

# NEDOプロジェクト「非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発」 「セルロースナノファイバーの一貫製造プロセスと部材化技術開発」

## ゴム(高性能シューズ)への セルロースナノファイバー利用適性評価

(国研) 産業技術総合研究所 機能化学研究部門 遠藤貴士

実用化・製品化に貢献できる基盤技術開発

技術を社会へ— Integration for Innovation

- ☆鋼鉄の5倍の強度で1/5の軽さ
- ☆石英ガラス並みの低熱膨張
- ☆光の波長より十分に小さい(透明)
- ☆安心・安全な天然物
- ☆原料は再生可能資源・植物(動物)

作る  
[製造]

流通している(していない),  
ほぼ全ての  
CNFを製造可能

機械処理, 水熱処理,  
化学処理

16機関

外部連携(大学・公設研)

セルロースナノファイバー  
バイオマスフィラー

15社

企業共同研究

幅: 約20nm

知る  
[評価・解析]

マイクロ-ナノ構造, 表面状態,  
物理・化学・生化学特性

使う  
[材料化・機能化]

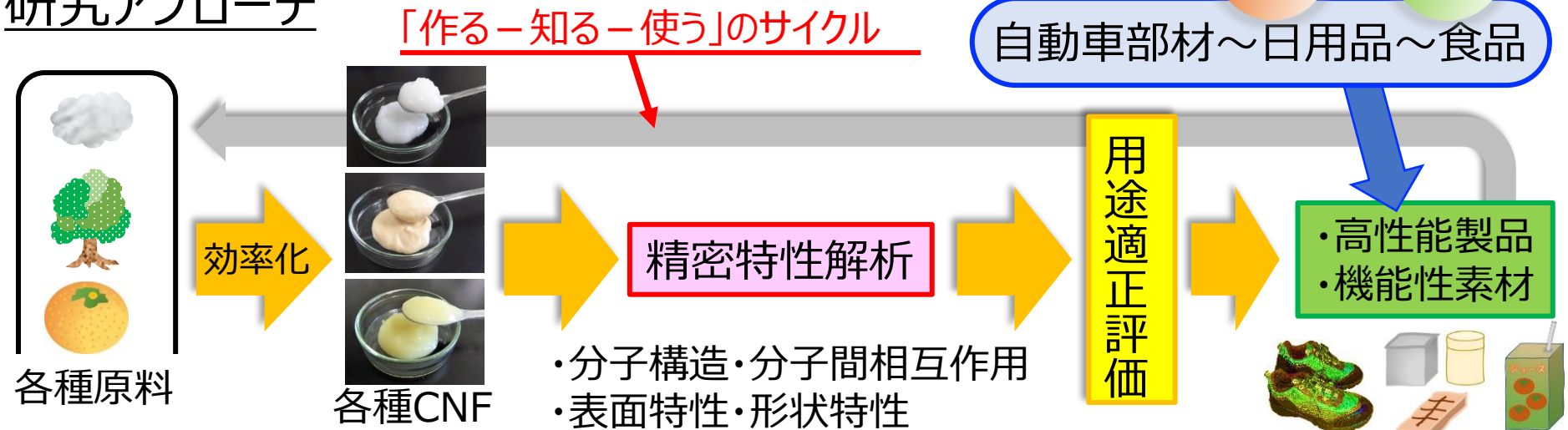
樹脂・ゴム複合化, 化学修飾,  
強度物性, 成形加工

## 背景と目的

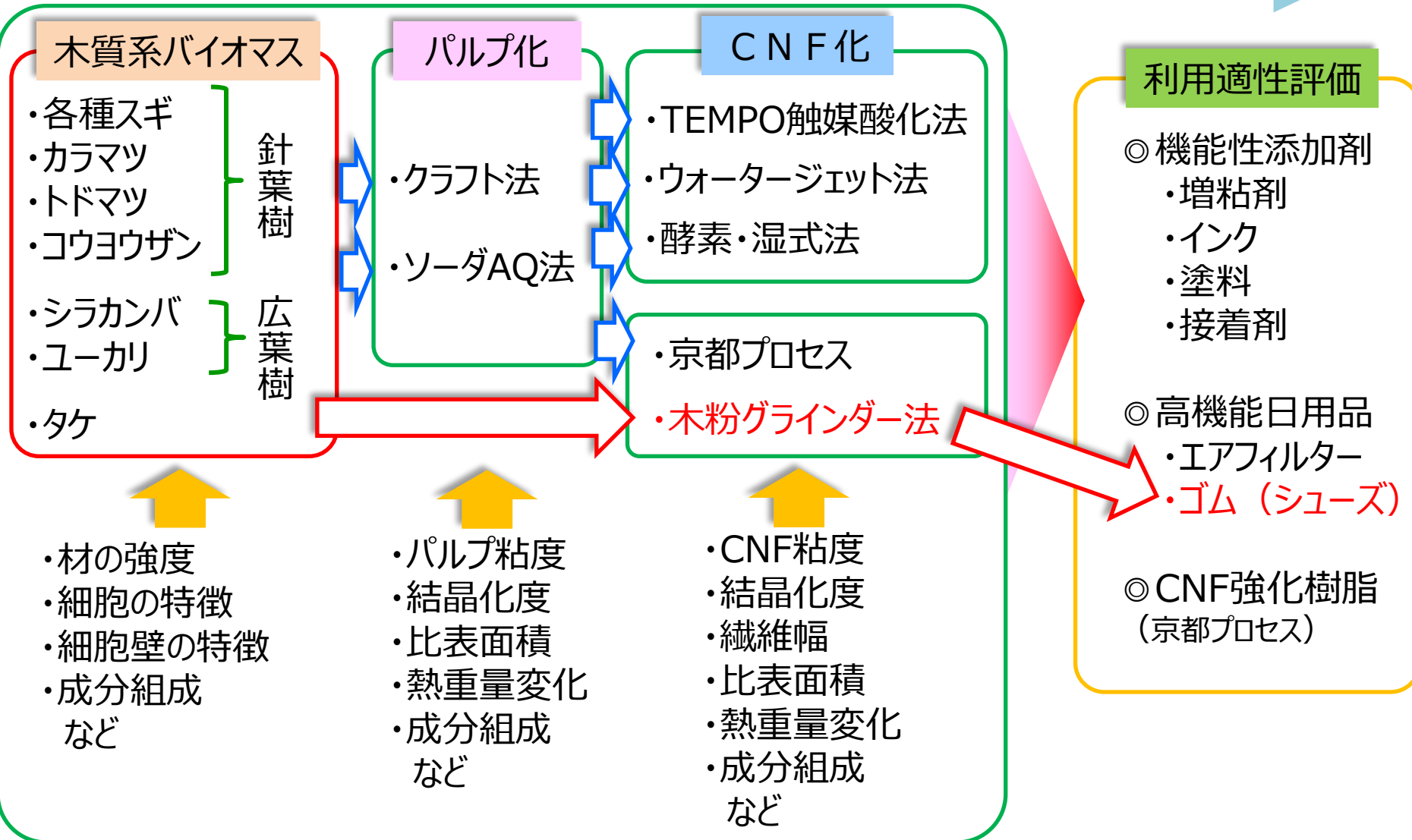
- CNFは国内外で注目を集めているが、用途展開が課題
- 高性能複合材料に最適なナノセルロース製造技術および特性解明
- CNF高度利活用のための精密特性解析技術開発
- CNF特性を活用した新規用途への展開

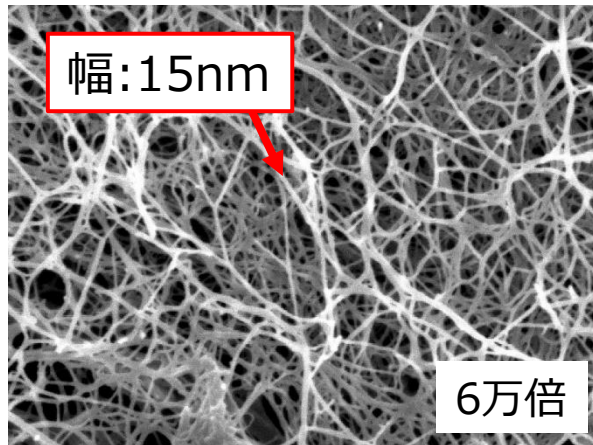


## 研究アプローチ



CNF原料、パルプ、CNFの物性の説明；CNF製品性能との関連付け





セルロースナノファイバー  
(産総研作製/機械処理)

## 注目分野

多様な用途

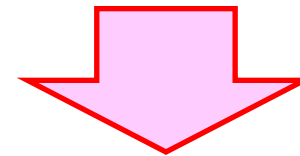
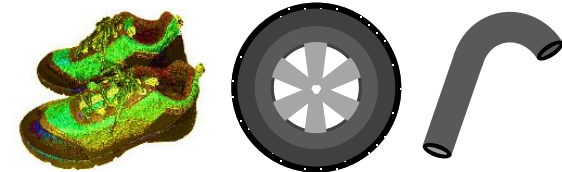
補強用途

樹脂分野

ゴム分野



環境省Webより



## 高機能スポーツシューズの国内市場

- ・スポーツシューズの国内市場・・・ 5000億円 [シューズ全体市場・・・1兆4千億円]
- ・市場の成長率・・・ 10%以上 (価格帯 7000円以上・・・30%以上)
- [スポーツ用品市場・・・ 1兆5千億円]

・・・スポーツ競技人口は少子化で減少しているが、ライフスタイルの変化で市場が拡大





スポーツシューズに求められる性能

軽量

耐摩耗性

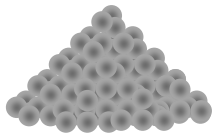
高グリップ性

低価格

靴底（ソール）の性能向上

ゴム（エラストマー）

ゴム単体では、低強度・低物性



⇒ 補強のためフィラー添加（～50wt%・・・重量増加）

・シューズ・・・シリカ粒子（比重：2g/cm<sup>3</sup>）

・タイヤ・・・カーボンブラック（比重：2g/cm<sup>3</sup>）

⇒ セルロース（比重：1.5g/cm<sup>3</sup>）

CNFによりゴム補強ができれば、シューズの軽量化が可能

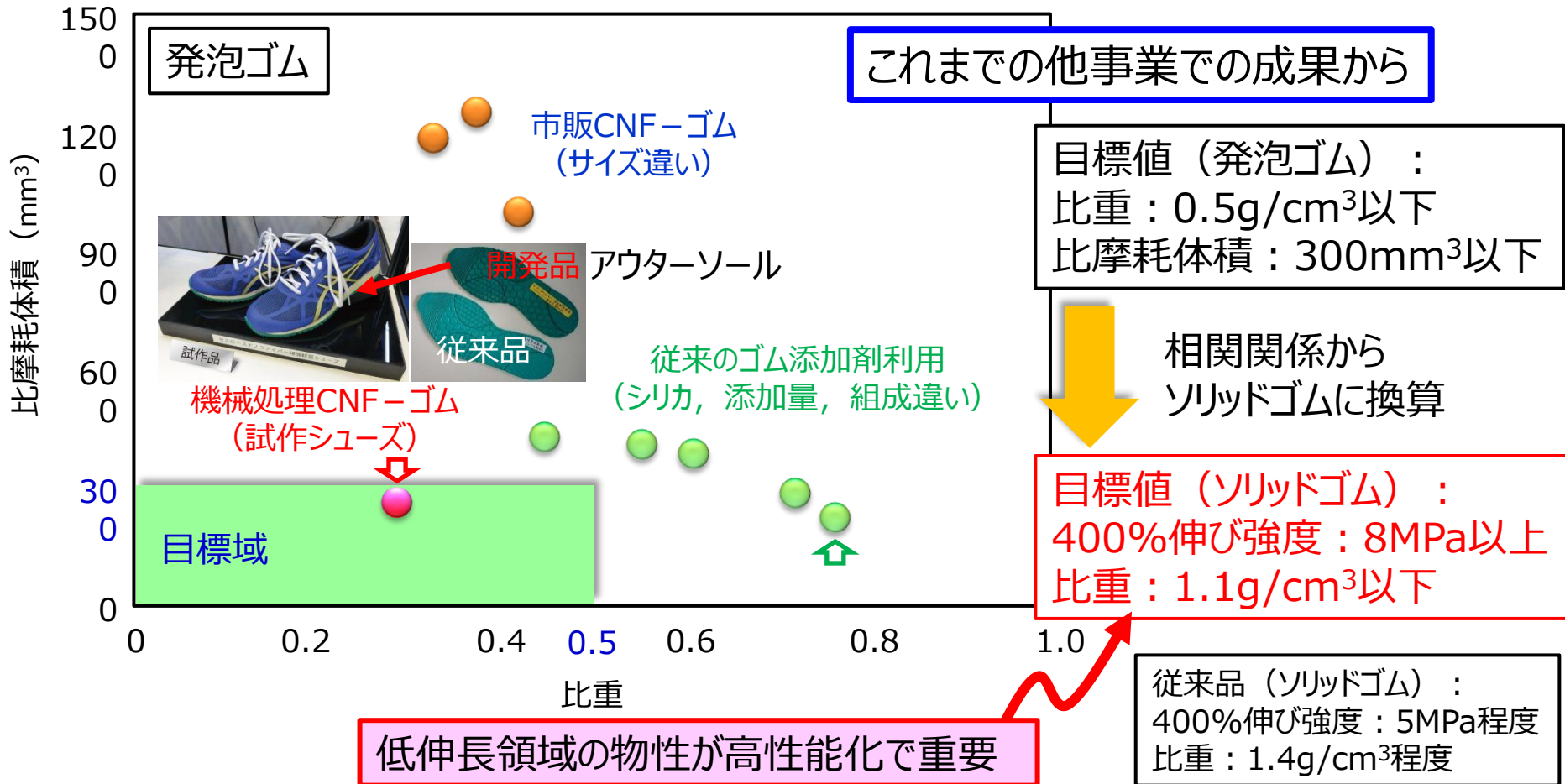


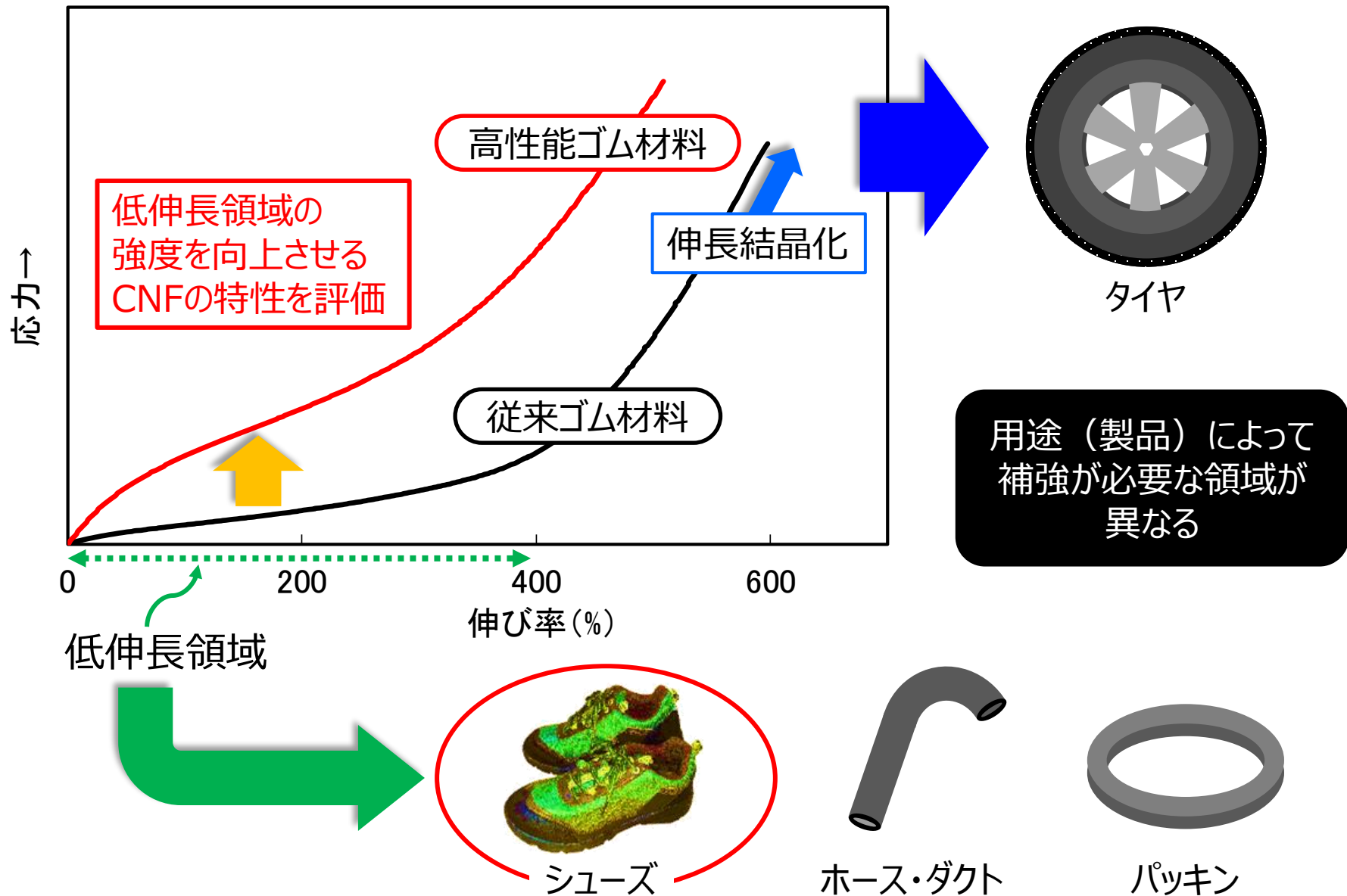
高機能スポーツシューズ

性能目標（発泡ゴム／アウターソール（靴底））

- ・軽量 ……比重0.5 /cm<sup>3</sup>以下（発泡）
- ・高耐摩耗性 ……比摩耗体積：300mm<sup>3</sup>以下

業界基準より





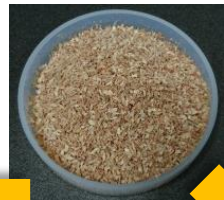


## 直接ナノ解繊処理プロセス

・・・パルプ化や精製等は行わず木粉をナノ解繊



木質チップ



3mm



100µm

グラインダー  
(ディスクミル)  
湿式ナノ解繊

種々の解繊度合い



木粉グラインダー法CNF



粗粉碎 (乾式)



微粉碎 (乾式)



広葉樹処理で  
ステップ追加

オートクレーブ処理  
(150℃, 2時間程度)



特性評価

- ・形態
- ・比表面積
- ・結晶性
- ・ゴム(PP)複合化 [強度物性]

## 特徴

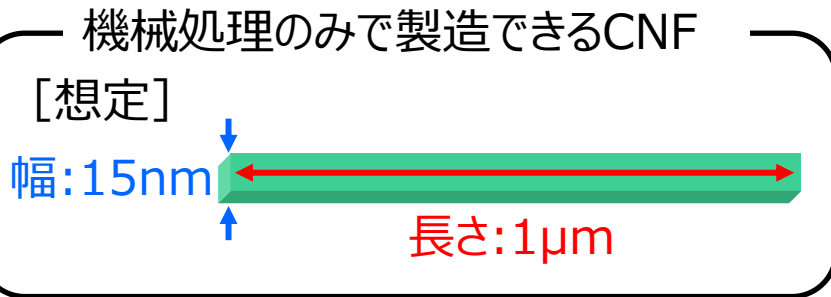
- ・原料を選ばない (枝, 葉も利用可能)
- ・廃材 (製材屑等) を利用可能
- ・特殊な設備が不要
- ・中山間地でも実施可能
- ・小規模でも事業化が可能
- ・解繊度合いの調節が容易

- ・CNF特性解析手法の一環
- ・汎用法 (公開技術)
- ・追試が容易な方法
- ・特殊設備不要

木粉グラインダー法CNF : リグニン、ヘミセルロースを含んだCNF

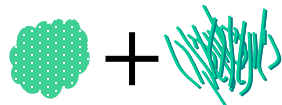


## ナノ化率



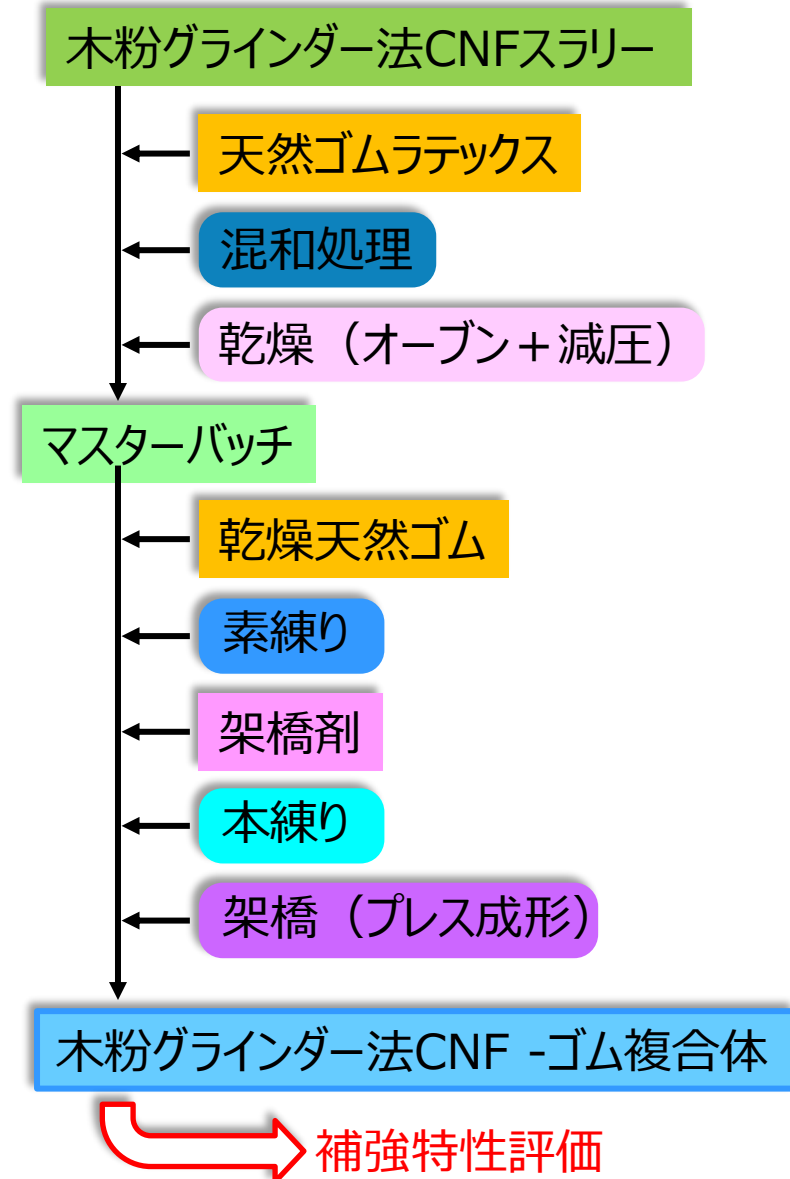
理論比表面積: 179m<sup>2</sup>/g

作製した解繊物の比表面積と理論比表面積からナノ化率を算出

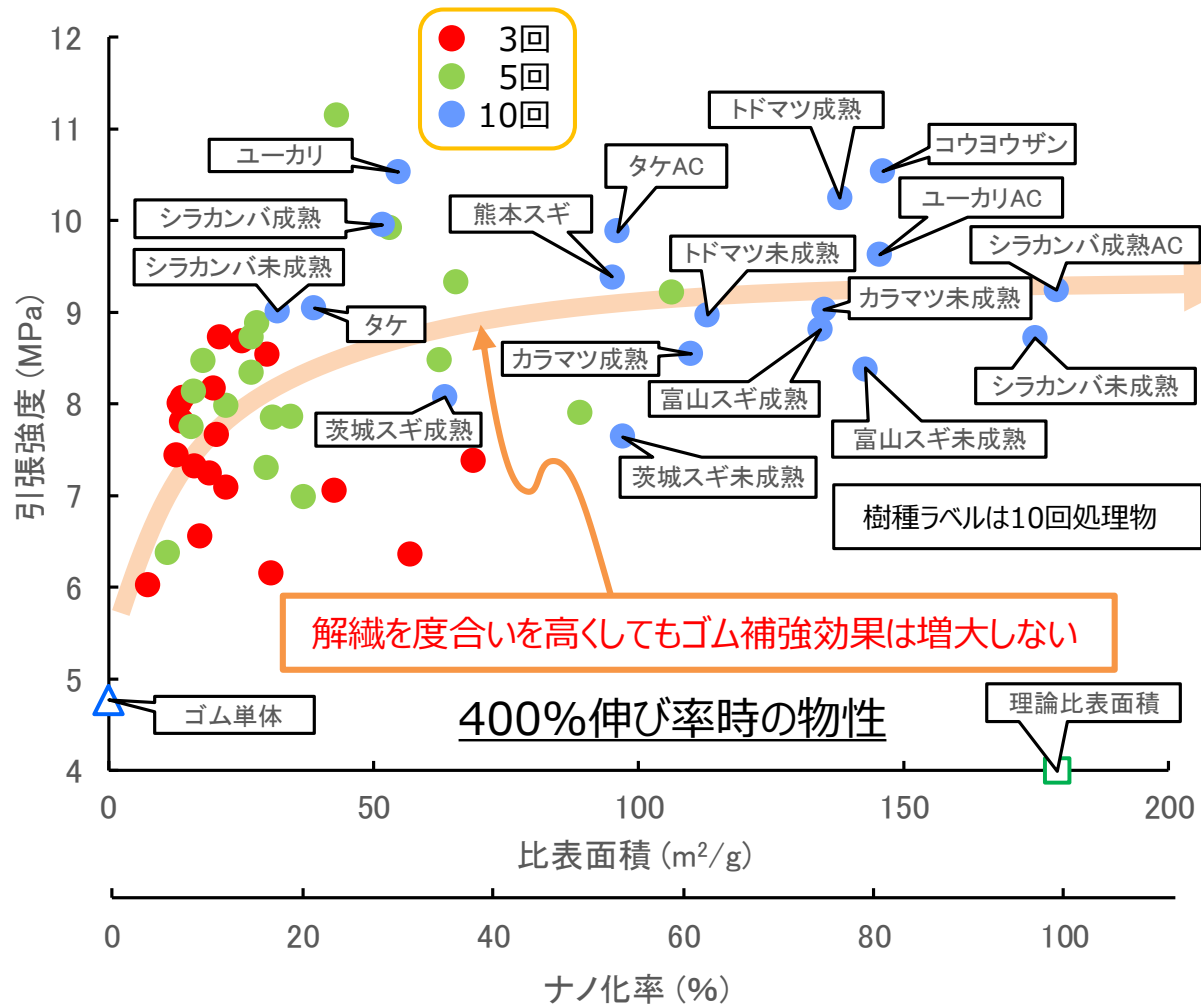


[ナノ解繊物には2成分のみと仮定]

## ◎天然ゴム補強性特性評価



木粉グラインダー法CNF(処理3,5,10回)のゴム補強特性



グラインダー処理多回数



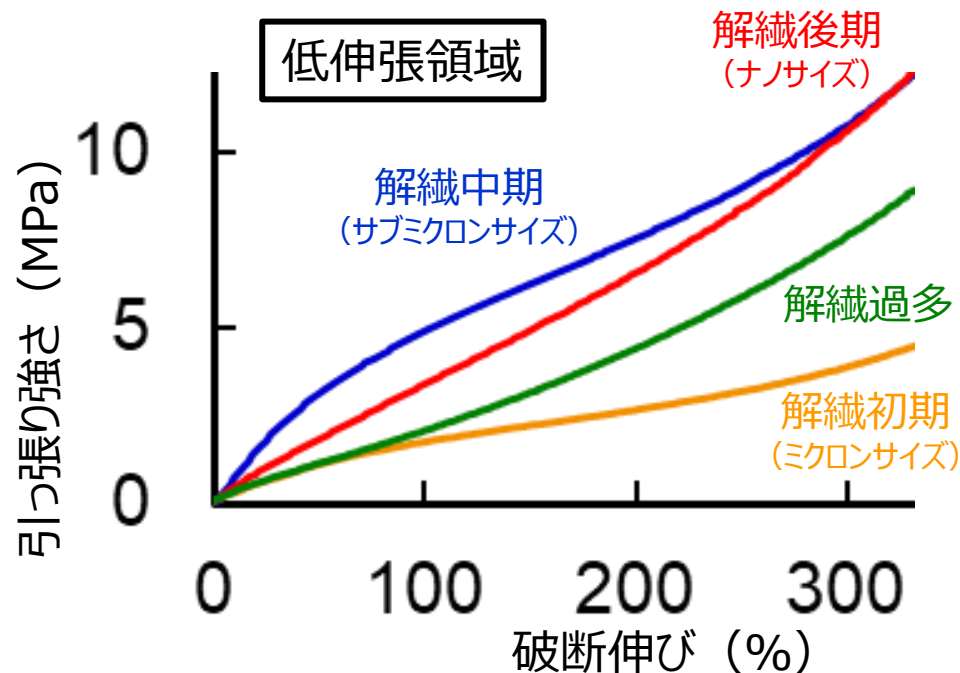
高解繊 (高ナノ化率)  
(高比表面積)



補強効果は横ばい

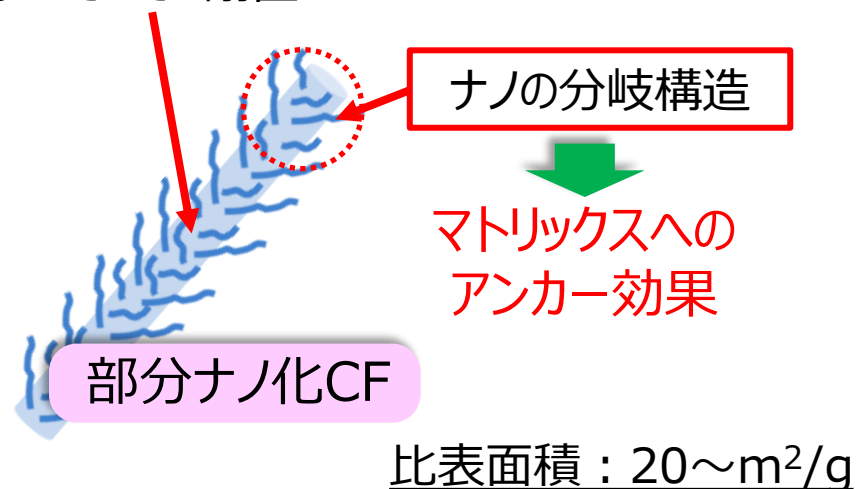
高解繊していない  
CNF(解繊物)で  
ゴム補強が可能

他事業で発表済み

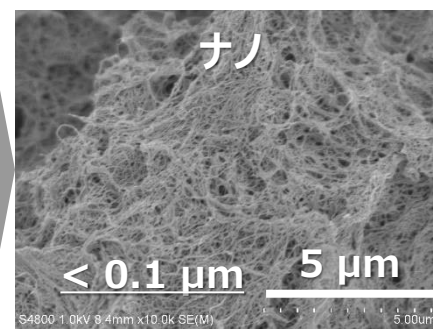
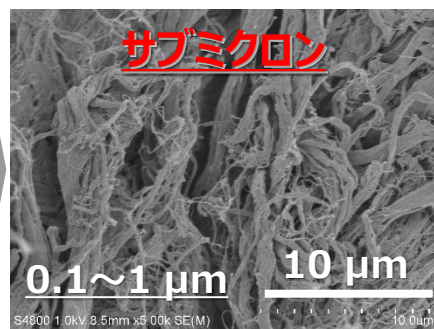
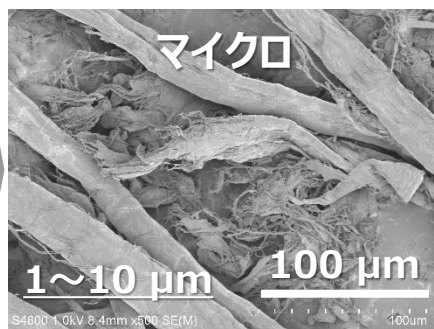
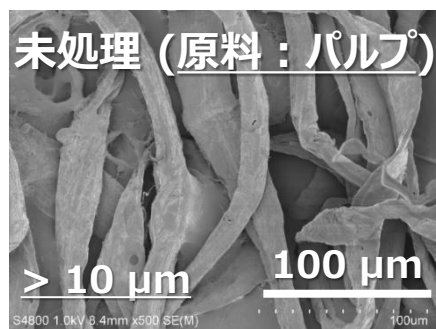


芯：そこそこ剛直

CF：セルロースファイバー



製造プロセスを簡略化・・・10分の1



ディスクミル: 0回

1回

5回

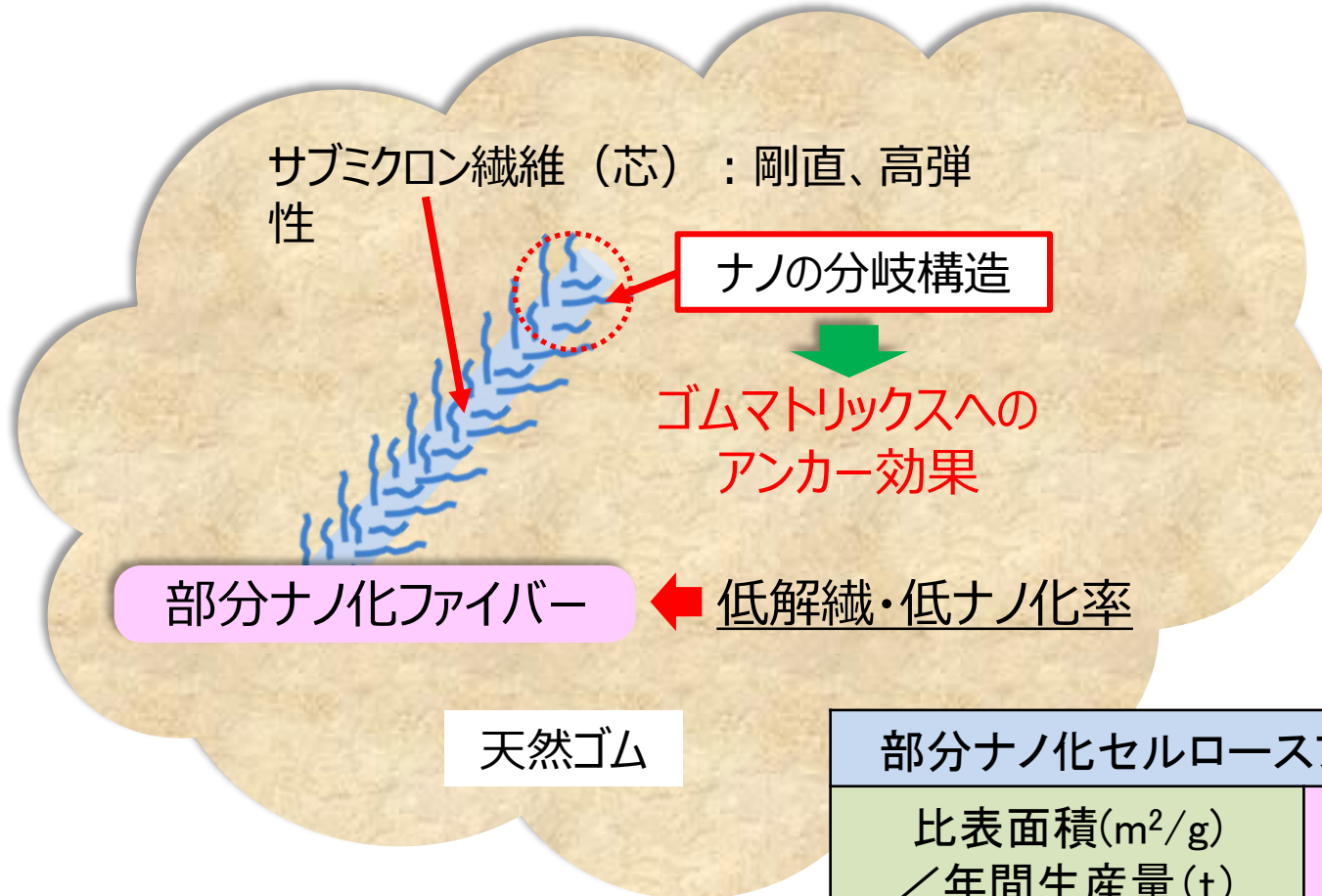
10回+高圧ホモジナイザー3回

低コスト

解繊処理のくり返し

高コスト





部分ナノ化セルロースファイバーコスト試算	
比表面積(m <sup>2</sup> /g) ／年間生産量(t)	製造コスト(円/kg)
20 / 308	337
50 / 89	588
100 / 35	1,135

製造コスト：原材料費、人件費、減価償却費等を含む



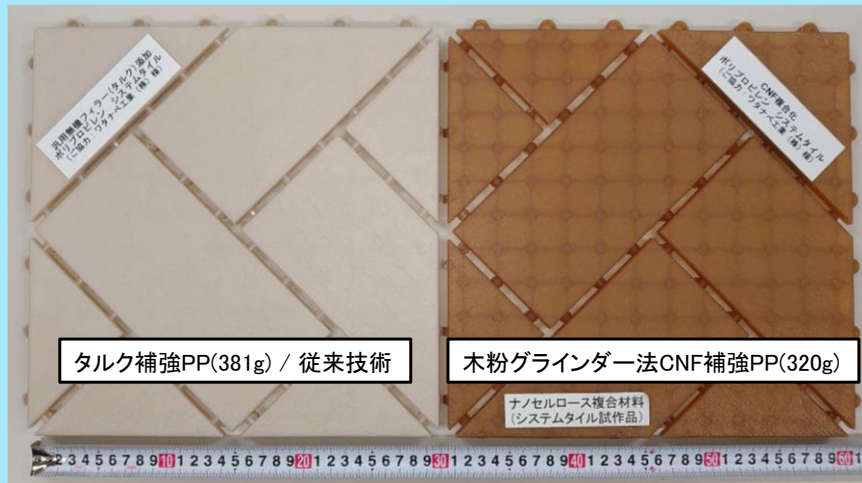
2018年12月6~8日 エコプロ2018・第3回ナノセルローズ展@東京ビックサイト

## 産総研関連の展示

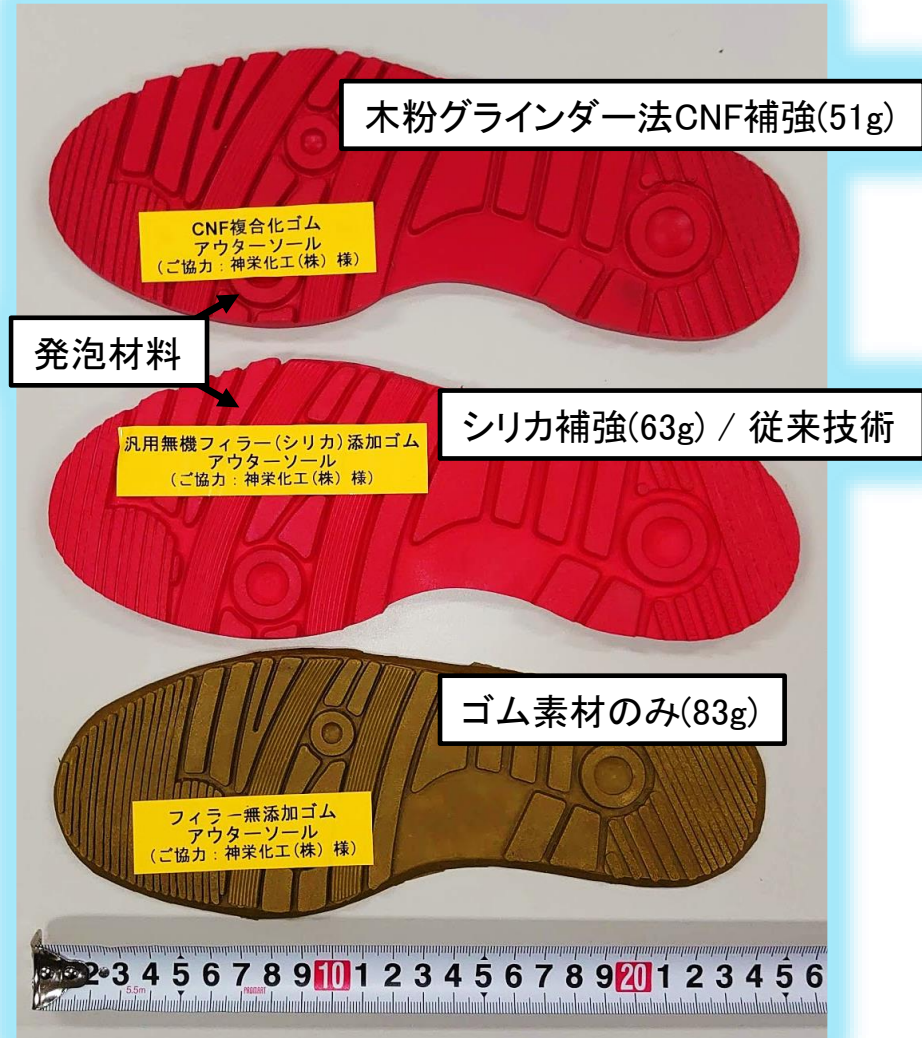
各種原料～解繊物、  
部分ナノ化CF

補強ゴム系ソール  
(シリカ補強材との比較)

解繊物補強樹脂タイル  
(タルク補強材との比較)



木粉グラインダー法CNF補強樹脂タイル



木粉グラインダー法CNF補強シューズソール

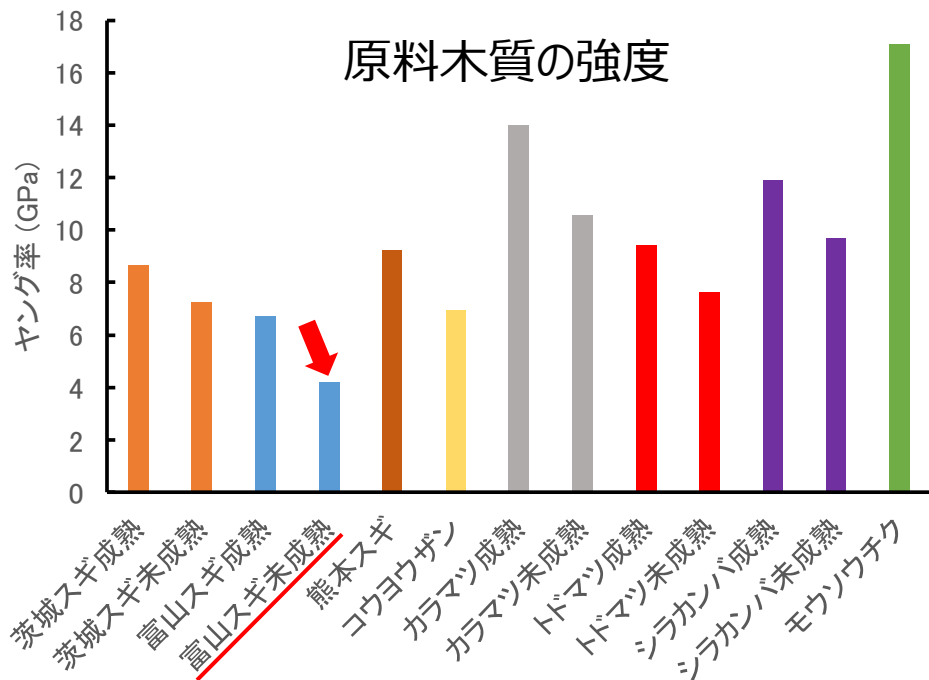
CNF適性利用 高機能日用品 (ゴム [シューズ] )

対象木質 (各種スギ, コウヨウザン, トドマツ, カラマツ, シラカンバ, ユーカリ, モウソウチク)

目標値 : 400%伸び 強度 : 8MPa以上

AC : オートクレーブ処理併用

- **低**解繊 ( ~25m<sup>2</sup>/g : ナノ化率12% ) ... **富山スギ未成熟**, トドマツ未成熟 等
- **低**解繊 ( ~50m<sup>2</sup>/g : ナノ化率26% ) ... **富山スギ未成熟**, トドマツ成熟, ユーカリAC 等
- **中**解繊 ( ~100m<sup>2</sup>/g : ナノ化率55% ) ... シラカンバ未成熟AC 等



強度の低い木質原料

- ⇒ 解繊が効果的に進行
- ⇒ 高いゴム補強効果



解繊の効果的進行

- ⇒ ダメージの少ないCNF
- ⇒ **低解繊のCNF**が得やすい



- 低解繊のCNF** ⇒ **低コスト**生産可能
- ⇒ 製品の**低コスト**へ

シューズ以外のゴム製品へも応用可能

以上、  
 ゴム（高性能シューズ）への  
 セルローズナノファイバー利用適性評価の  
 成果をご紹介しました。

ご質問・ご意見等は  
 以下の、当研究グループからお願いします。

トップページ：

<https://unit.aist.go.jp/ischem/ischem-clm/index.html>

セルローズ材料

検索

