

Nanocellulose Symposium 2019 / 第 395 回 生存圏シンポジウム

# 軽くて強いナノ材料

## ーシューズから自動車へー

KYOTO, JAPAN March 4, 2019

京都テルサ テルサホール

主催：京大生存圏研究所





Nanocellulose Symposium 2019 / 第 395 回 生存圏シンポジウム

**軽くて強いナノ材料**  
ーシューズから自動車へー

---

KYOTO, JAPAN March 4, 2019

主催：京大生存圏研究所

# Nanocellulose Symposium 2019 第 395 回 生存圏シンポジウム

## 「軽くて強いナノ材料 —シューズから自動車へ—」

ボールペンインク、大人用オムツと親水性CNFから始まった実用化がランニングシューズ・ミッドソール補強用疎水化CNFへと新たなステージに移って来ました。様々な形でCNFを使用した自動車の試作も進んでいます。今回のシンポジウムではSDGs、ESG投資などで大型環境素材としてCNFへの関心が高まる中、疎水化CNFを軸に今後のCNF事業化、開発について考えます。

今回も、約 40 機関のブース出展及びポスター会場を別室に設け、充実した展示に努めます。多くの皆様のご来聴をお待ちしています。

■日 時：2019年3月4日(月) 12:30～18:00 (受付 11:30 から)

■会 場：京都テルサ テルサホール

### ブース出展及びポスター展示

・西館 2 階テルサホールロビー 11:00-12:10、14:55-16:00

・東館 2 階セミナー室 11:00-12:10、14:55-16:00

\*シンポジウムの進行上、ブース出展はシンポジウム開始の 15 分～20 分前に終了します。

### プログラム

12:30 開会挨拶

12:35-13:45 シューズソールへのCNF利用を語る

1) エコテクノロジーで未来を創る ～セルロースに導かれて～

星光 PMC (株) 代表取締役社長 滝沢 智氏 ..... 1

2) スペシャルトークセッション

「世界初! セルロースナノファイバー採用シューズの秘話」

(株) アシックス スポーツ工学研究所 立石純一郎氏

星光 PMC (株) CNF 事業推進部 黒木大輔氏 ..... 17

13:45-14:55 NEDOリグノCNFプロジェクト

1) プロジェクトの最新状況

(大) 京大大学生存圏研究所 矢野浩之氏 ..... 21

2) 熱可塑性樹脂補強における進展

(地独) 京都市産業技術研究所 仙波 健氏 ..... 43

3) CNF 強化熱可塑性樹脂の微細構造

(大) 京大大学生存圏研究所 佐野博成氏 ..... 63

14:55-16:15 休憩 (ブース出展及びポスター展示)

16:15-17:00 環境省ナノセルローススピークル (NCV) プロジェクト

1) プロジェクトの最新状況

(大) 京大大学生存圏研究所 臼杵有光氏 ..... 71

2) セルロースナノファイバーの自動車エンジン部品への応用について

アイシン精機 (株) 田中一貴氏 ..... 77

17:00-17:55 経済産業省「新素材 - CNF ナショナルプラットフォーム事業」の取り組み

1) 事業の概要とその活動について

(地独) 京都市産業技術研究所 北川和男氏 ..... 85

2) セルロースナノファイバーの水性塗料への応用と特性評価

(地独) 岩手県工業技術センター 樋澤健太氏 ..... 91

3) セラミックス鑄込成形における TCNF によるスラリー分散安定性並びに脱型歩留の向上 (地独)京都市産業技術研究所 高石大吾氏 .....	99
4) 測ることで見えてくる、セルロースナノファイバー (株)島津製作所 分析計測事業部 草野英昭氏 .....	111

17:55 閉会挨拶

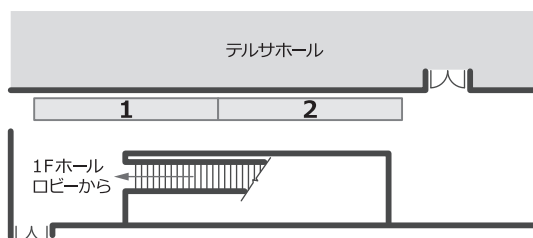
18:10 閉場

**主 催**：京都大学生存圏研究所

**共 催**：近畿経済産業局及び地方独立行政法人京都市産業技術研究所

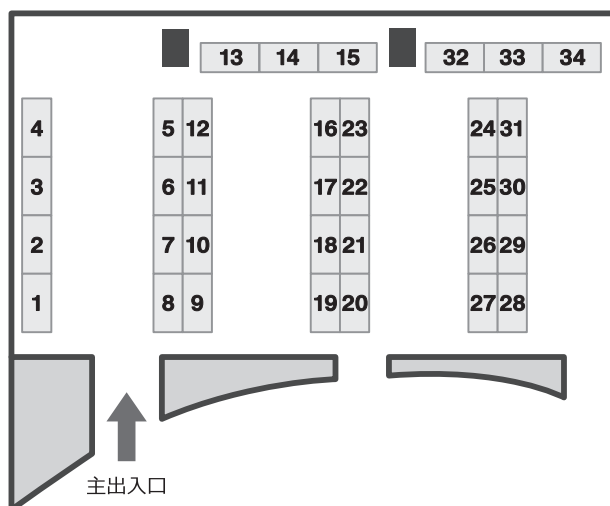
**後 援**：ナノセルロースフォーラム、紙パルプ技術協会、セルロース学会、(一社)日本木材学会、  
京都大学産官学連携本部

## 展示会場 ① テルサホールロビー(西館2F)



- 1 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)  
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
- 2 環境省 NCV(Nano Cellulose Vehicle)プロジェクト

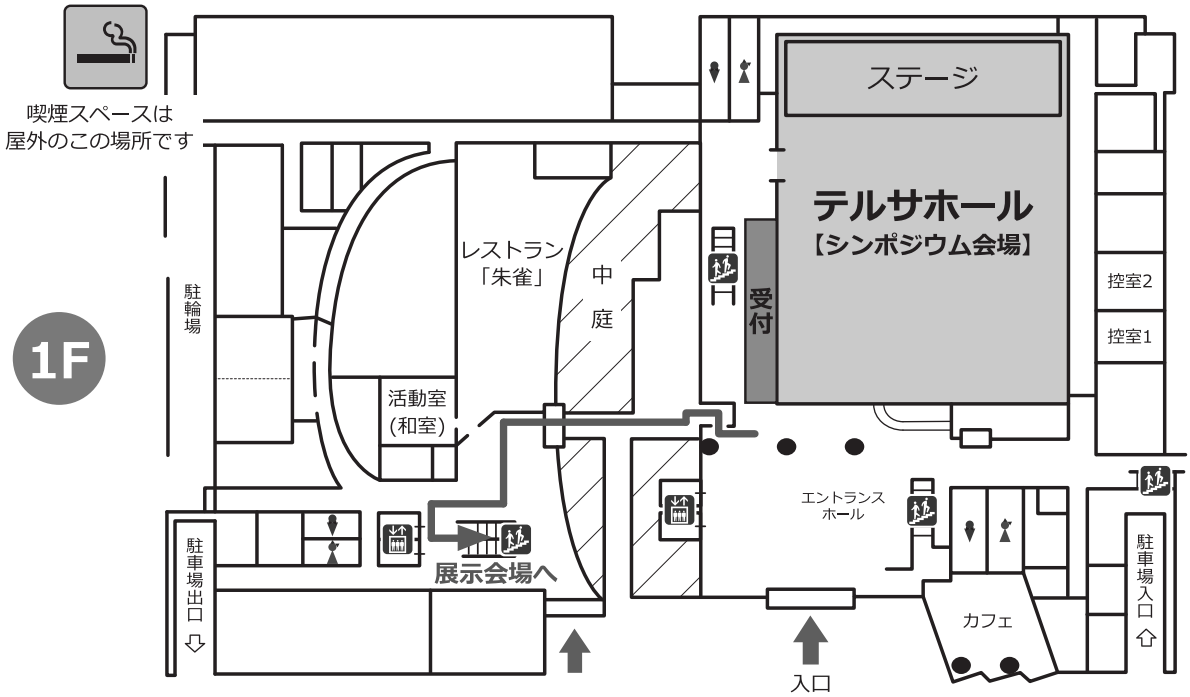
## 展示会場 ② セミナー室(東館2F)



- |   |                  |                                     |
|---|------------------|-------------------------------------|
| 1 星光PMC(株)                                | 13 スターライト工業(株)   | 26 (国研)森林研究・整備機構<br>森林総合研究所         |
| 2 王子ホールディングス(株)                           | 14 大昭和紙工産業(株)    | 27 (国研)産業技術総合研究所                    |
| 3 旭化成(株)                                  | 15 神栄化工(株)       | 28 (地独)岩手県工業技術センター                  |
| 4 第一工業製薬(株)                               | 16 (株)マリンナノファイバー | 29 富山県産業技術研究開発センター                  |
| 5 モリマシナリー(株)                              | 17 (株)吉川国工業所     | 30 岐阜県産業技術センター                      |
| 6 大王製紙(株)                                 | 18 三和化工(株)       | 31 滋賀県工業技術総合センター/<br>滋賀県東北部工業技術センター |
| 7 (株)スギノマシン                               | 19 利昌工業(株)       | 32 兵庫県立工業技術センター                     |
| 8 日本製紙(株)                                 | 20 (株)島津製作所      | 33 (地独)京都市産業技術研究所                   |
| 9 Material ConneXion Tokyo<br>(株)エムクロッシング | 21 (株)日本製鋼所      | 34 部素材産業-CNF研究会                     |
| 10 (株)KRI                                 | 22 増幸産業(株)       |                                     |
| 11 (株)服部商店                                | 23 相川鉄工(株)       |                                     |
| 12 大村塗料(株)/<br>シャープ化学工業(株)                | 24 四国CNFプラットフォーム |                                     |
|   | 25 ふじのくにCNFフォーラム |                                     |

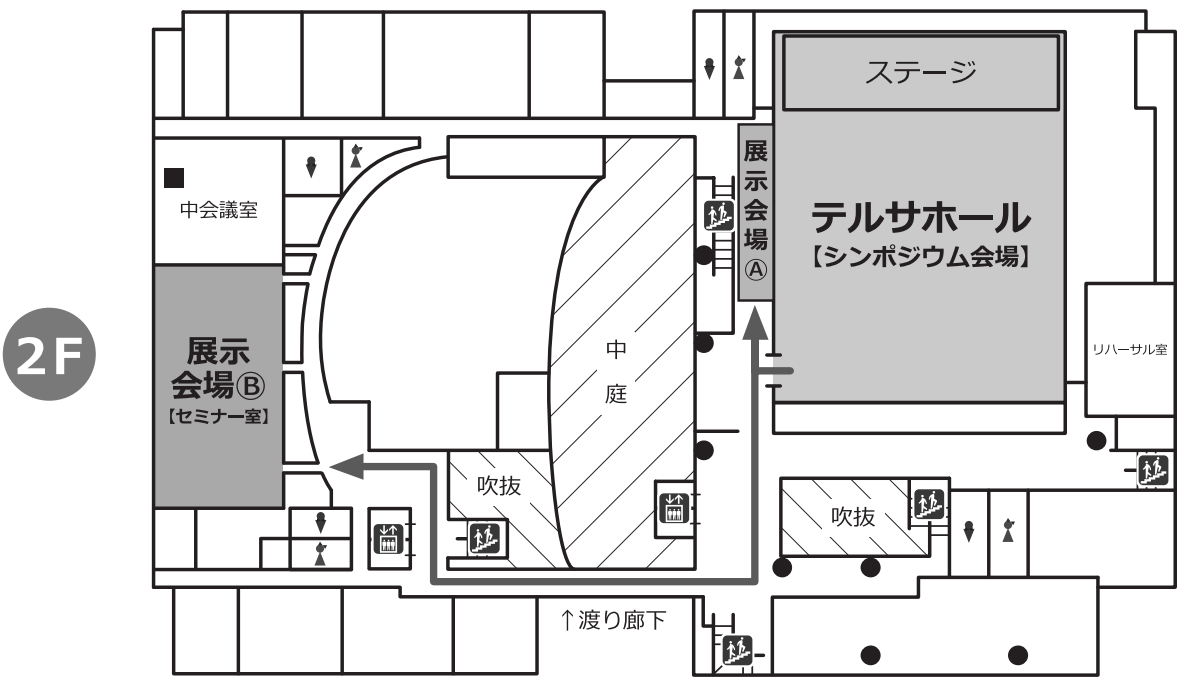
# 東館

# 西館



# 東館

# 西館








シューズソールへの CNF 利用を語る  
エコテクノロジーで未来を創る  
～セルロースに導かれて～

星光 PMC (株)

滝沢 智氏





# エコテクノロジーで未来を創る ～セルロースに導かれて～

2019年3月4日  
星光PMC株式会社 代表取締役社長  
滝沢 智

1. 経営ビジョンと事業概要
2. 環境意識の高まりと事業環境の変化
3. セルロースに導かれて（CNFとの出会い）
4. CNF開発経緯と京都プロセス初の商品化
5. CNFが当社にもたらしたこと、夢を現実に

## ～ 当社の新経営ビジョン ～

創立50周年を迎えた昨年、経営理念、経営ビジョンを刷新。

### <当社新経営ビジョン>

## “エコテクノロジーで未来を創る”

*Explore the Future through Eco-Friendly Technology*



私たちは

- ①高性能なスペシャリティケミカルズで持続可能な社会に貢献します。
- ②環境に優しい素材の開発に貢献します。
- ③省資源、リサイクルに貢献します。

私たちの製品は印刷物、段ボール等に姿を変えて今の生活を支えています。環境を守り、未来の生活を豊かにする新素材の開発を通じて、持続可能な社会の実現に貢献していきたいという想いをこのビジョンに込めています。

3

## ～ 当社の事業概要 ～

### ➤ 製紙用薬品事業

紙力増強剤  
サイズ剤  
印刷適性向上剤  
製紙用補助薬品

⇒ <主な用途>  
紙 新聞用紙  
印刷・情報用紙  
家庭紙 他  
板紙 段ボール原紙  
紙器用紙 他



### ➤ 樹脂事業

各種印刷インキ用樹脂  
記録材料用樹脂

⇒ <主な用途>  
オフセットインキ  
フレキソ・グラビアインキ  
トナー 他



### ➤ 化成品事業（KJケミカルズ株式会社）2014～

各種機能性モノマー

⇒ <主な用途>  
木工用UVコート剤、水系塗料、  
製紙用薬品、粘・接着剤、UVインキ  
石油掘削用ポリマー、化粧品、電子材料 他



### ➤ 粘着剤事業（新綜工業股份有限公司）2019～

溶剤型・UV硬化型  
粘着剤

⇒ <主な用途>  
各種工業用粘着テープ、電子材料他



4

## ～ 当社のエコテクノロジー ～



### リサイクル促進

乾燥紙力剤  
(古紙リサイクル)



### 低環境負荷・低VOC

水性インキ用樹脂  
記録材料樹脂 (低VOC)  
水性モノマー  
MPA\*1 (溶剤)  
無溶剤型粘着剤

### 天然素材活用

CNF (セルローズ)  
バイオマスインク用樹脂



エコテクノロジーで未来を創る



### 排水浄化

乾燥紙力剤 (澱粉代替)  
微生物製剤 (排水処理)

### エネルギー低減

CNF (自動車軽量化)  
乾燥紙力剤 (生産性向上)



\*1:3-メトキシ-N,N-ジメチルプロパンアミド

5

1. 経営ビジョンと事業概要
2. 環境意識の高まりと事業環境の変化
3. セルローズに導かれて (CNFとの出会い)
4. CNF開発経緯と京都プロセス初の商品化
5. CNFが当社にもたらしたこと、夢を現実に

6

## ～ 公害を克服した製紙産業 ～

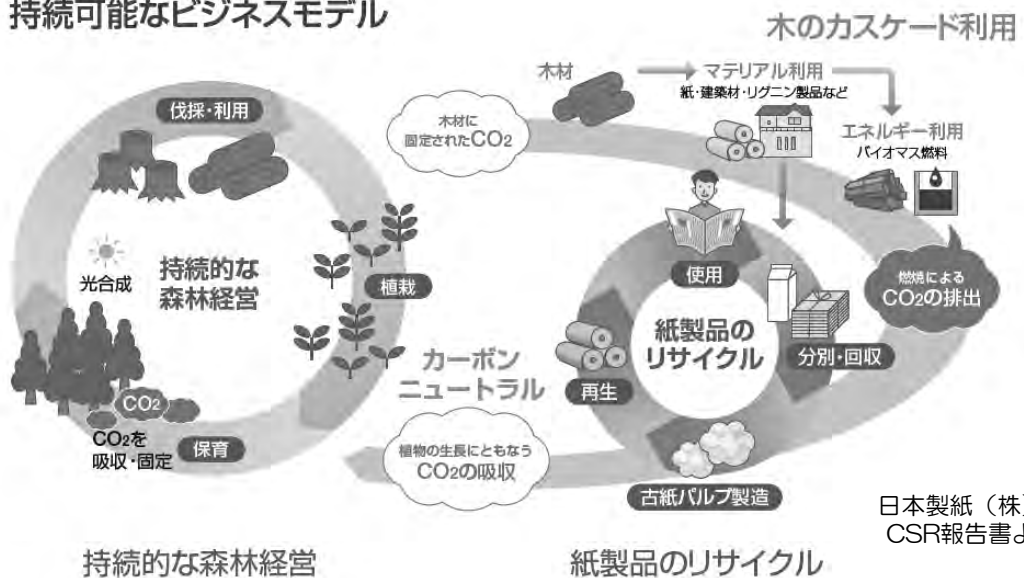


製紙会社は地方自治体と力を合わせ、公害問題を克服し環境調和型の産業へ

7

## ～ 製紙産業は環境調和型・循環型産業へ ～

### 持続可能なビジネスモデル

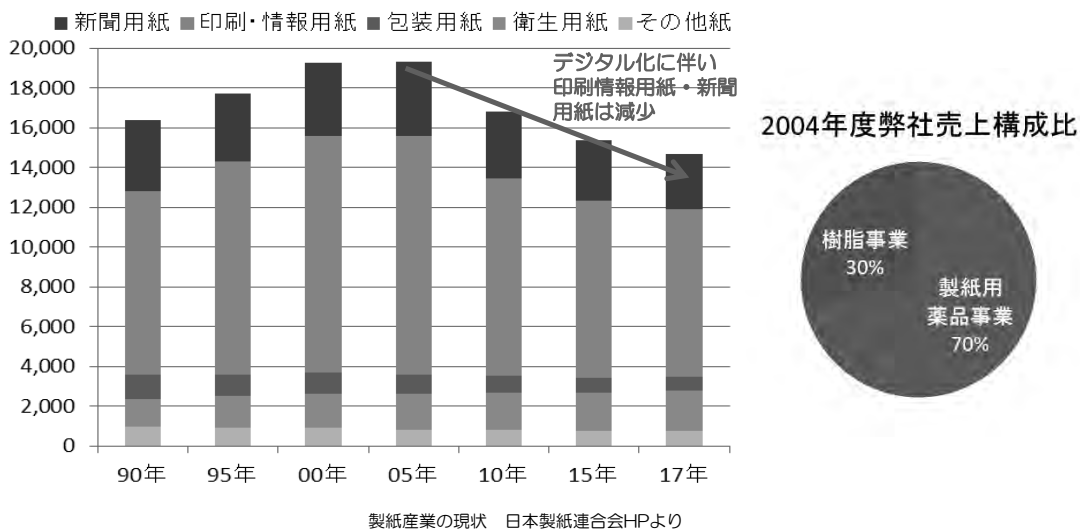


さらに、製紙産業は環境面の課題に積極的に取り組み、現在ではリサイクルの優等生。

(注) 木のカスケード利用：木をマテリアルやエネルギーとして用途を変えながら多段階的に利用すること

8

## ～ 当社を取り巻く事業環境（新たな事業軸の必要性）～



情報媒体のデジタル化によって2005～2007年頃をピークに印刷情報用紙や新聞用紙、印刷インキ・記録材料は減少へ。

⇒ 2005年頃から製紙用薬品と印刷インキ用樹脂の2本柱の当社は将来を見据え、新たな事業軸構築の必要性に迫られた。

9

1. 経営ビジョンと事業概要
2. 環境意識の高まりと事業環境の変化
3. セルローズに導かれて（CNFとの出会い）
4. CNF開発経緯と京都プロセス初の商品化
5. CNFが当社にもたらしたこと、夢を現実に

10

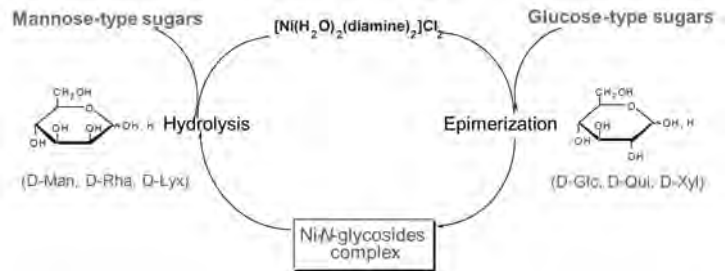
～ セルロース研究との出会い ～

大学時代 教授から



「(人口増、食糧難の時代に向け)  
これからは木(非可食材料)を可食材料  
に変える研究が必要」

糖類を思い通りの形に変える錯体の研究に  
取り組むことに。



その後の会社人生から今に至るまでお付き合いするセルロースとの出会い

～ 製紙用薬品を扱う会社へ入社。研究開発部門へ ～

- 製紙用薬品は紙(セルロース)に機能を付与する薬品

**乾燥紙力剤 (DS)**

紙を強化して破れにくく、折れにくく、つぶれにくくする

DSなし



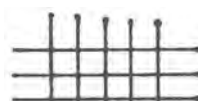
DSあり



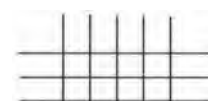
**サイズ剤**

インクのにじみを防ぎ  
紙に耐水性を付与する

サイズ剤なし



サイズ剤あり



- キトサン、澱粉等の天然素材を活用したより良い新製品の開発にも従事。



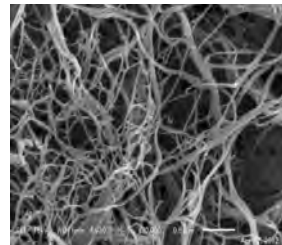
～ ナノテクノロジーの潮流 ～



総合科学技術会議  
H13年3月22日資料

2000年 米国でナノテクを国家戦略目標に。我が国でも経産省、文科省を中心に重要科学技術分野と位置付けられナノテク研究が盛り上がる。

～ セルロースナノファイバーとの出会い ～



セルロースナノファイバー



京都大学 矢野教授

2006年7月14日 日経新聞朝刊

2006年に京大・矢野教授の記事を通じてセルロースナノファイバーを知る!

## ～ CNFを新規開発のメインに据えた理由 ～

- CNFに『事業としての大きな可能性』を感じたこと
- 『セルロースが好き』⇒ 愚直に研究できる素地

当社は、連結ベースで全従業員の約1/4が研究開発に従事  
売上の約7%を研究開発費に投資しているものの  
研究資源が大企業ほど潤沢ではない・・・



悩んだ末・・・

『セルロースが好き』であることを重要な理由に  
CNFに資源を集中投資するという経営判断



15

## ～ 価値ある研究にできるか？ ～

「経営センスの論理」（楠木 建著）より

- 「好きこそもの上手なれ」  
好き嫌いの問題は一見仕事と距離があるように見えるが、  
実は常に経営の根幹に横たわっている。
- 面白がることができれば大体のことはうまくいく。



好きなことでなければ努力は長続きせず、面白がることもできない。

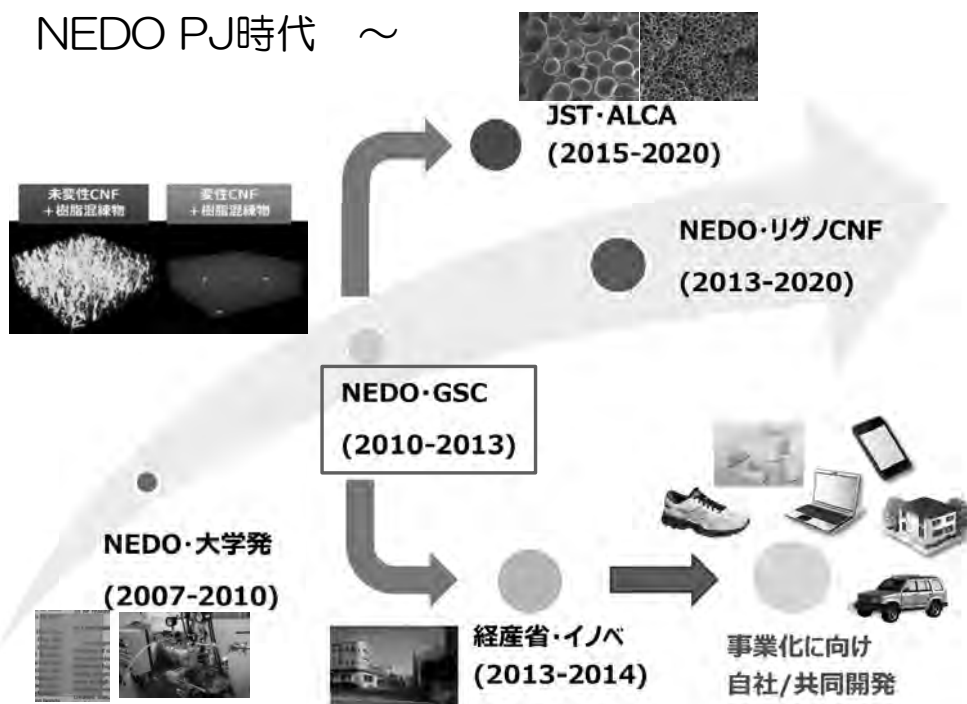
- ⇒ 自分自身のセルロース、ピラノース環が好きという経験
- ⇒ セルロースが好きな社員に、面白がって研究してもらえば  
より深い、価値ある研究に繋がるのではないかという期待。

16

1. 経営ビジョンと事業概要
2. 環境意識の高まりと事業環境の変化
3. セルローズに導かれて（CNFとの出会い）
4. CNF開発経緯と京都プロセス初の商品化
5. CNFが当社にもたらしたこと、夢を現実に

17

～ NEDO PJ時代 ～



GSC PJにおいて、紙薬品で培った当社セルローズ変性技術が大きな進展に貢献。京都プロセスの原型ができ、事業化への想いが高まる。

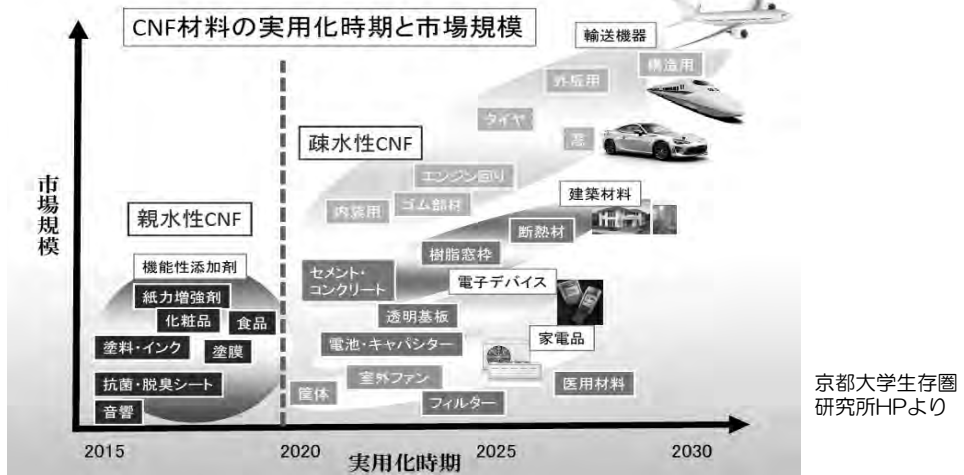
18

## ～ CNFで何をめざすか？ 夢は大きく ～

当社技術を活かせる疎水性CNFで、最も大きな市場が期待される“構造材料”での実用化を目指すという高い目標を掲げた。

### <CNFの特徴>

- ①高性能：軽量・高強度、熱変形が小さい、レオロジー調整・・・
- ②循環型資源：植物という豊富でカーボンニュートラルな原材料
- ③化学修飾が可能：セルロース表面を疎水変性することが可能



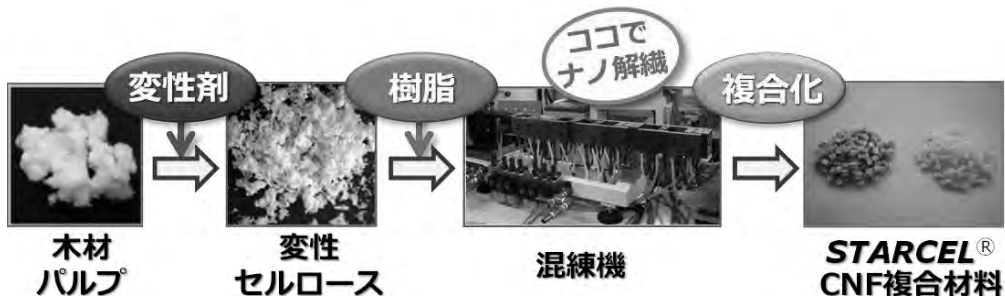
19

## ～ 当社製造プロセス（京都プロセス） ～

当社が保有する疎水変性化技術によって、セルロースが樹脂となじみやすくなり、京都プロセスの原型が誕生！

### 「京都プロセス」

- ①パルプを変性剤で（疎水）変性セルロースにする。
- ②変性セルロースを混練機で樹脂と直接混合・溶融しながらナノ解繊。
- ③樹脂にCNFが分散した複合材料が得られる。



20

## ～ 苦悩の日々 ～

### ①経営資源配分の難しさ

新事業構築には資源（人・お金・時間）が必要。会社規模の小さい当社にとっては難しい課題。

⇒ 幸運にも経済産業省のイノベーション拠点立地推進事業に採択頂きパイロットプラント建設に。

### ②我慢の連続

CNFの開発は当社研究員にとって新しいことの連続。加えてなかなか結果が出ない。

### ③市場期待からの重圧

CNFは市場の期待も大きく、株主やアナリストから進捗を問われる日々



研究開発人員や投資を削減せず、むしろ大幅に増強して、事業化への道筋を早期につけるという判断



21

## ～ 東シの炭素繊維物語を励みに ～

事業化できない開発期間の中、NEDO PJ共同参画者と励まし合う。

- 1960年代から産業用途での使用が本格化するまで約40年という年月を費やした。
- スポーツ用品（釣り竿、ゴルフシャフト等）、パソコン、車椅子  
⇒ 自動車、そして飛行機へ・・・
- 2001年に創業以来の営業赤字（単体）になったが、R&D費用を増やす。危機の中でも高付加価値事業のR&Dを継続。



22

～ アシックス様との出会い ～



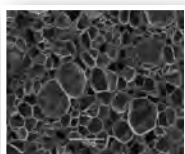
GEL-KAYANO 25



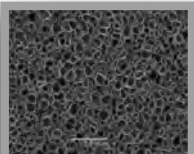
星光PMC株式会社



STARCEL®



CNF無し



STARCEL®配合

CNFにより、細かく均一な気泡を実現。強度・耐久性を向上しながら更なる軽量化達成  
(写真はイメージ)

アシックス様よりランニングシューズにCNF材料を検討したいとお話。  
両社での共同開発を経てついに採用決定へ！！

⇒ 世界を代表するスポーツ用品メーカーへの安定供給が緊急課題に。

23

～ 設備増強工事、採用へ ～



CNF入りマスターバッチの初出荷（当社竜ヶ崎工場）



GEL-KAYANO 25  
2018.6.1発売

DYNAFLYTE 3  
2018.8.10発売



CNFを使用したランニングシューズが市場へ

CNF量産化プロジェクトを急遽立ち上げ、追加投資を決定。設備増強工事を実施。  
そして・・・ついにCNFが使われている製品が市場に！

24

(トピックス)

当社社員による「チーム・STARCEL」アクアラインマラソン参加



GEL-KAYANO 25の走り  
やすさを実感！

全員完走！！！！

25

1. 経営ビジョンと事業概要
2. 環境意識の高まりと事業環境の変化
3. セルローズに導かれて（CNFとの出会い）
4. CNF開発経緯と京都プロセス初の商品化
5. CNFが当社にもたらしたこと、夢を現実に

26

## ～ CNF研究が会社にもたらしたもの ～

### ①企業“価値”の向上

- 経営ビジョン“エコテクノロジーで未来を創る”の有言実行
- ESG経営の一環：環境貢献製品ラインナップの拡大
- 新入社員入社志望の動機にCNF

### ②総合的技術力（開発、製造、製品化）の向上、新製品化の経験

- 既存製品と形態の異なる材料（綿状セルロース、マスターバッチ）に挑戦することで開発～製造～製品化に亘る総合的な技術力が向上
- 未知の領域に対し、製販技一体となって成し得た新製品商業化

### ③社員の成長と意識改革

- 大学、種々の業界の企業とのお付き合い（出向、共同研究等）による社員の成長
- 自身が開発した材料が世に貢献する喜びからの意識変革。より挑戦する姿勢に
- エコテクノロジーを標榜する経営ビジョンを、具体的成果物と共に社員意識に浸透。



27

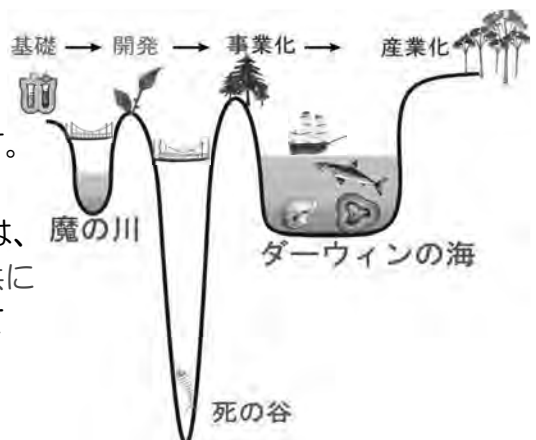
## ～ CNF事業はまだ発展途上 夢を現実に ～

アシックス様のおかげで、「死の谷」に細いながらも橋を渡し、「ダーウィンの海」に漕ぎ出すことができましたと感謝しております。

CNFが真に市民権を得るまで普及するには、産学官連携や企業間連携を通じて、皆様と共に戦略ストーリーを描き、大きな流れを作っていく必要があると思います。

既に多くの会社様が大きな船で先を走っておられます。日本の産学官の皆様と共に世界の先頭を走る船団の一員になれるよう取組んで参ります。

今後ともどうぞ宜しくお願い申し上げます。



28



～ 当社経営ビジョンと京都プロセスのシンボルマーク ～



当社経営ビジョンのシンボルマーク

青は水や空気、緑は豊かな自然、オレンジは快適な暮らし、そして幹は当社の多様な人材をイメージしております。



京都プロセスのシンボルマーク

29

## 謝辞

京都大学 矢野先生、中坪先生、大嶋先生  
京都市産技研 北川様、仙波様、伊藤様

経済産業省、文部科学省、環境省、農林水産省  
NEDO関係者・共同参画者、JST関係者の皆様

株式会社アシックス様をはじめ、  
当社CNFに関わる全ての企業・関係者の皆様

多大なるご指導、ご支援を頂いておりますことを深く感謝・御礼  
申し上げます。

星光PMC株式会社 代表取締役社長 滝沢 智



30



スペシャルトークセッション

「世界初！セルロースナノファイバー  
採用シューズの秘話」

(株) アシックス スポーツ工学研究所

立石純一郎氏

星光 PMC (株) CNF 事業推進部

黒木 大輔氏



『シューズソールへのCNF利用を語る』

※スペシャルトークセッション

「世界初！セルロースナノファイバー採用シューズの秘話」

## CONTENTS

- 2018年9月MCX Tokyoにて。
- アシックス立石さんからのお話し。
- 星光PMC黒木さんからのお話し。
- 何でCNFだったのか。そのきっかけは。
- CNF補強フォーム材開発への課題。
- 問題解決に向けて。何としてでも実現したいという熱意と根気。
- 山田パルプ。
- CNFの効果は。
- 今後の展開。

# GEL— KAYANO — 25

PROTECTION PERFECTED

asics  
I MOVE ME



# GEL-NIMBUS® 21

DISTANCE RUNNING, MADE COMFORTABLE



# I RESPECT THE GROUND I RUN ON

DYNAFLYTE™ 3 SOUND



## 採用・販売実績例



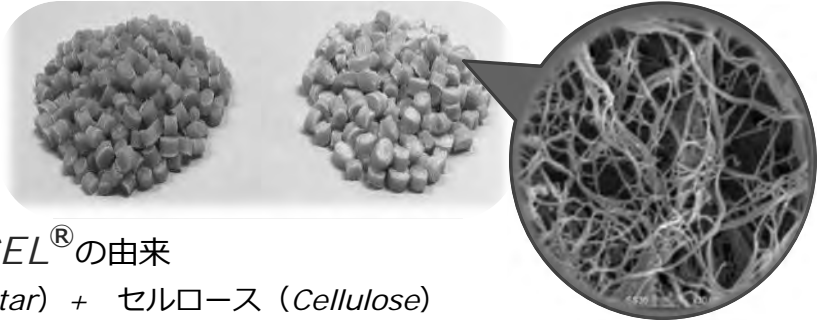
2018年より **500万足** 以上の国内・海外合計販売実績

asics INSTITUTE OF SPORT SCIENCE

# STARCEL® について

## STARCEL®

・・・樹脂の中に変性CNFが分散したペレット



## STARCEL®の由来

星光 (Star) + セルロース (Cellulose)

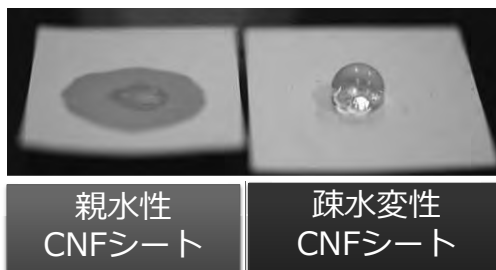
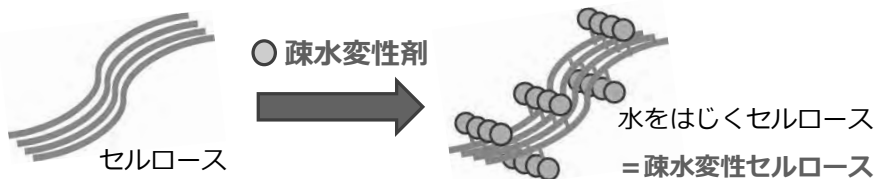
主用途	自動車・家電・ゴム・etc
ベース樹脂	ポリプロピレン・ポリエチレン
CNF配合量	20~50%
各種成形法に適用可能	(射出、押出、圧縮、インフレーション等)

3

# セルロースの疎水変性

CNFと樹脂を均一に混ぜ合わせるために

セルロース表面を疎水性にすれば  
樹脂に混ざりやすくなる！

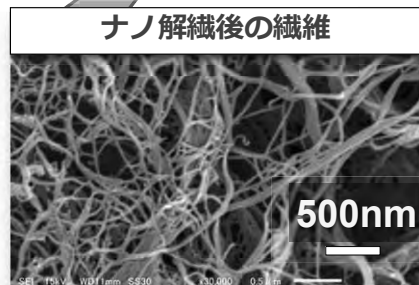
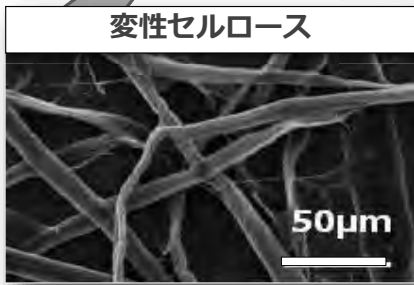


4

# STARCEL<sup>®</sup> 製造フロー

パルプ直接混練法・・・京都プロセス

変性セルロースを樹脂と混練時にナノ化



## CNF製造法におけるSTARCEL<sup>®</sup>の位置付け

親水性・疎水性・両親媒性など、多様なCNFが開発・販売されており  
 いくつかの分野で実用化が進んできた





NEDO リグノ CNF プロジェクト  
プロジェクトの最新状況  
(大) 京都大学生存圏研究所  
矢野 浩之氏



# プロジェクトの最新状況

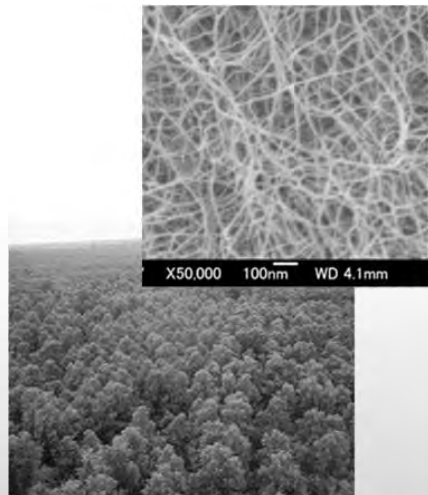


京都大学生存圏研究所 矢野浩之

## 木質の本質：セルロースナノファイバー(CNF)

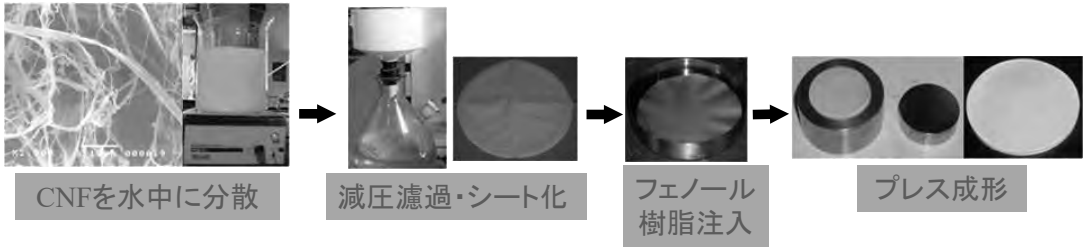
- 全ての植物細胞の基本骨格物質
- 1兆トンの蓄積(埋蔵石油資源の6倍)・持続型資源
- 高性能グリーンナノファイバー
  - 伸びきり鎖微結晶ポリマー
  - 幅:4-20nm, 長さ1 $\mu$ m以上
  - 軽量:1.5g/cm<sup>3</sup>
  - 高弾性:140GPa、高強度:3GPa  
(鋼鉄の8倍の強度)
  - 低線熱膨張:0.1ppm/k (長さ方向)  
(石英ガラス相当)
  - 弾性率不変:-200 $^{\circ}$ C~+200 $^{\circ}$ C
  - 高熱伝導性:ガラス相当耐
  - 耐熱性:200 $^{\circ}$ C付近から熱変性

→化学変性で250 $^{\circ}$ C付近まで耐熱化



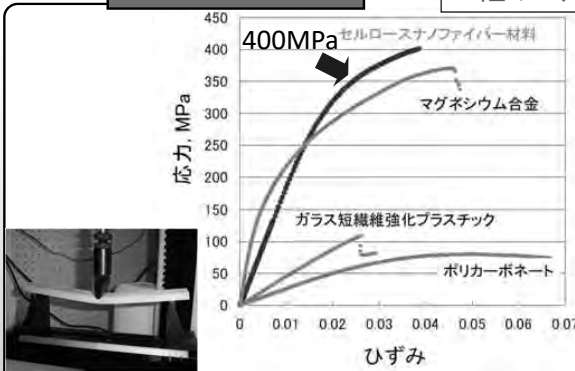
# 高強度セルロースナノファイバー材料 (矢野、2001)

1960 2001 2003 2005 2012 NOW

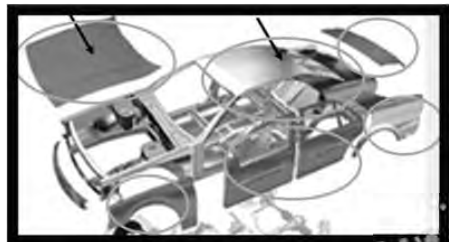


弾性率は20GPa

軽くて、鋼鉄並み強度!!



340-370MPa 270-340MPa



新日鉄資料より

[http://www.nsc.co.jp/tech/challenge/transport/car\\_01.html](http://www.nsc.co.jp/tech/challenge/transport/car_01.html)

## CNF強化プラスチックへの期待

日本の得意な技術で新たな市場を開拓

- 世界のプラスチック生産量(2010) 2.65億トン

### 2010年の主要国・地域の樹脂別生産量

	アメリカ	中国	西欧*	日本	韓国	台湾
低密度ポリエチレン	9,312	9,857	7,900	1,948	2,078	103
高密度ポリエチレン	7,660		5,550	1,015	2,028	544
ポリプロピレン	7,826	9,167	8,800	2,709	3,806	1,215
ポリスチレン	2,293	-	3,700	822	1,037	845
塩化ビニル樹脂	6,358	11,300	5,550	1,749	1,404	1,432
その他	13,184	13,283	14,900	3,999	2,675	2,192
合計	46,633	43,607	46,400	12,242	13,028	6,331

単位: 1,000トン

3億トンの5%をセルロースナノファイバーに置き換える: 1500万トン  
1000円/kg とすると15兆円の市場

# 京都大学・京都市産技研における構造用ナノセルロース材料開発PJ

2005-

## H17-18 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。

## テストプラント建設

H25 経産省  
イノベ拠点整備  
星光PMC(再委託:  
京大生存研)

## H25-H31 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

リグニン変性、高耐熱化(PA級)、成形性向上、  
国際競争力のあるプロセス開発

スケール  
アップ技術  
開発

商用化 2017

自国バイオマス資源に基づく高付加価値化学品

## 構造用途に向けた二つの技術課題

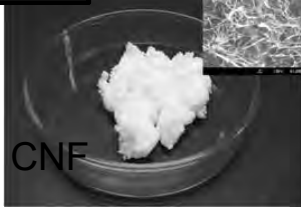
パフォーマンス

コスト

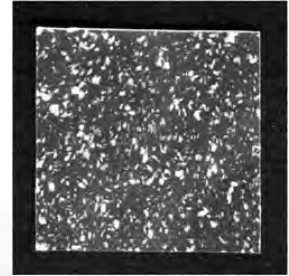
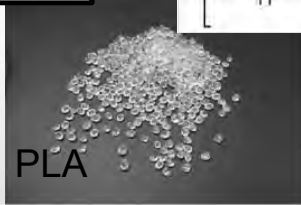
コスト/パフォーマンス

## 最初の課題：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)

## 京都プロセス 第1世代

- 未変性CNFと熱可塑性樹脂との複合化プロセスの開発
- 相溶化剤・リアクティブプロセスの開発

京都プロセス: パルプあるいはCNF集合体を樹脂中で混練し  
ナノファイバー化と樹脂中への均一分散を同時に行う  
コスト/パフォーマンスに優れた手法。パルプ直接混練法。

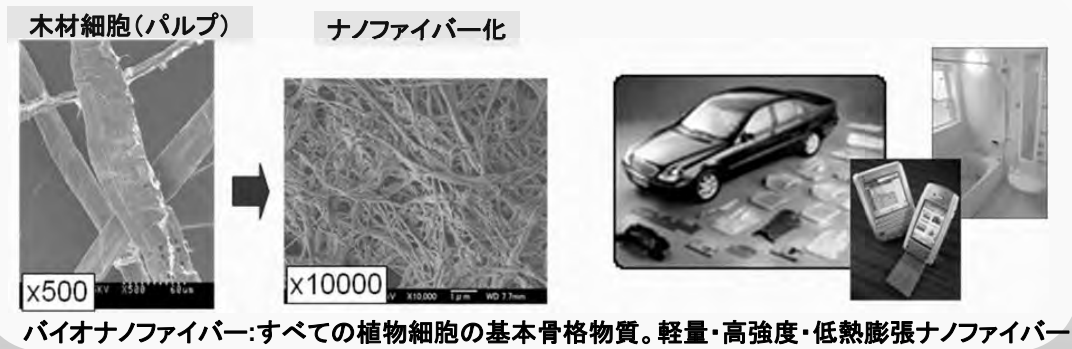
# 京都プロセス 第1世代(未変性CNF) 2007.9~2010.3

H19-21 NEDO大学発事業創出プロジェクト

## 「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」

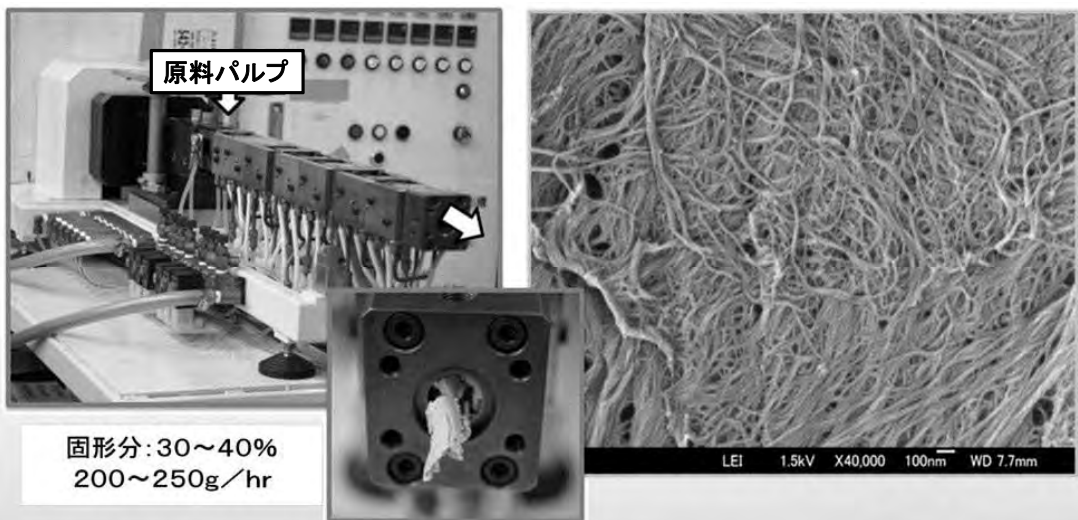
研究開発機関 国立大学法人 京都大学生存圏研究所  
京都市産業技術研究所工業技術センター  
独立行政法人 産業技術総合研究所

実用化事業者 王子製紙株式会社、日本製紙株式会社、三菱化学株式会社、  
住友ゴム工業株式会社、DIC株式会社



### ①変性CNFおよびCNF製造技術の開発(高濃度解繊)

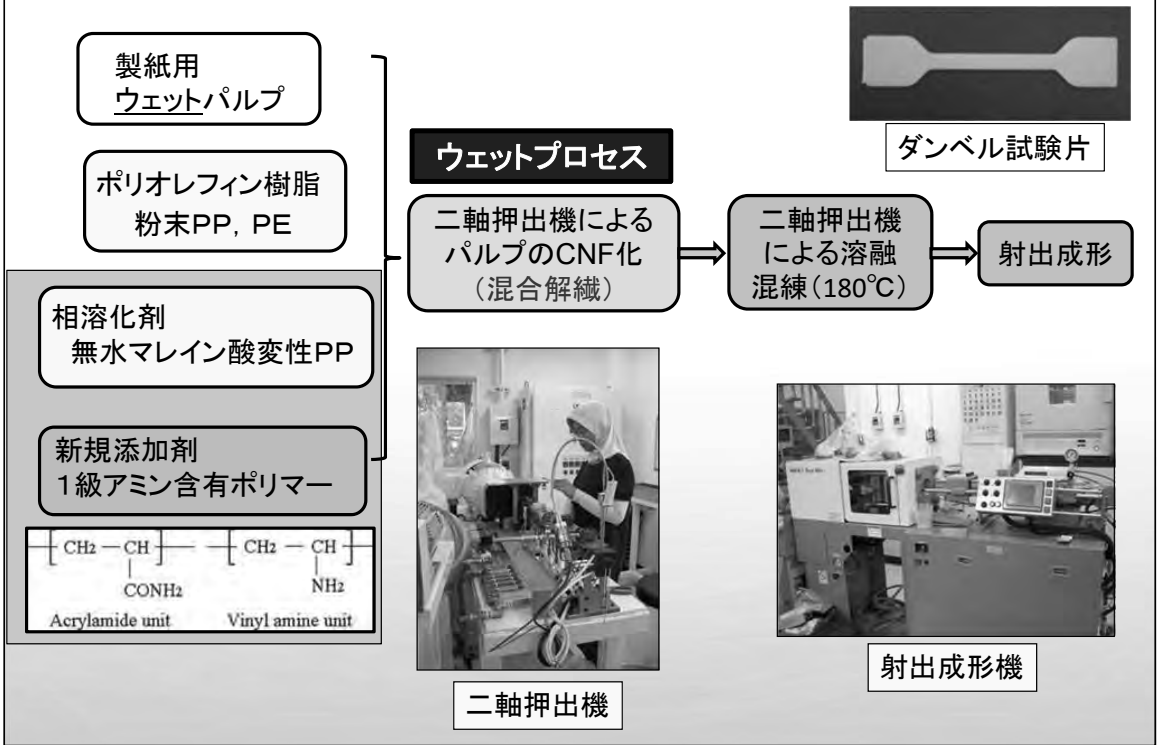
二軸押出機を用いたパルプのナノ解繊において、パルプのカチオン・アニオン変性方法並びに高速解繊方法(高せん断速度処理)による変性CNF製造技術を開発。



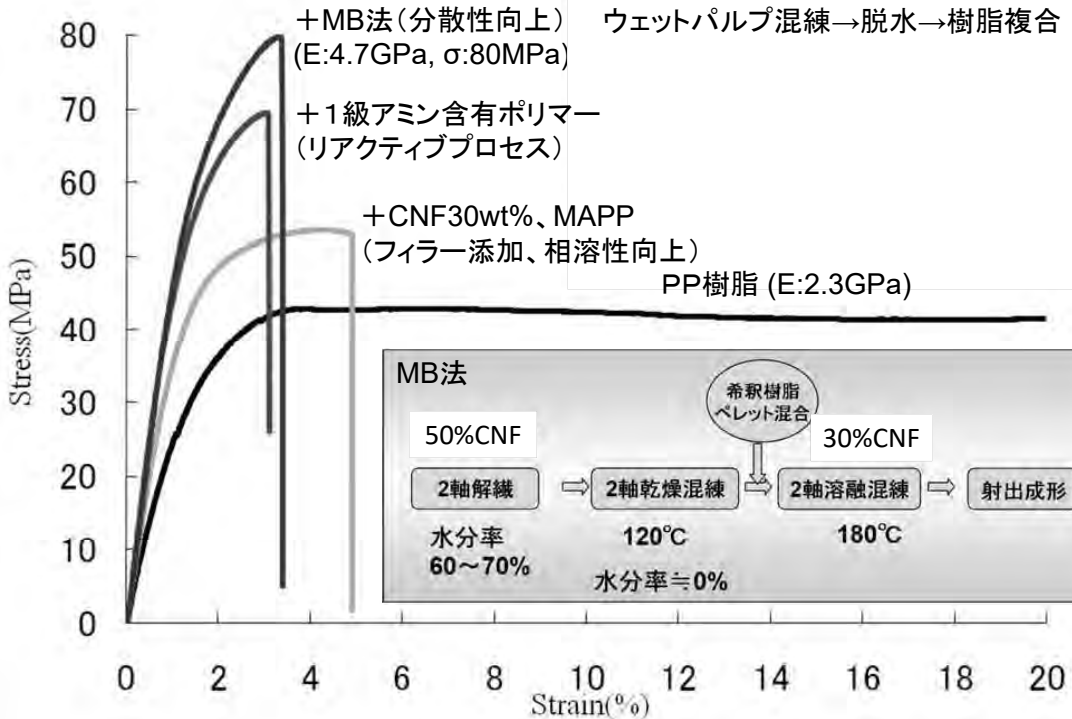
スケールアップテスト:二軸混練機(44mmφ、L/D:45)

生産量:20-30kg/hr(固形分換算)、電気量:0.6-1.1kw/kg

# CNF強化PP/PEコンパウンド製造



## CNF強化PP樹脂成型体の開発 (CNF:30wt%)





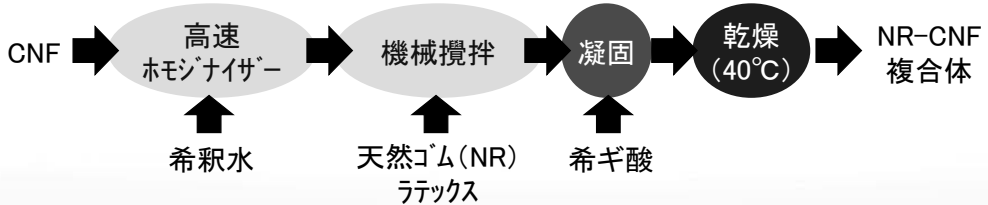
# CNF強化天然ゴム

**Step 1** CNFの調製・・・パルプ(Wet)を二軸押出機で解繊

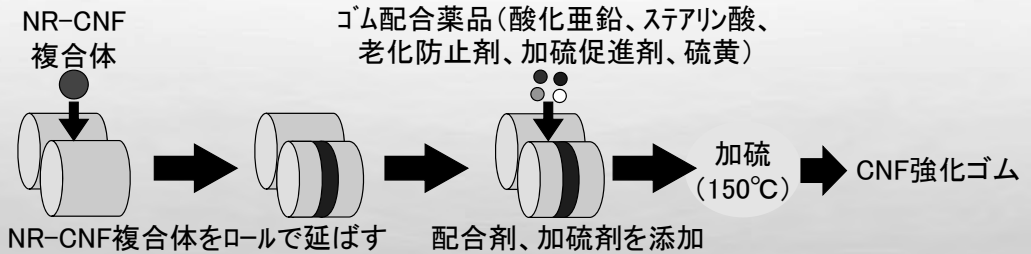


CNFの凝集抑制のためゴムラテックスとウェットブレンド

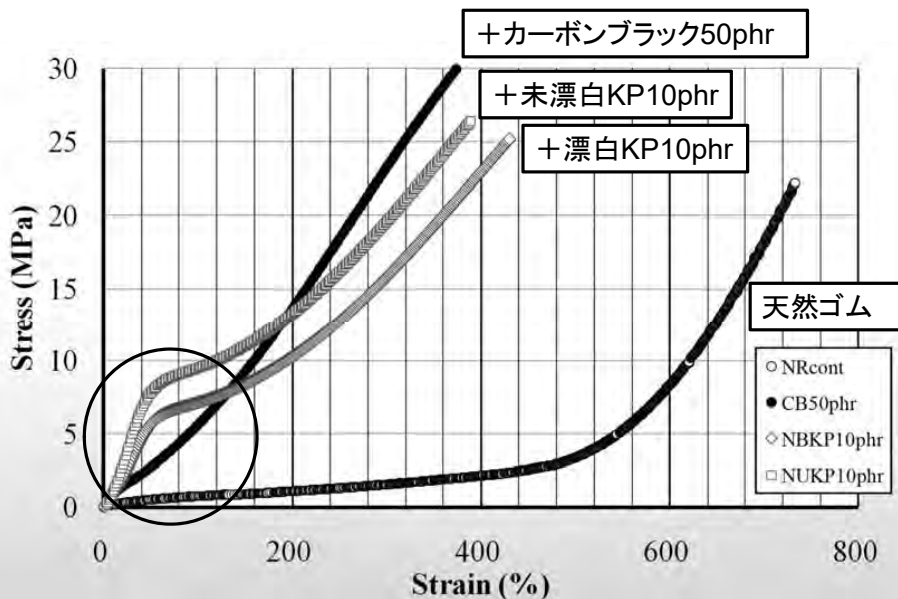
**Step 2** 天然ゴムとの複合化・・・CNF(Wet)スラリーとゴムラテックスを混合、凝固、乾燥



**Step 3** 配合、加硫成形・・・加硫剤、加硫助剤を練り込み、プレス加硫

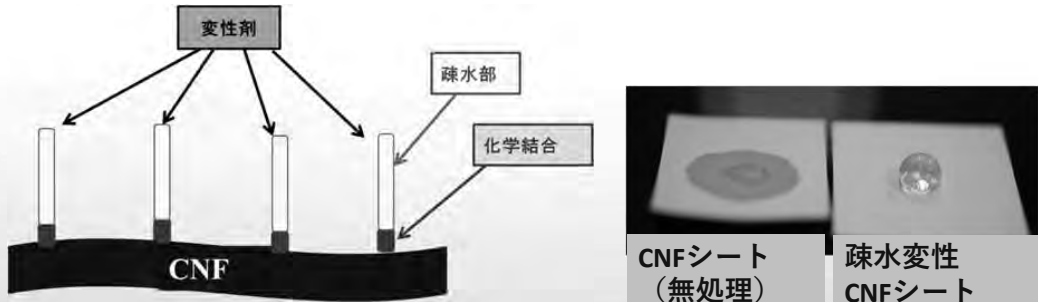


## カーボンブラック50phrとの比較



# 京都プロセス 第2世代

## 化学変性CNFによる樹脂補強



京都プロセス 第2世代(ASA-CNF) 2010.3～2013.2

CNFの化学修飾にチャレンジ

NEDO グリーン・サステイナブルケミカルプロセス基盤技術

プロジェクト名: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

プロジェクトメンバー:京都大学生存研に集中研

京都大学、京都市、王子製紙(株)、三菱化学(株)、DIC(株)

アドバイザー:トヨタ車体(株)、日産自動車(株)、スズキ(株)、(株)デンソー、

パナソニック(株)、日本ペイント(株)、(株)日本製鋼所



二酸化炭素吸収

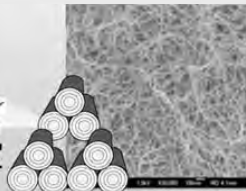


環境浄化

自国産業造林

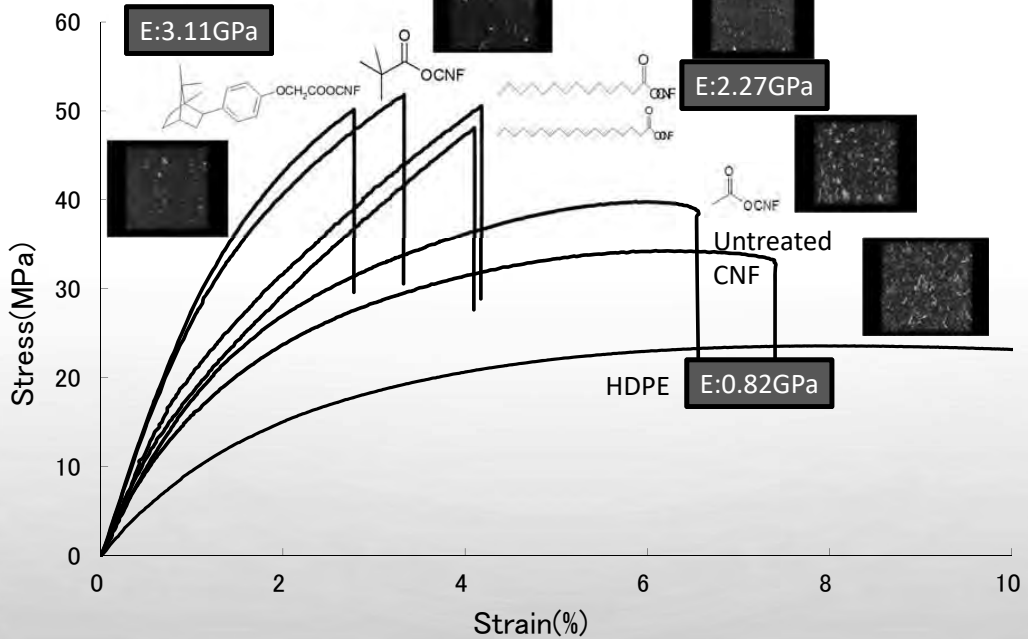
炭素固定

セルロース  
ナノファイバー



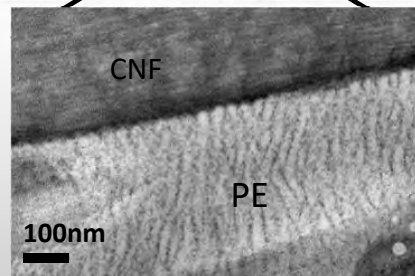
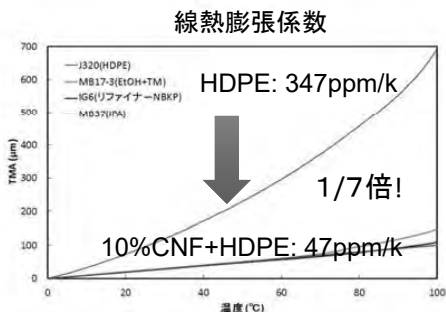
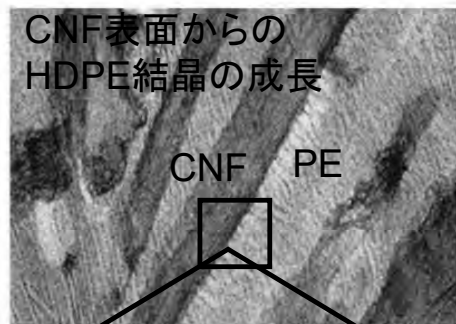
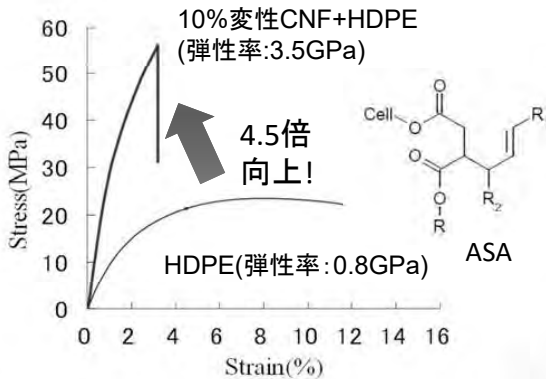
# 化学修飾 CNF/HDPE

CNF:10wt%, DS:0.4



## ASA変性CNFによる熱可塑性樹脂ナノ構造の精密制御

NEDO GSCPJ 開発成果(2012)



(by Dr. H. Sano, MCC)



# 『パルプ直接混練法』“京都プロセス”



繊維のナノ化と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

(ナノセルロース原料)



化学変性  
乾燥パルプ

樹脂



CNF強化樹脂成形体

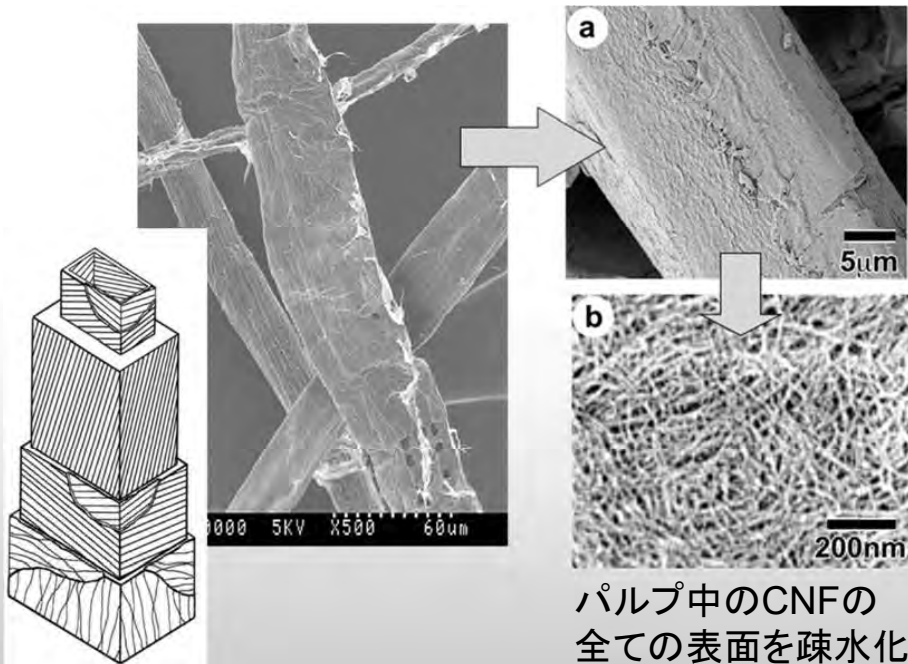


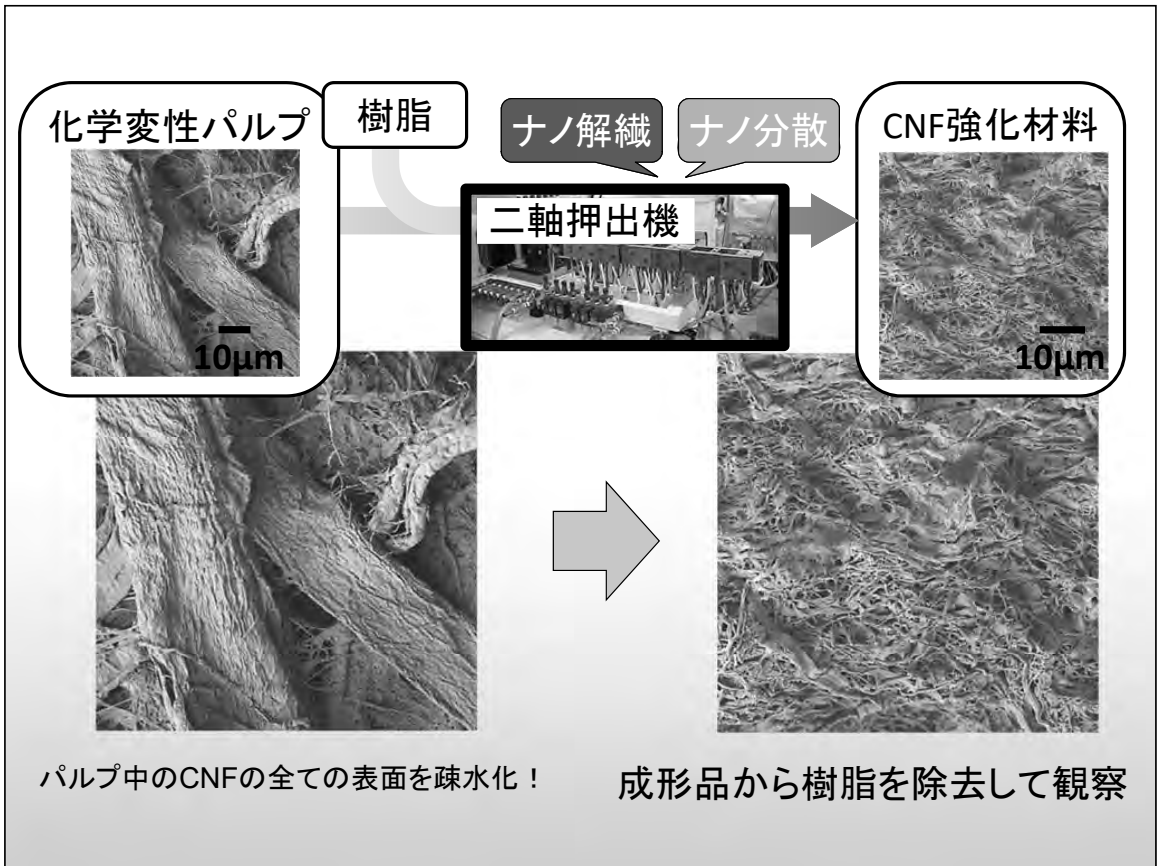
ナノ解繊と樹脂複合化

押出機



## パルプのナノ構造



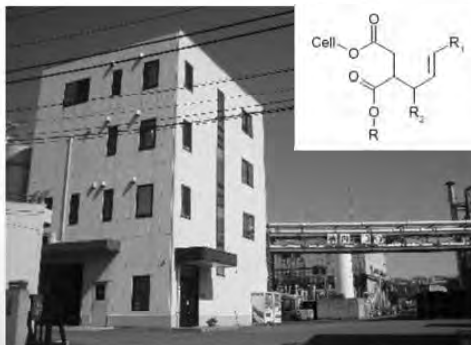


## 第2世代京都プロセスによる商用プラント

疎水化変性CNF 世界初の商品化

CNF/PP

200t/年 (30%CNF/樹脂 ベース)



竜ヶ崎工場、星光PMC

2014(テストプラント)

→2017(商用プラント)

## 世界初！次世代高性能素材「セルロースナノファイバー」を ミッドソールに活用したシューズを商品化

高性能ランニングシューズ「GEL-KAYANO 25  
(ゲルカヤノ 25)



200万足/年

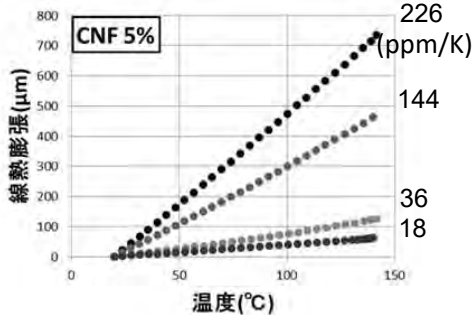
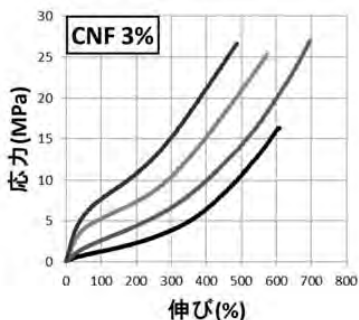
6月1日10時 プレスリリース

## 変性セルロースナノファイバー強化天然ゴム

(加藤、中坪、矢野:2011)

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

タイヤの軽量化



低熱膨張性



デバイス・センサー

Someya, T. (2004-)

# 京都プロセス 第3世代

- CNFの耐熱性向上  
→樹脂バリエーションの拡大
- プロセス全体を俯瞰した製造コストの削減

京都プロセス 第3世代 (Ac-CNF)

2013.9～2020.2

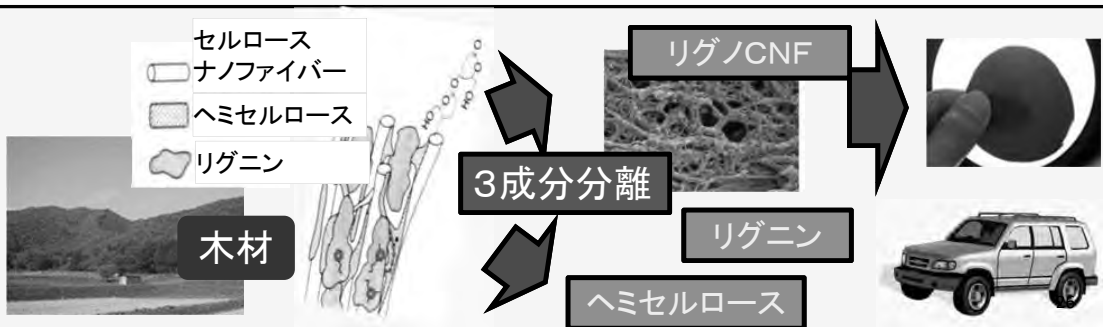
現プロジェクト:原料・成分分離から高性能リグノCNF開発にチャレンジ

研究開発プロジェクト:非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発

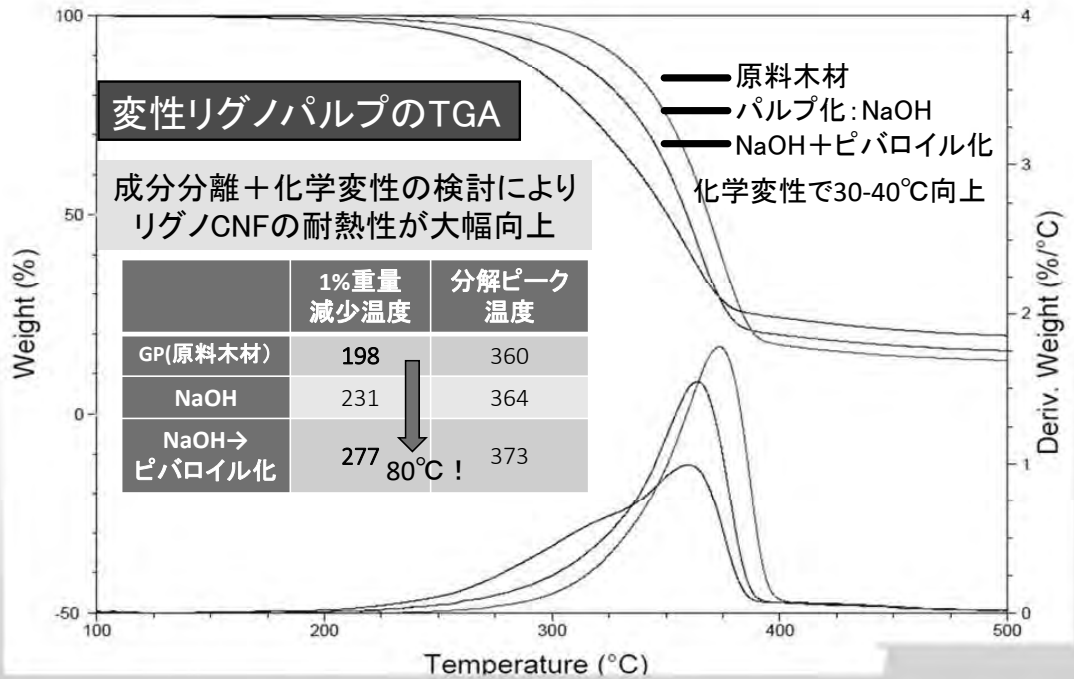
研究開発項目②「木質系バイオマスから化学品までの一貫製造プロセスの開発」

## 高機能リグノセルロースナノファイバーの 一貫製造プロセスと部材化技術開発

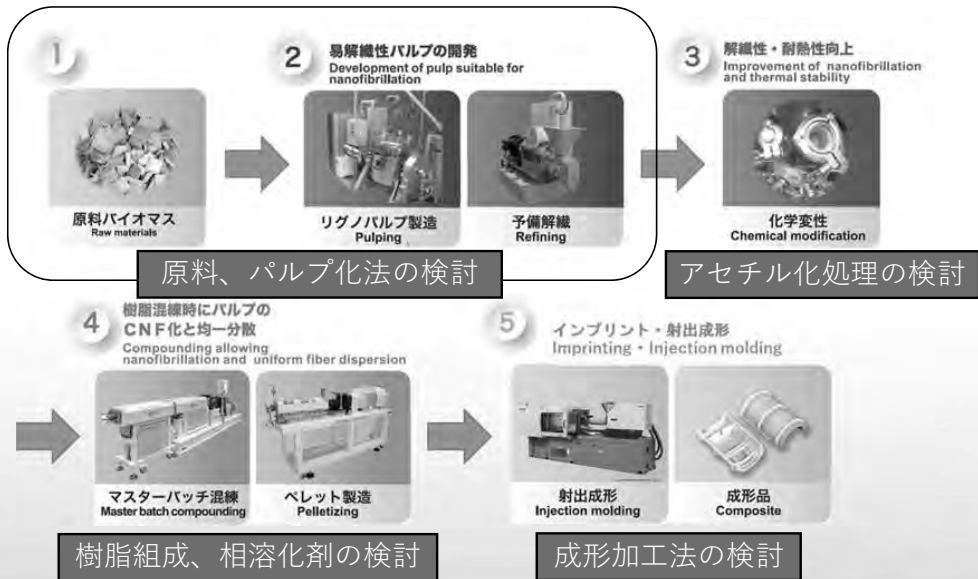
プロジェクトメンバー:京都大学、王子ホールディングス(株)  
日本製紙(株)、星光PMC(株)、京都市



# パルプ化法+化学変性による耐熱性向上



# CNF材料一貫製造プロセスの確立

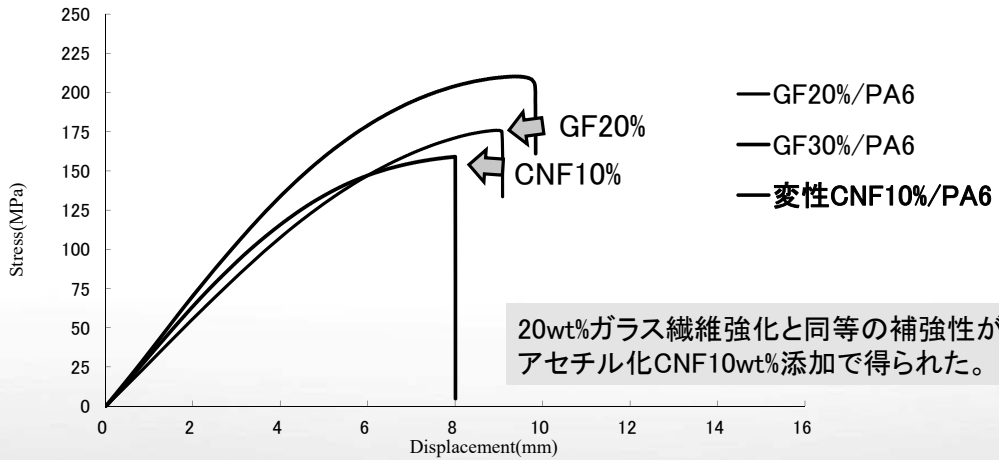


なぜアセチル化か: 低コスト変性(市場のアセテートは330円/kg、財務省統計2017)  
耐熱性向上:20-30°C、水素結合形成阻害(解繊性向上)、疎水化



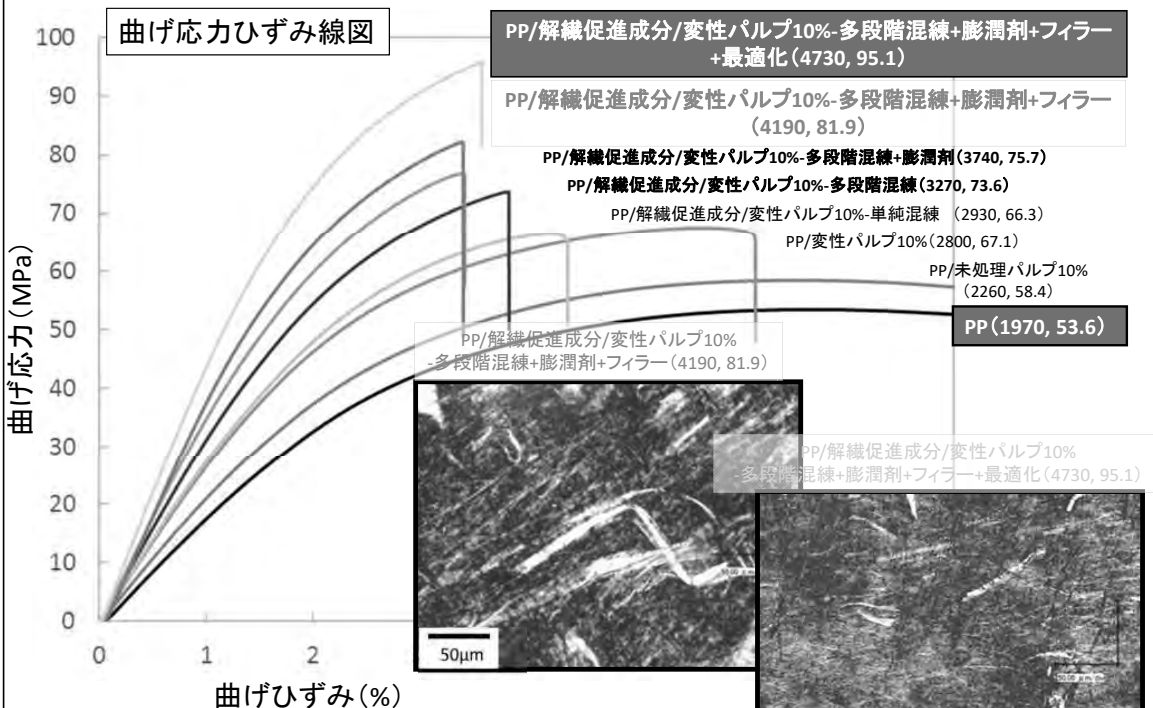
# 市販繊維強化材料(PA系)との比較:混練温度:230°C

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

## CNF良分散PPマトリックス材料 相乗効果-フィラー利用-特性, モルフォロジー



京都市産技研 仙波,他 2018

# 京大生存研に設置したテストプラント(最大製造能力:3t/年)



平成28年度から、  
企業・公的研究機関にサンプル提供

提供するの、

- 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

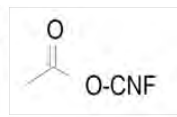
◆サンプル提供、評価による材料開発、用途開発が促進され、

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第一歩！**

# 第3世代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 39ページ 47頁

## CNF 生産設備、富士に

セルロースナノファイバー

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

【東京11日】日本製紙が、京都府の森で採れた木材を原料とするセルロースナノファイバー(CNF)の生産設備を、富士に建設する。原料は木、強度は鋼鉄の5倍とされる「夢の新素材」の生産設備を、富士に建設する。原料は木、強度は鋼鉄の5倍とされる「夢の新素材」の生産設備を、富士に建設する。

日本製紙は、京都府の森で採れた木材を原料とするセルロースナノファイバー(CNF)の生産設備を、富士に建設する。原料は木、強度は鋼鉄の5倍とされる「夢の新素材」の生産設備を、富士に建設する。

日本製紙は、京都府の森で採れた木材を原料とするセルロースナノファイバー(CNF)の生産設備を、富士に建設する。原料は木、強度は鋼鉄の5倍とされる「夢の新素材」の生産設備を、富士に建設する。

朝日新聞, 2017/07/12

## 第4世代：残りの1年で

- 第3世代より解繊し、比表面積の大きなCNFによる界面補強に優れたCNF強化樹脂材料



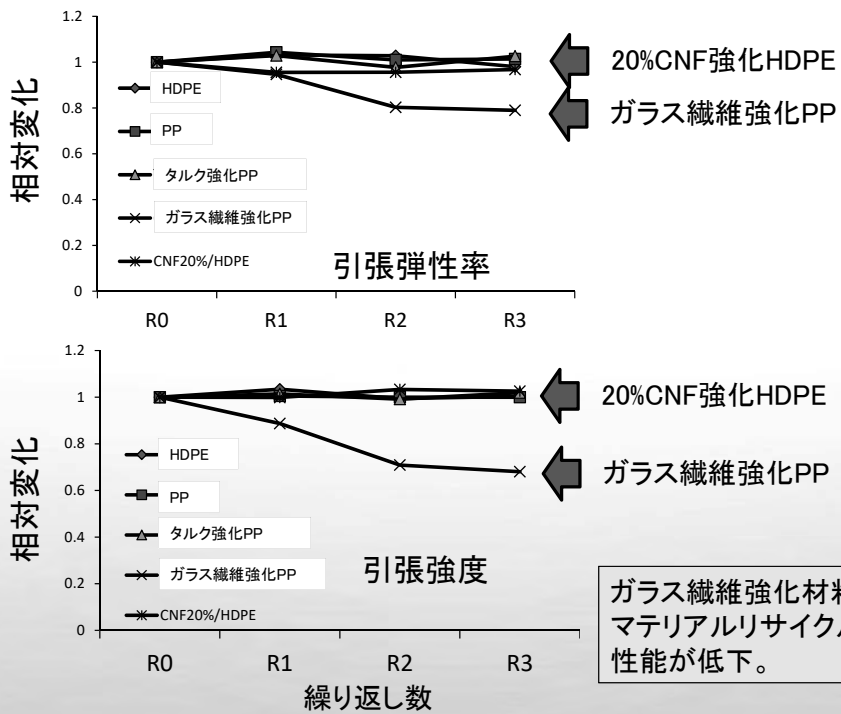
解繊助剤、相溶化剤  
新規複合化方法の開発

33

## CNF強化樹脂材料のアドバンテージ

- マテリアルリサイクル：成形品の再成形・利用
- 微細発泡、発泡成形
- 透明補強

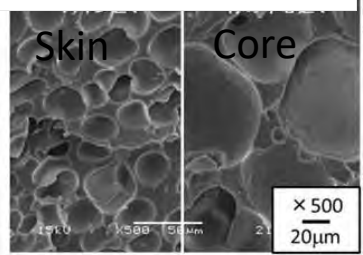
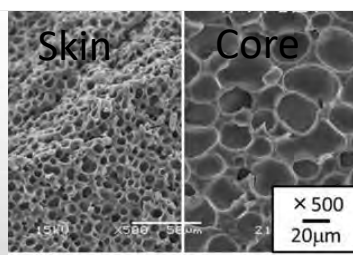
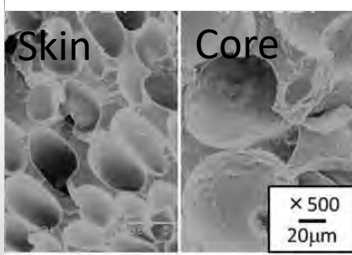
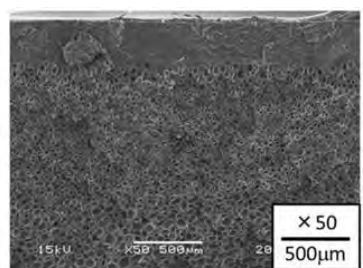
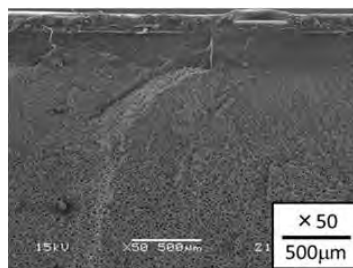
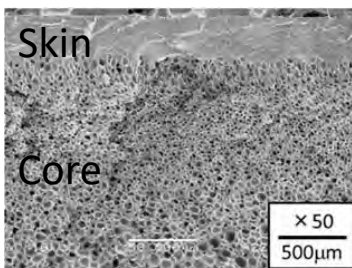
# リサイクル性評価：成形→粉砕→成形



PA6

CNF/PA6

Inorganic/PA6



PA6 2.5times

Ac-CNF5% 2.5times

Inorganic filler 5% 2.5times

Itoh, et al., 2016

## PA6 エンジンカバー, 280°Cで発泡成形



CNF5%, foamed PA6

GF30% solid PA6

4.6 mm (二倍発泡) ... 厚さ ... 2.75 mm

0.13 Pa m<sup>4</sup> .. 剛性 (EI, 10mm 厚さ) .. 0.13 Pa m<sup>4</sup>

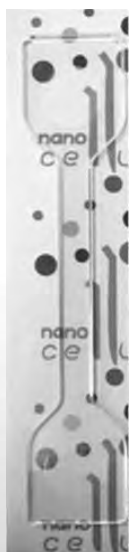
660 g ... 製品重量 ... 960 g

- ✓ 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

## ポリカーボネート(PC)の混練透明複合(射出成形)

混練: 240°C、射出成形: 260°C

(繊維率: 5wt%)



ポリカーボネート  
(溶融混練無)

BC強化ポリカーボネート  
(無処理) (化学変性、Bz)

※Bz: ベンゾイル化  
BC: バクテリアセルロース

三浦、矢野: 2017

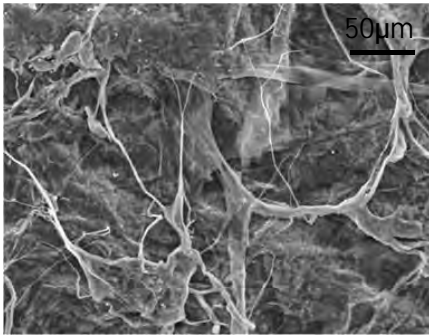
# 京都プロセス品の展開



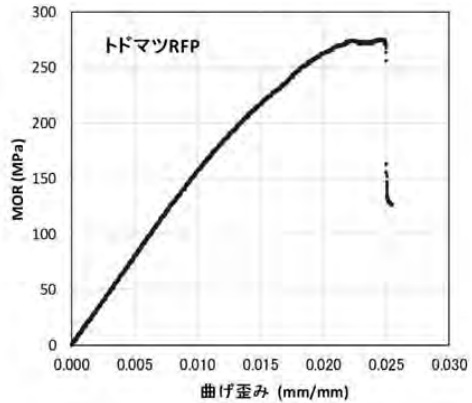
## CNF率と強度および用途



# リファイナー処理パルプモールド成形品: 100%パルプ



リファイナー処理クラフトパルプ

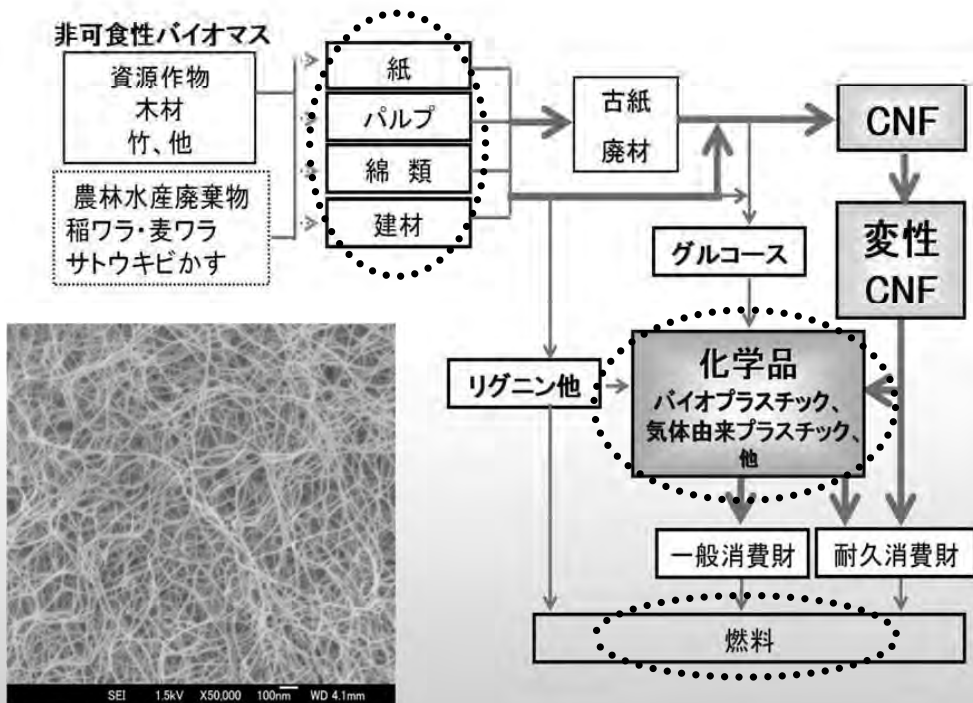


曲げ試験

E (GPa)	曲げ強度 (MPa)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )
15.4	264	1.42

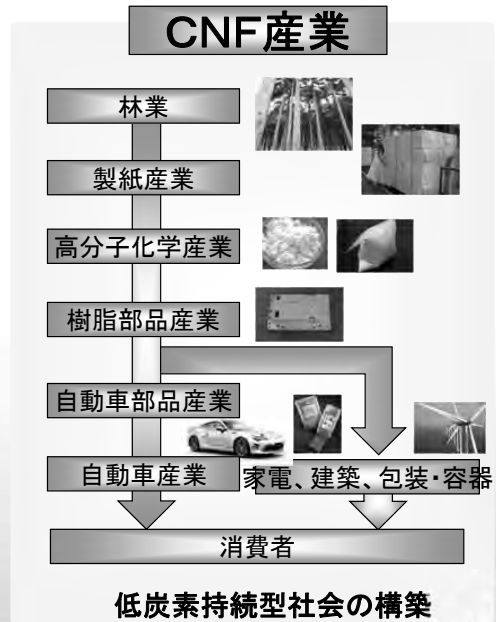
炭素繊維30-40%品に匹敵する強度特性  
課題: 3次元成形、吸湿性

## バイオマス資源はカスケード利用で



# 構造用CNF材料の未来:21世紀型の発展に向けて

1960 2001 2003 2005 2012 NOW



nano ce ULOSE



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品製造プロセス技術開発」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。

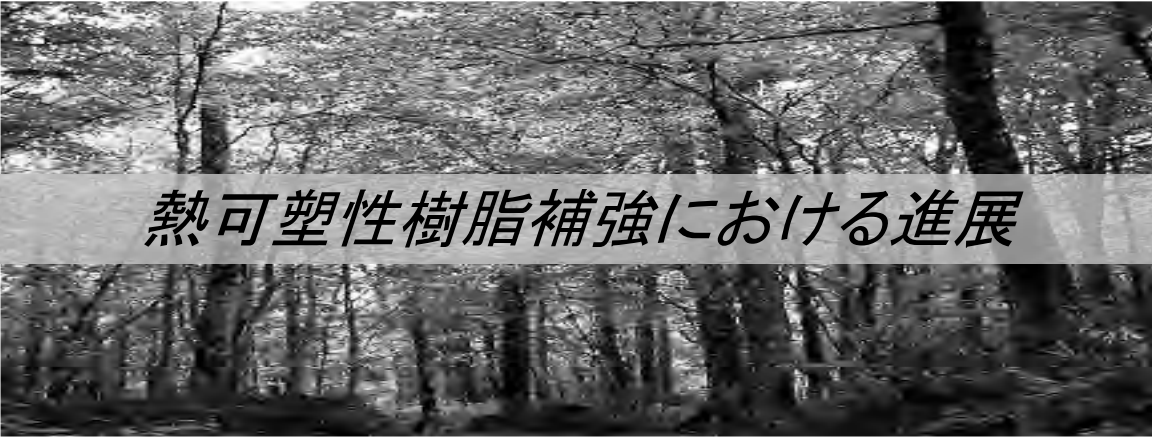


熱可塑性樹脂補強における進展

(地独) 京都市産業技術研究所

仙波 健氏





## 熱可塑性樹脂補強における進展

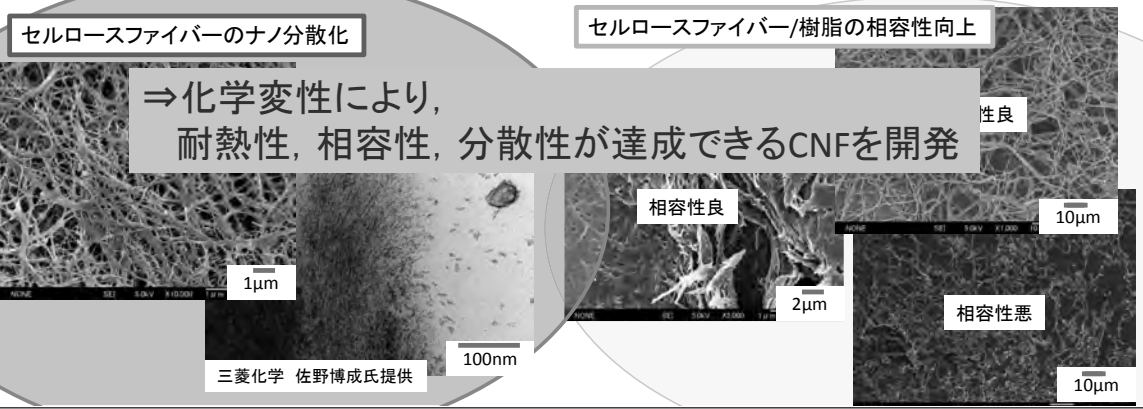
(地独)京都市産業技術研究所  
仙波健, 伊藤彰浩

### 内容

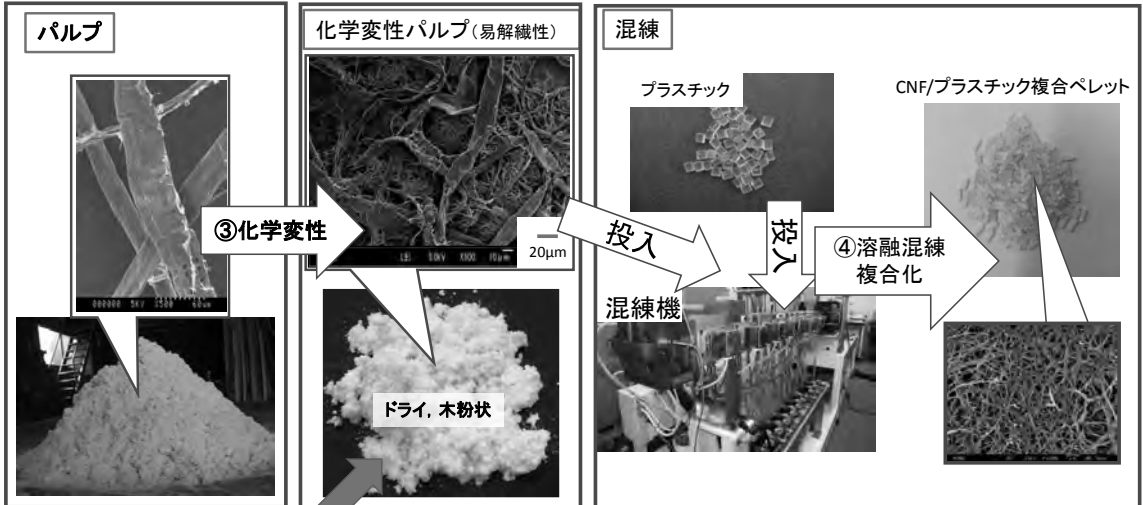
1. CNF/PP複合化工程における分散樹脂と膨潤剤の利用
  - ・プロセス概要
  - ・分散と繊維長維持: 粘度と切断抑制
  - ・実用物性評価
2. 膨潤剤の様々なプラスチックへの展開
  - ・PA6
  - ・POM
  - ・PE-①分散樹脂添加, ②フィラーの効果
  - ・オールPP材料-①高強度化, ②耐衝撃性と耐熱性付与
3. より実用的な性能を早期に実現
  - CNF/植物繊維ハイブリッド
4. 発泡成形
  - ・CNF/PP
  - ・CNF/熱可塑性エラストマー

※PP:ポリプロピレン, PA6:ポリアミド6, POM:ポリアセタール, PE:ポリエチレン

**CNF強化熱可塑性樹脂材料を作るうえでの重要点(耐熱性, 相容性, 分散性)**



**プラスチック構造部材として受け入れられるための  
CNFと熱可塑性樹脂複合化プロセス(プラスチックの成形加工)**

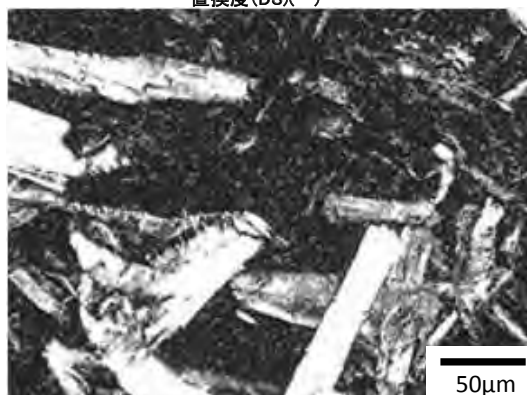
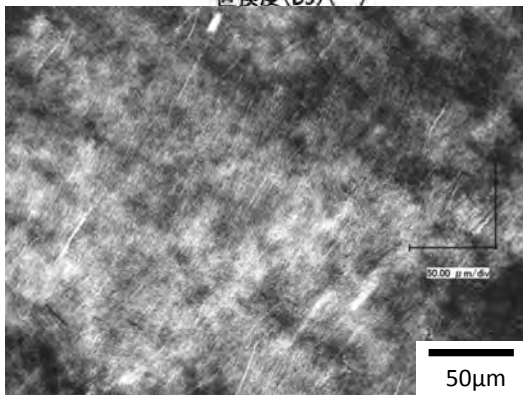
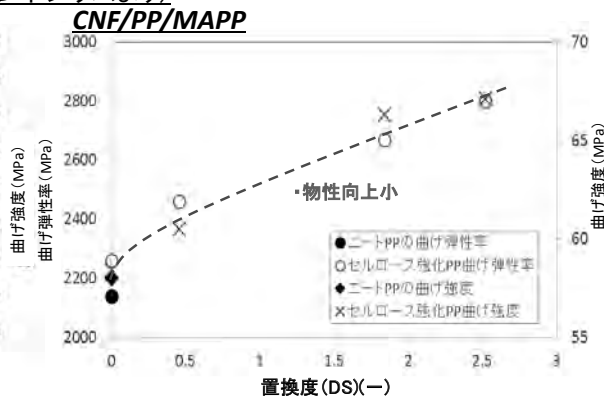
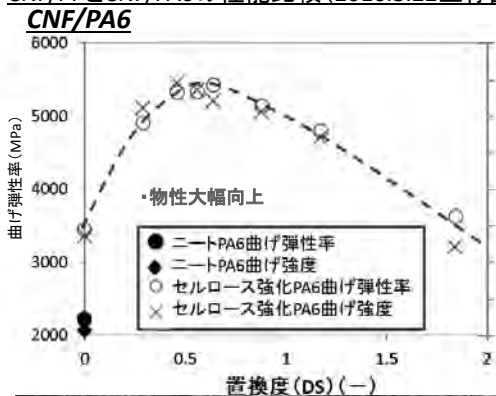


**重要点**

- ・コンパウンダーに受け入れられる作業工程
- ・プラスチック構造部材として受け入れられる材料コスト

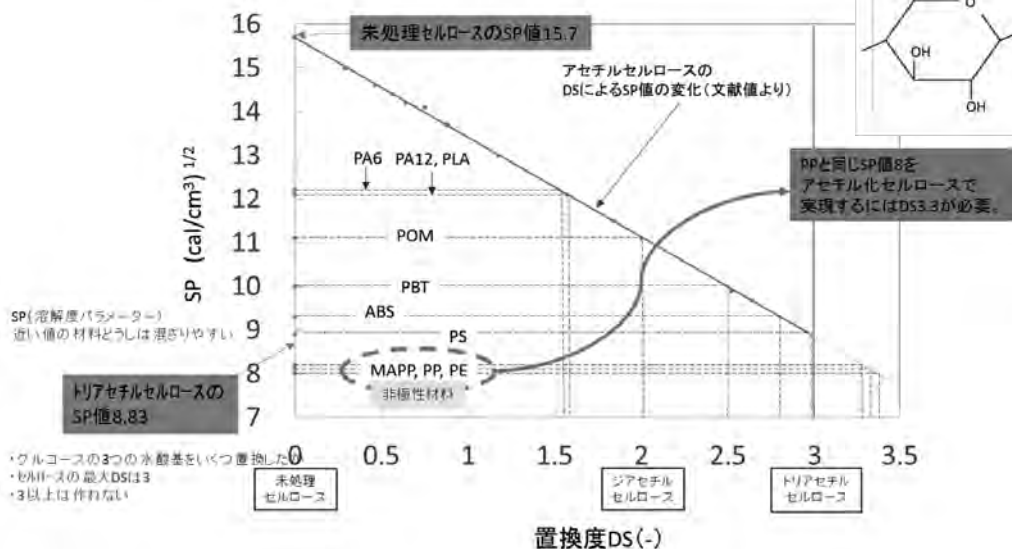
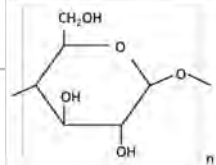
## CNF強化PP系材料-これまでの性能2 極性ポリマーとPPの比較

CNF/PPとCNF/PA6の性能比較 (2016.3.22生存圏シンポジウムより)



## CNF強化樹脂—SP値図

セルロース分子の繰り返し単位: グルコース



セルロースのSPを下げるだけでなく、樹脂のSP値を上げる工夫が必要  
また様々な技術の合わせ技での分散性と物性向上  
・相容化技術 ・混練技術 ・解繊助剤 ・凝集抑制剤

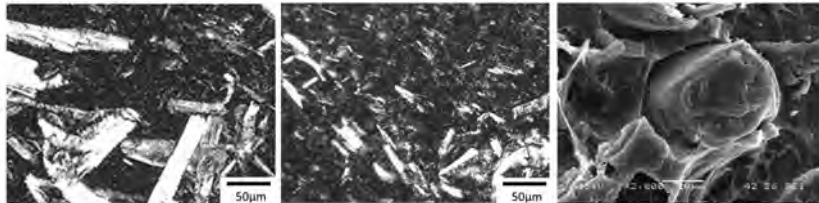
# CNF良分散PPマトリックス材料 解繊技術-解繊促進成分利用-複合化のイメージ

PPのみのマトリックスでは、

解れず分散不良

解そうとすると千切れる

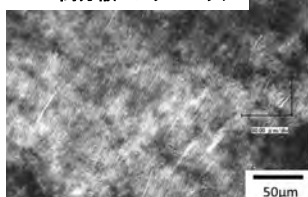
セルロース/樹脂の界面接着が弱い



まずはパルプを切断せずに解さなければならない!!

・親和性の良い材料(解繊促進成分)とのプレ混練により解してからPPと複合化

CNF高分散マスターバッチ



CNF高分散マスターバッチの構造



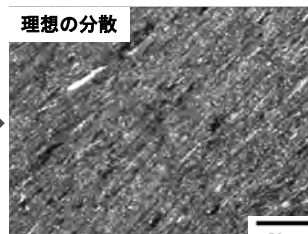
PP



PPによる希釈



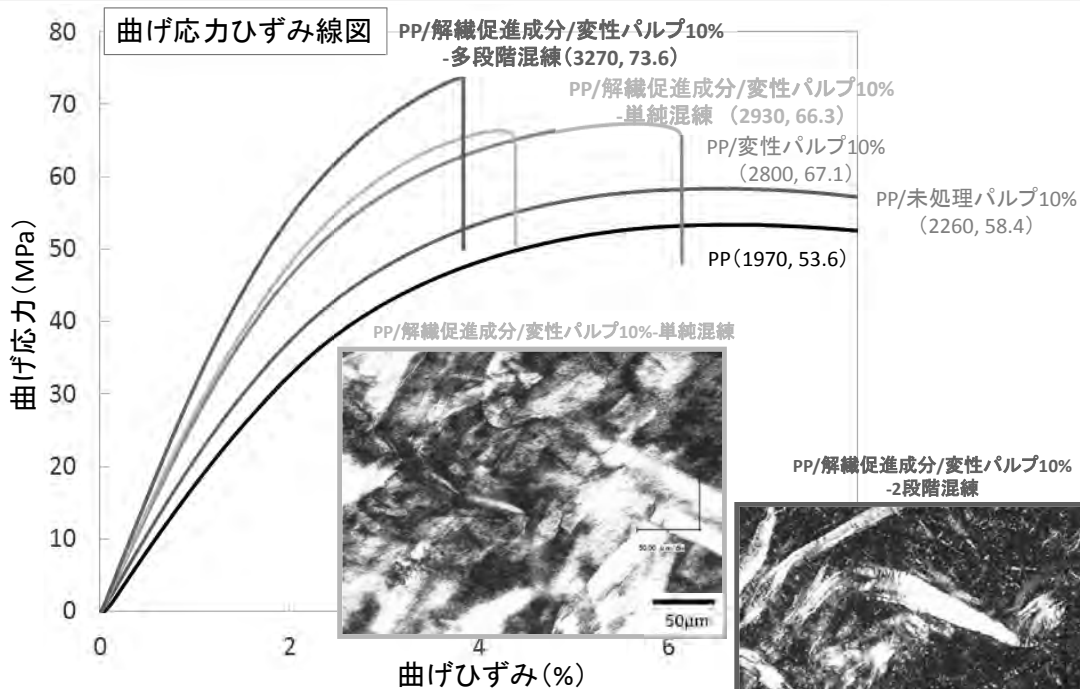
理想の分散



理想の相構造



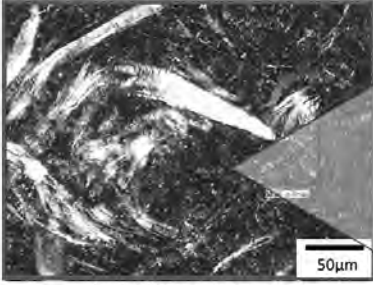
# CNF良分散PPマトリックス材料 解繊技術-解繊促進成分利用-特性, モルフォロジー



# CNF良分散PPマトリックス材料 解繊技術-解繊促進成分利用-モルフォロジー

PP/解繊促進成分/変性パルプ10%-多段階混練

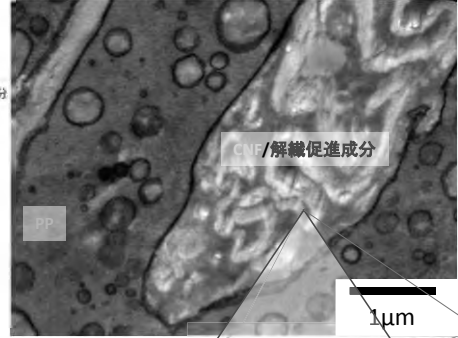
②解繊促進成分内にセルロースが閉じ込められる



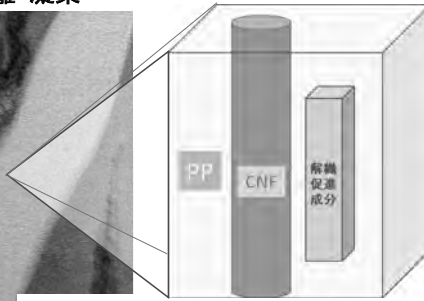
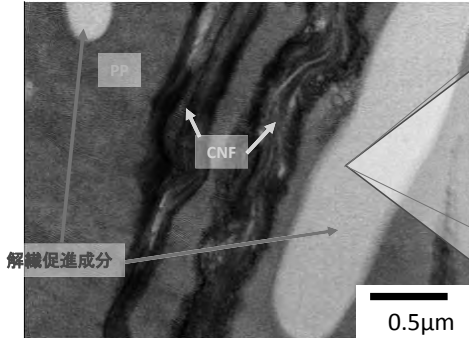
曲げ弾性率: 3270MPa  
曲げ強度: 73.6MPa



理想の相構造が作れているのか?



①解繊促進成分が分離・凝集



- ・界面接着悪い
- ・CNFの凝集

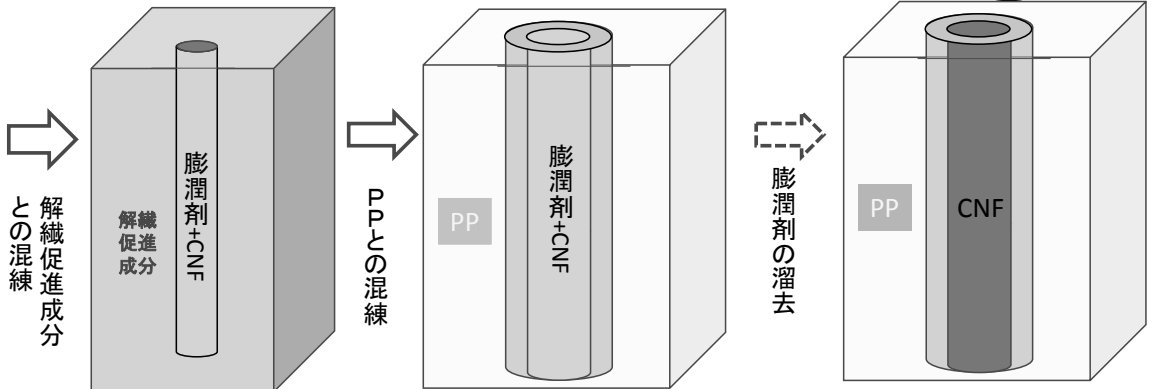
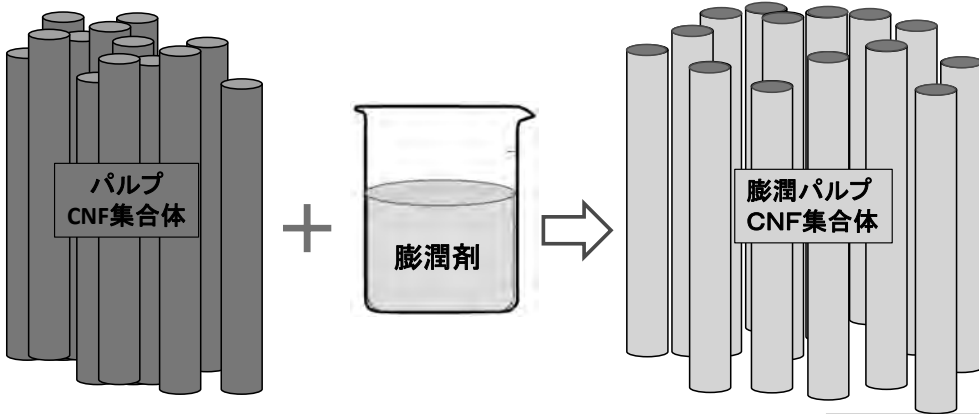


- ・CNFの凝集
- ・PPへの補強効果が得られない

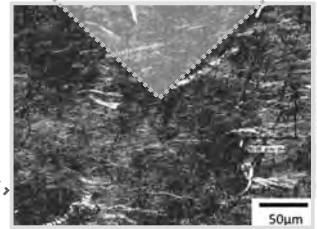
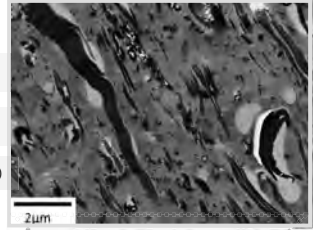
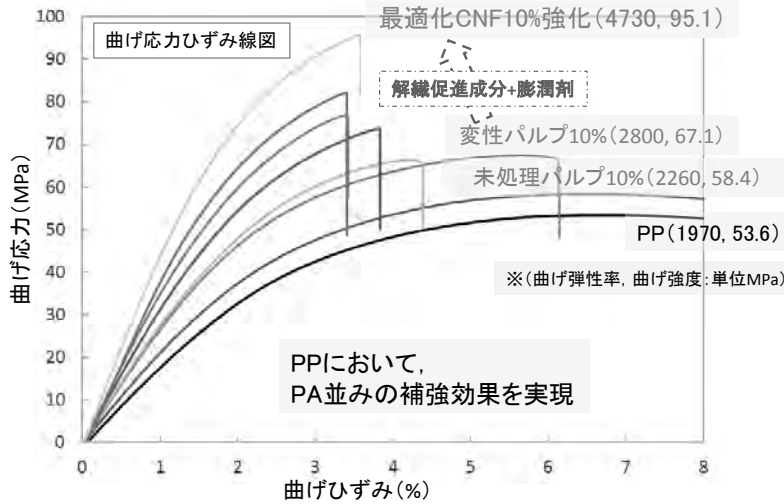
京都大学  
佐野博成先生撮影

まずは繊維凝集を抑制することを目指した

## 解繊促進成分と膨潤剤によるCNF強化PPの製造技術

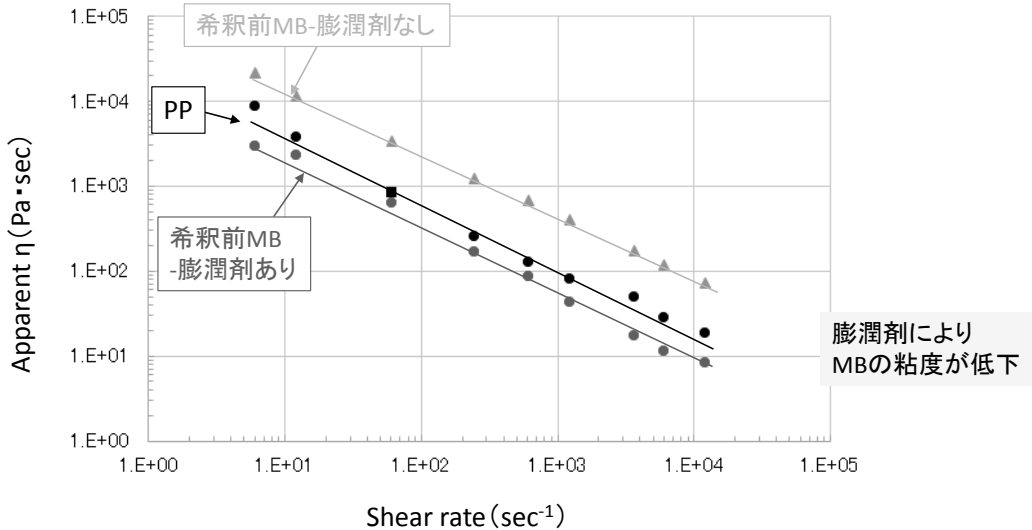


# 解繊促進成分と膨潤剤によるCNF強化PPの曲げ特性



# 膨潤剤によるMBの粘度調整効果検証1

CNF分散MB/希釈PPの混練温度(200°C)における粘度

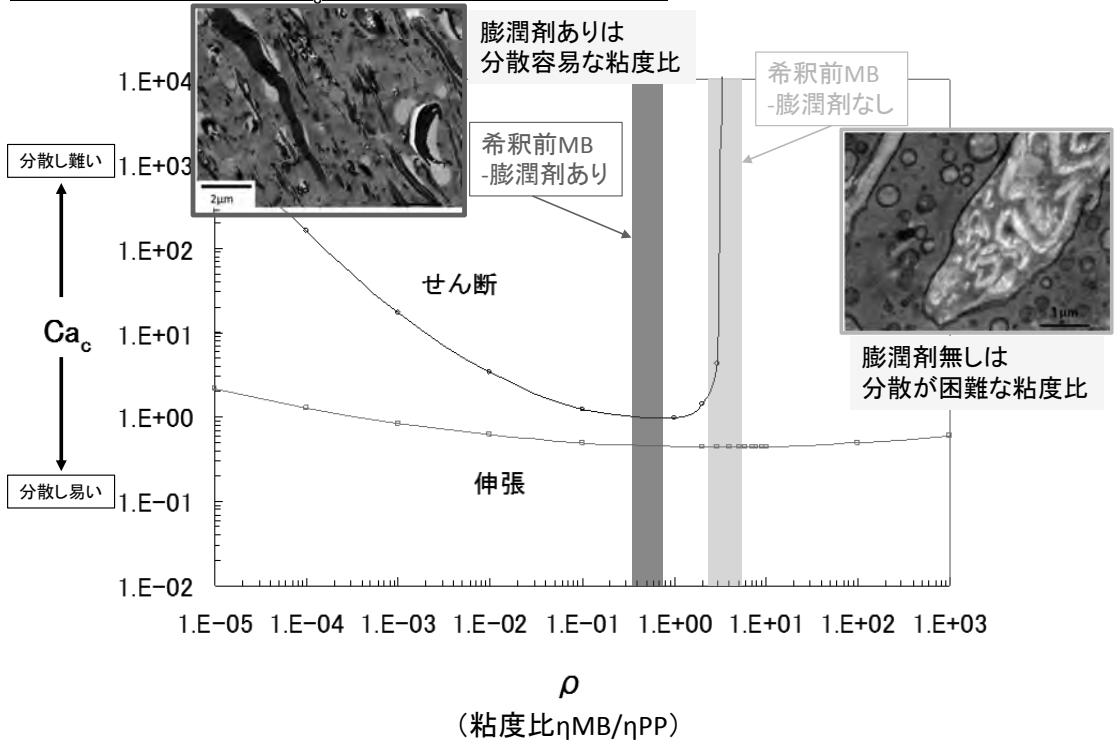


		剪断速度(1/sec)								
		60.8	12.2	60.8	243	608	1216	3648	6080	12160
粘度(Pa·s)	PP	8670	3710	823	253	125	79.5	49.0	28.0	18.2
粘度(Pa·s)	希釈前MB-膨潤剤なし	21785	11536	3402	1227	670	408	173	118	73.4
粘度比η MB/η PP	希釈前MB-膨潤剤なし	2.51	3.11	4.13	4.86	5.35	5.12	3.53	4.24	4.03
粘度(Pa·s)	希釈前MB-膨潤剤あり	2976	2296	643	166	86.0	42.2	17.5	11.3	8.41
粘度比η MB/η PP	希釈前MB-膨潤剤あり	0.343	0.619	0.781	0.658	0.686	0.531	0.357	0.405	0.461



## 膨潤剤によるMBの粘度調整効果検証2

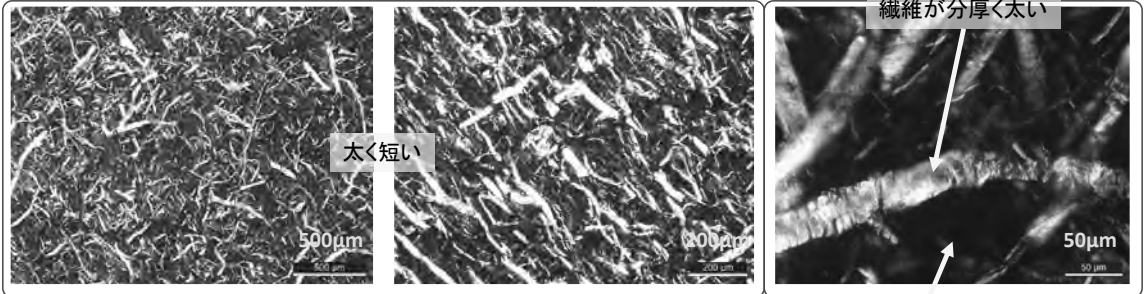
### 臨界キャピラリー数 ( $Ca_c$ ) によるMB分散向上の検証



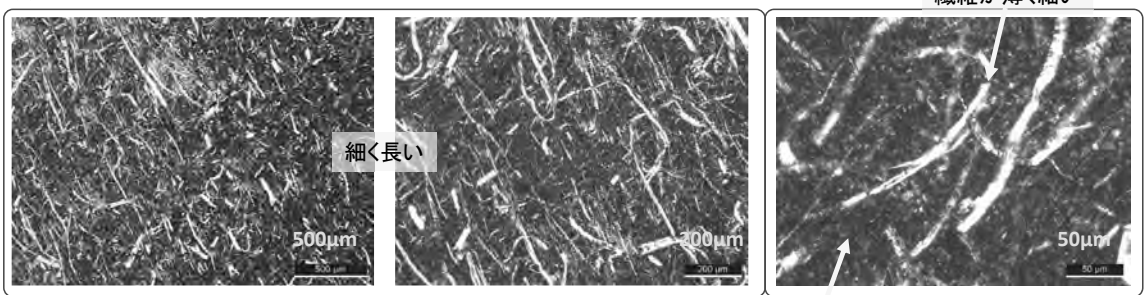
## 膨潤剤による解繊性向上

### 同じ混練回数で比較

膨潤剤なし

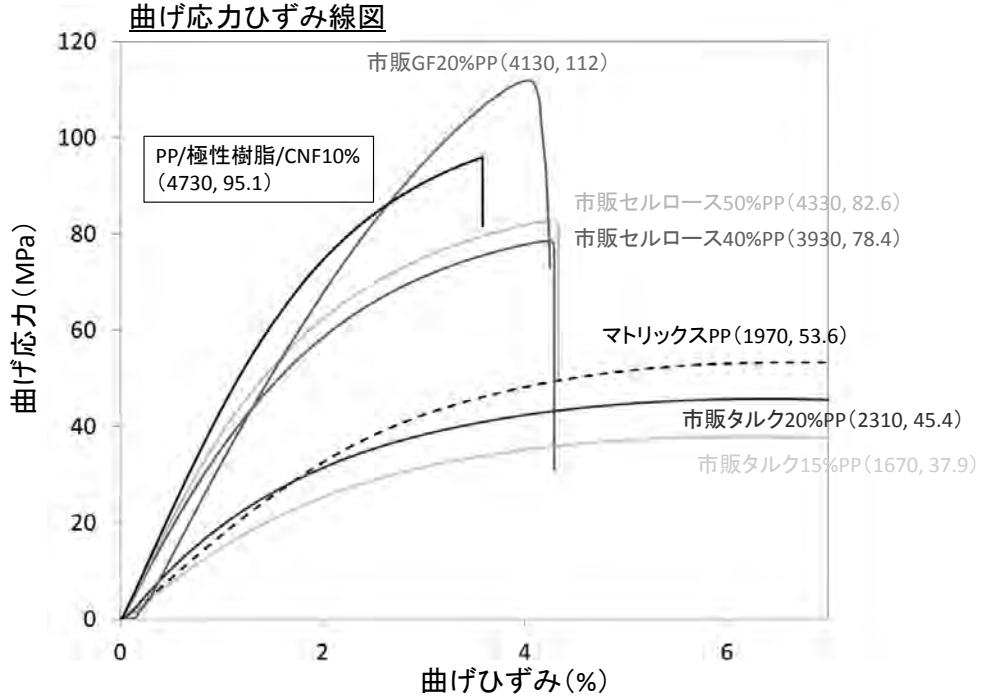


膨潤剤あり



# 解繊促進成分と膨潤剤によるCNF強化PPの実用物性1

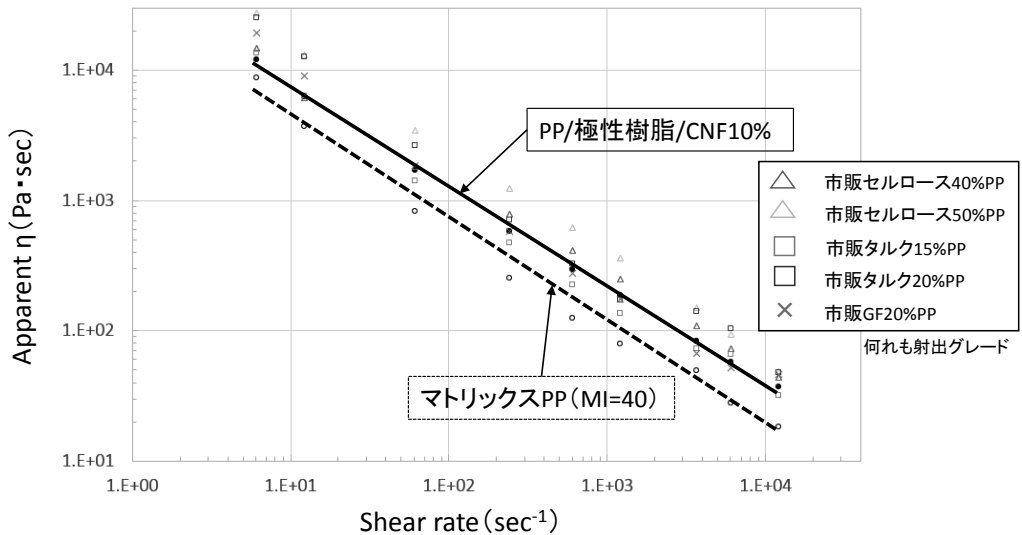
## 市販PP系材料との曲げ特性比較



開発材料は、市販材料と比較しても十分な曲げ特性を発現

# 解繊促進成分と膨潤剤によるCNF強化PPの実用物性2

## PP/極性樹脂/CNFの流動特性、市販材料との比較

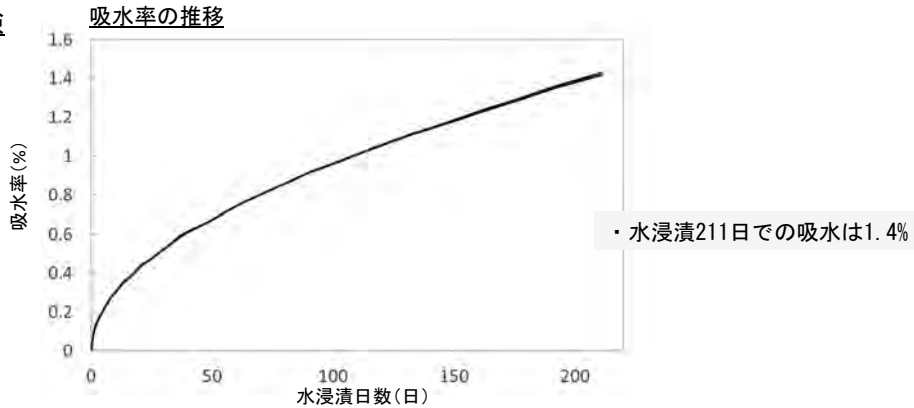


		剪断速度(1/sec)								
		60.8	12.2	60.8	243	608	1216	3648	6080	12160
粘度 (Pa·s)	マトリックスPP	8670	3710	823	253	125	79.5	49.0	28.0	18.2
	PP/極性樹脂/CNF10%	11976	6209	1694	578	297	186	83.1	57.7	36.9

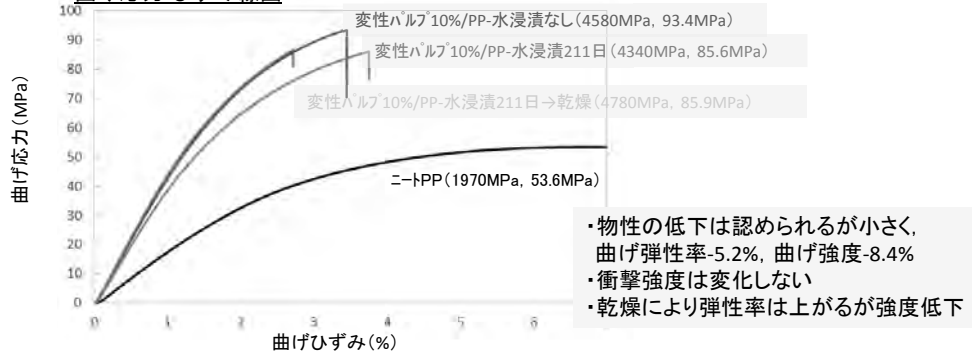
市販PP系射出グレード材料と遜色ない流動特性

## 解繊促進成分と膨潤剤によるCNF強化PPの実用物性3

### 吸水試験

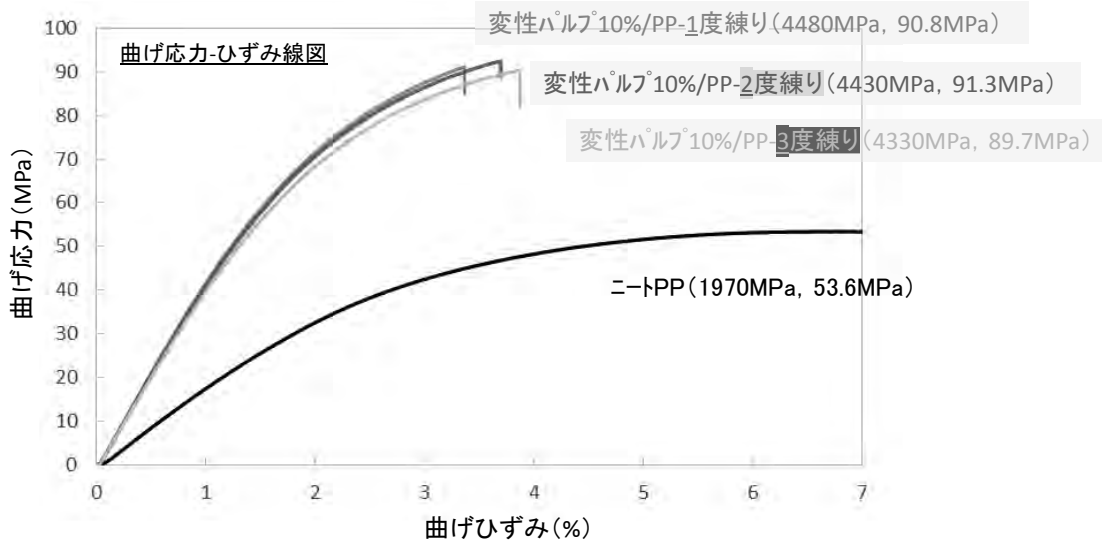


### 曲げ応力-ひずみ線図



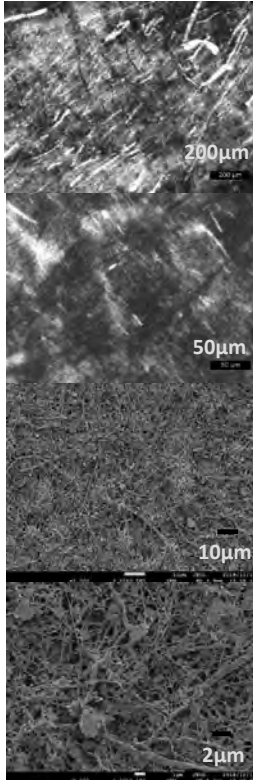
## 解繊促進成分と膨潤剤によるCNF強化PPの実用物性4

### 繰返し加工の影響 曲げ試験結果

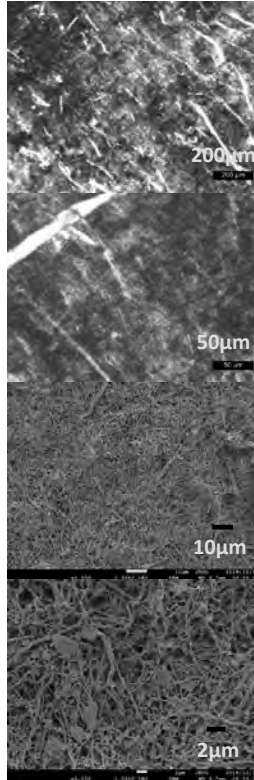


## 繰返し加工の影響 セルロースの分散状態

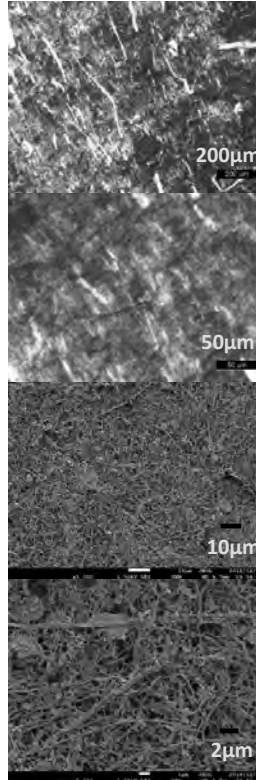
1度練り



2度練り



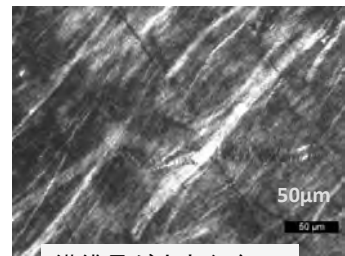
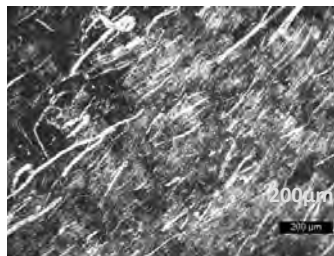
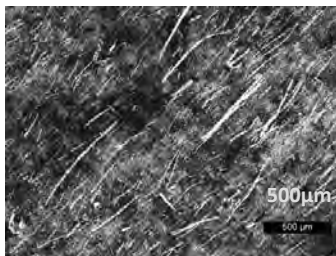
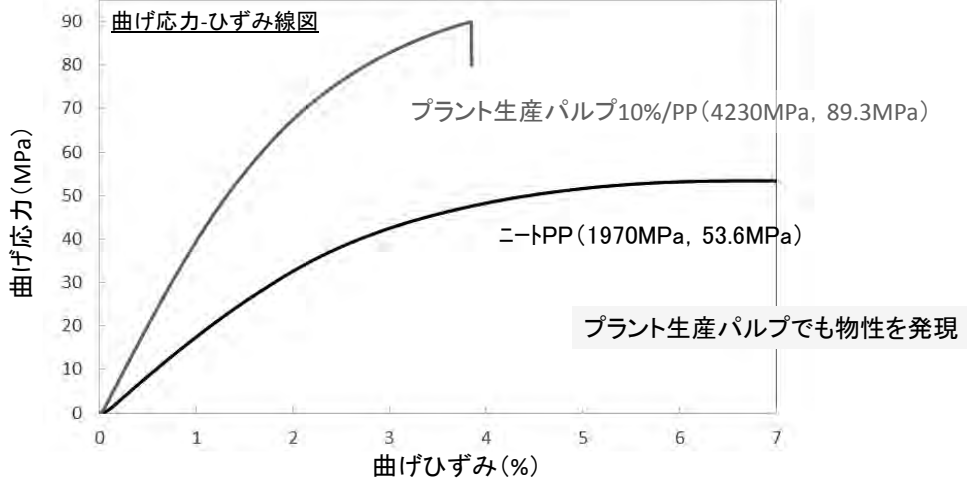
3度練り



練り回数が増えても  
繊維長が維持

## 解繊促進成分と膨潤剤によるCNF強化PPの実用物性5

プラント生産パルプを使用した場合の物性



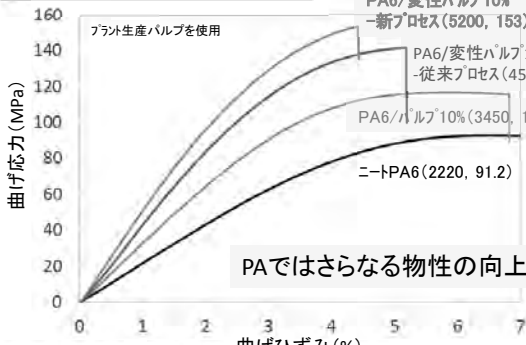
繊維長が大きく、細い

# 内容

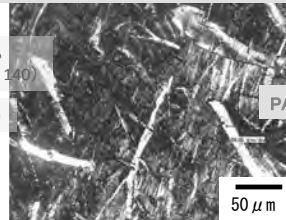
1. CNF/PP複合化工程における分散樹脂と膨潤剤の利用
  - ・プロセス概要
  - ・分散と繊維長維持: 粘度と切断抑制
  - ・実用物性評価
2. 膨潤剤の様々なプラスチックへの展開
  - ・PA6
  - ・POM
  - ・PE-①分散樹脂添加, ②フィラーの効果
  - ・オールPP材料-①高強度化, ②耐衝撃性と耐熱性付与
3. より実用的な性能を早期に実現
  - CNF/植物繊維ハイブリッド
4. 発泡成形
  - ・CNF/PP
  - ・CNF/熱可塑性エラストマー

## 様々な樹脂への効果1 PA6

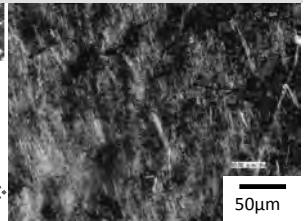
### ①ポリアミド6(ラボスケール)



PA6/変性ハルブ10%-従来プロセス(4590, 140)

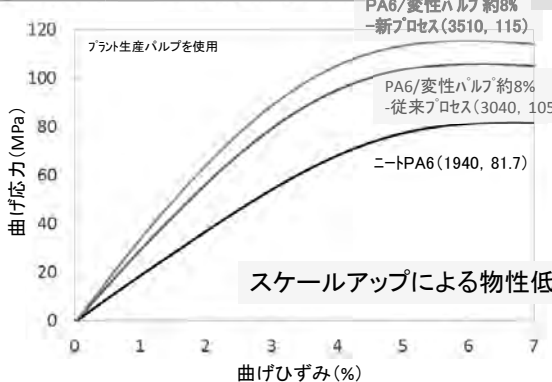


PA6/変性ハルブ10%-新プロセス(5200, 153)

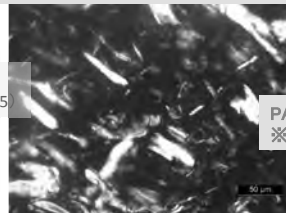


解繊・分散向上

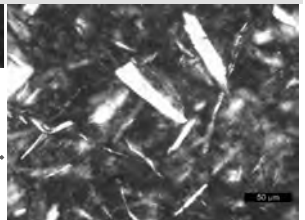
### ②ポリアミド6(パイロットスケール)



PA6/変性ハルブ約8%-従来プロセス(3040, 105) ※メーカー測定値(3630, 128)



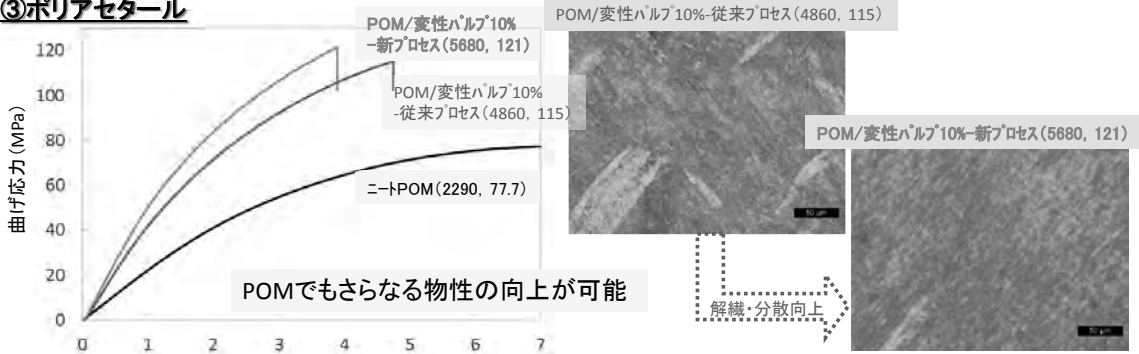
PA6/変性ハルブ約8%-新プロセス(3510, 115) ※メーカー測定値(4210, 141)



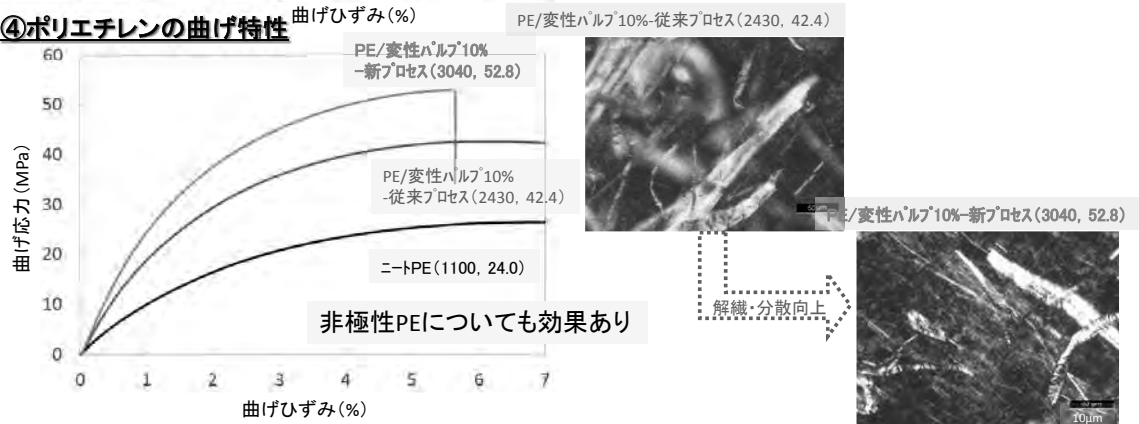
解繊・分散向上

## 様々な樹脂への効果2 POM, PE

### ③ポリアセタール



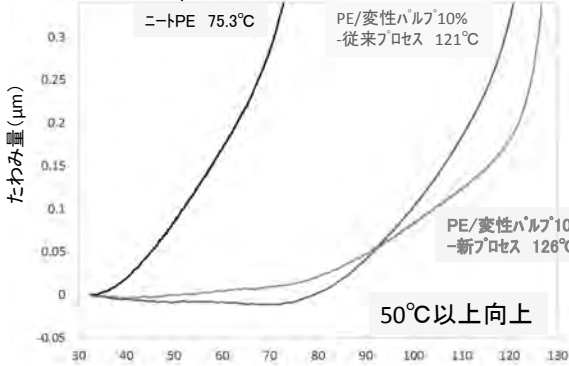
### ④ポリエチレンの曲げ特性



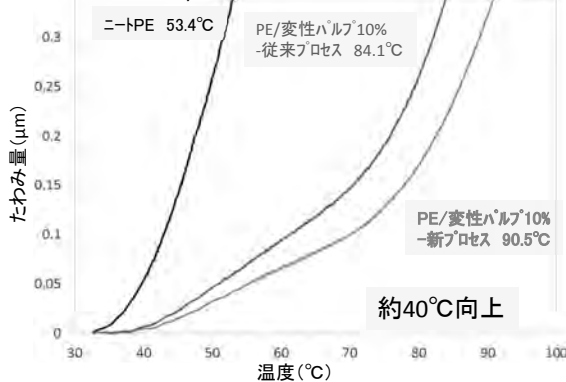
## 様々な樹脂への効果3 PEの耐熱性

### ④ポリエチレンの耐熱性

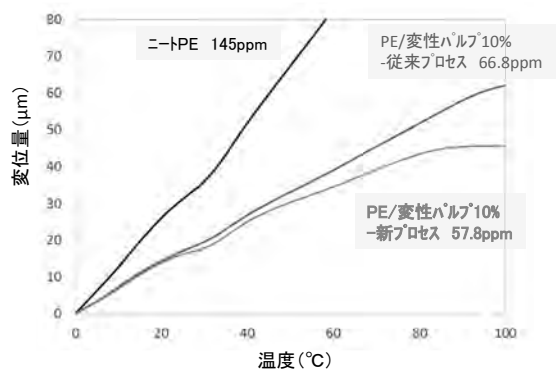
HDT-0.45MPa (2°C/min)



HDT-1.8MPa (2°C/min)



CTE (5°C/min)

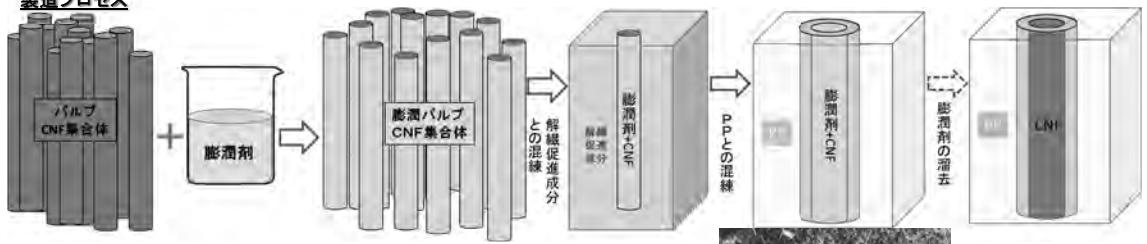


非強化PEの半分以下の線熱膨張係数

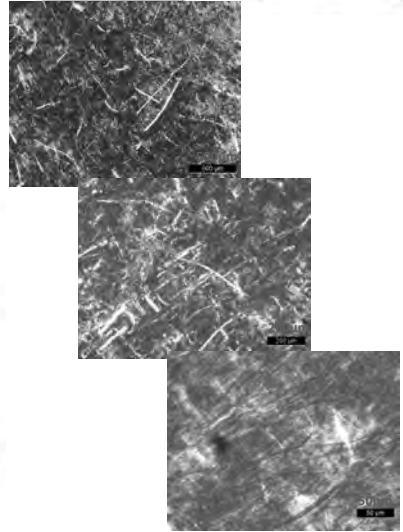
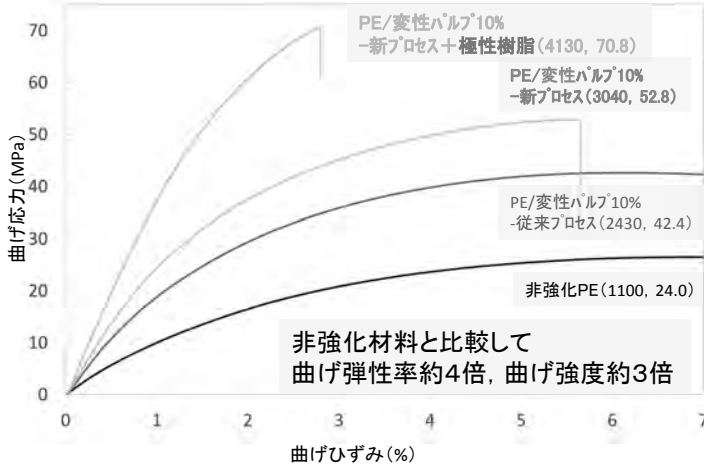
# 様々な樹脂への効果4 PEに極性樹脂添加 曲げ特性, 分散性

## 極性樹脂をPE/CNFにブレンド

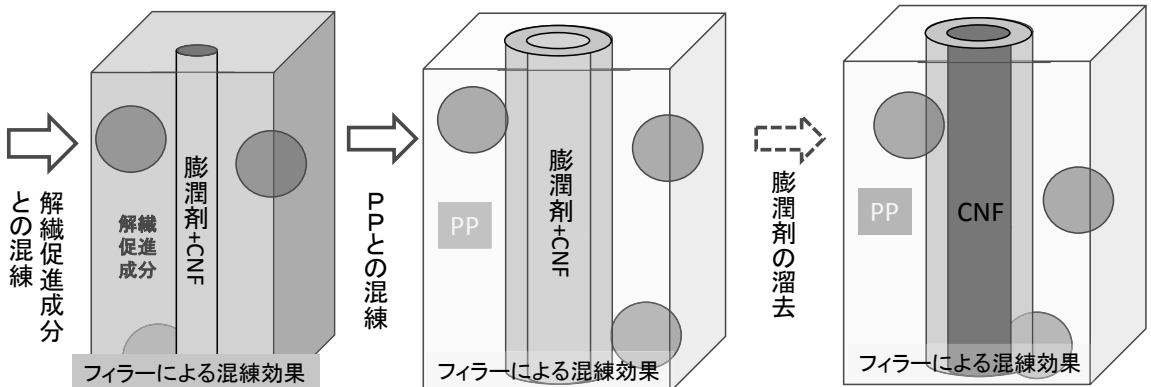
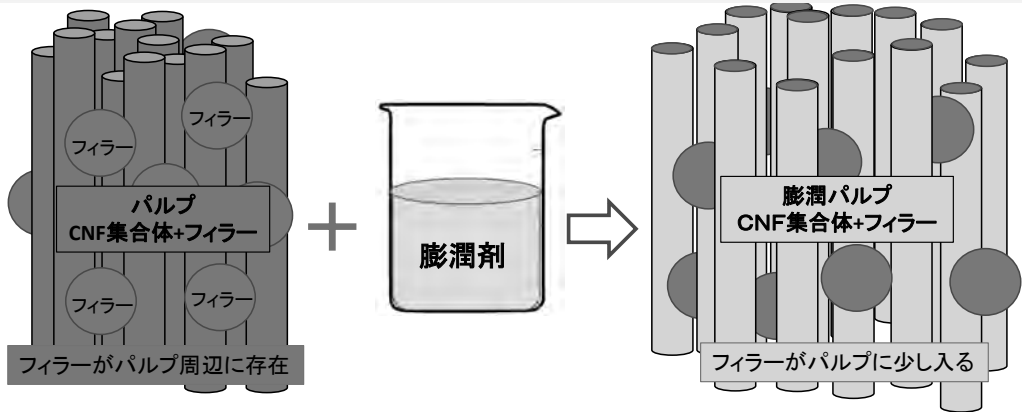
### 製造プロセス



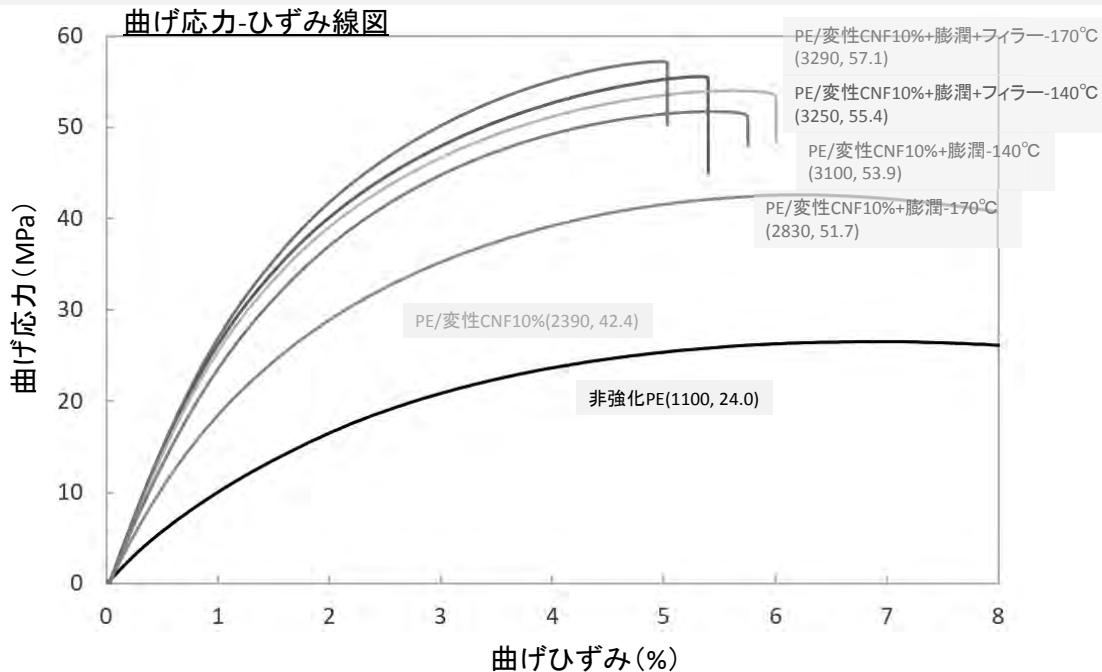
### 曲げ応力-ひずみ線図



## CNF良分散PPマトリックス材料 相乗効果-フィラー利用-イメージ



## 様々な樹脂への効果5 無機フィラー添加効果 曲げ特性 PEマトリックスでの検証



- ・フィラーありの方が高物性
- ・高温(170°C)混練の方が物性差が大きい

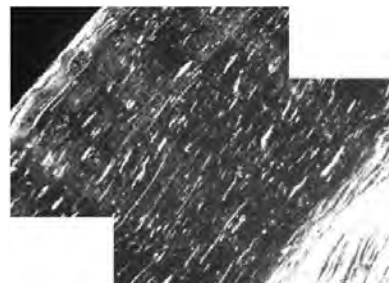
## 無機フィラー添加効果 観察

京都大学 生存圏研究所 佐野博成先生 撮影

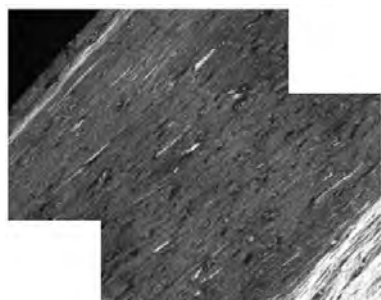
PE/変性CNF10%+膨潤-140°C混練  
(3100, 53.9)



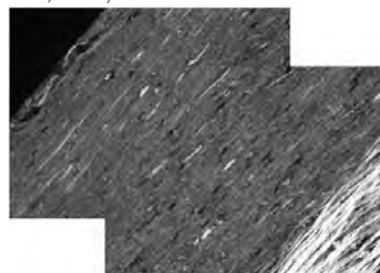
PE/変性CNF10%+膨潤-170°C混練  
(2830, 51.7)



PE/変性CNF10%+膨潤+フィラー-140°C混練  
(3250, 55.4)



PE/変性CNF10%+膨潤+フィラー-170°C混練  
(3290, 57.1)



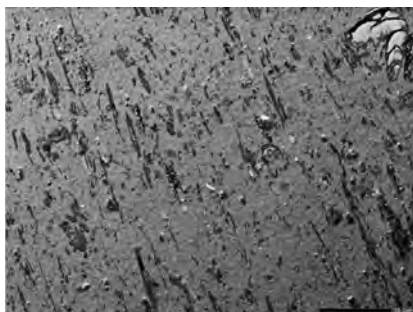
フィラー添加により  
大きく分散性向上



## 無機フィラー添加効果 観察

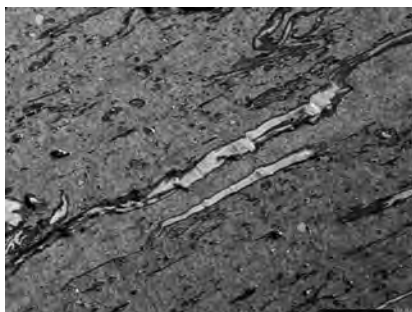
京都大学 生存圏研究所 佐野博成先生 撮影

PE/変性CNF10%+膨潤+フィラー-140°C混練  
(3250, 55.4)



分散性は良好  
⇒マトリクス粘度が高く分散、フィラーの攪拌効果もある

PE/変性CNF10%+膨潤-140°C混練  
(3100, 53.9)

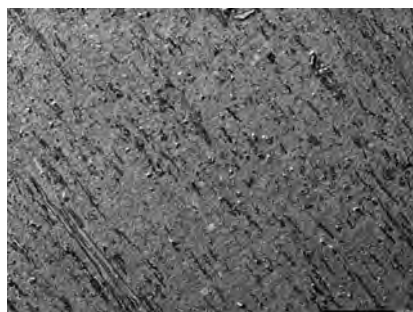


分散性は良くない  
⇒マトリクス粘度が高く分散、フィラーの攪拌効果なし

## 無機フィラー添加効果 観察

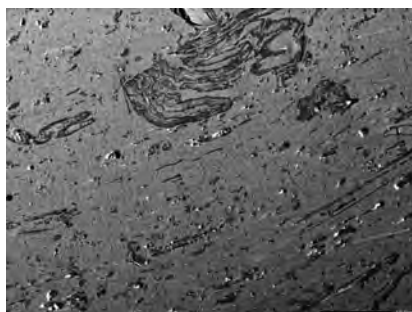
京都大学 生存圏研究所 佐野博成先生 撮影

PE/変性CNF10%+膨潤+フィラー-170°C混練  
(3290, 57.1)



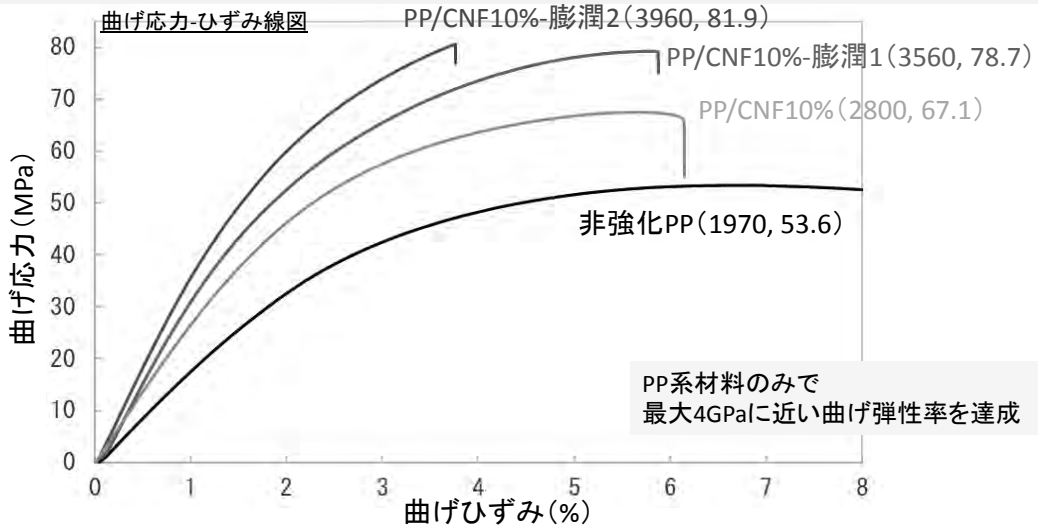
最も分散性良好  
⇒マトリクス粘度が低くフィラーが効率よく攪拌

PE/変性CNF10%+膨潤-170°C混練  
(2830, 51.7)

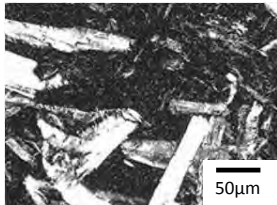


最も分散性悪い  
⇒マトリクス粘度が低い状態でフィラーの攪拌効果なし

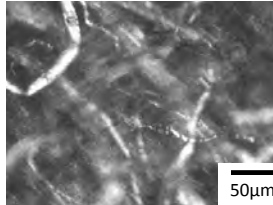
## 様々な樹脂への効果6 オールPP材料



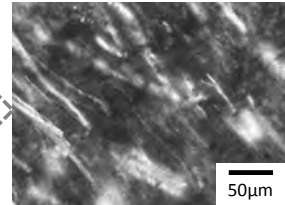
PP/CNF10%-従来  
(2800, 67.1)



PP/CNF10%-膨潤1  
(3560, 78.7)

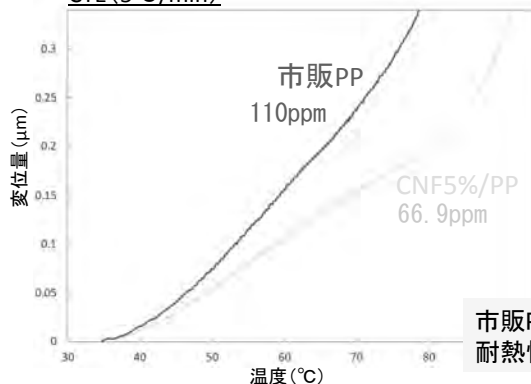
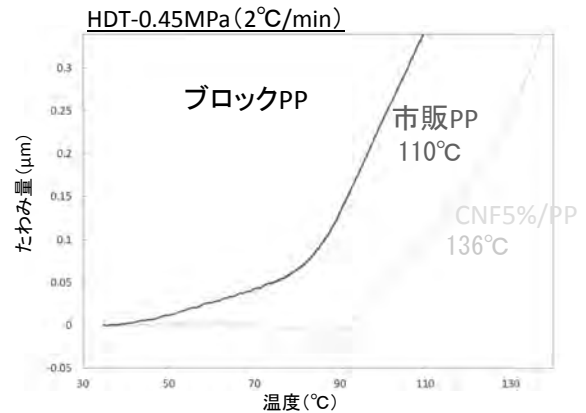
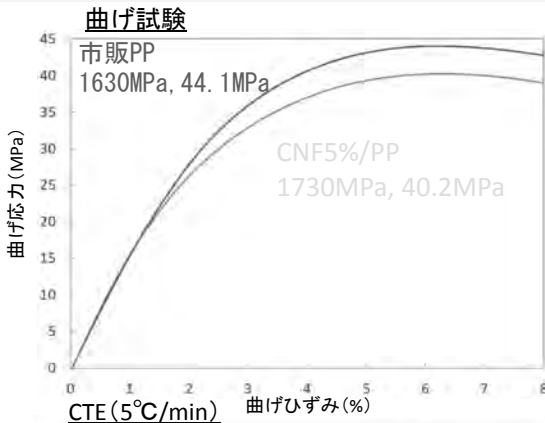


PP/CNF10%-膨潤2  
(3960, 81.9)



界面強化

## オールPP材料-マトリックスに高衝撃PPを使用



サンプル名	曲げ弾性率	曲げ強度	Izod衝撃強度
	MPa	MPa	kJ/m <sup>2</sup>
市販 PP	1630	44.1	7.93
CNF5%/PP	1730	40.2	6.90

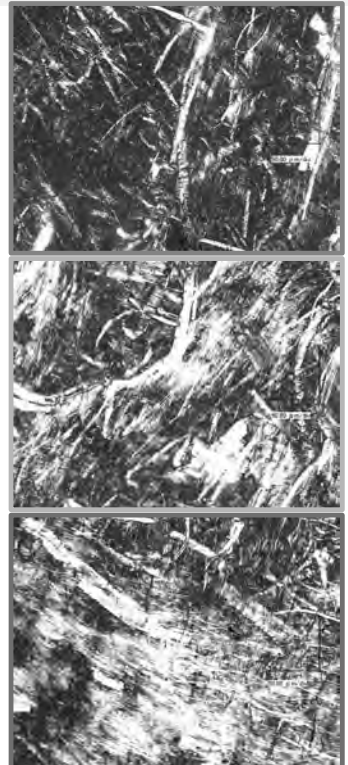
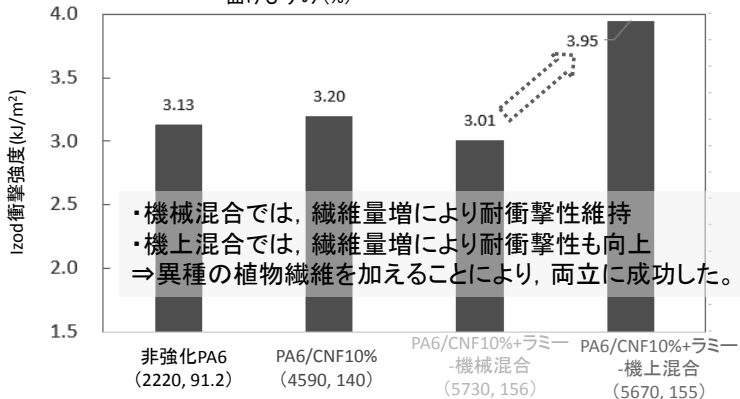
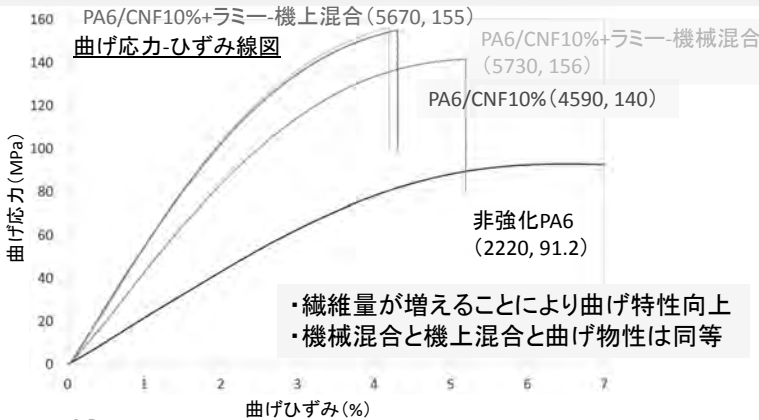
サンプル名	荷重たわみ温度	線熱膨張係数
	°C	ppm
市販 PP	110	110
CNF5%/PP	136	66.9

市販PPと比較して力学的特性(曲げ特性, 衝撃特性)は同等,  
 耐熱性(荷重たわみ温度, 線熱膨張係数)は大きく向上

# 内容

1. CNF/PP複合化工程における分散樹脂と膨潤剤の利用
  - ・プロセス概要
  - ・分散と繊維長維持: 粘度と切断抑制
  - ・実用物性評価
2. 膨潤剤の様々なプラスチックへの展開
  - ・PA6
  - ・POM
  - ・PE-①分散樹脂添加, ②フィラーの効果
  - ・オールPP材料-①高強度化, ②耐衝撃性と耐熱性付与
3. より実用的な性能を早期に実現
  - CNF/植物繊維ハイブリッド
4. 発泡成形
  - ・CNF/PP
  - ・CNF/熱可塑性エラストマー

## CNF+植物繊維のハイブリッド効果-PA6/CNF+ラミー 力学的特性



# 内容

1. CNF/PP複合化工程における分散樹脂と膨潤剤の利用
  - ・プロセス概要
  - ・分散と繊維長維持: 粘度と切断抑制
  - ・実用物性評価
2. 膨潤剤の様々なプラスチックへの展開
  - ・PA6
  - ・POM
  - ・PE-①分散樹脂添加, ②フィラーの効果
  - ・オールPP材料-①高強度化, ②耐衝撃性と耐熱性付与
3. より実用的な性能を早期に実現
  - CNF/植物繊維ハイブリッド
4. 発泡成形
  - ・CNF/PP
  - ・CNF/熱可塑性エラストマー

## 発泡成形の進捗

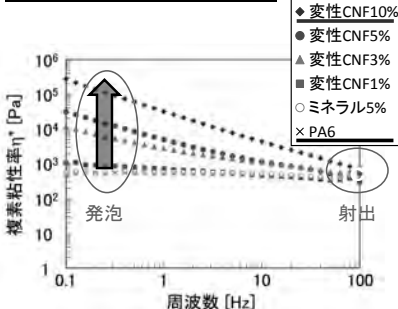
CNF強化プラスチックの軽量・高剛性という特性を際立たせたい → 発泡成形

- ◇ 発泡のメリット・・・ 剛性を維持して軽量化。断熱性、絶縁性なども付与
- ◇ 発泡のデメリット・・・ 熱変形温度の低下、強度の低下(粗大な気泡が欠陥に)

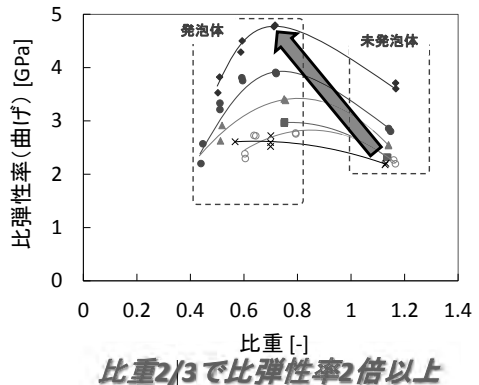
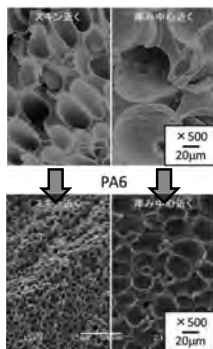
CNF複合化によるデメリットの改善

- 流動特性のコントロール → 気泡微細化
  - 気泡骨格の強化
- 軽量・高剛性な発泡体に

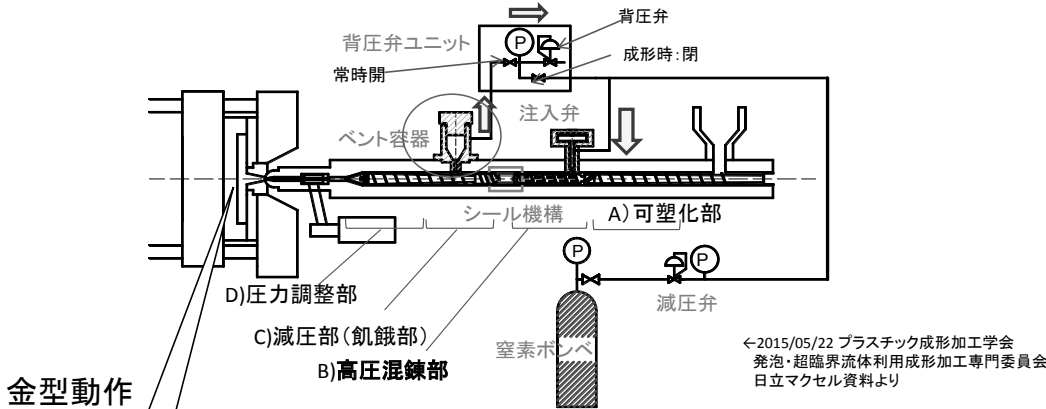
### 変性CNF/PA6での成果



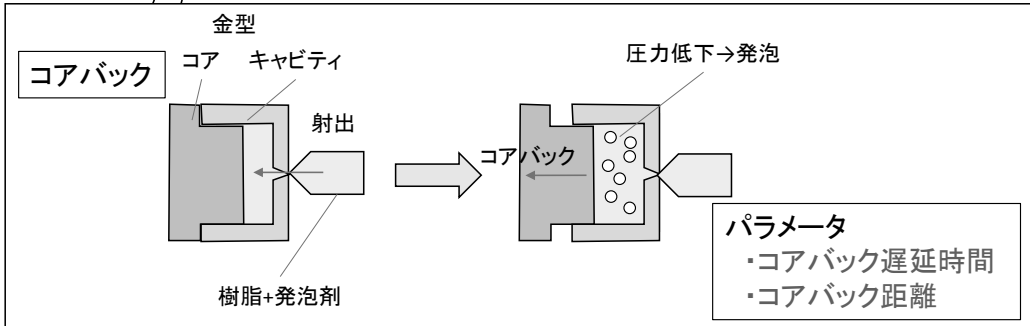
射出成形性は維持して気泡微細化



# 新規低圧射出発泡成形機の概要



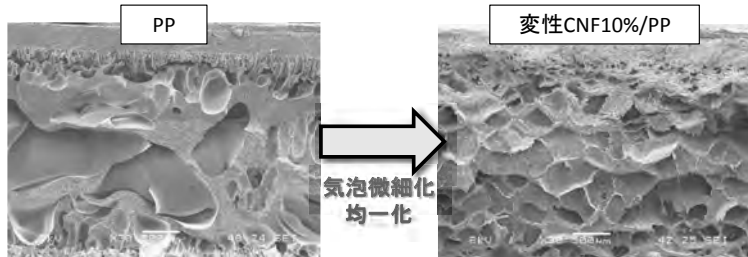
金型動作



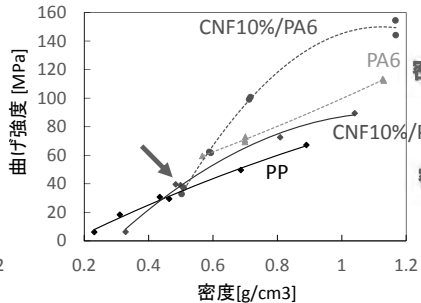
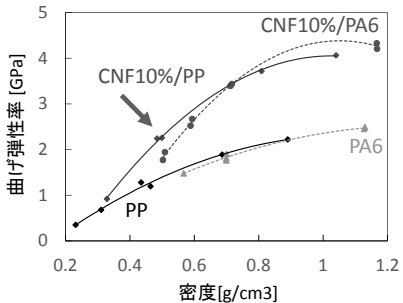
## PP系での検討

### 解繊促進成分と膨潤剤により改良されたCNF強化PPの検討

コアバック2倍発泡  
射出成形品の気泡構造



#### 3点曲げ試験



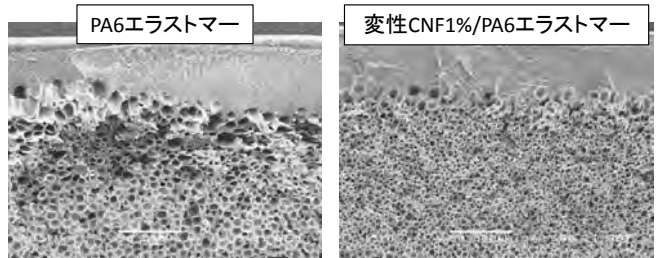
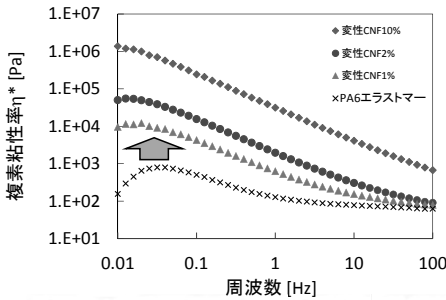
密度: 0.5cm³付近では、PA6系よりもPP系の方が良物性を示す。

※ PPはP樹脂自体の密度が低いため、低密度側で有利

PA並みの補強効果を実現

# 熱可塑性エラストマーへの展開

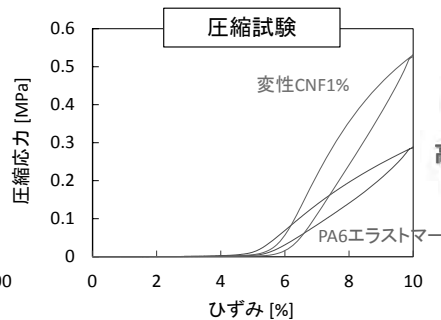
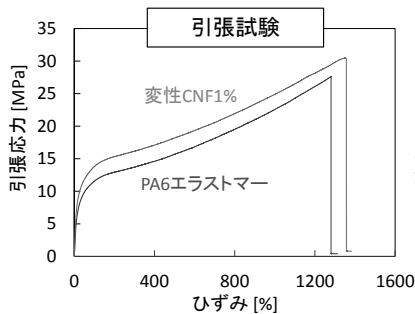
## 分散性・機械特性の良い変性CNF/PA6とPA6系エラストマーの複合化 (PA6とPEGのブロック共重合体)



変性CNF1%の添加でも確かな増粘 → 良好な分散性

気泡微細化、均一化

コアバック2倍発泡  
射出成形品



変性CNF1%の添加で  
エラストマーの持つ  
高い柔軟性を維持しつつ  
高い圧縮応力を発現

## まとめ

1. CNF/PP複合化工程における分散樹脂と膨潤剤の利用
  - ・分散向上には粘度低下効果も大きい
  - ・繊維の切断抑制効果
  - ・実用物性-低粘度, 吸水性, 繰返し加工, プラントパルプ
2. 膨潤剤の様々なプラスチックへの展開
  - ・様々な材料に効果がある
  - ・フィラーの効果
  - ・オールPP材料の実現の緒について
3. CNF/植物繊維ハイブリッド
  - ・組み合わせにより特性アップが可能
4. 発泡成形
  - ・CNF/PPにおいて気泡微細化⇒さらなる改善は必要
  - ・CNF/熱可塑性エラストマー
    - ⇒微細気泡, 柔軟かつ高圧縮強度

CNF 強化熱可塑性樹脂の微細構造

(大) 京都大学生存圏研究所

佐野 博成氏





# CNF強化熱可塑性樹脂の微細構造

- ・京都Processと微細構造・物性について
- ・CNF複合樹脂のうれしさ

佐野 博成

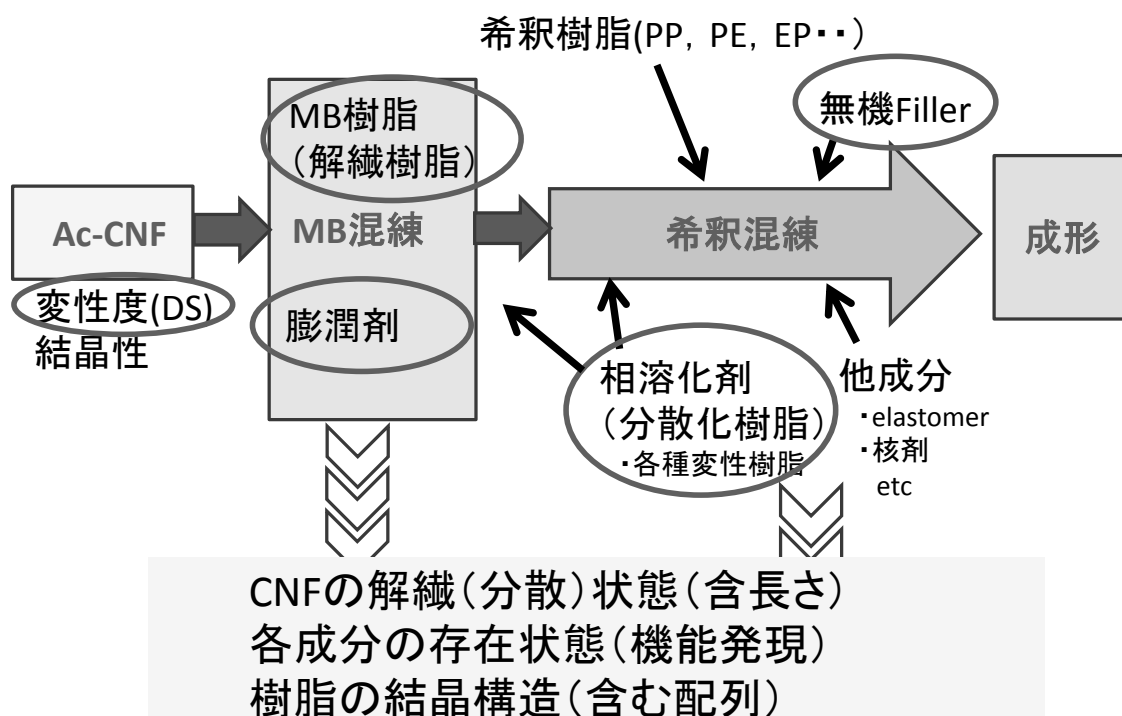
京都大学 生存圏研究所 生物機能材料分野

〒611-0011 京都市宇治市五ヶ庄

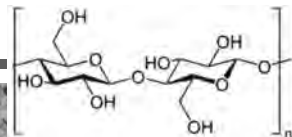
Tel:0774-38-3636, Fax:0774-38-3655

E-mail: sano.hironari.4c@kyoto-u.ac.jp

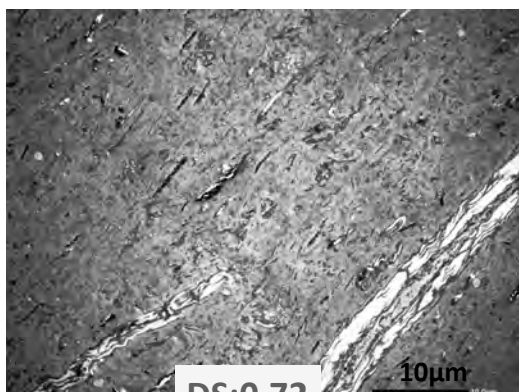
## CNF強化樹脂の製造Processと微細構造解析のPoint



# アセチル化度(DS)効果 PP系

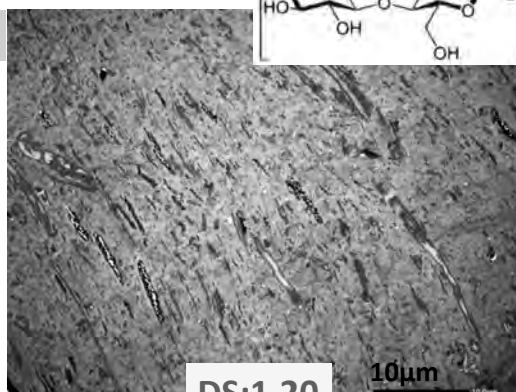


TEM



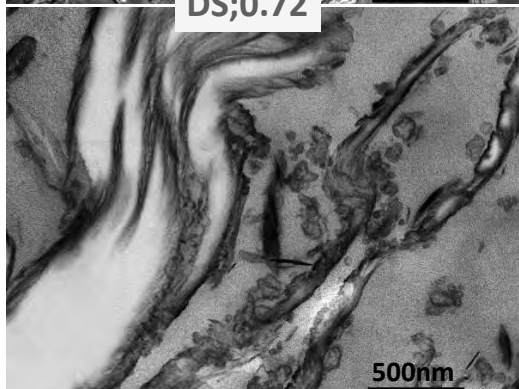
DS;0.72

10 μm

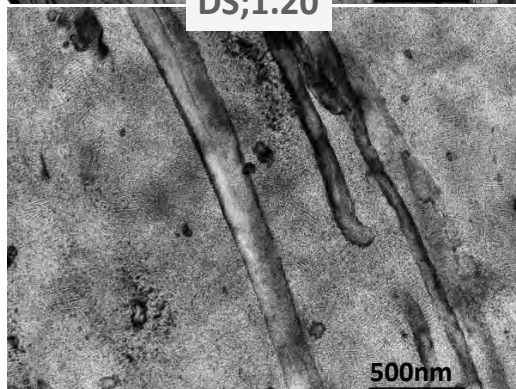


DS;1.20

10 μm

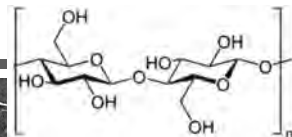


500 nm

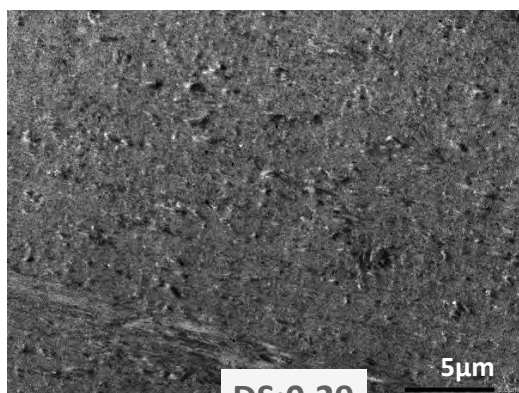


500 nm

# アセチル化度(DS)効果 PA系

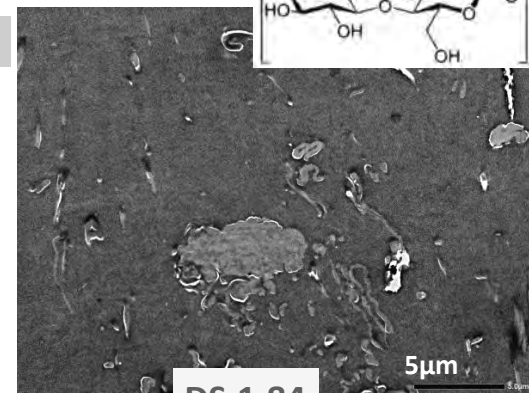


TEM



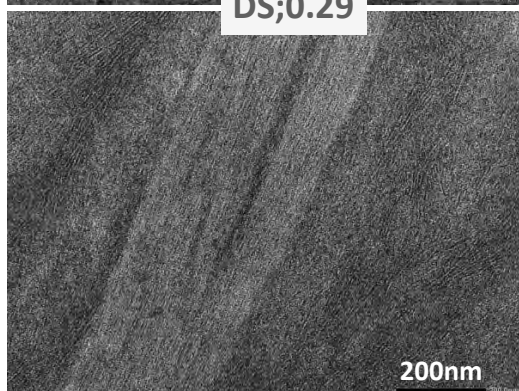
DS;0.29

5 μm

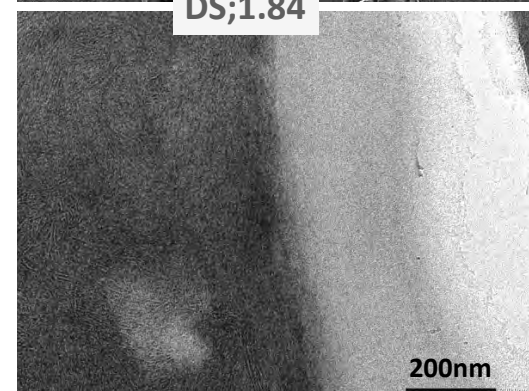


DS;1.84

5 μm

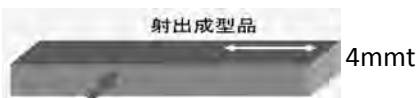


200 nm



200 nm

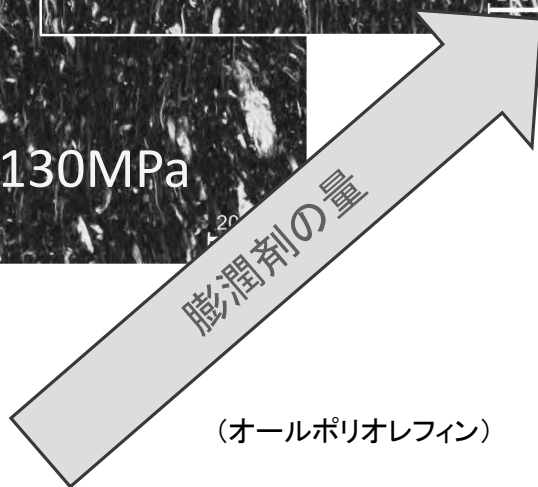
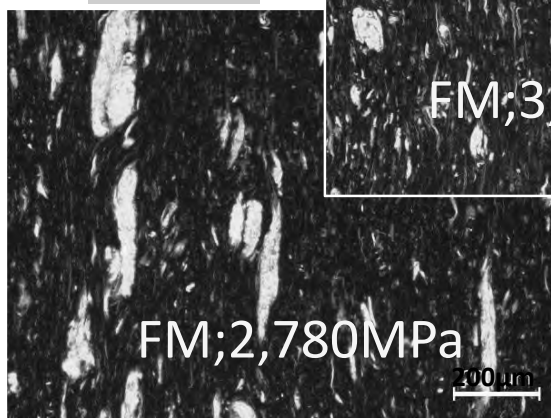
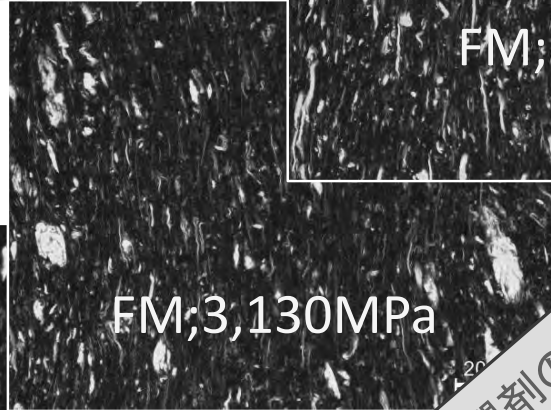
# 膨潤剤の効果 (PP系)



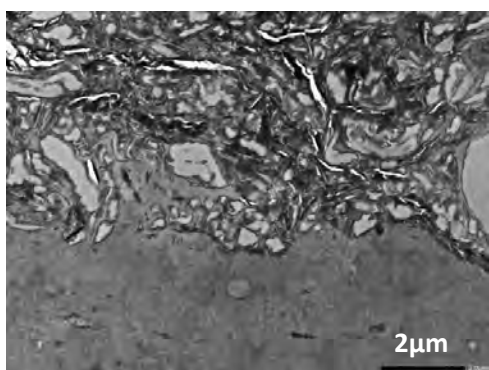
OM, TEM 観察



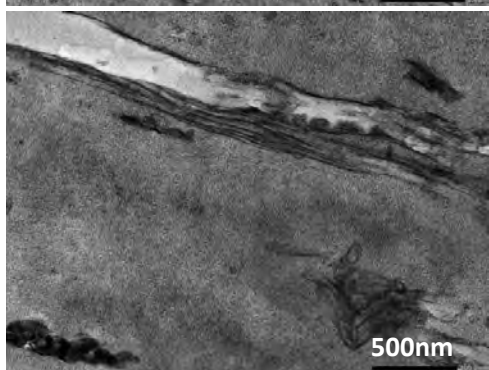
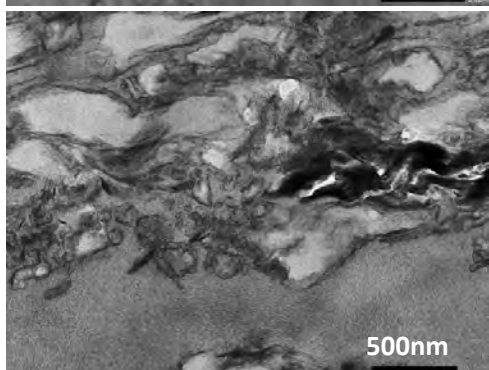
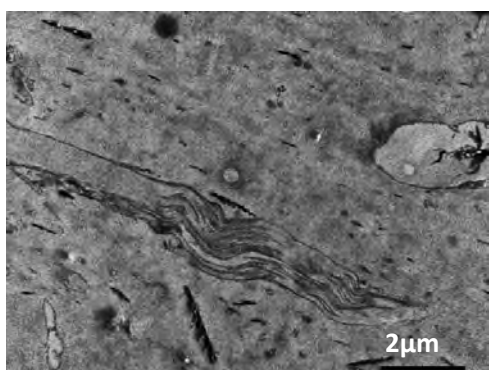
OM (蛍光)



# 膨潤剤の効果 (PP系)



TEM

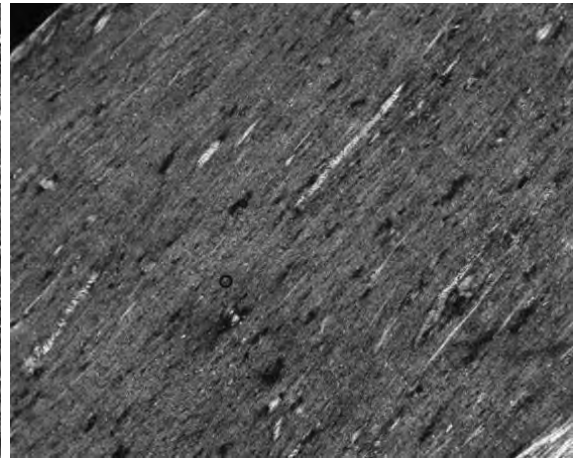
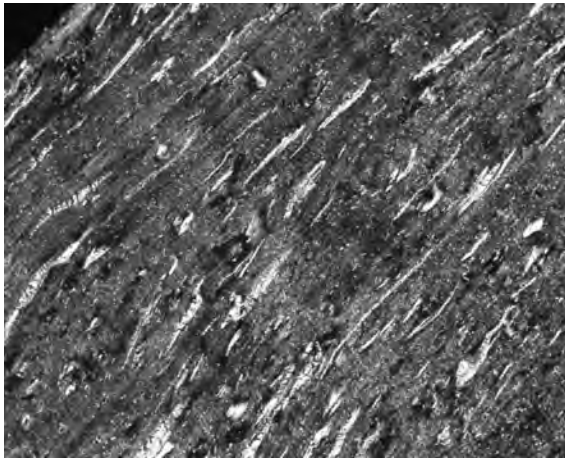


# HDPE系における膨潤剤の効果

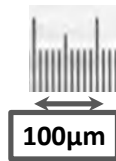
膨潤剤なし

OM(偏光)

膨潤剤あり



FM;2,400



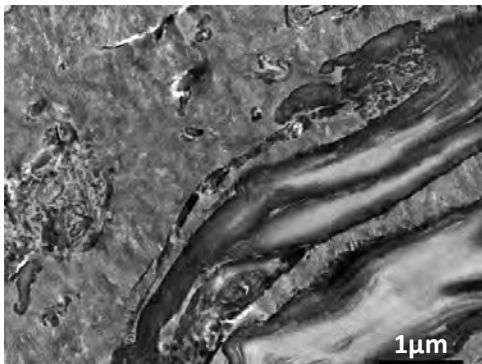
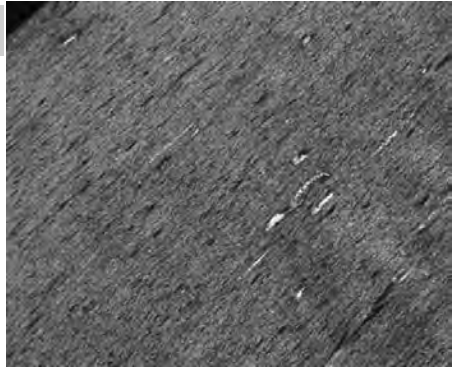
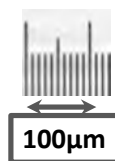
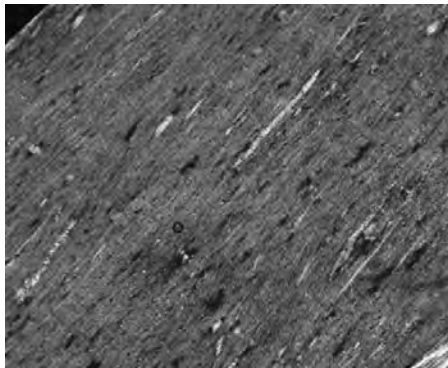
FM;3,000

# HDPE系における「膨潤剤+解繊樹脂」の効果

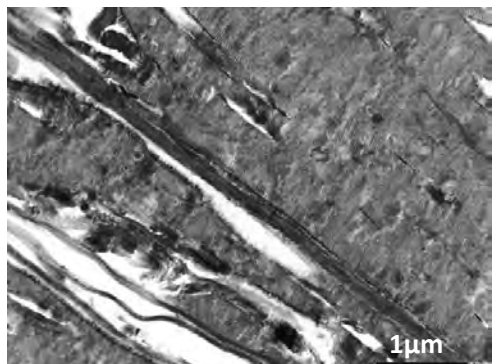
膨潤剤

OM(偏光)

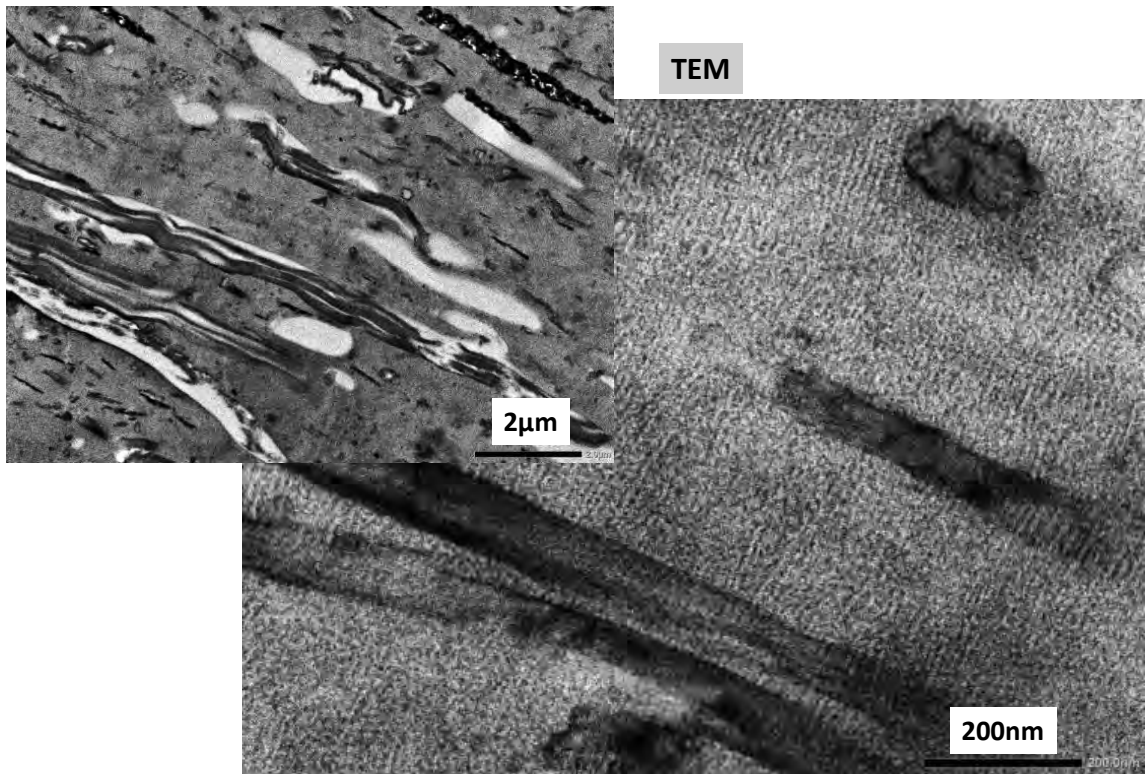
膨潤剤&解繊樹脂



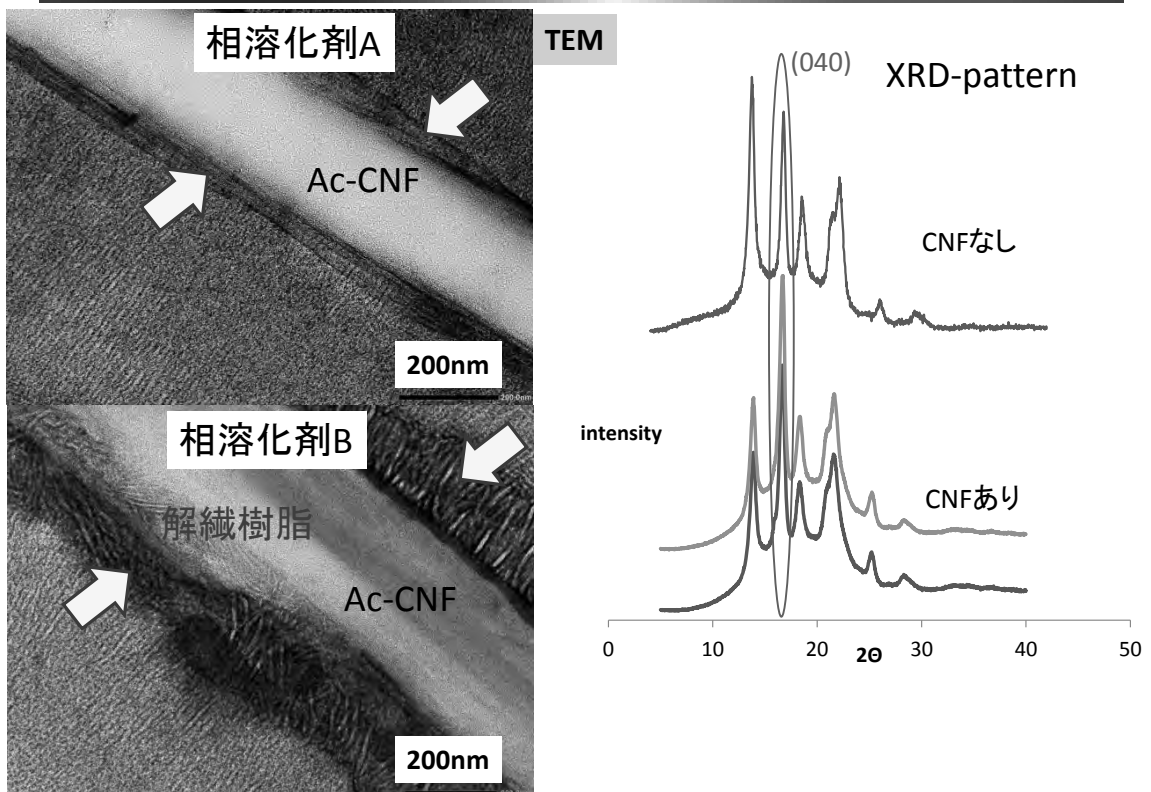
TEM



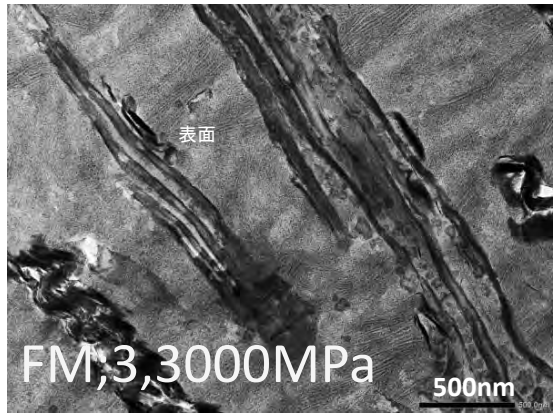
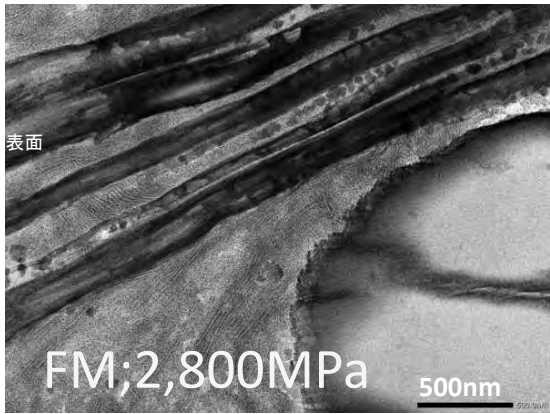
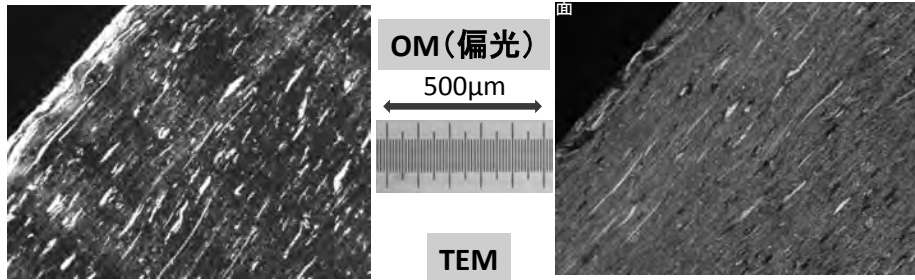
# PP系における「膨潤剤＋解繊樹脂」の効果



## 相溶化(解繊)樹脂の存在領域とPP結晶構造

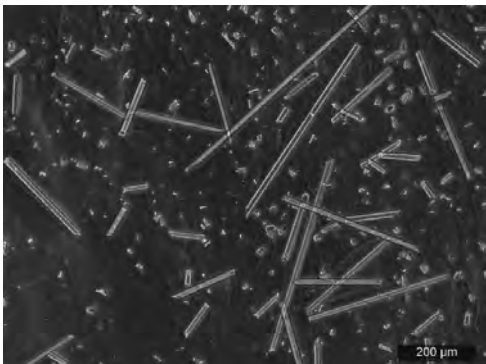
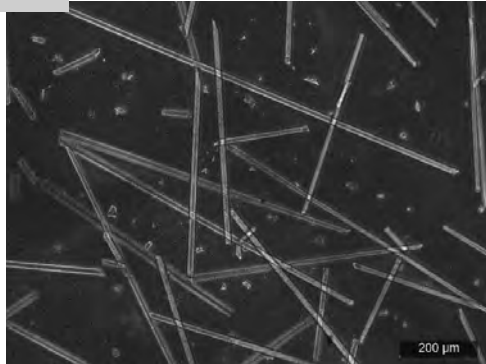


# 無機Filler効果(HDPE系)



# リサイクル性; 繊維長 (GF vs CNF)

OM GF/PP材料 OM(透過)



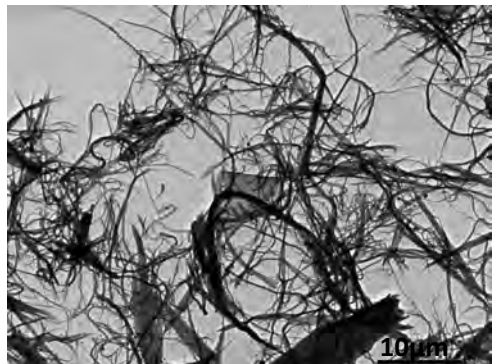
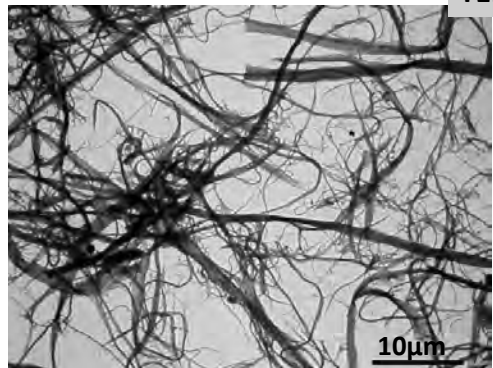
リサイクル回数

[0]

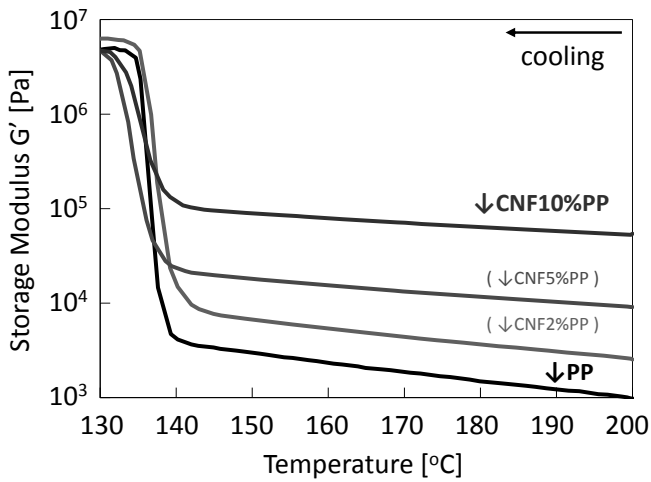
[2]

CNF/PP材料

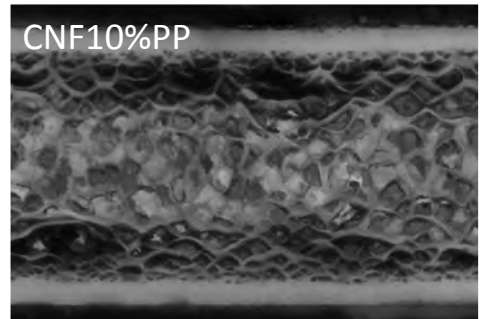
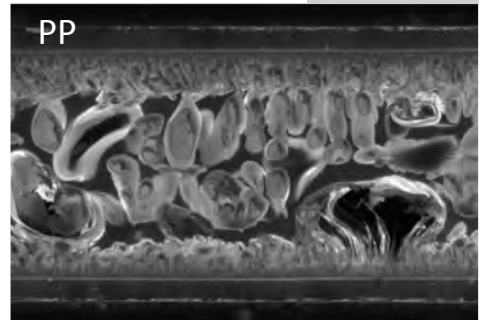
TEM



# 超臨界発泡 (N<sub>2</sub>-gas)



OM(透過)



2mmt sheet → コアバック2倍発泡

溶融時のレオロジー特性に起因した  
**発泡特性**

Nanocellulose Symposium 2019

2019/3/4

## 纏めと今後

### まとめ

・京都Processと微細構造・物性

➡ CNF解繊状況と弾性率 (DS, 膨潤剤, 解繊樹脂、相溶化剤, 無機Filler)

・CNF複合樹脂のうれしさ

➡ リサイクル性, 発泡特性, シシカバブ構造

### 今後

(1)さらなる解繊UP

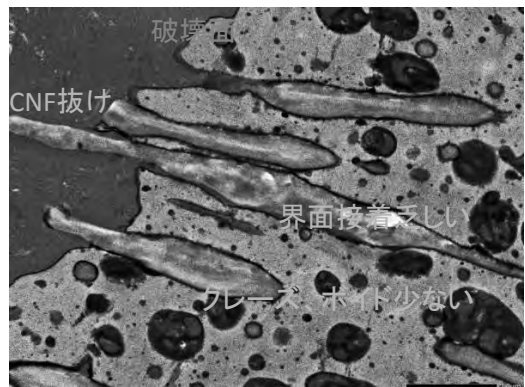
構造Checkからサポート

(2)Impact Up

衝撃エネルギー吸収機構

(3)CNFうれしさの追求

(基礎解析)CNFの三次元解析







環境省ナノセルロースビークル（NCV）  
プロジェクト

プロジェクトの最新状況

（大）京都大学生存圏研究所

臼杵 有光氏



## 環境省ナノセルロースビークル(NCV)プロジェクト

# プロジェクトの最新状況

京都大学 生存圏研究所

臼杵有光

E-mail: usuki.arimitsu.5a@kyoto-u.ac.jp



## NCVプロジェクト概要 (NCV : Nano Cellulose Vehicle)

### 期間

平成28年度～平成31年度  
コンソーシアム設立：平成28年10月26日

### 内容

二酸化炭素削減を目的とし、セルロースナノファイバー（CNF）を複合化した樹脂材料について材料～自動車など最終製品までの一連の流れを俯瞰した評価を実施。

### 参画機関（22機関）

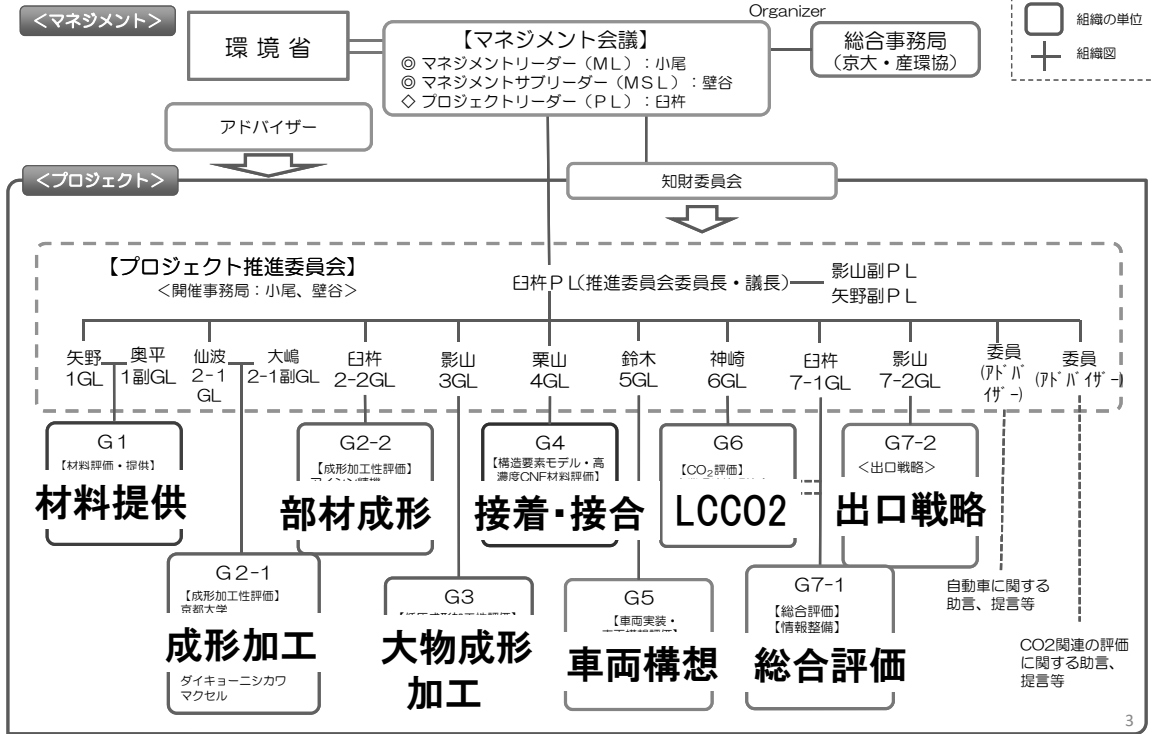
\* H29年度から参画

\*\* H30年度から参画

京都大学、産業環境管理協会、京都市産業技術研究所、金沢工業大学  
名古屋工業大学、秋田県立大学、昭和丸筒／昭和プロダクツ  
利昌工業、イノアックコーポレーション、キョーラク  
三和化工、ダイキョーニシカワ、マクセル、デンソー、トヨタ紡織  
トヨタカスタマイジング&ディベロップメント、アイシン精機\*、東京大学  
産業技術総合研究所、宇部興産\*\*、トヨタ自動車東日本\*\*

	<b>NCV</b> Nano Cellulose Vehicle 参画機関・企業						

NCV-Project H30年度・業務推進体制（業務マネジメント体制）



Copyright © 2018 NCV-Project All Rights Reserved.

【事業の目的】

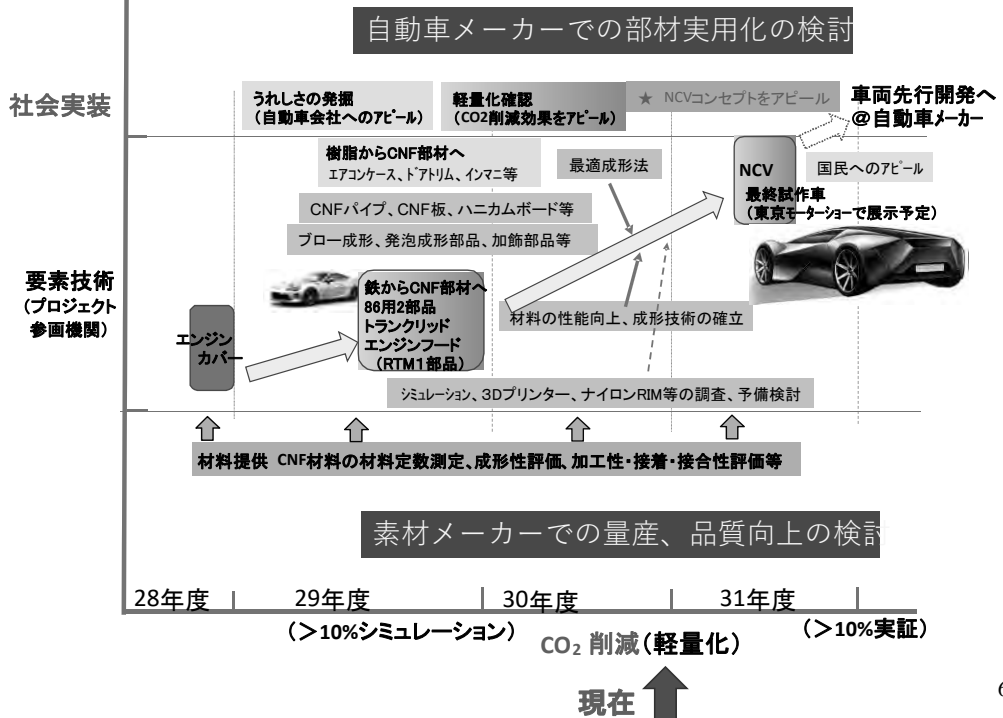
・二酸化炭素削減を目的とし、セルロースナノファイバー（CNF）を複合化した樹脂材料について材料～自動車など最終製品までの一連の流れを俯瞰した評価を実施する。





- ① 個々の部品の評価のみならず、車両、設計、組み付け、すり合わせ等自動車へのCNF材料適用性(実装)に関する評価
- ② 一般社会及び自動車業界に対し、CNF材料の自動車への適用効果及び本事業の意義を判り易く説明し、CNF材料の自動車への搭載の実現可能性の訴求力の向上
- ③ CNF材料の有用性について、社会に広く訴求し、自動車分野のみならず、広い分野での社会実装の推進
- ④ 海外に対して、日本のものづくり力、環境対応能力を積極的にアピール

## 全体の流れ



# 今までの試作例



## ➤ 射出成形 (PP)



ドアトリム (ホリプロビレン (PP)-CNF10%)

## ➤ 射出成形 (PA6)



インタークマニホールド (吸気部品)  
(ナイロン6 (PA6)-CNF15%)

材料はNEDOからの  
提供品を使用

## ➤ RTM (Resin Transfer Molding)



エンジンフード (ボンネット)  
(CNF + エポキシ樹脂)

## ➤ 射出発泡成形 (PA6)



トランクリッド ローア  
(ナイロン6 (PA6)-CNF5%)

7

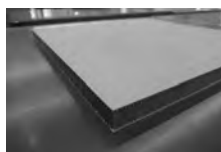
# 今までの試作例



## ➤ 100%CNF成形体



トランクリッド アッパー  
(100% CNF成形)



ハニカム

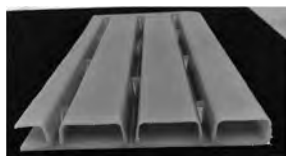
## ➤ ビーム等補強加工



紙管 + CNFシート

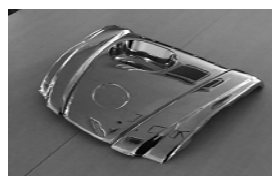


## ➤ ブロー成型品 (デッキボード等)



デッキボード  
(ホリプロビレン (PP)-CNF10%)

## ➤ めっき加工 (射出成形後)

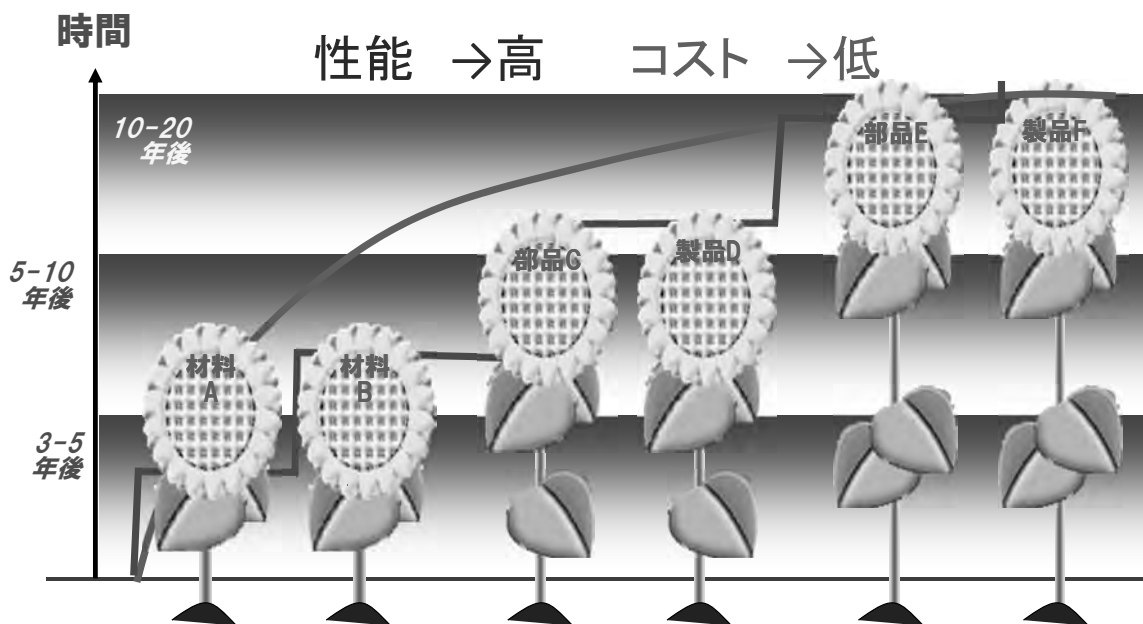


エンジンカバー (ナイロン6 (PA6)-CNF)

部品はNEDOからの  
提供品を使用

8

## CNF複合材料の社会実装イメージ



2020-2030年にかけて更なる性能向上、コスト低下を期待  
→ 家電分野、住宅分野、自動車分野で社会実装へ。

当日は各参画機関の作成ポスターを紹介します。  
目的、目標、最新状況、今後など書いています。

### 【謝辞】

本業務は環境省プロジェクト「社会実装に向けたCNF材料の導入実証・評価・検証～自動車分野～」(NCVプロジェクト)の中で実施したものである。

本コンソーシアムに参画している機関のメンバーに対して感謝いたします。





セルロースナノファイバーの  
自動車エンジン部品への応用について

アイシン精機（株）

田中 一貴氏





Nanocellulose Symposium 2019  
第395回生存圏シンポジウム

# セルロースナノファイバーの 自動車エンジン部品への応用について

2019年3月4日  
アイシン精機 材料技術部  
田中 一貴

## 1. 会社製品の紹介（1）：自動車部品事業



▶ グループが持つ開発力と生産力を合わせた高い技術力で、  
自動車を構成する領域のほとんどをカバーする幅広い商品を提供。



### 車体関連



パワー  
スライドドア



塗布型  
制振材



パワー  
バックドア



ドアロック

### パワートレイン関連



オートマチックトランスミッション



電動  
ウォーター  
ポンプ



インテーク  
マニホールド



ハイブリッドトランスミッション



ピストン



可変バルブ  
タイミング

### 走行安全関連



ディスク  
ブレーキ



ESC  
モジュレーター



ハイドロ  
ブースター

### 情報・電子関連他



カーナビゲーションシステム

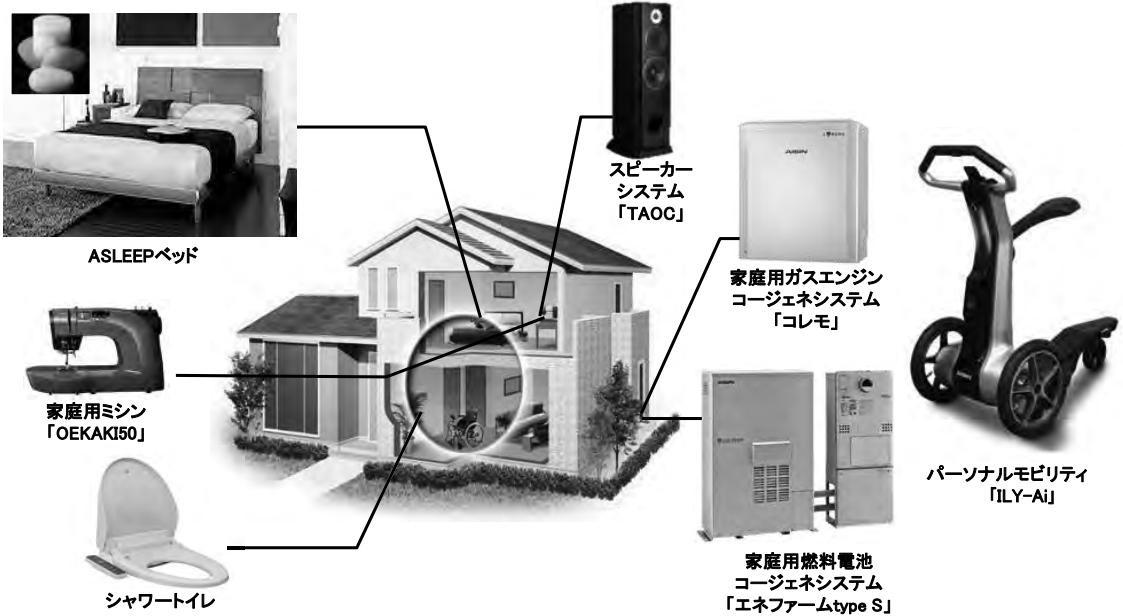


インテリジェント・  
パーキングアシスト・システム



# 1. 会社製品の紹介（2）：住生活・エネルギー関連その他

▶ 快適な暮らしをサポートする「住生活関連事業」や省資源と高効率を追求した「エネルギー関連事業」などを展開し、豊かな社会づくりに貢献。



# 2. 環境への取組み（1）

## 2050年に向けた4つの「進化」と重点取組み

アイシンは2050年に向けて、グループ連携のもと4つの取組みを更に進化させ、製品の製造から使用、廃棄までのライフサイクルでCO<sub>2</sub>「ゼロ」をめざします。



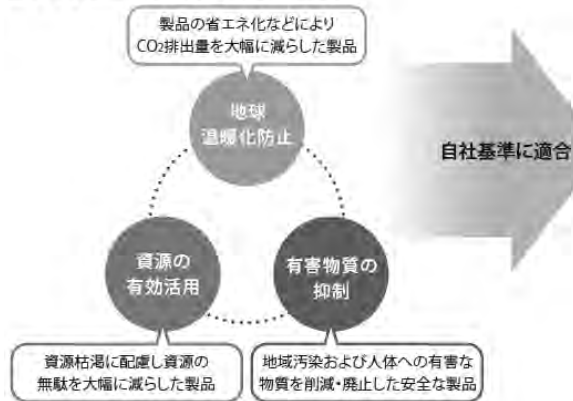
環境軸	重点取組項目
低炭素社会の構築	ライフサイクルでのCO <sub>2</sub> 「ゼロ」をめざした進化 ・CO <sub>2</sub> 大幅削減への新機能部品の開発推進と拡大 ・クリーンエネルギー工場の確立と展開への着手
循環型社会の構築	環境負荷「ゼロ」をめざした進化 ・廃棄物低減対策 ・水資源の有効利用とリサイクルの徹底
自然共生社会の構築	自然との調和をめざした進化 ・生物多様性を保全する地域プログラムの実施と良い事例共有化
基盤活動	マネジメント・コミュニケーションのグローバル展開をめざした進化 ・グローバル連結環境マネジメントシステム評価体制の構築と運用

## 2.環境への取組み (2)

### ■ エコプロダクト認定制度

アイシン精機では、地球にやさしい、環境に優れた製品をエコプロダクトとして認定する自社制度を導入し、エコプロダクトの開発を促進。

#### ■ アイシンエコプロダクトのコンセプト



#### ■ アイシンエコプロダクトの認定基準

##### アイシンエコプロダクトの開発プロセス



#### 【ラベル表示例】



## 2.環境への取組み (3)

### ■ 2013年度認定製品

#### 商用車用ハイブリッドオートマチックトランスミッション



##### 温暖化防止

ファクター-1.31  
CO2排出量 22%増

・エンジン切り離しクラッチを内蔵したハイブリッドユニットと商用車用6速AT(オートマチックトランスミッション)を組み合わせることで、燃費を30%向上

温暖化防止でのエコプロダクト認定です。

##### 環境汚染防止

・国、地域の法規制に適合 ○  
・SOCの非含有確認 ○

[比較基準モデル: 商用車用6速AT]

##### 特徴

- ・取付ATにハイブリッドユニットをアドオンし、ハイブリッド機能を追加
- ・エネルギー回生時はエンジン負荷を切り離し、回生量を増加
- ・軸長の短いハイブリッドユニットによって、パワートレイン長増加を最小化

### ■ 2017年度認定製品

#### エコプロダクト製品の認定

地球に優しい製品開発を促進するため、アイシン精機では環境に優れた製品を「エコプロダクト」として自社認定する制度を設定しています。2017年度は家庭用コープジェネレーションシステム「コレモ B2 モデル」が新たに認定されました。今後もエコプロダクトの認定を増やし、地球環境に配慮した開発に取り組んでいきます。

#### 〈特徴〉

コレモは従来の寒冷地用温水暖房機(ガス給湯暖房機)と比べ、CO<sub>2</sub>排出量を年間で約1.0t削減できます。B2モデルは、B1モデルから約13%の軽量化を実現することで資源消費量を削減し、更に環境に優しい製品になりました。

#### 〈省資源化の内容〉

軽量化により資源消費量を削減

	B1モデル	B2モデル
ライフサイクル資源消費量 [kg]	2825	2295
省資源効率化	6.47	10.94
省資源化ファクター [指数]	—	1.30



コレモはガスエンジンで発電した電気を家で使用するのと、発生した熱を暖房に使うシステムです。



エネルギー技術部  
飯田 龍彦

#### 〈開発担当者からのコメント〉

B2モデルでは、排熱回収回路と暖房機器制御の改善により、蓄熱用の冷却水タンクを廃止してリサイクルが困難なクーラントの使用量を大幅に低減しました。これに加え、駆動部品の一体化やエンジン吸排気部品の一体化などで軽量化を押し進め、資源消費量の削減を図りました。これらの取り組みにより、製品の性能を損なうことなく省資源化を実現しました。

- ・2011年からの運用で、11製品を認定。
- ・自動車部品としては、商用車向けハイブリッドオートマチックトランスミッションをこれまでに認定。

### 3.セルロースナノファイバーに対する取組み

#### ■ 環境省NCVプロジェクト

NCV : Nano Cellulose Vehicle

※ 環境省HPより

2020年までにCNF強化樹脂を導入することが可能で、かつ、エネルギー起源CO<sub>2</sub>削減が期待され、CNFの特徴を活かすことができる自動車部位を検討する。

**CNFの特徴**

- ◆鋼鉄の5倍の強度、5分の1の軽さ
- ◆塩酸耐強(石英ガラス並み)
- ◆可視光の波長より微細
- ◆高リサイクル性
- ◆再生可能資源
- ◆植物由来でカーボンニュートラル



**部品別**

- 内装材・内装材の既存樹脂素材は取り替えず、CNF強化樹脂を添加する部位は取り替えるCNF強化樹脂で代替
- 外装材
- 外装(ドア等)を代替、可塑性を高めるため、エポキシ樹脂等への添加量(入り)に注意が必要
- タイヤ、ガラス等
- タイヤを代替、カーボンブラック、ガラスCNFにより強化

部材をCNF強化樹脂で試作し強度等の性能評価  
実現可能なCNF強化樹脂代替部品について製品活用時のCO<sub>2</sub>削減効果の評価・実証

**重点課題①**

各段階のCO<sub>2</sub>削減効果の評価・検証

1. 材料定数・材料提供、2. 加工性評価、3. 要素モデル評価、4. 部材評価、5. CNF製品総合評価

※CNF材料については、おこなって開発を行っているMOCのアフタートピップ、様々な樹脂から選定されているCNFを広く集めて、自動車材料としての適性を評価していく。

**密接な連携**

CNF複合樹脂での製品試作～実機搭載までを一貫連携で推進し、各段階のCO<sub>2</sub>削減効果の評価検証、早期社会実装を加速化する。

**重点課題②**

実機搭載によるCO<sub>2</sub>削減効果の評価・検証

6. 実機搭載、7. CO<sub>2</sub>削減効果、8. 車両コンセプト、9. CNF製品総合評価

資料提供: 京都大学分子動力学研究所 矢野浩之研究室

**CO<sub>2</sub>削減効果**

評価・検証の水平展開

家電、住宅・建材、再生エネルギー、船舶・産業機械

温暖化対策に資する分野への社会実装を推進

**当社のタスク**

自動車部品の中でも使用環境が厳しいエンジン部品への適用可能性を検討。

### 4.ターゲット部品と目標 (1)

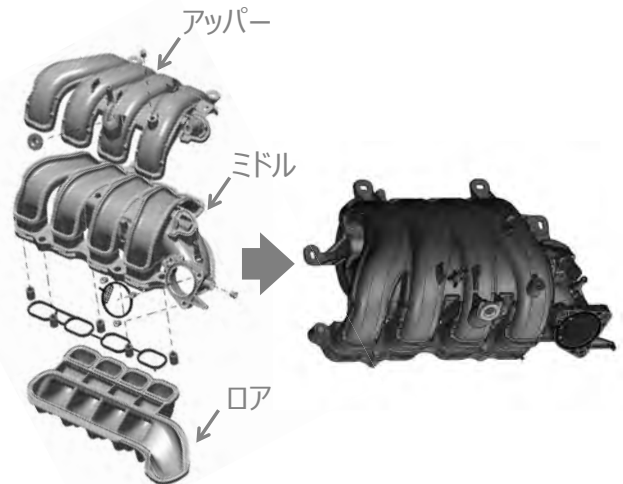
#### ■ ターゲット部品：インテークマニホールド

- ・ エンジンの各シリンダーに空気を分配・供給する部品
- ・ 複数の樹脂成形品を溶着して一体化している。

#### ■ 部品の主な要求性能

- ・ 耐圧特性 (溶着特性)
- エンジンバックファイヤの圧力に対する耐性

- ・ エンジン部品のため、熱に対する要求が高い。
- ・ 初期だけでなく長期信頼性を満足することが求められる。



## 4.ターゲット部品と目標（2）

### ■ 2018年度の目標

CNF : Cellulose Nano Fiber

PA6-CNF材料のエンジン部材としての適合性について現行材料と比較評価

- I) テストピース及び製品形状で成形、評価し、課題の抽出と軽量化効果を算出する。  
(目標：現行材料比で10%以上)
- II) 抽出課題に対して改良検討を行い、効果を検証する。

CNF複合材料の課題		製品応用における懸念
品質	① CNFのナノ分散が均一にできていない。	機械物性が不足、ばらつきが増加する。
	② 衝撃強度が小さい。	
	③ CNFが吸水して、強度が低下する。	長期信頼性が不足する。
	④ CNFの耐熱性が低く、熱に対する長期信頼性（熱老化性）が低い。	
成形性	成形温度帯の流動性が、 現行材よりも低い。	大物、複雑形状の成形ができない。

## 5.検討状況（1）

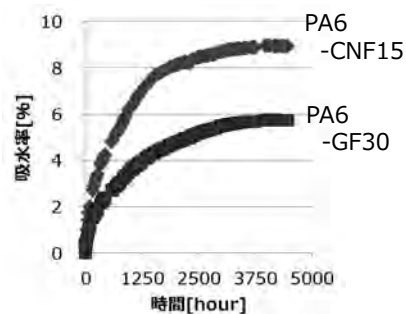
### I) テストピース形状での品質評価及び課題抽出

※CNFの添加量は論文データより算出

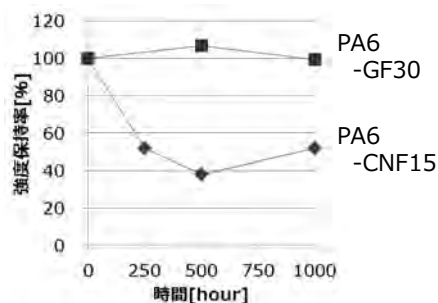
		PA6-GF30	PA6-CNF15※
比重	-	1.36	1.17
樹脂粘度[Pa/s]	成形温度	198	300
引張強度[MPa]	23℃	194	108
引張弾性率[MPa]		7450	6289
曲げ強度[MPa]	23℃	231	167
曲げ弾性率[MPa]		7010	5958
ハッチ付シャルピー 衝撃強度[kJ/m <sup>2</sup> ]	23℃	17	1.7
	-40℃	11.6	1.38
溶着強度[MPa]	23℃	72	45
線膨張係数 [×10 <sup>-5</sup> ]	MD	2.5	4.3
	TD	6.8	5.6

- CNF複合材料は、比重、異方性が小さいため、軽量化、低そり化が期待できる。
- 一方、強度、吸水、耐熱老化性の改良が必要。

#### <吸水性>



#### <耐熱老化性>



## 5.検討状況（2）

### I) 製品形状での成形評価と軽量化効果の算出

#### ■ インテークマニホールドの軽量化効果

	PA6-GF30	PA6-CNF15
重量[kg]	2.2	1.9
重量変化[kg]	—	▲0.3
軽量化率[%]	—	13%



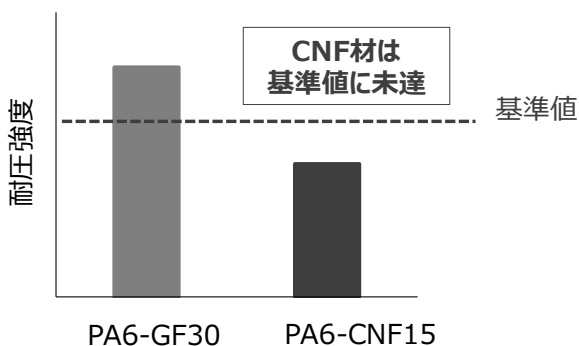
PA6-CNF15で成形した  
インテークマニホールド外観

- 成形条件の最適化により、CNF複合材料を用いたインテークマニホールドを成形できることを確認。
- また補強材をGFから、比重が小さいCNFに変更することで13%軽量化できることを確認。

## 5.検討状況（3）

### I) 製品形状での品質評価と課題抽出

#### ■ 耐圧特性の比較



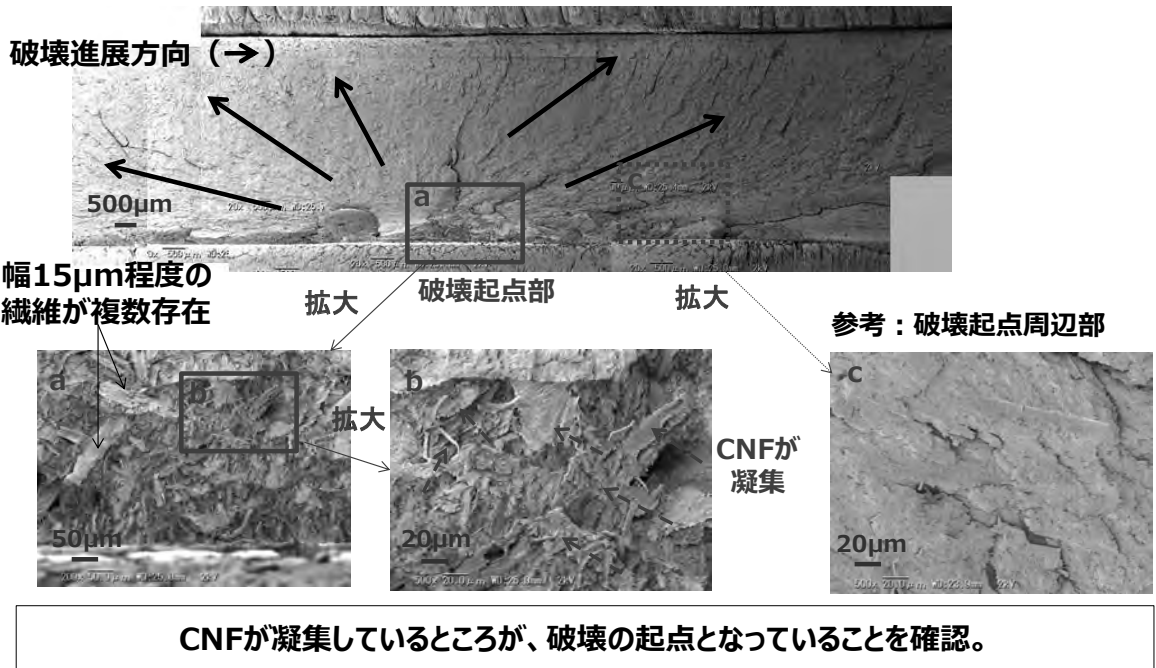
PA6-CNF15破壊後品外観

- CNF材の耐圧強度は、基準値に達しておらず、原因を調査し、溶着強度の改良が必要。



## 5.検討状況 (4)

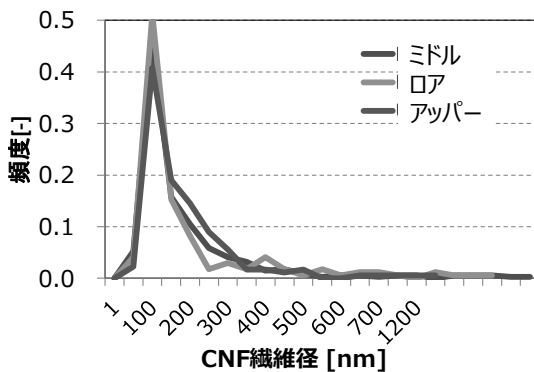
### ■ 破面の状態観察と起点の推定



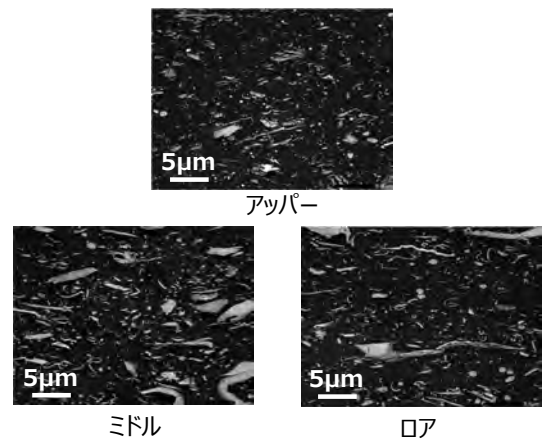
## 5.検討状況 (5)

### ■ 成形品の繊維径分布の調査

サンプル名	繊維径	
	平均値[nm]	最頻値[nm]
アッパー	168	89
ミドル	198	100
ロア	158	87
参考：ダンベル片	360	109



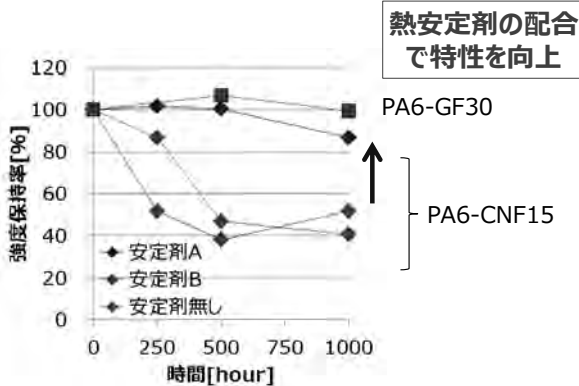
<成形品のTEM画像>



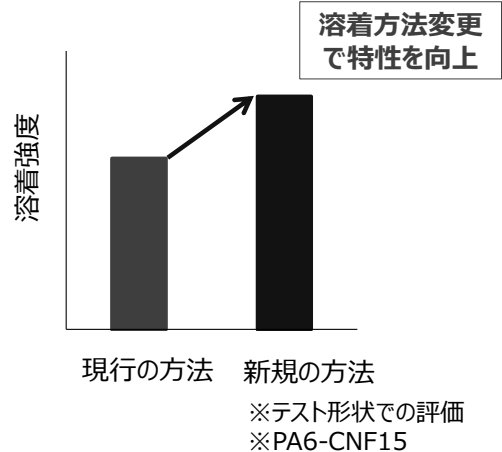
100nm以上の繊維が約50%残っており、成形品TEM画像でも解繊できていない繊維が確認できることから、ナノ分散の均一化ができていない。

## II) 課題に対する対策検討と効果の検証

### ■ 耐熱老化性の改良



### ■ 溶着強度の改良



18年度は、“耐熱老化性”と“溶着強度”の改良を行い、特性の向上を確認。  
溶着強度向上により、初期特性の耐圧強度は、基準値達成の見込み。（長期信頼性は未）  
→19年度は形状と溶着条件の最適化を行い、更なる向上を狙う。

## 6.18年度の成果と今後の進め方

### ■ 2018年度の成果

I) テストピース及び製品形状で成形、評価し、課題の抽出と軽量化効果を算出。

- テストピース、製品評価による課題抽出（強度、吸水性、耐熱老化性）
- インテークマニホールドの製品形状作製による軽量化効果の検証

II) 抽出課題に対して改良検討を行い、効果を検証。

- 材料改良による耐熱老化性の確保
- 溶着方法の検討による溶着強度の向上

### ■ 2019年度の検討内容

- 材料改良による強度、吸水性の改良（CNF分散性/材料の極性制御など）
- 最適形状、工法によるインテークマニホールドの成形・評価
- LCCO<sub>2</sub>の効果算出
- 東京モーターショーでの部品展示

経済産業省「新素材 -CNF ナショナル  
プラットフォーム事業」の取り組み  
事業の概要とその活動について  
(地独) 京都市産業技術研究所  
北川 和男氏



# 新素材-CNFナショナルプラットフォーム 事業の概要とその活動について

(地独)京都市産業技術研究所  
北川和男

**新素材-CNF(セルロースナノファイバー)  
ナショナル・プラットフォーム事業**

**目的**  
新素材-CNF(セルロースナノファイバー)の社会実装を促進するため、これまでの研究開発から事業化支援の実績を踏まえ、グローバル・ネットワーク協議会や全国のCNF支援組織等との連携・協力のもと、全国規模での事業展開により効果的なマッチング事業が実施できるよう、プラットフォームを構築するものです。

**事業概要**

- Support 1 CNFの新たな活用に向けたアドバイス**
  - ◎相談窓口  
CNFの実用化に関する様々な疑問や要望についてきめ細かな対応で応援
- Support 2 CNFの新たな活用に向けたマッチング**
  - ◎ナノセルロース農  
分野融合によるCNFの社会実装促進に向け、企業研究者、技術者を対象に開催  
・異分野融合によるCNFの新たな活用に関するヒントを得る場  
・将来の共同研究開発のシーズやマーケット開拓のヒントを得る場  
＜運営体制＞ 塾長 渡邊政憲・京都大学客員教授  
副塾長 吉田朋夫・京都大学特定准教授  
顧問 矢野浩之・京都大学教授
  - ◎展示会・セミナー  
展示会へ中小企業等を中心に取りまとめ出展を支援するとともに、企業等との連携のもと、新たなセミナー等を企画し、マッチングに向けた機会を提供
- Support 3 CNFの新たな活用に向けたネットワーク**
  - ◎地域CNF支援組織連携  
地域の実情・課題の情報共有と地域を越えた課題解決のため、地域のCNF支援組織のコーディネートネットワークを対した連携
  - ◎公設試研究者向け勉強会  
大学等のシーズを地域の企業等へ繋ぐ機運し機能を担っている公設試研究者を対象に、CNFの社会実装に向けた実践的研・情報共有を行う勉強会を開催

**CNFの実用化に関する相談窓口**

CNF原料をどのようにすれば入手できるのか、どのCNF原料を利用すればよいのかなど、CNFを活用して様々な製品等の実用化に取り組みようとお考えの企業の方さまへ、  
「相談窓口」で応援します。お気軽にお問い合わせください。

どうすれば使えるの? どこに問い合わせればよいの? CNFを探したい

京都市産業技術研究所  
CNFお問い合わせフォーム  
cnf\_npf@tc-kyoto.or.jp

**地方独立行政法人京都市産業技術研究所**

京都市産業技術研究所は1916(大正5)年に設立した公的な産業支援機関です。(平成26年4月に地方独立行政法人に移行)産業技術の向上に資する事業を積極的に展開することにより、京都の中小企業をはじめとする事業者の経済活動を技術面からサポートしています。

セルロースナノファイバーに関しては、平成17年度から京都大学と共同研究のもと本格的に研究開発に取り組み、国の競争的資金を活用し、実用化に向けて大きく貢献しています。

また、近畿経済産業局との共同事務局のもと、平成26年から「部素材-CNF研究会」を運営し、ネットワーク構築、個別企業支援などを通じて「不織布」、「プラスチック」、「ゴム」の3分野について支援しています。

〒600-8815 京都市下京区中堂寺聖徳町81  
京都市ササキパーク9号館南棟  
TEL : 075-326-6100  
FAX : 075-326-6200  
http://tc-kyoto.or.jp 3/30/19

平成30年度地域中核企業創出・支援事業(経済産業省)  
地方独立行政法人京都市産業技術研究所

## 新素材-CNFナショナル・プラットフォーム事業

グローバル・ネットワーク協議会  
(CNFをはじめ9分野にNPFを構築)

国

### 新素材-CNFナショナル・プラットフォーム

(地方独立行政法人京都市産業技術研究所)

～ ナショナル・プラットフォームの構築 ～

地域のCNF支援組織との水平連携・協力による情報共有  
原料メーカーと部素材メーカー等の常設的なマッチング機能

京都大学等  
研究機関

地域の  
CNF支援組織

京都グリーンケミカルネットワーク

部素材産業-CNF研究会

CNF原料メーカー ← マッチング → 部素材・加工ユーザーメーカー

## Support 1 CNFの活用に向けた 個別相談

- 〇〇は、CNFの原料として新たに展開できるか？
- CNFを使い試作したが、思ったほど効果が出ない！
- 自社〇〇にCNFを活用すると機能向上できるか？

直接面談、現物試料による検証、現地への視察など  
により、適切にアドバイス → 必要に応じマッチング



専用問合せフォーム  
cnf\_npf@tc-kyoto.or.jp

## Support 2 CNFの新たな活用に向けた マッチング

### 展示会・セミナー

単独出展困難な中小企業等を中心にNPFとして取りまとめ出展支援  
新たなセミナー等を企画し、マッチングに向けた機会を提供

\*平成30年度の主な事業

MCX東京(8~9月), KGC-netオープンイノベーション:CNF・CNC(9月3日),  
びわ湖環境ビジネスメッセ(10月17~19日), ふじのくにCNF総合展示会(10月24日)  
ナノセルローズ展(12月6~8日), 生存圏シンポジウム(3月4日), 企業連携セミナーなど

### ナノセルローズ塾

期間:30年6月30日~31年2月9日

全7回・土曜日午後開講

人数:116名(企業の研究者, 技術者, 営業担当者等)

#### <カリキュラム>

異分野の専門家の講義とネットワーキング  
(自動車・医用・エネルギー関連材料・先進加工等)

- ①異分野融合によるCNFの新たな活用のヒントを得る場
- ②将来のシーズ・マーケット開拓のヒントを得る場



## Support 3 CNFの新たな活用に向けた ネットワーク

### 公設試研究者勉強会

大学等のシーズを地域の企業等へ繋ぐ橋渡し機能を担う公設試  
研究者を対象に、実践的研修・情報共有を行う勉強会を開催  
(部素材産業-CNf研究会・平成27年度から 延べ 28機関・256名)

\*平成30年の開催実績 9月:鳥取, 12月:京都

地域独特の取組  
カニ, みかん, ぶどう など

### 地域CNF支援組織連携

地域の実情・課題の情報共有と地域を  
越えた課題解決のため、地域のCNF支  
援組織のコーディネータを対象にした連  
携会議の開催

\*平成30年実績:東北, 静岡, 富山, 愛知, 近畿,  
中国, 四国, 薩摩川内の8地域のCDが出席







## ■これまでの支援事例②

長年の実用化共同研究の実績  
「利昌工業90年の歩み」にも  
記載

(株)利昌工業

利昌工業  
90年の歩み

### 100%CNF板状成形品の開発と事業化展開



18/8/28

## ■これまでの支援事例③

京都工試協会  
から継続的な  
連携(S43)

第一工業製薬(株)

↔ (株)陶葺

“目の輝き”認定企業  
大型極薄陶板の製品  
化支援

### CNFを用いた新たな作風の京焼・清水焼の試作開発に成功

鑄込み成型における脱型時の歩留まりが約50%から100%に向上



光沢・つるつる感 (従来の京焼・清水焼の一例)  
艶消し感 (新しい作風の京焼・清水焼)





セルロースナノファイバーの  
水性塗料への応用と特性評価  
(地独) 岩手県工業技術センター  
樋澤 健太氏



# セルロースナノファイバーの 水性塗料への応用と特性評価

(地独) 岩手県工業技術センター  
○樋澤健太・佐々木麗



地方独立行政法人 岩手県工業技術センター

Iwate Industrial Research Institute

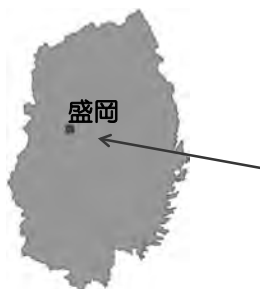
1

## 岩手県工業技術センター概要

岩手県内の製造業を中心とする企業等に対して主に技術支援を行なう機関です。

創るよろこび・地域貢献

地方独立行政法人岩手県工業技術センター



技術分野

機能表面	素形材	電子情報
デザイン	食品	醸造

最近の主な研究テーマ（工業系）

- ・IOT、ロボット技術を活用した生産現場のスマート化
- ・マルチマテリアル化のための接合技術の高度化 etc.



地方独立行政法人 岩手県工業技術センター

Iwate Industrial Research Institute

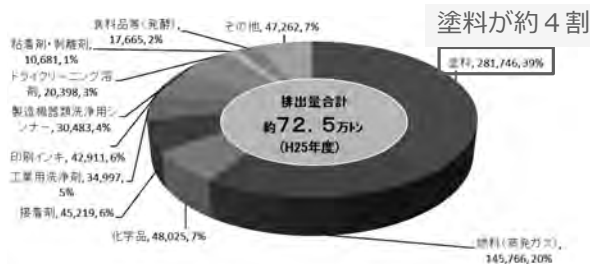
2

# 1 研究背景- (1)

## 塗料と揮発性有機化合物 (VOC)

### VOCとは

- ・ 塗料やガソリン、印刷インキ等に含まれる揮発性の高い溶剤
- ・ 光化学スモックを引き起こす有害物質の一つ
- ・ 平成18年に、VOC排出規制のため改正大気汚染防止法が施行



H25年度における国内のVOC排出量および排出源  
(出所：環境省平成28年度のVOCイベントリー報告)

塗料・塗装業界では、VOC削減のため、近年溶剤塗料から水性塗料への移行が進んでいる



地方独立行政法人 岩手県工業技術センター

Iwate Industrial Research Institute

3

# 1 研究背景- (2)

## 県内塗装現場の悩み

水性塗料は溶剤塗料と比べ溶媒の揮発が遅いため液だれが起きやすく、塗装作業性に劣る



## 新素材「CNF」

低い粘度で塗布でき、塗布後に粘度が増大(液だれしない)



## 岩手県工業技術センターのシーズ

公設試で数少ない塗料・塗装技術の研究機関



塗装作業性の課題解決

## 本研究

CNFを添加した水性塗料の粘度特性や塗装作業性、塗膜性能について評価する



地方独立行政法人 岩手県工業技術センター

Iwate Industrial Research Institute

4

## 2 実験方法

### 【使用材料】

材料	品名、メーカー
CNF	レオクリスタI-2SX (第一工業製薬製)
塗料	1液水性ファインウレタン U100 (日本ペイント製)
基材	0.8mm厚冷間圧延鋼板 (新日鉄住金製)

### 【塗料・塗膜の作製条件】

要因	条件
CNFの添加量	0.1~0.5 wt% (塗料中のCNF固形分)
攪拌方法	自転公転ミキサー, 攪拌時間1 min
塗工方法	刷毛塗り、アプリケーター
乾燥方法	常温・1日 → 80℃・3 h

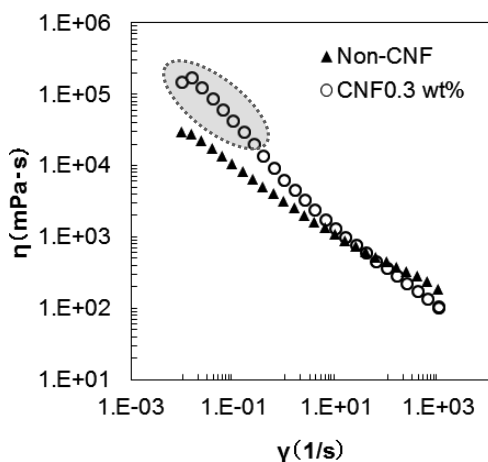
### 【評価方法】

項目	試験方法	
塗料	定常流粘度	レオメーターを用い、約0.01~1000 s <sup>-1</sup> のせん断速度領域で測定。
	動的粘弾性	レオメーターを用い、約0.01~10 Hzの周波数領域で測定。
	塗装作業性	液だれ性：アプリケーターによる塗布後、2分経過時の様子を目視観察。
		かすれ：刷毛塗りによる塗膜のかすれを目視観察。
長期保存安定性	調製後10日経過時の沈降を目視観察および上澄みの定常流粘度を測定	
塗膜	引張試験	JIS K 7127準拠。ダンベル形状に加工したフィルム状試験片を使用。



## 3 実験結果

### 塗料の粘度特性の評価

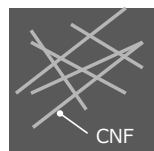


塗料の定常流粘度性測定結果

CNF添加品はより高い  
擬塑性流動性を示す

- 低いせん断速度領域で高粘度

→CNFによる網目状のネットワーク構造を形成していると考えられる



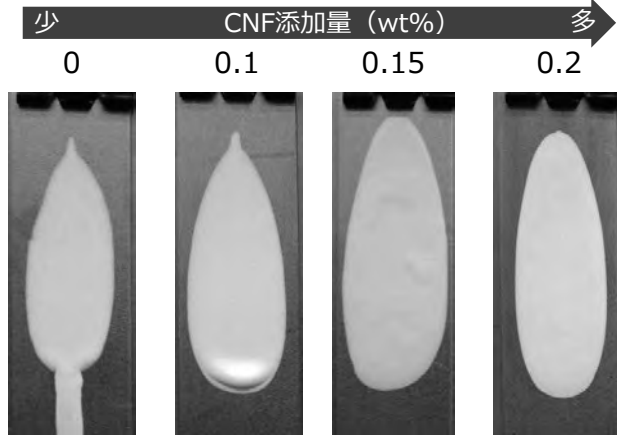
↓  
塗装作業性との関係は？



### 3 実験結果

#### 塗装作業性の評価

※基材とのクリアランスを1mmとして塗布



アプリケーターによる塗布※後、垂直状態で2分経過後の試験片外観写真

少量のCNF添加により、たれにくい塗料に



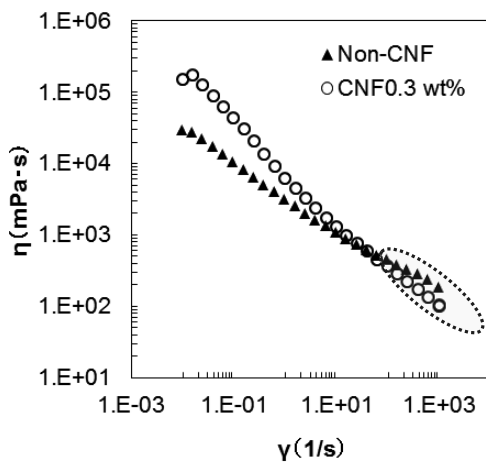
地方独立行政法人 岩手県工業技術センター

Iwate Industrial Research Institute

7

### 3 実験結果

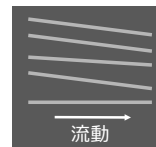
#### 塗料の粘度特性の評価



塗料の定常流粘度性測定結果

● 高いせん断速度領域で低粘度

→ ネットワーク構造が崩れ、繊維の配向により流動性が向上すると考えられる



塗装作業性との関係は？



地方独立行政法人 岩手県工業技術センター

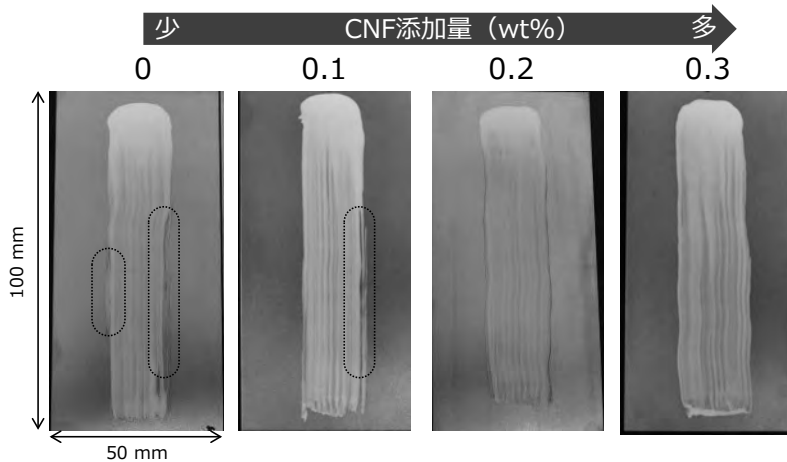
Iwate Industrial Research Institute

8



### 3 実験結果

#### 塗装作業性の評価



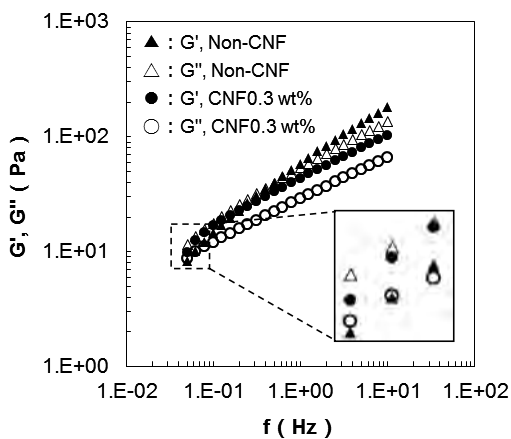
各10gの塗料を刷毛塗りした後の試験片外観写真

**少量のCNF添加により、かすれにくい塗料に**



### 3 実験結果

#### 塗料の粘弾性特性の評価



塗料の粘弾性測定結果

CNF添加品は、全周波数領域で  
貯蔵弾性率( $G'$ ) > 損失弾性率( $G''$ )

→CNFのネットワークによる安定した内部構造の形成を示唆

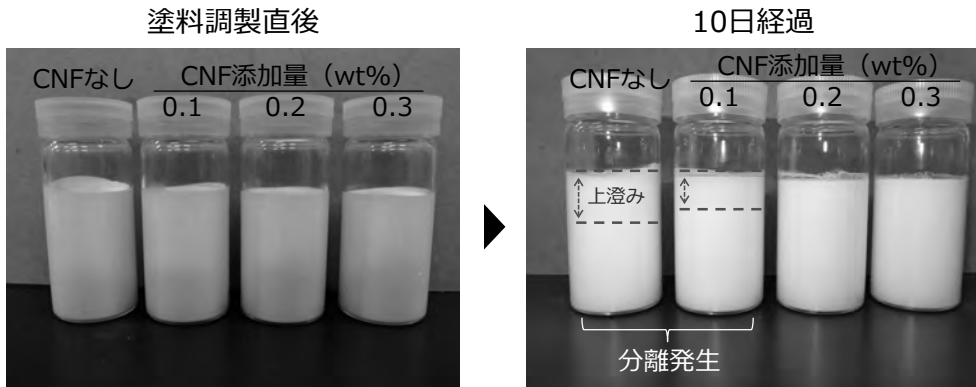


長期保存安定性との関係は？



### 3 実験結果

#### 塗料の長期保存安定性試験



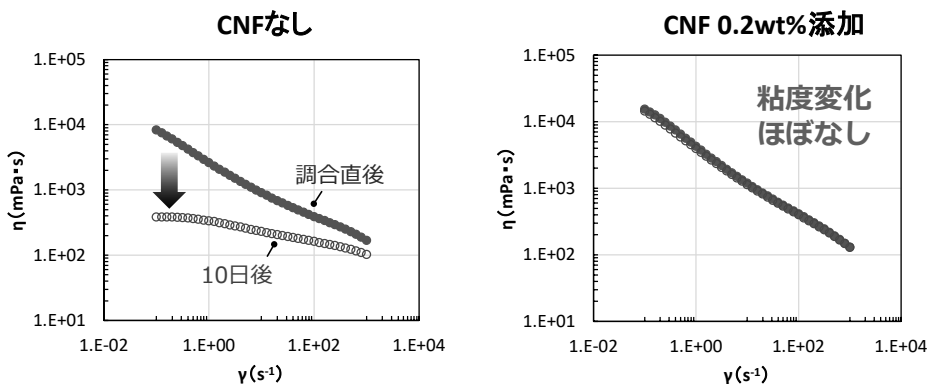
塗料の調製直後および10日経過後の外観写真

**CNFの添加に伴い、顔料成分の沈降を抑制**



### 3 実験結果

#### 塗料の長期保存安定性試験



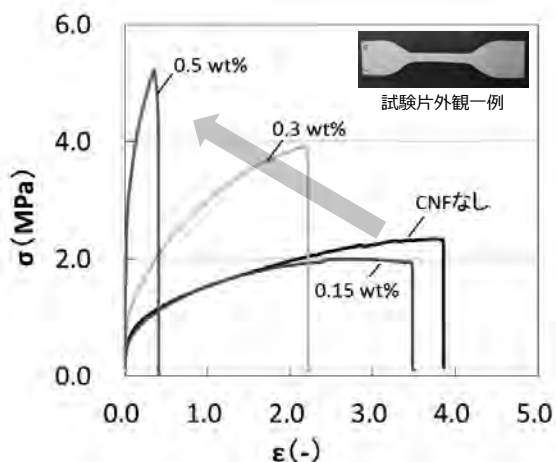
塗料液面付近の定常流粘度測定結果

**CNFの添加により、塗料の長期保存安定性が向上**



### 3 実験結果

#### 塗膜の引張試験



塗膜の引張試験における応力-ひずみ曲線

CNFの添加に伴い、

- ・引張強度が増大
- ・破断伸びが低下



靱性の改善のためには、CNFの混ぜ方、塗料全体の材料設計の検討が必要



### 4 まとめ

CNFを添加した水性塗料の粘度特性や塗装作業性、塗膜性能について評価し、以下の知見が得られた。

- ・無添加の塗料と比べ、より高い擬塑性流動性を示す。
- ・塗布時はかすれにくく、塗布後はたれにくい。
- ・塗料の長期保存安定性が向上する。
- ・塗膜の機械的強度が増加する。



建築用塗料等への適用を目指し、県内企業等への技術移転に向けた取組みを進行中。





セラミックス鑄込成形における  
TCNF によるスラリー分散安定性  
並びに脱型歩留の向上

(地独) 京都市産業技術研究所

高石 大吾氏



# セラミックス鑄込成形における TCNFによるスラリー分散安定性 並びに脱型歩留の向上

(地独)京都市産業技術研究所

窯業系チーム 高石 大吾, 稲田博文, 荒川裕也



地方独立行政法人

京都市産業技術研究所 窯業系チーム

*Kyoto Municipal Institute of  
Industrial Technology and Culture*

## 本日の発表内容

- 背景
- セルロースナノファイバー／レオクリスタ®
- セラミックスラリーの分散安定性
- セラミックスの鑄込成形
- 技術移転事例
- まとめ

## 本日の発表内容

### ・背景

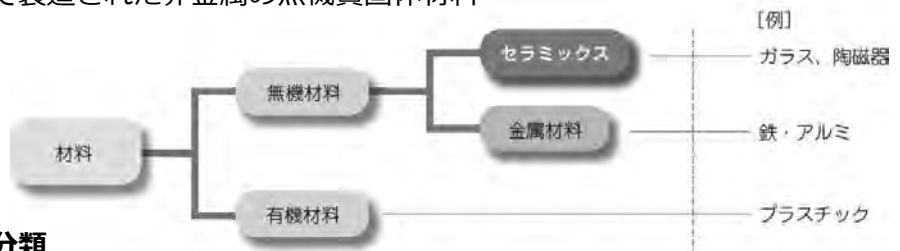
- ・セルロースナノファイバー／レオクリスタ®
- ・セラミックスラリーの分散安定性
- ・セラミックスの鋳込成形
- ・技術移転事例
- ・まとめ

3

## 背景

### セラミックスとは ～Ceramicsの定義～

◎熱処理によって製造された非金属の無機質固体材料



### セラミックスの分類

◎伝統的セラミックス (Traditional Ceramics)

主に天然のケイ酸塩鉱物等を原料とする材料。  
陶磁器，耐火物，セメント，ガラスなど。

◎ニューセラミックス (Fine Ceramics, New Ceramics, Advanced Ceramics)

天然原料ではなく厳密に組成制御された人工原料を利用し，機械的，熱的，電磁気光学的，生物学的機能をもつ材料。

人工原料の例：アルミナ，ジルコニア，窒化アルミニウム，水酸アパタイト

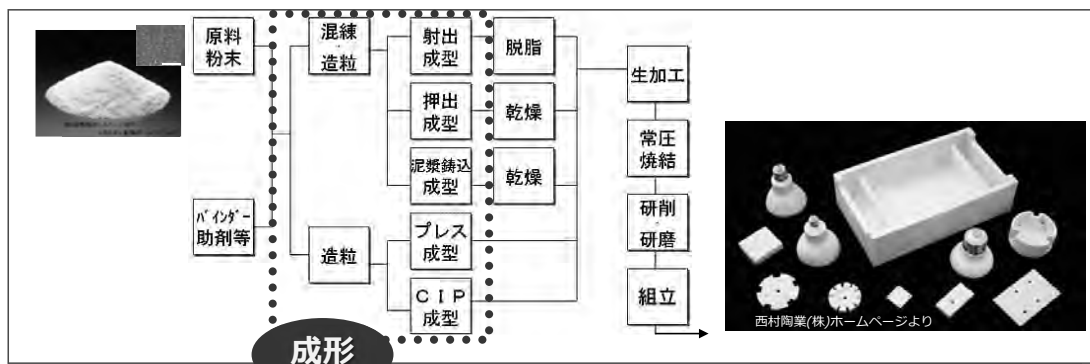
**先進セラミックス：エネルギー，自動車，エレクトロニクス，環境分野等，  
現代社会と科学技術の発展を支えるキーマテリアル**

4



# 背景

## ◆セラミックスの製造プロセス = 粉末成形技術



## ◆セラミックスの高機能化, 高信頼性化

- ≫ 微構造の制御
- ≫ 粉体プロセスの高度化

- 粒子の均質な分散
- 分散安定性
- 高濃度スラリー
- 高充填率の成形体

## ★新規な有機成形助剤の適用・・・セルロースナノファイバー(CNF)

本研究：CNFをセラミックスの鑄込成形用有機成形助剤として検討

- ◎ 原料粒子（セラミックス粉末）の分散安定性と適度な流動性
- ◎ 鑄込成形性（脱型性）

5

## 本日の発表内容

- ・ 背景
- ・ セルロースナノファイバー／レオクリスタ®
- ・ セラミックスラリーの分散安定性
- ・ セラミックスの鑄込成形
- ・ 技術移転事例
- ・ まとめ

6

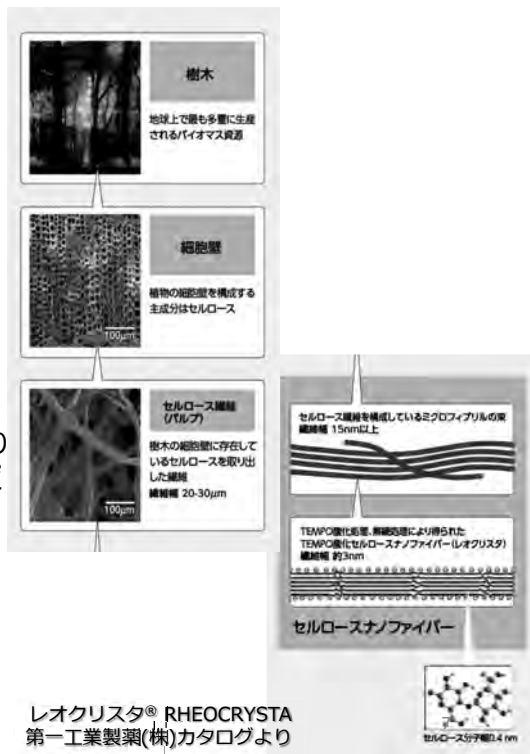
# セルロースナノファイバー

## セルロースナノファイバーとは

樹木等すべての植物の細胞壁はセルロースから成り立っています。そのセルロースをナノレベルまで微細化することでセルロースナノファイバー（CNF）が得られます。CNFは植物由来の環境への負荷が少ない材料というだけでなく、軽くて丈夫、高い透明性、熱膨張が小さい等、様々な特長を持つ新素材です。

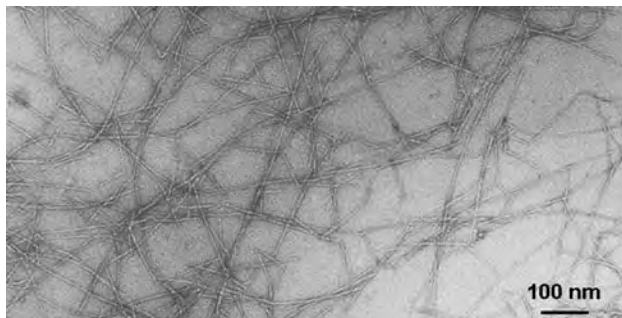
## TEMPO酸化セルロースナノファイバー

東京大学の磯貝明教授らのグループによりセルロースをTEMPO(2,2,6,6-テトラメチルピペリジン-1-オキシリル)触媒酸化することで、高効率でCNFを調製する技術が開発された。TEMPO触媒酸化されたCNF(TOCN, TCNF)は、高密度のカルボキシル基で覆われた状態になっている。第一工業製薬(株)が量産化技術を確認し、製品名『レオクリスタ®』として実用化。



# セルロースナノファイバー

## 第一工業製薬(株)のTCNF: レオクリスタ®



☑ TEMPO酸化処理により製造 (TOCN)

☑ 透明なゲル状 (0.5 wt%水分散体)

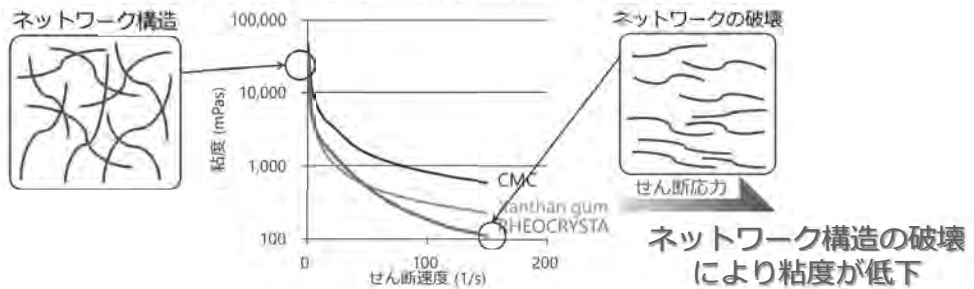
☑ CNFの中でもっとも細い、繊維幅約 3 nmのシングルナノファイバー

☑ 添加剤メーカーとしての視点を生かして、増粘剤や分散剤として用途開発中

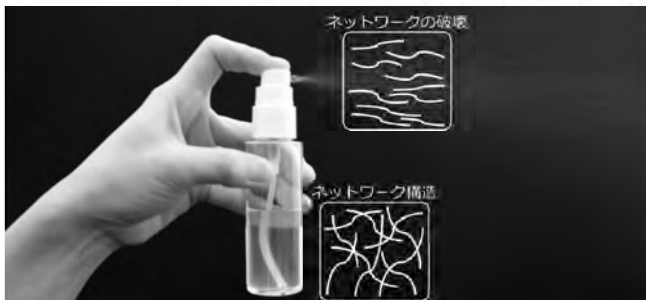
# レオクリスタ®の機能

ネットワークを生かしたユニークなレオロジーコントロール

## 高い擬塑性流動性（チキソ性）



## スプレー可能でタレないゲル



⇨化粧品用途へも  
・保湿性、保水性  
・高粘度でも  
曳糸性を示さず  
・べたつきのない  
感触、使用感

⇨インクに増粘剤として添加  
・速書き等の様々な筆記状況  
でも適切に粘度が変化  
・滑らかで安定し筆記を実現

9

## 本日の発表内容

- ・ 背景
- ・ セルロースナノファイバー／レオクリスタ®
- ・ **セラミックスラリーの分散安定性**
- ・ セラミックスの鋳込成形
- ・ 技術移転事例
- ・ まとめ

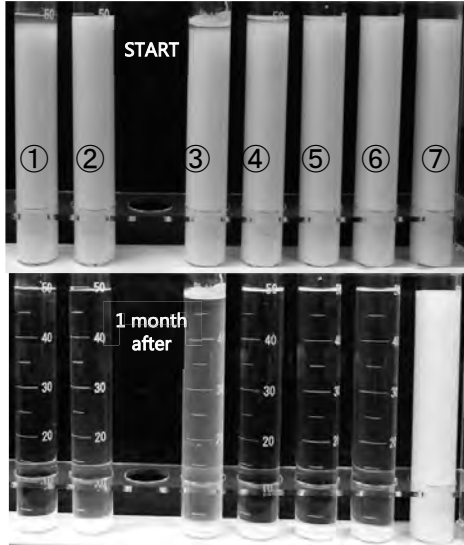
# セラミックスラリーの分散安定性

## 沈降試験

原料：市販高純度アルミナ粉末

TCNF (レオクリスタ®, 第一工業製薬(株)),

ポリカルボン酸アンモニウム塩, カルボキシメチルセルロース(CMC)



スラリー条件

- ① ポリカルボン酸アンモニウム塩 0.20%
- ② CMC 0.20%
- ③ 無添加
- ④ TCNF 0.02%
- ⑤ TCNF 0.05%
- ⑥ TCNF 0.10%
- ⑦ TCNF 0.20%

●ポリカルボン酸アンモニウム塩及びCMCは沈降分離した

◎TCNF添加濃度 0.2 mass%スラリーは1カ月後も沈降せず高い安定性を示した

11

# セラミックスラリーの分散安定性

## アルミナスラリーの粘度測定

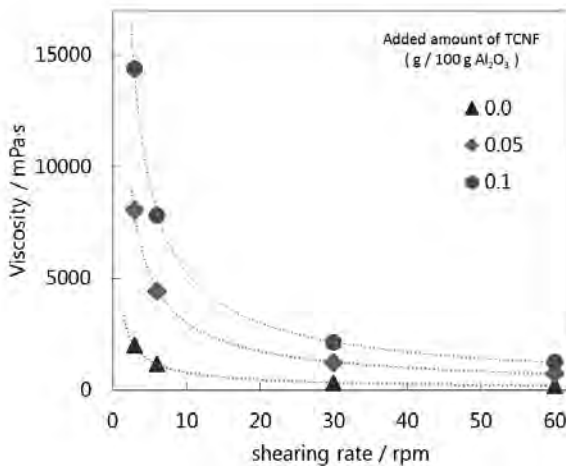


Table 1. TCNF添加スラリーのレオロジー特性

TCNF (g)	TI (3/30)
0	5.85
0.05	6.48
0.1	6.75

◎TCNF添加 ⇨ TI値が増大

※Thixotropic Index: TI値が1に近いほどニュートン流動になり, TI値が大きくなるほど構造粘性があるとされる。

Fig. Viscosities for various alumina slurries non-added and added TCNF.

◎アルミナスラリーにTCNFを添加することにより大きいチキソ性が発現

◎TCNFはスラリー中でネットワーク構造を形成 ⇒ 高い分散安定性

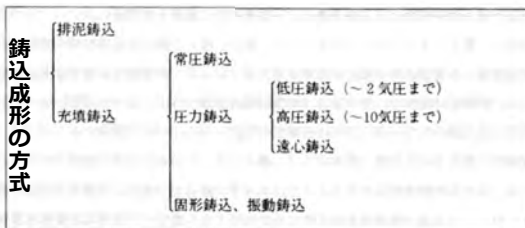
特徴的なレオロジー特性

## 本日の発表内容

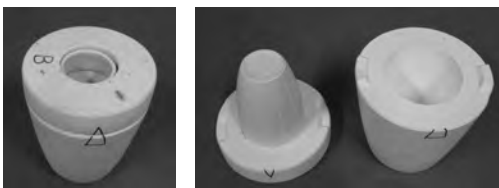
- 背景
- セルローズナノファイバー／レオクリスタ®
- セラミックスラリーの分散安定性
- **セラミックスの鋳込成形**
- 技術移転事例
- まとめ

13

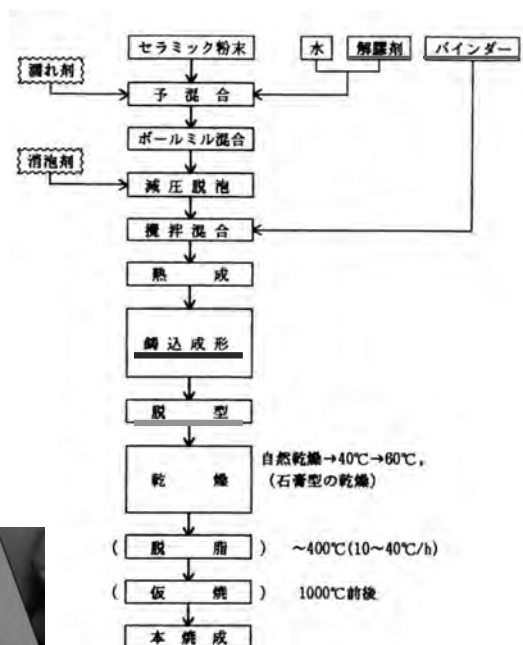
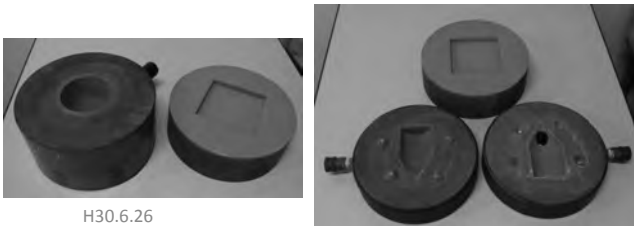
## セラミックスの鋳込成形



石膏型 (排泥・充填)



樹脂型 (圧力鋳込・充填)

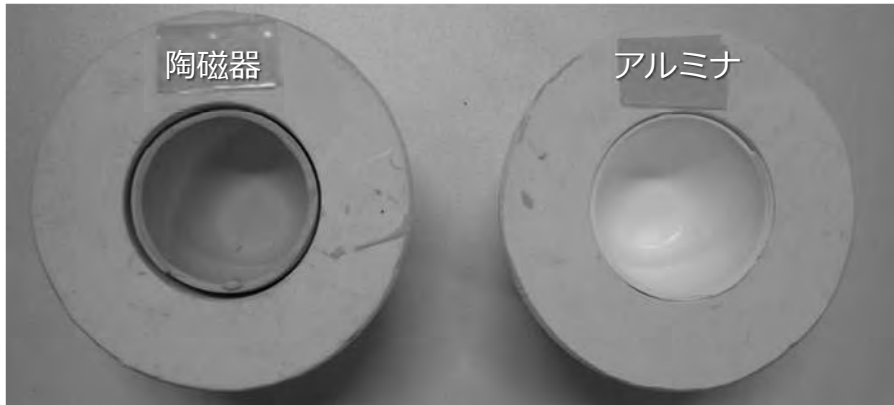


<鋳込み成形法工程図>

(京工試セラミック製造技術ハンドブックより)<sup>14</sup>

# セラミックスの鋳込成形

## 一般的な石膏型による鋳込成形と成形体の収縮挙動



### ★鋳込成形による量産のポイント

- ・乾燥収縮による脱型性・離型性が重要
- ・粘土を含む陶磁器原料は収縮率5~7%と大きいため容易に脱型できる：高生産性

...しかし、高純度な先進セラミックス原料は、そのままでは収縮率が小さく、脱型性に難がある

15

# セラミックスの鋳込成形

## 脱型性の評価：乾燥収縮挙動が大きなファクター

### 試験条件

スラリー：高純度アルミナ 50vol%

結合剤：TCNF（レオクリスタ®）、CMC、未変性セルロース  
 添加量は固形分0.05g/アルミナ100g

石膏型：角板（40×55×6mm）充填鋳込、ルツボ（φ55×45mm）排泥鋳込

### 結果

Table. 鋳込み成形体の乾燥収縮

	粘度 (mPa·s)	収縮率差 (%)	脱型性
添加なし	66	-	×
TCNF	357	-0.58	◎
CMC	556	-0.05	△
未変性セルロース	81	-0.25	○

増粘効果：CMC>TCNF>>未変性セルロース  
 離型性：TCNF>未変性セルロース>>CMC

※収縮率差 (%)： $\frac{(\text{結合剤添加成形体} - \text{添加なし成形体})}{\text{添加なし成形体}} \times 100$

- ◎TCNFは、増粘効果と脱型性を合わせ持つ成形助剤として使用可能。
- ◎TCNF添加スラリーは、石膏型からの成形体の脱型性・離型性に優れる。
- ★TCNFは保水力が極めて高いため、脱水による収縮率も大きくなる。  
 ⇒少量の添加で効果的な収縮挙動を示し、脱型性の向上に寄与。

# セラミックスの鋳込成形

## 焼結体の評価

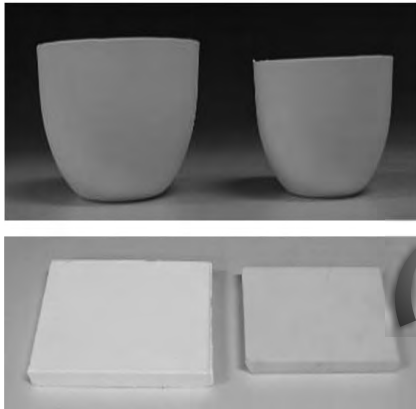


図. 鋳込成形により得られた成形体(左)及び焼結体(右)

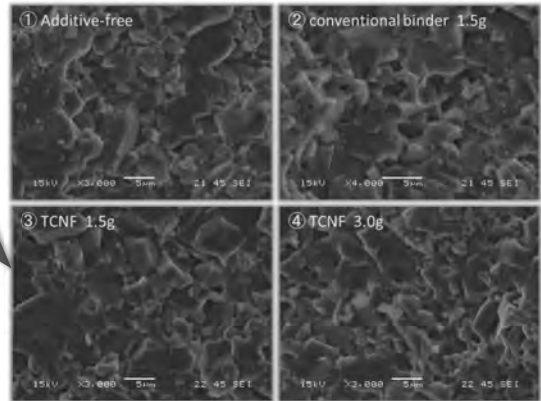


Fig. Cross-sectional SEM image of alumina ceramics, non-added and TCNF or conventional binder added.

### 結果

- ◎ 3点曲げ強度は一般的なアルミナセラミックスと同等で約400MPa
- ◎ 吸水率0%, 緻密な焼結体を得られた
- ◎ 結晶粒子サイズは同程度

17

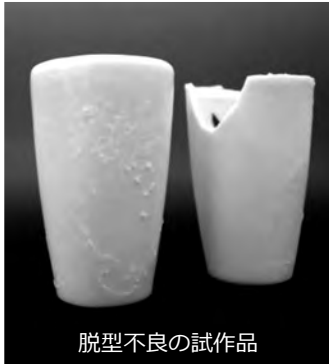
## 本日の発表内容

- ・ 背景
- ・ セルロースナノファイバー／レオクリスタ®
- ・ セラミックスラリーの分散安定性
- ・ セラミックスの鋳込成形
- ・ **技術移転事例** : 新たな作風の  
京焼・清水焼の開発
- ・ まとめ

18

# 新たな作風の京焼・清水焼の開発

～(株)陶葦, (地独)京都市産技研, 第一工業製薬(株)～



脱型不良の試作品



すりガラスと同程度に光を通すため  
中に入れた飲み物が透けて見える。

- ◎透光性
- ◎艶消しの質感
- ◎和紙を思わせる手触り

◎ **新規な透光性原料の開発**  
 ✓粘土を使用しない  
 ⇒脱型性が極めて悪く、  
 歩留まり50%以下  
 生産性に大きな課題  
 ※従来の成形助剤では不十分



◎ **レオクリスタ®配合**  
 脱型性向上↑  
 ハンドリング性向上↑  
 ⇒歩留まりほぼ100%に！  
**(株)陶葦にて商品化** … 新聞等でも紹介

# 新たな作風の京焼・清水焼の開発

新聞各紙で紹介

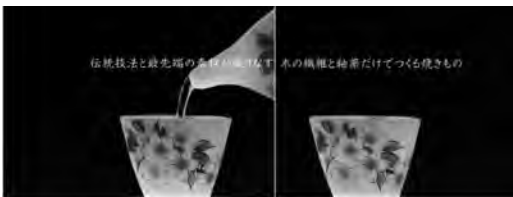
京都新聞 (2019.1.22)

日刊工業新聞 (2018.9.6)

テーブルウェア・フェスティバル2019出展  
 (2019.2.3～2.11 東京ドーム)



クラウドファンディング



光を愉しみ、光と遊ぶ。新素材を生かした京焼・清水焼ゆうはりで、ひと味ちがう贅沢を  
<https://www.makuake.com/project/touan/>





## まとめ

TCNF(レオクリスタ®)をセラミックス鑄込み成形用の有機成形助剤として添加した場合の効果について調べ、以下の知見を得た。

- 1) TCNFは、セラミックススラリーに対して高い分散安定性、沈降抑制効果を示した。
- 2) 鑄込み成形における成形体の脱型性・離型性に優れた効果を発揮し、流動性調整剤、結合剤（バインダー）としての有効性を見出した。
- 3) TCNFを鑄込成形用バインダーとして用いた場合、従来と同程度の機械的強度及び微構造を有する緻密なアルミナ焼結体が得られた。
- 4) 本成果を技術移転し、先進と伝統の融合により、透光性と艶消しの質感、和紙を思わせるざらりとした手触りを有する新しい作風の京焼・清水焼の開発に成功した。



地方独立行政法人  
京都市産業技術研究所 窯業系チーム

*Kyoto Municipal Institute of  
Industrial Technology and Culture*

## 謝 辞

第一工業製薬株式会社  
株式会社 陶葦

北村武大，林孝幸  
会長 土淵善英，  
陶葦窯四代目当主 土淵善亜貴



測ることで見えてくる、  
セルロースナノファイバー

(株) 島津製作所 分析計測事業部

草野 英昭氏



# 測ることで見えてくる、 セルロースナノファイバー

株式会社島津製作所 分析計測事業部  
グローバルマーケティング部

草野 英昭

グローバルアプリケーション開発センター

平尾 美子、丸山かれん、橋本 和美

## 目次

- ◆ セルロースナノファイバー分析評価
- ◆ 京都市産業技術研究所「新素材－CNF  
ナショナルプラットフォーム事業」  
との協奏
- ◆ セルロースナノファイバーの分析事例紹介

## ◆ セルロースナノファイバー分析評価

- ◆ 京都市産業技術研究所「新素材－CNF  
ナショナルプラットフォーム事業」  
との協奏
- ◆ セルロースナノファイバーの分析事例紹介

## セルロースナノファイバーの分析評価

- 2017年5月から社内プロジェクトとしてセルロースナノファイバーに着目した分析評価アプリケーションの開発を実施、未来につながる新素材「セルロースナノファイバー」が広く世の中に普及することは、人と地球の健康を実現させるひとつと期待
- 分析評価アプリケーションを「アプリケーションニュース」として一般に会員制Webサイトで紹介
- 昨年の生存圏ナノセルロースシンポジウムをはじめ6件の展示会に参加、CNF分野の分析評価ニーズを聞き取り

## アプリケーションニュースの紹介

番号	装置名	発行日	タイトル
S030	SPM	2018/04/26	セルロースナノファイバーの 観察と繊維長・繊維幅の計測
S031	SPM	2018/04/26	孤立分散型セルロースナノファイバーの 繊維長と分散性の評価
S032	SPM	2018/08/31	ネットワーク型CNFの分散性と 官能基情報、CNF フィルムの光学特性評価
A579	UV, FTIR	2018/05/31	機械的解繊で得られた セルロースナノファイバーの形態観察
i265	AG	2018/10/25	セルロースナノファイバー強化樹脂の3点曲げ試験
i264	CFT	2018/11/15	セルロースナノファイバー強化樹脂の粘度評価
X269	XRD	2018/11/15	セルロースナノファイバーの結晶化度測定

☞ 詳しくは会員制サイト “Solutions Navigator” をご覧ください。

5

- ◆ 島津製作所における  
セルロースナノファイバー分析評価
- ◆ 京都市産業技術研究所「新素材－CNF  
ナショナルプラットフォーム事業」  
との協奏
- ◆ セルロースナノファイバーの分析事例紹介

6

## 京都市産業技術研究所との協奏

- 島津新素材セミナーの共同開催
- 平成30年第2回・CNFに係る公設試研究者向けの勉強会への支援



## 島津新素材セミナーとは

- 2014年から弊社主催で開催しているイベント
- 時代の最先端の化学素材情報を提供していくことを目的
- その時々ホットな素材にフォーカス  
元素ブロック(2014), バイオミメティクス(2015),  
機能性高分子(2016), ソフトマテリアル(2017)
- 新素材を創製する研究者の方々との協働により企画・運営  
2014,2015,2016年は文部科学省新学術領域研究と共催



2018年度の新素材セミナーはCNFをテーマに  
京都市産業技術研究所と共同開催



## 島津新素材セミナー2018を共同開催

- 2018年11月に東京・京都にて開催
- 京都市産業技術研究所との共催
- 8名の講師による研究・開発の講演
- 東京・京都合わせて約180名の聴講者



9

## CNFに関する勉強会開催を支援

- 2018年12月に「平成30年第2回・CNFに係る公設試研究者向けの勉強会」開催を支援
- 話題提供の講義1件、実機デモ実習3機種、分析技術者によるショールーム見学
- 意見交換会にて日ごろの業務での分析お悩み相談



10

## CNFに関する勉強会開催を支援

- 話題提供ではCNFの構成糖分析を紹介
- 3つのテーマで実機デモ実習を実施
  - (1) FTIRによるCNF表面修飾官能基分析
  - (2) 粒度分布計を活用したCNF繊維長分布、凝集性評価
  - (3) 電子天びんの使い方と水分計を活用した固形分量計測

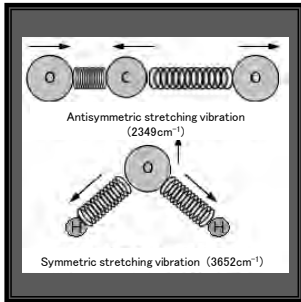
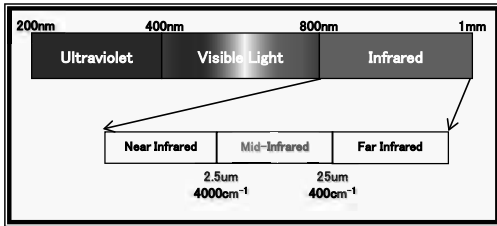


11

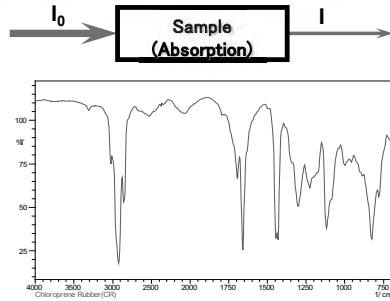
- ◆ 島津製作所における  
セルロースナノファイバー分析評価
- ◆ 京都市産業技術研究所「新素材－CNF  
ナショナルプラットフォーム事業」  
との協奏
- ◆ セルロースナノファイバーの分析事例紹介

12

# 赤外分光光度計

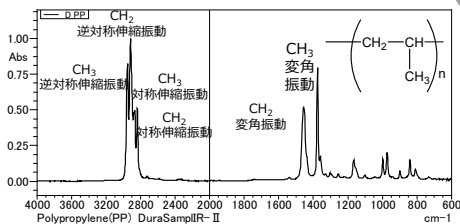
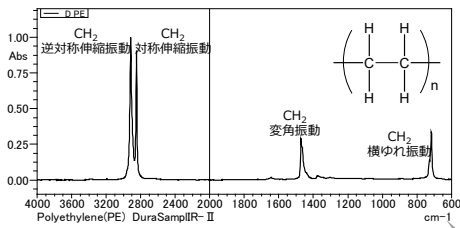


✓ 中赤外領域の光エネルギーは有機化合物と一部の無機化合物のエネルギーに相当

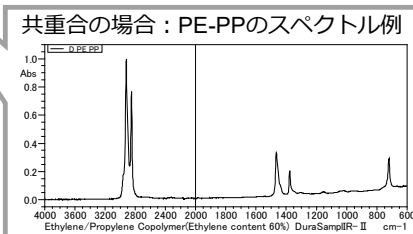


- ✓ 赤外光(I<sub>0</sub>)を試料に照射し、その後透過した光または反射した光(I)を検出器で検出することで、赤外スペクトルを取得
- ✓ 赤外スペクトルは有機化合物または無機化合物の定量や定性が可能

# 分子構造とスペクトル



- ☞ 化学構造が異なれば、赤外吸収ピークのパターン(=スペクトル)が異なる
- ☞ 赤外スペクトルを測定することで、**化学構造の異なる物質**を区別することができる
- ☞ ライブラリ(データベース)中に一致するスペクトルがあれば、**定性が可能**
- ☞ 混合物や共重合体の場合、**個々のスペクトルの足し合わせ**になる



## 島津製作所のFTIRラインナップ

### 卓上モデル

IRTracer™-100

高速スキャン



IRAffinity™-1S

汎用モデル



AIM-9000

赤外顕微鏡



### コンパクトモデル

IRSpirit™



IRTracer, IRAffinity及びIRSpiritは株式会社島津製作所の商標です。

15

## IRSpirit, Ready to Run

### 省スペースながら高い拡張性

- ・ 持ち運び可能な軽量・小型なボディ
- ・ 間口の狭い場所でも設置可能な  
2面アクセス設計
- ・ 既存のオプションも搭載できる試料室

湿度インジケータ



16

## FTIRでのCNF測定の流れ

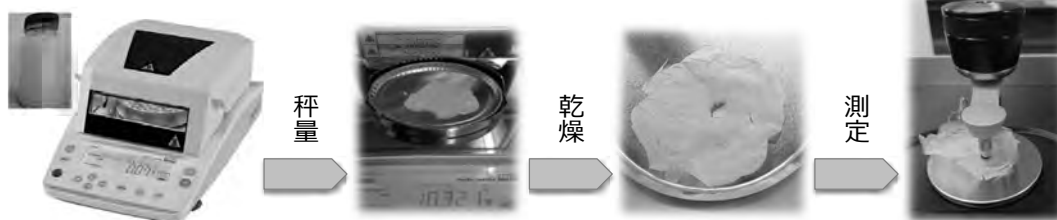
### 1. CNF水分散液を乾燥

- ⇒ オープンで乾燥
- ⇒ 水分計で乾燥
- ⇒ 減圧乾燥器で真空乾固



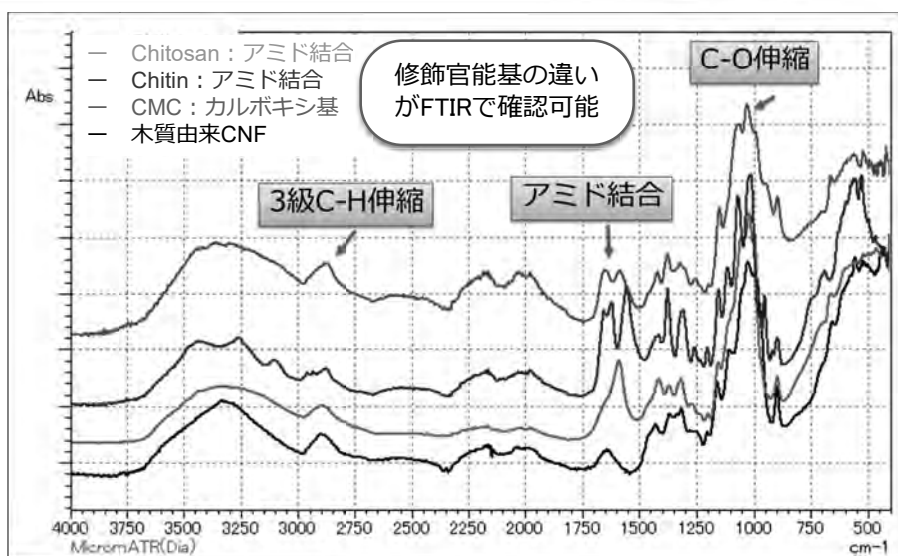
### 2. 乾燥CNF試料をATR法で測定

### 3. 種々のCNFの表面修飾などの違いを判別



17

## 種々のCNFの測定結果



18

## 最新の情報をWebでご紹介

- 会員制サイト ”Solutions Navigator” で最新の情報を公開中

<https://solutions.shimadzu.co.jp/solnavi/solnavi.htm>

- ☞ 分野別アプリケーションデータ
- ☞ 製品別アプリケーションデータ
- ☞ 製品情報
- ☞ Webinar



- Webinarで新素材セミナー2018の講演動画を期間限定配信中



19



Nanocellulose Symposium 2019

**「軽くて強いナノ材料」**

ーシューズから自動車へー

発 行 日 平成31年 3月4日

編集兼発行者 京都大学 生存圏研究所

〒611-0011 京都府宇治市五カ庄

電話0774-38-3658

印 刷 所 株式会社 田中プリント

〒600-8047 京都市下京区松原通麩屋町東入











共催：近畿経済産業局及び地方独立行政法人京都市産業技術研究所

後援：ナノセルロースフォーラム、紙パルプ技術協会、セルロース学会、  
（一社）日本木材学会、京都大学産官学連携本部