

2021年3月12日  
モノづくり日本会議

# CNF強化樹脂材料の特性



京都市産業技術研究所  
高分子系チーム  
仙波 健



# 発表内容

- ① 京都プロセスによる樹脂の補強  
エンジニアリングプラスチック
- ② ポリプロピレンの高性能化  
解繊促進樹脂, 膨潤剤, フィラーによる
- ③ CNFとプラスチック成形加工技術との融合  
微細発泡による軽量高強度化
- ④ 今後の開発



# 京都プロセスの概要

植物原料

成分分離  
(パルプ化)

予備解繊

化学変性

複合化

成形加工

発表する領域

植物原料



成分分離



予備解繊



化学変性



複合化



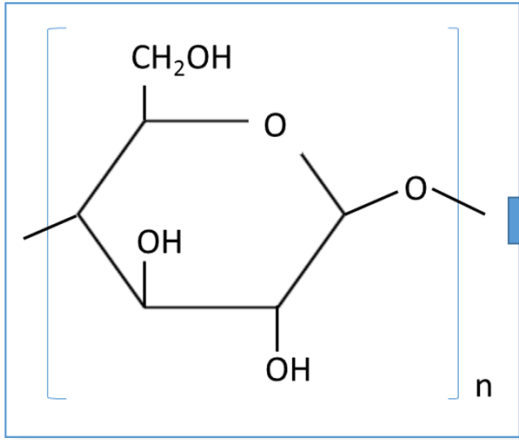
成形加工



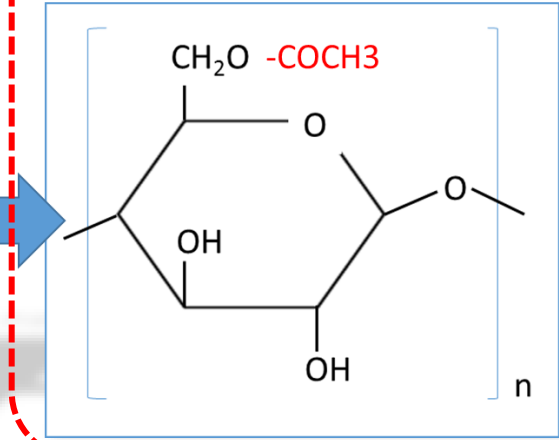
# ① 京都プロセスによる樹脂の補強: エンジニアリングプラスチック-疎水性, 耐熱性の向上

## 京都プロセスのセルロース化学変性

セルロース



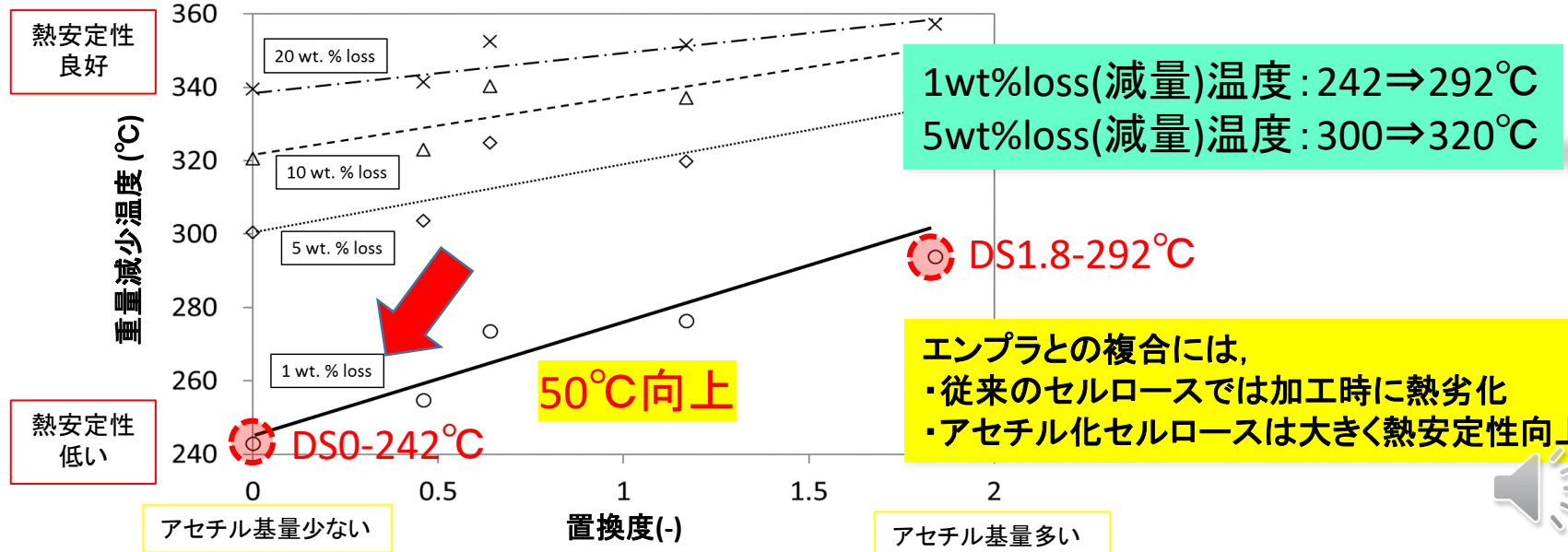
アセチル化セルロース



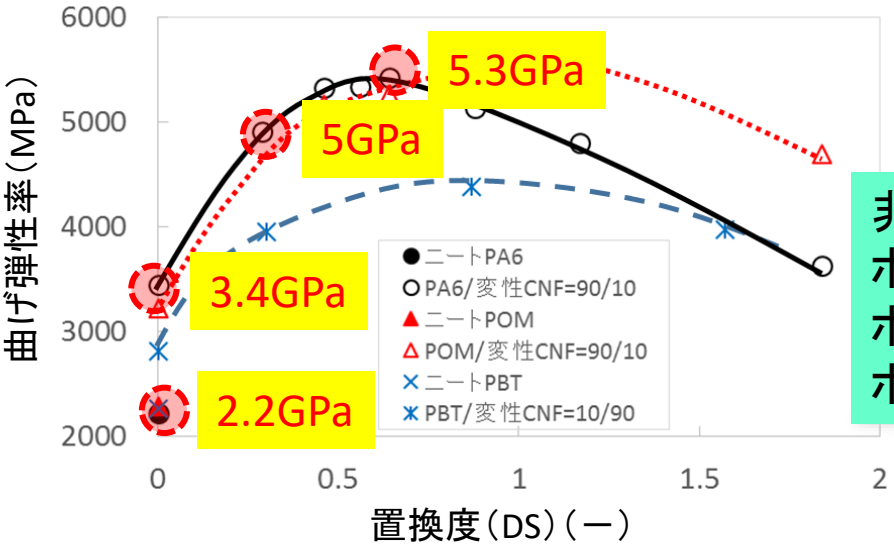
プラスチック補強用  
変性セルロースとしての  
ポテンシャルが高い

- ・最も基本的なセルロースの変性
- ・熱安定性向上
- ・既に実用化され安全
- ・疎水性付与
- ・低コスト化(薬品, プロセス)できる
- ・変性度合いのコントロールが容易

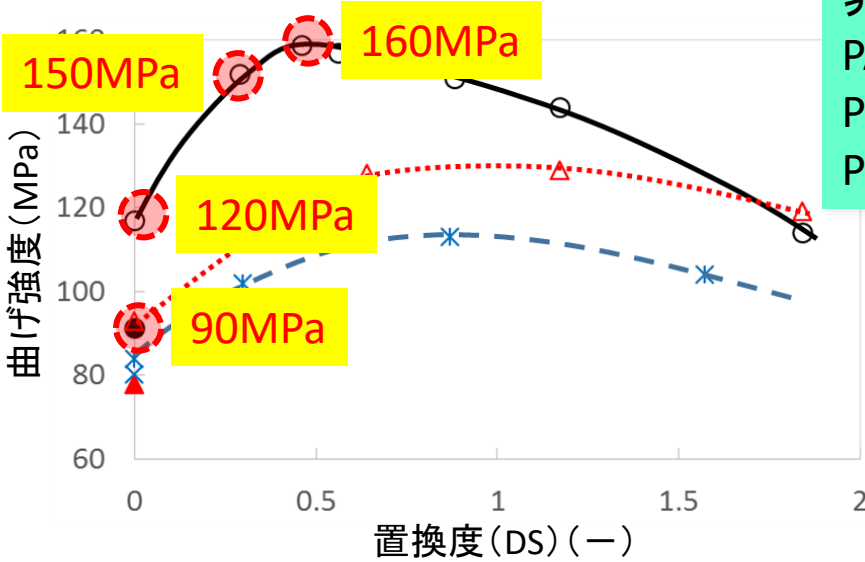
## アセチル化セルロースの熱安定性



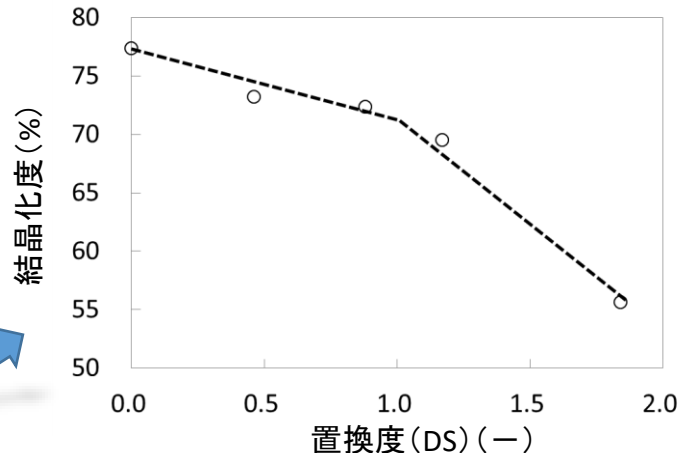
# ① 京都プロセスによる樹脂の補強: エンジニアリングプラスチック-力学的特性



非強化エンプラと比較して、  
 ポリアミド6 (PA6) : 2.5倍  
 ポリブチレンテレフタレート (PBT) : 2.0倍  
 ポリオキシメチレン (POM) : 2.5倍の補強効果



非強化エンプラと比較して、  
 PA6: 1.7倍  
 PBT: 1.3倍  
 POM: 1.6倍 の補強

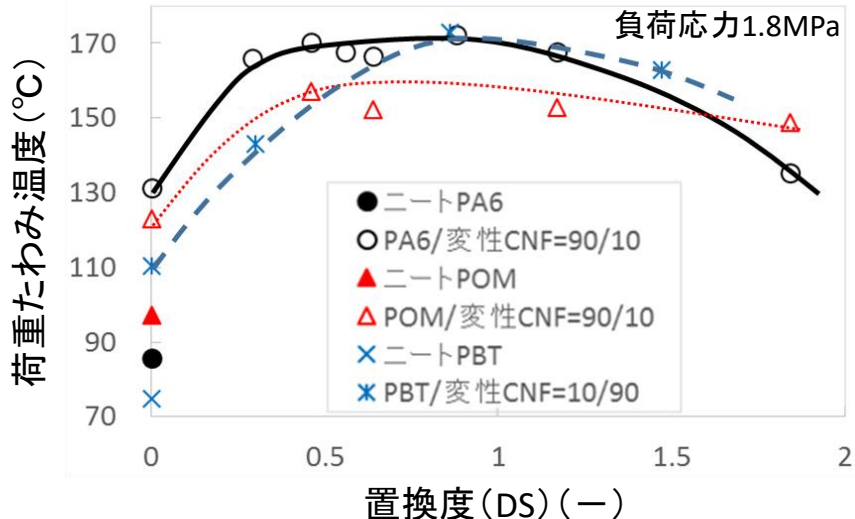


・エンプラ種によって最適なDSが存在  
 ・高DSの物性低下は、セルロースの結晶性低下が影響



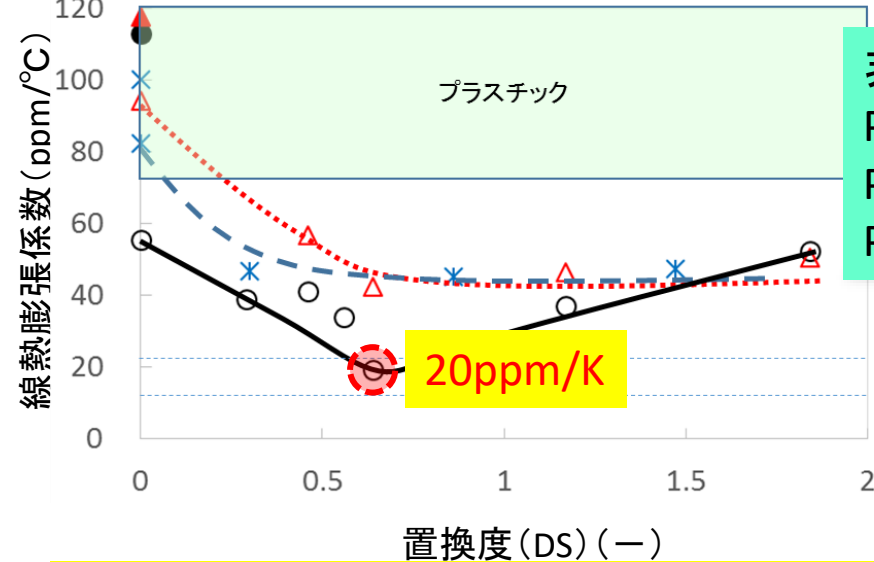
# ① 京都プロセスによる樹脂の補強: エンジニアリングプラスチック-耐熱性

## 荷重たわみ温度 (HDT)



非強化エンプラと比較して、  
 PA6: +80°C  
 PBT: +100°C  
 POM: +60°C

## 線熱膨張係数 (CTE)



非強化エンプラと比較して、  
 PA6: 最高20ppm/K (非強化から-95ppm/K)  
 PBT: 最高40ppm/K (非強化から-55ppm/K)  
 POM: 最高40ppm/K (非強化から-70ppm/K)

20ppm/K

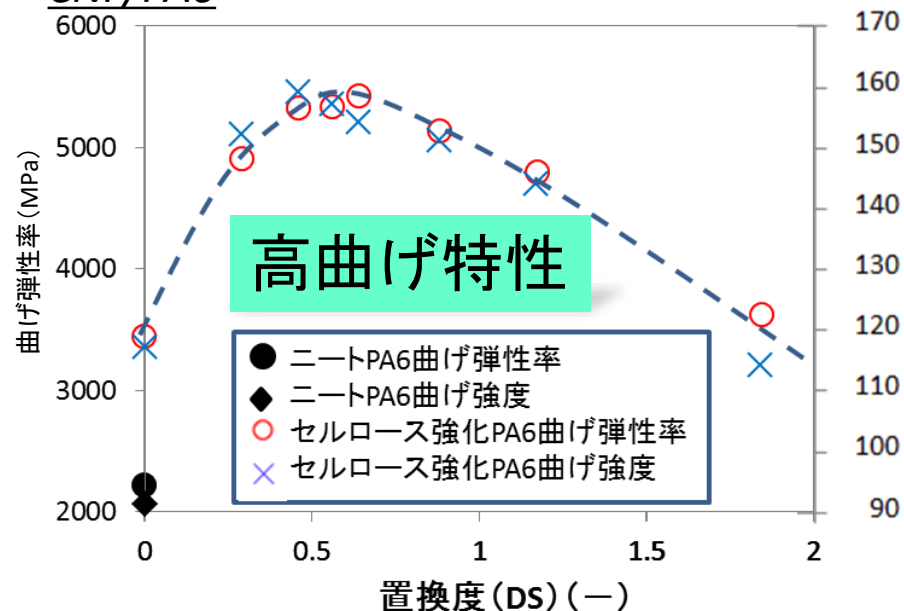
- ・エンプラ種によって最適なDSが存在
- ・CTEは、熱可塑性プラスチック領域から熱硬化性樹脂, FRP, 金属の領域へ



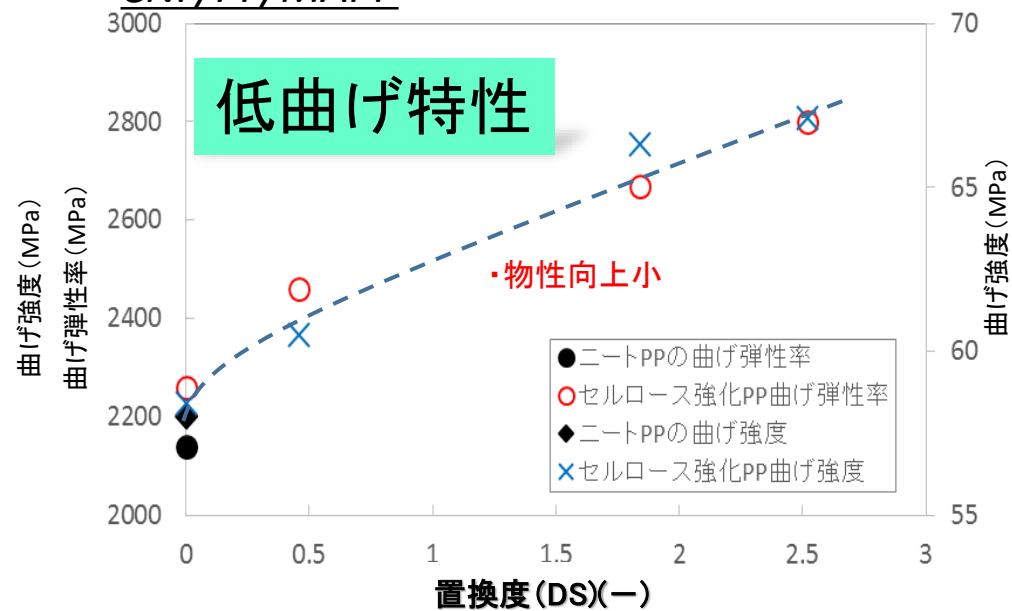


## ②ポリプロピレンの高性能化:解繊促進樹脂, 膨潤剤, フィラーによる-複合化の困難さ

CNF/PA6



CNF/PP/MAPP



良分散

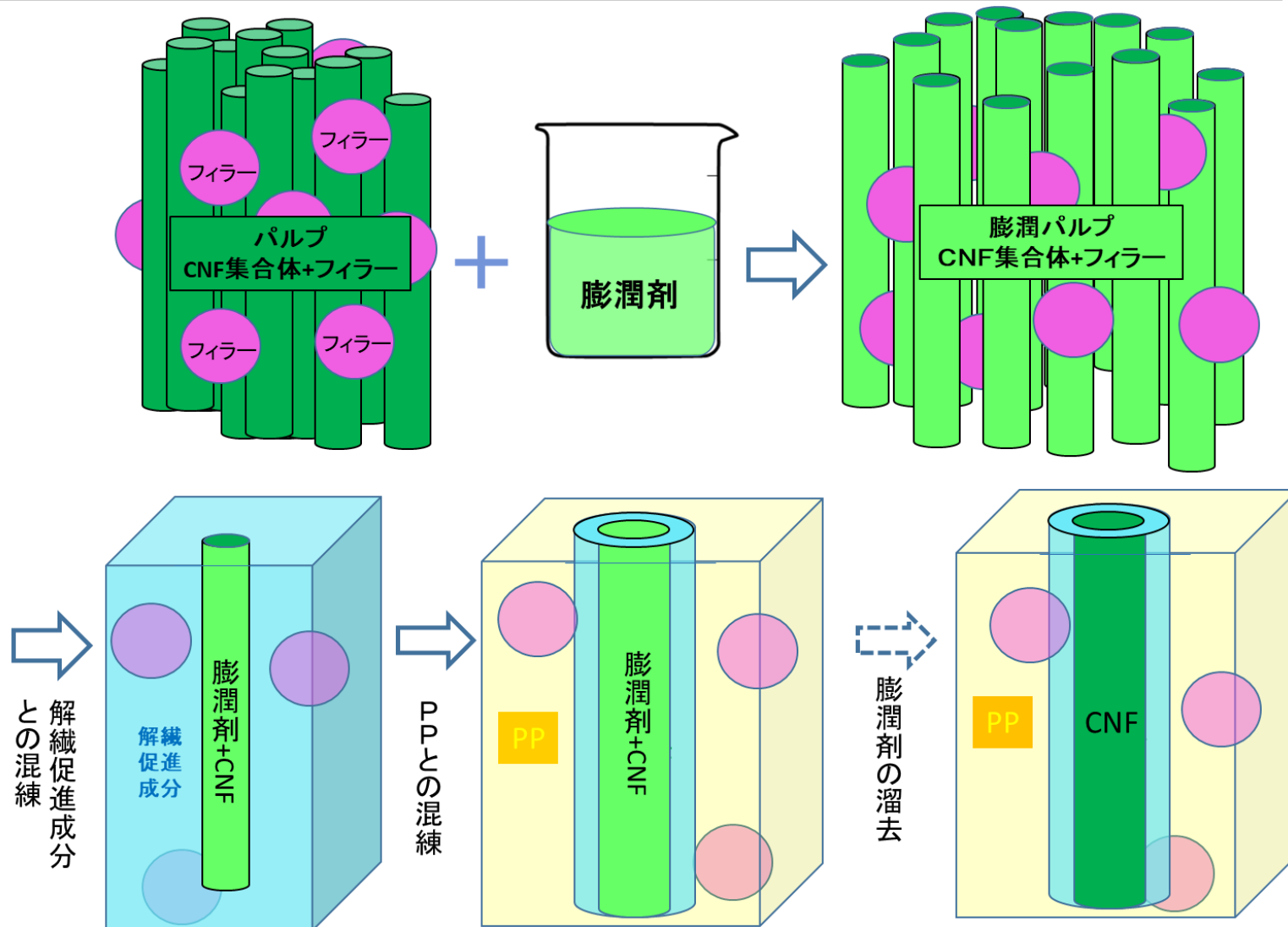
50.00  $\mu\text{m}/\text{div}$

50 $\mu\text{m}$

低分散

50 $\mu\text{m}$

## ②ポリプロピレンの高性能化:解繊促進樹脂, 膨潤剤, フィラーによる-複合化の手法

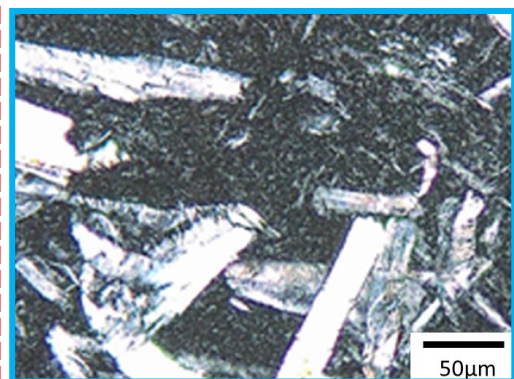
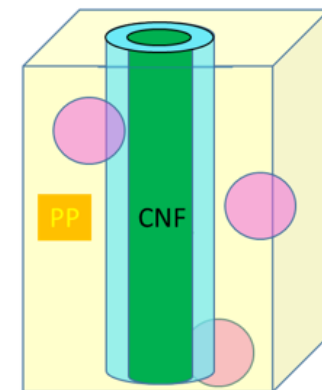
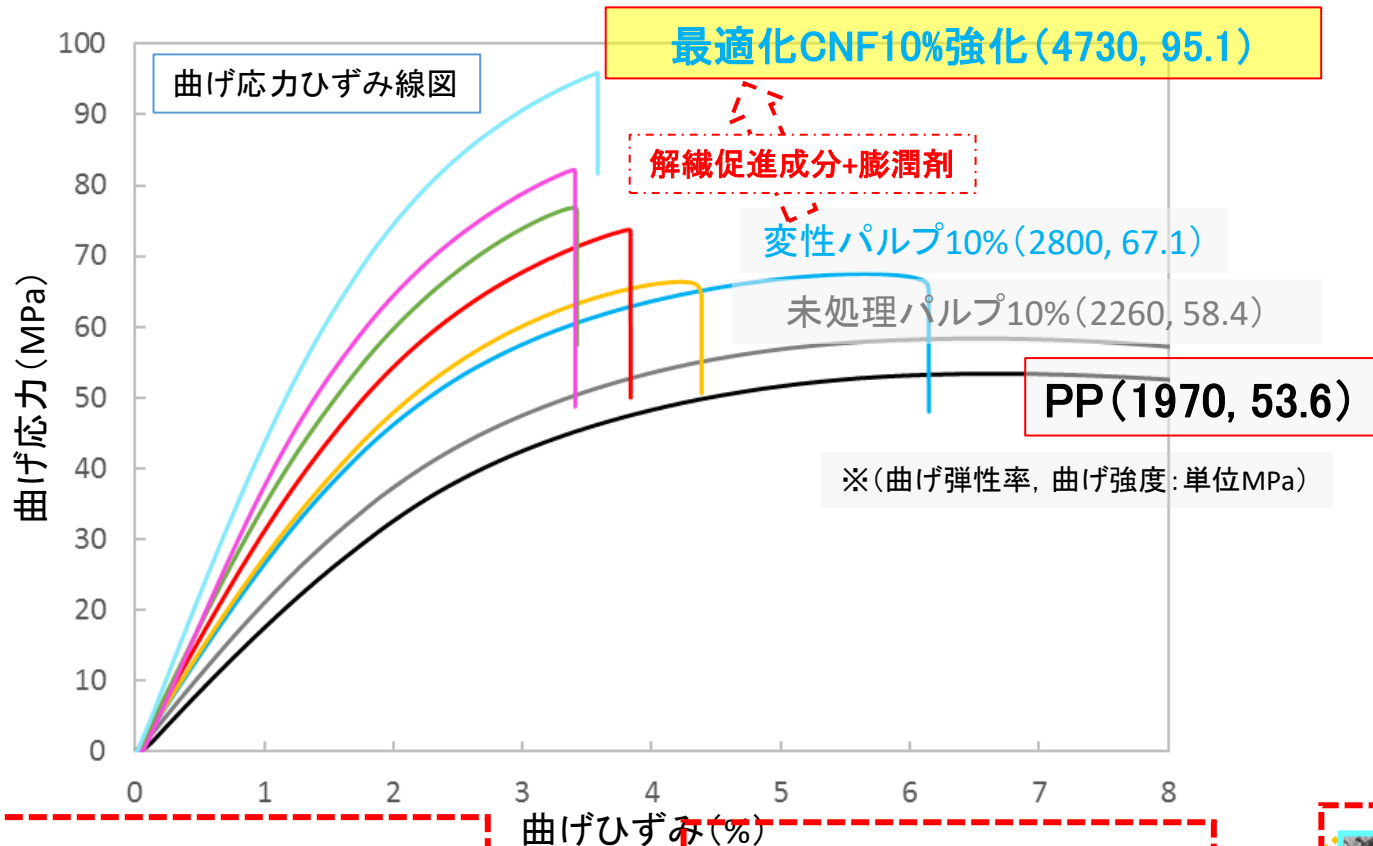


- ・解繊促進樹脂 → 解繊促進, 界面接着
- ・パルプ膨潤剤 → 解繊促進, 切断抑制
- ・無機フィラー → 解繊促進

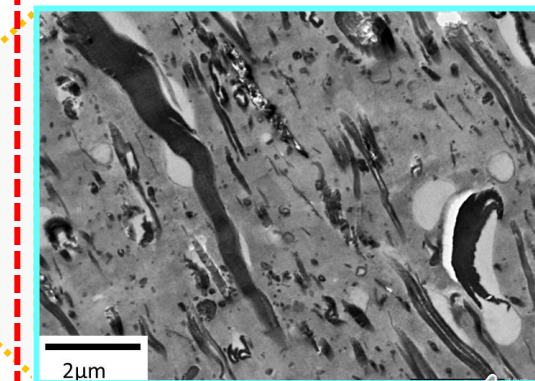
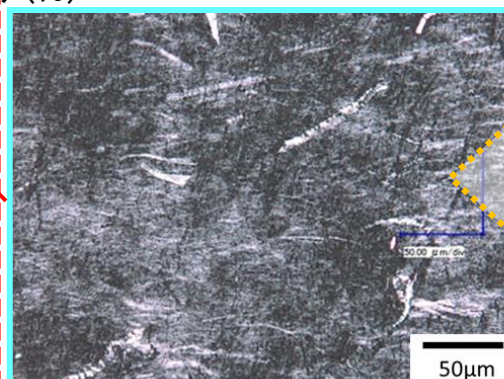




## ②ポリプロピレンの高性能化:解繊促進樹脂, 膨潤剤, フィラーによる-分散性向上と物性



解繊・分散向上

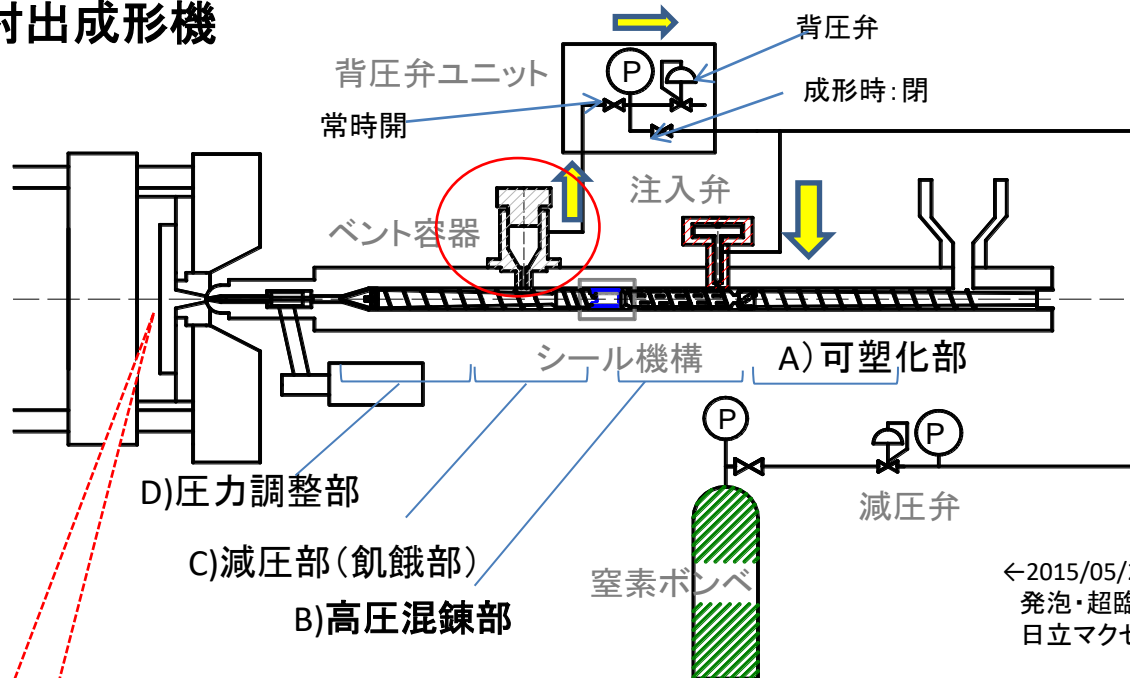


- ・PPにおいて, PA並みの補強効果
- ・分散性を大きく改善



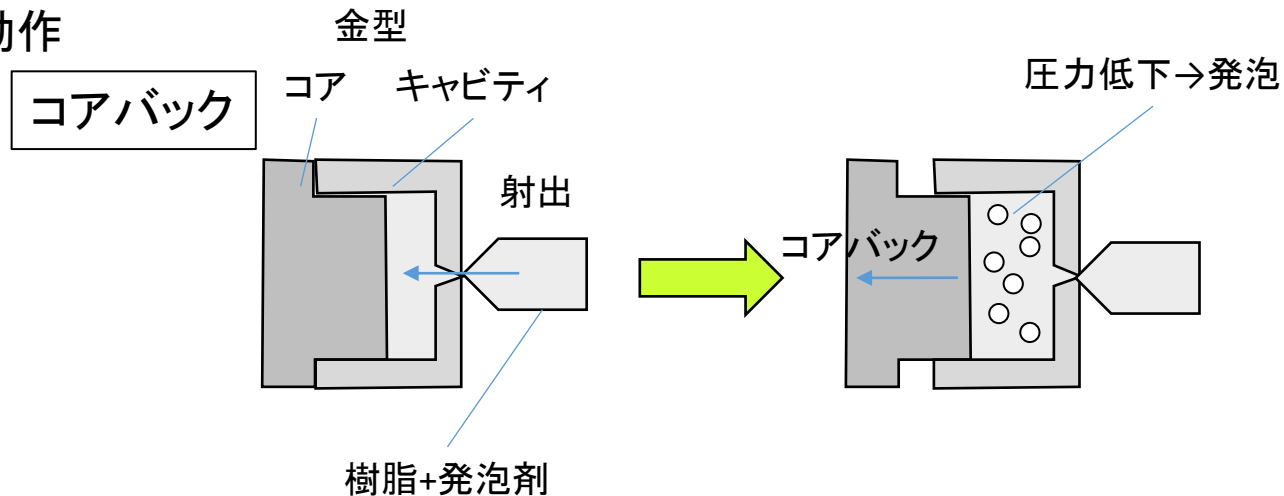
### ③CNFと成形加工技術との融合:微細発泡による軽量高強度化-射出発泡成形法

#### 低圧発泡射出成形機



←2015/05/22 プラスチック成形加工学会  
発泡・超臨界流体利用成形加工専門委員会  
日立マクセル資料より

#### 金型動作



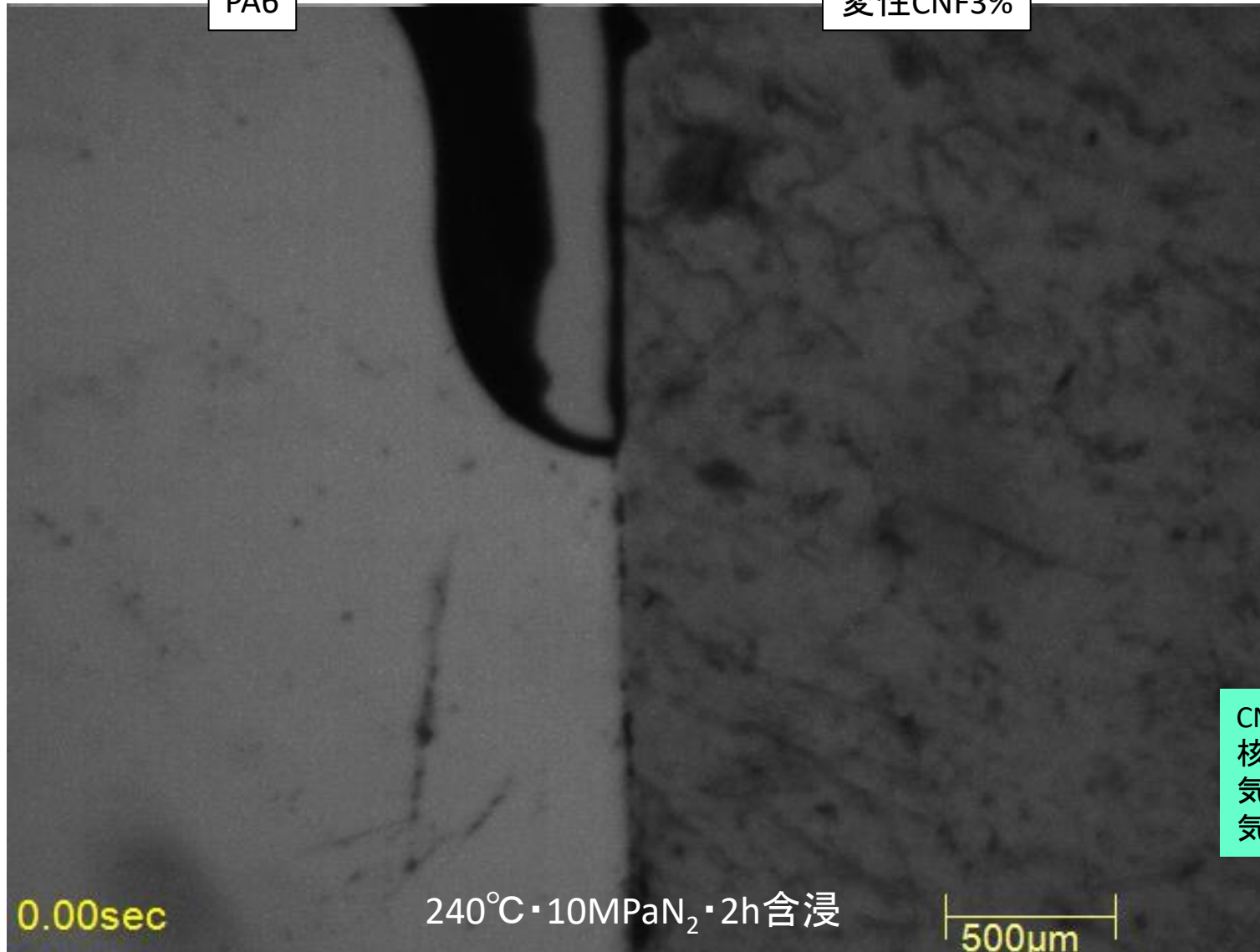
### ③CNFと成形加工技術との融合:微細発泡による軽量高強度化-バッチ可視化実験

×30倍顕微鏡

減圧速度:約0.1MPa/s

PA6

変性CNF3%



CNFの発泡成形への効果  
核剤効果  
気泡成長抑制  
気泡合一抑制

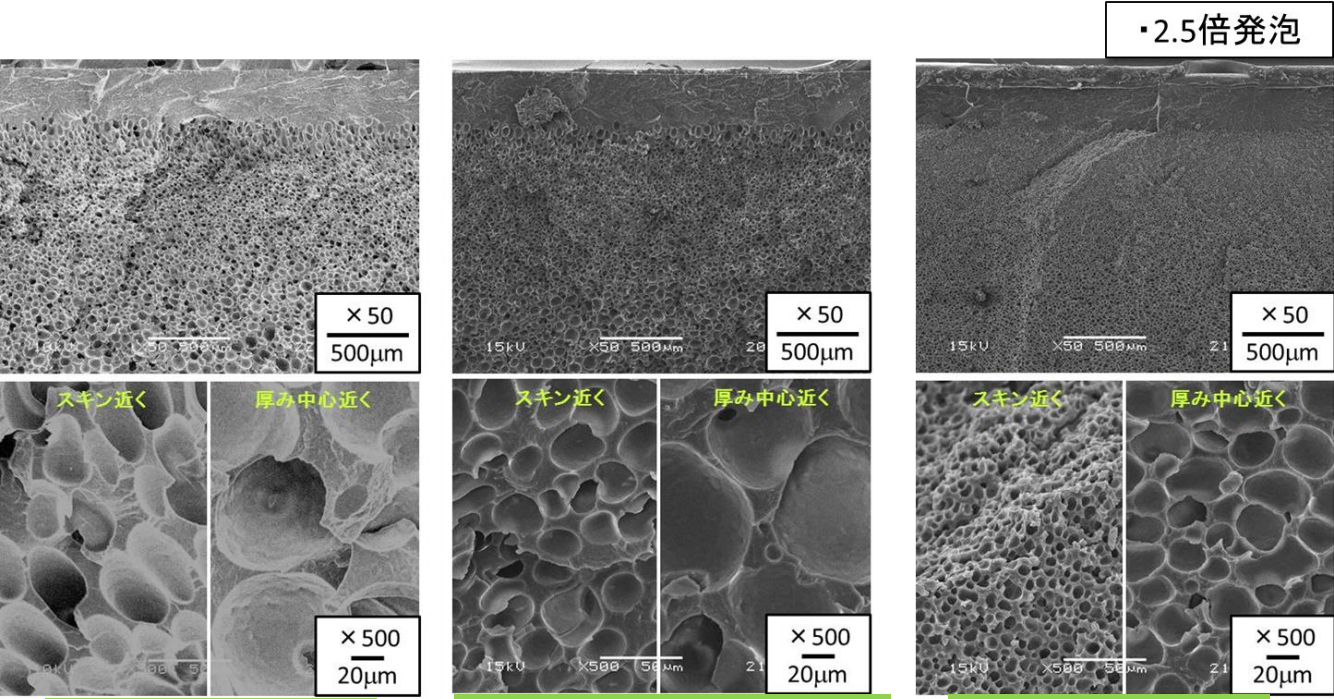
0.00sec

240°C・10MPa $N_2$ ・2h含浸

500μm



③CNFと成形加工技術との融合:微細発泡による軽量高強度化-気泡構造, 物性

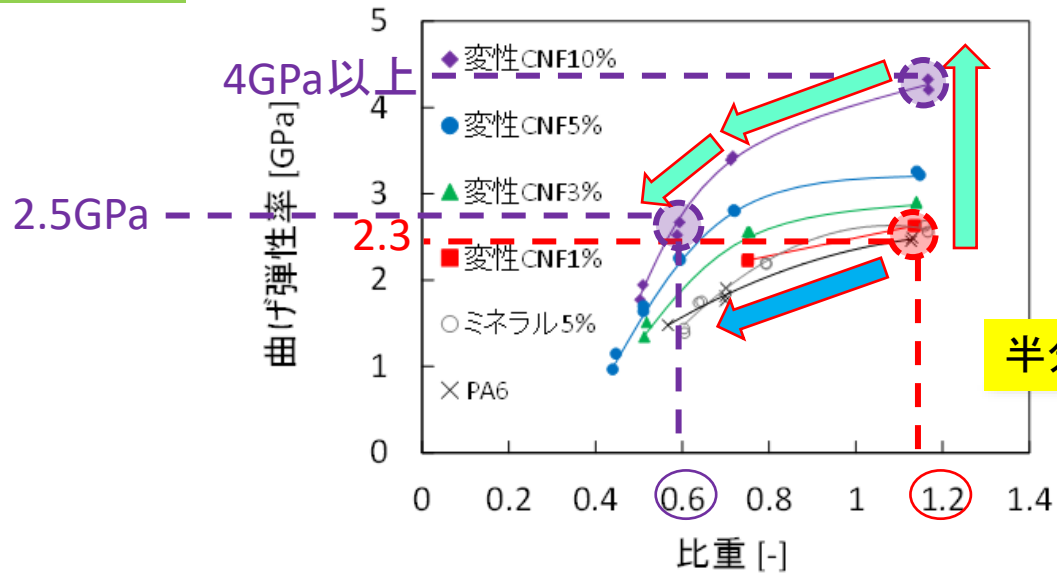


気泡径  
PA6 ≒ ミネラル5% > 変性CNF5%

非強化PA6

ミネラル5%PA6

CNF5%PA6



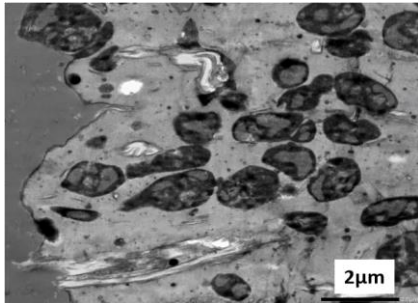
半分の比重で大きな弾性率を発揮





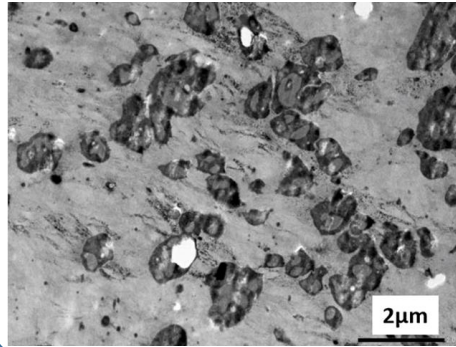
# ④今後の開発

## 1. CNF強化PPの高性能化

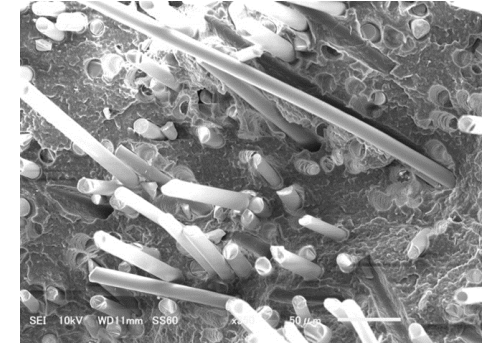


繊維切断, クレーズやボイドの形成なし

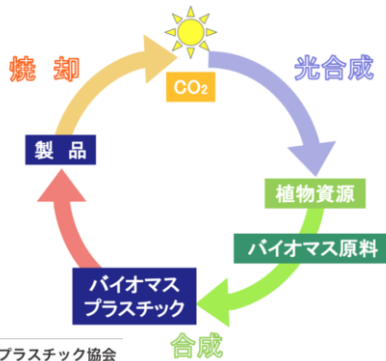
エラストマー添加PP



GF添加PP



## 2. CNF強化バイオプラスチック

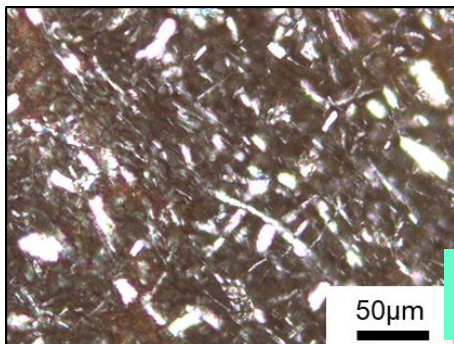


バイオPE  
PLA  
PBS  
PHBH...

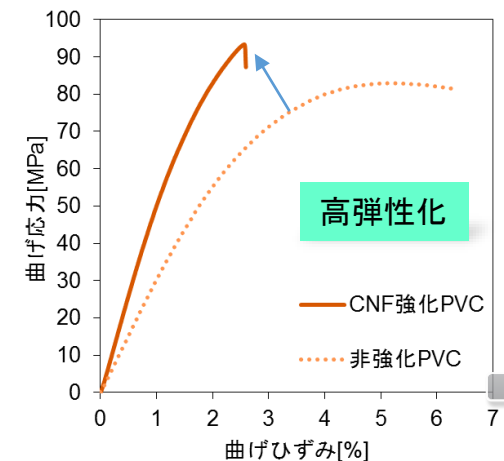
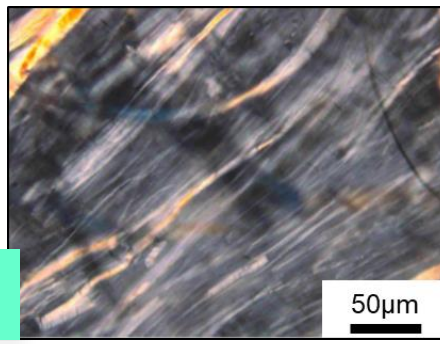
地球温暖化, 海洋汚染への対策

JBPA 日本バイオプラスチック協会  
Japan BioPlastics Association

## 3. CNF強化塩化ビニル



繊維長の維持  
高分散に成功



高弾性化

— CNF強化PVC  
- - - 非強化PVC





## 謝辞

本発表における実験結果については、  
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）の  
委託業務の結果得られたものです。  
関係各位に感謝申し上げます。

