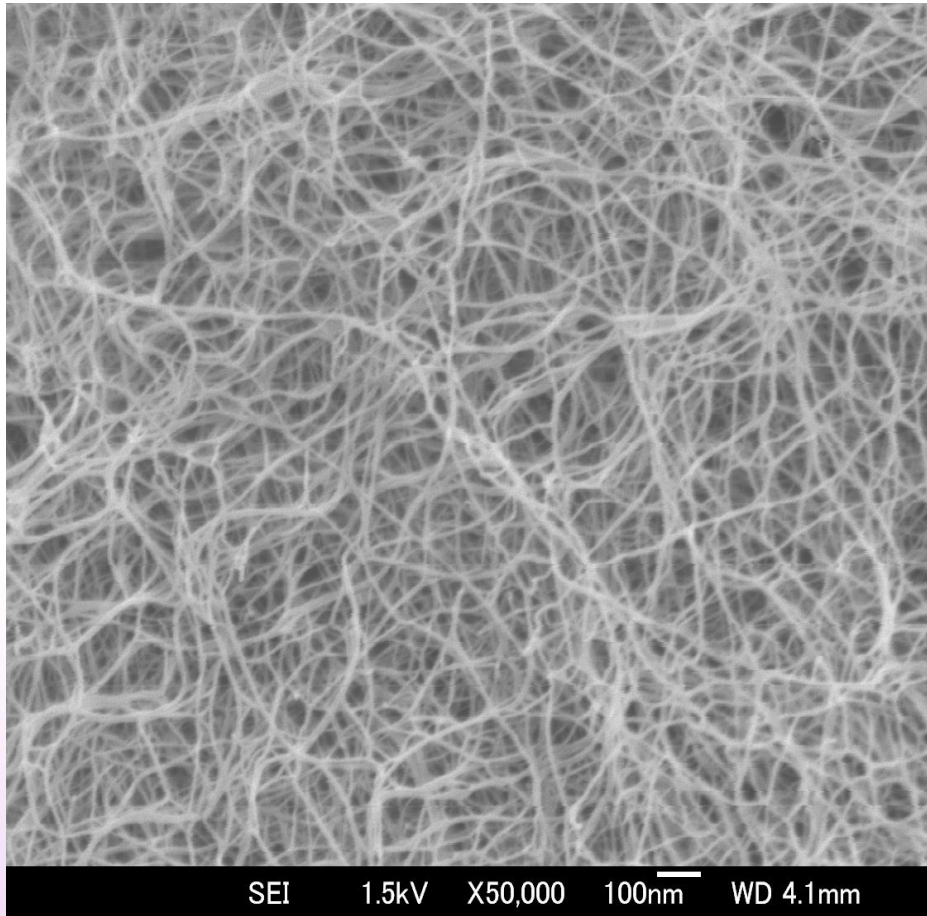


リグノCNFプロジェクトの概要

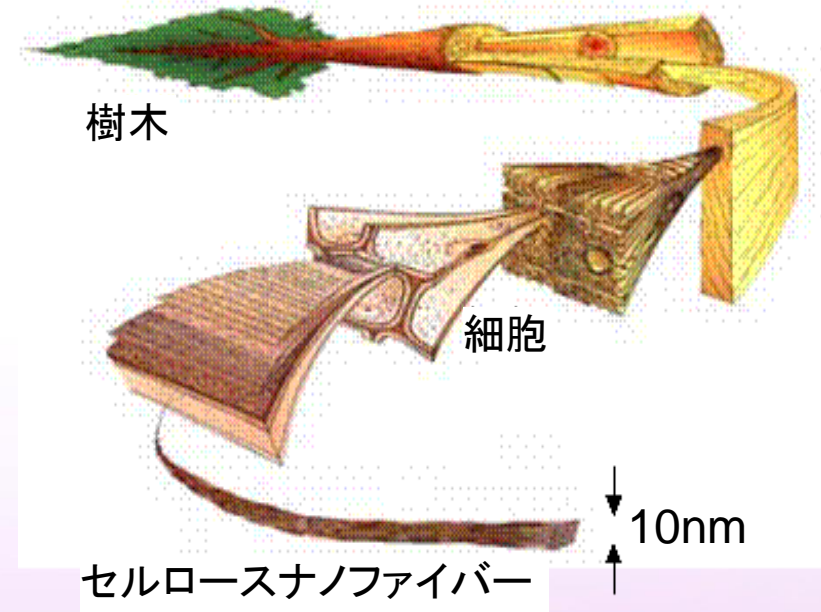


京大大学生存圏研究所 矢野浩之

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)

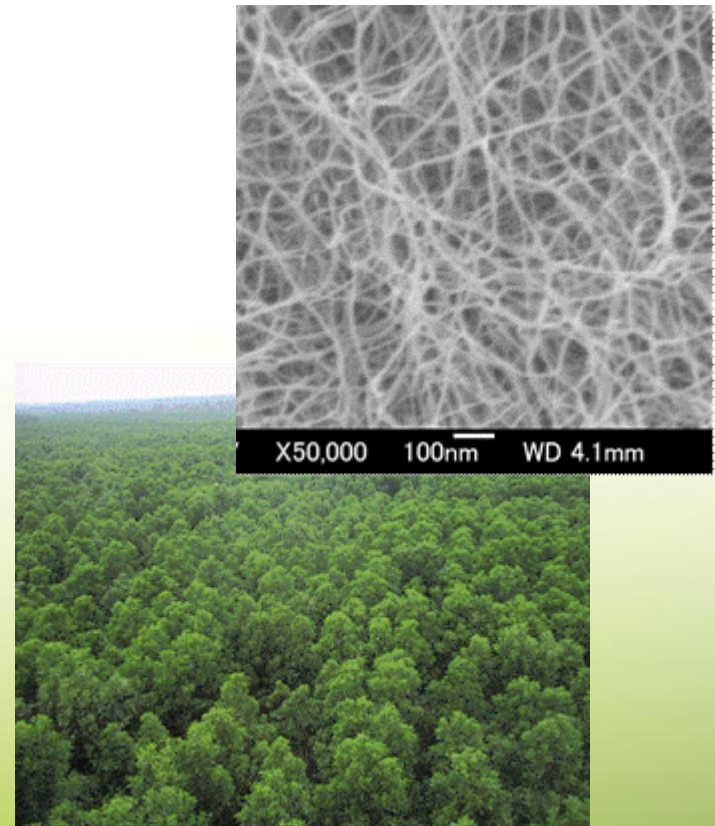


1兆トンの蓄積！

- 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)

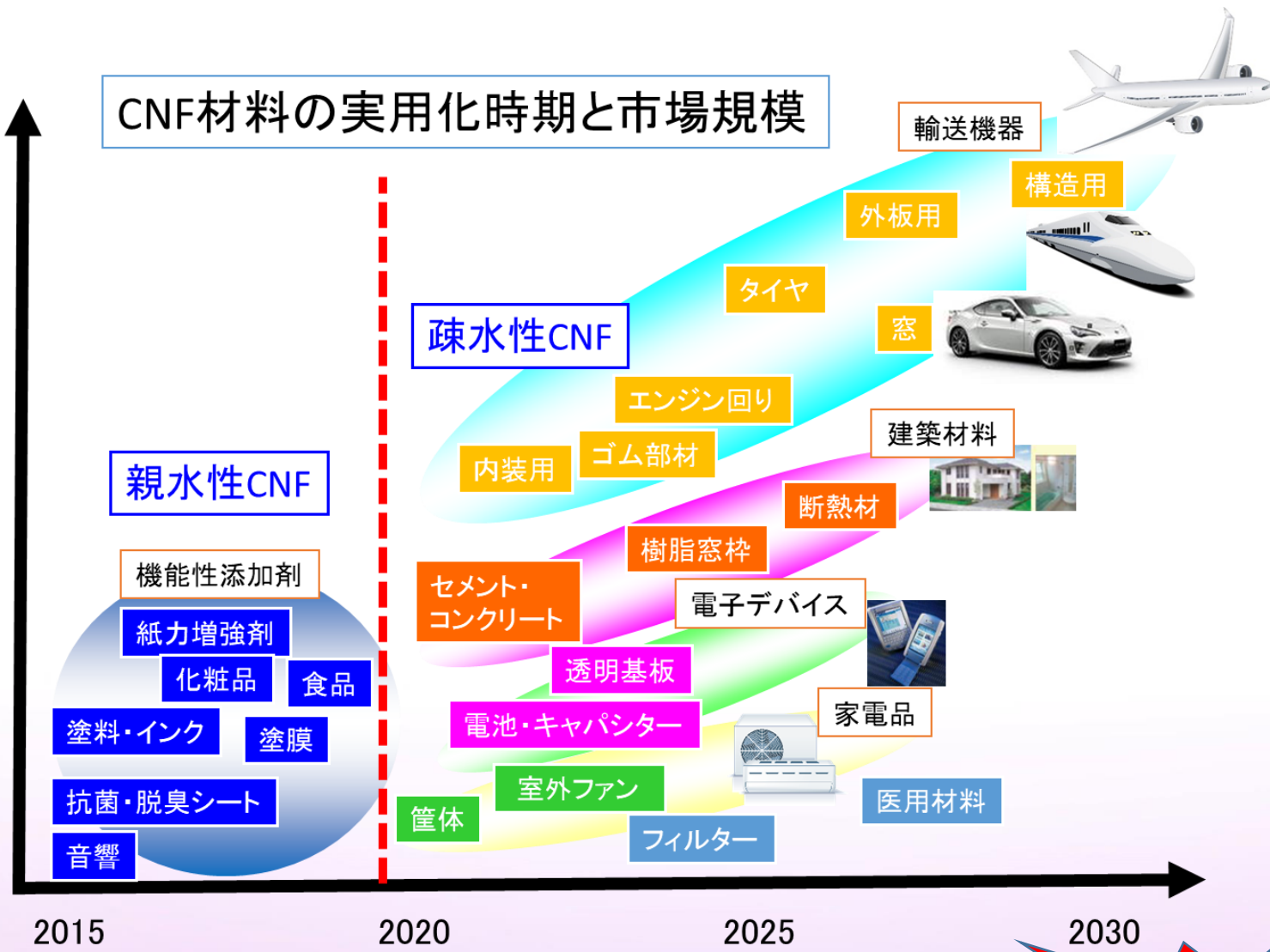
- 全ての植物細胞の基本骨格物質
- 1兆トンの蓄積(埋蔵石油資源の6倍)・持続型資源
- 高性能グリーンナノファイバー
 - 伸びきり鎖微結晶ポリマー
 - 幅:10-20nm, 長さ1 μ m以上
 - 軽量:1.5g/cm³
 - 高弾性:140GPa、高強度:3GPa
(鋼鉄の8倍の強度)
 - 低線熱膨張:0.1ppm/k (長さ方向)
(石英ガラス相当)
 - 弾性率不変:-200 $^{\circ}$ C~+200 $^{\circ}$ C
 - 高熱伝導性:ガラス相当耐
 - 耐熱性:200 $^{\circ}$ C付近から熱変性



→化学変性で250 $^{\circ}$ C付近まで耐熱化

CNF材料の実用化時期と市場規模

市場規模

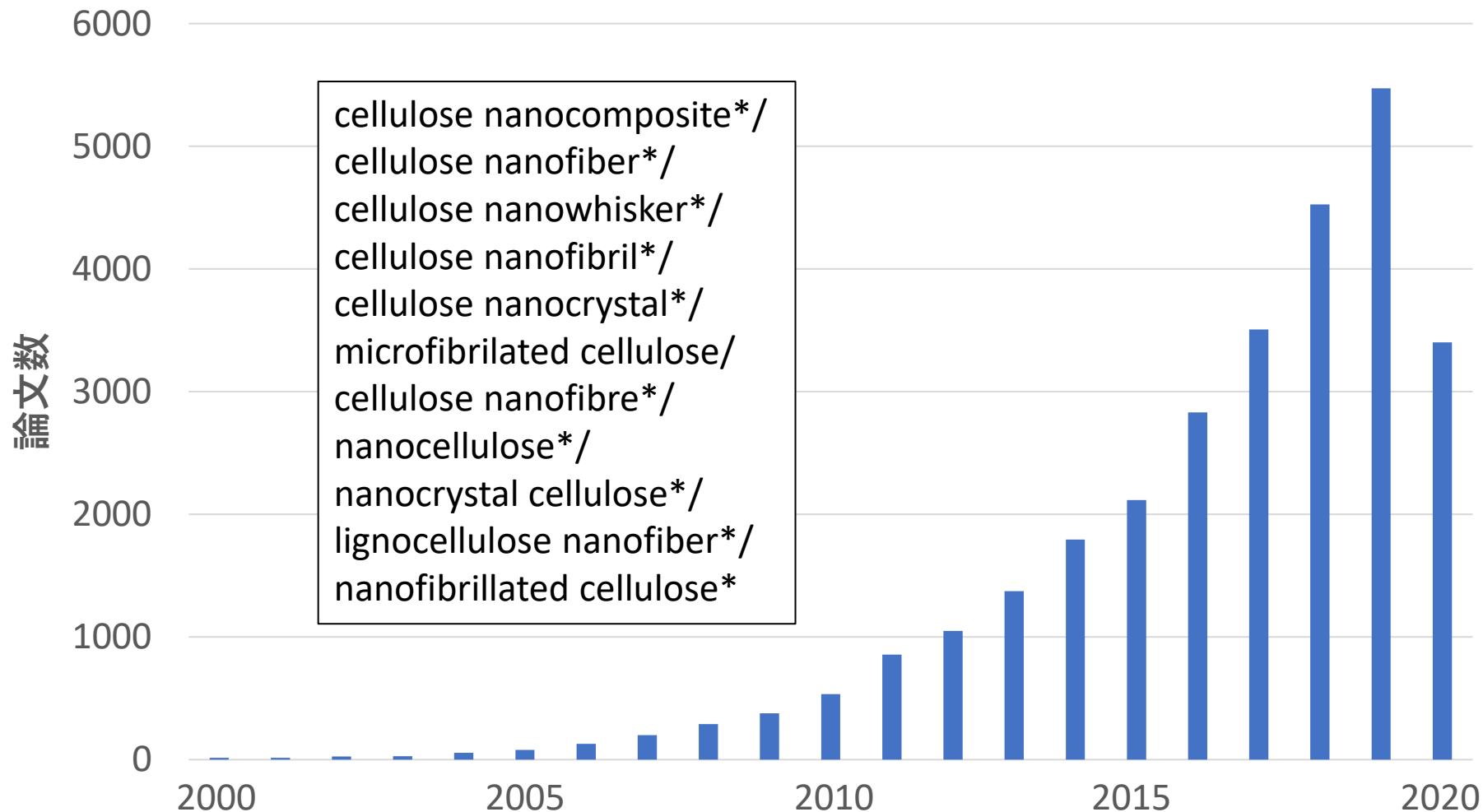


実用化時期

グローバルには
10-20倍？

将来必要なCNF量：150万トン(木材として800万立方米)
自動車：100万トン(100kg/台 × 1000万台)、家電・建材・包装容器：50万トン

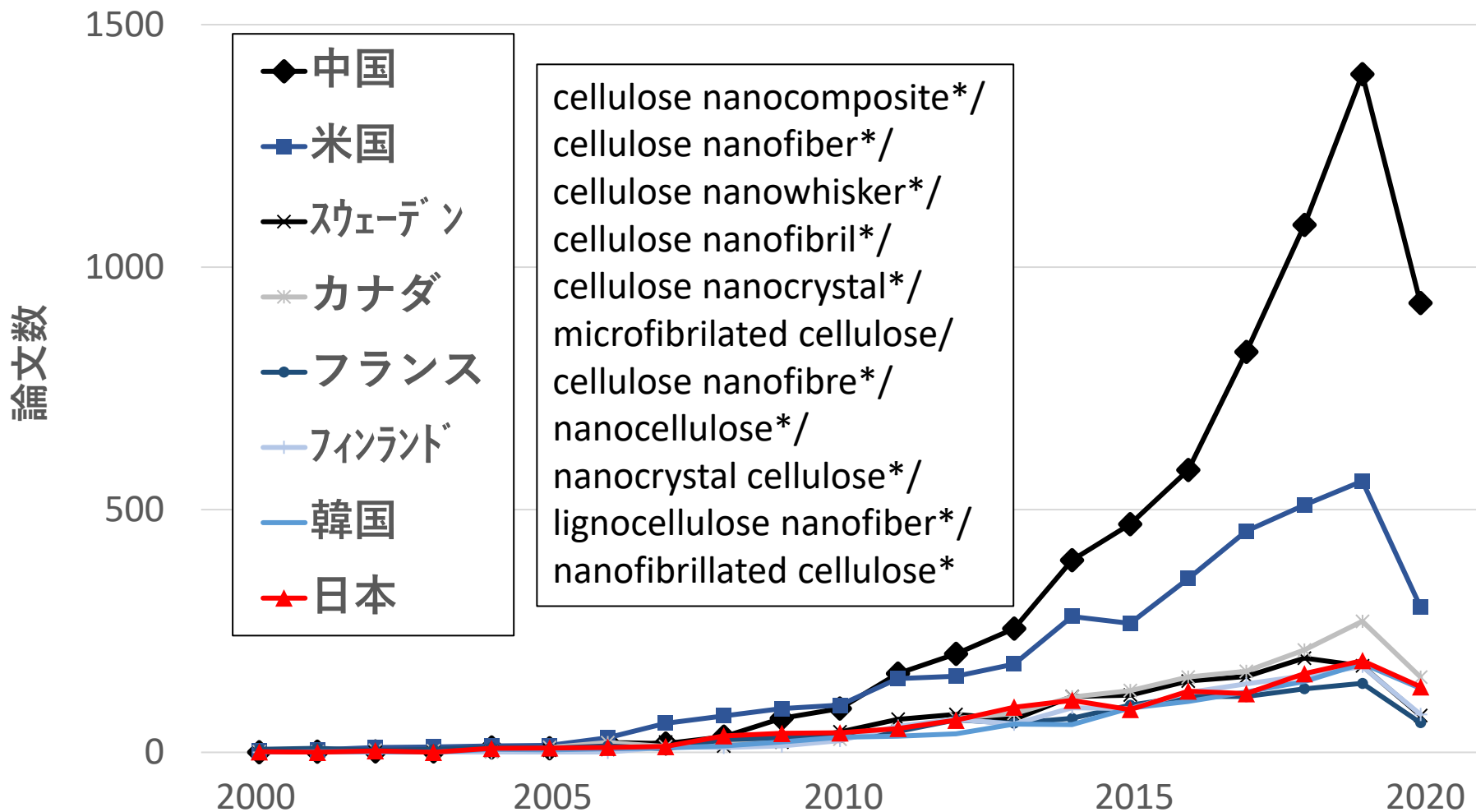
ナノセルロースに関する論文・著書数の推移（2000年以降）



cellulose nanocomposite*/
cellulose nanofiber*/
cellulose nanowhisker*/
cellulose nanofibril*/
cellulose nanocrystal*/
microfibrilated cellulose/
cellulose nanofibre*/
nanocellulose*/
nanocrystal cellulose*/
lignocellulose nanofiber*/
nanofibrillated cellulose*

Web of Scienceで検索（2020/8/17）で上記キーワードで検索

ナノセルロースに関する論文・著書数の推移（2000年以降）



Web of Scienceで検索（2020/8/17）で上記キーワードにより検索

全世界で5471

中国1398

米国559

日本189

スウェーデン178

カナダ270

フランス142

フィンランド177

韓国183

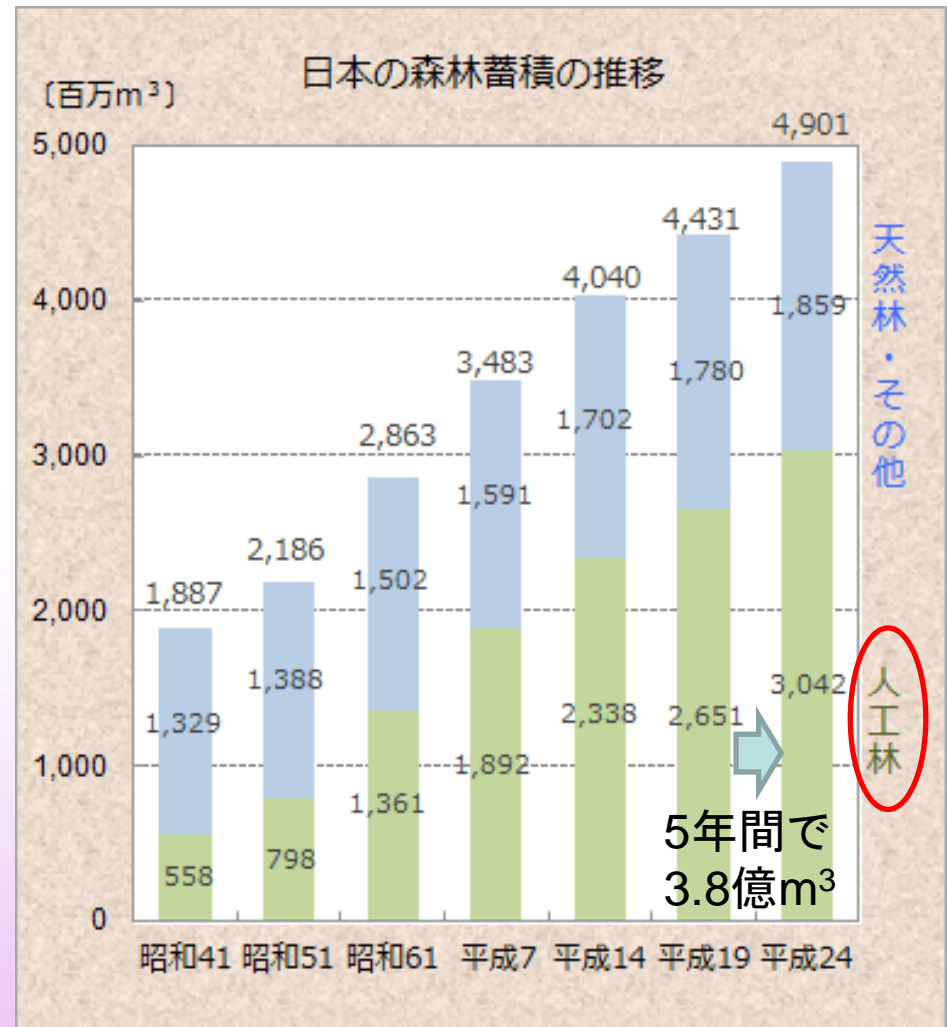
• イラン222

• インド278

• ブラジル197

日本の人工林ではセルロースナノファイバーが 毎年1500万トン増えています。

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、その半分はセルロースナノファイバーなので、人工林で毎年1500万トンのセルロースナノファイバーが蓄積していることとなります。それは我が国における年間プラスチック消費量の約1.5倍の量に匹敵します。

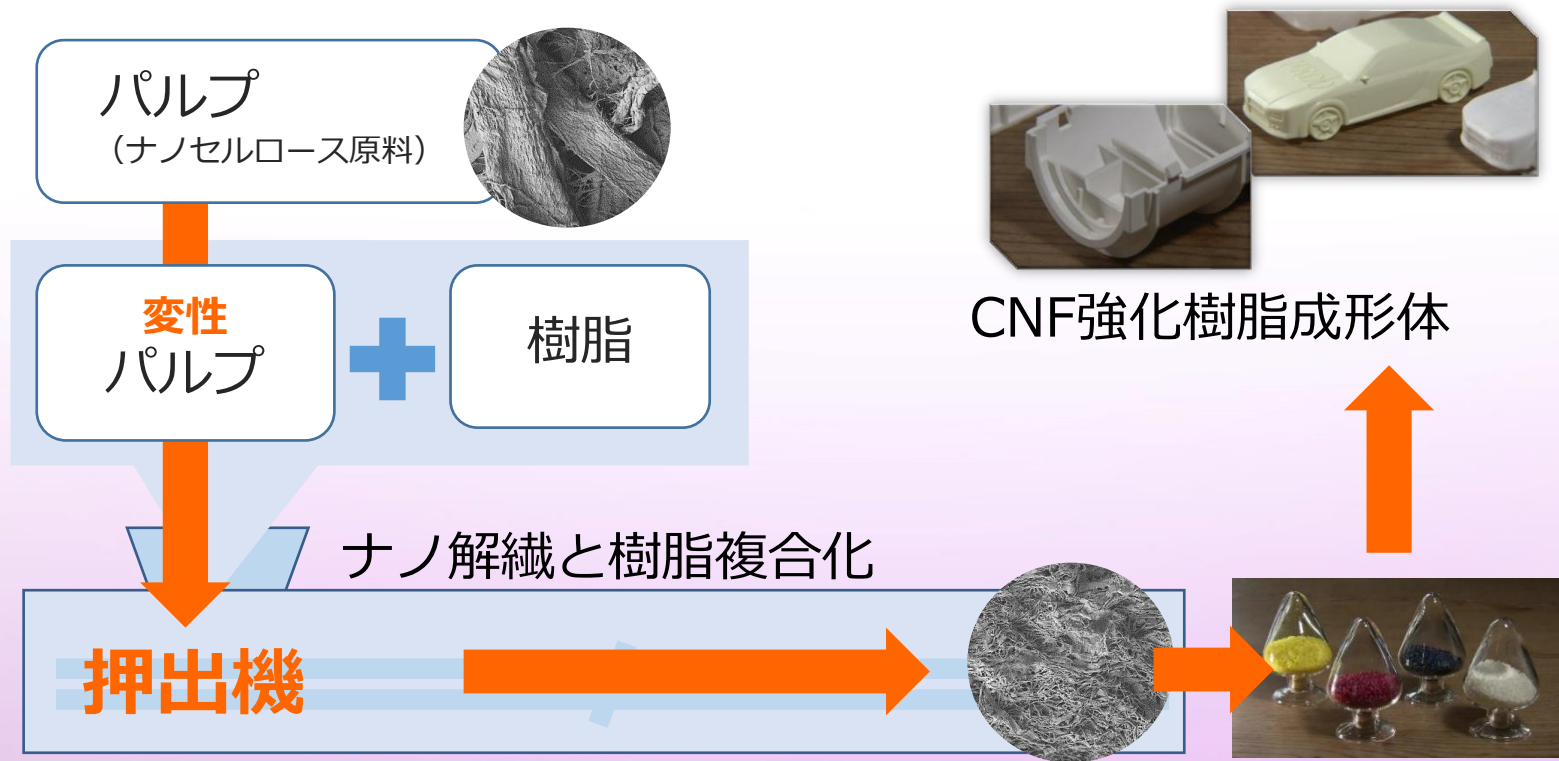


『パルプ直接混練法』“京都プロセス”

2010-2012

繊維のナノ化と熱可塑性樹脂への均一分散を同時に達成。

➡ 製造コストの大幅削減！





「非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発／
木質系バイオマスから化学品までの一貫製造プロセスの開発」

高機能リグノセルロースナノファイバーの 一貫製造技術と部材化技術開発

(2013年度～2019年度 7年間)

○京都大学、王子ホールディングス(株)、日本製紙(株)、
星光PMC(株)、(地独)京都市産業技術研究所

非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発

研究開発項目①(助成事業)(2013年～2016年:4年間:終了)

- ・植物イソプレノイド由来高機能バイオポリマーの開発
- ・非可食性バイオマス由来フルフルール法THF製造技術開発

2013-2019

研究開発項目②(委託事業)(2013年～2019年:7年間)

- ・高機能リグノCNFの一貫製造技術と部材化技術
- ・CNF安全性評価手法の開発(2017年～2019年)
- ・木質系バイオマスの効果的利用に向けた特性評価(2017年～2019年)
- ・木質バイオマスから各種化学品原料の一貫製造プロセスの開発

CNF関連
テーマ

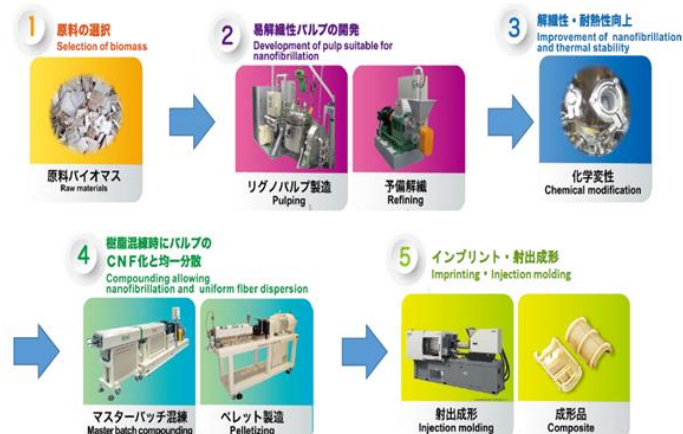
	2013FY	2014FY	2015FY	2016FY	2017FY	2018FY	2019FY
研究開発項目① (助成事業)						現在	
研究開発項目② (委託事業)							

NEDOプロ「非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発」 CNF関連テーマ(1)



高機能リグノCNFの一貫製造技術と部材化技術 【H25～31年度】

・木材や竹等の木質系バイオマスから有効成分を分離し、高機能なリグノCNFの一貫製造プロセスを開発。・さらに、リグニンの熱可塑性を利用し、高植物度、高弾性率、低線熱膨張の熱可塑性成形体を開発



サンプル提供

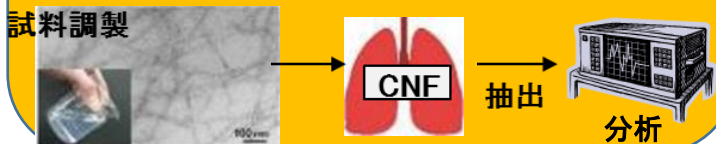
結果報告

結果報告

サンプル提供

CNF安全性評価手法の開発 【H29～31年度】

・分析及び有害性試験手法の開発及び排出・暴露評価手法の開発
・手法と適用事例・評価事例をとりまとめた手順書等を策定



木質系バイオマスの効果的利用に向けた特性評価 【H29～31年度】

・木質系バイオマスの特性解析、パルプ特性解析、CNF特性解析、CNF用途適性評価により得られた結果を総合的に解析。
・用途に応じて効率的に高性能CNFを製造できるような原料評価手法を確立

◆各個別テーマの成果と意義

京都プロセスのスケールアップと発展

- ①原料特性の検討
- ②京都プロセス好適パルプの大量製造
- ③ポリマー個別アセチル化処理の検討

②易解繊性トドマツパルプの大量製造

原料チップ: 1.3トン



4トン地球釜

④様々なCNF強化樹脂グレードの開発



- 1. 高耐熱用途
CNF強化PA6
 - 2. 自動車・家電・建築用途CNF強化PP
- ①標準、②耐衝撃・低線熱膨張、高耐衝撃・超低線熱膨張グレード

1 原料の選択
Selection of biomass



原料バイオマス
Raw materials

2 易解繊性パルプの開発
Development of pulp suitable for nanofibrillation



リグノパルプ製造
Pulping



予備解繊
Refining

3 解繊性・耐熱性向上
Improvement of nanofibrillation and thermal stability



化学変性
Chemical modification

4 樹脂混練時にパルプのCNF化と均一分散
Compounding allowing nanofibrillation and uniform fiber dispersion



マスターバッチ混練
Master batch compounding



ペレット製造
Pelletizing

5

インプリント・射出成形



射出成形
Injection molding

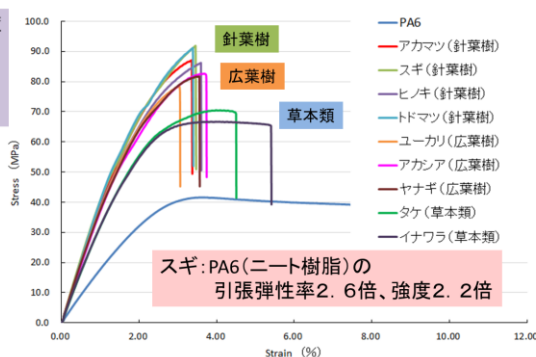


成形品
Composite

①樹種依存性



・コンジット強度
10%CNF/PA6
直線引張試験
1mmダンベル



引張特性	針葉樹					広葉樹			草本類	
	PA6	アカマツ	スギ	ヒノキ	トドマツ	ユーカリ	アカシア	ヤナギ	タケ	イナワラ
弾性率 (GPa)	1.70	4.26	4.44	3.84	4.22	3.88	3.71	3.82	3.12	3.11
強度 (MPa)	41.6	86.7	91.6	86.6	88.9	77.7	82.5	81.7	70.3	66.6
伸び率 (%)	>100	3.34	3.33	3.54	3.11	3.14	3.72	7.04	4.40	5.51
繊維率 (%)		8.3	9.9	9.4	8.8	9.9	10.1	9.6	10.4	9.9

③化学変性: 触媒検討、他



⑤京都プロセステストプラントの建設

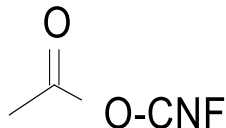
⑥開発部材例



左: エンジンカバー
中: ドアトリム
右: スピーカ部材

京都プロセスによるテストプラント

アセチル化CNF/PA6, etc.
10t/年 (10%CNF/樹脂ベース)



富士工場、日本製紙 2017

朝日新聞 2017年7月12日 朝刊 29ページ 静岡

CNF 生産設備、富士に



CNF実証生産設備が完成した日本製紙富士工場吉永=同社提供

セルロースナノファイバー

木を原料としながら強度は鋼鉄の5倍。夢の新素材といわれる「セルロースナノファイバー」(CNF)を使った強化樹脂の実証生産設備試験用施設が先月、日本製紙(東京都千代田区)の富士工場(富士市比奈)にて完成し、試運転を始めた。CNFの生産設備は県内では初という。豊富な森林資源を持つ県、富士市とともに、新産業の成長に大きな期待を寄せている。

高く伸びた幹を支える樹の主成分セルロースを解き木の植物繊維は、建造物の「骨」をなすCNFは、1本の鉄筋の長さ(約3メートル)は10倍分の1と髪の毛の10分の1程度という。植物繊維は、1本の鉄筋の長さ(約3メートル)は10倍分の1と髪の毛の10分の1程度という。

原料は木・強度は鋼鉄の5倍「夢の新素材」

日本製紙工場 森林資源活用、新産業成長に期待

の1万分の1程度。軽量で強く、熱による変形も少ないのが特徴。国内の豊富な森林資源の活用につながることも、素材の強みだ。

CNFには様々な用途があるが、約3億円をかけて建設した富士市の設備では樹脂(アラブジン)に混ぜて強化樹脂を生産する。軽量化で燃費が向上する自動車部品などに最も用途の伸びが見込まれる。経済産業省の委託調査では、自動車用の潜在需要は2030年には最大6千億円と推計されている。同社は、自動車や電機など他企業での応用研究にもサンプルを販売する方針で、今年度末までに年間約10トンの生産態勢を整える予定という。

設備は、すでに生産を止めている製紙工場の建屋の一角に造られた。「ペーパーレス」化で印刷用や新聞紙の需要が減る中で、同社の製紙の生産規模は最盛期の数分の1まで減っている。製紙原料として育てた広大な社有林を保有しており、その資源を生かせるCNFは将来の中核事業に育つ可能性もある。実証生産

の責任者になる河崎雅行CNF研究所長(66)は「研究の主眼は生産コストをいかに下げるかや、強度や成形性(加工のしやすさ)を向上させること」と話す。

多くの製紙工場を抱える富士市もCNF産業の成長に期待する。16年度から市内の企業と研究機関の共同研究やCNFのサンプル購入に補助金を出す「実用化推進事業」を開始。事業拡大する企業に固定資産税・都市計画税相当額を返却する「企業立地促進奨励金」の新制度では、通常は3年間の優遇措置をCNF製造では特例で年間とした。日本製紙も対象になる見込みだ。(六分一真史)

政府は2014年の「日本再興戦略」改訂にCNFの研究推進を盛り込み、実用化に向けた産官学の「ナノセルロースフォーラム」を設立。消臭効果を利用した紙おむつや水になじみやすい性質を生かしたボールペンの添加剤などはすでに商品化されている。日本製紙は宮城県や山口県にも生産工場を持つ。海外でも欧米や中国などが研究に取り組んでいるが、実用化では日本が先行しているという。

環境省NCVプロジェクトに
NEDOプロジェクト参画企業
からCNF材料を提供。



京都プロセスに基づくテストプラ
ント(ASA処理・アセチル化処理)



CC(=O)OCNF

O-CNF

富士工場、日本製紙、
2017建設

ルーフパネル (PC-CNF 15) トヨタ自動車東日本

バックアガラス (PC-CNF 15) トヨタ自動車東日本

リアホイラー (PP-CNF 10) キョーラク

ドアアウトパネル (PP-CNF 10) トヨタ紡織

ドアトリム (PP-CNF 10) トヨタ紡織

ホイールフィン (PA6-CNF 10) 京都大学

ルーフサイドレール (AI/CNF 紙) 昭和丸筒

パケトレフロントカバー (PP-CNF 10) イノアック

アンダーカバー (PP-CNF 10) キョーラク

バッテリーキャリア (PP-CNF 10) トヨタ車体 参考出展

フア7部材 (Epoxy-CNF) 金工大、TCD

バンパーサイド (PA6-CNF 10) 京都大学

ホンネット (CNF 100) 利昌工業

ノックアウト

NCVプロジェクト評価

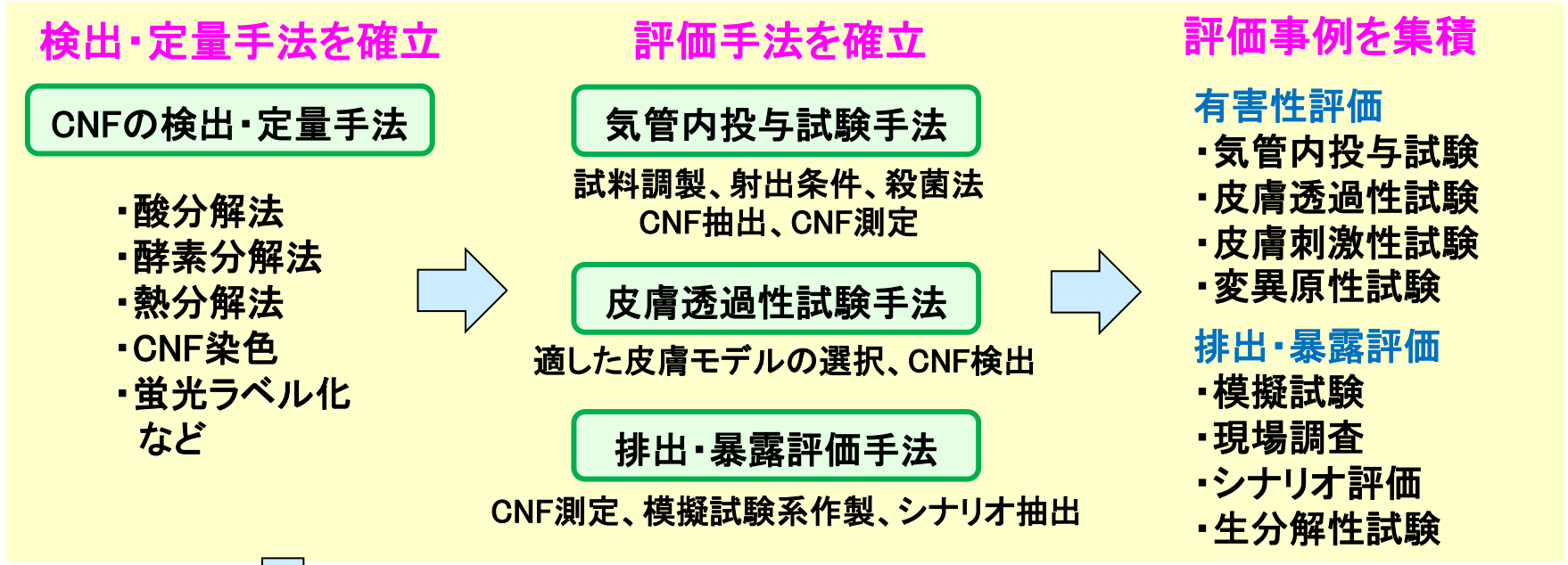
環境省NCVプロジェクトにおいて京都プロセス製造品について12種類の自動車用部材を成形、評価。赤丸は京都プロセス製造材料部品。

◆各個別テーマの成果と意義

テーマ2) CNF安全性評価手法の開発

背景 CNFの検出・定量が難しい 安全性評価手法が未確立 安全性評価事例が不足

成果



意義

手順書・事例集の公開

評価手法/評価事例

より安全なCNF製品の開発や適切な安全管理を支援
→CNFの開発と普及を促進

事業者・委託試験機関

◆各個別テーマの成果と意義

テーマ3) 木質系バイオマス特性評価

背景 CNFの効率的な製造、CNFの効果的な利用により、CNFの利用促進を図る。

成果

針葉樹・広葉樹・タケにおいて原料・パルプ・CNFの各特性を明らかにした。

CNF利用製品のCNFの利用適性を明らかにした。

①木質系バイオマス
29年度:各種スギ
30年度:カラマツ、トドマツ、コウヨウザン、シラカンバ
31年度:タケ、ユーカリ)

②パルプ化 (KP/ソーダAQ)

③CNF化 (斜向衝突・ボール衝突・酵素・湿式・TEMPO処理・グラインダー・京都プロセス)

- i 機能性添加剤 (増粘剤、インク(ボールペン)、水性屋外木部用塗料、接着剤(化粧合板用))
- ii 高機能日用品(エアークリナー、ゴム(シューズ))
- iii 京都プロセスの各々に最適なCNFの特性の明確化

⑤CNF原料評価手法の開発:各材料で上記のデータを横断的にまとめる

意義

- CNFの品質管理につながる
- CNF原料評価書の公開



原料・パルプ・CNF評価手法/利用適性の評価事例

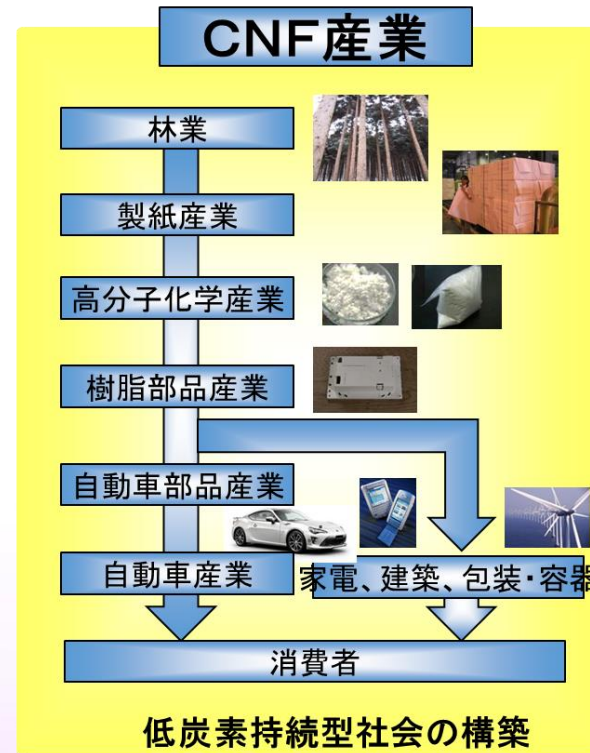


→CNFの開発と普及を促進

事業者・委託試験機関

バイオエコノミー：21世紀型のモノづくりはベジタリアン

1960 - 2001 - 2003 - 2005 - 2012 - NOW



本事業は、カーボンニュートラルな高性能素材であるCNFについて、世界で初めて林業から最終部素材までを異分野連携で繋ぎ、新たな産業創生に大きく貢献

高機能リグノCNFの一貫製造技術と部材化技術

【H25～31年度】 概要説明



京都大学生存圏研究所 矢野浩之



「非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発／
木質系バイオマスから化学品までの一貫製造プロセスの開発」

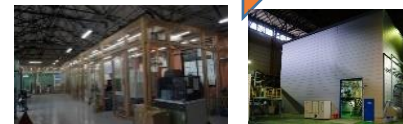
高機能リグノセルロースナノファイバーの 一貫製造技術と部材化技術開発

(2013年度～2019年度 7年間)

○京都大学、王子ホールディングス(株)、日本製紙(株)、
星光PMC(株)、(地独)京都市産業技術研究所

ナノセルロースに関する論文・著書数の推移と京都大学・京都市産技研における構造用CNF研究開発

京都プロセス™



リグノCNF

イノベーション拠点整備



グリーンサステイナブルケミカル



大学発事業創出

経産省

地域新生コンソーシアム



文科省

科研費基盤(B)

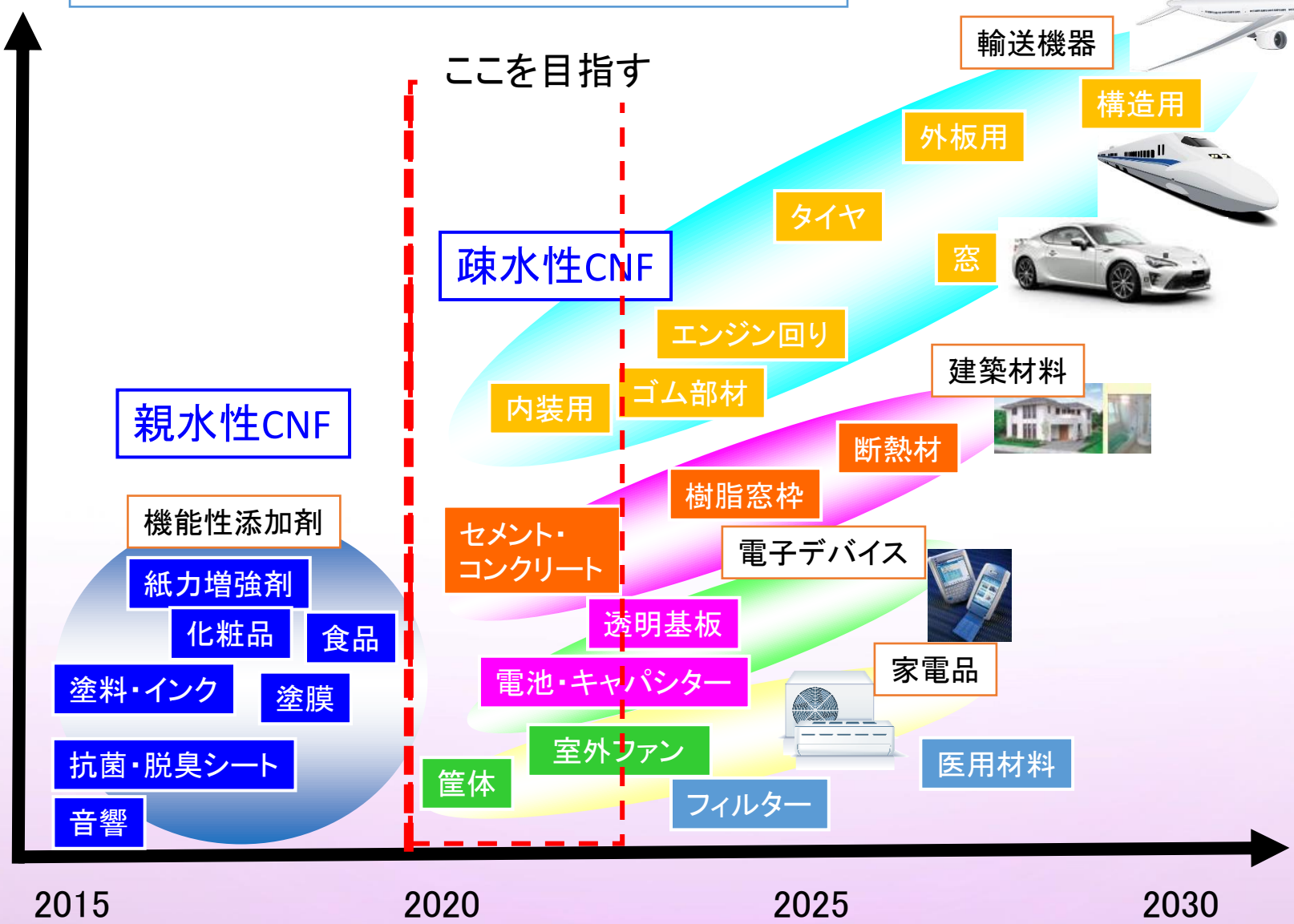
CNF材料特許



京都大学・京都市産技研：最もニーズがあり、技術ハードルも高い構造用途に特化

CNF材料の実用化時期と市場規模

市場規模



2015

2020

2025

2030

実用化時期

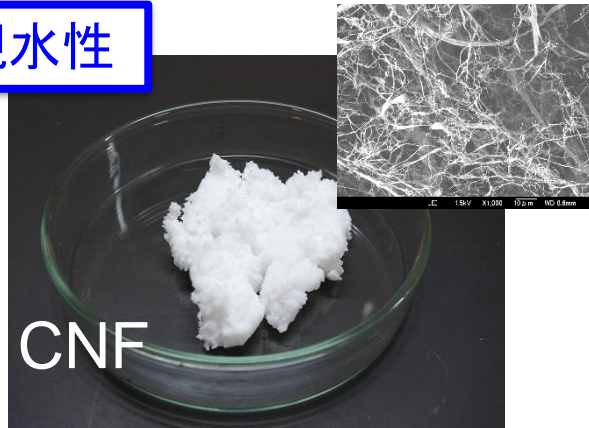
構造用途に向けた二つの技術課題

樹脂との相溶性

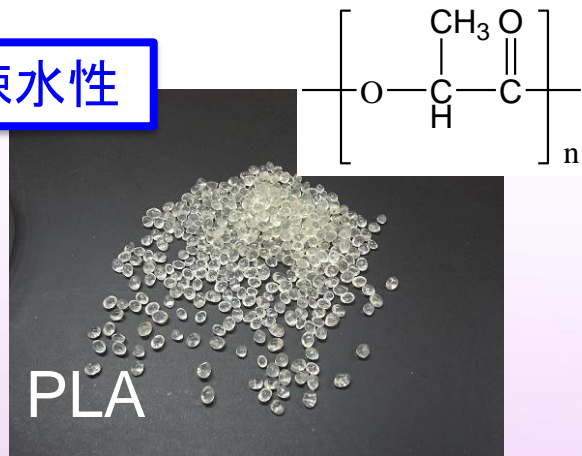
コスト

課題1：樹脂との相溶性

親水性



疎水性

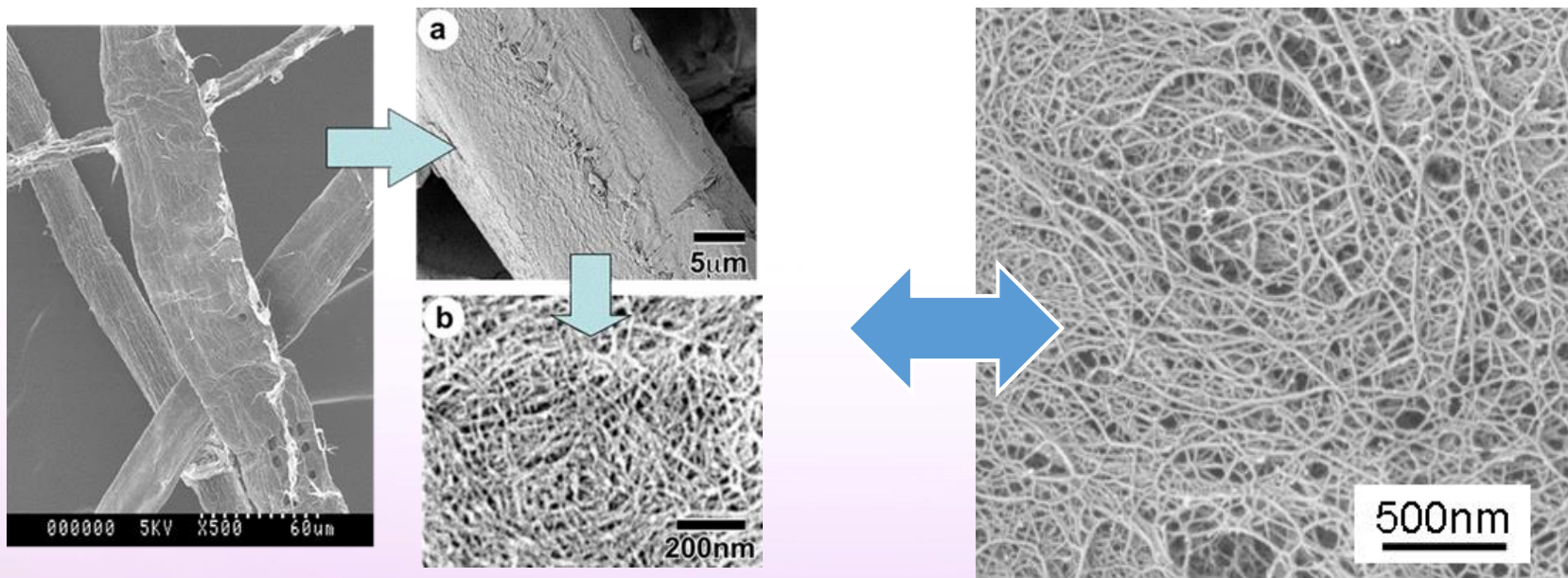


雪国

ラボプラストミルによる溶融混練 [PLA+CNF]

樹脂ペレットとCNF含水物を混合しながら乾燥・混練(2003)

課題2:コスト



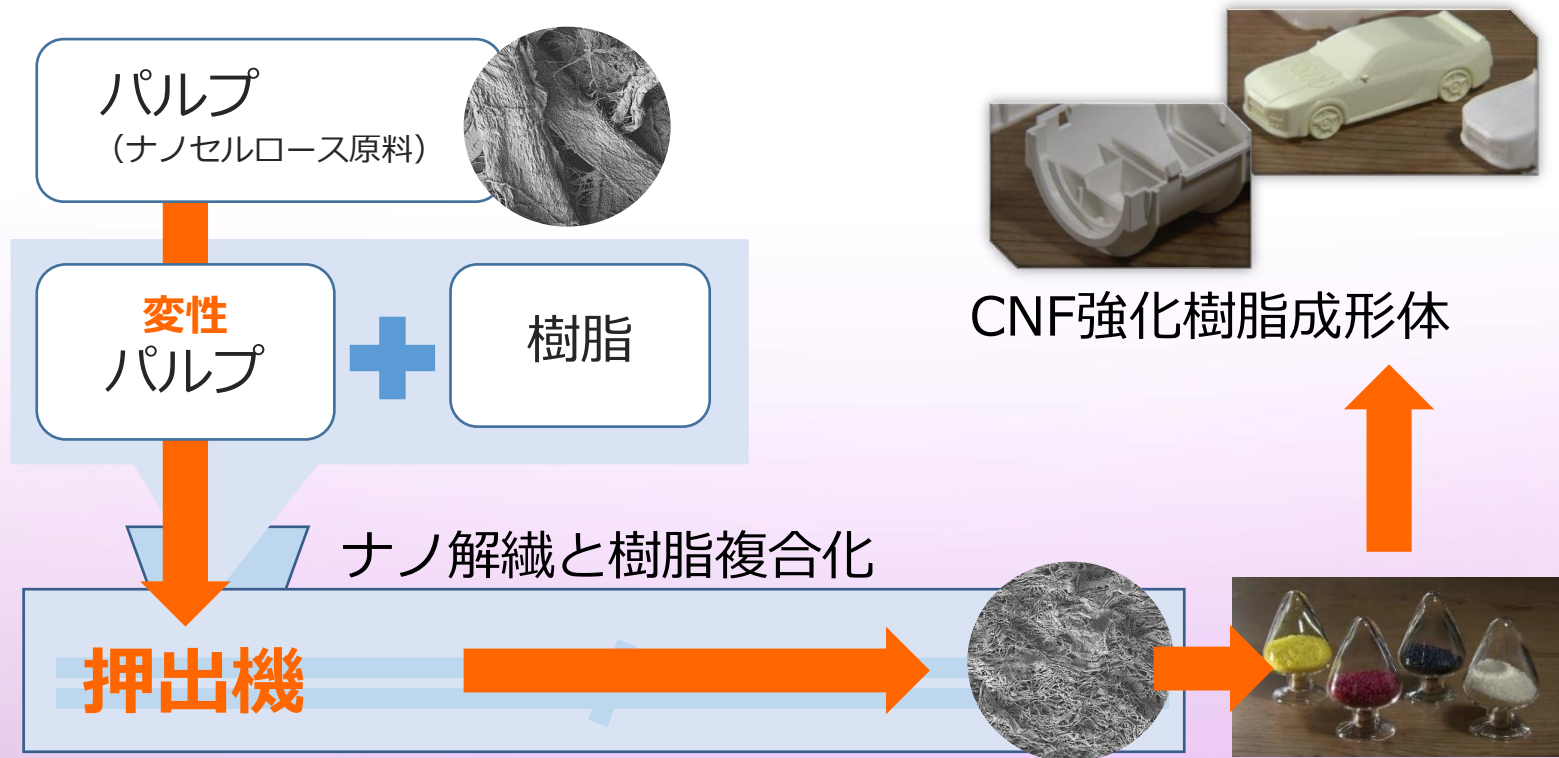
50円/kg

2,000-10,000円/kg

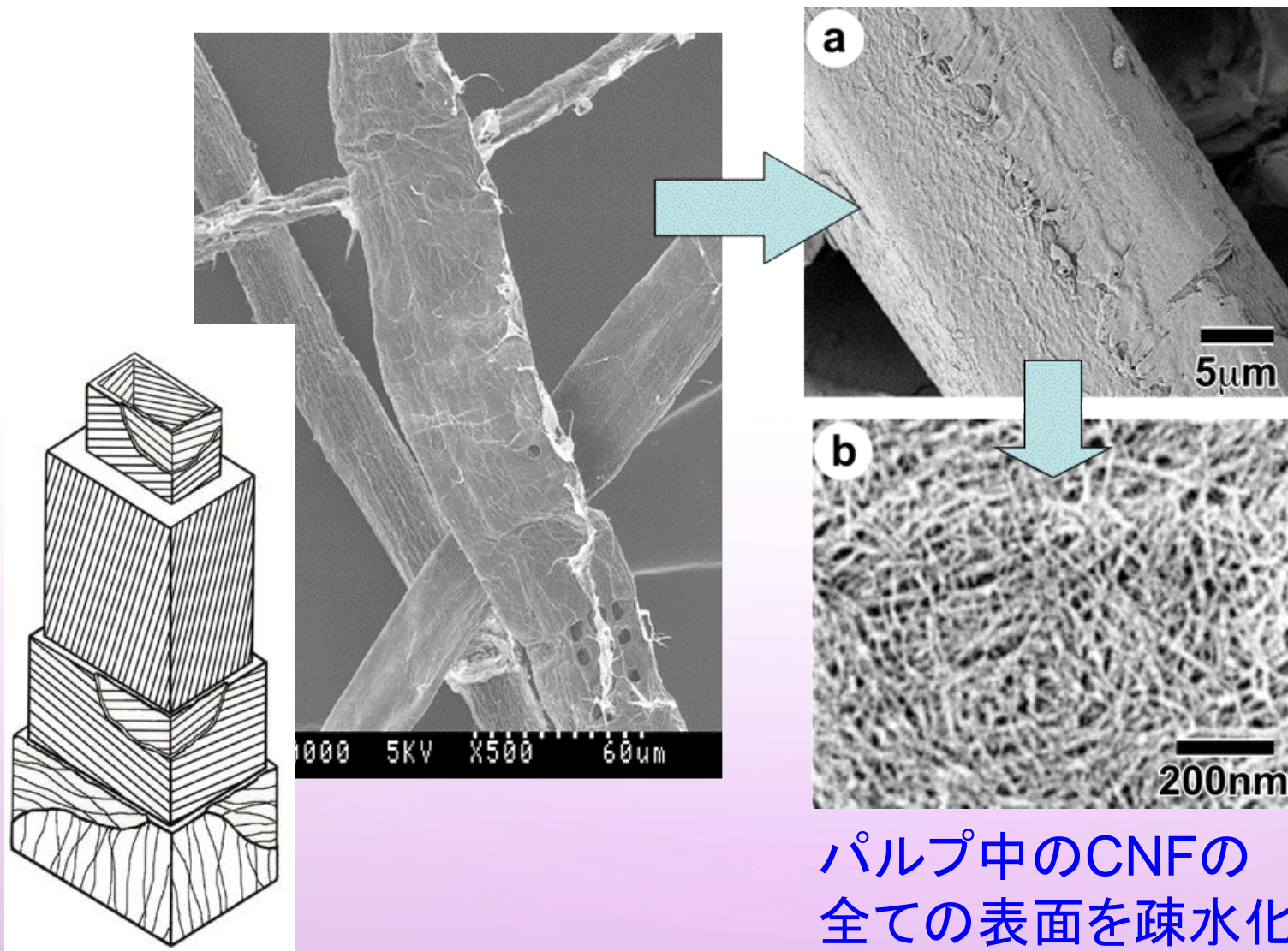
『パルプ直接混練法』“京都プロセス”

繊維のナノ化と熱可塑性樹脂への均一分散を同時に達成。

➡ 製造コストの大幅削減！

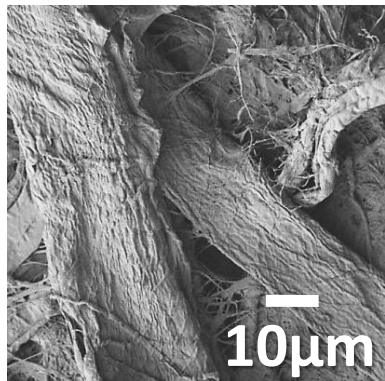


パルプのナノ構造



パルプ中のCNFの
全ての表面を疎水化！

ASA変性パルプ

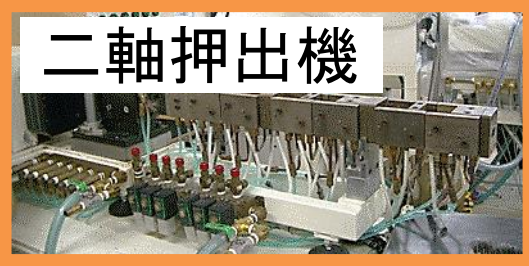


樹脂

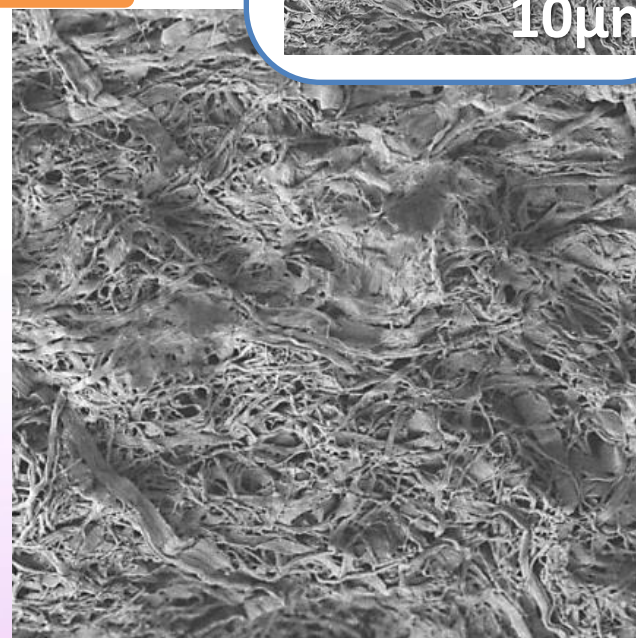
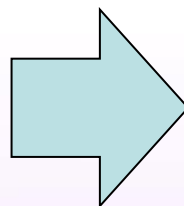
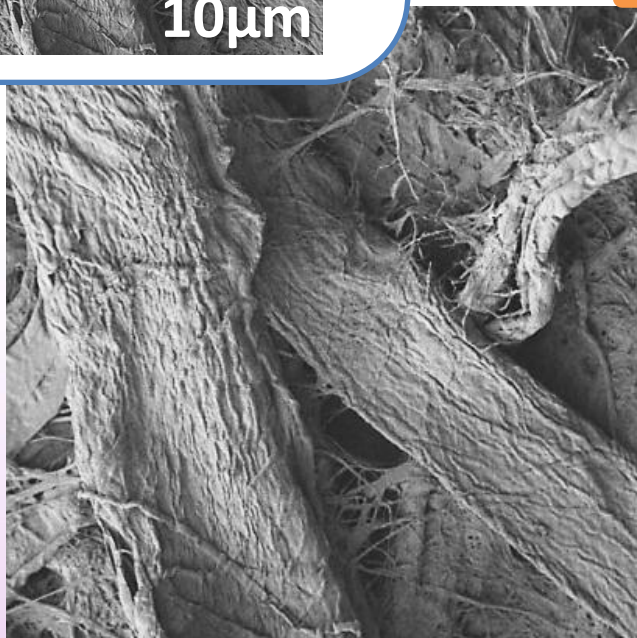
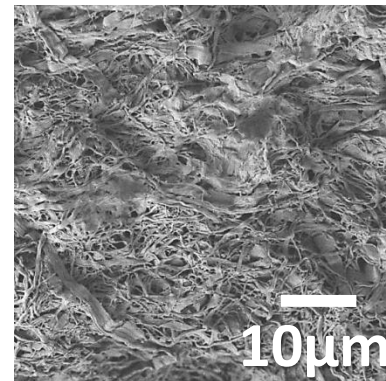
ナノ解繊

ナノ分散

二軸押出機



CNF強化材料

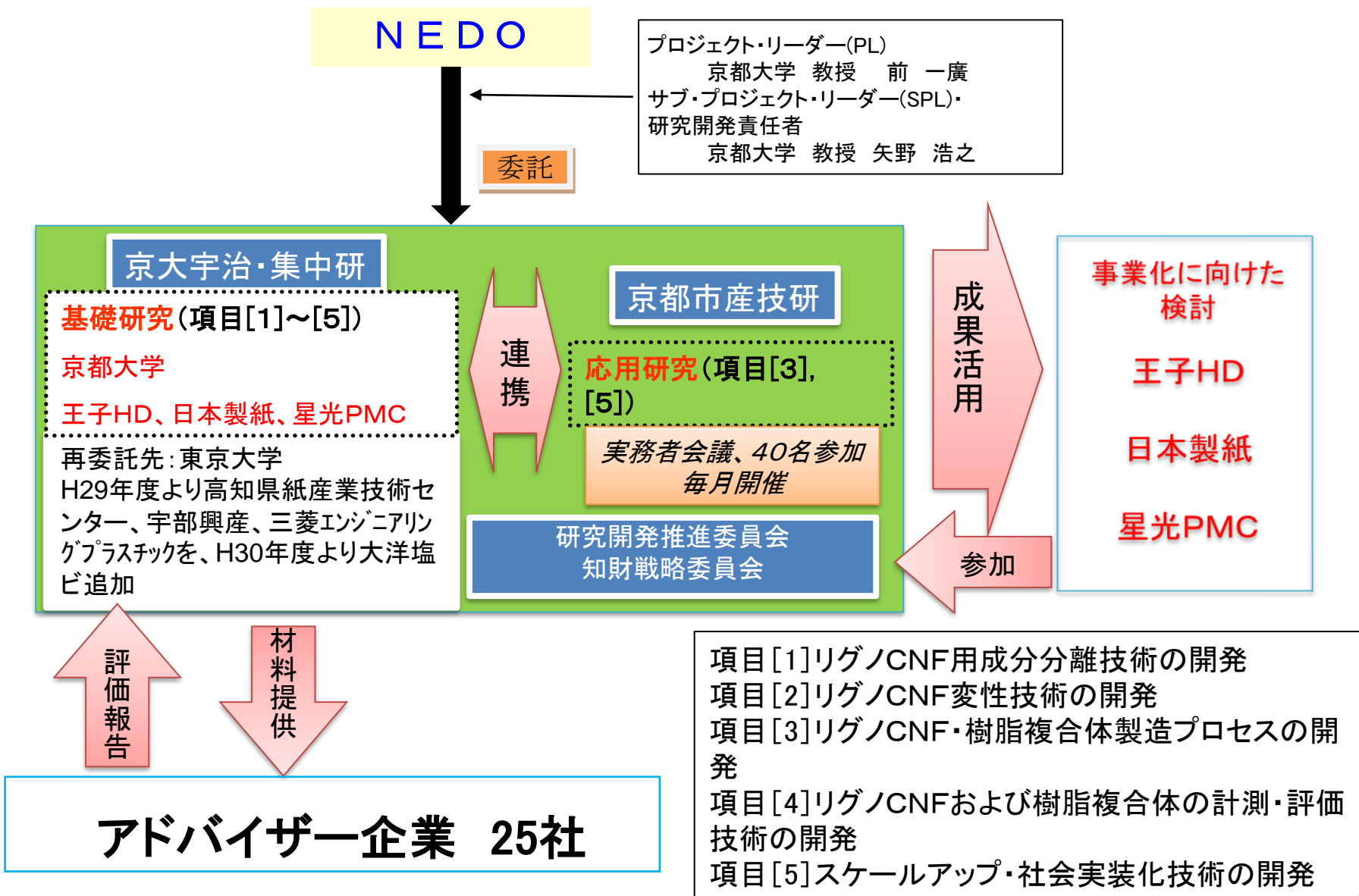


パルプ中のCNFの全ての表面を疎水化！

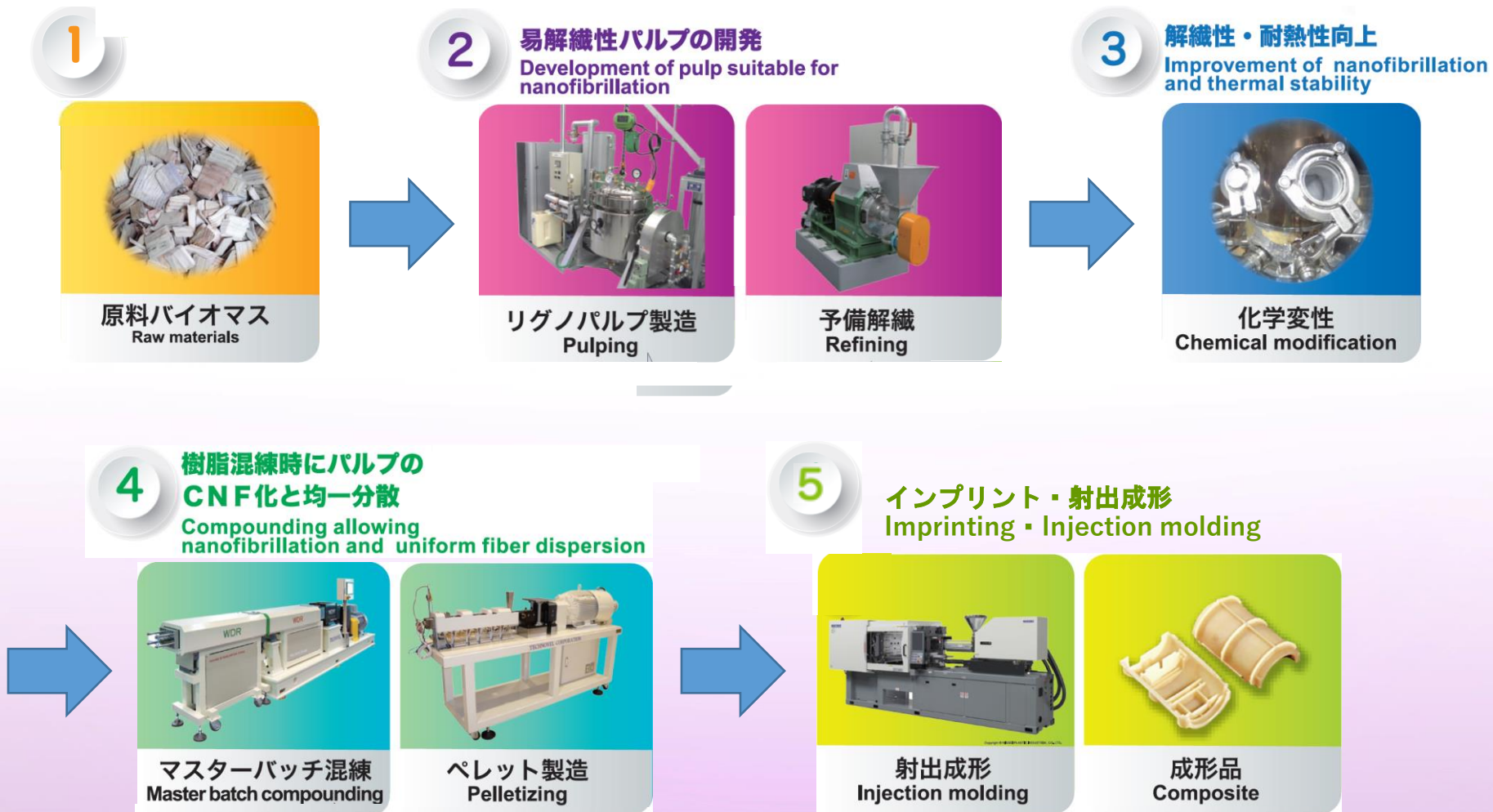
成形品から樹脂を除去して観察

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」事業

高機能リグノ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



CNF材料一貫製造プロセスの確立



京都プロセスの確立

②易解繊性トドマツパルプの大量製造

原料チップ: 1. 3トン



4トン地球釜

④様々なCNF強化樹脂グレードの開発



1. 高耐熱用途
CNF強化PA6
 2. 自動車・家電・建築用途CNF強化PP
- ①標準、②耐衝撃・低線熱膨張、高耐衝撃・超低線熱膨張グレード

1 原料の選択 Selection of biomass



原料バイオマス
Raw materials

2 易解繊性パルプの開発 Development of pulp suitable for nanofibrillation



リグノパルプ製造
Pulping



予備解繊
Refining

3 解繊性・耐熱性向上 Improvement of nanofibrillation and thermal stability



化学変性
Chemical modification

4 樹脂混練時にパルプのCNF化と均一分散 Compounding allowing nanofibrillation and uniform fiber dispersion



マスターバッチ混練
Master batch compounding



ペレット製造
Pelletizing



射出成形
Injection molding



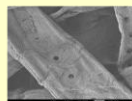
成形品
Composite

インプリント・射出成形

世界初の実用化一貫製造プロセス

①樹種依存性

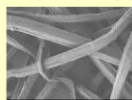
スギ



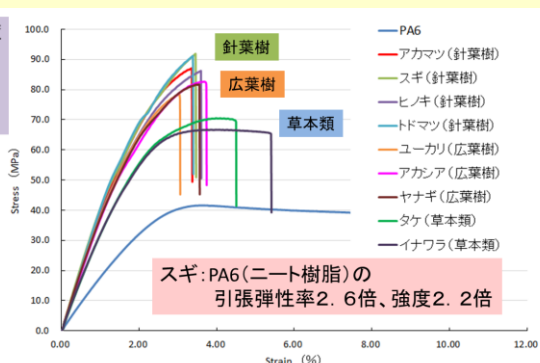
ユーカリ



モウソウチク



・コンポジット強度
10%CNF/PA6
直線引張試験
1mmダンベル



引張特性	PA6	針葉樹				広葉樹			草本類	
		アカマツ	スギ	ヒノキ	トドマツ	ユーカリ	アカシア	ヤナギ	タケ	イナワラ
弾性率 (GPa)	1.70	4.26	4.44	3.84	4.22	3.88	3.71	3.82	3.12	3.11
強度 (MPa)	41.6	86.7	91.6	86.6	88.9	77.7	82.5	81.7	70.3	66.6
伸び率 (%)	>100	3.34	3.33	3.54	3.11	3.14	3.72	7.04	4.40	5.51
繊維率 (%)		8.3	9.9	9.4	8.8	9.9	10.1	9.6	10.4	9.9

③化学変性: 触媒検討、他



⑤京都プロセステストプラントの建設



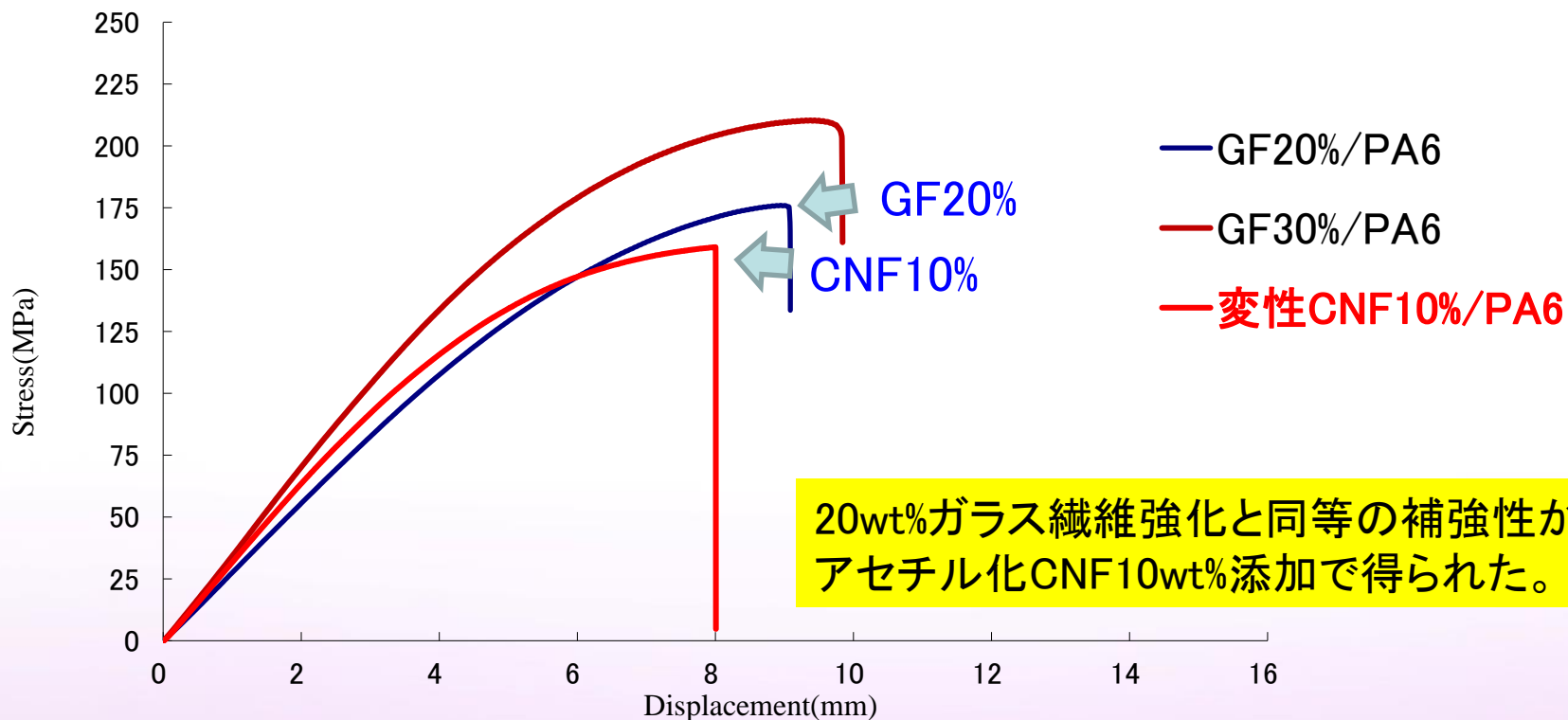
⑥開発部材例



左: エンジンカバー
中: ドアトリム
右: スピーカ部材

市販繊維強化材料(PA系)との比較:混練温度:230°C

CNF10wt%(アセチル化)でガラス繊維20wt%品と同等の強度



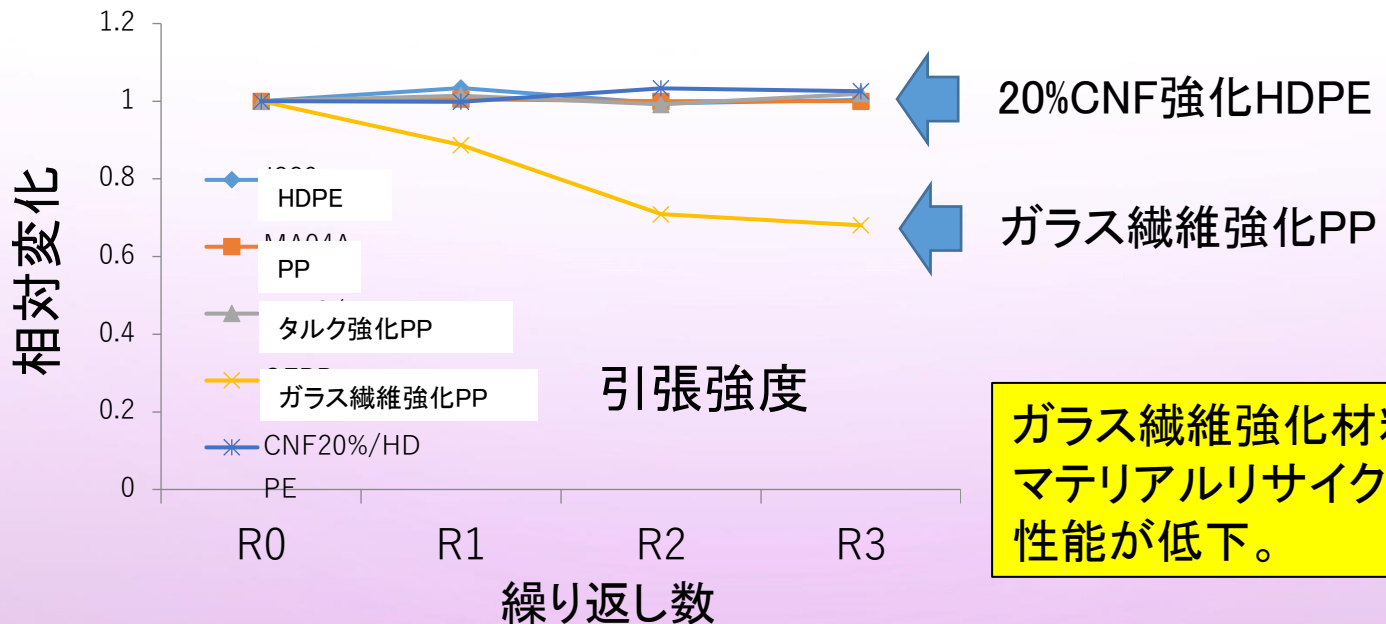
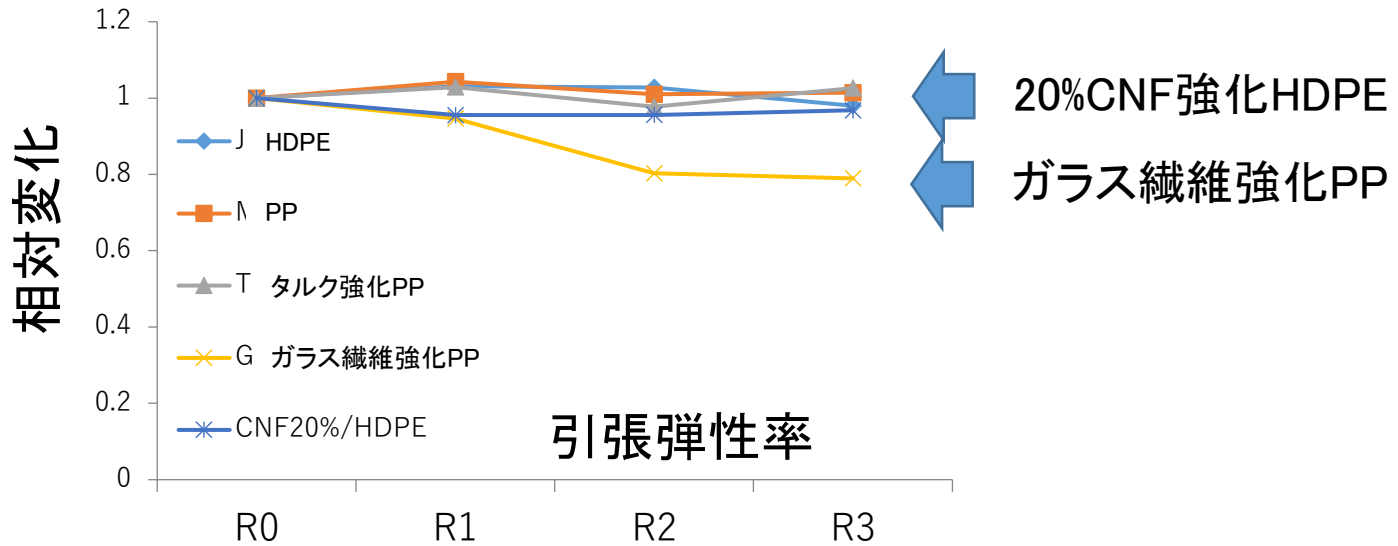
曲げ特性	PA6	GF20%/PA6	GF30%/PA6	CNF10%/PA6
弾性率 (GPa)	2.22	4.70	5.92	5.30
強度 (MPa)	91	175.7	210.8	160.0

京都プロセスによる様々な樹脂補強

10wt% CNF

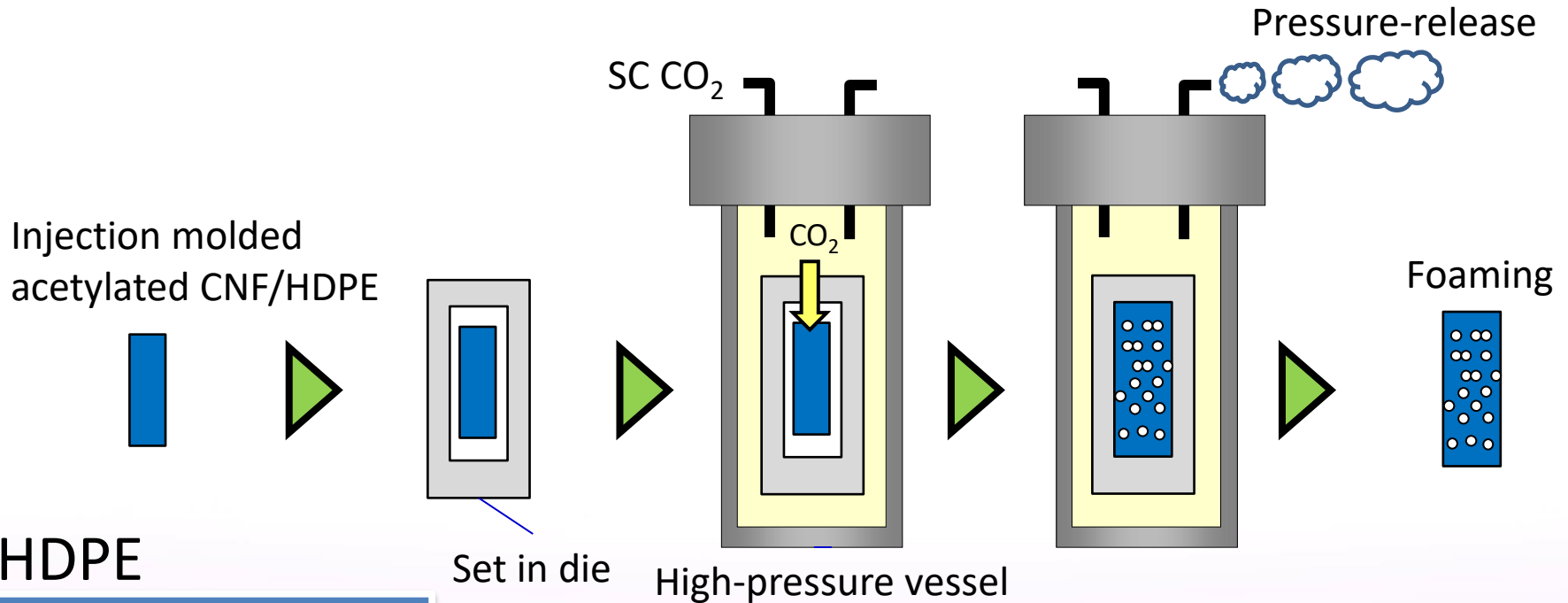
樹脂, 溶融温度	樹脂 E, GPa	CNF/樹脂 E, GPa	樹脂 曲げ強度, MPa	CNF/樹脂 曲げ強度, MPa
PA6, 225°C	2.22	5.34	91	157
POM, 166°C	2.29	5.35	78	131
PLA, 170°C	3.41	6.40	108	119
ABS (200°C)	1.93	3.78	63	88
PA12, 175°C	1.24	3.15	52	89
PBT, 222°C	2.27	4.38	80	113
HDPE, 129°C	1.10	2.39	24	43
PP, 165°C	1.97	4.73	54	95

リサイクル性評価：成形→粉砕→成形

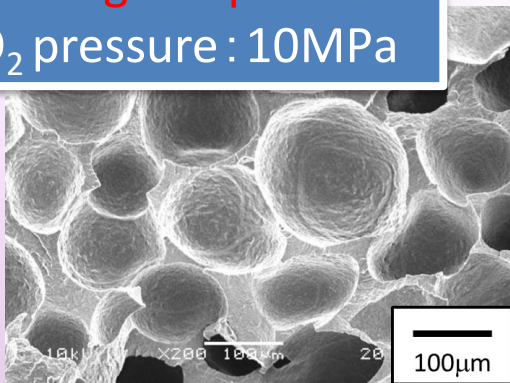


ガラス繊維強化材料は
マテリアルリサイクルで
性能が低下。

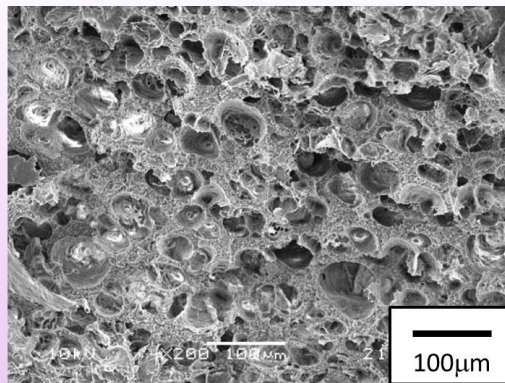
超臨界 CO₂による CNF強化樹脂の発泡 (PA6/HDPE)



Foaming temp.: 125°C
CO₂ pressure: 10MPa



HDPE foam
(SG: 0.46)

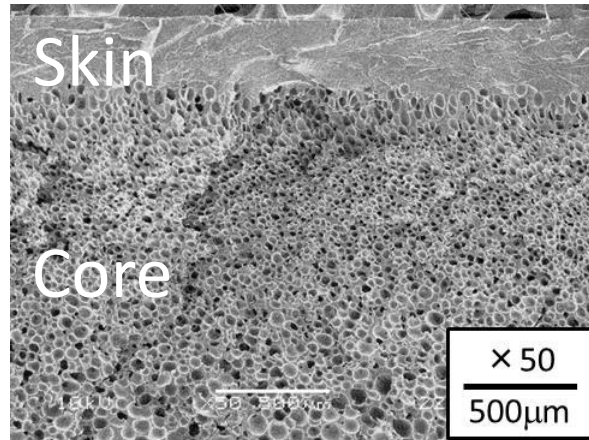


Treated CNF/HDPE foam
(SG: 0.44, CNF: 10%)

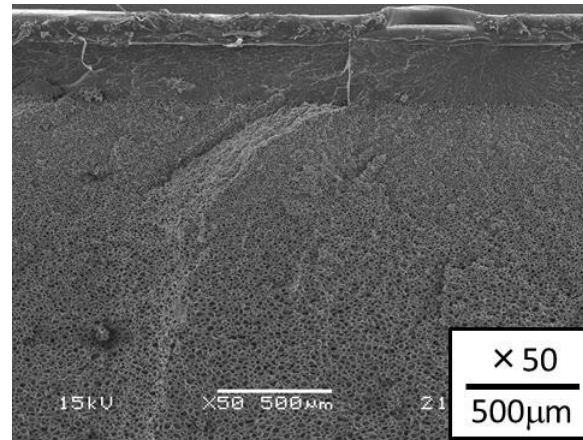


Itoh, et al., 2012

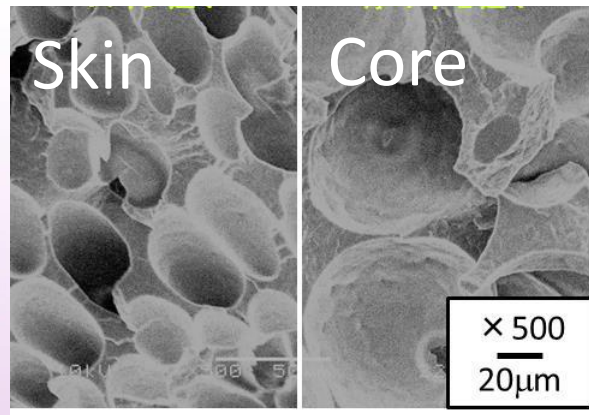
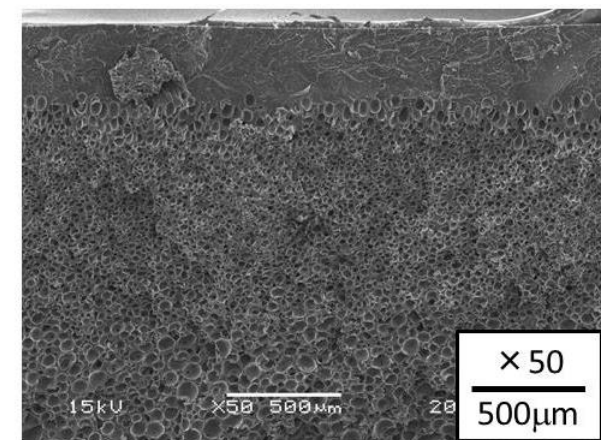
PA6



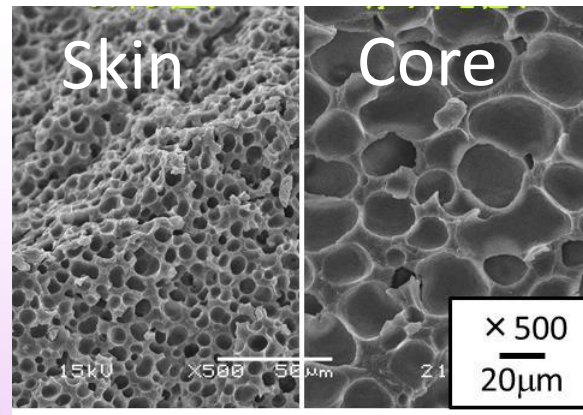
CNF/PA6



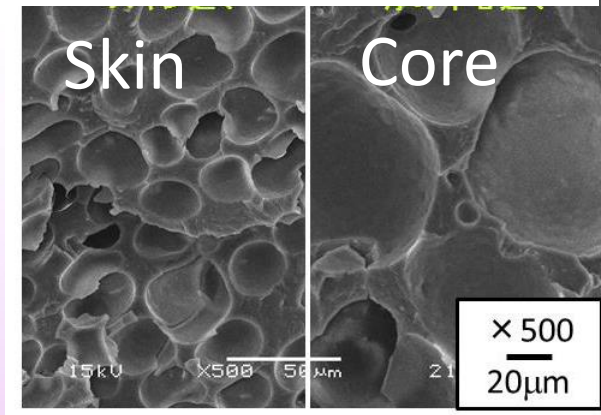
Inorganic/PA6



PA6 2.5times



Ac-CNF5% 2.5times



Inorganic filler 5% 2.5times

京大生存研に設置したテストプラント（最大製造能力:5t/年）



平成28年度から、
企業・公的研究機関にサンプル提供

提供するものは、

- ①変性パルプ
- ②変性パルプ/樹脂ブレンド品
- ③ 変性CNF複合樹脂マスターバッチ
- ④変性CNF複合樹脂ペレット

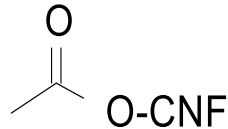


◆ベンチスケールおよび本プラント建設に向けた製造技術開発
◆サンプル提供、評価による材料開発、用途開発が促進され、
社会実装に向けた実用化開発が加速

大型産業資材に向けた異業種連携！

京都プロセスによるテストプラント

アセチル化CNF/PA6, etc.
10t/年 (10%CNF/樹脂ベース)



富士工場、日本製紙
2017

朝日新聞 2017年7月12日 朝刊 29ページ 静岡

セルロースナノファイバー

CNF 生産設備、富士に



原料は木・強度は鋼鉄の5倍「夢の新素材」

本を原料としながら強度は鋼鉄の5倍、夢の新素材といわれる「セルロースナノファイバー（CNF）」を使った強化樹脂の裏証生産設備試験用工場が先月、日本製紙（東京都平代田区）の富士工場専水・富士市比奈に完成し、試運転を始めた。CNFの生産設備は県内では初という。豊富な森林資源を持つ県、富士市とともに、新産業の成長に大きな期待を寄せている。

高く伸びた幹を支える樹の主成分セルロースを解き、木の植物繊維は、建造物のほくほくしたCNFは、1本の鉄筋のような丈夫な構造を、幅が3〜4メートル（手拭き紙の10倍）植物繊維は10倍分の1と髪の毛

日本製紙工場 森林資源活用、新産業成長に期待

の1万分の1程度。軽量で強く、熱による変形も少ないのが特徴。国内の豊富な森林資源の活用につながることも、素材の強みだ。

CNFには様々な用途があるが、約3億円をかけて建設した富士市の設備では、強化樹脂を生産する軽量化で燃費が向上する自動車部品などに最も用途の伸びが見込まれる。経済産業省の委託調査では、自動車用の潜在需要は2030年には最大6億円と推計されている。同社では、自動車や電気自動車他企業での応用研究にもサンプルを販売する方針で、今年度末までに年間約10トンの生産態勢を整える予定という。

設備は、すでに生産を止めている製紙工場の建屋の一角に造られた。「ペーパーレス」化で印刷用や新聞用紙の需要が減る中で、同社の製紙の生産規模は最盛期の数分の1まで減っている。製紙原料として育てた広大な社有林を保有しており、その資源を生かせるCNFは将来の中核事業に育つ可能性もある。裏証生産

（六分一裏証）

政府は2014年の「日本再興戦略」改訂にCNFの研究推進を盛り込み、実用化に向けた産官学の「ナノセルロースフォーラム」を設立。消臭効果を生かした紙おむつや水になじみやすい性質を生かしたボールペンの添加剤などはすでに商品化されている。日本製紙は宮城県や山口県にも生産工場を持つ。海外でも欧米や中国などが研究に取り組んでいるが、実用化では日本が先行しているという。

国内のCNF生産

の責任者になる河崎雅行CNF研究所長66は「研究の主眼は生産コストをいかに下げるかや、強度や成形性（加工のしやすさ）を向上させること」と話す。

富士市もCNF産地の成長に期待する。16年度から市内の企業と研究機関の共同研究やCNFのサンプル購入に補助金を出す「実用化推進事業」を開始。事業拡大する企業に固定資産税・都市計画税相当額を返却する「企業立地促進奨励金」の新制度では、通常は3年間の優遇措置をCNF製造では特例で5年間とした。

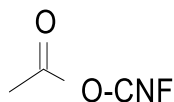
日本製紙も対象になる見込みだ。

朝日新聞, 2017/07/12

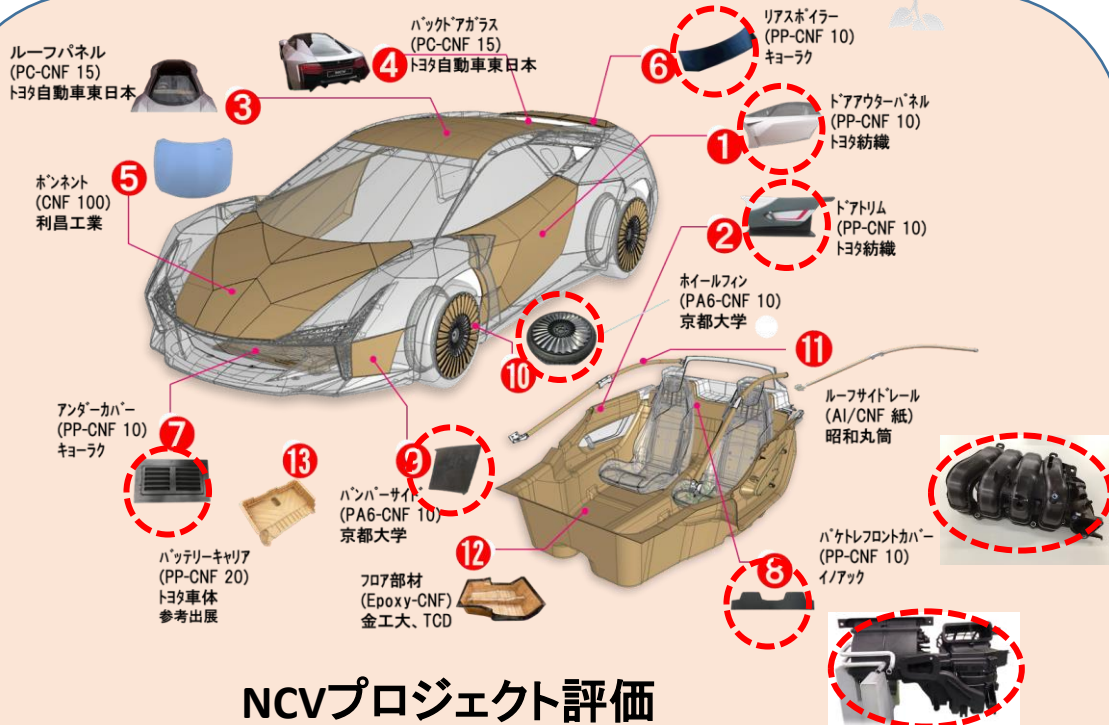
環境省NCVプロジェクトに
NEDOプロジェクト参画企業
からCNF材料を提供。



京都プロセスに基づくテストプラ
ント(ASA処理・アセチル化処理)



富士工場、日本製紙、
2017建設



NCVプロジェクト評価

環境省NCVプロジェクトにおいて京都プロセス製造品について12種類の
自動車用部材を成形、評価。赤丸は京都プロセス製造材料部品。

NCV PV

https://www.youtube.com/watch?v=28N0YEo_8Ls



2020.4.-

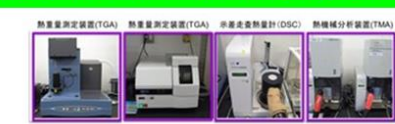
経産省J-Innovation HUB

バイオナノマテリアル共同研究拠点 に選抜



CNF構造材料の
社会実装支援

京都プロセス・テストプラント



2050 温室効果ガスゼロエミッションに向けたCNF・バイオマス材料の製造と評価

2005年にスタートした大型プロジェクトの中で15年かけて構築したセルロースナノファイバー材料の製造・加工・分析に関する装置群をユニット化し集約したシステムです。原料の木質バイオマスから始まり自動車・情報家電用材料、等の製造までを一気通貫で行う京都プロセステストプラントを核に、各製造工程ごとに材料の構造・特性を評価できます。

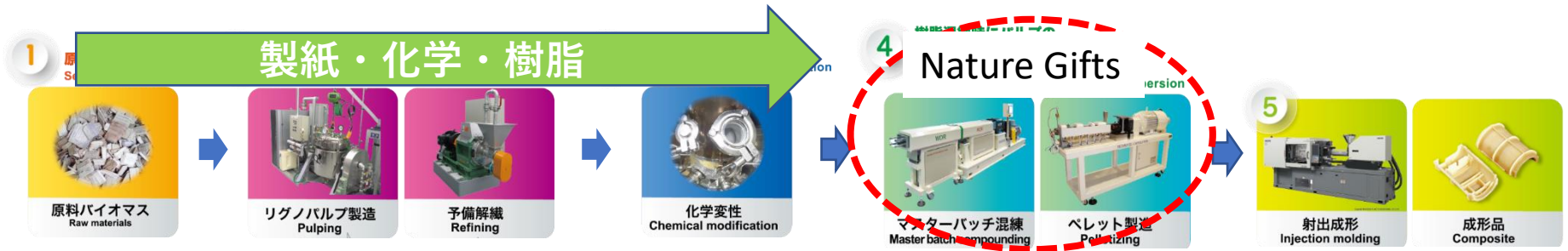
J-HUB「バイオナノマテリアル共同研究拠点」と連携して2050年温室効果ガスゼロエミッション達成の目標に向けて、脱炭素バイオマス材料の開発、社会実装を支援します。



京都プロセス・テストプラント

CNF材料の製造・販売を行うベンチャー

Nature Gifts (京都大学・ヘキサケミカル共同) : 2020/9/10設立
製紙会社・化学・樹脂会社と成形加工会社を繋ぐアンテナショップ



ここを繋ぐOI

川上と川下をつなぐ CNF材料のアンテナショップ

Nature Gifts Co. Ltd.
(株)ネイチャーギフト

2020/09/10設立

ネイチャーギフトは、セルロースナノファイバー(植物繊維をナノレベルまで解繊した軽量、高強度のナノ繊維、以下CNF)で強化した樹脂材料の製造・販売を主力事業としています。ポリプロピレン(PP)やポリエチレン(PE)などの汎用性プラスチック、ナイロン6などのエンジニアリングプラスチックをベースとしたCNF材料の製造・販売に加えて、バイオ材料としてのCNFの特徴を活かしてバイオPEなどのバイオプラスチックと組み合わせたオールバイオ材料の開発にも取り組んでいきます。

思考 タル

製品の仕上がりの存在感が、開発するプロセスを始める前に、コロナ禍で生産現場で手配に力を入れている企業は、品質の高い眠り... 買の... 質の高い眠り... 買の... 質の高い眠り...

硬さの目安



反発力がカギ... 一般的な反発力の目安は、と深くはな... 反発力がカギ... 一般的な反発力の目安は、と深くはな...

2号フア

UM

CNF社会実装へ 京大発V Bが誕生

京都プロセス商業化

セルロースナノファイバー(CNF)研究の第一人者である京都大学の矢野浩二教授とヘキサケミカル(大阪府東淀川)は、共同で株式会社「ネチャーギフト」を立ち上げ、CNFの社会実装を加速させる「京都プロセス」によるCNFを商業化に向けたコンパウンドを開発し、パートナー企業と連携し、自前またはさまざまな業界に活用できる多岐にわたる分野に展開した京都プロセスは、CNFとしてのCNFの活用が可能な、ヘキサケミカルとのコンパウンド、MB技術が加わることで商業実装のめどがたつた。今月上旬に設立する。



左からヘキサケミカルの福井孝典CEO、新会社の代表に就く石井、京大の矢野教授、ヘキサケミカルの石井俊一社長... 本材の中に含まれる繊維を、サイズを揃え、均一分散が高まるようにCNFは、繊維の5分の1の長さで50倍以上の強度を持つ。熱による変形が小さいのも特徴で、食品や化粧品、日用品などに利用が広がっているが、本命とされるCNFの強化樹脂として大学が商業化に向けて研究開発がはじまっている。矢野教授の研究グループでは、原料からCNFを強化樹脂へと連続的に生産する京都プロセスによるCNFの社会実装を自前で行う。京都府産業技術研究所など開発し、新エネルギー産業技術開発機構、V BのOの支援を受け、研究を進める。同プロセスは、CNFの表面にケトン基を付与し、リソグロブを化学処理し、疎水性を付与し、樹脂と接着し、強化樹脂となる。アルファケンソウが、CNFと樹脂の界面を強化し、接着性を向上させる。同企業は、社会実装を...

CNF材料の社会実装はこれからが本番！



本研究の一部は「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品製造プロセス技術開発」事業一環として実施しました。

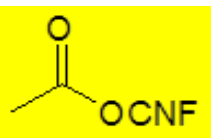
ご清聴ありがとうございました。

京都プロセスによる様々な樹脂補強



10wt% CNF

化学変性:
アセチル化処理



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

<提供標準グレード>

1. 高耐熱用途: CNF強化PA6

密度: 1.15-1.20g/cm³, E:4.5-5GPa, 曲げ強度:150-160MPa, Charpy:2-4kJ/m², CTE 30-40ppm/K

2. 自動車・家電・建築用汎用プラスチック: CNF強化PP

①高弾性グレード

密度:0.95-1.1g/cm³, E:4.0-4.5GPa, 曲げ強度:80-90MPa, Charpy:2-4kJ/m², CTE 40-50ppm/K

②標準グレード

密度:0.95-1.05g/cm³, E:3.2-3.8GPa, 曲げ強度:70-80MPa, Charpy:2-4kJ/m², CTE 40-50ppm/K

③耐衝撃・低線熱膨張グレード

密度:1.0-1.1g/cm³, E:1.6-1.8GPa, 曲げ強度:30-40MPa, Charpy:7-10kJ/m², CTE 30-40ppm/K

3. 低GHG材料・バイオエコノミー: CNF強化バイオPE

■アドバイザー企業評価: 25社

トヨタ車体、デンソー、ダイキョーニシカワ、東洋製罐ホールディング、小糸製作所、三菱ケミカル、しげる工業、オンキヨー、ティ・エステック、トヨタ紡織、ミロクテクノウッド、ニッタ、日本油機、コニカミノルタ、NISSHA 他

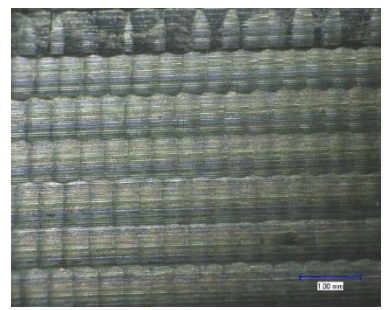
■各社製品に応じた独特の実用性能

- 例) ① **フォギングテスト** (自動車ヘッドライト、PP材/射出)
② **-30℃デュポン衝撃試験** (自動車ドアトリム、PP材/射出)
③ **スピーカー性能・音質試験** (スピーカー振動板、PP材/射出)
④ **1300トン大型射出成形機での射出発泡試作** (自動車エンジンカバー、トランクリッド、PA6材/射出)
⑤ **熱安定性: 成形温度付近での滞留試験** (自動車ドアトリム)
⑥ **成形同時加飾 (IMD) テスト** (自動車インパネ、スマホ、PP材、PA11、PC・ABS材/射出、射出発泡)
⑦ **生分解特性** (PBS材、CNF混合品)
⑧ **燃料パイプとしてのCTE** (PA11材、押出) 他

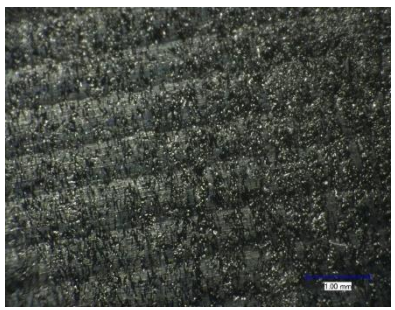
■ダイキョーニシカワ(株)



a) エンジンカバー ※伊勢志摩サミットでの展示
 b) トランクリッド(アンダー)



CNF5%/PA6



GF30%/PA6

<エンジンカバー試作品の表面性状>

■テイ・エス テック(株)



c) ドアトリム
 d) 座席リクラカバー

Door成形品 製品試験結果

5/6

試験項目		PP + CNF10% Door成形品
		結果
環境特性	耐光性	変色あり※
	耐熱性	変色無し
	耐湿性	変色無し
	耐冷湿熱サイクル性	変色無し
	耐寒衝撃性	割れ発生
表面特性	耐摩耗性	問題無し
	耐摩擦性	問題無し
	耐傷付き性	問題無し
	耐薬品性	異常無し
ガラス曇り特性	曇り性	問題無し
	耐水性	異常無し
臭気特性	臭気強度	強い臭気無し
	快・不快度	不快な臭気無し
法規	燃焼性	問題無し



※ 耐光性はHomo-PPもNGとなるため、CNFではなくベース樹脂の影響が大きいと考えられる。致命的な欠陥ではなく、耐光安定剤等で対策可能と考えられる。

【結果】
 CNF材はDoor製品物性の 耐寒衝撃 NG。

■ オンキヨー(株)

振動板成形

京都プロセス

190℃成形

190℃成形品

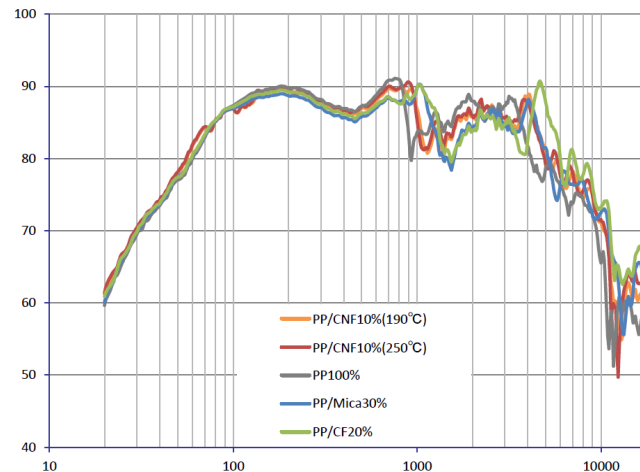


250℃成形

250℃成形品



250℃成形の方が 変色が大きく また 時間とともに 濃くなる。



音質

- ・CNFの良さが認められた。
- ・高域のヌケ、伸び、華やかさ等が得られ、また MicaやCFの様なきつさは 無かった。
- ・情報量が多い。

■ NISSHA(株)

NISSHAのエンボス等フィルムを用いたIMDでコアバック発泡成形を併用することで精細な表面凸凹意匠を残せる。ソリッドIMDの場合は保圧で凸凹が潰れる。

CNF材により薄肉精細化の嬉しさがある。

外観写真

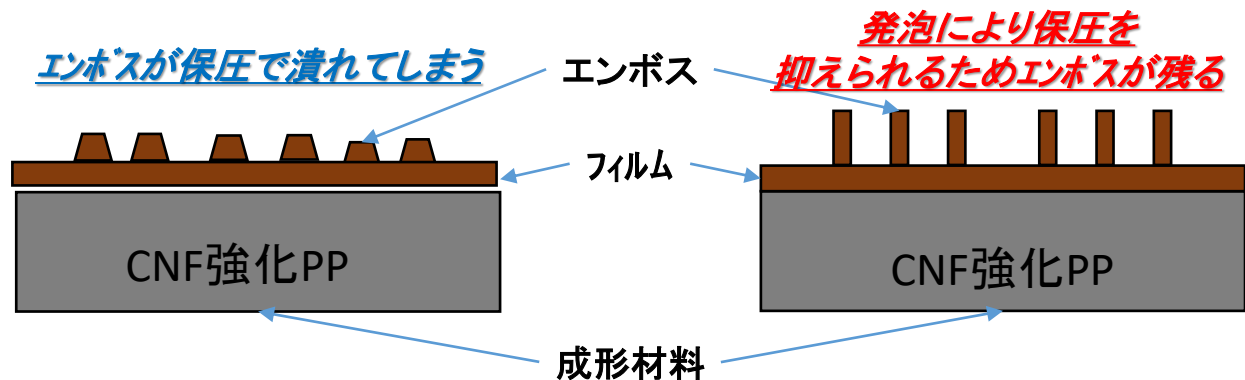
ソリッドIMD



コアバック発泡IMD



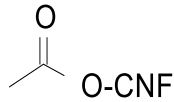
断面イメージ



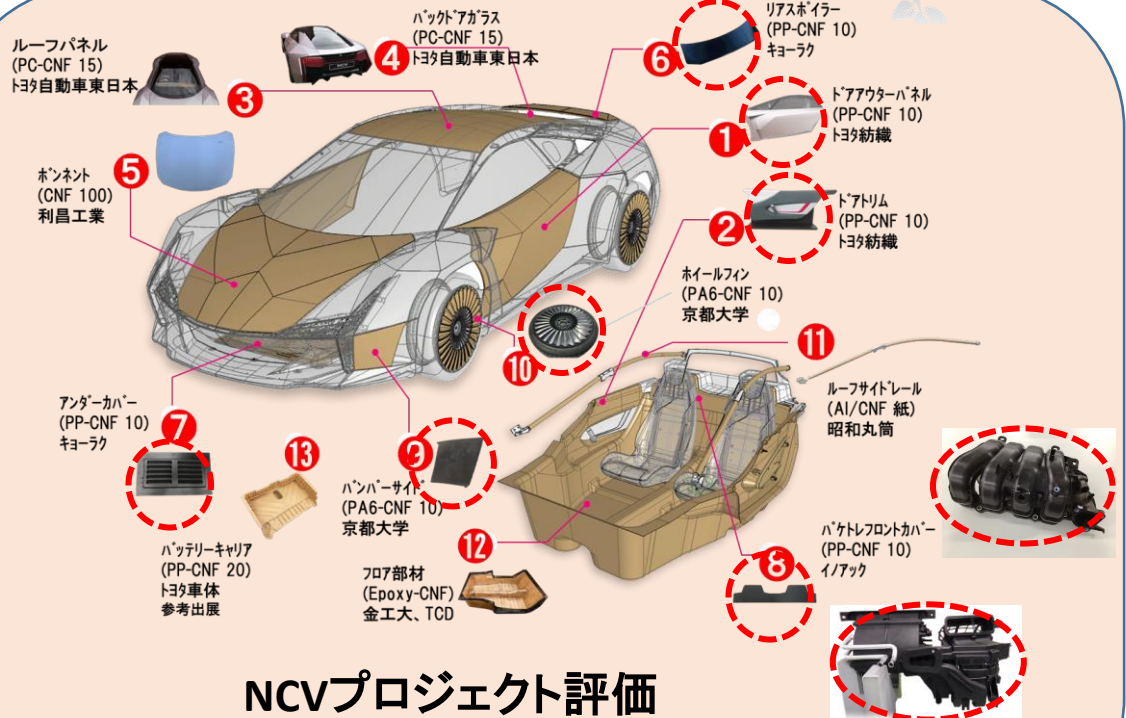
環境省NCVプロジェクトに
NEDOプロジェクト参画企業
からCNF材料を提供。



京都プロセスに基づくテストプラ
ント(ASA処理・アセチル化処理)



富士工場、日本製紙、
2017建設



NCVプロジェクト評価

環境省NCVプロジェクトにおいて京都プロセス製造品について12種類の自動車用部材を成形、評価。赤丸は京都プロセス製造材料部品。

◆ 実用化・事業化に向けた戦略

テーマ2) CNF安全性評価手法の開発



手順書・事例集のWEB公開

評価手法/
評価事例



展示会、
説明会、
技術相談



事業者・委託試験機関

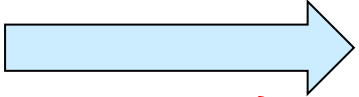
より安全なCNF製品の開発や
適切な安全管理を支援
→CNFの開発と普及を促進

テーマ3) 木質系バイオマス特性評価

● CNF原料評価書の公開



原料・パルプ・CNF評価手法/
利用適性の評価事例



展示会、
技術相談

CNFの開発と普及を促進

「木質系バイオマスの効果的利用に向けた特性評価」

2017-19年度において、森林総研他9機関がとりくむ。

CNF原料

各種木質バイオマス

- ヤング率
- 比ヤング率
- 気乾密度
- 細胞径
- 細胞壁厚
- 繊維長
- ミクロフィブリル傾角
- 化学組成

相関

パルプ化 (KP/ソーダAQ)

- パルプ粘度
- 結晶化度
- 比表面積
- 分子量
- 繊維長
- 熱重量変化
- 黄変度
- 化学組成

相関

CNF化

(斜向衝突・ボール衝突・酵素湿式・TEMPO触媒酸化・グラインダー・リグノCNF)

- 比表面積
- 繊維幅
- 熱重量変化
- CNF粘度
- 結晶化度

相関

- 相関関係／因果関係
- 最適原料・最適製造法の確立

エネルギー収支、LCA(環境影響評価)、経済性評価を含む)

CNF適性用途

CNF製品

- ①増粘剤、インク、塗料、接着剤、②フィルター、ゴム・エラストマー、③リグノCNFの各々に最適なCNFの特性の明確化

冊子等を頒布し、情報提供

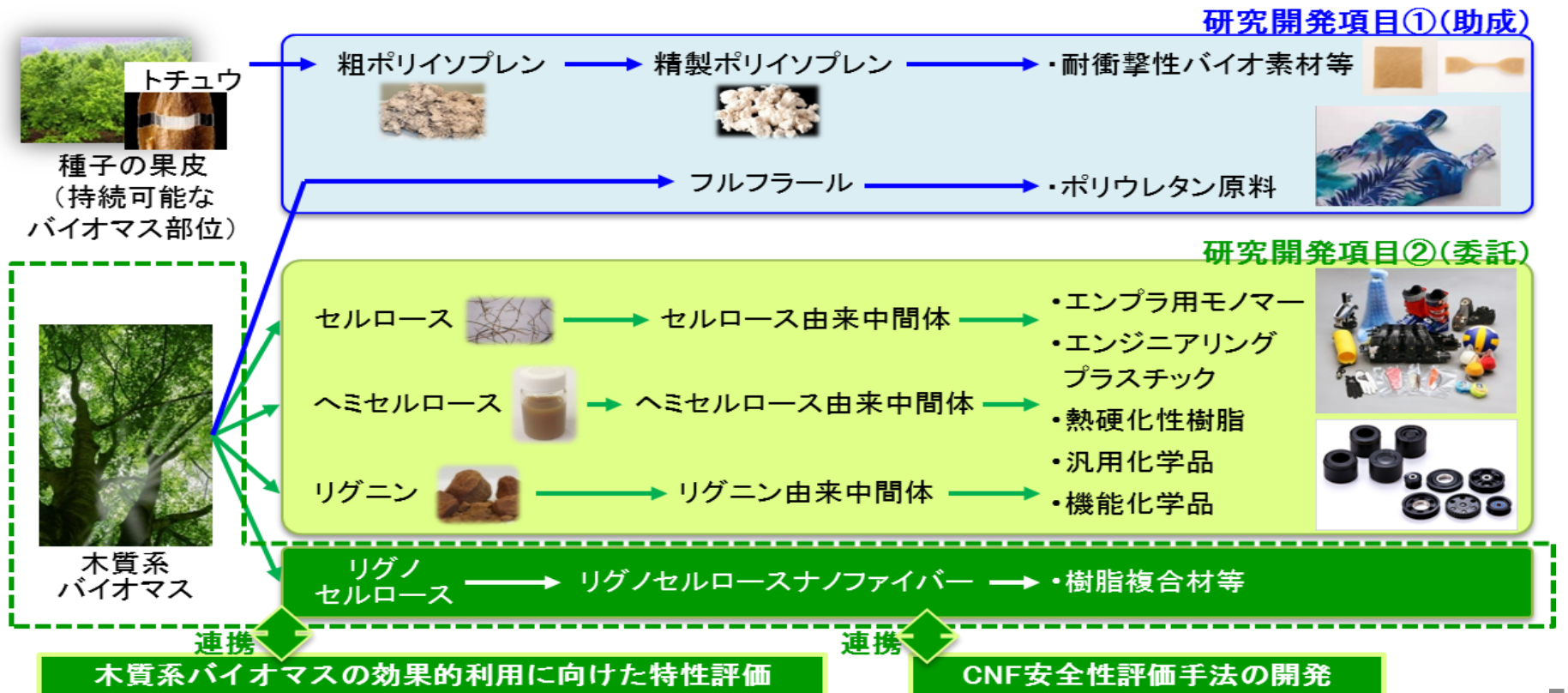
1. NEDOプロ「非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発」プロジェクトの概要



本事業では、コスト競争力のある、非可食性バイオマスから最終化学品までの一貫製造プロセスを構築し、石油由来から非可食性バイオマス原料への転換を目指す。

特に、新材料として多様な応用が期待されるセルロースナノファイバー（CNF）について、信頼性向上や原料供給・品質管理を強化して社会実装を加速するため、平成29年度より、安全性及び用途特性の評価を開始する。

また、再生可能な原料である非可食性バイオマスを利用した省エネルギーな化学品製造プロセスの実現による二酸化炭素の排出量削減により、持続可能な低炭素社会を目指す。



東京モーターショーに出展したコンセプトカー

木からつくったミライのクルマ



植物由来の次世代素材CNF活用で、軽量化にチャレンジ!

