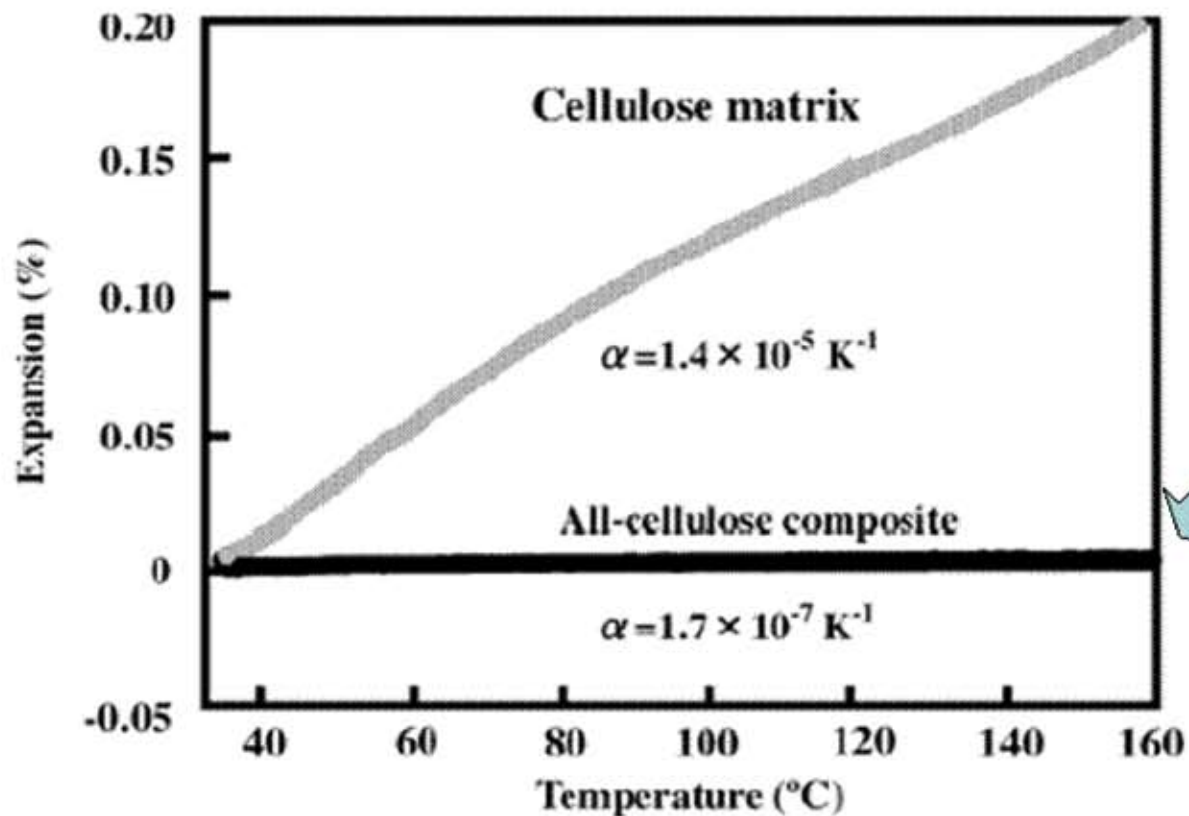
植物繊維は石英ガラス相当の低線熱膨張！

All-Cellulose Composite

Macromolecules **2004**, *37*, 7683–7687

Takashi Nishino,* Ikuyo Matsuda, and Koichi Hirao

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



線熱膨張係数：
0.17ppm/k!!

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

セルロースマイクロファイブリル束 あるいはセルロースナノファイバー

- 伸びきり鎖結晶

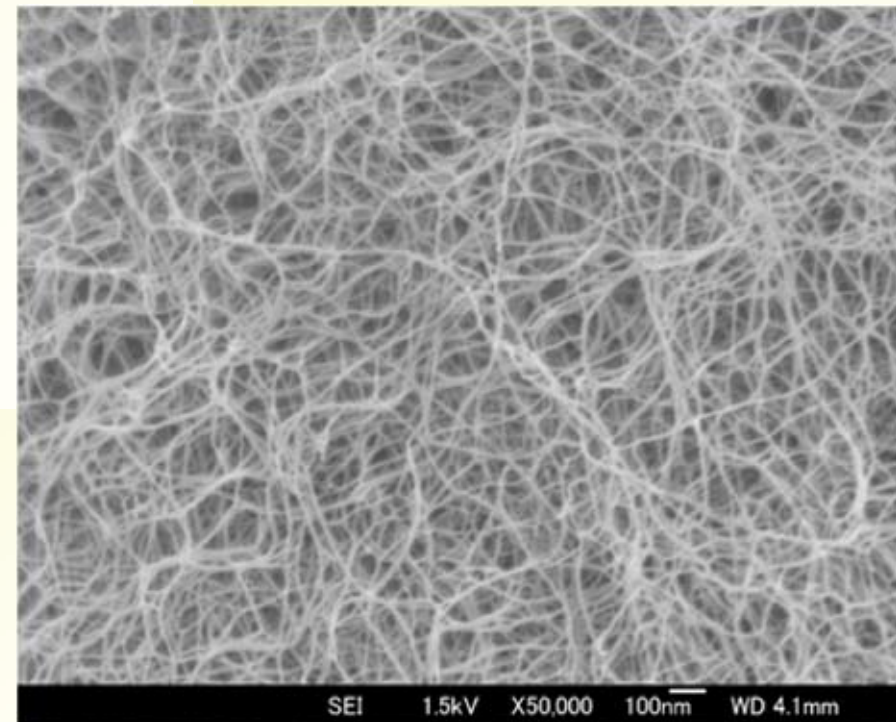
ヤング率:138GPa, 引張強度:3GPa

→ アラミド繊維(ケブラー)

熱膨張係数(CTE):0.1 ppm/K

→ 石英ガラス

- ナノファイバー(幅4nm or 15nm)



様々なナノファイバー源

H19年度NEDO国際共同研究先導調査より

木材



稲ワラ



砂糖キビ



キャッサバ



砂糖ダイコン



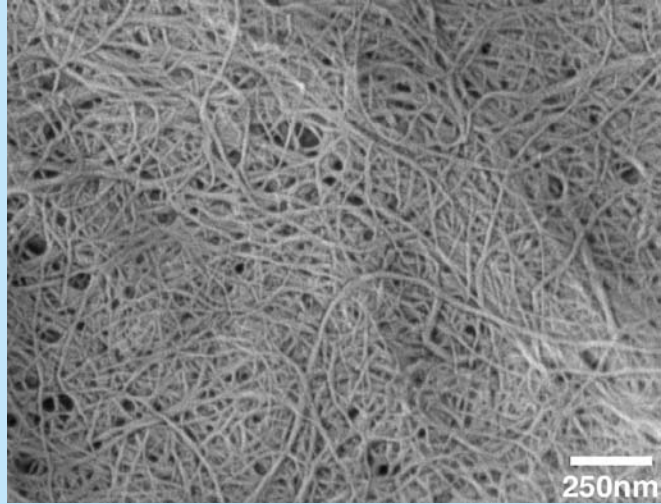
ジャガイモ



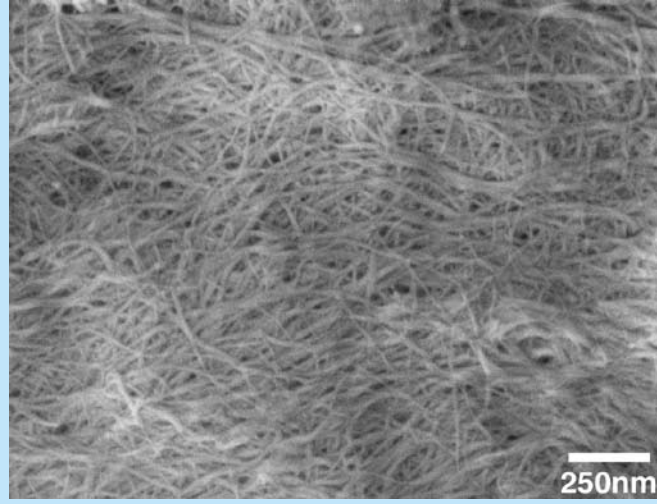
様々な植物資源からのナノファイバー

(H18,H19年度NEDO国際共同研究先導調査、阿部2007,2008)

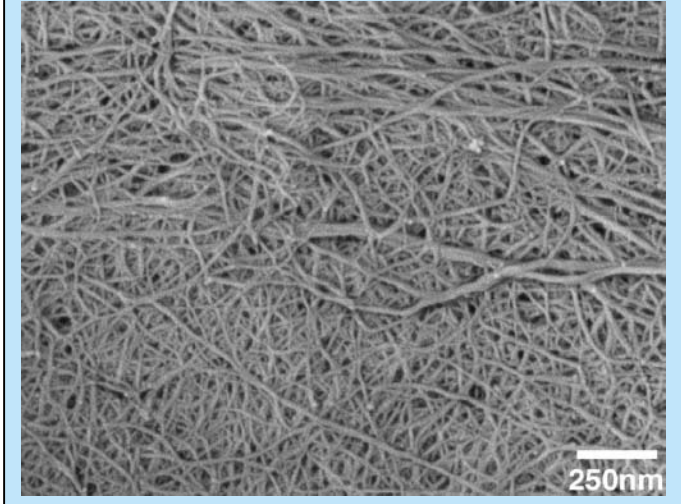
木材:ダグラスファー



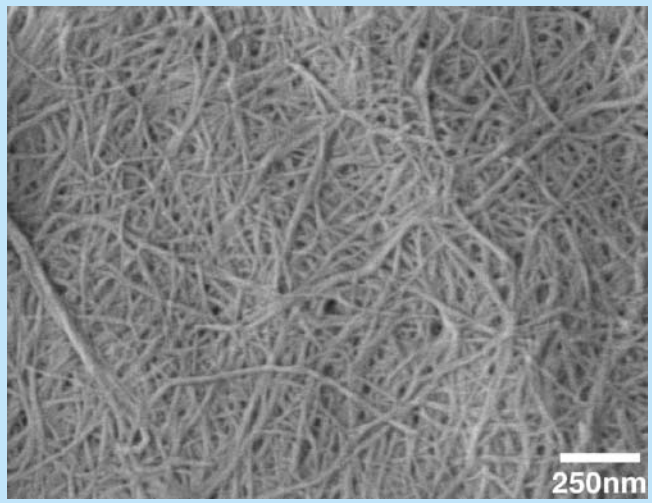
稲ワラ



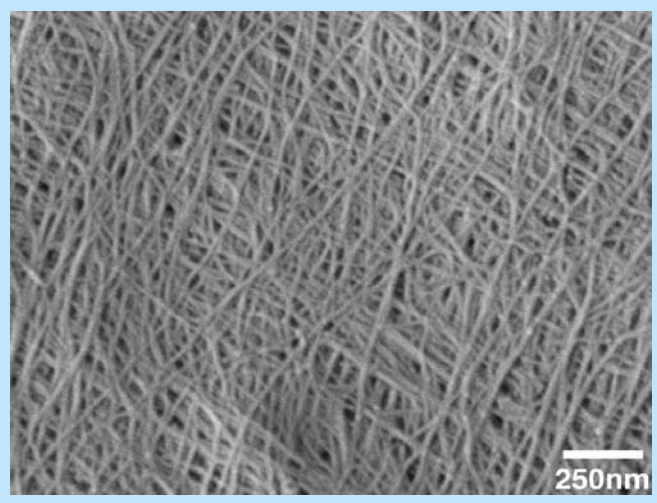
砂糖キビ絞りかす(バガス)



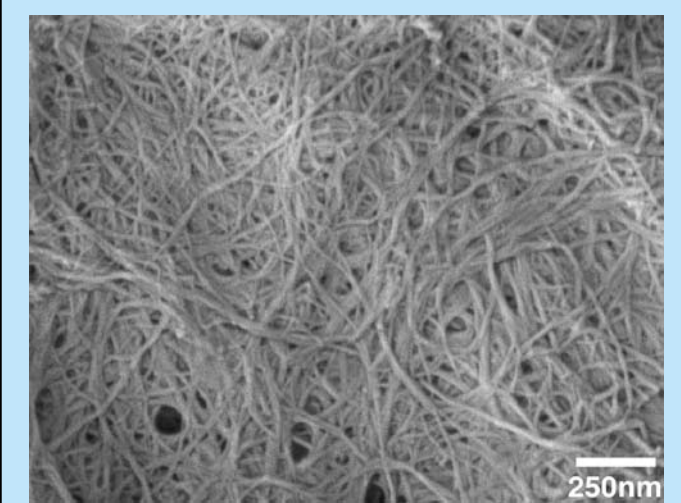
砂糖ダイコン絞りかす



キャッサバ絞りかす

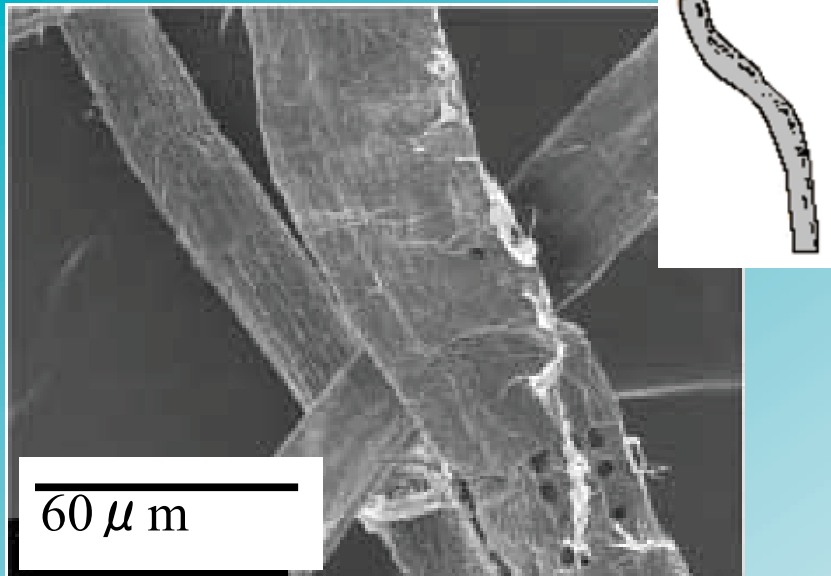


ジャガイモ絞りかす

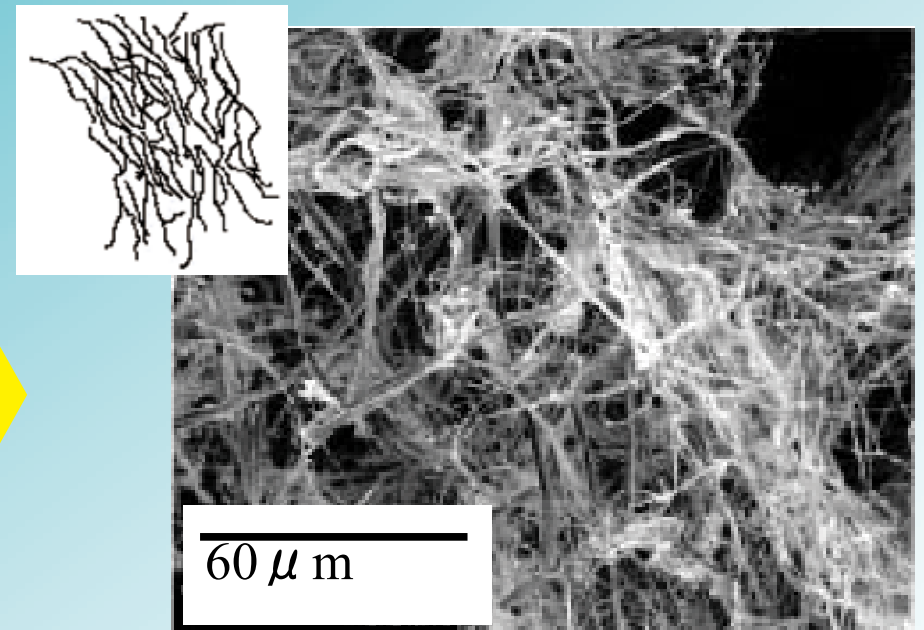


マイクロフィブリル化セルロース

パルプ



ナノファイバー化パルプ



マイクロフィブリル化セルロース：植物パルプ等を、ボールミル、高圧ホモジナイザー、二軸混練機、磨砕器、超音波等の機械的処理でナノレベルまで解繊。

セルロースナノファイバーシート成形体の製造



Stirring with water
(0.2% in weight)



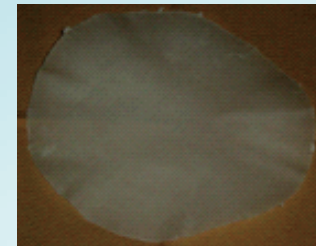
Vacuum filtering



Oven-
drying: 70°C



Air drying –
Vacuum drying: 50°C



PF resin
Impregnation
(MW=3,351)
at 20°C



Hot pressing
160°C, 30min.



Finished sample

「変性バイオナノファイバーの製造および複合化技術開発」

目的

バイオナノファイバー(BNF)に関する京都大学シーズ技術を用い、PP樹脂、ゴムおよび不飽和ポリエステル樹脂との複合化に優れた変性BNFの製造ならびにその複合化技術の実用化研究開発を行う。

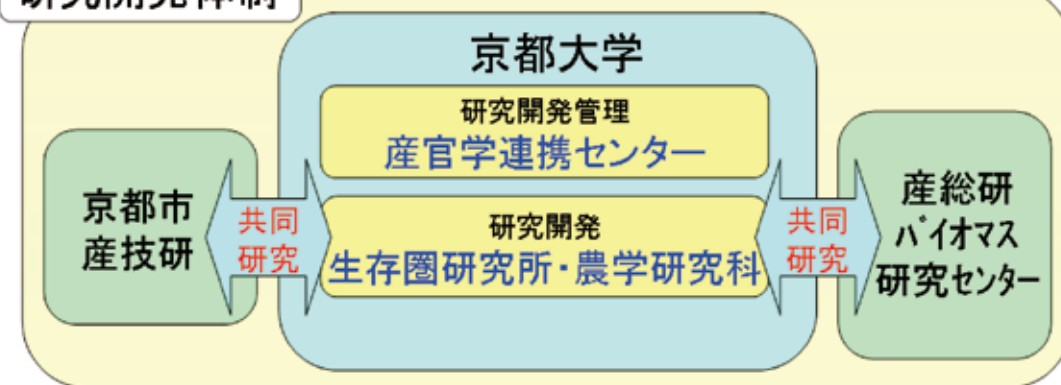
複合材料フィラーとしての特性比較

	BNF	GF	CF	セルロース 繊維
強度	○	○	○	×
軽量化	◎	○	◎	◎
密度	1.5	1.8	1.5	1.5
コスト	○	○	×	○
CO ₂ 削減量	◎ 植物由来	×	×	◎
焼却適性	◎	×	△	◎
意匠性	◎	×(粗い)	△黒い	△(粗い)

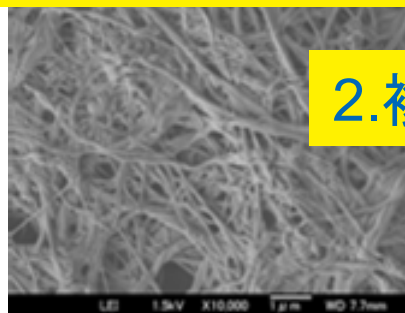
体制

産官学 異業種 垂直連携

研究開発体制



1. 変性BNFの製造



2. 複合化技術の開発



王子製紙

日本製紙

三菱化学

住友ゴム

DIC

実用化事業者

・植物資源利用に高い専門性を有する大手製紙会社(川上)と化学品の製造・複合化に高い専門性を有する大手化学会社(川中)の垂直連携

バイオナノマテリアル産業のイメージ —植物繊維から金属並み強度—

低炭素バイオマス資源に基づく
新産業創出とCO2削減



20世紀型
化石資源依存産業

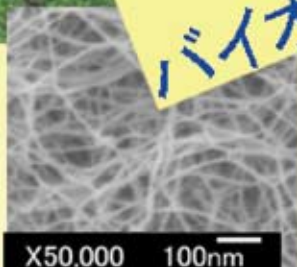
化学産業



紙・パルプ産業



21世紀型
バイオ資源依存産業



用途開発へ

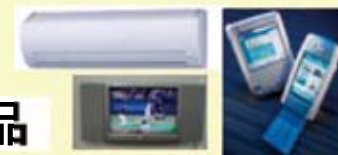
バイオナノマテリアル による未来材料

自動車



軽量で強いボディ材料。
燃費向上

家電品



耐衝撃に優れ、
リサイクル容易な筐体材料

建材



高強度でリサイクル可能な
建築材料

IT部品



高機能・高性能で
環境に優しいIT部材

包装・容器



ガスバリア性、耐衝撃性に優れ、
環境に優しい容器

NEDOバイオナノファイバープロジェクトの垂直展開

NEDOエコイノベーション調査より

家電・住宅材料から普及

300kg軽量化

国際的競争力の向上

インパネから外装材へ

適用範囲拡大

セルロースナノ材料化: 高強度・低熱膨張

易リサイクル

車体のバイオ複合材料化

30kg軽量化

CO₂固定
カーボンニュートラル

車体のバイオ樹脂化

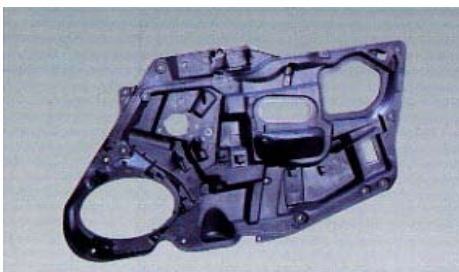
資源保証

+モジュール化コスト削減

車体の樹脂化

+歩行者保護

GFRP, CFRP



軽量化: 燃費向上・CO₂排出削減

金属
(高張力鋼、アルミ)

環境・エネルギー・エレクトロニクス

自動車産業の体力強化

電気自動車
リチウム電池
水素電池
太陽電池

未曾有の不況

自動車

: 我が国の基盤産業: 500万人の雇用。

国内1200万台、海外1200万台。世界の総生産台数の30%におよぶ。